

**DEBRECENI EGYETEM**  
**AGRÁR- ÉS GAZDÁLKODÁSTUDOMÁNYOK CENTRUMA**  
**MEZŐGAZDASÁG-, ÉLELMISZERTUDOMÁNYI ÉS**  
**KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI KAR**  
**NÖVÉNYTUDOMÁNYI INTÉZET**

**HANKÓCZY JENŐ NÖVÉNYTERMESZTÉSI, KERTÉSZETI ÉS**  
**ÉLELMISZERTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA**

*Doktori iskola vezető:*

**Dr. Győri Zoltán**  
*MTA doktora*

*Témavezető:*

**Dr. Pepó Péter**  
*MTA doktora*

**ÖKOLÓGIAI ÉS AGROTECHNIKAI TÉNYEZŐK HATÁSA A**  
**NÖVÉNYTERMESZTÉSI TÉR VÍZHÁZTARTÁSÁRA ÉS A**  
**KUKORICA TERMÉSHOZAMÁRA**

*Készítette:*

**Dóka Lajos Fülöp**

**DEBRECEN**  
**2010**

**ÖKOLÓGIAI ÉS AGROTECHNIKAI TÉNYEZŐK HATÁSA A  
NÖVÉNYTERMESZTÉSI TÉR VÍZHÁZTARTÁSÁRA ÉS A  
KUKORICA TERMÉSHOZAMÁRA**

Értekezés a doktori (Ph.D.) fokozat megszerzése érdekében  
a növénytermesztés tudományágban

Írta: Dóka Lajos Fülöp okleveles agrármérnök

Készült a Debreceni Egyetem Hankóczy Jenő Növénytermesztési, Kertészeti és Élelmiszertudományok  
doktori iskolája  
(fenntartható növénytermesztés programja) keretében

Témavezető: Dr. Pepó Péter MTA doktora

A doktori szigorlati bizottság:

elnök: Dr. Sárvári Mihály CSc  
tagok: Dr. Birkás Márta MTA doktora  
Dr. Thyll Szilárd professor emeritus

A doktori szigorlat időpontja: 2010. február 10.

Az értekezés bírálói:

Dr. Sárvári Mihály CSc .....  
Dr. Izsáki Zoltán CSc .....

A bírálóbizottság:

elnök: Dr. Kátai János CSc .....  
tagok: Dr. Csajbók József PhD .....  
Dr. Lesznyák Mátyásné PhD .....  
Dr. Gyuricza Csaba PhD .....  
Dr. Schmidt Rezső CSc .....

Az értekezés védésének időpontja: 2010. ....

## TARTALOMJEGYZÉK

|            |   |            |
|------------|---|------------|
| <b>1.</b>  | <b>BEVEZETÉS</b> .....  | <b>2</b>   |
| <b>2.</b>  | <b>A KUTATÁS CÉLKITŰZÉSEI</b> .....   | <b>5</b>   |
| <b>3.</b>  | <b>IRODALMI ÁTTEKINTÉS</b> .....  | <b>7</b>   |
| 3.1.       | <i>A növénytermesztési tér vízháztartása</i> .....  | 7          |
| 3.2.       | <i>A vízellátottság és a kukorica terméseredménye közötti kapcsolat</i> .....                             | 18         |
| 3.3.       | <i>Néhány agrotechnikai tényező hatása a kukorica vízháztartására</i> .....                               | 28         |
| 3.3.1.     | <i>A tápanyag- és vízellátás hatása a kukoricaállomány vízháztartására</i> .....                          | 28         |
| 3.3.2.     | <i>A vetésváltás és egyéb agrotechnikai tényezők hatása a kukorica vízháztartására és termésére</i> ..... | 38         |
| <b>4.</b>  | <b>ANYAG ÉS MÓDSZER</b> .....   | <b>40</b>  |
| 4.1.       | <i>A kísérletben alkalmazott kezelések és azok elrendezése</i> .....                                      | 40         |
| 4.2.       | <i>Talajviszonyok</i> .....   | 41         |
| 4.3.       | <i>Agrotechnika</i> .....   | 42         |
| 4.4.       | <i>Vizsgálatok, értékelési módszerek</i> .....  | 43         |
| <b>5.</b>  | <b>EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK</b> .....  | <b>45</b>  |
| 5.1.       | <i>A vizsgálati évek időjárásának értékelése a kukorica vízháztartása szempontjából</i> .....             | 45         |
| 5.2.       | <i>A talajrétegek nedvességtartalmának változása a vizsgálati években</i> .....                           | 49         |
| 5.3.       | <i>A mértékadó talajszelvény (0-200 cm) nedvességkészletének dinamikai változása</i> .....                | 60         |
| 5.4.       | <i>Az agrotechnikai tényezők hatása a csernozjom talaj vízhiányára a vizsgált évjáratokban</i> ..         | 65         |
| 5.5.       | <i>Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica termés hozamára</i> .....                                     | 72         |
| 5.6.       | <i>A kukorica termését kialakító tényezők interaktív elemzése a vizsgálati években</i> .....              | 80         |
| <b>6.</b>  | <b>KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK</b> .....  | <b>87</b>  |
| <b>7.</b>  | <b>ÖSSZEFOGLALÁS</b> .....  | <b>92</b>  |
| <b>8.</b>  | <b>ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK</b> .....  | <b>99</b>  |
| <b>9.</b>  | <b>GYAKORLATBAN HASZNOSÍTHATÓ EREDMÉNYEK</b> .....  | <b>101</b> |
| <b>10.</b> | <b>IRODALOMJEGYZÉK</b> .....  | <b>103</b> |
|            | <b>KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS</b> .....  | <b>114</b> |
|            | <b>MELLÉKLET</b> .....  | <b>115</b> |
|            | <b>TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE</b>  |            |
|            | <b>ÁBRÁK JEGYZÉKE</b>   |            |
|            | <b>MELLÉKLETEK JEGYZÉKE</b>   |            |

## 1. Bevezetés

A multifunkcionális, fenntartható növénytermesztésben adott ökológiai feltételek mellett optimális termésmennyiséget, a piaci igényeknek megfelelő jó minőséget és stabil termésbiztonságot kívánunk realizálni. A termelés eredményességét, a termésmennyiséget és a biztonságot a biológiai alapok, az agrotechnikai elemek (vetésváltás, talajművelés, tápanyag- és vízellátás stb.) és az agroökológiai tényezők (talaj, időjárás) együttesen alakítják ki, határozzák meg. A három összetevőből az első kettő az ember által megválasztható, jelentős mértékben befolyásolható, míg az ökológiai tényezők – azon belül is az időjárás – meglehetősen kiszolgáltatottá teszi a termelést. A növénytermesztési térben az egyik legfontosabb elem a víz, amely többféle módon van jelen és többféle formában vesz részt a növények anyagcseréjében. Fontosságát mutatja, hogy nélküle nem működne az asszimiláció, a légzés, a párologtatás és számos, a növényi szövetekben, sejtekben végbemenő különböző anyagszállítási és fiziológiai folyamat. A víz a talaj-növény-levegő rendszerben halmazállapotát tekintve mindhárom formájában előfordul. A rendszer egészét tekintve a talajban szilárd, cseppfolyós és gáz halmazállapotban, a gyökérszőröket körülveve, a növényi szervezetben a gyökértől a levelek légzőnyílásain távozó vízgőzig, illetve a légkörben pára és csapadék formájában mindenhol jelen van. A talaj vízkészlete a növények vízigényét (ezzel tápanyagfelvételét) biztosítja, amely a fiziológiai, szárazanyag- és termésképződési folyamatok alapját jelenti. A magasabb rendű növények életfolyamataikat tekintve sokkal érzékenyebben és gyorsabban reagálnak a növénytermesztési tér vízháztartásának változására, mint egyéb környezeti tényezők módosulására, azaz nagymértékben függenek a vízellátástól, a rendelkezésükre álló víz mennyiségétől. A víz nagyon szűk időintervallumon belül képes befolyásolni a növényi produkciót, így a termesztés eredményességét, a termésmennyiséget és nem utolsósorban a termésbiztonságot. A növénytermesztési térben mind a vízhiány, mind a növény igényeihez mérten túlzott víztöbblet káros lehet. Aszályban a növény számára nincs elegendő felvehető víz a talajban, így életfolyamatainak korlátozásához (sztómák bezárása, párologtatás leállítás) kell folyamodnia, míg a víztöbblet a talajban okozott levegőtlenégi állapot által idézhet elő gyökérpusztulást, később a teljes növény elhalását.

A növénytermesztési gyakorlatban a víznek kiemelkedő szerep jut azáltal is, hogy képes befolyásolni az egyes természeti és termesztéstechnológiai tényezők hatását, így a

termelés hatékonyságát. Ezért a szakemberek számára tanulságosak a szélsőséges vízháztartási helyzetek, azok növényállományra gyakorolt hatásai. A cél ezen szélsőséges, a növénytermesztés tér szempontjából káros vízháztartási állapot kialakulásának megelőzése, illetve minél hamarabb történő megszüntetése.

A víz a talaj – növény – légkör rendszerben egy nagyon bonyolult és összetett körforgásban vesz részt. Ezt nevezzük hidrológiai ciklusnak, melyet az ember növénytermesztési tevékenysége során befolyásol, bizonyos elemeit módosítja, annak érdekében, hogy a három összetevőből álló rendszerben kedvező körülmények álljanak rendelkezésre a „végtermék”, a termés minőségének és mennyiségének növeléséhez. Ezek a törekvések a mezőgazdasági termelésen kívüli egyéb emberi tevékenységekkel egyetemben sok esetben károsan, kedvezőtlen irányban módosítják a hidrológiai ciklus egyes elemeit, ezáltal beláthatatlan, gyakran irreverzibilis következményeket okozva a környezet, ezen belül a növénytermesztési tér vízháztartási folyamataiban. A változások többnyire visszahatnak az ökológiai, agroökológiai rendszerekre, azok alrendszeire, rontva a mezőgazdasági termelés hatékonyságát, ezáltal az ebből élők jövedelmezőségi viszonyait.

Az évek óta emlegetett globális klímaváltozás napjainkra bizonyított tényé vált. Az utóbbi száz évben több, mint 0,7 Celsius-fokot emelkedett a hőmérséklet. A felmelegedés nagyrészt az emberi tevékenység következménye, legalábbis a huszadik század közepe óta (HARE, 2009). A több éve megkezdődött „makroklimatikus” változás többek között hazánk klímáját is kimozdította a tipikus kontinentális éghajlat jellemzőiből. A növénytermesztés jövőbeni lehetőségeit nagy valószínűséggel a klimatikus változásokhoz való alkalmazkodás szintje fogja bővíteni, vagy korlátozni.

Az utóbbi 6 év időjárási jelenségei az előrejelzéseket igazolják. Nem csak a szárazabb vagy a csapadékosabb időszakok gyakoribbak, de egyre nagyobb a szélsőséges időjárási jelenségek előfordulási valószínűsége, illetve e jelenségek negatív hatásainak erőssége, akár egy éven vagy egy tenyészidőn belül is (KESZTHELYI, 2005; SÁRVÁRI, 2005; BIRKÁS, 2006; LÁNG et al. 2007; ANDA, 2008, , POLYÁK, 2008; JOLÁNKAI és BIRKÁS, 2009). Már nem csak az Alföld területein jelentkezik tragikusan a vízhiány, hanem a Dunántúlt is sújtja az aszály. A csapadék éven belüli megoszlása is rapszodikus, nagyobb mennyiség az utóbbi években inkább az őszi-téli hónapokban hullik.

Az elmúlt évtizedekben megnőtt, meghosszabbodott a csapadékmentes periódusok hossza. A rendelkezésünkre álló édesvízkészlet folyamatos csökkenése az egész

világban közismert, meglévő probléma, melynek megoldása még várat magára. Így a növénytermesztésben egyre csökkenő vízkészlet mellett kell terméseredményeinket és a termésminőséget fenntartanunk, illetve növelnünk.

PETRASOVITS (1988) megállapítása szerint Magyarországon az összes lehulló csapadékból 90-92 % kerül a növénytermesztési térbe, melynek 60-90 %-a marad ott, ezzel gazdálkodhatunk. Ez a vízmennyiség, hogy milyen mértékben hasznosul, az egyes alkalmazott agrotechnikai elemektől, azok színvonalától, minőségétől, végrehajtásuk gondosságától nagymértékben függ. A jövőben a szántóföldi növénytermesztési tevékenységünk során célunknak kell kitűzni a rendelkezésre álló vízmennyiség minél jobb kihasználását, a lehulló csapadék talajban történő raktározási feltételeinek maximális biztosítását, mind agrotechnikai, mind egyéb eszközökkel.

A napjainkban jellemző földhasználati és növénytermesztési rendszerek több évtizedes tapasztalat alapján alakultak ki, és alapvetően a klímához, valamint az arra jellemző talajnedvesség- és hőforgalomhoz alkalmazkodtak. Az átlaghőmérséklet megváltozása befolyással lesz az élelmiszer-termelésre és a vízellátásra. A napjainkban egyre inkább változó, kiszámíthatatlanabbá váló klimatikus körülményekhez a növénytermesztés kénytelen igazodni, így fontosak az egyes prognosztizált klímaváltozási scenáriók a talaj-növény-atmoszféra rendszer víz- és hőforgalmára gyakorolt hatásainak elemzése (FARKAS et al., 2009, DAVID et al., 2009).

## 2. A kutatás célkitűzései

A doktori téma keretében különösen fontosnak tartottam a növénytermesztési tér vízháztartási folyamatainak sokoldalú vizsgálatát, elemzését, a folyamatok parametrizálását hazánk, különösen az ország keleti, alföldi területeinek, a Tiszántúlnak szélsőséges éghajlati-időjárási feltételei miatt. A fenntartható, multifunkciós, minőségi növénytermesztésben célszerű olyan vizsgálatokat, méréseket végezni, azokból tudományos és gyakorlati következtetéseket levonni, amelyek elősegítik a növénytermesztési tér vízgazdálkodásának jobb megismerését és megértését. A témaválasztást az is indokolja, hogy a korábbi Növénytermesztési és Tájökológiai Tanszéken és a jelenlegi Növénytudományi Intézetben nemzetközileg is elismert, magas színvonalú vízháztartási komplex kutatások folytak, Prof. Bocz Ernő, Prof. Ruzsányi László és Prof. Szász Gábor vezetésével, és részben folynak ma is Prof. Pepó Péter irányítása alatt.

A vizsgálatokat a tájkörzet, a régió legnagyobb területen termesztett növényénél, a kukoricánál végeztem, melyet nemcsak jelentős vetésterülete, hanem a vízellátás, a növénytermesztési tér vízháztartása szempontjából kifejezett szenzibilitása, érzékenysége is indokol. Amellett, hogy a növényfaj az általunk termesztett növények csoportján belül a vízigényesek közé sorolandó (tenyészidőbeli vízigénye 450-550 mm, transzspirációs koefficiense  $350 \text{ l kg}^{-1} \text{ szá.}$ ), a termesztésének ideje, tenyészidőszaka a mi éghajlati viszonyaink között az év melegebb, egyben szárazabb felére esik, vízellátás szempontjából legigényesebb fenológiai szakasza (virágzás, terméskötés, szemtelítődés kezdete) pedig ezen időszakon belül is a legkritikusabb, utóbbi időben súlyos aszályokkal jelentkező nyári hónapokban zajlódik le. Termelésének színvonalát, a realizált termésátlagokat, a termelés ökonómiai hatékonyságát a biológiai alapok (genotípus), az agroökológiai feltételek, az alkalmazott agrotechnika interaktív kapcsolatrendszere és adaptációja határozza meg. A három tényezőcsoport közül a növénytermesztő szakember a biológiai alapokat és az agrotechnikai elemeket tudatosan irányíthatja, megválaszthatja, befolyásolva a kukoricatermesztés agronómiai hatékonyságát, környezetvédelmi kihatásait. Az agroökológiai feltételekhez jórészt a termesztéstechnológia célszerű adaptációjával csak alkalmazkodni tudunk, részben azonban aktívan is befolyásolni tudjuk (tápanyagellátás, öntözés, talajművelés, vetésváltás stb.)(PEPÓ et al., 2005).

A relatíve konstans agroökológiai tényezőt a talaj, a variabilis agroökológiai elemeket az évjáratok időjárási tényezői (csapadék, hőmérséklet, relatív páratartalom, stb.) jelentik.

Az agrotechnikai tényezők jelentősen befolyásolhatják a növénytermesztési tér vízháztartását.

Az említett tényezőknek, időjárási, éghajlati hatásoknak, változásoknak, folyamatoknak megfelelően a következő vizsgálatokat tűztem ki célul:

- az agrotechnikai elemek közül a vetésváltás, a tápanyagellátás, az állománysűrűség, valamint az öntözés hatásainak vizsgálata;
- a talajnedvesség gravimetriás meghatározása, a kukorica, tenyészidején belüli, és kívüli időtartamára;
- a talaj nedvességekészlete dinamikai változásának és az aktuális vízhiánynak a meghatározása;
- az egyes agrotechnikai elemeknek (vetésváltás, trágyázás, tőszám, öntözés) a talaj vízháztartására gyakorolt hatásainak elemzése;
- egzakt kapcsolatot kerestem a tenyészidőszak vízhiánya, az azt alakító meteorológiai, biológiai, agrotechnikai tényezők és a kukorica termésmennyisége, termésstabilitása között.

A kutatási eredmények felhasználásával a kukorica terméseredménye, termésbiztonsága javítható a gyakorlatban, javaslatok tehetők a megfelelő termesztéstechnológiák kialakítására mind száraz, mind öntözéssel gazdálkodásban.



### **3. Irodalmi áttekintés**

#### **3.1. A növénytermesztési tér vízháztartása**

A növénytermesztési tér vízháztartásának összetevőivel a szakirodalomban többen is foglalkoztak.

Egy adott növényállomány vízháztartása nem az állományt alkotó növényegyedek vízháztartásának összegezése csupán. Különösképpen azért nem, mert a növénytermesztési térben lejátszódó vízháztartási (klimatológiai) jelenségekben a növényeken kívül aktív szerepe van a talajnak is (PETRASOVITS és BALOGH, 1975; NAGY, 2007).

PETHŐ (1993) megfogalmazásában a szárazföldön a talaj és a légkör közötti körforgalomba a növényzet is bekapcsolódik: a növények által a talajból felvett víz hosszabb-rövidebb szállítás után ismét a környezetbe, legtöbbször a levegőbe jut. A növények a szervezetükön áthaladó vízzel gazdálkodnak, bennük tehát határozott vízforgalom megy végbe, melynek részei: a vízfelvétel, a vízzállítás és a vízleadás.

VERMES (1997) definíciója a legpontosabb: a mezőgazdaságilag művelt területeken a növényzet által hasznosított talajrétegben és a növényállomány magasságának megfelelő légkörben bekövetkező vízmozgást, illetve vízállapotot a növénytermesztési tér, a növényállomány vízháztartása fejezi ki.

A levegő – talaj – növény rendszerben a víz leggyakoribb előfordulási formái a következők:

- csapadék
- talajnedvesség
- pára
- légnedvesség.

Ezen tényezők közvetve vagy közvetlenül hatással vannak a növények életjelenségeire.

A csapadék a növények számára a legjelentősebb vízbevételi forrás. A talaj hasznos víztartalma azt a vízmennyiséget jelenti, amely a növények számára közvetlenül rendelkezésre áll. A talajban levő vízben oldott tápanyagok és maga a víz is a párolgás által létrehozott szívóhatással, vagyis a transzspirációs vízemeléssel jutnak el a növényi sejtekhez. A levegő nedvességtartalma a párolgási folyamat intenzitásának befolyásolásán keresztül feje ki hatását (DUNAI et al., 1968).

A szántóföldi növénytermesztési térben a pillanatnyi vízháztartási helyzetek végtelen számú variációja alakulhat ki, ennek oka abban keresendő, hogy a rendszer igen

bonyolult, a befolyásoló és egymással kölcsönhatásban lévő tényezők nagy száma miatt (CSAJBÓK, 2004).

NAGY (2007) megállapítása szerint a növény vízháztartásában a termőhelyen, az egész tenyészidőszak folyamán a talaj vízforgalmának törvényszerűségei érvényesülnek.

A növénytermesztés szempontjából a víz alapvető jelentőségű. A növények számára nélkülözhetetlen tápanyagok vízben oldott állapotban jutnak el a növényekhez, s a víz magának a fotoszintézisnek is alapvető eleme. Emiatt a növényeknek az egész vegetációs periódus folyamán szükségük van vízre, de a vízigény mértéke a vetéstől az érésig változik. A növények számára szükséges víz fő forrása a légköri csapadék, amely a talaj felső rétegeiben tárolódik, s onnan jut el a növények asszimiláló szerveihez. A vízháztartási helyzetet viszont nem csupán a csapadék nagysága, hanem a párolgási feltételek egyidejű alakulása is szabályozza. E folyamatban alapvető szerepet játszanak a különböző légköri tényezők, elsősorban a levegő párolgató képessége (VARGA-HASZONITS, 1989; SZÁSZ, 2005). A vízháztartási helyzetek folyamatos változását az okozza, hogy a vízháztartási mérleg bevételi és kiadási tagjai időben elég szeszélyesen alakulnak. Ha a kiadás több, mint a bevétel, az aktív talajréteg vízkészlete fogy, s elérheti azt a helyzetet, amikor a növényállomány a vízhiány miatt szenved, fellép az aszálykár (KISS et al., 1981).

GYURICZA (2004) az aszálynak három típusát különbözteti meg, amelyek hatásaiban némileg eltérőek. Légköri aszály esetén a talajban van elegendő, a növény számára hasznosítható nedvesség, azonban a gyökéren keresztüli vízfelvétel nem tud lépést tartani a forró levegő miatt intenzíven párolgató levélfelület vízleadásával. Nyári napokon gyakran előforduló jelenség, a kultúrnövény aszálytűrése révén többnyire károsodásmentesen képes átvészelni ezt az időszakot. A fiziológiai aszály a gyökérszóna és az ún. transzspirációs (párolgató) zóna közötti nagy hőmérséklet különbség miatt, a gyökér vízfelvételi zavara következtében lép fel. Az aszály legkárosabb formája a talajaszály, amikor a talaj nedvességtartalma a holtvíz szintjéig süllyed, vagyis nem lesz elegendő víz a növény ellátására. Ha ez az állapot nem szűnik meg rövid időn belül (pl. öntözéssel, csapadékkal) a növény elhal.

NAGY és KOVÁCS (2005) szerint a növény vízhasznosítása döntően a párolgató útján valósítható meg. A talajfelület méreténél, természeténél fogva alkalmas a levegő páratartalmának a feltöltésére. Gazdasági haszonnal a növényen, pontosabban a termesztett növényen keresztüli párolgató jár. A talajok alkalmasak arra, hogy időszakos feltöltéssel (egyenetlen természetes nedvesség utánpótlás és öntözés útján) a

tározói kapacitást kihasználva folyamatos ellátást biztosítsanak a növények számára, illetve biztosítsák a kívánatos környezeti állapot elérését, fenntartását.

NAGY (2005) megállapítása szerint Magyarországon a szemiárid éghajlati viszonyok között a növény és a talaj vízháztartási folyamatában a fogyás (párolgás) folyamatos, a pótlódás (csapadék) viszont az időjárás szeszélye szerinti adagokban és időeloszlásban érkezik. Ennél fogva a talaj nedvességekészlete és a talajvíz szintje állandóan változik, és gyakran túllépi a növénytermesztés számára kedvező határértéket, amikor szabályozásra (öntözés vagy vízelvezetés) van, vagy lenne szükség.

A növénytermesztés eredményességét befolyásolják a klimatikus adottságok. A csapadék, mint klímaelem a vízellátás és –hasznosulás okán érdemel figyelmet. A tenyészidő alatti csapadék az évek többségében nem volt elegendő, 50-80%-ban fedezte a szántóföldi növények vízigényét. A magasabb hőmérséklet és a kevesebb csapadék miatt a talaj nedvességtartalma csökken, és ez kihat a növények vízellátására. A hasznosulás aránya legfeljebb közepes, a beszivárgás akadályoztatásától és a talajok vízgazdálkodási tulajdonságaitól függően 40-60%. Amikor a klíma tartósan kedvezőtlen, alkalmazkodásra kell törekedni. Az alkalmazkodás hatékonyabb vízgazdálkodásra kényszerít. Csapadékos időszakban a vízbeszivárgás javítása, szárazságban a talaj nedvességvesztésének csökkentése az alkalmazkodás fő célja. A csökkenő mennyiségű csapadékból kevesebb folyik el a felszínen, de a talajba is kevesebb szivárog és kisebb mennyiség áll a növények rendelkezésére, nő a termőhely aszályérzékenysége, kisebb a víz okozta, de nagyobb a szél okozta erózió veszélye (RUZSÁNYI, 1996; VÁRALLYAY, 2005; VÁGÓ et al., 2006, STEKAUEROVÁ és NAGY, 2006).

A növénytermesztési tér vízháztartási rendszerébe tartozik a talaj párolgása (evaporáció) és a növények általi párologtatás (transzspiráció), illetve a két folyamat együttese, az evapotranszspiráció is (PÉCZELY, 1981). A transzspiráció, evapotranszspiráció fogalmával, illetve annak magyarázatával több irodalmi forrásban is találkozhatunk.

UNK 1967-ben még így fogalmazott: Az evapotranszpiráció jelenségének vizsgálatával már több mint száz éve foglalkoznak. A növénytermesztési tér vízháztartási tényezői közül azonban ma is egyike a legkevésbé ismerteknek. A probléma vizsgálatát azonban megnehezíti, hogy a jelenség térben és időben változó. Gyakran lényegesen eltérő tényezők dominálnak egy levélfelület, egy tábla vagy egy táj nagyságrendjében. Mivel azonban az evapotranszpirációra ható említett tényezők nemcsak térben, hanem időben is gyorsan változnak, ezért külön kutatási módszereket igényel a mp, perc, nap, dekád,

hónap vagy az egész vegetáció időtartama alatt folyó evapotranspiráció törvényszerűségeinek vizsgálata és jellemzése.

TÓTH (2003) értelmezésében az evapotranszspiráció (ET) a növényállomány párologtatása, egyenlő azzal a vízmennyiséggel, amely pára formájában hagyja el a növénytermesztési teret. Az ET értéke magában foglalja a teljes, legalább 1 ha nagyságú növényállomány vízfogyasztását, amennyiben a növények fejlődése, növekedése nem korlátozott a nem kielégítő vízellátás (többlet, vagy hiány) miatt, az állomány egészséges és elegendő tápanyag áll rendelkezésre. Amennyiben a növények teljesen takarják a felszínt, úgy a talaj párologása összevetve a növényzettel elhanyagolható, értéke 5% alatti.

BALOGH (1978) megfogalmazásában az evapotranszspiráció a növényállományok által elfoglalt térben, a növénytermesztési térben összesen keletkező és abból eltávozó vízpára mennyiségével egyenlő. Az evapotranszspiráció folyamatai által érintett, s ugyanakkor az azt befolyásoló tér a növények gyökerei által átszőtt talajtest alsó felületétől felfelé, növényállományok egyedei felső csúcsát burkoló felület határáig tart, de nem választható el élesen a tér alatti háromfázisú zónától és a felső légtértől sem. Ezekkel az evapotranszspiráció színhelye, a növénytermesztési tér mindig szoros kapcsolatban van.

PETRASOVITS és BÉLA (1970) matematikai elemzéssel igazolta, hogy az ET és a levegő páratartalma közötti kapcsolat a kisebb légnedvesség esetén határozottabb. A levélfelület és az ET nagysága közötti kapcsolat annál szorosabb, minél kedvezőbb a talajnedvességi állapot, tehát minél zavartalanabb a növény vízfelvétele a talajból.

Nálunk a magasabb hőmérséklet a potenciális evapotranszspirációt valószínűleg növeli, nem úgy, mint néhány nyugat-európai országban, ahol a megnövekedett hőmérséklet miatti nagyobb párologás annyira megemeli a levegő nedvességtartalmát, hogy az a további nedvesség felvételt korlátozza (MIMIKOU, 2004).

ANDA (1989) megállapítása szerint a transzspiráció napi változása a környezeti tényezők változását követi; az alacsony sugárzásintenzitásnál reggel és délután a párologtatás alacsonyabb erősségű, s a legnagyobb érték a déli órákban jelentkezik.

Mérsékelt éghajlat alatt a növények 1 gramm szárazanyag képzéséhez legalább 250-400 gramm vizet igényelnek. Ezt az értéket transzspirációs együtthatónak nevezzük, amely számos tényezőtől függ. A kultúrnövények sokkal több szárazanyagot állítanak elő, mint a természetes növényzet, ezért jobban igénybe veszik a talaj vízkészletét, és a

párologtatás ellen kevesebb védelmet nyújtanak, mint a természetes növényzet zárt takarója (GYURICZA, 2001).

Általánosan ismert, hogy a vízháztartási helyzetet nem csupán a csapadék nagysága, hanem a párolgási feltételek egyidejű alakulása szabályozza (SZÁSZ, 2005).

STEFANOVITS (1981, 1992) megfogalmazza, hogy a talaj vízgazdálkodásán a talajban levő víz mennyiségét, állapotát, formáját és mozgását, valamint e tényezők térbeni és időbeni változásait értjük.

A talajok a szárazföldi növények számára vizet és tápanyagforrást biztosító élőhelyek. A növényi biomasszatermelés az élőhelyet adó talaj vízszolgáltatásától, vízellátástól függ, ezért a talajok víztározó és vízszolgáltató szerepe egyre nagyobb figyelmet kap (RAJKAI, 2004).

A talaj vízforgalma a csapadékból, a talajvízből, felszíni oda és elfolyó vízből, a felszín alatt oda és elfolyó vízből és kismértékben a talajba jutó levegő páratartalmának megkötéséből kapja nedvességtartalmát. A víz a talajból a transzspiráció, a talaj párologtatás és a talajvízbe való beszivárgás következtében távozik. A talajok vízkapacitáson felüli nedvességtartalmukat leggyakrabban a növényeken keresztül veszítik el. A talaj felső rétege felszíni párologtatással szárad ki. Az egyes rétegek víztartalmát a talajban bekövetkező vízgőzmozgás is jelentősen megváltoztathatja. Az őszi – téli csapadék a talaj alsó rétegét (1,5 m alatt) is képes beáztatni, míg a tavaszi – nyári csapadék csak a már kiszáradt felső réteget áztatja be (FEKETE et al., 1967).

A talaj tehát a csapadék és a növényzet viszonyában is kiegyenlítő – szabályozó közeg. Minél gyakoribb a csapadék, minél befogadóképesebb a talaj és minél inkább be tudja tölteni víztározó szerepét, annál inkább biztosítva van a növényzet folyamatos vízellátása. Ellenkező esetben ha ez nincs meg, zavarok állnak be a vízellátásban, ami zavarokat idéz elő a növény fejlődésében is (SZIKI, 1977).

RUZSÁNYI (1996) valamint FARKAS és GYURICZA (2006) megállapították, hogy a talajállapot a nedvességtartalom és nedvességforgalom módosításán keresztül befolyásolja a növények vízellátását, végső soron azt is, meddig képes elviselni a klimatikus stresszhatásokat.

A talaj hő-, víz-, növényi tápanyagok és a potenciálisan káros anyagok természetes raktározója. Képes a természeti környezet szélsőségeit – bizonyos mértékig – kiegyenlíteni. Vízraktározó képességének döntő jelentősége van az agroökoszisztémák zavartalan működése, megfelelő vízellátása szempontjából, hiszen a növények (pl. az őszi kultúrák) tavaszi „vízhiányát” az őszi-téli csapadékkal feltöltött és a talajban tárolt

vízkészletekből lehet csak zavartalanul kielégíteni (FARKAS et al., 2004; VÁRALLYAY, 2006).

A fentebb említetteket támasztja alá HARDER et al. (1983) megállapítása is, akik két kukoricahibrid fotoszintézise és a talajnedvesség, valamint a növények vízgazdálkodása közötti összefüggést vizsgálták. Megállapították, hogy a környezeti tényezők között, amelyek meghatározzák a fotoszintézis mértékét, a talajnedvességhiány a legfontosabb. A levelek fotoszintézisét közvetlenül a napsugárzás, a légzőnyílások aktivitása, a növény vízgazdálkodása és a talajnedvesség befolyásolta.

SZÁSZ (2005) 40 éves megfigyelései, illetve talajnedvesség méréseinek eredményei alapján bizonyítja, hogy a nyári hónapok vízellátottsága és a talaj nedvességtartalma egymással szoros kapcsolatban áll.

Az aszály olyan, egyelőre kiszámíthatatlanul vissza-visszatérő természeti jelenség – egyes országok értékelése szerint olyan természeti katasztrófa – amely a várthoz, illetve a normálshoz képest jelentős mértékű csapadékhiánnyal, megnövekedett hőmérséklettel és nagyobb párolgással jellemezhető időjárási anomáliaként jelenik meg. A fellépő aszály következményeként az elégtelen mértékű csapadék és a hatására megcsappanó vízkészletek nem képesek kielégíteni a növények, de általában az élőlények vízigényét (beleértve az embert is), ezért jelentős gazdasági, szociális és környezeti károk keletkeznek. Mezőgazdasági szempontból az aszály egy adott szántóföldi- vagy erdőterületen lévő növényállomány tartós és jelentős mértékű vízhiánya, ami nagymértékben behatárolja a növény életfolyamatait (VERMES, 2004).

BOCKELMANN (1990) szerint a kultúrnövényeknek nemcsak levegőre van szükségük, hanem vízre is, melyet a csapadék által vagy az öntözés segítségével kapnak meg. A víz a talajba szivárog, az pedig szivacsként tárolja a vizet. A talajban – morzsalékos szerkezet esetében – finom és durva, kicsiny és nagy köztes üregek képződnek, amelyeket pórusoknak nevezünk. A nagy pórusokban található a levegő, a kis pórusokban pedig víz van. A kis pórusokat hajszálcsöveknek is nevezik. A nagyméretű köztes üregekben, a durva pórusokban a csapadékvíz gyorsan a mélybe süllyed. A finom pórusokban halmozódik fel, a pórusok falaihoz tapad, és a gyökerek rendelkezésére áll, amikor a növény vizet igényel. A tavaszi hóolvadásból származó vizet, a csapadékot vagy az öntözésből származó vizet a talaj hajszálfinom pórusai tartják vissza, emellett a talajvízből nedvességet szállítanak felfelé a gyökérzetet körülvevő talajmorzsákhoz. Így ezek a pórusok víztározó és vízfelvétel-szabályozó szerepet töltenek be.

Hazánkban a talaj felső egy méteres rétegének tározótere 30–35 km<sup>3</sup>. Ennek mintegy fele a növény számára nem hozzáférhető „holtvíz”, másik fele „hasznosítható víz”. Ez azt jelenti, hogy a lehulló csapadék több mint fele (!) egyszerre „beférne” a talajba, ha beszivárgását nem akadályozná a talaj tározóterének kisebb-nagyobb mértékű vízzel telítettsége („teli üveg effektus”), a talaj felső rétegének fagyott volta („befagyott üveg effektus”), vagy a talaj felszínén, illetve felszín közeli rétegekben kialakuló kis vízvezető képességű (lassú víznyelésű) réteg („ledugaszolt üveg effektus”), ami megakadályozza, vagy lassítja a talaj nedvességtározó terének feltöltését. A belvizek természetes eltűnése vagy mesterséges eltüntetése után a csapadékszegény nyári időszakban a talaj viszonylag vékony felső rétegében tározott csekély vízmennyiség csak rövid ideig képes a növényzet vízigényét kielégíteni (VÁRALLYAY, 2005).

FÜLEKY (1988) és MAJOR (1987) a talajok nedvességdinamikája alapján három alapvető vízgazdálkodási típust különböztet meg:

- Kilúgzásos típus: a talajszelvényben a lefelé irányuló vízmozgás uralkodik, a felszínre jutó csapadék egy része eljut a talajvízig (erdőtalajok). Kilúgzási jellegűnek azokat a talajokat nevezzük, amelyek felszínére több csapadékvíz jut, mint amennyi onnan elpárolog vagy elfolyik. Az uralkodó vízmozgás így felülről lefelé irányul az egész talajszelvényben. E vízgazdálkodási jelleg kialakulásának előfeltétele a bőséges csapadék, amelynek mennyisége meghaladja az évi párolgást.
- Egyensúlyi típus: talajba jutó víz nem éri el a talajvíz szintjét, hanem a beázási rétegben mozog le és fel. A lefelé mozgó víz és a – párolgás hatására – felfelé irányuló vízmozgás egyensúlyban van (csernozjom talajok), az év folyamán a párolgás okozta vízveszteség és a csapadékból származó vízmennyiség csaknem azonos, a talajszelvényen belül egyensúlyi helyzet alakul ki. A víz mozgásának iránya mindig az adott időpont természeti hatásának megfelelő. Ez esetben egyensúlyi vízháztartási rendszerről beszélünk.
- Párolgató típus: a talajszelvényben a felfelé mozgó vízzel történő anyagszállítás van túlsúlyban, a talajba jutó csapadék és a talajvíz együttesen párolog (szikes talajok). Ebben az esetben a talajfelszínről több víz párolog el, mint amennyi a talajra jut csapadékkal vagy öntözéssel. Ha ilyen körülmények között a talajvíz kapcsolatba kerül a talajfelszínnel – mindez lehetséges a kapilláris vízmozgás révén –, a felszíni vízhiány onnan pótlódik.

BALLENEGGER és FINÁLY (1963) könyvükben Mados László tanulmánya alapján a következő megállapításokat teszik: Növénytermelési szempontból hasznosíthatónak az a vízmennyiség tekinthető, ami a holt-víz értékén felül van jelen a talajban. A hasznosítható víz mennyiségét a természetes víztartókéesség és a holtvíz értékeinek különbsége adja.

A „holtvíz” szorosán kötődik a talaj szemcséihez, és csak laboratóriumi talajszárítással vonható ki. Nagyságrendje a különböző talajfajtáknál a szántóföldi vízkapacitás 25-37 %-a (KOVÁCS, 1973; MARJAI, 1966).

CSOMA et al. (1976) vizsgálatai alapján a talaj nedvességének változását az alábbi tényezők befolyásolják:

- a csapadék,
- a vegetáció,
- a talaj típusa, állapota, valamint a talajvíz felszínhez viszonyított helyzete.

A talaj nyári nedvességvesztésének szempontjából igen fontos, hogy a gőz halmazállapotú talajnedvesség a talajközeli levegő erőteljes nappali felmelegedése időszakában a hűvösebb, mélyebb rétegek felé áramlik. A tárolható nedvesség talajszelvényben történő átrendeződése a növény számára már nem hasznosítható (HV) nedvességtartalom mellett is érvényre juthat. Ez nemcsak a talaj nedvességének veszteségét, hanem a növények vízfelvételét javító, a már csak holtvizet tartalmazó rétegek nedvességének növelését is eredményezheti (NYIRI, 1993).

BALLENEGGER és FINÁLY (1963) Kreybig véleményére hivatkoztak, aki szerint a nyár folyamán lehullott csapadékmennyiség (1936. május-júliusában 300 mm) a vizet nagyon jól vezető homoktól eltekintve, a legtöbb talajféleségekben nem jutott 40-50 cm-nél mélyebbre, ha a talajt erősen vízfogyasztó növény borította. A talajok megfelelő átmedvesedése tehát csak az ősz és tavasz közötti csapadékmennyiségekből következhetik be.

A vízáteresztő képesség – a talajszelvényben lejátszódó vízbefogadás – adott talajszelvényben időegység alatt áthaladó víz mennyisége. A vízáteresztő képességet befolyásolja a kötöttség és az agyagtartalom, a talaj szerkezete, lazult, vagy tömör állapota és nedvességtartalma. A nagy agyagtartalom és a tömördöttség a vízáteresztést jelentősen akadályozó tényezők. A víznyelés és vízáteresztés szintjétől függ, hogy esőzéskor és hóolvadáskor jelentkező vízből mennyi szivárog a talajba, és mennyi folyik el. Száraz, vagy átlagos csapadéku években a művelés feladata, azon túl, hogy a természetére minél kíméletesebben tegye alkalmassá a talajt, a vízbefogadó képesség



javítása, és a talajban lévő nedvesség veszteségének csökkentése. A talaj nedvességforgalmát befolyásolja az agyagtartalom, a fizikai állapot, a művelési és a termesztési technológia (BIRKÁS, 2002, 2006).

VARGA-HASZONITS és VARGA (2004) szerint a nedvességi viszonyokat sokféleképpen jellemezhetjük. Használhatjuk erre a célra a vízháztartás bármely összetevőjét, de gyakran alkalmazzák a csapadék és a párolgás egymáshoz viszonyított arányát is. Ha ezt a hányadost úgy határozzuk meg, hogy a lehullott csapadékmennyiséget a potenciális párolgás mennyiségéhez hasonlítjuk, akkor csapadék/potenciális párolgás indexről, vagy egyszerűen csak nedvességi indexről szoktunk beszélni.

A csapadék (P) és a potenciális párolgás ( $E_0$ ) hányadosa, mint nedvességi index (NI) a következő formában írható:

$$NI = \frac{P}{E_0}$$

Az index értéke 1 lesz, ha ugyanannyi csapadék hullott, mint amennyi víz a potenciális párolgás révén távozhat a talajból. Az 1-nél magasabb értékek esetén több csapadék hullott, mint amennyit a levegő képes elpárologtatni, ezért az időszakra a víztöbblet a jellemző (nedves időszak). Az 1-nél kisebb értékek esetén pedig kevesebb csapadék hullott le, mint amennyit a levegő képes elpárologtatni, emiatt az időszakot vízveszteség jellemzi (száraz időszak) (VARGA-HASZONITS, 2005).

KOVÁCS (1973) könyvében foglalkozik azzal, hogy a vízháztartási egyenlet tagjainak változása miként módosítja a talaj vízháztartását. A vízháztartási egyenlet egyik tagja a csapadék. Ez képezi a bevételt. A beszivárgó víz egy része a háromfázisú rendszerben tározódik, általában vízkapacitásig töltve azt. Másik része a túltelített felső rétegből lassan leszivároghat, a gravitációs erő hatására, a talajvizet táplálja.

PETRASOVITS (1989) cikkében leírja, hogy a vízháztartási mérleg szempontjából a felmelegedés legfontosabb „kiadási” következménye a párolgás növekedése, a „bevételi” oldalon pedig a természetes csapadék mennyiségének és a talajvíz szintjének a csökkenése. A csapadék fogadásában és tárolásában legfontosabb talajtani jellemző a talaj vízbefogadó és hasznos víztartó képessége (diszponibilis víz).

ANDA (2005) cikkében megfogalmazza, hogy valószínűleg a bevételi oldalról a kevesebb csapadék miatt a talajnedvesség – különösen a tavaszi nyitó készlet – tovább csökken (többek szerint ez a módosulás már napjainkban is 6-8% körüli). A kiadási

oldal, a csökkent rendelkezésre álló készletből még több víz elpárolgását tenné szükségessé. Az eredmény a korábbiaknál fokozottabb öntözési igényben ölt testet. Több hazai és mérsékelt övi határon túli vizsgálat egybehangzó véleménye szerint a csapadék 10%-os mérséklődése az öntözővíz igényt – növényfajtól és környezeti tényezőktől is függően – legalább 7-8 %-kal emeli.

A vízháztartási helyzetek folyamatos változását az okozza, hogy a vízháztartási mérleg bevételi és kiadási tagjai időben elég szeszélyesen alakulnak. Ha a kiadás több, mint a bevétel, az aktív talajréteg vízkészlete fogy, s elérheti azt a helyzetet, amikor a növényállomány a vízhiány miatt szenved, fellép az aszálykár (KISS et al., 1981).

A növények által a termőhelyükön elhasznált vízmennyiséget a növényzet és a talaj párolgásának (a transzspirációnak és evaporációnak) összege együttesen adja meg. A vízszükséglet kielégítését a csapadék – és ahol ez nem elegendő – az öntözés biztosítja (SZÁSZHELYI és ALCSER, 1964).

SZALÓKI (1988) szerint a mezőgazdasági területek vízforgalmának, vízháztartásának egyik meghatározó tényezője az evapotranszspiráció (ET), azaz a területen lévő növényzet és a talaj együttes páraleadása.

A víz hatását a növényekre a vízháztartás tényezőinek a vizsgálatával célszerű elemezni. A vízháztartás komponenseinek egyik része növeli egy adott talajszelvény víztartalmát, a másik része pedig csökkenti. A vízbevétel és a vízleadás közötti különbség határozza meg, hogy a talajszelvény víztartalma növekszik-e vagy csökken. Éppen ezért beszélünk vízháztartásról és vízháztartási egyenlegről. A fő bevételi forrás a csapadék, emellett még szerepet játszhat a felszíni és a felszín alatti odafolyás és a kapilláris vízemelés. A vízleadás fő tényezője a párolgás, valamint az időszakosan jelentkező felszíni és felszín alatti elfolyás és a mélyebb rétegekbe történő leszivárgás (VARGA-HASZONITS, 1987).

GYŐRI (1984) megállapítja, hogy az altalajban lévő vízkészlet nem állandó érték. Vegetációs időben állandó ingadozásoknak van kitéve, amely a talaj vízkészletét növelő és azt csökkentő tényezők hatásának függvénye.

A talaj vízkészletét növelő tényezők:

- csapadék (eső, hó),
- öntözővíz,
- altalajvíz (felszínhez közeli altalajvíz esetén).

A vízkészletet csökkentő tényezők:

- evaporáció (párolgás),
- transzspiráció (párologtatás a növények által),
- átfolyás a talajon (gravitációs víz).

STEFANOVITS et al. (1999) megfogalmazzák, hogy a vízháztartás típusát a talajszelvényre ható input és output elemek számszerű értéke, s egymáshoz viszonyított mennyisége (a vízmérlegek) alapján lehet megállapítani. Egy terület egyszerűsített vízmérlege a következőkből áll:

$$(V_{CS} + V_{\text{ö}} + V_{\text{tv}} + V_{\text{of}}) - (V_{\text{Ep}} + V_{\text{Tr}} + V_{\text{d}} + V_{\text{ef}}) = \Delta V.$$

Jelölések:  $V_{CS}$  = a légköri csapadék,  $V_{\text{ö}}$  = az öntözővíz mennyisége,  $V_{\text{tv}}$  = a talajvízből kapillárisan felemelt víz térfogata,  $V_{\text{of}}$  = a felszíni odafolyás (a szomszédos területről odafolyt víz térfogata),  $V_{\text{Ep}}$  = az evaporációs veszteség,  $V_{\text{Tr}}$  = a transzspirációs vízveszteség,  $V_{\text{d}}$  = a talajon átszivárgó víz (drénvíz) mennyisége,  $V_{\text{ef}}$  = a területről a felszínen elfolyt víz térfogata,  $\Delta V$  = a terület vízkészletének változása (csökkenése vagy növekedése).

SZÁSZ és TÓKEI (1997) az egységnyi térfogatú talajoszlop vízforgalmát a következő vízháztartási egyenlettel írta le:

$$(CS_M + CS_m + H_r - H_{fa} + K) - (P + E_f + E_{fa} + Sz + I) = \Delta R,$$

(bevételi tagok)      (veszteségi tagok)      (maradék tag)

ahol  $CS_M$  = a hulló csapadék,  $CS_m$  = a felszín közelében képződő csapadék,  $H_r$  = a hozzáfolyás,  $H_{fa}$  = a felszín alatti hozzáfolyás,  $K$  = a kapillárisan a feltalajba emelkedő víz,  $P$  = a párolgás,  $E_f$  = a felszíni elfolyás,  $E_{fa}$  = a felszín alatti elfolyás,  $Sz$  = a szivárgás,  $I$  = az intercepció (növények által felfogott csapadékvíz),  $\Delta R$  = a vizsgált rétegben beálló vízkészletváltozás.

Az irodalmi feldolgozás összegzéseként megállapítható, hogy a növénytermesztési tér egy bonyolult, összetett rendszer (CSAJBÓK, 2004), melyben a növényállomány, mint a rendszer egyik eleme mellett ugyanolyan súllyal vesz részt a talaj, és a növényállományt körülvevő légkör is (VARGA-HASZONITS, 1989; PETHŐ, 1993; SZÁSZ, 2005). E három alkotórész a növénytermesztési téren belül szoros kapcsolatban áll, sok tényező alakítja, befolyásolja őket, több szempontból is elválaszthatatlan kapcsolatban állnak egymással. A kutatásom célja, egyben a dolgozat témája a

vízforgalom, a talaj-növény-légkör együttesben történő vízmozgás az egyik ilyen tényező, mely a növénytermesztési térben egy bonyolult, de rendkívül fontos rendszert képvisel. A fenti szerzők megállapításai, következtetései alapján megállapítható, hogy ebben rendszerben lezajló folyamatok összetettek, egymásra is hatnak és sok külső tényező is befolyásolja őket, a növényállomány számára szükséges vízutánpótlást biztosítják (SZALÓKI, 1988; RUZSÁNYI, 1996).

### **3.2. A vízellátottság és a kukorica terméseredménye közötti kapcsolat**

A vízgazdálkodás a mezőgazdasági termelés része, amelynek keretében – a tartósan, biztonságosan nagy terméshozamok elérése végett – műszaki, biológiai, agrotechnikai eljárások hatásának együttes alkalmazásával adott időszakban a talajban optimális vízállapotot teremtünk. Magyarország jelentősebb kukoricatermő területein a termesztés eredménye és biztonsága elsősorban a vízellátástól, annak mértékétől függ (ANTAL és JOLÁNKAI, 2005; DÉGEN, 1967).

SURÁNYI már 1957-ben megállapította, hogy hazai éghajlati viszonyaink mellett a csapadék és a hőmérséklet az a két tényező, mely nemcsak a kukorica növekedését, hanem a termésátlagok alakulását is alapvetően befolyásolja.

KISMÁNYOKY (2005) vizsgálatai is az évjárat kukorica termésére gyakorolt hatását támasztják alá. A tartamkísérlet eredményei azt bizonyítják, hogy a kísérletben kukoricánál a száraz és nedves évek között a különbség lényegesen nagyobb volt. A száraz évek és az összes tápanyag kombináció átlagában  $5,60 \text{ t ha}^{-1}$  volt a termésszint, nedves években pedig  $9,01 \text{ t ha}^{-1}$ , amely azt jelenti, hogy kedvező, csapadékos évjáratban a kukorica azonos agrotechnikai viszonyok mellett közel kétszeres termésre képes, mint csapadékhiány esetén. Kukoricánál a tenyészidőszak 5 hónap, ez idő alatt a csapadék összes mennyisége és eloszlása az egyéb környezeti tényezők közül meghatározó jelentőségű.

Márpedig VARGA-HASZONITS (2005) szerint a kukorica tenyészidőszaka szinte kizárólag az évnek azt a részét fogja át, amelynek során kevesebb csapadék hull, mint amennyi vizet a levegő képes lenne elpárologtatni, azaz éppen ekkor van az év száraz szakasza. Ebben az időben szokott fellépni erőteljes vízhiány is. Azt mondhatjuk tehát, hogy ha az április-szeptemberi időszakban lehullott csapadék a potenciális párolgás általi vízvesztésnek kevesebb mint 45 %-át képes csak pótolni, akkor a kukorica terméshozama csökkenni fog.

NÉMETH (1996) könyvében megfogalmazza, hogy a növények növekedését és fejlődését figyelve is van kritikus időszak, ez pedig a generatív szervek kialakulásának

az időszak. Ekkor a növények vízigénye és a vízhiánnyal szembeni érzékenysége egyaránt nő. Az utóbbi évek hazai időjárását nyomon követve megfigyelhető, hogy az aszály a száraz, meleg hónapokban (július, augusztus) lépett fel, így egybeesett a kukorica érzékeny időszakával és ez okozta a legnagyobb problémát.

MARTON et al. (2005) kísérleti eredményei szerint száraz viszonyok között nem a hőmérséklet, hanem a víz hiánya akadályozza a genetikai termőképesség realizálását. Ez azt is jelenti, hogy aszályos években a későbbi tenyészidejű hibridek termésnövekedése a legjelentősebb. A korábbiak az aszályos periódus beállta előtt elvirágoznak és megmenekülnek a szárazság elől. Ilyen vonatkozásban nem a betakarításkori szemnedvesség által meghatározott tenyészidőnek van szerepe, hanem sokkal inkább a virágzási időnek.

RUZSÁNYI (1987) kísérletei alapján megállapította, hogy a középérésű kukoricahibridek tenyészidő alatti összes vízigénye 430-545 mm. A vízigény csúcsideje július elejétől augusztus közepéig, végéig tart. Ekkor 200-250 mm víz szükséges a kukorica zavartalan ellátásához.

OUTTAR et al. (1987) szerint folyamatos szárazság hatására a levelek vízállapota romlik, korán öregednek, a fotoszintézis csökken. A szemek növekedése a fotoszintézis teljes megszűnése után is folytatódik, a táplálékot valószínűleg a szárban tartalékolta asszimiláták rekombinálódása útján kapják. A szemtelítődéskor jelentkező 10 napos vízhiány nem okoz lényeges hatást a fiziológiai érésben, azonban, ha a vízhiány tartós, akkor csökken a szemtömeg.

JOHNSON et al. (1987) finom szerkezetű talajon, amely jó vízmegtartó képességűt tapasztaltak, hogy megfelelő talajnedvességű években is külön adott kiegészítő víz minden évben szignifikánsan növelte a termést.

WIENHOLD et al. (1995) öntözött körülmények között vizsgálta a kukorica tápanyaghasznosítását. Az öntözővizet a számolt evapotranszpirációnak megfelelően adagolták és figyelembe vették a hullott csapadék mennyiségét is. Megállapításaik szerint, azokban az években, amikor az átlaghőmérséklet a 30 éves átlag alatt maradt, nem volt szignifikáns különbség a kukorica termésében a 200 kg ha<sup>-1</sup> és a 100 kg ha<sup>-1</sup> nitrogén adagok között. Az átlagos vagy annál melegebb években viszont a különbséget szignifikánsnak ítélték.

MÁRTON (2005) a műtrágyázás és a csapadék változékonyságának a kukorica termésére gyakorolt hatását tanulmányozta 16 éves műtrágyázási tartamkísérletben. A kezelések a nitrogén és a foszfor 3, míg a K 2 trágyaszintjének összes lehetséges

kombinációját, egy kezeletlen kontrollt és egy magasabb NPK trágyaszintet tartalmaztak. A 16 évből 2 mérsékelten száraz, 8 nagyon száraz és 6 nagyon csapadékos volt. Megállapították, hogy az optimális csapadékmennyiség 328-349 mm közötti, az ehhez tartozó termésátlag pedig 5,0-7,7 t ha<sup>-1</sup> közé esik, a trágyázási szinttől függően. Egy mm csapadékra eső terméshozadék 14,3-23,2 kg ha<sup>-1</sup> optimális csapadékelátás mellett. 1 kg szárazanyag előállításához a legnagyobb termésszinteken a kontroll parcellákban 698, az N, NP, NK és NPK kezelésekben pedig 449, 480, 466 és 431 liter vízre volt szükség.

JOLÁNKAI (2005) vizsgálta a sokévi csapadékadatok bázisán több növényfaj evapotranszpirációját. Megállapította, hogy az egynyári növények esetében a termelési biztonságot nagymértékben befolyásolja a korai fenofázisok, valamint a generatív szakasz vízellátottsága. A kukorica vízellátottsága már májustól deficitbe kerül, július-augusztus folyamán pedig már csaknem kétszerese az átlagos csapadék mennyiségének. A növények talajnedvesség iránti igénye növényenként és fenofázisonként is változhat. Kukoricánál a vízellátás szempontjából kritikus időszak a virágzás, a terméskötés és a szemtelítődés kezdeti szakasza. Ha a talajból felvett vízmennyiségnek nincs utánpótlása (csapadék, öntözővíz), akkor a talajban lévő nedvesség szintje csökkenni fog, a növény egyre nehezebben veszi fel a vizet. Ezért érdemes a talajból felvett vizet folyamatosan pótolni (VAD et al., 2007, VARGA-HASZONITS et al., 2008).

BRADFORD (1994) szerint tartós vízhiány hatására a növény magjának, termésének tömege jelentősen csökken, különösen akkor, ha a vízstressz virágzáskor, illetve közvetlenül utána jelentkezett.

MENYHÉRT és OROSZLÁNY (1985) szerint a jó vízellátás a kritikus fejlődési fázisokban lehetővé teszi a folyamatos tápanyagellátást. A kutatások szerint tehát legnagyobb mértékben a nyári csapadék befolyásolja a kukorica terméshozadékát. Potenciális evapotranszpirációjának maximuma kb. azonos időpontra esik minden évben, mégpedig virágzás idejére, júliusra. Értéke azonban évről-évre jelentős eltérést mutat. Meleg, száraz tenyészidőszak esetén akár 30 %-kal több vizet fogyaszt, mint csapadékos tenyészidőszakban (ANTAL, 1966).

A kukorica átlagos napi vízfogyasztása a növényzet növekedésének és fejlődésének megfelelően változik. Virágzásig növekszik, majd a tejesérés közepéig fokozatosan csökken. A kukorica tenyészidejének a vége felé, az érés időszakában a vízfogyasztás rohamos csökkenése figyelhető meg (MIHÁLYFALVY és NÉMETH, 1967).

HANK és FRANK (1952) kísérleteikben megállapították, hogy a kukorica vízfelhasználásának üteme a címerhányás, illetőleg az azt közvetlenül megelőző erőteljes növekedés időszakával fokozódik nagyobb mértékben. A virágzás után 10 nappal a vízfelvétel csökken.

A kukorica különösen érzékeny a vízellátottságra a tenyészidő közepe táján, a csöképződés időszakában. A fénystádium után a 8-10. leveles korban megy végbe a kukoricacső differenciálódása. A vízellátottságra való érzékenységet ebben a „kritikus” időszakban az magyarázza, hogy ezek az osztódó sejtek állandó turgort, víztelítettséget igényelnek. A jó vízellátottság ekkor biztosítja a normális sejtosztódást a csőkezdeményeken (nővirágzat) és fejlett kukoricacső kialakulását teszi lehetővé, ami hatással van a fehérjetartalomra és az aminosav összetételre is (KRUSZILIN, 1964; IZSÁKI, 2006).

Legjobb termésekre (ha a kívánt hőmérséklet is adott) azokon a területeken számíthatunk, ahol a csapadék évi mennyisége eléri az 500-700 mm-t (vegetációs időben 270-400 mm), és ebből 120-150 mm a címerhányást megelőző és követő időszakban esik le. A kukorica vízszükséglete nyáron az ország legnagyobb részén több, mint amennyi a csapadékkal leesik. Ezért nagyon fontos, hogy erre a nagy vízfogyasztásra felkészülve a csapadék által lehullott vízmennyiségből minél többet tárolni tudjunk a talajban. A felvehető víz mennyiségét a talajműveléssel befolyásolhatjuk. A nagy vízigény miatt, ahol erre lehetőség van, mindenképpen öntözzük a kukoricát – a termés biztonsága érdekében (HUSTI, 1994).

A generatív szervek kialakulásának időszakában a növények vízigénye és a vízhiánnyal szembeni érzékenysége egyaránt nő. Ezért nevezzük a fejlődésnek ezt az időszakát kritikus időszagnak. Ha a kritikus időszak nagy gyakorisággal száraz, meleg hónapra pl. júliusra, augusztusra esik, a növények aszályérzékenysége megnő, a termésingadozás nagy lesz. Jól példázza ezt a kukorica (RUZSÁNYI, 1996).

A kukorica a szántóföldi növények között a közepes vízigényűek csoportjába sorolható. A tenyészidő folyamán a termőhelytől, a hibrid tenyészidejének hosszától függően 450-550 mm vizet igényel. A vízigény a tenyészidő folyamán változik. Legtöbb vizet vesz fel a kukorica a címerhányástól a szemtelítődésig tartó időszakban. Ilyenkor a napi vízigénye 4,5-5,5 mm között van, az összegzett vízigény pedig eléri a 200-250 mm-t (PETŐ et al., 1991).

ANTAL (2000) megállapítja, hogy a kukorica vízigénye 450-550 mm, napi vízfogyasztása  $45-55 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , transzspirációs együtthatója pedig  $350 \text{ l kg}^{-1}$ . A kukorica

vízfogyasztásának üteme és növekedési tendenciája a növényfejlődés ütemével, a növekvő vegetatív tömeggel párhuzamosan növekszik. A fejlődés kezdetén és a szemtelítődés utáni időszakban kisebb a növények vízfogyasztása. Legtöbb vizet a kukorica a címerhányástól a szemtelítődésig terjedő időszakban igényli. A címerhányás időszaka alatti aszály 53 %-kal, a szemtelítődés alatti aszály 30 %-kal csökkenti a termést. Ez a legkritikusabb időszak július-augusztus hónapokra esik. Hazánkban sajnos – éppen a fontosabb kukoricatermő területeken – ebben az időszakban nagy az aszály gyakorisága. Az elérhető maximális termést nem csak a tenyészidőben lehullott csapadék, hanem az őszi-téli félév csapadék mennyisége is befolyásolja.

ANTAL és JOLÁNKAI (2005) leírják, hogy a kukoricát 3-4 leveles korban, valamint a szárbamenés kezdetét követően a 6-7 leveles fejlettségi állapotig ritkán éri stresszhatás. A címerhányás idejétől a víz- és a tápanyagellátásra egyaránt igényes. A virágzás, a megtermékenyülés, a szemképződés időszakában a kukorica vízigénye eléri a maximumot, intenzív a N-, a P-felvétel és erőteljessé válik a tápelemek átrendeződése a levelekből és a szárból a szemtermésbe. A vízhiány miatt a kukorica levélzete alulról felfelé haladva fokozatosan szárad oly mértékben, hogy a termés csökkenés elérheti a 20-50 %-ot is, sőt tartós szárazság esetén a teljes termés is megsemmisülhet.

A növények a hiányos vízellátottságra a tenyészidő meghatározott szakaszaiban érzékenyebbek. Ismeretes például, hogy a kukoricatermés kifejezetten csökken, ha a virágzás idején nedvességihiány van (PETR et al., 1985).

OUTTAR et al. (1987) szerint folyamatos szárazság hatására a levelek vízállapota romlik, korán öregednek, a fotoszintézis csökken. A szemtelítődéskor jelentkező 10 napos vízhiány nem okoz lényeges hatást a fiziológiai érésben.

Az öntözés mind közvetlenül, mind közvetve jelentős befolyást gyakorol a talajra és annak termékenységre. Közvetlen hatása főként abban jut kifejezésre, hogy a talaj termékenységének egyik legjelentősebb tényezőjét – a vizet – rendszeresen és elegendő mennyiségben bocsátja a növények rendelkezésére. Közvetett hatásainak az a lényege, hogy a megváltozott vízgazdálkodás kihat a talaj kémiai, fizikai és biológiai sajátosságaira, s ezáltal a talajképződési folyamatokra, és mint mindennek eredőjére a talaj termékenységre (SZABOLCS, 1961).

A kukorica 150-240 cm mélységből képes fölvenni a vizet. A címerhányást közvetlenül megelőző és az azt követő hím- és nővirágzás ideje a víz- és a tápanyagellátás szempontjából a legkritikusabb időszak. Ekkor veszi fel a növény a vízigényének 50-60 %-át. A levelek leszáradása miatt a termésvesztés 20-50 % is lehet. A vegetáció első



felében a túl nedves talaj okozhat termés kiesést (PALKOVITS és KOLTAI, 2004; BOCZ, 1976; ANTAL, 1987; RADICS, 1994)

NEIDHART et al. (1994) a hím- és nővirágzás közötti intervallum változását vizsgálták a talaj nedvességtartalmával összefüggésben. Megállapították, hogy a vízhiány növekedésével lineárisan nőtt a proterandria a genotípustól függően. A négy hétig tartó vízstressz következtében 14-27 %-kal csökkent a növényenkénti szemszám és az ezerszemtömeg.

A tenyészidőben lehullott csapadékmennyiséggel nem tudjuk követni a termésváltozásokat. A kukorica termésszintje nemcsak a közvetlen, hanem az előző évek halmozott vízellátottságától is függ. A termések kialakulásához nemcsak a közvetlen vízellátottság, hanem minden valószínűség szerint a halmozódó vízhiány következtében akadályozott mikrobiológiai folyamatok is hozzájárulnak (DEBRECZENI és DEBRECZENI B-NÉ, 1994).

FLORESCU és PLESA (1968) úgy vélik, hogy a víz jelentőségét a növények életében nem kell külön hangsúlyozni. Nagy szerepe van többek között a fotoszintézisben és a légzésben. Akármilyen gazdag is a talaj tápanyagban, a növény elegendő víz nélkül – melyet fejlődési és növekedési igényeinek megfelelő elosztásban igényel – nem tud normálisan fejlődni és nagy termést hozni. Az öntözés hozzájárul a trágyázás hatásfokának növeléséhez is. A kukorica vízfogyasztása a címerhányás és a szemképződés között a legnagyobb, és nagyjából július 15-től augusztus 20-ig tart. Ez a kukoricának a kritikus időszaka, mert a termés attól függ, hogy mekkora vízkészlet áll a növény rendelkezésére.

A kukorica vízigénye nagy, 1 kg növényi szárazanyag előállításához optimális tápanyagellátás mellett 300 liter vizet párologtat el. A hazai száraz termés felső határát – amennyiben az agrotechnikai előfeltételeket biztosították – a csapadék szabja meg (FEKETE, 1969).

A növényi szárazanyag 1 kg-jának termeléséhez szükséges vízmennyiség transzspirációs együttható átlaga növényenként más és más. A mérsékelt éghajlaton ez az érték 200-800 l kg<sup>-1</sup> között változik (MAGDA és MARSELEK, 2000).

SZALAI (1994) vizsgálataiból arra következtet, hogy már a gyökérrendszer kis részének dehidrációja is kiváltja a sztómák bezáródását, még akkor is, ha a vízzel jól ellátott gyökérrészek szállítják a vizet a földfeletti részeknek.

Mivel termésátlagaink ingadozásainak egyik fő oka a szárazság, öntözéssel termésátlagaink nemcsak nagyobbak, hanem kiegyenlítettebbek is lesznek. Az

öntözővíz mennyiségének megállapításakor irányadó elvnek tekinthető, hogy annyi vizet adjunk, amennyi az aktív gyökérzónát jól átnedvesíti, vagyis a talajt kb. 35-40 cm mélyen beáztatja. Ehhez általában a talajtól függően esőszerű öntözés esetén 40-50 mm víz szükséges egy-egy öntözéskor. A trágyázás – akár istállótrágyával, akár műtrágyával – az öntözéssel gazdálkodás alapfeltétele. A trágyázás nagymértékben növeli az öntözés hatásosságát és kifizetődését (GYŐRFFY és I'SÓ, 1966).

Hazánk területe – az időjárási térképen – az úgynevezett kontinentális zónába tartozik, amely többek között azt is jelenti, hogy csapadékellátottsága rapszodikus, nemegyszer szélsőséges. A termelés biztonsága pedig a viszonylag meghatározott, optimális időben jelentkező kiadós esőket (vagy más csapadékot) igényli. Nyilvánvaló tehát, hogy a kívánatos terméshozamok érdekében a hiányzó csapadékot pótolnunk, magyarul szólva öntöznünk kell (SZABÓ, 1975).

A termelési színvonal előrehaladásával, a termelési költségek növekedésével mind nagyobb szerepe lesz a bizonytalansági tényezők csökkentésének, illetve kikapcsolásának. Ezek közé a bizonytalansági tényezők közé tartozik a maximális hozamok eléréséhez szükséges víz biztosítása a növény igényeinek megfelelő időben és mennyiségben (SÁRKÁNY, 1975).

HUZSVAI és NAGY (2005) kísérletének eredményei szerint a kukorica termését elsősorban a napsütés, a hőmérséklet, a tápanyag- és a vízellátás befolyásolja. Mivel a növények a vizet gyökereiken keresztül veszik fel, a legmeghatározóbb faktor nem a csapadék, hanem a talajban rendelkezésre álló víz mennyisége. A terméseredmények éves ingadozásait elsősorban a júliusi talajnedvesség értékek és a májusi csapadék mennyisége határozzák meg. A víz hatással van a tápanyag felhasználásra. A trágyázás hatékonysága a kukoricatermesztésben a talajnedvesség és a felhasznált trágyaadagok harmonizálásával válhat valóra.

MEGYES et al. (2005) a Debreceni Egyetem AGTC-ának Látóképi Kísérleti Telepén, négy szezomban (2001-2004), tartamkísérletben vizsgálták a korrelációt a kukorica termésére ható nagy jelentőségű faktorok, különösképpen az öntözés és a trágyázás között. Az eredmények azt mutatták, hogy az öntözés és a trágyázás erősen korrelált a terméssel, mind a trágyázásnak, mind az öntözésnek szignifikáns hatása volt a termésre. A kukorica hozamát sok tényező befolyásolhatja, olyanok mint a víz, a hőmérséklet és a tápanyagellátottság (JAKAB és FUTÓ, 2005).

EL HALLOF és SÁRVÁRI (2005) megállapítja, hogy ugyanazok a tényezők befolyásolják a kukorica termésminőségét és –stabilitását, a legfontosabbak a tápanyagellátás, a hibrid és a csapadék.

Magyarország jelentősebb kukoricatermő területein, a hőösszeg szerinti (IV)-V-VI. zónában a kukoricatermesztés eredménye, a termesztés biztonsága elsősorban a vízellátástól, annak hiányától függ (PETŐ et al., 1991).

ÁRENDÁS et al. (2000) kísérleteik alapján megfogalmazzák, hogy száraz években a tápelemek felvehetősége, azok hasznosulása romlik, kisebb a termésnövekedés és a hibridek között meglévő különbségek sem kifejezettek. Amikor a tápanyagfelvételt a csapadékelletottság kevésbé korlátozza, 100-120 kg ha<sup>-1</sup>-os N-adagokig meredeken nő a szemtermés mennyisége, a maximumok pedig 160-170 kg ha<sup>-1</sup>-os dózisoknál figyelhetők meg.

BLASKÓ és ZSIGRAI (2000) az évjárat hozamra gyakorolt hatásának vizsgálata során a tenyészidőszakban, illetve a téli félévben lehullott csapadék mennyisége, a két éghajlati jellemző összege, és a június-július hónapok (a kukorica számára a vízellátás szempontjából kritikus időszak) együttes csapadéka, valamint a parcellák termésének főátlagja közötti összefüggéseket vizsgálták, évjáratonként. Eredményeik alapján a kukorica termésátlagának nagysága nem mutatott összefüggést a téli félév csapadékával, közepesen szoros összefüggésben volt a téli félév és a tenyészidőszak együttes csapadékösszegével. Igen szoros összefüggés volt megfigyelhető a tenyészidőszakban lehullott csapadék mennyisége esetén, azonban a június és július hónapok együttes csapadékmennyisége volt az a paraméter, amely változásával a termésátlagok évjárattól függő változékonysága leginkább magyarázható.

BERENGUER et al. (2008) öntözött kukorica sertés hígtrágya és ásványi nitrogén keverékkel való trágyázásának hatását vizsgálták. Megállapították, hogy a termés függ az évjárattól, de nagymértékben befolyásolja a talaj vetés előtti nitrát-nitrogén tartalma és a nitrogén (szerves és/vagy szervetlen) trágyázás is. Az optimális nitrogén (szerves és/vagy szervetlen) trágyaadag pedig függ az évjárattól és a talaj vetés előtti nitrát-nitrogén tartalmától.

Országos műtrágyázási tartamkísérletekben, őszi búza és kukorica műtrágyázásának tapasztalatait közli KISMÁNYOKY és DEBRECZENINÉ (2002) közös cikkében. Megállapítják, hogy az évjáratok hatása, ami főként a csapadék ellátástól és eloszlástól függ, nagyobb volt a kezelések hatásánál. Kedvező évjáratokban az optimális tápanyag-

ellátottsági szintek nagyobb termésekkel, alacsonyabb műtrágyaadagokhoz kapcsolódtak. Ilyen esetekben kedvezőbb volt a műtrágya hasznosulása.

BHARATI et al. (2008) vizsgálták az öntözés hatását a kukorica termésére, a vízfelhasználás hatékonyságára és a vízigényre. A legnagyobb terméseket a legtöbb öntözővizet kapott parcellákról takarították be, a vízfelhasználás hatékonysága viszont az alacsonyabb öntözési szinteken érte el a maximumot.

KUMAR (2008) 2002. és 2004. között szántóföldi kísérletben, kukoricára alapozott termesztési rendszerben vizsgálta a különböző vetési módok és öntözési adagok hatását homokos agyagtalajon, Új-Delhiben, Indiában a növekedésre, a termésre és a vízfogyasztásra. A kezelések magukban foglaltak: két vetési módot (sekély magágy, bakhát) és három öntözési változatot (korlátozott öntözés, teljes adagú öntözés és egy kontroll, nem öntözött) és három kultúrát (őszi búza, zöldborsó és indiai mustár). A bakhátba vetett kukorica magassága és termése szignifikánsan nagyobb volt a sík magággal szemben. Hasonló az eredmény a korlátozott és a teljes adagú öntözésnél is, szembevetően nőtt a növénymagasság és a termés is a nem öntözött kezelésekhöz képest. A bakhátas művelés és a teljes adagú öntözés fokozottabb evapotranszpirációt és vízfelhasználást eredményezett, szemben a többi kezeléssel. Azonban növekedést állapítottak meg a vízfelhasználás hatékonyságában a korlátozott öntözési kezeléseknél is.

FARRE és FACI (2009) Spanyolországban, Zaragozában állították be öntözési kísérletüket kukoricaállományban. Az eredményekből megállapították, hogy a kukorica a vízzel jól ellátott kezeléseknél jóval több vizet használ fel egységnyi növényi termék előállításához.

Homokos talajon kísérleteztek SU YONGZHONG et al. (2007), ahol a víz- és a nitrogén felhasználás és a termés kapcsolatát vizsgálták kukoricaállományban. Különböző öntözővíz (teljes adagú, 10 %-kal takarékosabb, 20 %-kal takarékosabb öntözővíznorma) és műtrágya adagokat (0, 150, 225, 300 és 375 kg ha<sup>-1</sup>) alkalmaztak. A különböző öntözési kezeléseknél nem tapasztaltak szignifikáns különbséget a kukorica termésmennyiségét tekintve. Az egyes trágyaszinteknek megmutatkozott a termésmenővelő hatása, viszont ez a növekedés a hektáronkénti 225 kg N adagig volt szignifikáns. A legnagyobb termést teljes adagú öntözéssel és magas nitrogénadaggal érték el, azonban itt a víz- és nitrogén felhasználás hatékonysága már szignifikánsan csökkent.

Dél-Spanyolországban AGUILAR et al. (2007) a teljes és a korlátozott adagú barázdás öntözés termésbefolyásoló hatását hasonlították össze. Az eredmények azt mutatták, hogy a korlátozott mennyiségű öntözővíz esetében 17 %-os termésveszteség jelentkezett, ez főként a növényenkénti szemszám és az ezerszemtömeg csökkenésében nyilvánult meg. Viszont a korlátozott adagú, illetve egy meghatározott szintű öntözéssel a vízfelhasználás hatékonyságát maximalizálni lehetett a teljes adagú öntözéssel szemben, hiszen míg az első esetben a szárazanyag gyarapodás  $2,66 \text{ kg/m}^3$ , addig az utóbbinál ez az érték csupán  $1,90 \text{ kg/m}^3$  volt.

Az öntözés gyakorisága és a szemtermés közötti összefüggést vizsgálta KARA és BIBER (2008) 2005-ben szabadföldi kísérletben. A kísérlet három öntözési szintből és egy kontrollból (nem öntözött) állt. Az öntözési kezelések: A – nem öntözött, B – öntözött a rendelkezésre álló víz 50 %-áig, C - öntözött a rendelkezésre álló víz 70 %-áig, D - öntözés a rendelkezésre álló víz 85 %-áig. A kukorica tenyészidőbeli átlagos vízfelhasználása 257-285 mm között volt. Az öntözés gyakorisága (intervallumai) szignifikáns hatást gyakoroltak a kukorica termésmennyiségére. Kutatási eredményei szerint maximális termést akkor értek el, amikor a rendelkezésre álló víz 15 %-kal maradt el a szántóföldi vízkapacitás értékétől.

MENGU és OZGUREL (2008) szabadföldi kísérleti körülmények a vízellátás és a termés közti összefüggést elemezték 1999-ben és 2000-ben. Öt öntözési kezelést alkalmaztak, a nem öntözött parcelláktól a felhasznált víz 100 %-ának a visszapótlásáig (0, 30, 50, 70, 100 %). Megállapításaik szerint a vízhiány szignifikánsan hatással volt a kukorica termésmennyiségére. Mindkét évben a termés mennyisége az öntözéssel egyenes arányban növekedett. A termésátlag 1999-2000-ben teljes adagú öntözés esetén  $10639\text{-}10383 \text{ kg ha}^{-1}$ , míg a nem öntözött kezelésekben  $3750\text{-}2136 \text{ kg ha}^{-1}$  között alakult.

PEPÓ (2000) csernozjom talajon végzett kísérleti eredményei bizonyították, hogy az optimális víz- és tápanyagellátással a kukorica terméseredménye magas szinten stabilizálható ( $11,0\text{-}14,0 \text{ t ha}^{-1}$ ) az esetleges kedvezőtlen ökológiai hatásoktól függetlenül.

Ha a kukorica tenyészidőszakában kedvező a csapadékelátottság, kimagasló terméseredmények érhetők el. Aszályos évben a fotoszintézis és a transzspiráció intenzitása a vízstressz hatására visszaesik, a termésmennyiség akár a felére is csökkenhet, egy csapadékos évjáráthoz képest (HEGYI et. al 2007, 2008, JAMBROVIC et. al 2008, HNILICKA et. al, 2008, CESKA et al., 2008, HOFFMANN et al., 2007).

Magyarország különböző régióiban (Martonvásár, Mezőkövesd, Szarvas) és más országokban végzett kísérletek azt bizonyítják, hogy az évjáratnak jelentős a hatása a kukorica termésmennyiségére, termésképző elemeire (PLAVSIC et al., 2007, BERZSENYI et al., 2007).

Ebben az irodalmi részben szereplő kutatások, kísérletek is azt bizonyítják, hogy a növénytermesztésben végzett tevékenységeink alapvetően a minél nagyobb, jobb minőségű termés elérésére irányulnak. Ehhez növényállományunknak sok egyéb tényező mellett megfelelő vízellátásra van szüksége, mely egyrészt természetes úton pótlódik, másrészt emberi tevékenység, öntözés által jut el a növények gyökereihez (KRUSZILIN, 1964; ANTAL és JOLÁNKAI, 2005; IZSÁKI, 2006). A természetes csapadék mennyisége és időbeli eloszlása növénytermesztési szempontból kiszámíthatatlan, ezzel ellentétben az öntözés jól tervezhető. A szerzők az évjárat termésbefolyásoló hatásán kívül, az öntözés, mint agrotechnikai elem terméسالakító szerepét vizsgálják, és a vizsgálatokból a gyakorlat számára hasznos következtetéseket vonnak le (GYÖRFFY és I'SÓ, 1966; SÁRKÁNY, 1975; MEGYES et al., 2005). Egybehangzóan megállapítják, hogy az évjáráthatás rendkívül befolyásolja a termésképződést, és azt, hogy az öntözés termésnövelő hatású (BLASKÓ és ZSIGRAI, 2000; BHARATI et al., 2008; KUMAR, 2008; KISMÁNYOKY és DEBRECZENINÉ, 2002).

### **3.3. Néhány agrotechnikai tényező hatása a kukorica vízháztartására**

#### *3.3.1. A tápanyag- és vízellátás hatása a kukoricaállomány vízháztartására*

PEPÓ (2005) szerint a kukorica termésmennyisége növelésének egyik legfontosabb agrotechnikai eleme a megfelelő tápanyagellátás. A kukorica bár jól hasznosítja a talajban található tápanyagokat, nagy vegetatív és generatív tömegének képzéséhez jelentős mennyiségű mesterséges tápanyagvisszapótlást, trágyázást is kíván. A trágyázás hatását, hatékonyságát azonban a kukorica esetében az adott tenyészcsoport vízellátása jelentős mértékben determinálja. Megállapítja továbbá, hogy a vízellátás, az öntözés a kukoricatermesztés másik determinatív eleme. A műtrágyázás hatása száraz, aszályos évjáratokban a csernozjom talajon is rendkívül mérsékelt volt a vízhiány következtében. Megfelelő tápanyagellátással, de főleg szakszerű öntözéssel a kukorica termésszintje 11-12 t ha<sup>-1</sup> értéken tartható csernozjom talajon klimatikus, évjárat feltételektől függetlenül.

BOCZ és NAGY (1981) vizsgálatai szerint a kukorica termését az öntözés és műtrágyázás három év átlagában is jelentősen növelte. A terméstöbblet öntözés hatására 2,05-2,24 t ha<sup>-1</sup>, műtrágyázás hatására 1,87-2,13 t ha<sup>-1</sup> volt. Az öntözés és műtrágyázás kedvezően befolyásolta a kukorica ezerszemtömegét.

Évtizedek tapasztalatai igazolják, hogy hazánk klimatikus viszonyai miatt az öntözés, mint agrotechnikai tényező a hozamok alakulásában közvetlenül és közvetve kiemelt szerepet tölt be. Az öntözés, mint ráfordítás közvetlen hatást gyakorol a hozam nagyságára, de a többi agrotechnikai tényező hatását is növeli (tápanyag-hasznosulás, jobb kelési arány, nagyobb tőszám stb.) (LENGYEL, 2001).

Hazánkban az öntözés alapvető fontossággal bír, hiszen a tenyészidőszakban lehulló csapadék mennyisége nem elégíti ki a növények igényét. A vízhiány a legnagyobb korlátozó tényező Magyarország növénytermesztési adottságai között mind a termés mennyiségére, mind a minőségére vonatkozóan (NAGY et al., 1999).

NAGY és HUZSVAI (2003) kutatási eredményei bizonyítják, hogy a kukoricahibridek kiváló termésstabilitása is csak megfelelő vízellátottsági érték mellett érvényesül. Rendkívül fontos a tápanyag ellátottság, a tápanyag- és vízellátottság összhangja, mert ezáltal tud érvényesülni a pozitív kölcsönhatás. Eredményeik azt igazolják, hogy az öntözéses kukoricatermesztésben a tápanyag ellátottság döntő tényező. Öntözéses termesztésben a nagyobb termés magasabb tápanyagszintet igényel.

RAKOVAN (1984) szerint az öntözés növeli a termést, valódi jelentősége azonban a termés stabilizálása.

NÉMETH és PINTÉR (1974) szerint megfelelő tápanyagellátás mellett – 400-500 kg ha<sup>-1</sup> vegyesműtrágya hatóanyag – még aszályos évben sem lehet a talaj vízkészlete a sűrű állomány termésbiztonságának akadályá. Annál is inkább, mert a jól beárnyékolt talaj evaporációja lényegesen kisebb, mint a szabadon lévő felületé. A korai kukoricák vízgazdálkodása – összevetve a középérésű, és kései hibridekével – és ebből adódóan sűrítetősége azért is kedvező, mert július eleji virágzásuk idején, tehát a szokásos nyári aszály előtt megkapják a termés kialakításához szükséges vízmennyiséget.

RUZSÁNYI (1974) evapotranszspirációs kísérletekben vizsgálta a tápanyagellátás és vízfogyasztás kapcsolatát. Megállapította, hogy a növényfajok fajlagos vízfogyasztása eltérő a tápanyagellátottságtól függően.

Az öntözéses növénytermelés célja alapvetően a termesztési tér vízkészletének növelése talajnedvesség-pótlási vagy növelési céllal (LENGYEL, 2001).

A talaj vízháztartás-szabályozásának – és ezen belül az öntözésnek – elsődleges célja a termesztett növények zavartalan, optimális, illetve az optimálist minél jobban megközelítő vízellátásának megteremtése, ezen keresztül a talaj levegő- és tápanyagellátásának szabályozása, a talajban végbemenő anyag- és energiaforgalmi folyamatoknak kedvező irányú befolyásolása, végső soron a talaj termékenységének fenntartása, illetve növelése (VÁRALLYAY, 1989).

DARAB és FERENCZ (1969) szerint az öntözés célját tekintve alapvetően növénytermesztési feladat, amely a növények számára szükséges optimális vízmennyiség folyamatos és rendszeres biztosítására és ezen keresztül a termés növelésére, valamint részben minőségének javítására is irányul. Az öntözés gyakorlati végrehajtása során számításba kell vegyünk, hogy a növény a nedvességet a talajon keresztül veszi fel, és ez a folyamat nagyrészt a talaj – mint közvetítő közeg – tulajdonságaitól függ.

PETRASOVITS (1982) véleménye, hogy a mezőgazdasági vízgazdálkodásban a fő figyelmet a vízháztartási szélső helyzetek (vízhiány és víztöbblet) leküzdésére kell, hogy fordítsuk. A termelés vízgazdálkodási igényeinek kielégítésében az öntözés és a vízrendezés a két szélső vízháztartási helyzet javításának és szabályozásának eszköze.

A műtrágyázás hatására létrejött nagyobb növényi zöldtömeg több víz felvételére és elpárologtatására képes. Ugyanakkor a fajlagos vízfogyasztás nagy és a vízigény – szárazanyagra jutó elpárologtatott víz mennyisége – nitrogén, illetve a N-t is tartalmazó műtrágyázás hatására csökken (SZÁSZ, 1973).

Az öntözéssel a kukorica gyökérszónájában (40-60 cm) a kezdeti fejlődés (május vége) időszakában a talaj nedvességtartalmát a szántóföldi vízkapacitás ( $VK_{min}$ ) 80%-a felett kell tartani, a szemképződés idején elég a  $VK_{min}$  70-75 %-a közötti talajnedvesség biztosítása. Ezen kívül öntözésre rendszerint címerhányás előtt – június végén, július elején, valamint a nővirágzat bibéjének, a bajusznak a megjelenésekor (júl. 15-25.) kerül sor. Száraz július esetén a szemképződés kezdetén (aug. 5-10), a bibe beszáradásakor is szükségessé válik az öntözés (UNK, 1967).

TÓTH (2000) könyvében leírja megállapításait az öntözés kedvező és kedvezőtlen hatásairól. A kedvező hatások, melyek a talaj vízgazdálkodását érintik és azon keresztül érvényesülnek a növényzetben, a következők:

- vízpótlás,
- tápanyag-gazdálkodás javítása,
- talajszerkezet javulása.



Kedvezőtlen hatások:

- szikesedés,
- tápanyagok kilúgzódása,
- talaj tömörödése,
- felszín kérgesedése,
- felszíni erózió.

DI GLÉRIA (1964) az öntözés és a talaj kölcsönhatása szempontjából a végbemenő folyamatokat, hatásokat két fő csoportra osztja:

- Az öntözővíz közvetlen hatása a talajra. Ez a hatás elsősorban a talaj fizikai és vízgazdálkodási sajátosságain keresztül érvényesül, az öntözéssel befolyásoljuk, megváltoztatjuk a talaj vízforgalmát, a különböző jellegű és kötöttségű vizek egymáshoz való arányát.
- Az öntözővíz közvetett hatása a talajra, amely magába foglalja az öntözés hatására végbemenő talajtani változások irányát és mértékét és ezek hatását az öntözött talajok termékenységére.

RUZSÁNYI (1975) értékelése szerint az öntözés termésfokozó hatása a kukorica kísérletekben jelentős. Műtrágyázás nélkül 51 %-os, műtrágyázással az eltérő trágyázási szinteken kb. 95 %-os volt öntözéses körülmények között a szemtermés növekedése a kontrollhoz képest.

LELKES és LIGETVÁRI (1991) megállapítják, hogy az öntözés a tápanyagok feltáródásának és felvételének elősegítésén túl fokozza azok hasznosulását, fajlagos produktivitását azáltal, hogy a magasabb termésátlagoknál egyrészt javul a fő- és melléktermék aránya, másrészt csökken az ásványi anyagok koncentrációja. Az öntözött növények érzékenyebbek a tápanyagellátási zavarokra, a nagy ráfordítás hatékonysága sokkal jobban függ a tápanyagellátástól, mint az extenzívebb termelésnél.

Az öntözés által elérendő nagyobb termés nemcsak a víz függvénye, hanem kellő tápanyagmennyiség is szükséges, tehát elengedhetetlen követelmény a szerves- és műtrágya nagyobb adagjainak az alkalmazása, hogy az öntözéses termesztés a termés növekedése alapján jövedelmező legyen (SIPOS, 1964).

Szárazságra hajló éghajlatunk alatt a kukorica termése öntözéssel lényegesen fokozható. Főként száraz években és a másodveteményként vetett kukorica hálálja meg az öntözést. Viszont az öntözés a kukorica táplálóanyag szükségletét rendkívül fokozza, harmonikus NPK ellátást igényel. A három makroelem közül pedig meghatározó jelentőségű a nitrogén. (LÁNG, 1954; IZSÁKI, 2007).

A talajban levő víz mennyisége és a víz mozgása befolyásolja a talajokban lévő tápanyagok felvehetőségét, ezért az öntözés komplex módon kapcsolatos a tápanyagellátással (HANWAY, 1967).

DEBRECENI (1988) megállapítja, hogy lehet bármennyi tápanyag a talajban, ha vízhiány van a növény a tápanyagokat nem tudja hasznosítani. A növény vízfelhasználása a tápanyagok ellátottságától is függ. Kedvező tápanyag ellátottságkor a növények vízfelhasználása gazdaságosabb. Jó termékenységű talajon a gyenge termékenységűvel szemben az egységnyi termés elérése bizonyos mennyiségű öntözővíz és műtrágya megtakarítással jár, mert mind a vízfogyasztási, mind a műtrágya érvényesülési együttható jobb.

KÁDÁR (1970) szerint az öntözés termelési biztonságot nyújt az időszakos vízhiány ellen, nélküle az aszály katasztrófát okozhat a mezőgazdaságban.

Mivel az egyenletes és bőséges vízellátással nagy termékek elérésére van lehetőség, ennek megfelelően kell a trágyaadagokat is meghatározni. A nyári időjárástól függően 2-3 alkalommal öntözzük a kukoricát. Leginkább a címerhányás előtt és azt követően van szükség vízpótlásra. Ilyenkor az időjárás általában száraz és meleg, a kukorica viszont a legtöbb vizet párologtatja (LÁNG, 1976).

A talaj vízháztartása szempontjából döntő paraméter a pórusméret-eloszlás. A szemcseméret-eloszlástól függő elsődleges pórusok adott talajtípusra vonatkozóan megadják a telített vízvezető-képesség értékét. A talajművelés révén keletkező másodlagos pórusok megváltoztatják a pórusméret-eloszlást, és ezzel a vízvezető-képességet is. Részben a tápanyagok felvehetősége is függ a talajnedvesség mozgásától, mivel a tápanyagfelvétel történhet diffúzió révén is (BIRKÁS, 2001).

FERENCZ és FERENCZ (1999) szerint az öntözővíz mennyisége egyenlő a DV hiányzó részével, ezt kell pótolni a VK szintjéig. Az öntözéses beavatkozás optimális küszöbértéken több növénynél a hasznos víz 1/3-ának megfelelő érték, kivéve néhány kultúrát, amelyeknél ez a küszöbérték magasabb. Ezek alapján a termést a nedvességcsökkenés nem kisebbíti, amíg a hasznos víz 35 %-a felett mozog.

SZIKI (1985) megfogalmazza, hogy az öntözés célja és feladata a termesztett növények optimális vízellátásának az ember által mesterséges úton történő biztosítása. Amikor a talaj hasznos vízkészlete az ott termesztett növények szempontjából kevés, ezt a vízhiányt öntözéssel pótoljuk, kiegészítjük, olyan szintre, amely mellett optimálisan fejlődnek és így a legnagyobb terméseredményeket érhetjük el.

TÓTH (1995) szerint az öntözés kedvező hatásai a talaj vízgazdálkodását érintik és annak közvetítő szerepén keresztül érvényesülnek a növényzetben.

A szabatos szántóföldi kísérletekkel is igazolható, hogy az öntözéssel többé-kevésbé állandósítható az a kedvező vízellátottság, amelyet a nagy termésű évek természetes vízellátottságánál számszerűen megállapíthatunk. A mesterségesen – öntözéssel – pótolta víz nem érheti el azt a határfokot, amit a természetes csapadék kívánatos mennyiségénél tapasztaltunk (BOCZ, 1976).

A kukorica termése száraz években öntözéssel és optimális műtrágyázással magas szinten (8-10 t ha<sup>-1</sup>) tartható. Az öntözés hatása ilyenkor meghaladja a műtrágyázás hatását. Ugyanakkor csapadékos évjáratban az öntözés hatástalan is maradhat, de műtrágyázással ez a kedvezőtlen hatás is megszüntethető (DEBRECZENI és DEBRECZENINÉ, 1983).

MÁRTON (2005) az OMTK A-17 jelű tartamkísérlet 16 kísérleti évében vizsgálta a természetes csapadék, valamint a N, P és K tápelemek hatását a kukorica termésére:

- Szárazság esetén az egyoldalú N-, a hiányos NP- és NK-műtrágyázás 3,2 t ha<sup>-1</sup> hozamnövekményt eredményezett a kontrollterületekhez képest, a teljes NPK-kezelés alig fokozta a kukorica termését.
- Aszálykor a N-, NP- és NK-kezelésekben a száraz évjáratok ugyanezen kezeléseikhez viszonyított 4,0 %-os termésnövekményt rögzítettek, az NPK-adagok hatására ez az érték 1,0 %-ra mérséklődött.
- Csapadékbőség esetén az egyoldalú N- és a hiányos NP- és NK-ellátottságoknál is jelentkezett a kedvezőbb vízellátottság pozitív hatása (7,4 t ha<sup>-1</sup> körüli termések), átlagosan 8% volt a termésnövekmény az aszályos évekhez hasonlítva, melyet az NPK-trágyázás még 2 %-kal fokozott.
- Az optimális csapadékmennyiség és az ezekhez rendelhető szemterméstömeg 328-349 mm és 5,0-7,7 t ha<sup>-1</sup> között változott a trágyázásoktól függően. A maximális termések 1 kg légszáraz anyagának előállításához felhasznált vegetációs csapadékmennyiségek a kontroll-, N-, NP-, NK- és NPK-kezeléseknél 698, 449, 480, 466 és 431 liternek mutatkoztak.

A kukoricanövénynek teste felépítéséhez sok vizes oldatot kell felvennie. Nagyon előnyösen befolyásolja a kukorica vízfogyasztását a harmonikus tápanyagellátottság. Az istálló- és műtrágyázás jelentősen, sokszor 25-30 %-kal is csökkenti a vízfogyasztást (GYŐRFFY et al., 1965).

LI et al. (2007) őszi búza és kukorica állományban vizsgálták az öntözés hatását a talajnedvességre, az evapotranszpirációra és a vízfogyasztásra, Észak-Kínában. A kontroll mellett három ( $T_1$ ,  $T_2$  és  $T_3$ ) öntözési kezelést állítottak be, egy száraz (2002.), egy átlagos (2003.) és egy csapadékos (2005.) évben. Az eredmények azt mutatták, hogy a kezelések talajainak nedvességtartalmai közötti különbség a száraz és az átlagos csapadékos évben szignifikáns volt. A kukorica vízfogyasztása mindhárom öntözési kezelésben növekedett a nem öntözött (kontroll) parcellákéhoz viszonyítva, 2002-ben 15,3, 23,6 és 24,7 %-kal, 2003-ban 0,01, 3,4 és 5,4 %-kal, míg 2005-ben 2,4, 5,6 és 12,4 %-kal csökkent.

KÁTAI (2005) kukorica monokultúrában figyelte meg a műtrágyázás és az öntözés hatását a talaj tulajdonságaira. A kísérletben az öntözetlen és az öntözött változat kezeléseiben szembetűnő különbséget tapasztalt a talajok nedvességtartalmában. Az öntözött kezelésekből – éves átlagban – 2-3 %-kal mért nagyobb nedvességtartalmat.

CSAJBÓK (2005) a tápanyagellátás és az asszimiláció közötti összefüggéseket vizsgálta kukoricánál. Hat év mérési eredményei alapján megállapította, hogy az eltérő tápanyagellátás szignifikáns különbségeket okozott a kukorica hibridek  $CO_2$  asszimilációjában. Jó vízellátás mellett a növekvő műtrágyaadagok jelentősen növelték a fotoszintézis intenzitását. A vízstressz, a sztóma átjárhatóságának csökkenésén keresztül jelentősen csökkenti a fotoszintézist.

A kukoricatermés alakulását tanulmányozták GAO et al. (2006) különböző trágyaszinteken és vízellátottsági körülmények között. Öt N trágya (0, 112,5, 225, 337,5 és 450 kg ha<sup>-1</sup>) és öt öntözési (0, 25, 50, 75 és 100 mm) kezelést alkalmaztak. Az öntözéseket a kukorica csírázásakor, a növekedési fázisban, címerhányáskor és a szemtelítődés időszakában végezték, a talaj nedvességtartalmának öt szintjén (a szántóföldi vízkapacitás 45, 60, 75 (kontroll), 90 és 105 %-áig, míg a trágyázási kezeléseket két szinten (normál – 0,4g N kg<sup>-1</sup> száraz talaj+0,2g P kg<sup>-1</sup> száraz talaj; alacsonyabb szint – 0,2g N kg<sup>-1</sup> száraz talaj+0 g P kg<sup>-1</sup> száraz talaj). Megállapították, hogy a termésmennyiség szignifikánsan alacsonyabb volt a kisebb trágyázási szinten, mint a normálon, függetlenül a talaj nedvességtartalmától. A kukorica termésmennyisége folyamatosan növekedett a növekvő nedvességtartalommal, a szántóföldi vízkapacitás 45-105 %-os tartományában. Az alacsonyabb trágyaszint termése a nedvességtartalommal együtt növekedett mindaddig, míg a talajnedvesség meg nem haladta a szántóföldi vízkapacitás 90 %-át a csírázás, címerhányás és a szemtelítődés időszakában. A kukorica a termés mennyiségét tekintve különösen

érzékeny volt a vízhiányra címerhányáskor, a tápanyagellátástól függetlenül. A másik ugyanilyen érzékeny fázisnak a megnyúlási szakaszt tapasztalták. A talaj nedvességtartalmának növekedésével szignifikánsan növekedett a termés, nem kielégítő tápanyagellátás esetén is. A csírázáskori szárazság is szignifikánsan csökkentette a termést, különösen, ha tápanyag nem kellő mennyiségben állt rendelkezésre. A termés mennyiségét nagyobb mértékben befolyásolta a tápanyagellátás, mint a vízellátás. A vízellátás termésre gyakorolt hatása abban az esetben is korlátozott volt, amikor a trágyázási kezelés hiányzott.

GYÁRFÁS (1989) könyvében Gerlach megállapítására hivatkozik: „Gerlach dr. számszerűen kimutatta, hogy az öntözés trágyázás nélkül terméseszkökenést okozhat, és hogy a víz kihasználása csak akkor kielégítő, ha a talajban elegendő a kész táplálóanyag. Legvilágosabban ezt azzal mutatta ki, hogy kiszámította, 1 kg szárazanyag előállítására kísérleteinél hány kilogramm vízre volt szükség. Kellett ugyanis 1 kg szárazanyag képzésére a vízből:

|                       | Zabnál               |                      | Kukoricánál          |                      |
|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                       | 150 mm-es öntözésnél | 300 mm-es öntözésnél | 150 mm-es öntözésnél | 300 mm-es öntözésnél |
| Trágyázatlanul hagyva | 2396 kg              | 4634 kg              | 1087 kg              | 2013 kg              |
| Trágyázva             | 346 kg               | 1005 kg              | 568 kg               | 1463 kg”.            |

A többi növényhez hasonlóan a kukorica is akkor reagál legjobban a trágyázásra, ha a talaj tápelem ellátottsága alacsony és egyéb termésbefolyásoló tényezők (vízellátás, gyomok, hó stb.) nem limitálják a nagy termés elérését. A trágyázás, vagy a műtrágyázás tehát mindig a hiányzó tápelemek pótlását jelenti. Mind az alultrágyázás, mind a túltrágyázás csökkentheti ugyanis a kukorica termését, minőségét, valamint a betegségekkel szembeni ellenállását. A makroelemek közül elsősorban a kukorica N és K igényét kell kiemelnünk. Hazai tapasztalatok szerint is szinte minden talajon számíthatunk N-hatásokra. A K-mal gyengén, sőt közepesen ellátott talajainkon jelentős termésvesztéssel járhat a K-trágyázás elhagyása, különösen monokultúrás termesztésben. A P-trágyázásra ugyanakkor a kukorica kevésbé reagál, csupán a kifejezetten rosszul ellátott és alacsony P-készlettel rendelkező talajokon jelez érdemi P-hatásokat (KÁDÁR, 2000).

IZSÁKI (2008) 10 éves tartamkísérletben vizsgálta az NPK műtrágyázás hatását, illetve az egyes makroelemek kölcsönhatásait a kukorica terméshozamára. A kölcsönhatás-vizsgálatok szerint N-trágyázás nélkül vagy alacsony N-ellátottsági szinten a túlzott P-

ellátottság a termésmaximumhoz képest terméscsökkenést okozott. Túlzott P-ellátottnál a N-trágyázás terméscsökkentő hatása mérsékeltebb volt. A K-túlsúly N-trágyázás nélkül szintén termésvesztést okozott. Az együttes P-, K-túlsúly termésdepressziót indukált. Azonban a fenti kölcsönhatások nagymértékben függtek a vizsgálatban szereplő évek vízellátottságától, csak néhány évben voltak kimutathatók az évjárathatások miatt.

A kukorica, bár csak közepes vízigényű növény, azonban az aszályra nagyon érzékenyen reagáló szántóföldi kultúrák közé sorolható. A vízellátás integráló szerepét bizonyítja, hogy az optimális tőszámot, a műtrágyahatékonyságot és ezen keresztül a termésmennyiséget is nagymértékben meghatározza (SÁRVÁRI, 2000).

PEPÓ (2000) szerint a növénytermesztésben, így a kukoricatermesztésben is az egyik legnagyobb költségtényező, ugyanakkor egyben leghatékonyabb agrotechnikai elem a tápanyag-visszapótlás, a trágyázás. Közismert, hogy mint minden növény, így a kukorica tápanyagigényes, a talaj tápanyagkészlete mellett igényli és megfelelően hasznosítja a kijuttatott trágyaadagokat.

Egy új, környezetbarát trágyaforma hatását vizsgálta kukoricaállományban. Megállapította, hogy a kukorica az agroökológiai és agrotechnikai feltételekre érzékeny növény, az optimálistól eltérő feltételeket jelentős terméscsökkenéssel jelzi. Az agroökológiai feltételek mellett a N-ellátás (Biofert) és az öntözés is igen jelentős hatást gyakorolt a kukorica terméseredményére. A Biofert terméscsökkentő hatása erőteljesen függött a vízellátástól. Viszont ez fordítva is igaz: az öntözés terméscsökkenésének értékét az évjárat, a talajtípus és a N-ellátás színvonala is erőteljesen befolyásolta. A gyengébb tápanyagszolgáltatású réti talajon megfelelő N-ellátás nélkül az öntözés hatása rendkívül mérsékelt volt. Az öntözés legkedvezőbb terméscsökkentő hatását megfelelő adagú, megosztású N-trágyázás (Biofert) egyidejű alkalmazása esetén kapták.

PROKSZÁNNÉ és MAKHAJDA (1989) az öntözés jelentőségét emelik ki. Megállapították, hogy 1988-ban a hibridkukorica termőterületek 80 %-át öntözték. Három öntözési időszakot említenek:

- keléstől virágzásig,
- címerhányást közvetlenül megelőző időszaktól virágzás végéig,
- szemkitelítődés vízigényének fedezése.

Öntözés hatására nő a nagy szemek aránya, az ezerszemtömeg, a termékenyülés.

PLAVSIC et al. (2007) az öntözés és a nitrogéntrágyázás hatását tanulmányozták a kukorica termésére és termésképző elemeire 2000 és 2002 között szabadföldi

kísérletben, Horvátországban. Három öntözési szintet (szántóföldi vízkapacitás 80-100 %, 65-80 % közötti, nem öntözött, kontroll) és három N műtrágya dózist (100 – 150 – 200 kg ha<sup>-1</sup>) alkalmaztak. A legtöbb termést a legnagyobb öntözési szint adta, míg a műtrágyázott parcellák közül legjobb eredményt a 150 és a 200 kg ha<sup>-1</sup> kezelések érték el. A legmagasabb öntözési szint és a 200 kg ha<sup>-1</sup> N adag statisztikailag nem mutatott jobb eredményt a többi kezelésektől.

Az öntözés egyértelműen hatással van a kukorica termésének mennyiségére, a szemtermés minőségére, beltartalmára, de ezt a hatást jelentősen befolyásolja a vetésváltás, szoros összefüggés van az évjárat, a vízellátás és az agrotechnikai tényezők (vetésváltás, trágyázás és tőszám) között (JOSIPOVIC et al., 2007; PEPÓ et al., 2008, IZSÁKI, 2009).

ANDA (1987) kísérleteiben azt mutatta ki, hogy az adagolt N-műtrágyamennyiség emelkedésével arányosan a termés is nő. A nagyobb mennyiségű N-hatóanyag miatt megnövekedik az állomány magassága, asszimilációs felülete, ezért több sugárzás bevitelére képes a növény, megváltozik a transzspirációja – mindez magasabb termésben realizálódik.

IVÁNY et al. (1994) véleménye szerint a kukoricának azért van szüksége nagy mennyiségű tápanyagra, mert az egységnyi terméssel kivont tápanyag hasonló a többi gabonafélékéhez, viszont a kukoricával nagyobb szemtermést érhetünk el. A kukorica az öntözést meghálálja, és különösen az aszályos, de egyébként kedvező talaj- és egyéb termőhelyi adottságú területeken lehet jelentős többletermésre számítani.

Az irodalmi áttekintésből jól kitűnik, hogy sok kutató foglalkozott és foglalkozik napjainkban is a növényállomány víz- és tápanyagellátásával, azok összefüggéseinek vizsgálatával. Megállapítják, hogy a két termesztési tényező összefügg, egymásra hatással van, egymás hatását befolyásolják (SIPOS, 1964; GYŐRFFY et al., 1965; DEBRECENI, 1988; NAGY és HUZSVAI, 2003;). Igazán jelentős termésmegnövekedés abban az esetben érhető el, ha a növénytermesztési térben a növényállomány igényeinek megfelelően elegendő víz és tápanyag áll rendelkezésre (RUZSÁNYI, 1975; DEBRECZENI és DEBRECZENINÉ, 1983; PEPÓ, 2005). Mivel a növénytermesztés az időjárási jelenségeknek teljes mértékben alá van rendelve, a víz- és tápanyagellátással kapcsolatos vizsgálatok napjainkban is aktuálisak, újabb és újabb vizsgálatokat igényelnek.

### 3.3.2. *A vetésváltás és egyéb agrotechnikai tényezők hatása a kukorica vízháztartására és termésére*

Az optimális műtrágyaadagot nemcsak a vízellátás, a talaj tápanyagtartalma, az egyes fajták genetikai tápanyag-hasznosító képessége, hanem az előveteményhatás is jelentősen befolyásolja. Az energiatakarékos hozamnövelés egyik fontos feltétele az okszerű vetésváltás kialakítása. Hazánkban megoszlanak a vélemények a monokultúras kukoricatermesztésről. Ennek oka, hogy a kukorica a részleges monokultúrát jól bírja, termés-csökkenés csak a 6-8. év után tapasztalható (SÁRVÁRI és GYŐRI, 1982).

A kukorica monokultúras termesztése a talaj vízkészletét nagymértékben igénybe veszi, következésképpen a szárazsági stressz előfordulásának gyakorisága nő. Súlyos aszályban a monokultúras kukorica termése  $1,3-2,5 \text{ t ha}^{-1}$ -ra csökkent, a vetésváltásból, illetve öntözésből eredő jobb vízellátás pedig  $7-7,3$ ; illetve  $9,9-12,6 \text{ t ha}^{-1}$  termés elérését tette lehetővé. A monokultúra biztonságossága hazánkban részben öntözéssel teremthető meg, az azonban az energia- és költségigény további növelését vonja maga után (RUZSÁNYI et al., 2000).

PEPÓ et al. (2005) polifaktoriális tartamkísérletben, monokultúras termesztésben vizsgálták az agrotechnikai tényezők (trágyázás, öntözés, állománysűrűség) hatását a kukorica termésmennyiségére 2004. évben. Megállapításaik szerint a tápanyagellátás, a trágyázás gyakorolta a legnagyobb mértékű, szignifikáns hatást a kukorica terméseredményére valamennyi vízellátási és állománysűrűségi változatban. A kísérleti eredmények alapján monokultúras termesztésben kiváló trágyareakció csak optimális vízellátású évjáratban várható.

RUZSÁNYI (1991) kísérletei igazolták, hogy a kukorica számára kiváló csernozjom talajon, jó elővetemény esetén a trágyázás a termést csak kismértékben növeli. Döntő szerepe a vízellátásnak van. Ilyen termesztési változatban elegendő a kis műtrágyaadagok ( $N_{60-120}$ ,  $P_{45-90}$ ,  $K_{45-90}$ ) alkalmazása. A részleges monokultúras termesztésben vagy más, a kukorica számára előnytelen elővetemény után az  $N_{120-180}$ ,  $P_{90-135}$ ,  $K_{90-135}$  adagok alkalmazása válhat indokolttá.

A trágyázás terméseredményre gyakorolt hatása monokultúras termesztésben igen jelentős, míg a bi- és trikulturá vetésváltásban mérsékelt volt. Megfelelő trágyamennyiséggel, kedvező vízellátottságú évjáratokban mintegy  $13 \text{ t ha}^{-1}$  terméseredményt lehetett realizálni (PEPÓ et al., 2006).



BERZSENYI és LAP (2005) az 1989-2002 közötti évek adatai alapján tanulmányozták a műtrágyázás és a növényszám hatását a kukoricahibridek szemtermésére és termésstabilitására háromtényezős, kétszeresen osztott parcellás tartamkísérletben. Az eredmények azt mutatták, hogy a trágyázás, a növényszám és a hibrid fő hatása a kukorica termésére minden évben szignifikáns volt. A növényszám szerinti trágyareakció évjáráttól függően változott és a legnagyobb termést – az aszályos évek kivételével – a 70.000 és a 90.000 tőha<sup>-1</sup> növényzámnál kapták. A trágyázási kezelések közül a 470 kg ha<sup>-1</sup> NPK kezelés mutatta a legnagyobb termésstabilitást minden környezetben. Véleményük szerint a kísérlet körülményei között a környezeti változók közül a tenyészidőszak alatti csapadékmennyiségnek volt a legfontosabb hatása a termésstabilitásra.

Összességében a feldolgozott irodalmak is bizonyítják a növénytermesztési tér vízháztartásával kapcsolatos kutatások fontosságát. Az egyes agroökológiai és agrotechnikai tényezők együttesen és egyenként, önállóan is meghatározzák a növénytermesztési térben lezajló vízháztartási folyamatokat, ezen keresztül az elérhető termésmennyiséget. Egyre szélsőségesebbé váló időjárásunk újabb és újabb, a jövőben megoldásra váró problémával szolgál a talaj-növény-légkör rendszer vízforgalmával, a növényállomány megfelelő vízutánpótlásával összefüggésben.

## 4. Anyag és módszer

A vizsgálatokat †Ruzsányi László professzor által 1983-ban beállított, 2004-től Pepó Péter professzor által vezetett polifaktoriális tartamkísérletben végeztük 2007., 2008. és 2009. évben a Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Növénytudományi Intézetének Látóképi Kísérleti Telepén, mely a hajdúsági löszháton, Debrecentől kb. 15 km-re helyezkedik el a 33. számú főút mellett.

### 4.1. A kísérletben alkalmazott kezelések és azok elrendezése

A kísérlet elrendezését, a parcellák méretét az 1. számú melléklet tartalmazza. A kísérlet parcelláinak mérete 9,2x5 m, 46 m<sup>2</sup>.

A kísérlet vizsgált tényezői: A tartamkísérlet egy négy tényezős kísérlet, ahol a fő blokkokat az egyes vetésváltási változatok képezik. A vetésváltásokon belüli altényező az öntözés, melyen belül különböztetjük meg az egyes állománysűrűségeket. Az tőszámbeállítások altényezőit pedig az egyes műtrágyakezelések jelentik:

„A” tényező: vetésváltás

- Kezelések: a<sub>1</sub> monokultúra  
a<sub>2</sub> bikultúra (kukorica – búza)  
a<sub>3</sub> trikultúra (kukorica – borsó – búza)

„B” tényező: öntözés

- Kezelések: b<sub>1</sub> nem öntözött (Ö<sub>1</sub>)  
b<sub>2</sub> öntözött (Ö<sub>3</sub>)

„C” tényező: állománysűrűség

- Kezelések: c<sub>1</sub> 40000 tő ha<sup>-1</sup>  
c<sub>2</sub> 60000 tő ha<sup>-1</sup>  
c<sub>3</sub> 80000 tő ha<sup>-1</sup>

„D” tényező: műtrágyázás

Kezelések (1. táblázat)

**1. táblázat.** A kísérletben alkalmazott tápanyagkezelések

|          | Kontroll                      | 1 mtr. kezelés | 2 mtr. kezelés | 3 mtr. kezelés | 4 mtr. kezelés |
|----------|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|          | kg hatóanyag ha <sup>-1</sup> |                |                |                |                |
| Nitrogén | 0                             | 60             | 120            | 180            | 240            |
| Foszfor  | 0                             | 45             | 90             | 135            | 180            |
| Kálium   | 0                             | 45             | 90             | 135            | 180            |

Az öntözött kezelésben (Ö<sub>3</sub>) az alábbi öntözővíz mennyiségeket juttattuk ki, a következő időpontokban:

2007. év: 05.04. – 50 mm öntözővíz

05.23. – 50 mm öntözővíz

06.04. – 50 mm öntözővíz

06.30. – 50 mm öntözővíz

2008. év: a kukorica számára kedvező tenyészidőbeli csapadékeloszlás miatt nem volt öntözés.

2009. év: 05.04. – 50 mm öntözővíz

05.23. – 50 mm öntözővíz

Az öntözés Valmont lineár öntözőberendezéssel történt.

A vizsgálatokat a 60000 ha<sup>-1</sup> és 80000 ha<sup>-1</sup> tőszámánál végeztük.

Az öt műtrágyakezelés közül a növénytermesztési tér vízháztartásának alakulását kontroll, a 2, illetve a 4 trágyakezelésnél vizsgáltuk.

A műtrágyakezelések a kísérletben randomizálva helyezkednek el, négy ismétlésben. A nitrogén műtrágya 50 %-át, míg a foszfor és kálium műtrágya teljes adagját összel juttattuk ki Kemira Power műtrágya formájában, melynek összetétele 11:16:16 volt. A tavaszi nitrogént (a fennmaradó 50 %-ot) ammónium-nitrát formájában magágykészítés előtt került kijuttatásra. A műtrágyaszórást minden esetben, minden parcellára, külön-külön kézzel szórtuk ki.

#### **4.2. Talajviszonyok**

A kísérleti terület talaja sík, kiegyenlített, talajgenetikailag a mészlepedékes csernozjom típusba tartozik.

A kísérlet talaja löszön képződött, mély humuszrétegű, jó kultúrállapotú, középkötött (Arany-féle kötöttségi száma 43), talajfizikailag a vályog kategóriába sorolható alföldi mészlepedékes csernozjom talaj.

A termőréteg 80-90 cm vastagságú, amelyből 40-50 cm az egyenletesen humuszosodott réteg. Átlagos humusztartalom 2,76 %. A szénsavas mész a szelvényben az átmeneti szinten 75 cm-es mélységben jelenik meg, de általában lepedék formájában is megtalálható a talajszemcséken, ebben a rétegben a CaCO<sub>3</sub> tartalom 10-13 % között alakul. A művelt réteg pH-ja (KCl) 6,3-6,5 közötti.

A kísérleti terület N-ellátottsága közepes, az össznitrogén a felső 50 cm-es rétegben 0,12-0,15 %.

Az ammónium-laktátos módszerrel meghatározott P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> és K<sub>2</sub>O tartalom alapján a terület talajának foszforellátottsága meglehetősen változatos, a minták átlagában közepesnek minősíthető (133 mg kg<sup>-1</sup>). Kálium ellátottsága a jó kategóriába sorolható, a káliumtartalom, értéke 240 mg kg<sup>-1</sup>.

A kísérleti terület talaja a Várallyay-féle osztályozási rendszer szerint a IV. vízgazdálkodási csoportba sorolható, ami közepes vízbefogadó és jó víztartó képességet jelent. A diszponibilis víz a VK-nak mintegy 50 %-át teszi ki, a minimális (szántóföldi) vízkapacitás (VK<sub>min</sub>) érték a 0-100 cm-es rétegben 377 mm, a 100-200 cm talajszelvényben 443 mm. A minimális vízkapacitás 33,65-46 %, a holtvíztartalom (HV) 8,5-15,7 %, térfogatszázalékban kifejezve, a talaj 0-200 centiméteres szelvényében. A talajvíz mélysége 3-5 m, még csapadékos évjáratban sem emelkedik 2 m fölé.

A kísérleti terület talajának vízgazdálkodását jellemző mutatókat az 1983-ban végzett vizsgálatok alapján a 2. táblázat mutatja be.

**2. táblázat.** A kísérleti terület talajának vízgazdálkodását jellemző mutatók (Debrecen, 1983, Martin B. – Győri Z. vizsgálati eredményei alapján)

| Talajréteg cm | Térfogat-tömeg Tt g/cm <sup>3</sup> | Pórus térfogat P % | Kapilláris-gravitációs pórustér % | Gravitációs pórustér + levegőzárvány Pg+H % | Kapilláris pórustér % | Kapilláris víz-kapacitás térf.% | Minimális víz-kapacitás VK <sub>min</sub> % | Holtvíz-tartalom HV % |
|---------------|-------------------------------------|--------------------|-----------------------------------|---|-----------------------|---------------------------------|---|-----------------------|
| 5-25          | 1,34                                | 49,6               | 17,9                              | 0,9   | 30,8                  | 31,7                            | 30,8  | 15,55                 |
| 27-33         | 1,53                                | 42,2               | 3,9                               | 1,2   | 37,1                  | 38,3                            | 37,1  | 15,70                 |
| 47-53         | 1,31                                | 50,5               | 12,0                              | 3,1   | 35,4                  | 38,5                            | 35,4  | 14,75                 |
| 72-78         | 1,45                                | 45,4               | 6,4                               | 3,3   | 35,7                  | 39,0                            | 35,7  | 11,13                 |
| 97-103        | 1,57                                | 40,8               | 3,7                               | 1,5   | 35,6                  | 37,1                            | 35,6  | 9,38                  |
| 122-128       | 1,6                                 | 39,8               | 2,6                               | 1,1   | 36,1                  | 37,2                            | 36,1  | 9,03                  |
| 147-153       | 1,65                                | 37,7               | 1,3                               | 0   | 36,4                  | 36,4                            | 36,4  | 8,50                  |

### 4.3. Agrotechnika

A kísérletben alkalmazott agrotechnika esetében igyekeztünk minden esetben az optimális talajállapotban történő talajművelésre, elkerülve a talajszerkezet károsítását. A talajmunkákat a következő rend szerint végeztük:

- tarlólántás: a kukorica betakarítását követően
- ősszel a kijuttatott műtrágya talajba keverése ásóboronával
- őszi mélyszántás, mélysége 32 cm
- szántáselmunkálás tavasszal, germinátorral
- magágykészítés kombinált magágykészítő eszközzel
- vetés Gaspardo SP 540 típusú, 6 soros szemenkénti vetőgéppel.

A kukorica vetése mindhárom vetésváltási rendszerben egy időpontban történt, április 20. körül időjárástól függően. Az alkalmazott hibrid a Reseda (PR37M81) volt.

A növényvédelmi kezelések egységesek voltak a három vetésváltásban. Monokultúra esetében ez még egy vetéssel egy menetben alkalmazott talajfertőtlenítéssel egészült ki, az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) lárvakártételének megelőzésére. A talajfertőtlenítő szer Force 1,5 G volt, 12 kg ha<sup>-1</sup> dózisban. Az eredményes gyomirtás elérése érdekében pre- és posztemergens gyomirtást egyaránt alkalmaztunk, a később kelő gyomok irtását mechanikai sorközműveléssel végeztük. A kukorica betakarítását automata mérleggel és Oros 2011 kétsoros kukoricaadapterrel felszerelt Sampo 2010 típusú parcellakombájnnal végeztük.

#### 4.4. Vizsgálatok, értékelési módszerek

A vízforgalom vizsgálatára mindhárom évben 6 alkalommal vettünk talajmintát 200 cm-ig 20 cm-es rétegenként, mono-, bi- és trikultúrából, 60000 tő ha<sup>-1</sup>, 80000 tő ha<sup>-1</sup> állománysűrűségű parcellákból, Ö<sub>1</sub> és Ö<sub>3</sub> vízellátási változatokból. Az első mintavétel a vetés előtt, míg a hatodik a kukorica betakarítása után, tarlóból történt, a közbülső négy pedig a kukorica főbb fenofázisaiban (3-4 leveles állapot, címerhányás, megtermékenyülés, érés) került vételezésre.

A kísérleti években a mintavételi időpontok a következők voltak:

| 2007. év      | 2008. év       | 2009. év       |
|---------------|----------------|----------------|
| március 20.   | április 03.    | április 03.    |
| április 27.   | május 09.      | április 24.    |
| június 04.    | június 25.     | május 26.      |
| július 04.    | július 18.     | július 01.     |
| augusztus 16. | szeptember 10. | augusztus 31.  |
| október 05.   | október 02.    | szeptember 29. |

Megmértük a talajminták mintavétele utáni nedves tömegét, ezután szárítószekrényben 105 °C-on súlyállandóságig szárítottuk. A száraz mintákat visszamértük a nedves és száraz tömeg különbsége adta a talajnedvességtartalmat, amit tömegszázalékban fejeztünk ki. Az így kapott eredményeket térfogatszázalékban is kifejeztük az adott talajréteg térfogattömegének felhasználásával.

$$V_h = (VK_{sz} - V_t) \times T_t, \text{ ahol :}$$

$V_h$  – vízhiány

$VK_{sz}$  – szántóföldi vízkapacitás

$V_t$  – a talajnedvesség térfogatszázalékos értéke

$T_t$  – a talaj térfogattömege.

A számításokat a mézlepedékes csernozjom talaj 200 centiméteres rétegében végeztük, 20 centiméteres rétegenként, azaz egy parcellában a talaj 2 méteres mélységéig 10 eredményt kaptunk adott vízháztartási állapotról.

Ezzel párhuzamosan a kukoricaállomány termés mennyiségének mérését is elvégeztük a betakarítás alkalmával mindhárom vetésváltásban, mindkét öntözési változatban, mindkét tőszámnál és mindhárom tápanyagkezelésben. Minden parcella terméséből mintát vettünk, melyet lemértünk, majd szárítószekrényben tömegállandóságig történő szárítás után visszamértünk, így meghatározva az egyes parcellákból származó minták szemnedvességét. A parcellánként lemért termésadatokat standardizáltuk, azaz egységesen 14 %-os nedvességtartalomnál, 1 hektáros termőterületre fejeztük ki az egyes kezelések által meghatározott termésmennyiséget.

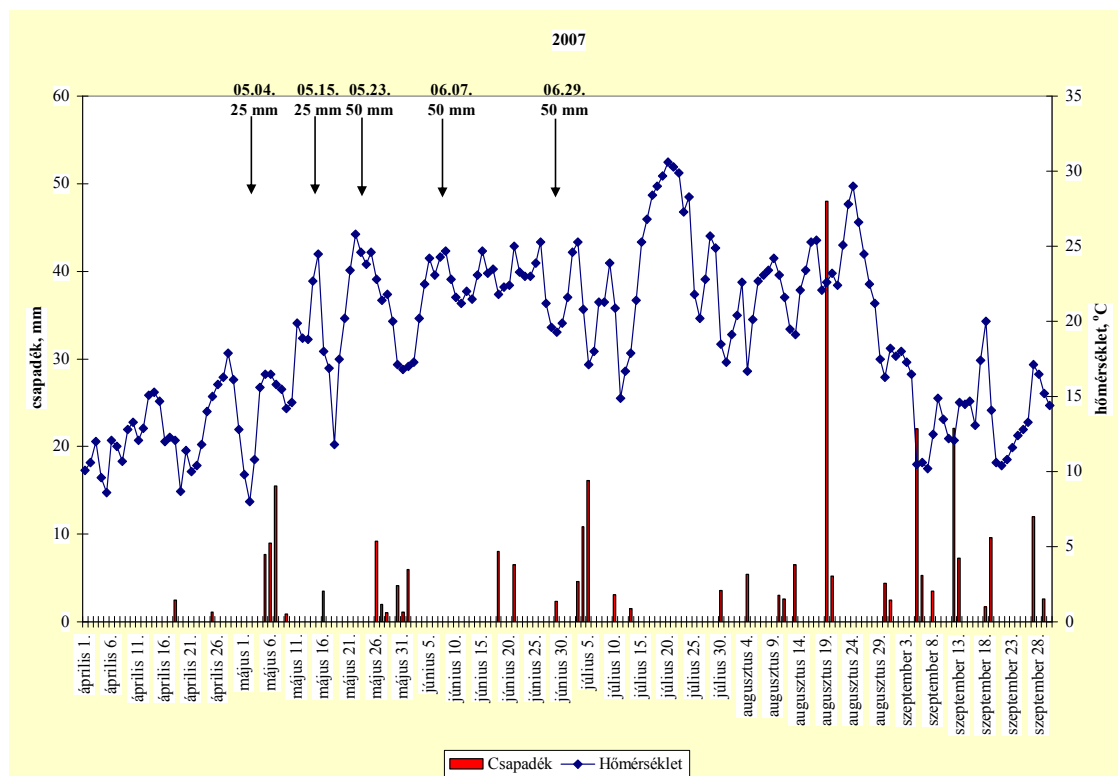
A dolgozat elkészítéséhez, az táblázatok, ábrák, diagramok szerkesztéshez Microsoft Office Word<sup>®</sup> és Excel<sup>®</sup> programokat használtam. Az adatok statisztikai feldolgozása SPSS 13.0 programmal történt. Az eredmények statisztikai értékeléséhez többtényezős varianciaanalízist használtam (SVÁB, 1973). A vizsgált tényezők vízháztartásra gyakorolt hatásának számszerűsítését variancia komponensek felosztásával végeztem. A különböző függő és független változók közötti összefüggések megállapításához Pearson-féle korrelációt alkalmaztam.

## 5. Eredmények és értékelésük

### 5.1. A vizsgálati évek időjárásának értékelése a kukorica vízháztartása szempontjából

A kukoricaállomány 2007., 2008., 2009. tenyészévének csapadék és hőmérséklet adatait valamint az öntözési időpontokat és öntözővíz normákat 1.,2., és a 3. ábra mutatja.

#### 1. ábra. A 2007. tenyészév csapadék, hőmérséklet és öntözési adatai (2007. Debrecen)

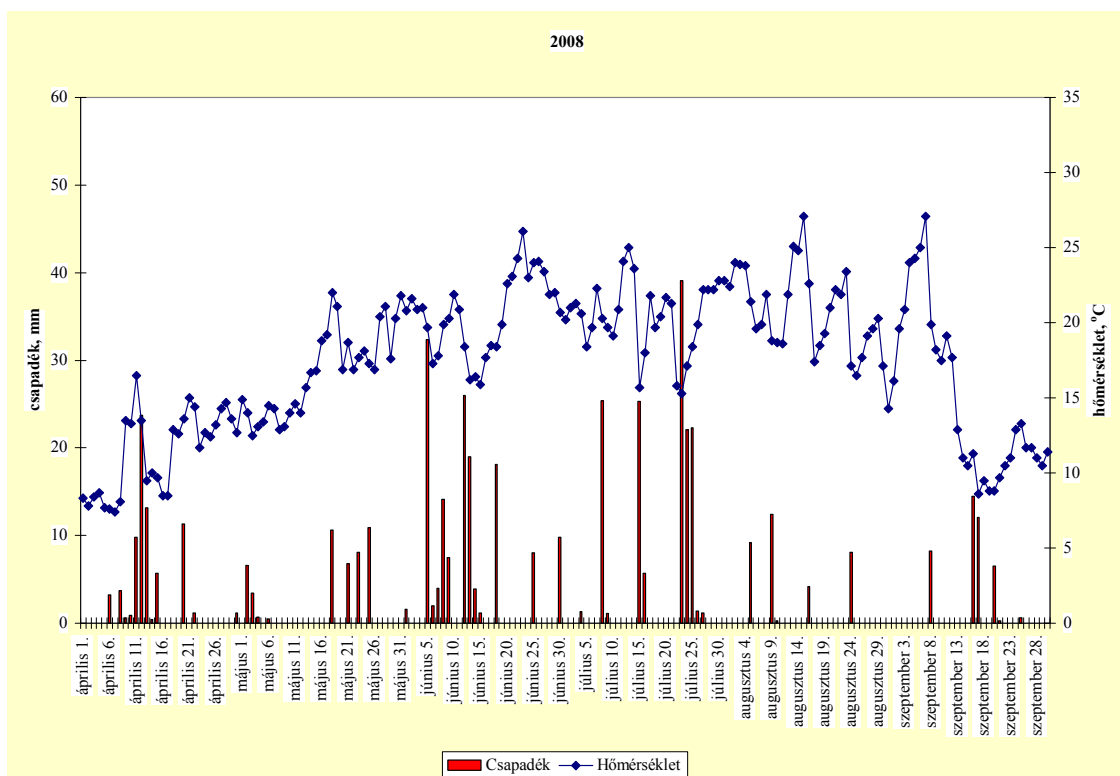


A 2007. tenyészévben egyenlőtlen eloszlású volt a vízellátottság (1.ábra). A tenyészidőszak elején áprilisban, májusban, júniusban és júliusban meglehetősen kevés csapadék hullott, mennyisége egy-egy eső alkalmával nem érte el a 20 mm-t sem. A kukorica szemtelítődési szakaszának végén, érésének kezdetén növekedett a vízellátottság, augusztus második dekádjában megközelítőleg 50 mm eső esett. Áprilistól szeptember végéig, a kukorica vetésétől betakarításáig összesen 283,8 mm csapadék hullott, ami 61,3 mm-rel maradt el a 30 éves átlag ezen időszakra vonatkozó összegétől (3. táblázat). A hőmérsékleti értékekben az egész tenyészidőszak folyamán meglehetősen sűrű és nagy amplitúdójú ingadozások figyelhetők meg. Májusban két alkalommal is mintegy felére esett vissza a hőmérséklet rövid időintervallum alatt. Június közepén pedig egy hirtelen felmelegedés történt. Ez a nagyfokú hőmérséklet ingadozás a kukorica fejlődését is nehezítette, hiszen kiegyenlített, 25 °C körüli

hőmérsékletet igényelne a növény. A kevés csapadék mellett a nyári – a kukorica tekintetében kiemelkedő vízigényű – hónapokra a forróság volt a jellemző a 30 °C-ot megközelítő, június közepén meg is haladó értékekkel. Ebben az időszakban érte el a hőmérséklet a maximumot (4. táblázat).

A rendkívül kis mennyiségű csapadék következtében négy alkalommal kellett öntöznünk, háromszor a kukoricaállomány kezdeti fejlődési szakaszában és egyszer a kukorica erőteljesen növekvő vízigényű fenofázisa kezdetén, ami címerhányást és a virágzást közvetlenül megelőző időszakot jelenti.

**2. ábra.** A 2008. tenyészév csapadék, hőmérséklet és öntözési adatai (2008. Debrecen)



A 2008. tenyészév egészét tekintve az előző évnél jóval csapadékosabb volt (2. ábra). A csapadék eloszlása a kukorica vízigényének szempontjából rendkívül kedvezően alakult, már a tenyészidőszak legelején, a vetés korai időszakában is elegendő víz állt rendelkezésre a talajban. Ez a kedvező állapot továbbra is fennmaradt az újabb esőzések következtében júniustól kezdődően egészen július végéig. A jó csapadékelátottság a tenyészidőszak összcsapadékában is megmutatkozik, ebben az időszakban a 30 éves átlag 345,1 mm-es értékhez képest 138,8 mm-rel több hullott (3. táblázat).

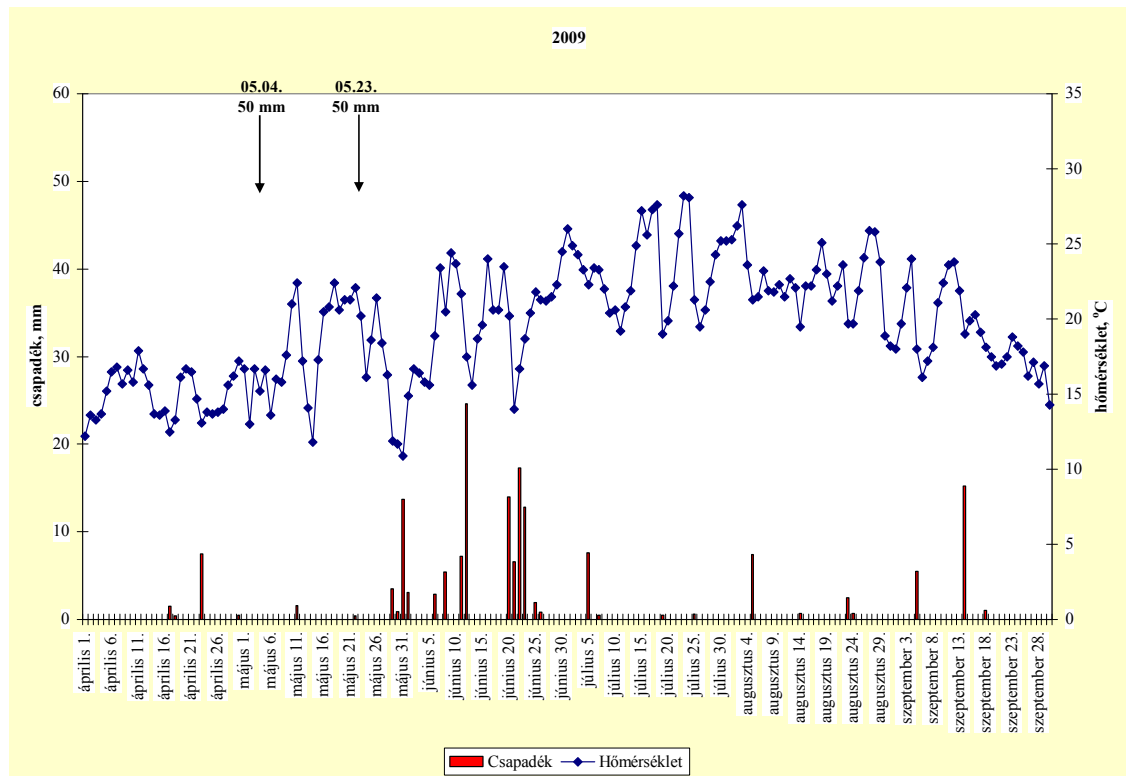
A hőmérséklet az egész időszakban alacsonyabb volt a 2007. évi értékektől, még a nyári – legmelegebb – hónapokban sem érte el a 30 °C-ot. Az adatok alapján megállapítható,



hogy a 2008. tenyészév időjárása a kukorica szempontjából rendkívül kedvező volt (4. táblázat).

A kukorica számára optimális vízellátás következtében öntözésre 2008-ban nem került sor.

**3. ábra.** A 2009. tenyészév csapadék, hőmérséklet és öntözési adatai (2009. Debrecen)



A 3. ábra alapján megállapítható, hogy a 2009. tenyészév a 2007-hez hasonlóan csapadékban szegény volt. Már a tenyészidőszak kezdetén, a vetés, kelés és kezdeti fejlődés szakaszában sem volt kielégítő a természetes vízellátás. Ez a tendencia a nyári hónapokban tovább folytatódott. Kivétel a június hónap, amikor a tenyészidőszak legtöbb csapadéka 96,6 mm hullott, a kukorica számára „életmentőként”. Még a 2007. aszályos év csapadékmennyiségétől is kevesebb, mintegy 168,8 mm eső volt. A csapadékhiányhoz a magas hőmérsékleti értékek párosultak, súlyosbítva a vízhiány káros következményeit.

A 3. táblázat a kukorica tenyészidőszakának csapadékértékeit mutatja, havi bontásban, mellette, mintegy összehasonlításként a 30 éves átlagértékekkel a 2007., 2008. és a 2009. évben. A vizsgált három évből a 2007. és a 2009. évek szárazak voltak, ez jól látszik a táblázatban a 30 éves átlagértékektől való eltérések mértékén. 2007-ben a tenyészidőszak vége felé, augusztusban és szeptemberben az eltérés pozitív irányba fordult, így az előző hónapok csapadékhiánya eredményesen pótlódott, az összesített

tenyészidőbeli csapadékmennyiség 61,3 mm-rel maradt el a 30 éves átlagtól. A 2009. év száraz volta ellenére merőben más alakulást mutat. Június hónapot kivéve a tenyészidőszak minden hónapjában kevesebb csapadék hullott, mint a 30 éves átlag. Ez megmutatkozik a 6 hónap összesített csapadékmennyiségén is (176,3 mm az eltérés a 30 éves átlaghoz viszonyítva).

**3. táblázat.** A kukorica tenyészidőszakának havi csapadékértékei és a 30 éves átlagtól való eltérések (Debrecen, 2007., 2008., 2009.)

|                           | 2007         |              | 2008         |              | 2009         |               | 30 éves átlag |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
|                           | érték (mm)   | eltérés (mm) | érték (mm)   | eltérés (mm) | érték (mm)   | eltérés (mm)  |               |
| Április                   | 3,6          | -38,8        | 74,9         | 32,5         | 9,9          | -32,5         | 42,4          |
| Május                     | 54           | -4,8         | 47,6         | -11,2        | 20,1         | -38,7         | 58,8          |
| Június                    | 22,8         | -56,7        | 140,1        | 60,6         | 96,6         | 17,1          | 79,5          |
| Július                    | 39,7         | -26          | 144,9        | 79,2         | 9,2          | -56,5         | 65,7          |
| Augusztus                 | 77,6         | 16,9         | 34,2         | -26,5        | 11,3         | -49,4         | 60,7          |
| Szeptember                | 86,1         | 48,1         | 42,2         | 4,2          | 21,7         | -16,3         | 38            |
| <b>Összesen</b>           | <b>283,8</b> | <b>-61,3</b> | <b>483,9</b> | <b>138,8</b> | <b>168,8</b> | <b>-176,3</b> | <b>345,1</b>  |
| <b>Max. vízhiány (mm)</b> | <b>336</b>   |              | <b>227</b>   |              | <b>314</b>   |               | <b>-</b>      |

**4. táblázat.** A kukorica tenyészidőszakának havi hőmérsékleti értékei és a 30 éves átlagtól való eltérések (Debrecen, 2007., 2008., 2009.)

|                           | 2007        |              | 2008        |              | 2009        |              | 30 éves átlag |
|---------------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|---------------|
|                           | érték (°C)  | eltérés (°C) | érték (°C)  | eltérés (°C) | érték (°C)  | eltérés (°C) |               |
| Április                   | 12,6        | 1,9          | 11,4        | 0,7          | 14,9        | 4,2          | 10,7          |
| Május                     | 18,4        | 2,6          | 16,8        | 1,0          | 17,4        | 1,6          | 15,8          |
| Június                    | 22,2        | 3,5          | 20,6        | 1,9          | 19,8        | 1,1          | 18,7          |
| Július                    | 23,3        | 3,0          | 20,4        | 0,1          | 23,4        | 3,1          | 20,3          |
| Augusztus                 | 22,3        | 2,7          | 20,6        | 1,0          | 22,6        | 3,0          | 19,6          |
| Szeptember                | 14,0        | -1,8         | 14,8        | -1,0         | 18,9        | 3,1          | 15,8          |
| <b>Átlag</b>              | <b>18,8</b> | <b>2,0</b>   | <b>17,4</b> | <b>0,6</b>   | <b>19,5</b> | <b>2,7</b>   | <b>16,8</b>   |
| <b>Max. vízhiány (mm)</b> | <b>336</b>  |              | <b>227</b>  |              | <b>314</b>  |              | <b>-</b>      |

A 2008. tenyészév – ellentétben a másik kettővel – igen csapadékos volt. A tenyészidőszakban összesen 483,9 mm csapadék hullott, ami 138,8 mm-rel több a 30 éves átlagértéktől. A 30 éves átlagtól egyedül májusban és augusztusban esett kevesebb eső, a többi hónapban jóval (33 – 79 mm-rel) több csapadék volt, mint az elmúlt 30 év átlaga. A szeptemberi 42,2 mm közelítette meg egyedül a 30 éves átlagot (38 mm), de ez már nem volt jelentős befolyásoló hatással a kukorica fejlődésére.

A hőmérsékleti értékek is – a csapadékhoz hasonlóan – a vizsgált három évet két csoportra osztotta (4. táblázat), 2007. és 2009. a forróbb, 2008. pedig az előző kettőtől hűvösebb volt. Amellett, hogy a 2007. és a 2009. év csapadékban szegény volt, a hőmérséklet jóval meghaladta a 30 éves átlagot (2007-ben 1,9 – 3,5 °C-kal, 2009-ben 1,1 – 4,2 °C-kal). A táblázat azonban egy fontos megállapítást is közöl: mindhárom

évben emelkedett mind a havi átlaghőmérséklet, mind pedig a tenyészidőszak átlaghőmérséklete. Egyedül szeptember hónap volt hűvösebb a 30 éves átlagnál 2007-ben (1,8 °C-kal), és 2008-ban (1 °C-kal). Még 2008-ban is – amikor a havi átlaghőmérsékletek csak alig (0,1 – 1,9 °C-kal) haladták meg a 30 éves átlagot – a tenyészidőszak átlagosan 0,6 °C-kal melegebb volt, mint az elmúlt 30 évben. A másik két évben ez az eltérés jóval szembetűnőbb volt (2007-ben 2,0 °C, 2009-ben 2,7 °C).

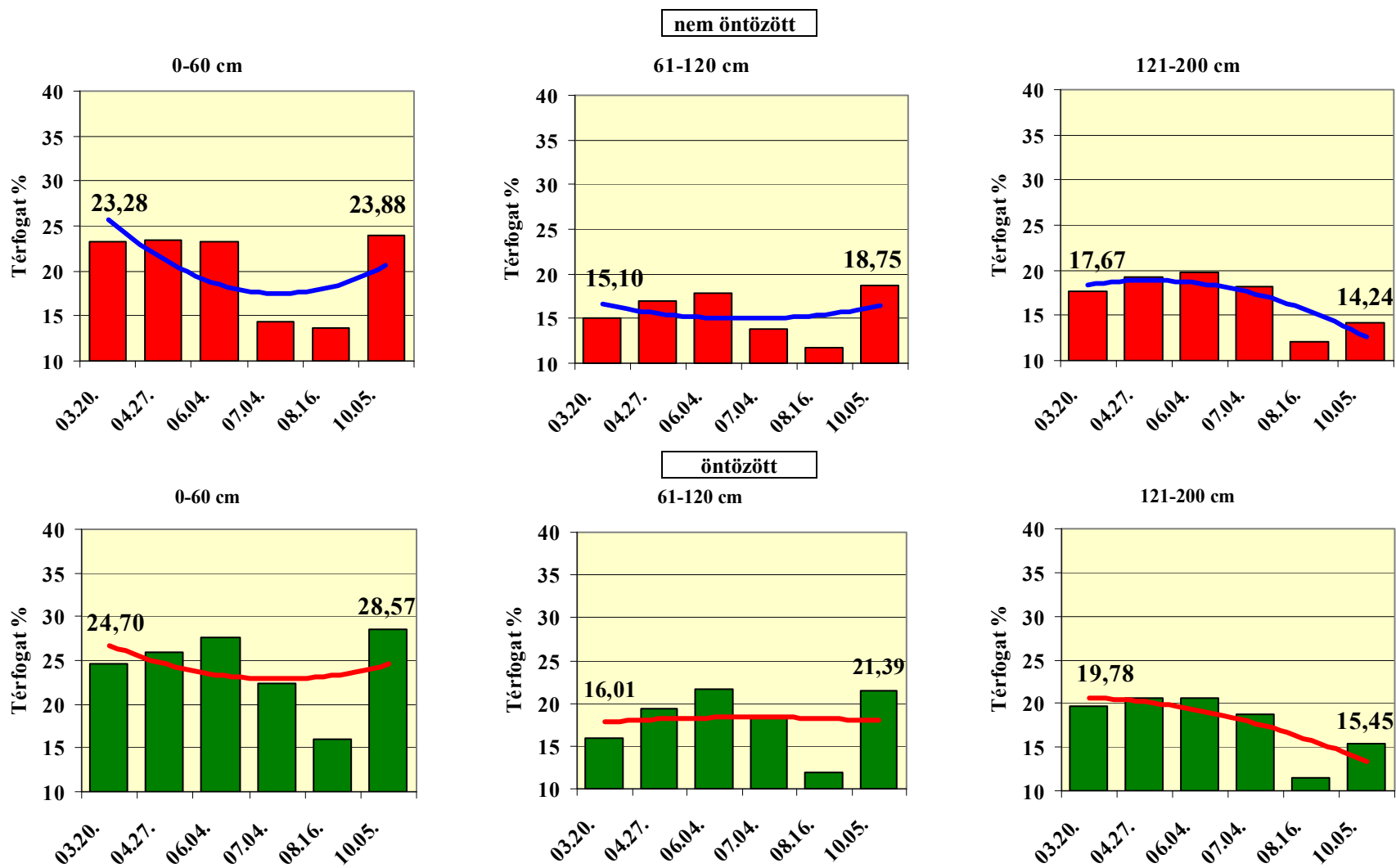
Mindkét táblázat (3., 4. táblázat) legutolsó sora a tenyészidőszak legnagyobb (maximális) vízhiányértékeit tartalmazza, melyeket az öszsvizsgálati eredményekből számítottam. Az értékek jól reprezentálják az egyes évjáratok jellegét, 2007. aszályos volta következtében a maximális vízhiányértékek is itt voltak a legmagasabbak. Ezzel szemben a csapadékos 2008. évben több mint 100 mm-rel kedvezőbb értékeket kaptunk. A 2009. évjárat vízhiányértéke a 2007. évhez hasonlóan alakult.

## **5.2. A talajrétegek nedvességtartalmának változása a vizsgálati években**

A szakirodalmi megállapítások szerint a kukorica gyökerezési mélysége 150-200 cm is lehet, ha számára megfelelőek az időjárási, agrotechnikai feltételek, a talajtulajdonságok (művelhető réteg vastagsága, nincs káros tömörödés). A gyökértömeg nagy része – 70-80 %-a – a felső 100-120 cm rétegegig hatol le, de ettől mélyebb rétegekben is találkozunk kukoricagyökérrel. Egyértelmű tehát, hogy a kukoricánövény vegetációs időszaka során fellépő vízfogyasztásával a talaj vízháztartását is ebben a talajszelvényben befolyásolja a legnagyobb mértékben, a legszembetűnőbben. Ezért érdemesnek találtuk erre irányuló vizsgálatok végzését, azt, hogy az évjárat, valamint az egyes agrotechnikai elemek milyen hatást gyakorolnak a növényre, annak vízfelhasználására, ezáltal a talaj víztartalmára.

Összehasonlítottuk az egyes vetésváltási rendszerek nem öntözött (Ö<sub>1</sub>) és öntözött (Ö<sub>3</sub>) kezeléseiben a talaj vízkészletének alakulását 200 cm talajszelvényben, 2007., 2008., 2009. tenyészévben (4., 5., 6. ábra). Az ábrák a hat mintavételi időpont talajnedvességét mutatják térfogatszázalékban, monokultúrában, 60000 tó ha<sup>-1</sup> állománysűrűség és N<sub>120</sub>+PK trágyakezelés mellett. Az első időpont a kukorica vegetációs periódusát közvetlenül megelőző, míg az utolsó a betakarítást követő nedvességi állapotot tükrözi. A közbülső négy mintavétel a kukorica főbb fenofázisaiban történt. A mértékadó talajréteget a kukorica gyökerezési mélységének megfelelően három szintre osztottuk: 0-60 cm - a kukorica gyökértömegének döntő része itt helyezkedik el; 61-120 cm – a

4. ábra. A talaj nedvességtartalma (tf %) monokultúrában a 2007. évben (60000 tő ha<sup>-1</sup>, N<sub>120</sub>+PK)



gyökértömeg egy része, megközelítőleg egyharmada a növény növekedésével párhuzamosan lehatol ebbe a rétegbe is; 121-200 cm – a kukorica gyökere szempontjából nem meghatározó talajréteg, viszont a talajszelvény vízforgalmát tekintve mindenképpen fontos. A három rétegen belül a 20 cm-enként kapott eredményeket átlagoltam. A 20 cm-es rétegenkénti térfogatszázalékos értékeket a 4-21. számú melléklet tartalmazza.

A 2007. évi eredmények (4. ábra; 4-6.; 13-16. sz. melléklet) azt mutatják, hogy a talaj vízkészlete mindhárom vetésváltási rendszerben, mindegyik tápanyagkezelésben és mindkét tőszám esetében augusztusra jelentősen lecsökkent (a talajban az áprilisi, kezdő nedvességtartalom 17 és 26 tf % között mozgott, míg augusztusban 12-18 tf % nedvességtartalom volt mérhető).

A vizsgált talajszelvény vízforgalmában a három szint nedvességkészletének alakulását érdemes tanulmányozni. Először a nem öntözött parcellák talajának vízforgalmát vizsgáltam. A legfelső, 0-60 cm talajréteg vízvesztése – kisebb ingadozásokkal – kismértékű, de folyamatos, minden tápanyagszinten és mindkét tőszám esetében. Ez a kismértékű, folyamatos csökkenés júliusban felgyorsult és a talajnedvesség augusztusra elérte minimumát (12-16 tf %). Az utolsó mintavételi időpontban az értékek kismértékű növekedése a koraőszi esőzéseknek tulajdonítható, illetve annak, hogy a kukoricaállomány életfolyamatainak intenzitása augusztus végétől jelentősen csökkent, asszimilációs, transzspirációs felülete jóval kisebb volt és a szembeépülési folyamatok is lelassultak, be is fejeződtek.

A 61-120 cm talajszintben a felső réteghez hasonló folyamat zajlott le. A tenyészidőszak közepén júliusban, a virágzás időszakában a gyökértömeg elérte ezt a talajréteget, ez megmutatkozik a nedvességi értékekben is (12-16 tf %). A tenyészidőszak végén itt is visszanedvesedés figyelhető meg (24-28 tf %), de ez értékben, volumenben elmarad a felső szint értékeitől.

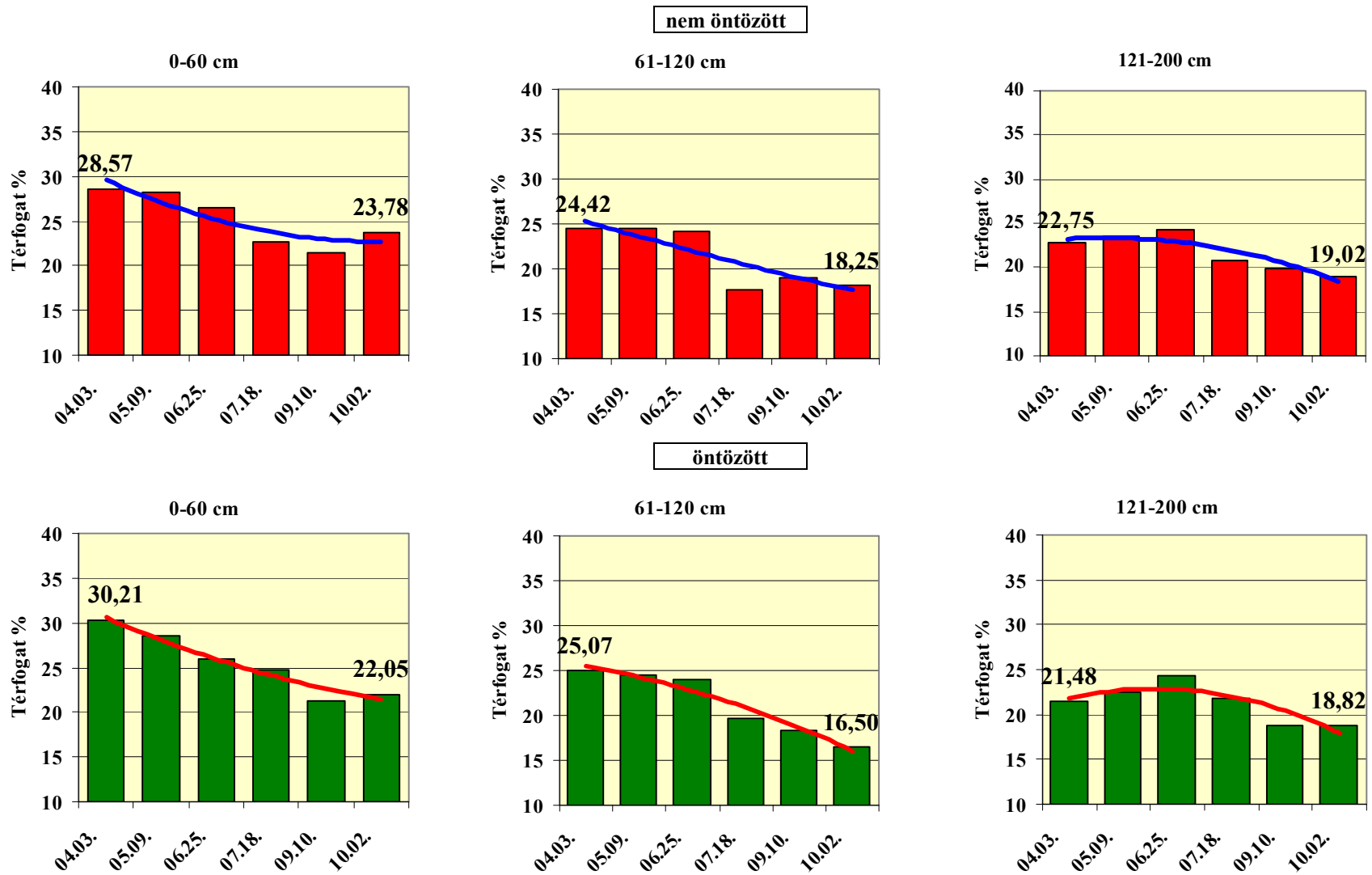
A legalsó (121-200 cm) talajszelvényben kisebb ingadozásokkal csökkenő tendencia állapítható meg. Ez azzal magyarázható, hogy a felsőbb talajrétegek erőteljes vízvesztése a júliusi-augusztusi időszakban innen pótlódott a vízgőz-, páramozgás, kapillaris vízemelés hatására. Részben ennek tulajdonítható a középső (61-120 cm) talajréteg tenyészidőszak végére történő kismértékű visszanedvesedése is (14-17 tf %).

Az öntözött kezeléseknél a felső 0-60 cm réteg nedvességkészletének alakulása a nem öntözött parcellákét követi. Viszont az értékek magasabb szinten maradtak az egész tenyészidőszak során (átlagosan 4-5 tf %-kal nagyobbak). A mélységet tekintve az

öntözővíz, illetve csapadék nedvességtartalmat növelő hatása a legfelső rétegben érzékelhető a legintenzívebben, de jótékony hatása a középső rétegben is megmutatkozik, az augusztusi minimum értékek az öntözött kezelésekben 2-3 %-kal szignifikánsan nagyobb a nem öntözöttekhez viszonyítva. A legalsó talajrétegben az öntözésnek talajnedvességet növelő hatása már nem mutatható ki. Ha 2008-ban vizsgáljuk (5. ábra; 7-9. melléklet; 17-20. melléklet) a három vetésváltási rendszer nem öntözött (Ö<sub>1</sub>) és öntözött (Ö<sub>3</sub>) változataiban a talaj vízkészletének alakulását a 200 cm talajszelvényben, megállapíthatjuk, hogy a talaj vízkészlete mindhárom vetésváltási rendszerben kedvezően alakult a kukorica számára (18-30 tf %), a holtvíztartalom értékét csak nyár végére közelítette meg (17-24 tf %) bizonyos talajrétegekben. Már a kukorica vetése előtti időszakban kedvezően alakult a talaj nedvességkészlete (22-31 tf %), mely a növény számára optimális vízellátottsági feltételeket teremtett a keléshez és a kezdeti fejlődéshez. A kukorica növekedéséhez optimális, az egyes fenológiai szakaszok vízigényének megfelelő vízellátottságú évet a számszerűsített eredmények is alátámasztják, a talajnedvességi értékek egész tenyészidőszakban nagyobbak voltak a 2007. szélsőségesen száraz, aszályos évéhez viszonyítva (2007-ben a tenyészidőszakban döntően 11 és 18 térfogatszázaléknyi nedvességet mértünk, 2008-ban ezek az értékek 18 és 27 tf % között alakultak). A tenyészidőszak végére viszont a gyökérszónában (0-60 cm) a vízkészlet megközelítette a holtvíz értéket (16-23 tf %), viszont ez az állapot már nem befolyásolta kedvezőtlenül az állomány fejlődését, a termésképződési, szemtelítődési folyamatokat, azaz a betakarított termés mennyiségét.

Dinamikáját tekintve a 0-60 cm réteg vízvesztése nagyon kismértékű csökkenő trendet mutat. A szemtelítődési időszakban tapasztalható 3-4 tf %-os hirtelen nedvességcsökkenést a nagy növényi vegetatív és generatív tömeg vízigénye okozta. A 2008. év jó csapadékeloszlású évjárat volt, a betakarítás környékére a felső rétegben a talaj vízkészlete újra gyarapodásnak indult. A 61-120 cm rétegben ugyanez a tendencia figyelhető meg, azzal a különbséggel, hogy az utolsó mintavétel eredménye nem mutat növekedést, a nedvességtartalom maradt az augusztus végi – szeptember eleji szinten (16-21 tf %), mivel ez a réteg is hozzájárult – a természetes csapadék mellett – a felső szint feltöltődéséhez, a talajban lezajló különböző vízmozgási folyamatok következtében. A 121-200 cm réteg tendenciájában a felette lévő két réteg nedvességének alakulását mutatja, kivéve a tenyészidőszak végét, amikor a felsőbb, relatíve szárazabb rétegek felé pótolta a vizet, így a 61-120 cm réteg

5 ábra. A talaj nedvességtartalma (tf %) monokultúrában a 2008. évben (60000 tó ha<sup>-1</sup>, N<sub>120</sub>+PK)



nedvességtartalmának páramozgással, kapilláris vízemeléssel történő gyarapítása miatt az értékek stagnáltak. Mivel 2008-ban nem volt szükség öntözésre a kedvező természetes csapadéknak köszönhetően, a nem öntözött és az öntözött parcellák nedvességértékei között szignifikáns különbség nem állapítható meg.

A 2009. tenyészévben (6. ábra, 10-12. melléklet; 21-25. melléklet) a kezdő, a kukorica vetését megelőző talajnedvesség-készlet a 2007. és 2008. évihez hasonlóan alakult (24-30 tf %), mindhárom vetésváltásban, tápanyagkezelésben, mindkét öntözési változatban és mind a két tőszám esetében.

A 0-60 cm rétegben a nedvességkészlet kisebb ingadozásokkal csökkent a tenyészidőszak első felében. A júniusi, 100 mm-től is több csapadék hatására a virágzás időszakában még elegendő nedvesség állt az állomány rendelkezésére, ezt mutatják a 10-12., illetve a 21-25. melléklet értékei is. Augusztusra 8-9 tf %-os csökkenés következett be, ez jelenti a legkisebb értéket, ugyanis a tenyészidőszak végére 2-3 tf %-os visszanedvesedés következett be az alsóbb szintek felfelé áramló nedvességéből adódóan.

A 61-120 cm réteg trendjében követi a felette lévő szelvény nedvességi dinamikáját. Itt az állomány betakarítása körüli időszakban viszont nem növekedtek szignifikánsan, inkább stagnáltak az eredmények (13-15 tf %), mivel a felette lévő talajréteg vízkészletét táplálta, az alatta lévő rétegből pedig a szárazság következtében nem tudott pótlódni a felfelé mozgó nedvesség.

Ez a tendencia állapítható meg a 121-200 cm talajréteg nedvességének időbeli alakulásában is.

A három vizsgálati év tendenciájában megmutatkozik a csernozjom talaj jó vízháztartási tulajdonsága, jó víztartó, jó vízáteresztő képessége. Ennek következtében a klimatikus hatásokat képes tompítani, a növények számára a kedvezőtlen vízháztartási körülményeket bizonyos szintig kompenzálni tudja.

A szélsőséges klíma hatására a talaj felső rétegében drasztikus hatások figyelhetők meg a növényállomány növekedésével párhuzamosan a 0-60 cm talajrétegben. Mindhárom évjáratban a tenyészidőszak elejétől a nedvességkészlet kisebb ingadozásokkal csökken, a kukorica virágzásának, termésképződésének időszakában elér egy mélypontot, majd szeptemberben az akkor lehulló csapadék mennyiségétől, eloszlásától függően növekszik.

A második réteg (61-120 cm) áprilistól július elejéig csökkenő trendet mutat. Július elejétől augusztus közepéig - végéig a kukorica gyökere elér ebbe a zónába, ennek



következtében ez a talajréteg drasztikusan veszít nedvességéből. A csökkenés mértéke az évjárat vízellátottságától függ. 2007-ben és 2009-ben a vízvesztés nagymértékű 8-10 tf %, míg 2008-ban ez az érték csupán 3-4 tf %.

A 121-200 cm réteg a három réteg közül e legkevésbé befolyásolt a növényállomány vízfogyasztása, illetve a csapadék, vagy öntözés hatásától. Ennek a szintnek a vízkészletét leginkább az őszi-téli félév csapadékának „feltöltő” mértéke határozza meg. A vizsgált három évben a feltöltöttségtől függően 20-24 tf %-ról indulnak az értékek, melyek trendjükben kis csökkenést mutatnak a tenyészidőszak előrehaladtával és drasztikus csökkenés itt is július és augusztus hónapban következik be. A vízgőzmozgás és a kapilláris vízmozgás következtében ez a réteg táplálja a felette lévő 61-120 cm zónát.

Két évjáratban az öntözés hatását vizsgálva megállapítható, hogy 2007. és 2009. évben főként a 0-60 cm gyökérszónában fejt ki hatását, megközelítőleg vízkapacitásig feltöltötte a talaj felső rétegét, ezáltal kedvező víz- és tápanyagellátási körülményeket teremtve a növényállomány számára. Amint az öntözést abbahagytuk, és a légköri csapadékra hagyatkoztunk a talaj nedvességtartalma elkezdett csökkenni.

A 61-120 cm réteg nedvességértékeit tekintve nagyon hasonlít a nem öntözött parcellák eredményeihez, ami ugyancsak azt a következtetést támasztja alá, hogy az öntözésnek leginkább a felső rétegben van nedvességekészletet gyarapító hatása. Nagyon száraz évjáratban (2007) a 0-60 cm réteg alatt is jelenik meg a kiadott öntözővíz mennyiségéből, 61-120 cm rétegben erőteljesebben, míg az alsó rétegben nagyon mérsékelt mértékben (1-3 tf %).

A 2008. évben az öntözés kedvező utóhatását lehet megállapítani, az értékek nagyobb talajnedvességről tanúskodnak nemcsak a felső rétegben, hanem itt a második gyökérszónában is.

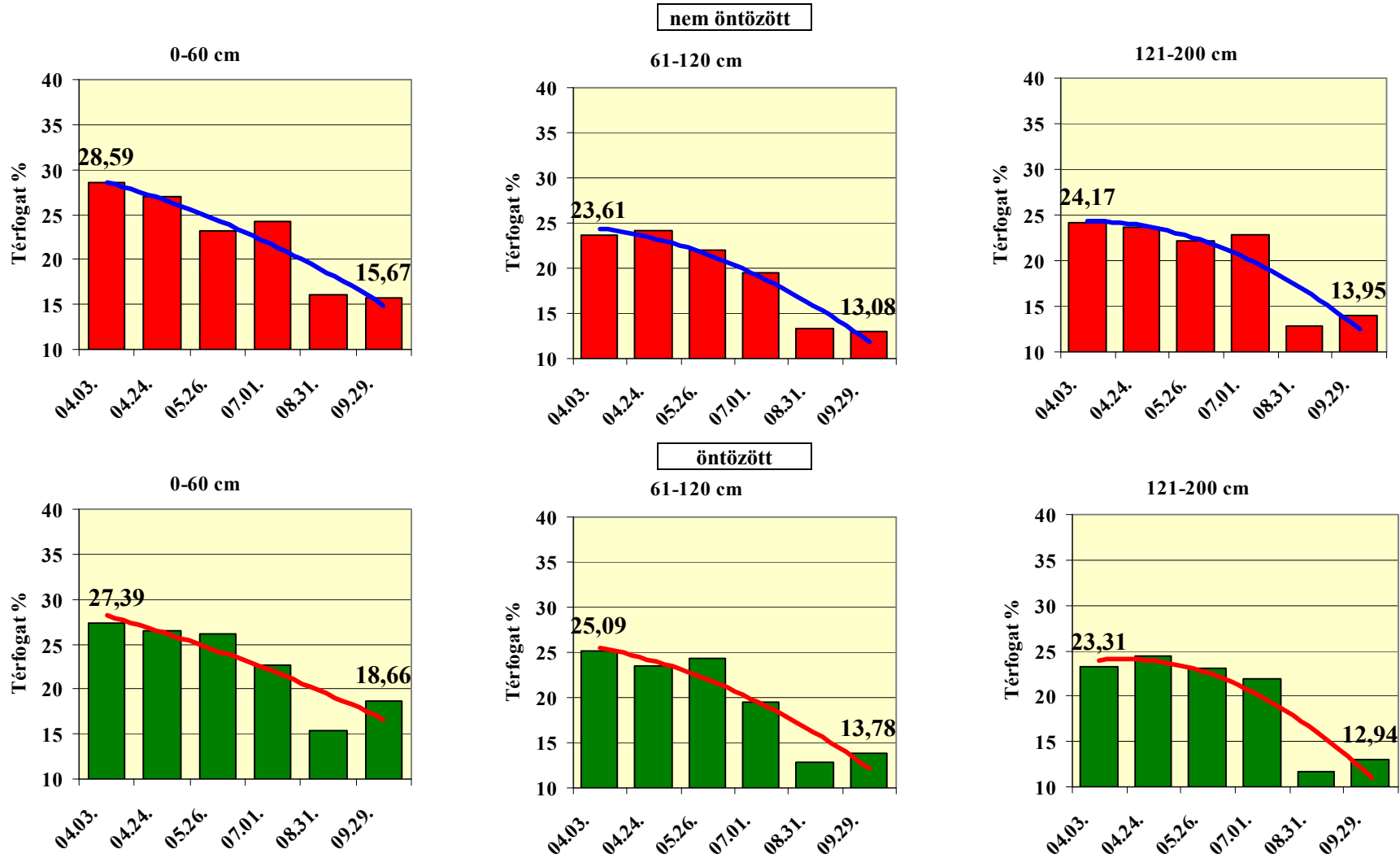
Az állománysűrűség vizsgálataink alapján mindegyik rétegben csak kismértékben, de szignifikánsan (2-3 tf %) befolyásolja a talaj nedvességekészletét, kivétel ez alól augusztus, amikor a kukorica legkritikusabb vízigényű időszakában a 0-60 és 61-120 cm réteget vizsgálva nem tudtunk szignifikáns különbséget megállapítani. Összességében megállapítható, hogy a nagyobb tőszám csak tendencia jelleggel növeli a vízfogyasztást.

A tápanyagellátás hatása évjáratról függetlenül érvényesült, valamennyi talajszintnél van szignifikáns különbség az egyes műtrágyakezelésekben mért talajnedvesség értékek között. A nagyon száraz és a részben száraz évjáratokban a kisebb növénytömeg

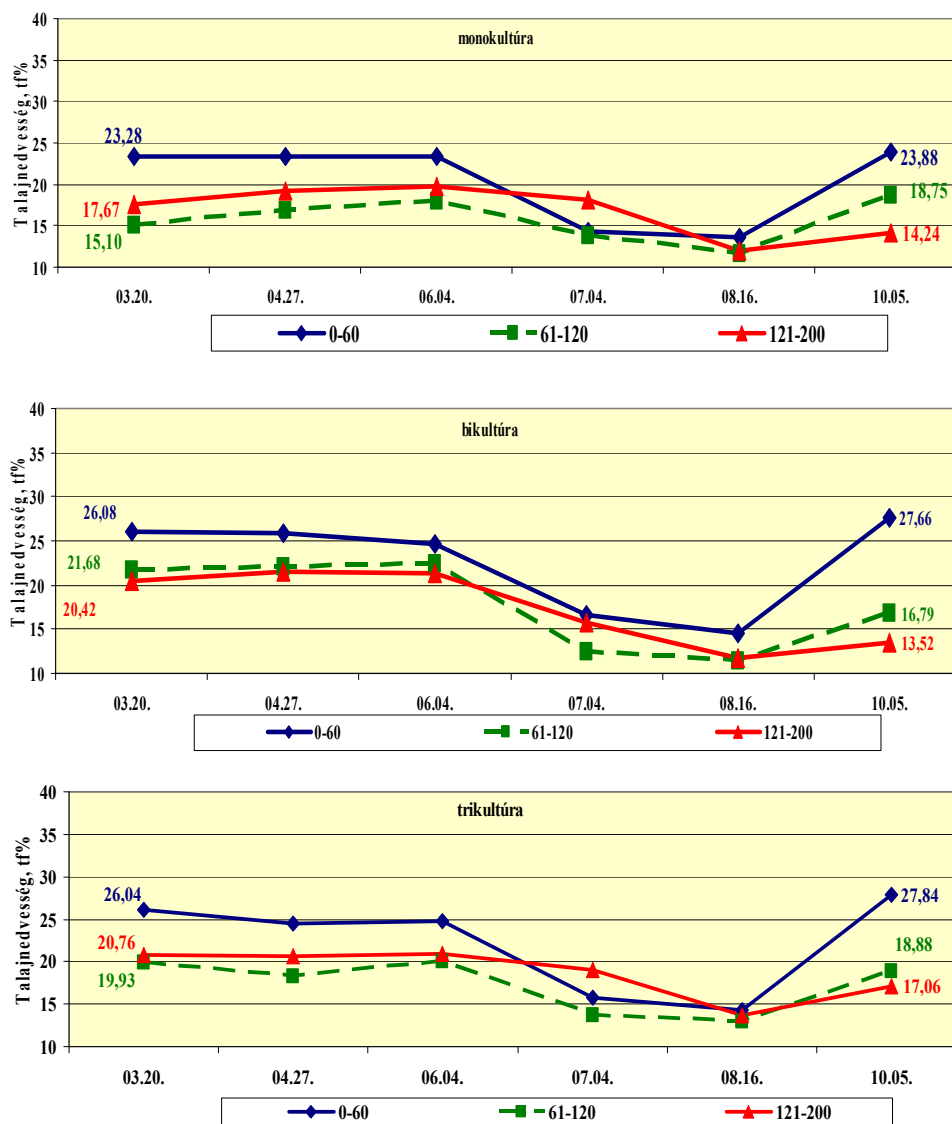
következtében a különbség is kisebb mértékű, míg 2008-ban, jó vízellátottság mellett sokkal nagyobb mértékben csökkent a talajnedvesség a növekvő tápanyagdózisok hatására. Ez is bizonyítja, hogy ha a növényállomány igényeinek megfelelően kellő vízmennyiség áll rendelkezésre a talajban, a nagyobb trágyaadagok fokozottabb vízfelvételt is eredményeznek, a növények „pazarlóan” bánnak a vízzel.

Ha a három év talajnedvesség-készletének alakulását együttesen vizsgáljuk, akkor megállapítható, hogy a felső, 0-60 cm réteg talajnedvességének változása a legnagyobb mértékű a tenyészidőszak során. Az ábrákon a diagramok és a trendvonalak jól jelzik, hogy ebben a rétegben van a legnagyobb hatása az öntözővíznek és a csapadék is itt növeli a legnagyobb mértékben a talajnedvesség térfogatszázalékos értékeit, illetve a kukorica nagy gyökértömegének következtében a vízfelvétel is itt a legintenzívebb. A 61-120 cm talajréteg talajnedvesség-készlet alakulása kiegyenlítettebb, a víztartalom csökkenése nem olyan mérvű, mint a felső szintben. A 121-200 cm réteg közvetett úton, a kapilláris vízemelés révén vesz részt a talaj vízmozgási folyamataiban, a kukoricaállomány vízellátásában, így a talajnedvességkészlet-változás a trendvonalak és a diagram oszlopai alapján itt a legkiegyenlítettebb. Nagy csökkenés augusztusban, a kukorica szemtelítődésének időszakában állapítható meg, amikor a felette lévő talajréteg kiszáradásával ebből a szintből történik a talajnedvesség mozgása, pótlódása. Hasonló trendeket, tendenciákat állapítottunk meg a másik két vetésváltási rendszer, a bi- és trikultúra talajnedvesség-készletének alakulásában is. A különbség a monokultúrás térfogatszázalékos értékekhez viszonyítva, hogy bi- és trikultúrában már az induló vízkészlet is 3-4 tf %-kal nagyobb értékeket mutat, és ez a tendencia a teljes tenyészidőszakban megmarad, mind a nem öntözött, mind az öntözött kezelésekben. Ezt bizonyítja a 7, és 8. ábra, melyek 2007. évben mutatják a talaj vízforgalmát a három vetésváltási rendszerben nem öntözött és öntözött kezelésekben. 2008. és 2009. évben is hasonló tendenciák állapíthatók meg a vetésváltások talajának vízmozgási folyamataiban.

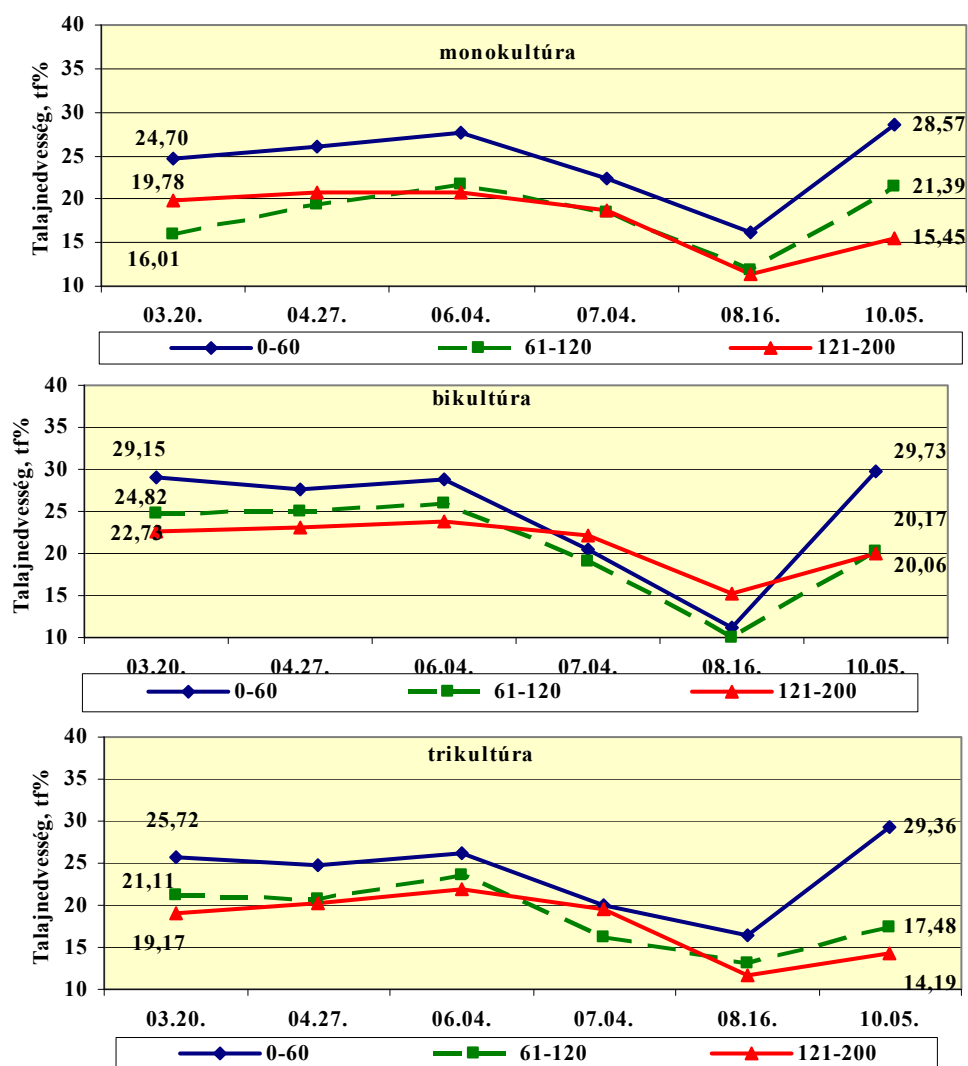
6. ábra. A talaj nedvességtartalma (tf%) monokultúrában a 2009. évben (60000 tó ha<sup>-1</sup>, N<sub>120</sub>+PK)



7. ábra. A talaj nedvességtartalma (tf%) mono- bi- és trikultúrában a 2007.évben  
(60000 tő ha<sup>-1</sup>, N<sub>120</sub>+PK, nem öntözött)



**8. ábra.** A talaj nedvességtartalma (tf%) mono- bi- és trikultúrában a 2007.évben  
(60000 tő ha<sup>-1</sup>, N<sub>120</sub>+PK, öntözött)



### 5.3. A mértékadó talajszelvény (0-200 cm) nedvességekészletének dinamikai változása

Az egyes rétegek nedvességtartalmának alakulása mellett érdemes megvizsgálni a teljes, 0-200 cm talajszelvény nedvességekészletének tenyészidőbeli alakulását is. Összehasonlítottuk az egyes vetésváltási rendszerek nem öntözött ( $\ddot{O}_1$ ) és öntözött ( $\ddot{O}_3$ ) parcelláiban a talaj vízkészletének alakulását a 0-200 cm talajszelvényben, 2007., 2008. és 2009. évben, a gyakorlatban alkalmazott állománysűrűség ( $60000 \text{ tő ha}^{-1}$ ) és tápanyagellátottsági szint ( $N_{120+PK}$ ) mellett (9-11. ábra). Az elemzésben a tenyészidőszak kezdeti talajnedvességi állapota, másodikként a kukorica virágzás-termékenyüléskori fenofázisa, amikor a vízfelvétel a legnagyobb, illetve a betakarítás utáni – tenyészidőszakot követő, az állomány lekerülése után visszamaradt – vízkészlet alakulása szerepel, az egyes diagramokon a holtvíztartalom és a minimális vízkapacitás görbék a csernozjom talajra jellemző értékeket mutatják. Az eredményekből megállapítható, hogy a talaj vízkészlete mindhárom vetésváltási rendszerben, és mindhárom évjárat esetében, a nem öntözött parcellákban a tenyészidőszak végére jelentősen lecsökkent ( $10-15 \text{ tf } \%$ ), a két száraz évjáratban (2007., 2009.) a talaj holtvíz tartalmának ( $16 \text{ tf } \%$ ) értéke alá (2007-ben  $10-14 \text{ tf } \%$ , 2009-ben  $11-17 \text{ tf } \%$ ). A nem öntözött parcellák esetében a vízkészlet csökkenése már július elejére megközelítette a növények számára nem hasznosítható víz (holtvíz) mennyiségét monokultúrában (2007-ben  $13-15 \text{ tf } \%$ ). Az öntözéssel ez az állapot nem, vagy csak kisebb mértékben következett be ( $14-18 \text{ tf } \%$ ) (9., 11. ábra).

2007-ben már az induló vízkészlet-értékek kisebbek voltak a minimális vízkapacitás értékektől és ez a tenyészidőszak folyamán, a fokozódó aszály és a növényállomány fokozódó vízfelvétele miatt a kukorica virágzási idejére jelentős mértékben csökkent.

2009. évben is az induló (tenyészidőszak kezdeti) talajnedvesség-értékek a 2007. évihez hasonlóan alakultak, a minimális vízkapacitás értékeit nem érték el. A júliusi időszakban viszont a térfogatszázalékos értékekben nagy változás nem állapítható meg. Ezt a júniusi csapadékos időjárás okozta, ebben a hónapban lehullott  $96,6 \text{ mm}$  csapadék a növényállomány számára megfelelő talajnedvességi viszonyokat alakított ki a kukorica generatív fejlődési fázisának kezdetén.

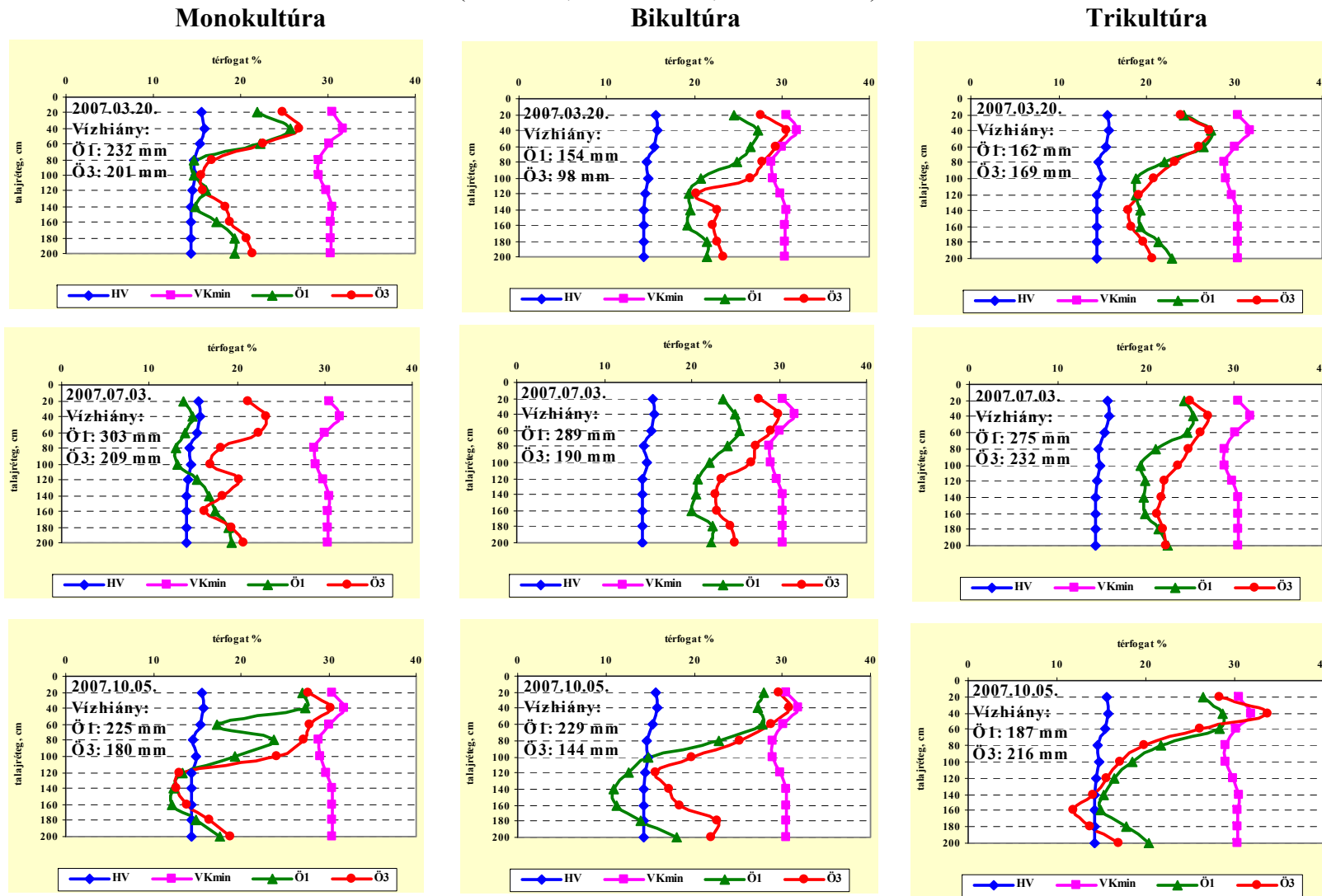
A július elejétől bekövetkező csapadékhiány és magas hőmérséklet hatására a mértékadó (0-200 cm) talajszelvény kiszáradása megkezdődött, a kukoricaállomány növekvő vízfogyasztása következtében a nagy evapotranszpiráció eredményeként

szinte a teljes szelvény (0-200 cm) talajnedvesség-készlete a holtvíztartalom szintjéig csökkent (12-15 %).

2007. és 2009. évben a talaj vetés előtti vízkészlete mind a nem öntözött, mind az öntözött parcelláknál hasonlóan alakult (22-33 tf %), a görbék lefutása megközelítőleg párhuzamos. Az aszály fokozódásával viszont a két görbe kezd távolodni egymástól, ami azt jelenti, hogy a nem öntözött parcellák talaja gyorsabb ütemben kezdett kiszáradni.

A 2008. évi eredmények alapján a talaj vízkészlete mindhárom vetésváltási rendszerben kedvezően alakult (25-30 tf %) a kukorica számára, a holtvíztartalom értékét csak a tenyészidőszak végére közelítette meg (13-19 tf %). A teljes talajszelvény vízforgalmát vizsgálva megállapítható, hogy a tenyészidőszak folyamán a 0-60 cm és a 61-120 cm talajréteg vízvesztése volt a legintenzívebb (a kezdeti 22-28 tf %-ról 17-20 tf %-ra), a jelentős gyökértömegnek köszönhetően. A kellő időben és mennyiségben lehullott csapadék következtében, a nem öntözött és az öntözött parcellák vízkészlete áprilistól októberig hasonlóan alakult (nem öntözött parcellák 13-30 tf %, öntözött parcellák 17-32 tf %), mindhárom vetésváltási rendszerben, jelentős értékbeli különbég (1-2 tf %) nem állapítható meg, a görbék lefutása közel párhuzamos, mely a tenyészidőszak kedvező vízellátottságának tulajdonítható. Mindhárom vetésváltási rendszerben, mind az öntözetlen, mind az öntözött parcellák esetében a talaj felső, 60 cm rétege szinte a  $VK_{min}$  értékig telített volt tavasszal, ez a kukorica kelését, kezdeti fejlődését nagymértékben segítette. A tenyészidőszak végére viszont a gyökérszónában a vízkészlet megközelítette, trikultúra esetén a nem öntözött kezelésben el is érte (13-14 tf %) a holtvíz szintet. A másik két vetésváltási rendszer öntözött és nem öntözött kezeléseiben egyaránt 17-19 tf % volt a talajnedvesség, ez azonban már nem befolyásolta kedvezőtlenül az állomány fejlődését, a termésképződési folyamatokat (10. ábra).

9. ábra. A talaj vízkészletének alakulása 2007-ben nem öntözött (Ö<sub>1</sub>) és öntözött (Ö<sub>3</sub>) öntözési változatokban mono-, bi- és trikulturában (Debrecen, 60000 tőha<sup>-1</sup>, N<sub>120</sub>+P<sub>90</sub>+K<sub>90</sub>)



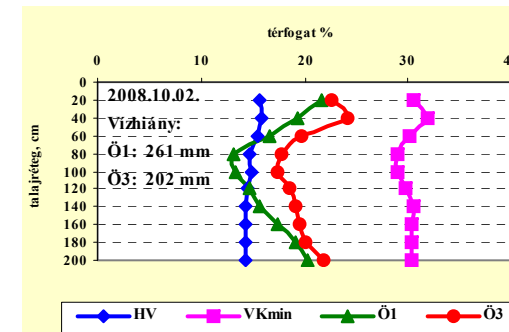
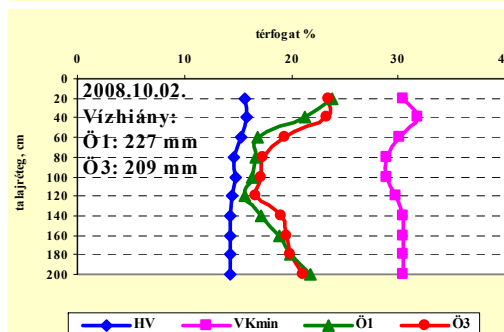
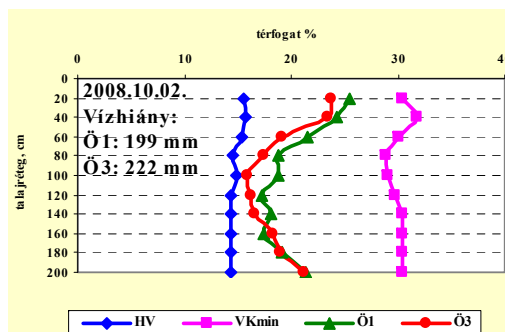
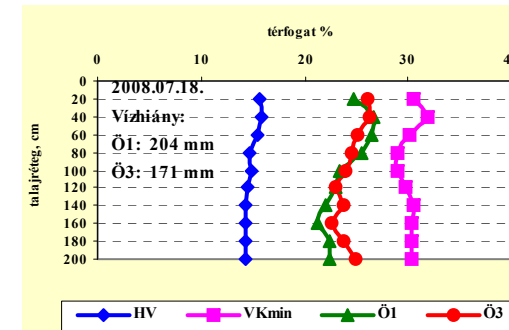
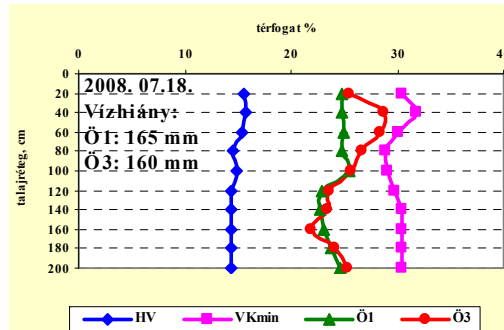
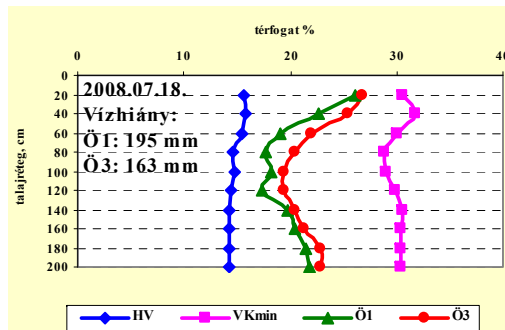
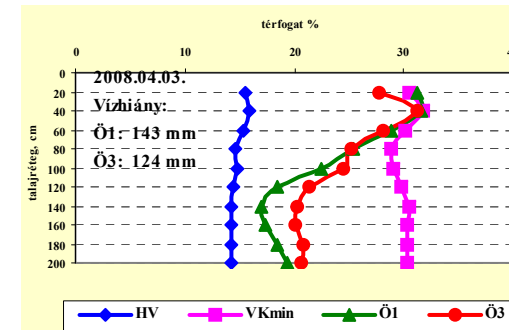
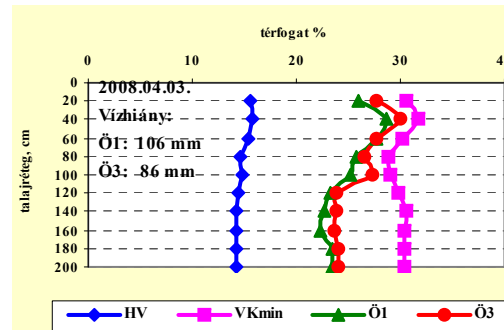
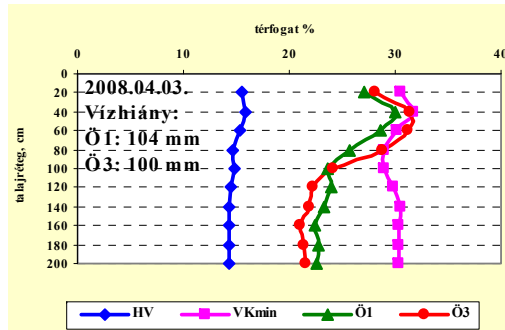


10. ábra. A talaj vízkészletének alakulása 2008-ban nem öntözött (Ö<sub>1</sub>) és öntözött (Ö<sub>3</sub>) öntözési változatokban mono-, bi- és trikulturában (Debrecen, 60000 tóha<sup>-1</sup>, N<sub>120</sub>+P<sub>90</sub>+K<sub>90</sub>)

**Monokultúra**

**Bikultúra**

**Trikultúra**

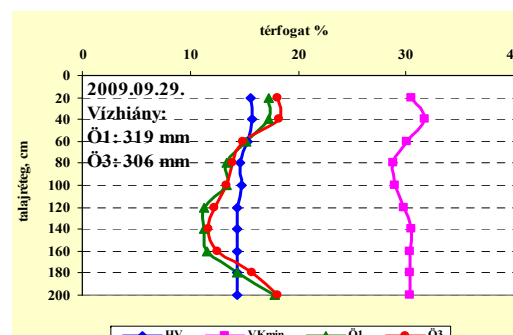
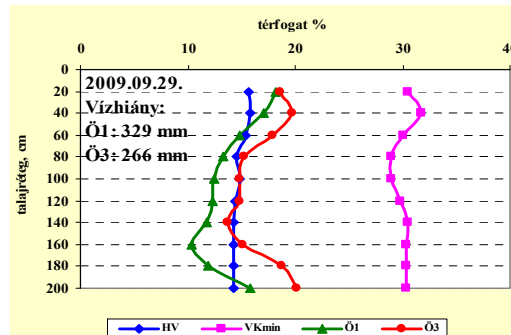
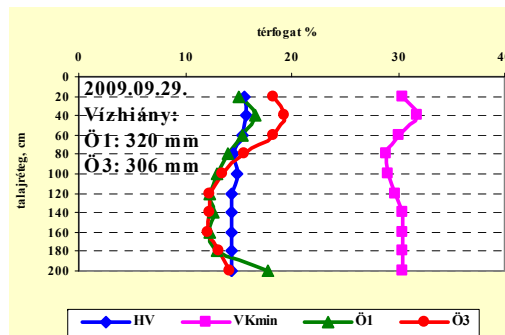
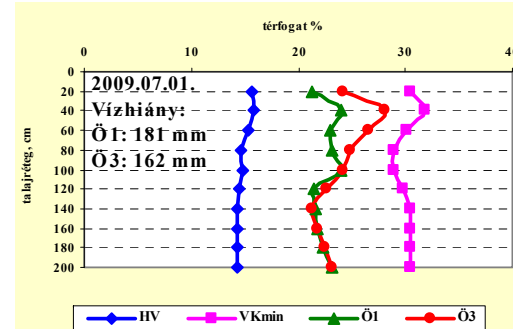
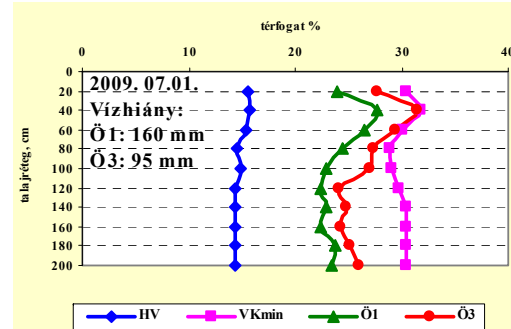
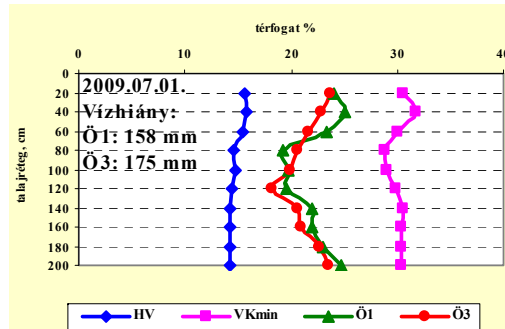
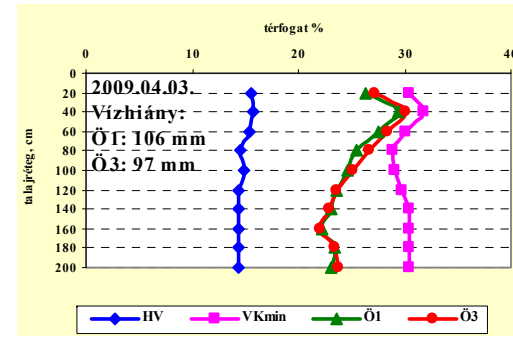
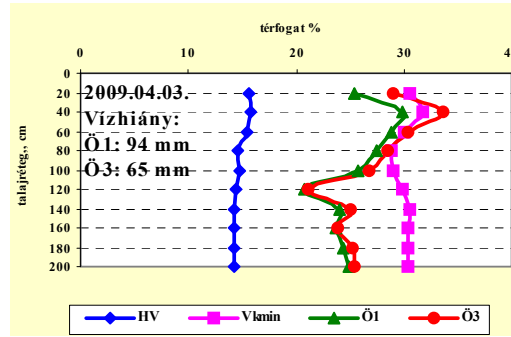
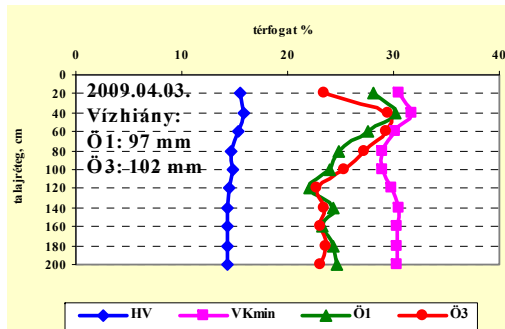


11. ábra. A talaj vízkészletének alakulása 2009-ben nem öntözött (Ö<sub>1</sub>) és öntözött (Ö<sub>3</sub>) öntözési változatokban mono-, bi- és trikulturában (Debrecen, 60000 tóha<sup>-1</sup>, N<sub>120</sub>+P<sub>90</sub>+K<sub>90</sub>)

**Monokultúra**

**Bikultúra**

**Trikulturá**



#### **5.4. Az agrotechnikai tényezők hatása a csernozjom talaj vízhiányára a vizsgált évjáratokban**

A mértékadó talajszelvény (0-200 cm) nedvességekészletének alakulása mellett meghatároztuk a kukoricaállomány vízhiányának dinamikai változását, valamint azt, hogy az egyes öntözési kezelések, tápanyagszintek, vetésváltási rendszerek, az állománysűrűség hogyan befolyásolják a növénytermesztési tér vízháztartását.

A teljes tenyészidőszak vízhiányértékeit bemutató táblázatok a 26-43. számú mellékletben találhatóak. A dolgozat ezen fejezetében a júniusi vízhiányértékeket tartalmazó táblázatot választottam ki, melyek az öntözési kezeléseket közvetlenül követő időszakban mutatják a talaj vízhiányát.

A 2007. évi vízhiányértékek is az aszályos évjárat hatását tükrözik. Vizsgálati eredményeink az öntözés vízhiányra gyakorolt erőteljes csökkentő hatását bizonyították, a nem öntözött és az öntözött parcellák vízhiányértékei között 1-113 mm különbségeket kaptunk. Mindhárom vetésváltási rendszer öntözési változatában tapasztaltunk szignifikáns befolyásoló hatást a nem öntözött kezeléshez képest (monokultúrában 10-98 mm, bikultúrában 1-113 mm és trikultúrában 8-68 mm különbségek) (26 – 31. melléklet).

2007-ben a májusi (05.04. – 05.23.) és a júniusi kétszeri (06.04. – 06.29.) öntözés hatására a talaj vízkészlete gyarapodott, a vízhiány június 04-én minden parcellában szignifikánsan kisebb mértékű volt a nem öntözött parcellákéhoz viszonyítva (170-117 mm). Ez a gyarapodás különböző mértékű volt a három vetésváltási rendszerben. A talaj vízforgalma hasonlóan alakult mono- és trikultúrában, a május 23. öntözést követően jelentősen csökkent a vízhiány. Bikultúrában az öntözés csak mérsékelte a talaj vízkészletének hiányértékeit. Míg mono-, és trikultúrában a júniusi időszakban rohamosan növekedett a vízhiány – és erre a június eleji öntözés csak mérsékelt hatással volt – addig a bikultúra esetében a talaj vízkészletének csökkenése ebben az időszakban jóval mérsékeltebb volt. A június 30-án történt öntözés a nagyfokú aszály következtében nem eredményezett jelentősebb változást a talaj nedvességtartalmában egyik vetésváltási rendszerben sem.

A szinte egész nyáron tartó szárazság és a magas hőmérséklet hatására viszont augusztus közepére csak nagyon kis különbséget mértünk a bi- és trikultúras vetésváltási rendszerben az öntözetlen és az öntözött kezelések vízhiányértékei között. Ez azzal magyarázható, hogy a nagyobb vegetatív és generatív tömeg nagyobb vízfelvételt indukált, amelynek következtében az öntözéssel kijuttatott 200 mm

vízmenyiség ellenére a vízhiány értékek megegyeztek a nem öntözött kezelésben mért értékekkel (monokultúrában nem öntözött kezelésekben 307-354 mm, öntözött kezelésekben 290-345 mm, bikultúrában nem öntözött kezelésekben 320-376 mm, öntözött kezelésekben 331-384 mm, trikultúrában nem öntözött kezelésekben 310-340 mm, öntözött kezelésekben 316-335 mm) (29. melléklet).

A vetésváltási rendszer vízhiányra gyakorolt hatását vizsgálva megállapítható, hogy a három vetésváltási rendszer közül szignifikánsan a bikultúras vetésváltási rendszer vízhiánya volt a legkisebb, a bikultúra vízgazdálkodása volt a legkedvezőbb (5. táblázat).

A trágyázás hatása is megmutatkozik a júniusi vízhiányértékekben, a növekvő tápanyagszint hatására – nem szignifikánsan – növekedett a vízhiány is.

Az állománysűrűségnek szignifikáns hatása nem mutatható ki 2007-ben, a két tőszám között a vízhiányértékek nagyon kis különbséget mutattak (60000 tő ha<sup>-1</sup> 337 mm, 80000 tő ha<sup>-1</sup> 335 mm a vetésváltások, az öntözési, valamint a trágyázási kezelések átlagában).

Vizsgálataink bizonyították, hogy a 2007. évi vegetációs periódusban az átlaghőmérséklet emelkedésével és a csapadékhiány növekedésével párhuzamosan a talaj vízkészlete is csökkenni kezdett, ennek megfelelően egyre nagyobb vízhiányértékeket kaptunk. A nagyfokú párolgás és a növényállomány fokozódó vízfelvételenek eredményeként a talajban raktározódó víz mennyisége erőteljesen csökkent, egészen augusztus közepéig.

Az augusztus harmadik dekájától kezdődő csapadékosabb periódus mindhárom vetésváltási rendszerben pozitív hatást gyakorolt a talaj vízkészletére, csökkentve a vízellátottsági hiányértékeket.

**5. táblázat.** Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, csernozjom talaj, 2007. 06.04.)

|  |        | Monokultúra  |            | Bikultúra    |           | Trikkultúra  |            | Trágyázás x tőszám x öntözés |     | Trágyázás x tőszám | Trágyázás főhatás |
|--|--------|--------------|------------|--------------|-----------|--------------|------------|------------------------------|-----|--------------------|-------------------|
| Műtrágyakezelés                                      | tőszám | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött  | nem öntözött | öntözött   | NÖ                           | Ö   |                    |                   |
| <b>Ø</b>   | 60000  | 170          | 117        | 138          | 72        | 159          | 128        | 156                          | 106 | 131                | -                 |
|  | 80000  | 178          | 112        | 138          | 70        | 141          | 133        | 152                          | 105 | 129                | -                 |
|  |        | <b>174</b>   | <b>115</b> | <b>138</b>   | <b>71</b> | <b>150</b>   | <b>131</b> | 154                          | 105 | -                  | <b>130</b>        |
| N <sub>120</sub> +P <sub>90</sub> +K <sub>90</sub>   | 60000  | 198          | 142        | 151          | 85        | 167          | 131        | 172                          | 119 | 146                | -                 |
|  | 80000  | 197          | 130        | 153          | 84        | 176          | 142        | 175                          | 119 | 147                | -                 |
|  |        | <b>197,5</b> | <b>136</b> | <b>152</b>   | <b>85</b> | <b>172</b>   | <b>137</b> | 174                          | 119 | -                  | <b>146</b>        |
| N <sub>240</sub> +P <sub>180</sub> +K <sub>180</sub> | 60000  | 219          | 137        | 153          | 91        | 156          | 128        | 176                          | 119 | 147                | -                 |
|  | 80000  | 230          | 171        | 157          | 106       | 185          | 133        | 191                          | 137 | 164                | -                 |
|  |        | <b>225</b>   | <b>154</b> | <b>155</b>   | <b>99</b> | <b>171</b>   | <b>131</b> | 183                          | 128 | -                  | <b>156</b>        |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám                             |        | 17           |            | 10           |           | 13           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag                           |        | 20           |            | 12           |           | 16           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> öntözés                            |        | 17           |            | 10           |           | 13           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x tápanyag                  |        | 29           |            | 17           |           | 22           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x öntözés                   |        | 24           |            | 14           |           | 18           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag x öntözés                 |        | 29           |            | 17           |           | 22           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| Műtrágyázási kezelések átlagában                     |        |              |            |              |           |              |            |                              |     |                    |                   |
| Tőszám x vetésváltás x öntözés                       | 60     | 196          | 132        | 147          | 83        | 161          | 129        | 168                          | 115 | 141                | -                 |
|  | 80     | 202          | 138        | 149          | 87        | 167          | 136        | 173                          | 120 | 146                | -                 |
| Műtrágyázás és tőszám átlagában                      |        |              |            |              |           |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás x öntözés                                | -      | 199          | 135        | 148          | 85        | 164          | 133        | 170                          | 117 | -                  | -                 |
| Műtrágyázás, tőszám és öntözés kezelések átlagában   |        |              |            |              |           |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás főhatás                                  | -      | 167          |            | 117          |           | 148          |            | -                            | -   | -                  | -                 |

Összehasonlítva a 2008. évi vízhiányértékeket a 2007. évi eredményekkel megállapítható, hogy 2008-ban a kukoricaállomány talajának vízhiányértékei (32 – 37. melléklet) jóval kisebbek voltak az előző évi értékeknél mindhárom vetésváltás, nem öntözött (Ö<sub>1</sub>) és öntözött (Ö<sub>3</sub>) kezeléseiben egyaránt (2007-ben 70 – 376 mm, 2008-ban 78-271 mm). Ez a jelentős különbség a 2008. év kedvező csapadékmennyiségének és jó csapadékeloszlásának tulajdonítható. Ugyancsak mindhárom vetésváltási rendszerben a vízhiányértékek a júliusi magasabb hőmérséklet hatására megnöttek (a kezdeti 78 – 152 mm vízhiányértékek 131 – 254 mm-re nőttek), melyhez a kukoricaállomány növekvő fitotömege, illetve a növény virágzási és terméskötési fenofázisa által megnövekedett vízfogyasztás is hozzájárult. A kukorica számára optimális vízellátás ellenére szeptember első dekádjára a talaj vízkészlete jelentős mértékben lecsökkent mindkét vízellátási változatban. Ez a kedvező vízellátás miatti nagy vegetatív tömeggel és a kiemelkedő terméseredményekkel magyarázható, a kukoricaállomány a rendelkezésére álló talajnedvességet kiemelkedően nagy vegetatív és generatív tömeg fejlesztésére fordította. A 6. táblázatban bemutatott júniusi vízhiányértékek és agrotechnikai tényezők közötti összefüggések alapján megállapítható, hogy a trágyázásnak vízhiánynövelő hatása volt 2008-ban is, mely hatás nem szignifikáns mértékű (kontroll 108 mm, N<sub>120</sub>+P<sub>90</sub>+K<sub>90</sub> 117 mm, N<sub>240</sub>+P<sub>180</sub>+K<sub>180</sub> 123 mm).

A tőszám a 2007. évjáráttal szemben szignifikánsan növelte a vízhiányt, megállapítható, hogy a kukorica számára kedvező vízellátottság esetén a nagyobb állománysűrűségű állomány több vizet is fogyaszt (60000 tő ha<sup>-1</sup> 108 mm, 80000 tő ha<sup>-1</sup> 124 mm a vetésváltások, az öntözési, valamint a trágyázási kezelések átlagában).

Mivel öntözés nem volt, így az előző évek rendszeres öntözésének az utóhatását lehet megállapítani a vízhiányértékek alapján. Ez a különbség nem szignifikáns, de az egész tenyészidőszak során, illetve a betakarítást követően is megmaradt. Már a vegetációs időszakot közvetlenül megelőzően is a talaj vízkészlete az öntözött vízellátási változatokban – néhány kivételtől eltekintve – szignifikánsan nagyobb volt (nem öntözött kezeléseiben 95-152 mm, míg az öntözöttekben 75-125 mm volt a vízhiány) és ez a különbség az egész tenyészidőszakban, sőt még betakarítás után is megmaradt.

A vetésváltási változatok vízhiányértékei közötti különbségek nem szignifikánsak és nagyon kis eltérést mutatnak (monokultúra 107 mm, bikultúra 115 mm, trikultúra 126 mm), mely arra vezethető vissza, hogy mindhárom vetésváltási rendszer számára elegendő nedvességkészlet állt rendelkezésre a talajban.

6. táblázat. Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, csernozjom talaj, 2008. 06.25.)

| Műtrágyakezelés                                      | tőszám | Monokultúra  |            | Bikultúra    |            | Trikkultúra  |            | Trágyázás x tőszám x öntözés |     | Trágyázás x tőszám | Trágyázás főhatás |
|--|--------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|------------------------------|-----|--------------------|-------------------|
|  |        | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött   | NÖ                           | Ö   |                    |                   |
| <b>Ø</b>   | 60000  | 100          | 98         | 100          | 79         | 119          | 100        | 106                          | 92  | 99                 | -                 |
|  | 80000  | 112          | 97         | 141          | 105        | 125          | 124        | 126                          | 109 | 117                | -                 |
|  |        | <b>106</b>   | <b>98</b>  | <b>121</b>   | <b>92</b>  | <b>122</b>   | <b>112</b> | 116                          | 101 | -                  | <b>108</b>        |
| N <sub>120</sub> +P <sub>90</sub> +K <sub>90</sub>   | 60000  | 71           | 110        | 120          | 97         | 128          | 116        | 106                          | 108 | 107                | -                 |
|  | 80000  | 133          | 95         | 155          | 121        | 132          | 122        | 140                          | 113 | 126                | -                 |
|  |        | <b>102</b>   | <b>103</b> | <b>138</b>   | <b>109</b> | <b>130</b>   | <b>119</b> | 123                          | 110 | -                  | <b>117</b>        |
| N <sub>240</sub> +P <sub>180</sub> +K <sub>180</sub> | 60000  | 107          | 116        | 120          | 99         | 134          | 121        | 120                          | 112 | 116                | -                 |
|  | 80000  | 133          | 109        | 127          | 121        | 145          | 142        | 135                          | 124 | 130                | -                 |
|  |        | <b>120</b>   | <b>113</b> | <b>124</b>   | <b>110</b> | <b>140</b>   | <b>132</b> | 128                          | 118 | -                  | <b>123</b>        |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám                             |        | 17           |            | 10           |            | 13           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag                           |        | 20           |            | 12           |            | 16           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> öntözés                            |        | 17           |            | 10           |            | 13           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x tápanyag                  |        | 29           |            | 17           |            | 22           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x öntözés                   |        | 24           |            | 14           |            | 18           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag x öntözés                 |        | 29           |            | 17           |            | 22           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| Műtrágyázási kezelések átlagában                     |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Tőszám x vetésváltás x öntözés                       | 60     | 93           | 108        | 113          | 92         | 127          | 112        | 111                          | 104 | 108                | -                 |
|  | 80     | 126          | 100        | 141          | 116        | 134          | 129        | 134                          | 115 | 124                | -                 |
| Műtrágyázás és tőszám átlagában                      |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás x öntözés                                | -      | 109          | 104        | 127          | 104        | 131          | 121        | 122                          | 110 | -                  | -                 |
| Műtrágyázás, tőszám és öntözés kezelések átlagában   |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás főhatás                                  | -      | 107          |            | 115          |            | 126          |            | -                            |     | -                  | -                 |

A 2009 évi kísérleti eredményeink alapján megállapítható, hogy már a vetést megelőző időszakban is 100 mm körüli vízhiánnyal lehetett számolni mindhárom vetésváltásban a kevés téli-korlatavaszi csapadék miatt (38 – 43. melléklet).

A vízhiányértékek mérsékelt növekedést mutattak az állomány fejlődésével párhuzamosan egészen július elejéig (a kezdeti 100 mm körüli vízhiány megközelítette, egyes parcelláknál meg is haladta 200 mm-t júliusban). Ha a májusi és júniusi értékeket összevetjük, megállapíthatjuk, hogy a talaj vízkészletében nem következett be változás (májusban 129-190 mm, július elején 143-212 mm vízhiányt mértünk), annak ellenére, hogy ez az időszak a kukorica erőteljesen növekvő vízigényével jellemezhető. Ennek oka a júniusi jelentős mennyiségű csapadék (96,6 mm), melyet az állomány hatékonyan felhasznált vegetatív, a későbbiekben generatív fejlődési szakaszában. Júliusban viszont a kukorica virágzása, terméskötése következtében megnövekvő vízfogyasztása miatt a talaj vízkészletében erőteljes csökkenés indult meg, augusztusban a vízhiányértékek mind a nem öntözött, mind az öntözött parcellákban megközelítették, illetve meg is haladták a 300 mm-t.

A júniusi vízhiányértékek (7. táblázat) alapján a trágyázás hatása 2009-ben is jelentkezett, a növekvő trágyadózis, nagyobb vízhiányértékeket eredményezett, bár az eltérés nem volt szignifikáns (kontroll 143 mm,  $N_{120}+P_{90}+K_{90}$  158 mm,  $N_{240}+P_{180}+K_{180}$  172 mm).

A tőszám hatása sem szignifikáns, a 60000 tő  $ha^{-1}$  és a 80000 tő  $ha^{-1}$  állománysűrűség esetében a vízhiányértékek között nagyon kis értékbeli különbségeket kaptunk (60000 tő  $ha^{-1}$  153 mm, 80000 tő  $ha^{-1}$  162 mm a vetésváltási változatok, az öntözési, valamint a trágyázási kezelések átlagában).

Az öntözés vízháztartásra gyakorolt hatását vizsgálva megállapítható, hogy a tenyészidőszak elején az eltérés a nem öntözött és az öntözött parcellák vízhiányértékei között monokultúrában a legkisebb (10-98 mm), a különbség viszont nem szignifikáns. A júliustól kezdődő jelentős csapadékhiány és a 30 éves átlagnál 3 °C-kal is magasabb havi átlaghőmérséklet hatására augusztus végére augusztus végére trikultúrában a nem öntözött kezelés vízhiányértékei hasonlóak voltak az öntözött kezelésben mért vízhiányértékekhez (2-21 mm különbség). Monokultúrában az öntözött kezelés értékei meg is haladták a nem öntözött kezeléseket (5-17 mm-rel). Ez az öntözés eredményezte nagyobb vegetatív és generatív fitotömeg nagyobb vízfelvételével, illetve az egyre súlyosbodó légköri és talajaszállyal magyarázható.



7. táblázat. Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, csernozjom talaj, 2009. 07.01.)

|  |        | Monokultúra  |            | Bikultúra    |            | Trikkultúra  |            | Trágyázás x tőszám x öntözés |     | Trágyázás x tőszám | Trágyázás főhatás |
|--|--------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|------------------------------|-----|--------------------|-------------------|
| Műtrágyakezelés                                      | tőszám | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött   | NÖ                           | Ö   |                    |                   |
| <b>Ø</b>   | 60000  | 143          | 137        | 151          | 102        | 168          | 117        | 154                          | 119 | 136                | -                 |
|  | 80000  | 161          | 131        | 160          | 110        | 185          | 149        | 169                          | 130 | 149                | -                 |
|  |        | <b>152</b>   | <b>134</b> | <b>156</b>   | <b>106</b> | <b>177</b>   | <b>133</b> | 161                          | 124 | -                  | <b>143</b>        |
| N <sub>120</sub> +P <sub>90</sub> +K <sub>90</sub>   | 60000  | 158          | 175        | 160          | 95         | 181          | 162        | 166                          | 144 | 155                | -                 |
|  | 80000  | 196          | 149        | 171          | 108        | 193          | 153        | 187                          | 137 | 162                | -                 |
|  |        | <b>177</b>   | <b>162</b> | <b>166</b>   | <b>102</b> | <b>187</b>   | <b>158</b> | 177                          | 140 | -                  | <b>158</b>        |
| N <sub>240</sub> +P <sub>180</sub> +K <sub>180</sub> | 60000  | 177          | 155        | 182          | 119        | 199          | 178        | 186                          | 151 | 168                | -                 |
|  | 80000  | 212          | 163        | 160          | 135        | 197          | 186        | 190                          | 161 | 176                | -                 |
|  |        | <b>195</b>   | <b>159</b> | <b>171</b>   | <b>127</b> | <b>198</b>   | <b>182</b> | 188                          | 156 | -                  | <b>172</b>        |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám                             |        | 17           |            | 15           |            | 13           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag                           |        | 21           |            | 19           |            | 16           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> öntözés                            |        | 17           |            | 15           |            | 13           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x tápanyag                  |        | 29           |            | 26           |            | 22           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x öntözés                   |        | 24           |            | 22           |            | 18           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag x öntözés                 |        | 29           |            | 26           |            | 22           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| Műtrágyázási kezelések átlagában                     |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Tőszám x vetésváltás x öntözés                       | 60     | 159          | 156        | 164          | 105        | 183          | 152        | 169                          | 138 | 153                | -                 |
|  | 80     | 190          | 148        | 164          | 118        | 192          | 163        | 182                          | 143 | 162                | -                 |
| Műtrágyázás és tőszám átlagában                      |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás x öntözés                                | -      | 175          | 152        | 164          | 112        | 187          | 158        | 175                          | 140 | -                  | -                 |
| Műtrágyázás, tőszám és öntözés kezelések átlagában   |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás főhatás                                  | -      | 163          |            | 138          |            | 172          |            | -                            | -   | -                  | -                 |

Az öntözött kezelésekben az április vége június eleje közti időszakban a kísérlet eredményei az öntözés pozitív hatásáról tanúskodnak. Míg a nem öntözött kezelésekben a vízhiányértékek ebben az időszakban jelentősen nőttek (az áprilisi 89-112 mm-ről júniusban 139-190 mm-re), addig a májusban kijuttatott öntözővíz hatására az öntözött parcellák talajának vízkészletében nagymértékű növekedés nem következett be (április végén a vízhiány 65-135 mm, május végén 51-135 mm között alakult). Az öntözés megfelelő időpontját bizonyítja, hogy a vízhiányértékek ebben az időszakban stagnáltak. A kukoricaállomány a növekedési fázisában kapta a vízutánpótlást, így azt maradéktalanul fel tudta használni vegetatív fejlődéséhez.

A 7. táblázat értékei alapján megállapítható, hogy az öntözés vízhiányt csökkentő hatása szignifikánsan jelentkezett 2009-ben (nem öntözött kezelésekben 175 mm, öntözött kezelésekben 140 mm a vetésváltási változatok, a műtrágya- és tőszámkezelések átlagában).

A vetésváltás esetében a bikultúra vízhiányértékei alakultak szignifikánsan a legkisebb szinten (monokultúra 163 mm, bikultúra 138 mm, trikultúra 172 mm).

Az 5., 6. és 7. táblázat alapján összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy a trágyázás, mint főhatás mindhárom évben növelte a vízhiányt, mivel a nagyobb trágyaadagok nagyobb mennyiségű víz felvételét is eredményezik. Az öntözésnek mindkét száraz évjáratban szignifikáns hatása volt a talaj víztartalmának növekedésére.

A tőszám az extrém száraz 2007. évben és a száraz 2009. évben a vízhiányértékekben szignifikáns hatást nem mutatott, a nagyobb (80000 tő ha<sup>-1</sup>) állománysűrűség esetében nagyon kis különbséggel voltak nagyobbak. 2008-ban szignifikáns különbség állapítható meg a két tőszám vízhiányértékeiben, a kisebb állománysűrűségű állomány kevesebb vizet is fogyasztott.

#### **5.5. Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica terméshozamára**

A növénytermesztési tér vízháztartásának alakulása jelentős hatást gyakorol a terméseredményekre is. A vízháztartási folyamatokat agroökológiai és agrotechnikai tényezők egyaránt befolyásolják, meghatározzák. Ebben a fejezetben összefüggést kerestünk az agrotechnikai tényezők (vetésváltás, tápanyag, tőszám, öntözés), a termésmennyiség a tenyészedőszakot közvetlenül megelőző (április), a virágzáskori (június végi), valamint a szemtelítődési időszak – egyben a vegetációs periódus legnagyobb (augusztus közepe – szeptember eleje) – vízhiánya között, a három – jellegét tekintve eltérő – évjáratban.

**8. táblázat.** Az agrotechnikai tényezők hatása a csernozjom talaj vízhiányára és a kukorica termésére (Debrecen, 2007.)

|   | MONOKULTÚRA   |      |      |                   |               |      |      |                   | Az öntözés<br>terméstöbblete<br>(kg/ha) |
|---|---------------|------|------|-------------------|---------------|------|------|-------------------|---|
|   | Nem öntözött  |      |      |                   | Öntözött      |      |      |                   |   |
|   | Vízhiány (mm) |      |      | Termés<br>(kg/ha) | Vízhiány (mm) |      |      | Termés<br>(kg/ha) |   |
|   | Ápr.          | Jún. | Aug. |                   | Ápr.          | Jún. | Aug. |                   |   |
| <b>Ø</b>  |               |      |      |                   |               |      |      |                   |   |
| 60 ezer   | 186           | 170  | 307  | 2667              | 125           | 117  | 242  | 5277              | 2610                                    |
| 80 ezer   | 193           | 178  | 325  | 2348              | 172           | 112  | 297  | 4914              | 2566                                    |
| <b>N<sub>120</sub>+P<sub>90</sub>K<sub>90</sub></b>   |               |      |      |                   |               |      |      |                   |   |
| 60 ezer   | 207           | 198  | 356  | 4228              | 166           | 142  | 345  | 8233              | 4005                                    |
| 80 ezer   | 216           | 197  | 336  | 3364              | 184           | 130  | 325  | 6889              | 3525                                    |
| <b>N<sub>240</sub>+P<sub>180</sub>K<sub>180</sub></b> |               |      |      |                   |               |      |      |                   |   |
| 60 ezer   | 223           | 219  | 350  | 2361              | 188           | 137  | 332  | 7858              | 5497                                    |
| 80 ezer   | 244           | 230  | 354  | 2109              | 216           | 171  | 290  | 6757              | 4648                                    |
|   | BIKULTÚRA     |      |      |                   |               |      |      |                   | Az öntözés<br>terméstöbblete<br>(kg/ha) |
|   | Nem öntözött  |      |      |                   | Öntözött      |      |      |                   |   |
|   | Vízhiány (mm) |      |      | Termés<br>(kg/ha) | Vízhiány (mm) |      |      | Termés<br>(kg/ha) |   |
|   | Ápr.          | Jún. | Aug. |                   | Ápr.          | Jún. | Aug. |                   |   |
| <b>Ø</b>  |               |      |      |                   |               |      |      |                   |   |
| 60 ezer   | 135           | 138  | 320  | 5983              | 87            | 71   | 339  | 8680              | 2697                                    |
| 80 ezer   | 145           | 138  | 376  | 6057              | 93            | 70   | 331  | 8106              | 2049                                    |
| <b>N<sub>120</sub>+P<sub>90</sub>K<sub>90</sub></b>   |               |      |      |                   |               |      |      |                   |   |
| 60 ezer   | 144           | 151  | 355  | 7696              | 102           | 85   | 354  | 10694             | 2998                                    |
| 80 ezer   | 154           | 153  | 369  | 7159              | 116           | 84   | 344  | 10241             | 3082                                    |
| <b>N<sub>240</sub>+P<sub>180</sub>K<sub>180</sub></b> |               |      |      |                   |               |      |      |                   |   |
| 60 ezer   | 149           | 153  | 358  | 7026              | 105           | 91   | 384  | 8761              | 1735                                    |
| 80 ezer   | 153           | 157  | 363  | 6504              | 141           | 106  | 369  | 8747              | 2243                                    |
|   | TRIKULTÚRA    |      |      |                   |               |      |      |                   | Az öntözés<br>terméstöbblete<br>(kg/ha) |
|   | Nem öntözött  |      |      |                   | Öntözött      |      |      |                   |   |
|   | Vízhiány (mm) |      |      | Termés<br>(kg/ha) | Vízhiány (mm) |      |      | Termés<br>(kg/ha) |   |
|   | Ápr.          | Jún. | Aug. |                   | Ápr.          | Jún. | Aug. |                   |   |
| <b>Ø</b>  |               |      |      |                   |               |      |      |                   |   |
| 60 ezer   | 166           | 159  | 328  | 6761              | 168           | 128  | 328  | 7833              | 1072                                    |
| 80 ezer   | 137           | 141  | 310  | 6560              | 156           | 133  | 316  | 8258              | 1698                                    |
| <b>N<sub>120</sub>+P<sub>90</sub>K<sub>90</sub></b>   |               |      |      |                   |               |      |      |                   |   |
| 60 ezer   | 182           | 167  | 332  | 6890              | 169           | 131  | 334  | 11031             | 4141                                    |
| 80 ezer   | 171           | 175  | 328  | 6614              | 172           | 142  | 335  | 10992             | 4378                                    |
| <b>N<sub>240</sub>+P<sub>180</sub>K<sub>180</sub></b> |               |      |      |                   |               |      |      |                   |   |
| 60 ezer   | 148           | 156  | 324  | 6630              | 160           | 128  | 333  | 10026             | 3396                                    |
| 80 ezer   | 183           | 185  | 340  | 6003              | 167           | 133  | 329  | 9586              | 3583                                    |

2007-ben mindegyik vetésváltási rendszerben, mindhárom (kontroll, N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>, N<sub>240</sub>P<sub>180</sub>K<sub>180</sub>) trágyázási kezelésben a két állománysűrűség terméseredményeit összehasonlítva nagy eltéréseket állapítottunk meg a vizsgált kukorica modellnövényénél (8., 9. táblázat). Mind a nem öntözött (Ö<sub>1</sub>), mind az öntözött (Ö<sub>3</sub>) kezelésben nagyobb terméseket kaptunk az alacsonyabb tőszámok esetében: a nem öntözött kezelésekben monokultúrában 250-870 kg ha<sup>-1</sup>-ral, bikultúrában 52-530 kg ha<sup>-1</sup>-ral, trikultúrában 200-630 kg ha<sup>-1</sup>-ral, az öntözött kezelésekben pedig monokultúrában 360-1100 kg ha<sup>-1</sup>-ral, bikultúrában 14-570 kg ha<sup>-1</sup>-ral, trikultúrában 39-440 kg ha<sup>-1</sup>-ral volt több a termés, két kivétellel, bikultúra nem öntözött kezelésében a kontroll tápanyagszinten (itt 74 kg ha<sup>-1</sup>-ral), valamint trikultúra esetében az öntözött parcellákban ugyancsak a kontroll tápanyagszinten (itt 425 kg ha<sup>-1</sup>-ral) a 80000 tő ha<sup>-1</sup>-os állománysűrűségű kukorica állomány termett többet. Ez azt bizonyítja, hogy a kukorica számára ilyen aszályos

körülmények között a kisebb állománysűrűség az optimális. A vetésváltási rendszerekben a termésmaximumot a N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> trágyakezelésben kaptuk.

**9. táblázat.** A 2007. évi vízhiány és terméseredményekhez tartozó varianciatáblázat

|                  |         | SzD <sub>5%</sub> |          |         |                      |                     |                       |
|------------------|---------|-------------------|----------|---------|----------------------|---------------------|-----------------------|
|                  |         | tőszám            | tápanyag | öntözés | tőszám x<br>tápanyag | tőszám x<br>öntözés | tápanyag x<br>öntözés |
| mono-<br>kultúra | április | 23                | 28       | 23      | 39                   | 32                  | 39                    |
|                  | jún     | 17                | 20       | 17      | 29                   | 24                  | 29                    |
|                  | aug     | 24                | 29       | 24      | 41                   | 33                  | 41                    |
|                  | termés  | 124               | 152      | 124     | 214                  | 175                 | 214                   |
| bi-<br>kultúra   | április | 10                | 13       | 10      | 18                   | 14                  | 18                    |
|                  | jún     | 10                | 12       | 10      | 17                   | 14                  | 17                    |
|                  | aug     | 21                | 25       | 21      | 36                   | 29                  | 36                    |
|                  | termés  | 233               | 285      | 233     | 403                  | 329                 | 403                   |
| tri-<br>kultúra  | április | 16                | 20       | 16      | 28                   | 23                  | 28                    |
|                  | jún     | 13                | 16       | 13      | 22                   | 18                  | 22                    |
|                  | aug     | 18                | 22       | 18      | 32                   | 26                  | 32                    |
|                  | termés  | 244               | 299      | 244     | 423                  | 345                 | 423                   |

Az öntözés hatására jelentős, szignifikáns terméstöbbletet kaptunk a nem öntözött parcellák terméseredményeihez képest, mely az egyes vetésváltásokban, a különböző tőszámoktól és tápanyagszintektől függően 2-5,5 t ha<sup>-1</sup> között változott.

Kísérleti eredményeink szerint a tápanyagellátásnak igen jelentős, szignifikáns termésmenvelő hatása volt valamennyi vetésváltásban és öntözési változatban. Az 1983. évben beállított tartamkísérletben, ahol minden parcella, minden évben ugyanazt a kezelést kapja, azaz a kontroll kezelések tápanyag-utánpótlásban nem részesülnek, a talaj tápanyagkészlete erőteljesen csökkent, ennek eredményeként a műtrágyázás hatása mono- és bikultúrában jelentős volt. Míg a N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> tápanyagszinten monokultúrában a termésmenvekedés 1-1,5 t ha<sup>-1</sup>, bikultúrában pedig 1,1-1,5 t ha<sup>-1</sup>, addig ez trikultúra esetében csupán 0,05-0,1 t ha<sup>-1</sup> volt. A terméseredmények alapján az N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> műtrágya kezelés bizonyult az agroökológiai optimumnak a különböző vízellátottsági és tőszám kezelésekben.

A nagyobb termés, nagyobb tápanyag- és vízfelvétel eredményezett, amelynek következtében a tenyészidőszak során a vízhiány folyamatosan növekedett a talajban.

A terméseredmények alapján megállapítható, hogy amellet, hogy az N<sub>240</sub>P<sub>180</sub>K<sub>180</sub> műtrágyadózisok már a környezetet is nagymértékben terhelik, a termés mennyiségére is csökkentőleg hatottak. Ehhez hozzájárult a 2007. tenyészév rendkívül meleg és aszályos időjárása, mivel a megfelelő tápanyagellátás mellett a növényállománynak megfelelő vízellátásra is szüksége van.

Az agroökológiai és az agrotechnikai tényezőknek a növénytermesztési tér vízháztartásának befolyásolásán keresztül hatása van a termés mennyiségére is. A vizsgálati éveink között két, jellegét tekintve ellentétes évjárat is szerepel, így összefüggéseket kerestünk az öntözés, a termés és a vízhiány között egy aszályos (2007) és egy optimális vízellátottságú (2008) évjáratban (10., 11. táblázat). 2007-ben a nagy szárazság okozta abiotikus stressz következtében rendkívül alacsony terméseket takarítottunk be a nem öntözött kezelésekben. A tartós aszály miatt az öntözésnek jelentős, szignifikáns termésmenvelő hatását tapasztaltuk: monokultúrában 2566-5497 kg ha<sup>-1</sup>, bikultúrában 2049-3082 kg ha<sup>-1</sup>, míg trikultúrában 1072-4378 kg ha<sup>-1</sup> volt az öntözés terméstöbblete az egyes trágyakezeléseknek, illetve állománysűrűségnek megfelelően. Az öntözővíz adagok megfelelő időben történő kijuttatását jelzi, hogy a vízhiányértékek az öntözött kezelésekben sem csökkentek, a kukoricaállomány a vizet megfelelő hatékonysággal használta fel a termésképződési folyamataiban.

2008-ban (öntözés nem volt) a nem öntözött és az öntözött parcellák vízhiányértékei és terméseredményei között nagyon kis különbségek állapíthatók meg, mely különbségek nem szignifikánsak. A kukorica számára optimális vízellátás ellenére augusztusra a talaj vízkészlete jelentős mértékben lecsökkent mindkét vízellátási változatban: monokultúrában 180-262 mm, bikultúrában 167-391 mm, trikultúrában 174-254 mm között alakult a vízhiány, vízellátási, trágyázási kezelésektől, illetve az állománysűrűségtől függően. A 2008. tenyészév kedvező vízellátása következtében a kukoricaállományok a rendelkezésére álló talajnedvességet kiemelkedően nagy vegetatív és generatív tömeg fejlesztésére fordították, tehát a tenyészidőszak második felében jellemző nagy vízellátottsági hiányértékek a nagy fitotömeggel és a kiváló terméseredményekkel magyarázhatóak.

**10. táblázat.** Az agrotechnikai tényezők hatása a csernozjom talaj vízhiányára és a kukorica termésére (Debrecen, 2008.)

|   | MONOKULTÚRA   |      |      |               |                                  |          |                                  |       | Az öntözés<br>terméstöbblete<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) |
|---|---------------|------|------|---------------|----------------------------------|----------|----------------------------------|-------|--|
|   | Nem öntözött  |      |      |               | Termés<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | Öntözött |                                  |       |  |
|   | Vízhiány (mm) |      |      | Vízhiány (mm) |                                  |          | Termés<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) |       |  |
|   | Ápr.          | Jún. | Aug. | Ápr.          |                                  | Jún.     |                                  | Aug.  |  |
| <b>Ø</b>  |               |      |      |               |                                  |          |                                  |       |  |
| 60 ezer   | 96            | 100  | 180  | 9049          | 82                               | 98       | 202                              | 8580  | -469   |
| 80 ezer   | 109           | 112  | 180  | 8819          | 75                               | 97       | 165                              | 7559  | -1260  |
| <b>N<sub>120</sub>+P<sub>90</sub>K<sub>90</sub></b>   |               |      |      |               |                                  |          |                                  |       |  |
| 60 ezer   | 104           | 71   | 202  | 13809         | 100                              | 110      | 216                              | 12893 | -916   |
| 80 ezer   | 115           | 133  | 262  | 12095         | 102                              | 94       | 195                              | 11444 | -651   |
| <b>N<sub>240</sub>+P<sub>180</sub>K<sub>180</sub></b> |               |      |      |               |                                  |          |                                  |       |  |
| 60 ezer   | 111           | 107  | 245  | 12909         | 96                               | 116      | 196                              | 13292 | 383  |
| 80 ezer   | 104           | 133  | 271  | 12464         | 85                               | 109      | 232                              | 11657 | -807   |
|   | BIKULTÚRA     |      |      |               |                                  |          |                                  |       |  |
|   | Nem öntözött  |      |      |               | Termés<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | Öntözött |                                  |       | Az öntözés<br>terméstöbblete<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) |
|   | Vízhiány (mm) |      |      | Vízhiány (mm) |                                  |          | Termés<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) |       |  |
|   | Ápr.          | Jún. | Aug. | Ápr.          |                                  | Jún.     |                                  | Aug.  |  |
| <b>Ø</b>  |               |      |      |               |                                  |          |                                  |       |  |
| 60 ezer   | 95            | 100  | 168  | 11514         | 78                               | 79       | 167                              | 12709 | 1195   |
| 80 ezer   | 152           | 141  | 390  | 11577         | 92                               | 105      | 189                              | 13294 | 1717   |
| <b>N<sub>120</sub>+P<sub>90</sub>K<sub>90</sub></b>   |               |      |      |               |                                  |          |                                  |       |  |
| 60 ezer   | 106           | 120  | 210  | 14056         | 86                               | 97       | 202                              | 14158 | 102  |
| 80 ezer   | 149           | 155  | 363  | 14396         | 103                              | 121      | 249                              | 14703 | 307  |
| <b>N<sub>240</sub>+P<sub>180</sub>K<sub>180</sub></b> |               |      |      |               |                                  |          |                                  |       |  |
| 60 ezer   | 107           | 120  | 230  | 13360         | 85                               | 99       | 226                              | 13736 | 376  |
| 80 ezer   | 110           | 127  | 283  | 13803         | 101                              | 121      | 281                              | 13849 | 46   |
|   | TRIKULTÚRA    |      |      |               |                                  |          |                                  |       |  |
|   | Nem öntözött  |      |      |               | Termés<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | Öntözött |                                  |       | Az öntözés<br>terméstöbblete<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) |
|   | Vízhiány (mm) |      |      | Vízhiány (mm) |                                  |          | Termés<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) |       |  |
|   | Ápr.          | Jún. | Aug. | Ápr.          |                                  | Jún.     |                                  | Aug.  |  |
| <b>Ø</b>  |               |      |      |               |                                  |          |                                  |       |  |
| 60 ezer   | 101           | 119  | 212  | 11321         | 105                              | 100      | 202                              | 11154 | -167   |
| 80 ezer   | 98            | 125  | 179  | 11714         | 88                               | 124      | 174                              | 11293 | -421   |
| <b>N<sub>120</sub>+P<sub>90</sub>K<sub>90</sub></b>   |               |      |      |               |                                  |          |                                  |       |  |
| 60 ezer   | 143           | 128  | 249  | 13622         | 124                              | 116      | 212                              | 14089 | 467  |
| 80 ezer   | 121           | 132  | 234  | 13465         | 107                              | 122      | 216                              | 14236 | 771  |
| <b>N<sub>240</sub>+P<sub>180</sub>K<sub>180</sub></b> |               |      |      |               |                                  |          |                                  |       |  |
| 60 ezer   | 133           | 134  | 254  | 13358         | 117                              | 121      | 224                              | 13219 | -139   |
| 80 ezer   | 129           | 145  | 249  | 14192         | 125                              | 142      | 247                              | 14362 | 170  |

**11. táblázat.** A 2008. évi vízhiány és terméseredményekhez tartozó varianciatáblázat

|                  |         | SzD <sub>5%</sub> |          |         |                      |                     |                       |
|------------------|---------|-------------------|----------|---------|----------------------|---------------------|-----------------------|
|                  |         | tószám            | tápanyag | öntözés | tószám x<br>tápanyag | tószám x<br>öntözés | tápanyag x<br>öntözés |
| mono-<br>kultúra | április | 10                | 13       | 10      | 18                   | 15                  | 18                    |
|                  | jún     | 14                | 17       | 14      | 24                   | 20                  | 24                    |
|                  | aug     | 24                | 30       | 24      | 42                   | 35                  | 42                    |
|                  | termés  | 418               | 512      | 418     | 724                  | 591                 | 724                   |
| bi-<br>kultúra   | április | 9                 | 11       | 9       | 15                   | 13                  | 15                    |
|                  | jún     | 10                | 13       | 10      | 18                   | 15                  | 18                    |
|                  | aug     | 18                | 22       | 18      | 31                   | 25                  | 31                    |
|                  | termés  | 502               | 615      | 502     | 870                  | 710                 | 870                   |
| tri-<br>kultúra  | április | 15                | 18       | 15      | 25                   | 21                  | 25                    |
|                  | jún     | 14                | 17       | 14      | 24                   | 19                  | 24                    |
|                  | aug     | 23                | 29       | 23      | 40                   | 33                  | 40                    |
|                  | termés  | 468               | 573      | 468     | 811                  | 662                 | 811                   |

A termésátlagok tekintetében viszont nagy különbségek mutatkoznak mono-, bi- és trikultúrában. A bikultúrás vetésváltás talaj vízháztartására gyakorolt pozitív hatása jól

érzékelhető a kiemelkedő terméseredményekből, illetve az évek óta rendszeresen öntözött parcellák terméstöbbletéből. Míg a mono- és trikultúras termesztési rendszerben a nem öntözött parcellák terméseredményei voltak a nagyobbak, addig bikultúrában (a búza-kukorica vetésváltásban) a korábban öntözött kezelések nagyobb talajnedvesség-készlettel rendelkeztek már a vetést megelőző időszakban, április első napjaiban is, és ez a tendencia a virágzás-terméskötés időszakában is megmaradt. Ez a megállapítás a  $N_{120}P_{90}K_{90}$  tápanyagkezelés,  $60000 \text{ tó ha}^{-1}$  tőszámnál szembetűnő. A nagyobb,  $80000 \text{ tó ha}^{-1}$  állománysűrűség a nagyobb vízfogyasztása következtében kisebb induló vízkészlettel rendelkezett, illetve a nagyobb termések eléréséhez több vízre volt szüksége. A tőszám termésre gyakorolt hatása tendencia jelleggel érvényesült, szignifikáns különbségeket nem tudtunk megállapítani. A legnagyobb terméseket a  $80000 \text{ tó ha}^{-1}$  tőszámnál kaptuk.

A 2009. tenyészidőszakban vizsgálva az öntözés és a talaj vízforgalma közötti összefüggéseket a három tápanyagszinten és két állománysűrűség esetén megállapítható, hogy a három vetésváltási rendszer közül mono- és trikultúrában volt a legnagyobb a vízhiány, a legnagyobb értékeket itt kaptuk (12., 13. táblázat). Az átlaghőmérséklet emelkedésével és a csapadékhiány növekedésével párhuzamosan a talaj vízkészlete is csökkenni kezdett, ennek megfelelően egyre nagyobb vízhiányértékeket kaptunk, melyek augusztusra érték el maximumukat: monokultúrában kontroll (műtrágya nélküli) kezelésben nem öntözött körülmények között  $60000 \text{ tó ha}^{-1}$  tőszámnál 257-343 mm, bikultúrában 240-324 mm, míg trikultúrában kontroll kezelésben nem öntözött körülmények között  $60000 \text{ tó ha}^{-1}$  tőszámnál 291-355 mm között alakult a vízhiány, a öntözési és tápanyagellátási szintektől, valamint a tőszámtól függően.

Mindhárom vetésváltási rendszerben tapasztalható a júniusi csapadék talaj vízkészletére gyakorolt kedvező hatása. Április végétől május végéig a vízhiány jelentősen növekedett, ez az ütem azonban júniusra lelassult, a talaj vízkészletében jóval kisebb mértékű csökkenés volt tapasztalható. Július végétől a nagyfokú párolgás és a növényállomány fokozódó vízfelvételének eredményeként a talajban raktározódó víz mennyisége erőteljesen csökkent, és ez az állapot megmaradt egészen a tenyészidőszak végéig.

**12. táblázat.** Az agrotechnikai tényezők hatása a csernozjom talaj vízhiányára és a kukorica termésére (Debrecen, 2009.)

|   | MONOKULTÚRA   |      |      |               |                                  |          |                                  |       | Az öntözés<br>terméstöbblete<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) |
|---|---------------|------|------|---------------|----------------------------------|----------|----------------------------------|-------|--|
|   | Nem öntözött  |      |      |               | Termés<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | Öntözött |                                  |       |  |
|   | Vízhiány (mm) |      |      | Vízhiány (mm) |                                  |          | Termés<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) |       |  |
|   | Ápr.          | Jún. | Aug. | Ápr.          |                                  | Jún.     |                                  | Aug.  |  |
| <b>Ø</b>  |               |      |      |               |                                  |          |                                  |       |  |
| 60 ezer   | 89            | 147  | 275  | 6009          | 78                               | 137      | 283                              | 6438  | 429  |
| 80 ezer   | 108           | 167  | 293  | 5447          | 97                               | 131      | 257                              | 6404  | 957  |
| <b>N<sub>120</sub>+P<sub>90</sub>K<sub>90</sub></b>   |               |      |      |               |                                  |          |                                  |       |  |
| 60 ezer   | 91            | 182  | 324  | 8774          | 102                              | 175      | 341                              | 10973 | 2199   |
| 80 ezer   | 76            | 160  | 324  | 8795          | 85                               | 149      | 327                              | 10595 | 1800   |
| <b>N<sub>240</sub>+P<sub>180</sub>K<sub>180</sub></b> |               |      |      |               |                                  |          |                                  |       |  |
| 60 ezer   | 97            | 177  | 326  | 8704          | 108                              | 155      | 342                              | 11173 | 2469   |
| 80 ezer   | 122           | 212  | 343  | 7792          | 102                              | 163      | 339                              | 11256 | 3464   |
|   | BIKULTÚRA     |      |      |               |                                  |          |                                  |       |  |
|   | Nem öntözött  |      |      |               | Termés<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | Öntözött |                                  |       | Az öntözés<br>terméstöbblete<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) |
|   | Vízhiány (mm) |      |      | Vízhiány (mm) |                                  |          | Termés<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) |       |  |
|   | Ápr.          | Jún. | Aug. | Ápr.          |                                  | Jún.     |                                  | Aug.  |  |
| <b>Ø</b>  |               |      |      |               |                                  |          |                                  |       |  |
| 60 ezer   | 95            | 127  | 293  | 10112         | 48                               | 102      | 240                              | 10491 | 379  |
| 80 ezer   | 94            | 129  | 299  | 9674          | 51                               | 110      | 263                              | 9958  | 284  |
| <b>N<sub>120</sub>+P<sub>90</sub>K<sub>90</sub></b>   |               |      |      |               |                                  |          |                                  |       |  |
| 60 ezer   | 94            | 160  | 318  | 12329         | 65                               | 95       | 242                              | 13968 | 1639   |
| 80 ezer   | 107           | 171  | 322  | 11517         | 59                               | 108      | 291                              | 13005 | 1488   |
| <b>N<sub>240</sub>+P<sub>180</sub>K<sub>180</sub></b> |               |      |      |               |                                  |          |                                  |       |  |
| 60 ezer   | 91            | 182  | 324  | 11055         | 53                               | 119      | 299                              | 12651 | 1596   |
| 80 ezer   | 76            | 160  | 324  | 10090         | 60                               | 135      | 304                              | 12656 | 2566   |
|   | TRIKULTÚRA    |      |      |               |                                  |          |                                  |       |  |
|   | Nem öntözött  |      |      |               | Termés<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | Öntözött |                                  |       | Az öntözés<br>terméstöbblete<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) |
|   | Vízhiány (mm) |      |      | Vízhiány (mm) |                                  |          | Termés<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) |       |  |
|   | Ápr.          | Jún. | Aug. | Ápr.          |                                  | Jún.     |                                  | Aug.  |  |
| <b>Ø</b>  |               |      |      |               |                                  |          |                                  |       |  |
| 60 ezer   | 93            | 139  | 291  | 8556          | 90                               | 117      | 312                              | 9225  | 669  |
| 80 ezer   | 100           | 161  | 317  | 8335          | 99                               | 149      | 320                              | 8801  | 466  |
| <b>N<sub>120</sub>+P<sub>90</sub>K<sub>90</sub></b>   |               |      |      |               |                                  |          |                                  |       |  |
| 60 ezer   | 106           | 181  | 336  | 10160         | 97                               | 162      | 339                              | 12858 | 2698   |
| 80 ezer   | 108           | 193  | 350  | 9205          | 99                               | 153      | 347                              | 12648 | 3443   |
| <b>N<sub>240</sub>+P<sub>180</sub>K<sub>180</sub></b> |               |      |      |               |                                  |          |                                  |       |  |
| 60 ezer   | 104           | 199  | 355  | 9565          | 110                              | 178      | 346                              | 10664 | 1099   |
| 80 ezer   | 109           | 197  | 351  | 8759          | 107                              | 186      | 353                              | 10750 | 1991   |

**13. táblázat.** A 2009. évi vízhiány és terméseredményekhez tartozó varianciatáblázat

|                  |         | SzD <sub>5%</sub> |          |         |                      |                     |                       |
|------------------|---------|-------------------|----------|---------|----------------------|---------------------|-----------------------|
|                  |         | tőszám            | tápanyag | öntözés | tőszám x<br>tápanyag | tőszám x<br>öntözés | tápanyag x<br>öntözés |
| mono-<br>kultúra | április | 12                | 14       | 12      | 20                   | 16                  | 20                    |
|                  | jún     | 17                | 21       | 17      | 29                   | 24                  | 29                    |
|                  | aug     | 17                | 20       | 17      | 29                   | 23                  | 29                    |
|                  | termés  | 322               | 394      | 322     | 557                  | 455                 | 557                   |
| bi-<br>kultúra   | április | 14                | 17       | 14      | 24                   | 20                  | 24                    |
|                  | jún     | 12                | 14       | 12      | 20                   | 16                  | 20                    |
|                  | aug     | 24                | 29       | 24      | 41                   | 34                  | 41                    |
|                  | termés  | 533               | 653      | 533     | 924                  | 754                 | 924                   |
| tri-<br>kultúra  | április | 8                 | 10       | 8       | 15                   | 12                  | 15                    |
|                  | jún     | 13                | 16       | 13      | 23                   | 19                  | 23                    |
|                  | aug     | 13                | 16       | 13      | 22                   | 18                  | 22                    |
|                  | termés  | 492               | 602      | 492     | 852                  | 695                 | 852                   |

A vizsgált három évjáratból kettő, eltérő mértékben száraz volt (2007., 2009.), viszont ez a csapadékhiány az egyes években különböző módon jelentkezett, az időjárás növénytermesztési tér vízháztartására gyakorolt hatását illetően máshogy értékelendő.



Ha összehasonlítjuk a 2007. és 2009. év terméseredményeit és a tenyészidőszak legnagyobb vízhiányértékeit elmondható, hogy a vízhiányértékek hasonlóan alakultak mindkét évben. 2009-ben a kukoricaállomány fejlődése szempontjából a kritikus fenofázisban (intenzív vegetatív növekedés) érkező csapadék a virágzás-terméskötés időszakát közvetlenül megelőzte, így mentve meg a termést, míg a 2007. évben az állomány a nagyobb mennyiségű csapadékot csak késve, augusztus közepén kapta, így az már nem volt hatással a termésmennyiség növekedésére.

Az állománysűrűség hatása a két száraz évjáratban a terméseredményekben is megmutatkozott. 2007-ben, egy igen aszályos évben a nagyobb (80000 tó ha<sup>-1</sup>) tőszámsűrűség kedvezőtlen volt, minden esetben szignifikánsan kisebb terméseket takarítottunk be a 60000 tó ha<sup>-1</sup> állománysűrűségű parcellák terméseihez viszonyítva.

2009-ben, mely csak részben tekinthető száraz évjáratnak, vagy nem állapítható meg szignifikáns terméstöbblet a két tőszám között, illetve a 60000 tó ha<sup>-1</sup> eredményei szignifikánsan nagyobbak a 80000 tó ha<sup>-1</sup> esetében kapott terméseredményeknél. Ez azt bizonyítja, hogy a műtrágyadózisok emelkedésével nem minden esetben jár együtt a termésnövekedés, ha a tápanyagfelvételhez szükséges víz csak korlátozott mennyiségben áll a növény rendelkezésére.

2009-ben a nem öntözött kezelésben (Ö<sub>1</sub>) a legnagyobb termést (12329 kg ha<sup>-1</sup>) bikultúrában kaptuk. Az Ö<sub>3</sub> kezelésben mindhárom vetésváltási rendszerben nőtt a termés az öntözetlen parcellákéhoz viszonyítva. A legnagyobb növekedés (3464 kg ha<sup>-1</sup>) monokultúrában tapasztalható (nem öntözött: 7792 kg ha<sup>-1</sup>; öntözött: 11256 kg ha<sup>-1</sup>).

A vízhiányértékekből megállapítható, hogy a kukorica számára a bikultúras vetésváltás a legkedvezőbb, az egész tenyészidőszakot vizsgálva itt kaptuk a legkisebb vízhiányértékeket. A 2007. év kisebb terméseredményei (monokultúrában 2109-8233 t ha<sup>-1</sup>, bikultúrában 5983-10694 t ha<sup>-1</sup>, trikultúrában 6003-11031 t ha<sup>-1</sup> a vetésváltási változatoktól, öntözési, tőszám és trágyázási kezelésektől függően) magas vízhiányértékeknek tulajdoníthatóak, míg a 2009. év ugyancsak kedvezőtlen csapadékelátottsága ellenére a terméseredmények jóval nagyobbak voltak (monokultúrában 5447-11256 t ha<sup>-1</sup>, bikultúrában 9674-13968 t ha<sup>-1</sup>, trikultúrában 8335-12858 t ha<sup>-1</sup> a vetésváltási változatoktól, öntözési, tőszám és trágyázási kezelésektől függően). Ez a kiemelkedő mennyiségű júniusi csapadék következtében alakult így. A 30 éves átlagnál is több csapadék kedvező hatással volt a kukorica virágzási-terméskötési időszakában megnövekvő vízigényének kielégítésére, ezáltal a nagyobb terméseredmények kialakulására. Az öntözött parcellák esetében a májusi vízutánpótlás

a kukoricának még egyenletesebb vízellátást biztosított a tenyészidőszak első felében, így erőteljesebb vegetatív fejlődés, még nagyobb terméseredmények realizálódtak. A vizsgálatok azt bizonyítják, hogy aszályos évjáratokban is rugalmasan léphetünk fel a szárazság termés csökkentő hatásával szemben megfelelő agrotechnika alkalmazásával.

#### **5.6. A kukorica termését kialakító tényezők interaktív elemzése a vizsgálati években**

A vizsgálatokat polifaktoriális tartamkísérletben végeztük, ami lehetőséget nyújtott egyszerre több agrotechnikai tényező, vízháztartásra gyakorolt interaktív hatását is vizsgáltuk. A vizsgálati eredmények és következtetések jelentősége viszont a gyakorlati hasznosíthatóságukban is megmutatkoznak. Így ki kívántam emelni a vizsgált több tényező közül a gyakorlatban elfogadott és használt paramétereket, kezeléseket, és ilyen vizsgálati körülmények között elemeztem az adott agrotechnikai tényezők (mono-, bi- és trikultúrás vetésváltási rendszerek, öntözés, 60000 tő ha<sup>-1</sup> tőszám, N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> tápanyagszint) termésmennyiségre és vízhiányra gyakorolt hatását, a 2007., 2008. és 2009. évben. Az évjárat nagymértékben befolyásolja a talajok vízháztartását, vízkészletük alakulását, ezáltal a termesztett növényünk termésmennyiségét is. A talajok vízháztartásának javítására, a növényállományok nedvességviszonyainak nyomon követésére hívja fel a figyelmet a 14. táblázat, ahol a kukorica vegetációs időszakának legnagyobb vízhiányértékei és kukorica terméseredményei láthatók mindhárom vizsgált évben. A táblázat a 60000 tő ha<sup>-1</sup> és 80000 tő ha<sup>-1</sup> tőszámú, valamint a kontroll, N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> és a N<sub>240</sub>P<sub>180</sub>K<sub>180</sub> tápanyagszintű parcellák terméseiből és vízhiány értékeiből számított átlagot mutatja be.

2007. és 2009. évben a csapadékhiány a talajok vízháztartásában is megmutatkozott, a kukorica szemtelítődési időszakában a nem öntözött parcellákban monokultúrában 338 mm, bikultúrában 357 mm és trikultúrában pedig 327 mm volt a vízhiány, ami a terméseredményekre is hatást gyakorolt, azaz monokultúrában 2846 kg ha<sup>-1</sup>, bikultúrában 6738 kg ha<sup>-1</sup> és trikultúrában 6576 kg ha<sup>-1</sup> volt a termés. A tenyészidőszak maximális vízhiányánál a nem öntözött és az öntözött kezelések között az öntözés szignifikáns hatása nem mutatható ki, ez azzal magyarázható, hogy a növényállomány mindkét vízutánpótlási kezelésben a legnagyobb vízigénnyel lépett fel a tenyészidőszak ezen szakaszában, így az előzőleg kijuttatott öntözővizet maradéktalanul felhasználta növekedési és termésképződési folyamataihoz. Ezt jól tükrözik a terméseredmények, amelyeknél minden esetben szignifikáns az öntözött parcellák terméstöbblete. Az

optimális csapadékellátottságú 2008. év terméseihez képest ez monokultúrában 8678 kg ha<sup>-1</sup>, bikultúrában 6380 kg ha<sup>-1</sup> és trikultúrában 6369 kg ha<sup>-1</sup> termésnövekedést jelentett. 2008-ban bikultúra esetében szignifikáns az eltérés a két öntözési kezelés között, mely a bikultúras vetésváltásban szereplő növények jó vízgazdálkodását bizonyítja.

A 2009. év száraz volta ellenére merőben más eredményeket hozott. A talaj vízkészlete itt is nagy vízhiányról tanúskodik, az öntözővizet nem kapott kezelésekben az augusztus végi – szeptember eleji időszakban monokultúrában 314 mm, bikultúrában 316 mm és trikultúrában 334 mm vízhiányértékeket kaptunk. A terméseredményekben viszont olyan nagy különbségek nem mutatkoztak: monokultúrában 3937 kg-mal, bikultúrában 2322 kg-mal, míg trikultúrában 3848 kg-mal termett kevesebb hektáronként a 2008. évihez viszonyítva. A magyarázat a csapadék eloszlásában keresendő, a kukoricaállományra júniusban nagy, mennyiségében még a 30 éves átlagot is meghaladó (96,6 mm, míg a 30 éves átlag 79,5 mm) csapadék hullott, mely a termésképződési folyamatokra kedvező hatással volt.

Ha a vetésváltás, mint agrotechnikai tényező hatását vizsgáljuk megállapítható, hogy a maximális vízhiány értékekben szignifikáns különbség nincs, az állomány augusztusra – előveteménytől függetlenül – mindhárom vetésváltási rendszerben kimerítette a talaj vízkészletét. A terméseredményekben viszont a száraz évjáratokban (2007., 2009.) szignifikáns különbség mutatkozik, monokultúrához képest bi- és trikultúrában jelentős terméstöbblet alakult ki: 2007-ben a nem öntözött kezelésekben bikultúrában 3468 kg ha<sup>-1</sup>, trikultúrában 2662 kg ha<sup>-1</sup>, míg az öntözött parcellákban bikultúrában 2461 kg ha<sup>-1</sup>, trikultúrában 1793 kg ha<sup>-1</sup>, 2009-ben a nem öntözött kezelésekben bikultúrában 3555 kg ha<sup>-1</sup>, trikultúrában 1386 kg ha<sup>-1</sup>, az öntözött parcellákban pedig bikultúrában 2995 kg ha<sup>-1</sup>, trikultúrában 1885 kg ha<sup>-1</sup> terméstöbbletet adott a kukorica a monokultúras terméseredményekhez viszonyítva. Ez is azt bizonyítja, hogy kukorica számára a hosszú idejű, régóta tartó monokultúras termesztés nem megfelelő. Ez a kontraszt a három vetésváltás között 2008-ban, mint csapadékos évjáratban nem olyan jelentős, tehát szárazságra egyre inkább hajló időjárásunk, az egyre gyakoribb aszályos évjáratok következtében is a kukorica monokultúras termesztését kerülni érdemes.

Ezt támasztják alá az öntözött kezelések terméseredményei is. A 2007., rendkívül aszályos és meleg évjáratban az öntözés jelentős terméstöbbletet adott. Monokultúrában 3809 kg ha<sup>-1</sup>, bikultúrában 2467 kg ha<sup>-1</sup> és trikultúrában 3045 kg ha<sup>-1</sup> volt a terméstöbblet öntözés hatására. Ebből is látszik, hogy a monokultúras termesztés eredményessége nagyobb mértékben függ a vízellátottsági viszonyoktól.

2009-ben is, kisebb mértékben, de szignifikánsan kimutatható az öntözési terméstopplett: monokultúrában 2199 kg ha<sup>-1</sup>, bikultúrában 1639 kg ha<sup>-1</sup> és trikultúrában 2698 kg ha<sup>-1</sup>.

A nem öntözött és az öntözött parcellák vízhiányértékei között a két száraz évben (2007., 2009.) nincs szignifikáns különbség. Ez azzal magyarázható, hogy a kukoricaállomány az öntözéssel pótoltt vizet hatékonyan felhasználta vegetatív, de főleg generatív növekedési fázisában, melyet a nem öntözött kezelések terméseredményeire viszonyított jelentősen kedvezőbb terméseredmények bizonyítanak.

**14. táblázat.** Az öntözés és vetésváltás hatása a kukorica terméshozamára a trágyázási és tőszám kezelések átlagában kísérleti évenként (Debrecen, 2007-2009. évek, kezelések átlagai)

|                                 | Monokultúra |          | Bikultúra  |          | Trikultúra |          |
|---------------------------------|-------------|----------|------------|----------|------------|----------|
|                                 | Öntözetlen  | Öntözött | Öntözetlen | Öntözött | Öntözetlen | Öntözött |
| <b>2007. év</b>                 |             |          |            |          |            |          |
| max. vízhiány (mm)              | 338         | 314      | 357        | 354      | 327        | 329      |
| Termés (kg ha <sup>-1</sup> )   | 2846        | 6655     | 6738       | 9205     | 6576       | 9621     |
| SzD <sub>5%</sub> max. vízhiány | 24          |          | 21         |          | 32         |          |
| SzD <sub>5%</sub> termés        | 124         |          | 233        |          | 244        |          |
| <b>2008. év</b>                 |             |          |            |          |            |          |
| max. vízhiány (mm)              | 223         | 212      | 278        | 220      | 238        | 220      |
| Termés (kg ha <sup>-1</sup> )   | 11524       | 10919    | 13118      | 13741    | 12945      | 13059    |
| SzD <sub>5%</sub> max. vízhiány | 24          |          | 18         |          | 23         |          |
| SzD <sub>5%</sub> termés        | 418         |          | 502        |          | 468        |          |
| <b>2009. év</b>                 |             |          |            |          |            |          |
| max. vízhiány (mm)              | 314         | 315      | 316        | 277      | 334        | 336      |
| Termés (kg ha <sup>-1</sup> )   | 7587        | 9473     | 10796      | 12122    | 9097       | 10824    |
| SzD <sub>5%</sub> max. vízhiány | 17          |          | 24         |          | 13         |          |
| SzD <sub>5%</sub> termés        | 322         |          | 533        |          | 492        |          |

Megvizsgáltuk az egyes agrotechnikai tényezők hatását a kukorica terméskülönbségeire is. Megállapítható, hogy az öntözésnek a termésnövelő hatása nagyobb tápanyagszinten erőteljesebb, azaz az öntözés hiányos tápanyagellátás esetén nem megfelelő hatékonysággal érvényesül. Az optimális víz- (öntözés) és tápanyagellátás (trágyázás) kölcsönhatása jelentős terméstopplettet eredményezett. Ezt bizonyítja a 15. táblázat is, a legnagyobb terméskülönbséget (2873 kg ha<sup>-1</sup>) 2008-ban kaptuk, amikor a kukorica számára kedvező volt a vízellátás.

A vetésváltási változatok esetében a bi- és trikultúras vetésváltási rendszerek terméseredményeit a monokultúras értékekhez viszonyítottuk. A 15. táblázatból megállapítható, hogy a 3 év átlagát tekintve a bikultúras vetésváltási változatnál volt a legnagyobb a terméskülönbség (2786 kg ha<sup>-1</sup>).

A tőszám tekintetében állapítottuk meg a legkisebb eltérést a két állománysűrűség terméseredményei között, de mindhárom év esetében a kezelések átlagában a 80000 tő ha<sup>-1</sup> –nál termésnövekedés mutatható ki a 60000 tő ha<sup>-1</sup>-hoz viszonyítva (15. táblázat).

**15. táblázat.** Agrotechnikai tényezők hatásának értékelése a terméskülönbségek (kg ha<sup>-1</sup>) alapján (Debrecen, 2007-2009)

| Agrotechnikai tényező | 2007 |         | 2008 |         | 2009 |         | 3 év átlaga |         |
|-----------------------|------|---------|------|---------|------|---------|-------------|---------|
|                       | Ø    | Nopt+PK | Ø    | Nopt+PK | Ø    | Nopt+PK | Ø           | Nopt+PK |
| Öntözés               | 2115 | 3688    | -    | -       | 1080 | 2292    | 1598        | 2990    |
| Tápanyagellátás       | 1716 |         | 2873 |         | 1833 |         | 2141        |         |
| Vetésváltás           | Bi   | Tri     | Bi   | Tri     | Bi   | Tri     | Bi          | Tri     |
|                       | 3221 | 3348    | 2208 | 1780    | 2929 | 1431    | 2786        | 2186    |
| Tőszám                | -413 |         | -111 |         | -445 |         | -323        |         |

Pearson-féle korrelációval összefüggéseket kerestünk az egyes évjáratokban, illetve az egyes vetésváltásokban a vízhiányértékek, a termés, az öntözés, a tápanyagellátás, a tenyészidőszak előtti csapadék (október – március), a tenyészidőszak (április – szeptember) csapadékmennyisége, valamint a június-július, mint a vízellátás szempontjából kiemelt fontosságú időszak csapadéka között.

2007-ben az öntözésnek erős befolyásoló hatását lehetett kimutatni a termésre (0,649), mely kapcsolat szignifikáns. Aszályos évjáratban a tápanyagellátás és a termés közötti összefüggés közepes (0,335), a korlátozott vízellátás miatt (16. táblázat).

**15. táblázat.** Néhány agrotechnikai elem és a termés közötti korreláció 2007., 2008., 2009. évben (Debrecen)

| Tényező         | 2007                          | 2008      | 2009      |
|-----------------|-------------------------------|-----------|-----------|
|                 | termés (kg ha <sup>-1</sup> ) |           |           |
| öntözés         | 0,649(**)                     | -         | 0,397(**) |
| tápanyagellátás | 0,335(**)                     | 0,597(**) | 0,422(**) |
| tőszám          | -0,089                        | -0,031    | -0,108    |

A dupla csillaggal (\*\*) jelölt számok P=1 %-os szinten szignifikáns korrelációt mutatnak

2008-ban ezek az értékek ellenkezőleg alakultak, az optimális vízellátás következtében. A kukorica számára minden fenofázisban kellő mennyiségben rendelkezésre álló talajnedvesség hatására a tápanyag és a termés között szoros szignifikáns kapcsolat (0,597) alakult ki.

2009-ben az öntözés és a termés között közepes, szignifikáns korreláció (0,397) állapítható meg, mely azzal magyarázható, hogy az állomány a mesterséges vízutánpótlást májusban kapta, így az öntözővizet vegetatív fejlődési folyamataiban használta fel.

A generatív fejlődési fázis kezdetén hullott nagyobb mennyiségű csapadék hatására a talaj vízkészlete jelentősen gyarapodott, így a kukorica erőteljesen fokozódó tápanyag- és vízfelvételéhez kellő mennyiségű nedvesség állt rendelkezésre a talajban. A tápanyagellátás és a termés között közepes, szignifikáns (0,422) az összefüggés. A tőszám egyik évjáratban sem volt szignifikáns korrelációs kapcsolatban a terméssel.

Az egyes vetésváltási rendszerekben a termés, a vízhiány, az öntözés, a tápanyagellátás, a tenyészidőszakot megelőző, a tenyészidőszakbeli, illetve a június-júliusi csapadék és hőmérsékleti értékeket vetettük össze, vizsgáltuk a közöttük lévő korrelációs kapcsolatot, a vizsgálati (2007., 2008. és 2009.) években (17. táblázat).

A három év vizsgálati eredményei alapján megállapítható, hogy az évjárat hatása a termésre mono- és trikultúrában közepesen erős (0,456, 0,300), bikultúrában erős (0,540) korrelációs kapcsolatot mutat. A termés és a vízhiány között bi- és trikultúrában szoros (-0,668, -0,562), monokultúrában közepesen szoros (-0,423) negatív az összefüggés. Ezzel ellentétben a tápanyagellátásnak monokultúrában meghatározóbb a szerepe a másik két vetésváltással szemben (monokultúrában 0,350, bikultúrában 0,299 és trikultúrában 0,233).

Mindhárom vetésváltásban a legnagyobb a befolyásoló hatása a termésmennyiségre, ezáltal a vízhiányra is, a júniusi – júliusi időszak, a kukorica legvízigényesebb időszaka, amikor a vízellátottság mellett a hőmérséklet is igen erős hatással bír a termésképződési folyamatokra. A júniusi –júliusi időszakban hullott csapadék és termés között mono,- bi és trikultúrában igen erős szignifikáns összefüggés állapítható meg (monokultúrában 0,711, bikultúrában 0,754 és trikultúrában 0,781).

Az őszi-téli hónapok „talajt feltöltő” csapadéka is, mely a tenyészidőszakon kívül esik, meghatározó jelentőségű a termésalakító folyamatokra nézve, mono- és bikultúrában igen szoros (0,749, 0,832), trikultúrában erős (0,685) korrelációs kapcsolatot mutat a betakarított termés mennyiségével.

A tenyészidőszak csapadéka és a vízhiány között igen szoros a kapcsolat mono- és trikultúrában (-0,740, -0,858), bikultúrában az összefüggés szoros (-0,558). Az április-szeptemberi csapadék és a termés közötti korrelációs kapcsolat erőssége közepes mono- és bikultúrában (0,431, 0,427), míg trikultúrában erős (0,581). A tenyészidőbeli csapadék, a termés és vízhiány kapcsolata alapján megállapítható, hogy a bikultúrás vetésváltási rendszer vízgazdálkodása kedvező. Bár több jellemzőt (terméseredmények az egyes növényi kultúráknál, a talaj tápanyag- és levegő gazdálkodása, szerkezete, a

talajélet, a mikro-, mezo- és makroelemek aránya) együttesen vizsgálva a trikultúrás vetésváltás a legelőnyösebb, mégis mono- és trikultúrás vetésváltásban az elővetemények (monokultúrában a kukorica kukorica után, trikultúrában borsó- búza-kukorica) vízfelhasználása, talajvízháztartásra gyakorolt erőteljesebb hatásuk következtében az induló, tavaszi vízkészlet kisebb, a talaj „feltöltöttségi állapota” gyengébb, mint a kukorica bikultúrában (búza-kukorica) való termesztésekor.

**16. táblázat.** Néhány agrotechnikai elem, a hőmérséklet, a csapadék és a termés közötti korrelációs együtthatók (Debrecen, 2007-2008-2009. évek)

|                                       | <b>Monokultúra</b> | <b>Bikultúra</b> | <b>Trikultúra</b> |
|---------------------------------------|--------------------|------------------|-------------------|
| Évjárat-termés                        | 0,456**            | 0,540**          | 0,300**           |
| Tápanyag-termés                       | 0,350**            | 0,183            | 0,233*            |
| Vízhiány-termés                       | -0,423**           | -0,668**         | -0,562**          |
| Tőszám-termés                         | -0,104             | -0,041           | -0,013            |
| Június-júliusi csapadék-termés        | 0,711**            | 0,754**          | 0,781**           |
| Június-júliusi csapadék-vízhiány      | -0,808**           | -0,810**         | -0,878**          |
| Október-márciusi csapadék-termés      | 0,749**            | 0,832**          | 0,685**           |
| Október-márciusi csapadék-vízhiány    | -0,529**           | -0,768**         | -0,506**          |
| Április-szeptemberi csapadék-termés   | 0,431**            | 0,427**          | 0,581**           |
| Április-szeptemberi csapadék-vízhiány | -0,740**           | -0,558**         | -0,858**          |
| Június-júliusi hőösszeg-termés        | -0,782**           | -0,848**         | -0,788**          |
| Június-júliusi hőösszeg-vízhiány      | 0,723**            | 0,847**          | 0,751**           |

A dupla csillaggal (\*\*) jelölt számok P=1 %-os szinten szignifikáns korrelációt mutatnak

Monokultúrában a kukorica több évig történő önmaga utáni termesztésével bekövetkező egyoldalú tápanyag- és vízfelhasználás, míg trikultúrában a borsó-búza-kukorica vetésváltás hatására a talaj vízkészlete erőteljesebb negatív befolyásoló hatásoknak van kitéve. A borsó utáni búzaállomány a pillangós növény után visszahagyott kedvező tápanyag- és vízháztartási viszonyokhoz, ezáltal a nagyobb termések eléréséhez több vizet használ fel a talajból, így az utána következő kukorica számára a tenyészidőszak kezdetén kedvezőtlenebb vízháztartási viszonyok állnak rendelkezésre. Ez a magyarázat arra is, hogy míg bikultúrában a vízhiány és az április – szeptemberi időszak csapadékösszege között erős negatív (-0,558), addig a másik két vetésváltási rendszerben igen erős a korrelációs kapcsolat (monokultúrában -0,740, trikultúrában -0,858), a kisebb tavaszi vízkészlettel induló kukoricaállomány nagyobb mértékben függ a későbbi, a tenyészidőszak folyamán lehullott csapadék mennyiségétől, eloszlásától.

A június-júliusi hőösszeg és termés között igen szoros szignifikáns negatív korreláció (monokultúrában -0,782, bikultúrában -0,848, trikultúrában -0,788) állapítható meg. A június-júliusi hőösszeg és vízhiány közötti korrelációs kapcsolat ugyancsak igen szoros és szignifikáns (monokultúrában 0,723, bikultúrában 0,847, trikultúrában 0,751), csapadékosabb évjárat esetén a hőmérsékleti értékek kisebbek, illetve ez fordítva is igaz, aszályos évjáratban a csapadékhiányhoz igen magas hőmérséklet is párosul a nyári hónapokban.



## 6. Következtetések, javaslatok

A globális felmelegedés kedvezőtlen hatásai (aszályos évjáratok gyakorisága, szélsőséges időjárási jelenségek, a csapadék éven belüli egyenlőtlen eloszlása) napjainkban egyre jelentősebb mértékben jelennek meg a szántóföldi növénytermesztésben. Ezért a növénytermesztési gyakorlatban fontosak a szélsőséges vízháztartási helyzetek, azok növényállományra gyakorolt hatásainak vizsgálata. Cél ezen szélsőséges, a növénytermesztés tér szempontjából káros vízháztartási állapot kialakulásának megelőzése, illetve minél hamarabb történő megszüntetése. Kutatási célkitűzéseimet a fent említett tények alapján határoztam meg.

A vizsgálataimat polifaktoriális tartamkísérletben végeztem 2007., 2008. és 2009. évben, csernozjom talajon, a Hajdúságban. A kísérletben 3 vetésváltási rendszert alkalmaztam: monokultúra (kukorica), bikultúra (kukorica-búza), trikultúra (kukorica-búza-borsó), melyekben három tápanyagszintet, két tőszámot és két vízellátási kezelést (öntözött és nm öntözött) állítottunk be. A vízforgalom vizsgálatára mindhárom évben 6 alkalommal vettünk talajmintát 200 cm-ig, mono-, bi- és trikultúra vetésváltási rendszer parcelláiból 20 cm-es rétegenként. Gravimetriásan megállapítottuk a minták nedvességtartalmát, amit térfogatszázalékban fejeztünk ki. A nedvességadatokból vízhiányt is számoltunk. Az első mintavétel a tenyészidőszak kezdete, a vetés előtt, míg a hatodik a kukorica betakarítása után történt, a közbülső négy a kukorica egyes fenofázisaiban (3-4 leveles állapot, virágzás, megtermékenyülés, szemtelítődés).

Értékeltem a meteorológiai tényezőket, (hőmérséklet, csapadék) valamint a kukorica vízháztartása közötti összefüggéseket. A három tenyészév hőmérsékleti és csapadék viszonyait vizsgálva megállapítható, hogy 2007-ben egyenlőtlen eloszlású volt a vízellátottság, a 30 éves átlagtól kevesebb csapadék hullott, ugyanakkor a hőmérséklet a 30 éves átlagot meghaladta. Áprilistól szeptember végéig, a kukorica vetésétől betakarításáig összesen 283,8 mm csapadék hullott, ami 61,3 mm-rel maradt el a 30 éves átlag ezen időszakra vonatkozó összegétől. A kukoricaállományt négy alkalommal öntöztük (a kiöntözött összes vízmennyiség 200 mm volt).

A 2008. tenyészév egészét tekintve az előzőnél jóval csapadékosabb volt és a csapadék eloszlása a kukorica vízigényének szempontjából rendkívül kedvezően alakult. A jó csapadékelátottságot bizonyítja, hogy a 2008. tenyészév (április-szeptember) csapadékmennyisége 138,8 mm-rel meghaladta a 30 éves átlagot (345,1 mm).

A hőmérséklet az egész időszakban alacsonyabb volt a 2007. évi értékeknél. Ezek alapján megállapítható, hogy a 2008. tenyészév időjárása a kukorica szempontjából rendkívül kedvező volt.

A 2009-ben a vizsgálat első évéhez (2007. év) képest is kevesebb, mindössze 168,8 mm eső hullott. A júniusi 96,6 mm csapadék viszont a kukoricaállomány fejlődésének szempontjából nagyon meghatározó, a későbbi fenofázisokat tekintve fontos volt. A csapadékhiányhoz a magas hőmérsékleti értékek párosultak, melyek tovább súlyosbították a vízhiány káros következményeit.

Összehasonlítottuk az egyes vetésváltási rendszerek nem öntözött ( $\ddot{O}_1$ ) és öntözött ( $\ddot{O}_3$ ) kezeléseiben a talaj vízkészletének alakulását 200 cm-es talajszelvényben a három vizsgált évjáratban. A 0-200 cm talajszelvényt három rétegre bontottuk a kukorica gyökerezési mélységének megfelelően: 0-60 cm, a gyökértömeg nagy része itt helyezkedik el, 61-120 cm a gyökértömeg kisebb része hatol le ebbe a zónába, a virágzás időszakától kezdődően, 121-200 cm gyökerezés szempontjából nem meghatározó, de a kapilláris vízemelés miatt szerepet játszik a felsőbb talajrétegek vízellátásában.

Megállapítottuk, hogy a három talajréteg közül a felső, 0-60 cm réteg vízforgalmának alakulása a legintenzívebb, a csapadék, illetve az öntözés hatása itt a legnagyobb a talajnedvesség-készlet alakulására. A 61-120 cm réteg a tenyészidőszak során később, amikor már a kukorica gyökere ebbe a zónába is lehatol, vesz részt a vízellátásban, míg az alsó, 121-200 cm réteg közvetve, a kapilláris vízemelés révén vesz részt a vízellátásban, a kukorica vízigénye szempontjából a legvízigényesebb időszakban (virágzás-szemtelítődés) pótolja a felette lévő szint vízvesztését, nedvességcsökkenését. A középső (61-120 cm) és az alsó (121-200) talajréteg vízforgalma sokkal kiegyenlítettebb, jelentősebb változás csak a felső (0-60) szintre jellemző, a másik két rétegben kisebb volumenű.

2007-ben a talaj vízkészlete mindhárom vetésváltási rendszerben, mindegyik tápanyagkezelésben és mindkét tőszám esetében augusztusra a talaj holtvíz tartalmának értéke alá csökkent (a talajban az áprilisi, kezdő nedvességtartalom 20 és 30 % között mozgott, míg augusztusban 11-17 % nedvességtartalom volt mérhető).

A 2008. tenyészévben a 200 cm talajszelvényben a talaj vízkészlete mindhárom vetésváltási rendszerben kedvezően alakult a kukorica számára (18-30 %), a holtvíztartalom értékét csak nyár végére közelítette meg (17-24 %). A talaj felső, 60 cm-es rétege szinte a  $VK_{\min}$  értékig telített volt tavasszal (23-34 %), ez a kukorica

kelését, kezdeti fejlődését nagymértékben segítette. A tenyészidőszak végére viszont a gyökérzónában a vízkészlet holtvíz szintig csökkent, de ez már nem befolyásolta kedvezőtlenül a kukorica szemtelítődési folyamatait.

2009-ben a talajnedvességet kifejező térfogatszázalékos értékek kiegyensúlyozottabban alakultak. A 2007., ugyancsak száraz évjáráttal összevetve itt a kukorica számára kedvező júniusi, kiemelkedő mennyiségű csapadék a termésben is pozitívan realizálódott. A májusi öntözés hatása is megfelelő időzítésű volt, a kukorica intenzív növekedési fázisában történt, így azt az állomány maradéktalanul fel tudta használni.

A vízhiányértékeket vizsgálva megállapítható, hogy jól tükrözik az aszályos évjárat hatását mind 2007-ben, mind 2009-ben. Az öntözésnek mindkét évjáratban erőteljes vízhiánycsökkentő hatása érvényesült, a nem öntözött és az öntözött parcellák vízhiányértékei között 1-113 mm volt a különbség 2007-ben, 2009-ben pedig 2-104 mm differenciákat mértünk.

2008-ban a vízhiányértékek elmaradtak a 2007. éveiktől (2007-ben 70 – 376 mm, 2008-ban 78-271 mm) mindhárom vetésváltás, nem öntözött (Ö1) és öntözött (Ö3) kezeléseiben egyaránt, ez a 2008. év kifejezetten jó, a kukorica vízigényének megfelelő vízellátottságára vezethető vissza. Öntözés nem volt, viszont annak utóhatása megállapítható a több éve tartó rendszeres öntözés következtében már a tenyészidőszak kezdetén, de a vegetációs periódusban végig, még a betakarítás után is.

2009. évben már a tenyészidőszakot közvetlenül megelőző időszakban 100 mm körüli vízhiányt mértünk, ami tovább növekedett a vegetációs periódus folyamán. A májusi és júniusi értékekben nem következett be változás, pedig ebben az időszakban növekszik erőteljesen a kukorica vízfelvétele. Ez a júniusi csapadéknak tulajdonítható.

Az öntözés vízháztartásra gyakorolt hatását vizsgálva megállapítható, hogy a tenyészidőszak elején a nem öntözött és az öntözött parcellák vízhiányértékei közötti kis eltérés a tenyészidőszak második felében megnövekedett, az öntözött kezelés vízhiányértékei szinte megegyeztek, vagy meg is haladták a nem öntözött kezelésben mért vízhiányértékeket, mely az öntözés eredményezte nagyobb vegetatív és generatív fitotömeg nagyobb vízfelvételeivel magyarázható.

Disszertációmban összefüggést kerestem az agrotechnikai tényezők (vetésváltás, tápanyag, tőszám, öntözés), a termésmennyiség és a vízhiány között.

2007-ben a két vizsgált állománysűrűség terméseredményei között nagy eltérés állapítható meg, az alacsonyabb tőszám javára, mely bizonyítja, hogy a kukorica számára aszályos évjáratban a kisebb állománysűrűség a kedvezőbb. Öntözés hatására

( $\bar{O}_3=4 \times 50$  mm) a talaj vízkészlete gyarapodott, jelentős, szignifikáns terméstöbbletet (2-5,5 t ha<sup>-1</sup>) értünk el a nem öntözött parcellák terméseredményeihez képest.

A tápanyagellátásnak igen jelentős volt a termésnövelő hatása valamennyi vetésváltásban és vízellátási változatban. A terméseredmények alapján az általunk vizsgált 3 trágyakezelés közül (kontroll, N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>, N<sub>240</sub>P<sub>180</sub>K<sub>180</sub>) az N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> műtrágya kezelés bizonyult optimálisnak a különböző vízellátottság és tőszám esetében. Megállapítható az is, hogy amellet, hogy az N<sub>240</sub>P<sub>180</sub>K<sub>180</sub> tápanyagdózisok már a környezetet is nagymértékben terhelik, a termés mennyiségére is csökkentőleg hatottak. Ehhez hozzájárult a 2007. tenyészév rendkívül meleg és aszályos időjárása, a megfelelő tápanyagellátás mellett a növényállománynak megfelelő vízellátásra is szüksége van.

A bikultúrás vetésváltás talajvízháztartásra gyakorolt pozitív hatása jól érzékelhető a kiemelkedő terméseredményekből, illetve az évek óta rendszeresen öntözött parcellák terméstöbbletéből.

A három vetésváltási rendszer közül a trikultúrás rendszer a legkedvezőbb, mind a vetésváltásban szereplő növények termését, mind a kedvező talajállapotokat tekintve. Vízgazdálkodás szempontjából viszont a vizsgálatok alapján a bikultúrás vetésváltásnak volt kedvező szerepe.

Pearson-féle korrelációval összefüggéseket kerestünk az egyes évjáratokban, illetve az egyes vetésváltásokban a vízhiányértékek, a termés, az öntözés, a tápanyagellátás, a tenyészidőszak előtti csapadék, a tenyészidőszak csapadékmennyisége, valamint a június-július, mint a vízellátás szempontjából kiemelt fontosságú időszak csapadéka között.

2007. évben az öntözésnek erős befolyásoló hatását lehetett kimutatni (0,649), mely szignifikáns volt. Aszályos évjáratban a tápanyagellátás és a vízhiány közötti összefüggés közepes (0,335), mivel a növényeknek a tápanyagok felvételéhez vízre is van szükségük, mely ebben az évben igen korlátozott mértékben állt rendelkezésre.

2008-ban ezek az értékek ellenkezőleg alakultak, az optimális vízellátás következtében. A tápanyag és a termés, illetve a tápanyagellátás és vízhiány között szoros, szignifikáns a kapcsolat (0,597; 0,659), mert az intenzív tápanyagfelvétel miatt az állomány vízfogyasztása is megnövekedett.

2009-ben az öntözés és a termés között közepes (0,397) kapcsolatot lehetett megállapítani, mert az állomány az öntözővizet májusban kapta, mely inkább a vegetatív fejlődést segítette elő.

A tápanyagellátás és a talajban mért vízhiány között szoros szignifikáns (0,560) kapcsolat állapítható meg, míg a tápanyagellátás és a termés között közepes (0,422) erősségű az összefüggés.

Az egyes vetésváltási rendszerekben a termés, a vízhiány, az öntözés, a tápanyagellátás, a tenyészidőszakot megelőző, a tenyészidőszakbeli, illetve a június-júliusi csapadék és hőmérsékleti értékeket hasonlítottuk össze, vizsgáltuk a közöttük lévő korrelációs kapcsolatot, a három év (2007., 2008. és 2009.) átlagában.

A vizsgált három év átlagában megállapítható, mindhárom vetésváltásban a legnagyobb a befolyásoló hatása a termésmennyiségre, ezáltal a vízhiányra is, a júniusi – júliusi időszak, a kukorica legvízigényesebb időszaka, amikor a vízellátottság mellett a hőmérséklet is igen erős hatással bír a termésképződési folyamatokra. A júniusi –júliusi időszakban hullott csapadék és termés között mono- bi és trikultúrában igen erős, pozitív, szignifikáns összefüggés állapítható meg (monokultúrában 0,711, bikultúrában 0,754 és trikultúrában 0,781).

Az őszi-téli-korlatavaszi hónapok „talajt feltöltő” csapadéka is, mely a tenyészidőszakon kívül esik, meghatározó jelentőségű a terméسالakító folyamatokra nézve, mono- és bikultúrában igen szoros (0,749, 0,832), trikultúrában erős (0,685) korrelációs kapcsolatot mutat a betakarított termés mennyiségével.

A mono- és trikultúras vetésváltási rendszerek nagyobb mértékben függenek a tenyészévben lehulló csapadék mennyiségétől és eloszlásától, a tenyészidőszak csapadéka és a vízhiány között igen szoros a kapcsolat (-0,740, -0,858), míg bikultúrában a jó vízgazdálkodás miatt az október-márciusi csapadék és a vízhiány közötti korrelációs kapcsolat volt az igen szoros (-0,768).

## 7. Összefoglalás

A multifunkcionális, fenntartható növénytermesztésben adott ökológiai feltételek mellett optimális termésmennyiséget, a piaci igényeknek megfelelő jó minőséget és stabil termésbiztonságot kívánunk elérni.

Az évek óta emlegetett globális klímaváltozás napjainkra bizonyított tényné vált. Az utóbbi száz évben több, mint 0,7 Celsius-fokot emelkedett a hőmérséklet, emellett az éves csapadékmennyiség is folyamatosan csökken. A csapadék éven belüli megoszlása is rapszodikus, meghosszabbodott a csapadékmentes periódusok hossza, nagyobb mennyiség inkább az őszi-téli félévben hullik. A csapadékhiány már a tenyészidőszakon kívül is jelentkezik, a tél elmúltával sokszor már jelen van a termőföldeken. Így a növénytermesztésben egyre csökkenő vízkészlet mellett kell terméseredményeinket és a termésminőséget fenntartanunk, illetve növelnünk.

A doktori téma keretében célul tűztem ki a növénytermesztési tér vízháztartási folyamatainak sokoldalú vizsgálatát, elemzését, a folyamatok parametrizálását hazánk, különösen az ország keleti, alföldi területeinek, a Tiszántúlnak szélsőséges éghajlati-időjárási feltételei miatt. A témaválasztásomat az is indokolja, hogy a korábban a Növénytermesztési és Tájökológiai Tanszéken és a jelenlegi Növénytudományi Intézetben, nemzetközileg is elismert, magas színvonalú vízháztartási komplex kutatások folytak, Prof. Bocz Ernő, Prof. Ruzsányi László és Prof. Szász Gábor vezetésével, és részben folynak ma is Prof. Pepó Péter irányítása alatt.

A vizsgálatokat a tájkörzet, a régió legnagyobb területen termesztett, legfontosabb növényénél, a kukoricánál végeztem, melyet nemcsak jelentős vetésterülete, hanem a vízellátás, a növénytermesztési tér vízháztartása szempontjából kifejezett szenzibilitása, érzékenysége is indokol.

A kutatómunkát †Ruzsányi László professzor által 1983-ban beállított, 2004-től Pepó Péter professzor által vezetett polifaktoriális tartamkísérletben végeztük 2007., 2008. és 2009. évben a Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Növénytudományi Intézetének Látóképi Kísérleti Telepén, mely a hajdúsági löszháton, Debrecentől kb. 15 km-re helyezkedik el a 33. számú főút mellett.

A három tenyészév hőmérsékleti és csapadék viszonyait vizsgálva megállapítható, hogy 2007-ben a 30 éves átlagtól kevesebb csapadék hullott, viszont a hőmérséklet a 30 éves átlagot meghaladta. A rendkívül kis mennyiségű csapadék következtében öt alkalommal

kellett öntöznünk, háromszor a kukoricaállomány kezdeti fejlődési szakaszában és kétszer a kukorica erőteljesen növekvő vízigényű fenofázisa kezdetén, ami címerhányást és a virágzást közvetlenül megelőző időszakot jelenti.

A 2008. tenyészév egészét tekintve az előzőnél jóval csapadékosabb volt. A csapadék eloszlása a kukorica vízigényének szempontjából rendkívül kedvezően alakult, már a tenyészidőszak legelején, a vetés és a növény fejlődésének korai időszakában is elegendő víz állt rendelkezésre a talajban. Ez a kedvező állapot továbbra is fennmaradt az újabb esőzések következtében júniustól kezdődően egészen július végéig. A hőmérséklet az egész időszakban alacsonyabb volt a 2007. évi értékektől, még a nyári – legmelegebb – hónapokban sem érte el a 30 °C-ot.

A 2009. tenyészév a 2007-hez hasonlóan csapadékban szegény volt. Már a tenyészidőszak kezdetén, a vetés, kelés és kezdeti fejlődés szakaszában sem volt kielégítő a természetes vízellátás. Ez a tendencia a nyári hónapokban tovább folytatódott.

Összehasonlítottuk az egyes vetésváltási rendszerek nem öntözött (Ö<sub>1</sub>) és öntözött (Ö<sub>3</sub>) kezeléseiben a talaj vízkészletének alakulását 0-200 cm talajszelvényben, a vizsgált években. A talajszelvényt három rétegre bontottuk a kukorica gyökerezési mélységének megfelelően: 0-60 cm - a kukorica gyökértömegének döntő része itt helyezkedik el; 61-120 cm – a gyökértömeg egy része, megközelítőleg egyharmada a növény növekedésével párhuzamosan lehatol ebbe a rétegbe is; 121-200 cm – a kukorica gyökere szempontjából nem meghatározó talajréteg, viszont a talajszelvény vízforgalmát tekintve mindenképpen fontos. A 2007. évi eredmények azt mutatják, hogy a talaj vízkészlete mindhárom vetésváltási rendszerben, mindegyik tápanyagkezelésben és mindkét tőszám esetében augusztusra jelentősen lecsökkent (a talajban az áprilisi, kezdő nedvességtartalom 20 és 30 % között mozgott, míg augusztusban 11-17 % nedvességtartalom volt mérhető).

2008-ban a talaj vízkészlete mindhárom vetésváltási rendszerben kedvezően alakult a kukorica számára (18-30 %), a holtvíztartalom értékét csak nyár végére közelítette meg (17-24 %). Már a kukorica vetése előtti időszakban kedvező volt a talaj nedvességtartalma (20-32 %), mely a növény számára optimális vízellátottsági feltételeket teremtett a keléshez és a kezdeti fejlődéshez. A kukorica növekedéséhez optimális, az egyes fenológiai szakaszok vízigényének megfelelő vízellátottságú évet a számszerűsített eredmények is alátámasztják, a talajnedvességi értékek egész tenyészidőszakban nagyobbak voltak a 2007. évi egy szélsőségesen száraz, aszályos

évhez viszonyítva (2007-ben a tenyészidőszakban döntően 11 és 18 térfogatszázaléknyi nedvességet mértünk, 2008-ban ezek az értékek 18 és 27 % között mozogtak).

A 2009. tenyészévben a kezdő, a kukorica vetését megelőző talajnedvesség-készlet a 2007. és 2008. évihez hasonlóan alakult (23-32 %), mindhárom vetésváltásban, tápanyagkezelésben, mindkét öntözési változatban és mind a két tőszám esetében. A tenyészidőszak második felében is a talajnedvesség értékek 14 és 18 % közötti intervallumra csökkentek.

Összehasonlítottam az egyes vetésváltási rendszerek nem öntözött ( $\ddot{O}_1$ ) és öntözött ( $\ddot{O}_3$ ) parcelláiban a talaj vízkészletének alakulását 200 cm talajszelvényben, 2007., 2008. és 2009. évben, a gyakorlatban alkalmazott állománysűrűség ( $60000 \text{ tő ha}^{-1}$ ) és tápanyagellátottsági szint ( $N_{120+} \text{ PK}$ ) mellett. Az elemzésben a tenyészidőszak kezdeti talajnedvességi állapota, másodikként a kukorica virágzás-termékenyüléskori, amikor a vízfelvétel a legnagyobb, illetve a betakarítás utáni – tenyészidőszakot követő, az állomány lekerülése után visszamaradt – vízkészlet alakulása szerepelt. Az eredmények azt mutatták, hogy a talaj vízkészlete mindhárom vetésváltási rendszerben, és mindhárom évjárat esetében, a nem öntözött parcellákban a tenyészidőszak végére jelentősen lecsökkent (10-15 %), a két száraz évjáratban (2007., 2009.) a talaj holtvíz tartalmának (16 %) értéke alá (2007-ben 10-14 %, 2009-ben 11-17 %), tehát a növényállomány számára a talajban nem állt rendelkezésre a gyökerei által felvehető vízmennyiség. A nem öntözött parcellák esetében a vízkészlet csökkenése már július elejére megközelítette a növények számára nem hasznosítható (holtvíz) mennyiségét mono- bi- és trikultúrában egyaránt (2007-ben 13-15 %). Az öntözéssel ez az állapot nem, vagy csak kisebb mértékben következett be (14-18 %).

A három év talajnedvesség-készletének alakulását együttesen vizsgálva megállapítható, hogy a felső, 0-60 cm réteg talajnedvességének változása a legnagyobb mértékű a tenyészidőszak során. A talajnedvességi értékekre illesztett trendvonalak jól jelezték, hogy ebben a rétegben van a legnagyobb hatása az öntözővíznek és a csapadék is itt növeli a legnagyobb mértékben a talajnedvességet, illetve a kukorica nagy gyökértömegének következtében a vízfelvétel is itt a legintenzívebb. A 61-120 cm talajréteg talajnedvesség-készlet alakulása kiegyenlítettebb, jelentősebb csökkenés nem állapítható meg, mint a felső szintben. A 121-200 cm réteg közvetett úton, a kapilláris vízemelés révén vesz részt a talaj vízmozgási folyamataiban, a kukoricaállomány vízellátásában, így a talajnedvesség-készlet-változás a trendvonalak és a diagram oszlopai alapján itt a legkiegyenlítettebb. Nagyobb csökkenés augusztusban, a kukorica



szemtelítődésének időszakában állapítható meg, amikor a felette lévő talajréteg kiszáradásával ez a szint igyekszik pótolni a talajnedvességet.

Hasonló trendeket, tendenciákat állapítottunk meg a másik két vetésváltási rendszer, a bi- és trikultúra talajnedvesség-készletének alakulásában is. A különbség a monokultúrás térfogatszázalékos értékekhez viszonyítva, hogy bi- és trikultúrában már az induló vízkészlet is 3-4 tf %-kal nagyobb értékeket mutat, és ez a tendencia a teljes tenyészidőszakban megmarad, mind a nem öntözött, mind az öntözött kezelésekben.

A teljes talajszelvény vízforgalmát vizsgálva megállapítható, hogy 2007-ben a tenyészidőszak folyamán a 80-140 cm szint vízvesztése volt a legintenzívebb (8-12 %), nyár közepére a teljes, 200 cm talajszelvény kiszáradt, a kukorica gyökérszónájában jelentős (160-320 mm) vízhiány alakult ki a 2007. és 2009. évjáratokban.

2008. évi eredmények azt mutatják, hogy a talaj vízkészlete mindhárom vetésváltási rendszerben kedvezően alakult (25-30 %) a kukorica számára, a holtvíztartalom értékét csak a tenyészidőszak végére közelítette meg (17-19 %).

2009. évben is az induló (tenyészidőszak kezdeti) talajnedvesség-értékek a 2007. évihez hasonlóan alakultak, a minimális vízkapacitás értékeit nem érték el. A júliusi időszakban viszont a térfogatszázalékos értékekben nagy változás nem állapítható meg. Ezt a júniusi csapadékos időjárás okozta, ebben a hónapban lehullott 96,6 mm csapadék a növényállomány számára megfelelő talajnedvességi viszonyokat alakított ki a kukorica generatív fejlődési fázisának kezdetén.

A kukorica vízhiányának dinamikai változását is elemeztem mono-, bi- és trikultúrában. A 2007. évi vízhiányértékek is az aszályos évjárat hatását tükrözik. Vizsgálati eredményeink az öntözés vízhiányra gyakorolt erőteljes csökkentő hatását bizonyították, a nem öntözött és az öntözött parcellák vízhiányértékei között 1-113 mm különbségeket kaptunk. Mindhárom vetésváltási rendszer öntözési változatában tapasztaltunk befolyásoló hatást (monokultúrában 10-98 mm, bikultúrában 1-113 mm és trikultúrában 8-68 mm).

A három vetésváltási rendszer közül a monokultúrában tapasztaltuk a legnagyobb vízhiányt, a legnagyobb értékeket az első négy mintavételi időpontban itt kaptuk (170-310 mm).

Összehasonlítottam a 2008. évi vízhiányértékeket a 2007. évi eredményekkel. Megállapítottam, hogy 2008-ban a kukoricaállomány talajának vízhiány értékei jóval kisebbek voltak az előző éves értékeknél mindhárom vetésváltás, nem öntözött (Ö<sub>1</sub>) és öntözött (Ö<sub>3</sub>) kezeléseiben egyaránt (2007-ben 70-376 mm, 2008-ban 78-271 mm).

Kísérleti eredményeink alapján megállapítható, hogy a 2009. évben már a vetést megelőző időszakban is 100 mm körüli vízhiánnyal lehetett számolni mindhárom vetésváltásban a kevés téli-korlatavaszi csapadék miatt. A vízhiányértékek mérsékelt növekedésnek indultak az állomány fejlődésével párhuzamosan egészen július elejéig (a kezdeti 100 mm körüli vízhiány megközelítette, egyes parcelláknál meg is haladta a 200 mm-t júliusban). A júniusi jelentős csapadékmennyiséget (96,6 mm) az állomány hatékonyan felhasználta vegetatív, a későbbiekben generatív fejlődési szakaszában. Júliusban viszont a kukorica virágzása, terméskötése következtében megnövekvő vízigényének köszönhetően a talaj vízkészletében erőteljes csökkenés indult meg, augusztusban a vízhiányértékek mind a nem öntözött, mind az öntözött parcellákban megközelítették, meg is haladták a 300 mm-t.

Összefüggéseket kerestem az agrotechnikai tényezők (vetésváltás, tápanyag, tőszám, öntözés), a termésmennyiség a tenyészidőszakot közvetlenül megelőző (április), a virágzáskori (június végi), valamint a szemtelítődési időszak vízhiánya között, illetve az öntözés, a termés és a vízhiány között egy aszályos (2007) és egy optimális vízellátottságú (2008) évjáratban. 2007-ben a tartós aszály miatt az öntözésnek jelentős termésmenővelő hatását tapasztaltuk. Ugyanakkor mind a nem öntözött ( $\ddot{O}_1$ ), illetve az öntözött ( $\ddot{O}_3$ ) kezelésben nagyobb terméseket kaptunk az alacsonyabb tőszámok esetében: a nem öntözött kezeléseknél monokultúrában 250-870 kg ha<sup>-1</sup>-ral, bikultúrában 520-530 kg ha<sup>-1</sup>-ral, trikultúrában 200-630 kg ha<sup>-1</sup>-ral, az öntözött kezeléseknél pedig monokultúrában 360-1100 kg ha<sup>-1</sup>-ral, bikultúrában 14-570 kg ha<sup>-1</sup>-ral, trikultúrában 39-440 kg ha<sup>-1</sup>-ral volt több a termés.

2008-ban (öntözés nem volt) a nem öntözött és az öntözött parcellák vízhiányértékei és terméseredményei között nagyon kis különbségek állapíthatók meg. A kukorica számára optimális vízellátás ellenére augusztusra a talaj vízkészlete jelentős mértékben lecsökkent mindkét vízellátási változatban.

Az egyes vetésváltási változatok vízhiányértékei hasonlóan alakultak a három mintavételi időpontban. A termésátlagok tekintetében viszont nagy különbségek mutatkoznak mono-, bi- és trikultúrában. A bikultúrás vetésváltás talajvízháztartásra gyakorolt pozitív hatása jól érzékelhető a kiemelkedő terméseredményekből, illetve az évek óta rendszeresen öntözött parcellák terméstöbbletéből.

A 2009. tenyészidőszakban vizsgálva az öntözés és a talaj vízforgalma közötti összefüggéseket a három tápanyagszinten és két állománysűrűség esetén

megállapítható, hogy a három vetésváltási rendszer közül mono- és trikultúrában volt a legnagyobb a vízhiány, a legnagyobb értékeket itt kaptuk.

Ha a vetésváltás, mint agrotechnikai tényező hatását vizsgáljuk megállapítható, hogy a maximális vízhiány értékekben szignifikáns különbség nincs, az állomány augusztusra – előveteménytől függetlenül – mindhárom vetésváltási rendszerben kimerítette a talaj vízkészletét. A terméseredményekben viszont az aszályos évjáratokban szignifikáns különbség mutatkozik, monokultúrához képest bi- és trikultúrában jelentős terméstöbblet alakult ki: 2007-ben a nem öntözött kezelésekben bikultúrában  $3468 \text{ kg ha}^{-1}$ , trikultúrában  $2662 \text{ kg ha}^{-1}$ , míg az öntözött parcellákban bikultúrában  $2461 \text{ kg ha}^{-1}$ , trikultúrában  $1793 \text{ kg ha}^{-1}$ , 2009-ben a nem öntözött kezelésekben bikultúrában  $3555 \text{ kg ha}^{-1}$ , trikultúrában  $1386 \text{ kg ha}^{-1}$ , az öntözött parcellákban pedig bikultúrában  $2995 \text{ kg ha}^{-1}$ , trikultúrában  $1885 \text{ kg ha}^{-1}$  terméstöbbletet adott a kukorica a monokultúras terméseredményekhez viszonyítva.

A 2007. évben az öntözés jelentős terméstöbbletet adott. Monokultúrában  $3809 \text{ kg ha}^{-1}$ , bikultúrában  $2467 \text{ kg ha}^{-1}$  és trikultúrában  $3045 \text{ kg ha}^{-1}$  volt a terméstöbblet öntözés hatására.

2009-ben is, kisebb mértékben, de szignifikánsan kimutatható az öntözési terméstöbblet: monokultúrában  $2199 \text{ kg ha}^{-1}$ , bikultúrában  $1639 \text{ kg ha}^{-1}$  és trikultúrában  $2698 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Pearson-féle korrelációval összefüggéseket kerestünk az egyes évjáratokban, illetve az egyes vetésváltásokban a vízhiányértékek, a termés, az öntözés, a tápanyagellátás, a tenyészidőszak előtti csapadék, a tenyészidőszak csapadékmennyisége, valamint a június-július, mint a vízellátás szempontjából kiemelt fontosságú időszak csapadéka között.

2007. évben a vetésváltás és a termés között szoros, szignifikáns kapcsolat állapítható meg, a korrelációs koefficiens  $0,569$ .

Az öntözésnek is erős befolyásoló hatását lehet kimutatni ( $0,649$ ). Aszályos évjáratban a tápanyagellátás és a vízhiány közötti összefüggés közepes ( $0,335$ ) volt.

2008-ban ezek az értékek ellenkezőleg alakultak, az optimális vízellátás következtében. 2009-ben a vetésváltás és a termés közötti gyenge ( $0,282$ ) korrelációt állapítottunk meg. Az öntözés termésnövelő hatása közepesnek ( $0,397$ ) bizonyult.

A három évet együttesen vizsgálva megállapítható, hogy az évjárat hatása a termésre mono- és trikultúrában közepesen erős ( $0,456$ ,  $0,300$ ), bikultúrában erős ( $0,540$ ) korrelációs kapcsolatot mutat. A termés és a vízhiány között bi- és trikultúrában szoros

(-0,668, -0,562), monokultúrában közepesen szoros (-0,423) az összefüggés. Ezzel ellentétben a tápanyagellátásnak monokultúrában meghatározóbb a szerepe a másik két vetésváltással szemben (monokultúrában 0,350, bikultúrában 0,299 és trikultúrában 0,233).

A júniusi – júliusi időszakban hullott csapadék és termés között mono-, bi- és trikultúrában igen erős szignifikáns összefüggés állapítható meg (monokultúrában 0,711, bikultúrában 0,754 és trikultúrában 0,781).

Az ősztéli hónapok „talajt feltöltő” csapadéka is mono- és bikultúrában igen szoros (0,749, 0,832), trikultúrában erős (0,685) korrelációs kapcsolatot mutat a betakarított termés mennyiségével.

A tenyészidőszak csapadéka és a vízhiány között igen szoros a kapcsolat mono- és trikultúrában (-0,740, -0,858), bikultúrában az összefüggés szoros (-0,558). A terméssel viszont a korrelációs kapcsolat erőssége közepes mono- és bikultúrában (0,431, 0,427), míg trikultúrában erős (0,581).

Bikultúrában a vízhiány és az április – szeptemberi időszak csapadékösszege között erős negatív (-0,558), a másik két vetésváltási rendszerben igen erős a korrelációs kapcsolat (monokultúrában -0,740, trikultúrában -0,858).

Bikultúrában az október – márciusi hőösszeg, a termés és a vízhiány közötti igen szoros szignifikáns (október-márciusi hőösszeg x termés: -0,849; október-márciusi hőösszeg x vízhiány 0,802) a kapcsolat.

Az október-márciusi időszak csapadéka és a vízhiány között a másik két vetésváltási rendszerben a kapcsolat csak a szoros kapcsolati szintet éri el (monokultúrában 0,592, trikultúrában 0,583).

## 8. Új és újszerű tudományos eredmények

1. Csernozjom talajon a kukorica vízellátása szempontjából a 0-60 cm talajréteg meghatározó jelentőségű a vegetációs periódus során. A 61-120 cm talajréteg a gyökérzet lehatolását követően (július) játszik közvetlen szerepet a növény vízellátásában, míg a 121-200 cm zóna a kapilláris vízemelés következtében a felsőbb rétegek vízvesztését pótolja, közvetve vesz részt a növénytermesztési tér vízháztartásában.
2. A kukorica termése szempontjából a tavaszi (április) induló vízkészlet (őszi-téli hónapok raktározott csapadék  $\times$  termés  $r=0,685-0,832$ ), valamint a tenyészidő kritikus fázisaiban (június-júliusi csapadék  $\times$  termés  $r=0,711-0,781$ ) lehullott csapadék a meghatározó.
3. A csernozjom talaj vízkészletét, annak változását alapvetően az évjárat időjárási viszonyai határozzák meg. Extrém száraz évjáratban (2007) a talajszelvény maximális vízhiánya (augusztus) 326-355 mm, száraz évjáratban (2009) 293-335 mm, míg kedvező vízellátottságú évjáratban (2008) 212-247 mm közötti volt.
4. A talaj vízhiányát – a meteorológiai tényezők determináló hatásán túl – a kukoricatermesztésben alkalmazott agrotechnikai elemek (vetésváltás, öntözés, tápanyag-utánpótlás, tőszám) is módosítják. A 0-200 cm talajszelvényben a tenyészidőbeli maximális vízhiány esetében a vetésváltási változatok között monokultúrához viszonyítva bikultúrában 21-34 mm, trikultúrában 2-20 mm, a vízellátási kezelések között 8-31 mm, a 60000 tő ha<sup>-1</sup> és 80000 tő ha<sup>-1</sup> tőszám között 2-31 mm, míg a trágyakezelések között – a kontrollhoz viszonyítva – N<sub>120</sub>+PK 20-35 mm, N<sub>240</sub>+PK 21-47 mm különbség volt a vizsgált három év, illetve a kezelések átlagában.
5. A kukorica termése és a 0-200 cm talajszelvény vízhiánya között szoros ( $r=-0,423-0,668$ ), a termés és az öntözés között száraz évjáratban ugyancsak szoros ( $r=0,649$ ), a termés és a tápanyagellátás között közepes ( $r=0,335-0,597$ ) erősségű korreláció t lehetett meghatározni csernozjom talajon, a Hajdúságban.
6. Az öntözés direkt (adott vegetációs periódusban) hatása mellett indirekt, utóhatását lehetett megállapítani a következő tenyészév kezdetén (2008), amikor nem volt öntözés, a nem öntözött parcellák vízhiányértékei monokultúrában 17 mm-rel, bikultúrában 34 mm-rel és trikultúrában 16 mm-rel voltak nagyobbak az

öntözöttekéhez viszonyítva és ez a tendencia az egész tenyésztési időszak során megmaradt.

7. Csernozjom talajon, a Hajdúságban a kukorica termését az agrotechnikai tényezők (öntözés, tápanyagellátás, állománysűrűség, vetésváltás) eltérő mértékben növelték. A kukorica öntözés hatására  $1,1-3,7 \text{ t ha}^{-1}$ , a trágyázás hatására  $1,7-2,9 \text{ t ha}^{-1}$ , a tőszám hatására  $0,4 \text{ t ha}^{-1}$ , a vetésváltás hatására (monokultúrához képest bikultúrában  $2,2-3,2 \text{ t ha}^{-1}$ , trikultúrában  $1,4-3,3 \text{ t ha}^{-1}$ ) terméstöbbletet adott, évjáráttól függően.

## 9. Gyakorlatban hasznosítható eredmények

1. Hazánk éghajlati viszonyai között a hatékony kukorica termesztés alapja a víztakarékos, csapadék- és öntözővizet hatékonyan hasznosító termesztéstechnológia kialakítása. A kukorica vízfelvételét, termését a vízellátás (talajban tárolt vízkészlet, a vegetációs periódus csapadékmennyisége, eloszlása, öntözés) alapvetően determinálta.
2. A növénytermesztési tér vízháztartásában, a kukorica vízellátásában meghatározó a csernozjom talaj vízkészlete és a vegetációs periódusban lehulló csapadék mennyisége, megoszlása. A talaj vízkészletét az agrotechnikai tényezők (vetésváltás, öntözés, trágyázás, tőszám) eltérő mértékben befolyásolták.
3. A csernozjom talaj minimális vízkészlete a szemtelítődés időszakában (augusztus közepe - szeptember eleje) alakul ki. A csapadék és az öntözés döntően a talaj 0-60 cm rétegének vízkészletét befolyásolja, de a kukorica vízellátásában komoly szerepet játszik a 61-120 cm, valamint – a kapilláris vízemelés révén – a 121-200 cm talajréteg is. A kukorica vízellátásában a mély termőrétegű, vízzáró réteget nem tartalmazó csernozjom talajon a 0-200 cm teljes talajszelvény részt vesz.
4. A csernozjom talaj vízkészletét elsősorban a vetésváltás határozta meg, melyet módosított az öntözés, a trágyázás. Legkisebb hatása a talaj vízkészletére a tőszámnak volt a kukoricatermesztésben.
5. A kisebb tavaszi vízkészlettel induló kukoricaállomány nagyobb mértékben függ a később, a tenyészidőszak folyamán lehullott csapadék mennyiségétől, illetve eloszlásától.
6. A többéves rendszeres öntözés utóhatása az azt követő vegetációs periódusban is megmutatkozott, amikor nem alkalmaztunk öntözést. Ez a különbség már a tenyészidőszak kezdetén, későbbi szakaszaiban, sőt a kukorica betakarítása után is megmaradt.
7. Az öntözés megfelelő időpontját az bizonyítja a gyakorlatban, ha a vízhiányértékek az öntözési időpontok közötti időszakban nem változnak. Ha a kukoricaállomány kellő időben, a számára kiemelkedően vízigényes fenofázisban kap vízutánpótlást, úgy azt hatékonyan fel tudja használni vegetatív fejlődéséhez és termésképzéséhez.
8. Az agrotechnikai elemek optimalizálásával (vetésváltás, trágyázás, öntözés, tőszám) az eltérő évjáratokban a kukorica maximális termése  $9,6-13,9 \text{ t ha}^{-1}$  között változott kisparcellás tartamkísérletben csernozjom talajon a Hajdúságban. Alapvető

fontosságú tehát az agrotechnikai tényezők harmonizációja a nagy termések elérése céljából a gyakorlati termesztésben.



## 10. Irodalomjegyzék

1. AGUILAR M. – BORJAS F. – ESPINOSA M.: 2007. Agronomic response of maize to limited levels of water under furrow irrigation in southern Spain. Spanish National Institute for Agricultural and Food Research and Technology (INIA). Madrid. 5:4. 587-592.
2. ANDA A.: 1987. A kukorica néhány sugárzás, hő- és vízháztartási komponensének alakulása a N-ellátottság függvényében. Növénytermelés. 36. 3. 161-170.
3. ANDA A.: 1989. A sztómaellenállás kapcsolata néhány környezeti tényezővel és alkalmazása transzspiráció számítására. Növénytermelés. 38. 4. 281-376.
4. ANDA A.: 2005. A klímaváltozás hazai mezőgazdasági következményei. „AGRO-21” Füzetek. Klímaváltozás – hatások – válaszok. 41. 18-28
5. ANDA A.: 2008. A kukoricaállományon belüli léghőmérséklet és légnedvesség alakulása kis vízádaggal történő öntözésnél. Növénytermelés. 57. 1. 69-84.
6. ANTAL E.: 1966. Egyes mezőgazdasági növényállományok potenciális evapotranszpirációja. Öntözéses gazdálkodás. 4. 1. 69-83.
7. ANTAL J.: 2000. Növénytermesztők zsebkönyve. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 103.
8. ANTAL J. – JOLÁNKAI M.: 2005. Növénytermesztéstan 1. A növénytermesztéstan alapjai. Gabonafélék. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 315-316.
9. ÁRENDÁS T. – BERZSENYI Z. – SZUNDY T. – MARTON L. CS. – BÓNIS P.: 2000. Kukorica – Termesztőknek. Gyakorlati Agrofórum. 11. 3. 44-47.
10. BALLENEGGER R. – FINÁLY I.: 1963. A magyar talajtani kutatás története 1944-ig. Akadémiai Kiadó. Budapest. 213-215.
11. BALOGH J.: 1978. Vízigényszámítások az öntözőgazdálkodásban. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 18.
12. BERENQUER P. – SANTIVERI F. – BOIXADERA J. – LLOVERAS J.: 2008. Fertilisation of irrigated maize with pig slurry combined with mineral nitrogen. European Journal of Agronomy. 28. 4. 635-645.
13. BERZSENYI Z. – DANG Q. L.: 2005. Műtrágyázás x növényszám interakció hatása a kukorica (*Zea mays L.*) hibridek szemtermésére és termésstabilitására tartamkísérletben. Növénytermelés. 54. 1-2. 35-33.
14. BERZSENYI Z. – DANG Q. L. – MICSKEI GY. – SUGÁR E. – TAKÁCS N.: 2007. Effect of maize stalks and N fertilisation on the yield and yield stability of maize (*Zea mays L.*) grown in a monoculture in a long-term experiment. Cereal Research Communications. 35. 2. 249-252.
15. BHARATI V. – NANDAN R. – KUMAR V. – KUMAR S. B.: 2007. Effect of irrigation on yield, water-use efficiency and water requirement of winter maize (*Zea mays L.*)-based intercropping systems. Environment and Ecology. 25. 4. 888-892.

16. BIRKÁS M.: 2001. Talajművelés a fenntartható gazdálkodásban. Szent István Egyetem. Gödöllő. 85.
17. BIRKÁS M.: 2006. Környezetkímélő alkalmazkodó talajművelés. Akaprint Nyomdaipari Kft. 107.
18. BIRKÁS M.: 2006. Lehet-e védekezni a klímaszélsőségek ellen? Mezőgazdasági technika. 47. 9. 37-39.
19. BLASKÓ L. – ZSIGRAI GY.: 2000. A műtrágyázás hatása a kukorica termésére és néhány talajjellemzőre réti csernozjom talajon. Gyakorlati Agrofórum. 11. 3. 48-50.
20. BOCKELMAN H. VON: 1990. A talaj él. Biológiai szemléletű talajművelés. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 26-27.
21. BOCZ E.: 1976. Trágyázási útmutató. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
22. BOCZ E. – NAGY J.: 1981. A kukorica víz- és tápanyagellátásának optimalizálása és hatása a termés tömegére. Növénytermelés. 30. 6. 539-549.
23. BRADFORD K. J.: 1994. Water stress and the water relations of seed development: a critical review. Crop Science. 34. 1. 1-11.
24. CESKÁ J. – HEJNÁK V. – ERNESTOVÁ Z. – KRIZKOVÁ J.: 2008. The effect of soil drought on photosynthesis and transpiration rates of maize (*Zea mays L.*). Cereal Research Communications. 36. 823-826.
25. CSAJBÓK J.: 2004. A növénytermesztési tér vízgazdálkodása. Mezőgazdasági vízgazdálkodási szakirányú továbbképzés jegyzet. Debrecen. 1., 3., 12., 152.
26. CSAJBÓK J.: 2005. A tápanyagellátás és az asszimiláció közötti összefüggések kukoricánál. Gyp – Állat – Vidék – Kutatás – Tudomány. Bánszki Tamás professzor 70. születésnapja tiszteletére. Szerk.: Dr. Jávor András. Debrecen 110-115.
27. CSOMA J.-NÉ – MAJOR P. – MOLNÁR GY.: 1976. Regionális nedvességmérő hálózat adatainak felhasználása a várható nedvességtartam előrejelzésére. Hidrológiai közlöny. 56. 6. 237-243.
28. DARAB K. – FERENCZ K.: 1969. Öntözött területek talajtérképezése. Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet. Táncsics Könyvkiadó. Budapest. 35-42., 105-111.
29. DAVID D. – JESSICA A.- SALEEMUL H.: 2009. Rugalmas alkalmazkodás. In: 2009 A világ helyzete. Úton egy felmelegedő világ felé. A washingtoni Worldwatch Institute jelentése a fenntartható társadalomhoz vezető folyamatról. 189-210.
30. DEBRECZENI B. – DEBRECZENINÉ.: 1983. A tápanyag- és a vízellátás kapcsolata. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 225.
31. DEBRECZENI B. – DEBRECZENI B.-NÉ: 1994. Trágyázási kutatások 1960-1990. Akadémiai Kiadó. Budapest. 370.
32. DEBRECZENI B.: 1988. A tápanyag- és vízellátás kapcsolata. Melioráció – öntözés és talajvédelem. 1. 27-35.

33. DÉGEN I.: 1967. A vízgazdálkodás népgazdasági jelentősége. In: KÁDÁR B.: 1970. Öntöző gazdaságok vetésszerkezetének kialakítása. Akadémiai Kiadó. Budapest. 8.
34. DI GLÉRIA J.: 1964. Mezőgazdák talajismereti és trágyázási útmutatója. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 173 – 174.
35. DUNAI S. – POSZA I. – VARGA-HASZONITS Z.: 1968. Egyszerű módszer a tényleges evapotranszpiráció és a talaj vízkészletének meghatározására I.: A párolgás meteorológiája. Öntözéses gazdálkodás 1968. 2. 2-38.
36. EL-HALLOF N. – SÁRVÁRI M.: 2005. Relationship between fertilization, leaf area index, photosynthetic activity and yield of hybrids. Cereal Research Communications. 33. 1. 181-184.
37. FARKAS CS. – GYURICZA CS.: 2006. A talaj vízgazdálkodása. In: Birkás M. (szerk.): Földművelés és földhasználat. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 34-37.
38. FARKAS CS. – HAGYÓ A. – HORVÁTH E. – VÁRALLYAY GY.: 2009. A vízgazdálkodás várható változása a prognosztizált klímaváltozás függvényében csernozjom talajon. „KLÍMA-21” Füzetek. Klímaváltozás – hatások – válaszok. 57. 3-15.
39. FARKAS CS. – TÓTH E. – VÁRALLYAY GY.: 2004. A talaj fizikai tulajdonságainak vizsgálata talajművelési kísérletben. „AGRO-21” Füzetek. Agroökológia. Agroökoszisztémák környezeti összefüggései és szabályozásának lehetőségei. 2004. 37. szám. 111.
40. FARRE I. – FACI J.M.: 2009. Deficit irrigation in maize for reducing agricultural water use in a Mediterranean environment. Agricultural Water Management. Vol.96. 3. 383-394.
41. FEKETE I.: 1969. Szántóföldi és kertészeti növények öntözése. Kézirat. Tankönyvkiadó, Budapest. 29.
42. FEKETE Z. – HARGITAI L. – ZSOLDOS L.: 1967. Talajtan és agrokémia. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 61-73.
43. FERENCZ K. – FERENCZ G.: 1999. A talaj művelése, öntözése, javítása. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest. 100.
44. FÜLEKY GY.: 1988. A talaj. Gondolat Könyvkiadó, Budapest. 27.
45. GAO Y. – LI S. – TIAN X. – LI S. – WANG Z. – DU J.: 2006. Effects of watersupply levels in different growth stages on maize yield under different fertilizerlevels. Acta Agronomica Sinica. Science Press, Beijing, China. 32: 3. 415-422.
46. GH. FLORESCU – L. PLESA: 1968. Fontosabb szántóföldi növények öntözése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 9., 60.
47. GYÁRFÁS J.: 1989. Sikeres gazdálkodás szárazságban. Magyar dry-farming. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 98, 230.
48. GYÖRFFY B. – I'SÓ I. – BÖLÖNI I.: 1965. Kukoricatermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 61-62.
49. GYÖRFFY B. – I'SÓ I.: 1966. A kukorica. In: LÁNG G.: 1966. A növénytermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 255-257.

50. GYŐRI D.: 1984. A talaj termékenysége. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 77.
51. GYURICZA CS.: 2001. A szántóföldi talajhasználat alapjai. Akaprint Nyomdaipari Kft. 24.)
52. GYURICZA CS.: 2004. A víztakarékos talajművelés lehetőségei. Agro Napló. 8. 5. 16-18.
53. HANK O. – FRANK M.: 1952. Újabb adatok néhány gazdasági növény vízfogyasztásához. In: MIHÁLYFALVY I. – NÉMETH S.: 1967. A fontosabb szántóföldi növények vízigénye, öntözési normái és vízhasznosítása. Károlyi Mihály Országos Mezőgazdasági Könyvtár és Dokumentációs Központ, Budapest. 14.
54. HANWAY, D.G.: 1967. Irrigation Advances in corn Production: principles and practices. Ames USA. 157-175.
55. HARDER H.J. – CARLSON R.E. – SHAW R.H.: 1982. Photosynthesis in corn in relationship to limited soil water. Iowa St.J.Res., Ames., 1982. 57. 1. 21-31.
56. HARE W. L.: 2009. Az éghajlat biztonságba jutásáért. In: 2009 A világ helyzete. Úton egy felmelegedő világ felé. A washingtoni Worldwatch Institute jelentése a fenntartható társadalomhoz vezető folyamatról. 29-49.
57. HEGYI Z. – PÓK I. – SZÓKE C. – PINTÉR J.: 2007. Chemical quality parameters of maize hybrids in various fao maturity groups as correlated with yield and yield components. Acta Agronomica Hungarica. 55: 2. 217-225.
58. HEGYI Z. – PÓK I. – BERZY T. – PINTÉR J. – MARTON L.CS.: 2008. Comparison of the grain yield and quality potential of maize hybrids in different fao maturity groups. Acta Agronomica Hungarica. 56: 2. 161-167.
59. HNILICKA F. – HNILICKOVÁ H. – HOLÁ D. – KOCO VÁ M. – ROTHOVÁ O.: 2008. The effect of soil drought on gases exchange in the leaves of maize (*Zea mays L.*). Cereal Research Communications, 36. 895-898.
60. HOFFMAN S. – DEBRECZENI K. – HOFFMAN B. – BERE CZ K.: 2007. Grain yield of wheat and maize as affected by previous crop and seasonal impacts. Cereal Research Communications, 35: 2. 469-72.
61. HUSTI I.: 1994. Szántóföldi növénytermesztés, rét- és legelőgazdálkodás, erdészeti. Lexikon Kiadó és Nyomda, Budapest. 66.
62. HUZSVAI L. – NAGY J.: 2005. Effect of weather on maize yields and the efficiency of fertilization. - Acta Agronomica Hungarica vol. 53. 1. 31-39.
63. IVÁNY K. – KISMÁNYOKY T. – RAGASITS I.: 1994. Növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 154-183.
64. IZSÁKI Z.: 2006. A N- és P-ellátottság hatása a kukoricaszem (*Zea mays L.*) fehérjetartalmára és aminosav összetételére. Növénytermelés, 55. 3-4. 213-230.
65. IZSÁKI Z.: 2007. N and P impact on the yield of maize in a long-term trial. Cereal Research Communications. 35. 2-3: 1129.
66. IZSÁKI Z.: 2008. Hatások és kölcsönhatások vizsgálata NPK műtrágyázási tartamkísérletben kukorica (*Zea mays L.*) jelzőnövényvel. Növénytermelés. 57. 3. 275-289.

67. IZSÁKI Z.: 2009. Effect of Nitrogen Supply on Nutritional Status of Maize. Communications in soil science and plant analysis. 40. 1-6. 960-973.
68. JAKAB P. – FUTÓ Z.: 2005. Analyse of photosynthesis and productivity of maize hybrids in different fertilizer treatments. Cereal Research Communications 33. 1. 121-124. p.
69. JAMBROVIC A. – ANDRIC L. – LEDENCAN T. – ZDUNIC Z.: 2008. Soil and genotype influences on yield and nutritional status of maize hybrid parents. Cereal Research Communications. 36. 1015-1018
70. JOHNSON P.S. – BLAKE G.R. – NELSON W.W.: 1987. Mid. season soil water recharge for corn in the north western Corn Belt. Agron. J., Madison. 79.4. 661-667.
71. JOLÁNKAI M.: 2005. A klímaváltozás hatás a növénytermesztésre. „AGRO-21” Füzetek. Klímaváltozás – hatások – válaszok. 2005. 41. 47-58.
72. JOLÁNKAI M. – BIRKÁS M.: 2009. Klímaváltozás és növénytermesztés. V. Növénytermesztési Tudományos Nap. Növénytermesztés: Gazdálkodás – Klímaváltozás – Társadalom. Akadémiai Kiadó. 27-32.
73. JOSIPOVIC M. – JAMBROVIC A. – PLAVSIC H. – LIOVIC H. – SOSTARIC J.: 2008. Responses of grain composition traits to high plant density in irrigated maize hybrids. Cereal Research Communications. 36. 549-552.
74. KÁDÁR B.: 1970. A nagyüzemi gazdálkodás kérdései. Akadémiai Kiadó, Budapest. 8.
75. KÁDÁR I.: 2000. A kukorica tápelemfelvétele és trágyaigénye. Gyakorlati Agrofórum. 11. 3. 41-43.
76. KARA T. – BIBER C.: 2008. Irrigation frequencies and corn (*Zea mays L.*) yield relation in Northern Turkey. Pakistan Journal of Biological Sciences. ANSInet, Asian Network for Scientific Information, Faisalabad, Pakistan: 2008. 11:1, 123-126.
77. KÁTAI J.: 2005. A műtrágyázás és az öntözés hatása a talaj tulajdonságaira egy kukorica monokultúrában. In: Korszakváltás a hazai mezőgazdaságban: A modern növénytermesztés alapjai (Szerk.: Pepó Péter). Debrecen. 56-65.
78. KESZTHELYI S.: 2005. A 2004. év klimatikus tényezőinek hatása a kukorica fejlődésére, kártevőinek megjelenésére és kártételére. Gyakorlati Agrofórum Extra 10. 2005. március. 3-7.)
79. KISMÁNYOKY T.: 2005. A globális klímaváltozás hatásai és válaszai Közép- és Dél-Dunántúl szántóföldi növénytermelésében. „AGRO-21” Füzetek. Klímaváltozás – hatások – válaszok. 2005. 41. 81-94.
80. KISMÁNYOKY T. – DEBRECZENI K.: 2002. A búza és kukorica műtrágyázásának tapasztalatai az országos műtrágyázási tartamkísérletekben. In: Integrációs feladatok a hazai növénytermesztésben. (Szerk.: Pepó P. – Jolánkai M.) II. Növénytermesztési Tudományos Nap. Magyar Tudományos Akadémia Növénytermesztési Bizottság. Budapest. 133-137.
81. KISS K. – OROSZLÁNY I. – VAJDAI I.: 1981. Gazdálkodás belvizes területeken. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 16-17.

82. KOVÁCS GY.: 1973. A felszín alatti vizek hidrológiai vizsgálata. Tankönyv Kiadó, Budapest. 23-52.
83. KRUSZILIN A. SZ.: 1964. Az öntözés rendje különböző éghajlati zónákban. In: MIHÁLYFALVY I. – NÉMETH S.: 1967. A fontosabb szántóföldi növények vízigénye, öntözési normái és vízhasznosítása. Károlyi Mihály Országos Mezőgazdasági Könyvtár és Dokumentációs Központ, Budapest. 15.
84. KUMAR A.: 2008. Growth, yield and water use efficiency of different maize (*Zea mays L.*)-based cropping systems under varying planting methods and irrigation levels. Indian Journal of Agricultural Sciences. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi, India: 2008. 78:3, 244-247.
85. LÁNG G.: 1954. Növénytermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 128. – 129.
86. LÁNG G.: 1976. Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 140., 149.
87. LÁNG I. – CSETE L. – JOLÁNKAI M.: 2007. A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok. A VAHAVA jelentés. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.
88. LELKES J. – LIGETVÁRI F.: 1991. Öntözés a kisgazdaságokban. Folium Könyvkiadó Kft. 53.
89. LENGYEL L.: 2001. Az öntözés szervezése és ökonómiája. In: Pfau E. – Széles Gy. (szerk.): Mezőgazdasági üzemtan II. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest. 44-88.
90. LI QQ. – CHEN YH. – LIU MY. – ZHOU XB. – DONG BD. – YU SL.: 2007. Effect of irrigation to winter wheat on the soil moisture, evapotranspiration, and water use efficiency of summer maize in North China. Transactions of the ASABE. American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, USA. 50: 6, 2073-2079.
91. MAGDA S. – MARSELEK S.: 2000. Növénytermesztés. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest. 24.
92. MAJOR I.: 1987. Mindennapi termőföldünk. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 44-45.
93. MARJAI GY.: 1966. Esőszerű öntözés számokban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 21.
94. MARTON L. CS. – ÁRENDÁS T. – BÓNIS P. – NAGY J. – BERZSENYI Z.: 2005. A vízellátás hatása különböző tenyészidejű kukorica hibridek agronómiai tulajdonságaira. „AGRO-21” Füzetek. Klímaváltozás – hatások – válaszok. 2005. 41. 95-101.
95. MÁRTON L.: 2005. Effect of mineral fertilization and rainfall on the yield of maize (*Zea mays L.*). Agrokémia és Talajtan. Akadémiai Kiadó, Budapest. 2005. 54. 3/4, 309-324.
96. MEGYES A. – NAGY J. – RÁTONYI T. – HUZSVAI L.: 2005. Irrigation of maize (*Zea mays L.*) in relation to fertilization in a long-term field experiment. – Acta Agronomica Hungarica 53. 1. 41-46.
97. MENGU GP. – OZGUREL M.: 2008. An evaluation of water-yield relations in maize (*Zea mays L.*) in Turkey. Pakistan Journal of Biological Sciences.

- ANSInet, Asian Network for Scientific Information, Faisalabad, Pakistan: 2008. 11. 4. 517-524.
98. MENYHÉRT Z.: 1985. A kukoricatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 437.
  99. MIHÁLYFALVY I. – NÉMETH S.: 1967. A fontosabb szántóföldi növények vízigénye, öntözési normái és vízhasznosítása. Károlyi Mihály Országos Mezőgazdasági Könyvtár és Dokumentációs Központ, Budapest. 14.
  100. MIMIKOU, M. A.: 2004. Impacts of climate change on European hydrological regimes and water resources. The Eggs Articles. <http://www.the.eggs.org>.
  101. NAGY J.: 2005. A mezőgazdasági földhasználat, a szántóföldi növénytermelés és a vízgazdálkodás. „AGRO-21” Füzetek. Klímaváltozás – hatások – válaszok. 2005. 41. 38-46.
  102. NAGY J.: 2007. Kukoricatermesztés. Akadémiai Kiadó, Budapest. 69.
  103. NAGY J. – HUZSVAI L. – J. MIKA – I. DOBI – N. FODOR – KOVÁCS G. J.: 1999. A method to link general circulation model to weather generator and crop models for long term decisions. Multiple Objective Decision Support Systems for Land, Water and Environmental Management, Brisbane 1999. 2. 125-131.
  104. NAGY J. – HUZSVAI L.: 2003. A műtrágyázás hatása a kukorica termésére öntözés nélkül és öntözött termesztésben. Növénytermelés, 52. 5. 533-541.
  105. NAGY J. – KOVÁCS J.: 2005. Az öntözéses mezőgazdaság klímabefolyásoló hatása. „AGRO-21” Füzetek. Klímaváltozás – hatások – válaszok. 2005. 43. 21.
  106. NEIDHART B. – SOLDATI A. – STAMP P.: 1994. Soil water status related to anthesis – silking interval and grain yield of maize (*Zea mays L.*). Third Congress of the ESA, Proceedings, Abano-Padova pp. 196-197.
  107. NÉMETH S. – PINTÉR I.: 1974. A korai kukoricák termesztésének előnyeiről. Magyar Mezőgazdaság. 1974. 43. 10.
  108. NÉMETH T.: 1996. Talajaink szervesanyag-tartalma és nitrogén forgalma. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest. 28.
  109. NYIRI L.: 1993. Földműveléstan. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 61.
  110. OUTTAR S. – JONES R.J. – CROOKSTON R.K. – KAJEIUO M.: 1987. Effect of drought on water relations of developing maize kernels. Crop Science. 27. 730-735.
  111. PALKOVITS G. – KOLTAI G.: 2004. A talaj vízgazdálkodása és a növényi produkció kapcsolata különös tekintettel a talajvíz szerepére. Agro Napló. 8. 5.
  112. PÉCZELY GY.: 1981. Éghajlattan. Tankönyvkiadó, Budapest
  113. PEPÓ P.: 2000. Új lehetőség a kukorica trágyázásában. Gyakorlati Agrofórum. 11. 2. 62-64.
  114. PEPÓ P.: 2005. A globális klímaváltozás hatásai és válaszai a Tiszántúl szántóföldi növénytermelésében. „AGRO-21” Füzetek. Klímaváltozás – hatások – válaszok. 2005. 41. 58-65.

115. PEPÓ P. – VAD A. – BERÉNYI S.: 2005. Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica termésére monokultúrás termesztésben. *Növénytermelés*. 54. 4. 317-326.
116. PEPÓ P. – VAD A. – BERÉNYI S.: 2006. Effect of some agrotechnical elements on the yield of maize on chernozem soil. *Cereal Research Communications*, 34. 621-624.
117. PEPÓ P. – VAD A. – BERÉNYI S.: 2006. Néhány agrotechnikai tényező hatása a kukorica termésmennyiségére. *Gyakorlati Agroforum extra* 13.
118. PEPÓ P. – VAD A. – BERÉNYI S.: 2008. Effects of irrigation on yields of maize (*Zea mays L.*) in different crop rotations. *Cereal Research Communications*, 36. 735-738.
119. PETHŐ M.: 1993. *Mezőgazdasági növények élettana*. Akadémiai Kiadó, Budapest. 134.
120. PETŐ K. – RUZSÁNYI L. – SÁRVÁRI M.: 1991. *Növénytermesztési füzetek* 3. Kukorica, cirok. Debrecen 53-64.
121. PETR J. – CERNY V. – HRUSKA L.: 1985. A főbb szántóföldi növények termésképződése. *Mezőgazdasági Kiadó*, Budapest. 38.
122. PETRASOVITS I.: 1982. Sík vidéki vízrendezés és –gazdálkodás. *Mezőgazdasági Kiadó*, Budapest. 16.
123. PETRASOVITS I.: 1988. *Az agrohidrológia főbb kérdései*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
124. PETRASOVITS I.: 1989. Integrált küzdelem az aszály ellen. : Hanyecz V. (szerk.): *Aszály. Öntözési Kutató Intézet*, Szarvas. 5-14.
125. PETRASOVITS I. – BALOGH J.: 1975. *Növénytermesztés és vízgazdálkodás*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 65.
126. PETRASOVITS I. – BÉLA M.: 1970. Légnedvesség és talajnedvesség kölcsönhatások vizsgálata. *Növénytermelés*. 1970. 19.1. 79-88.
127. PLAUSIC H. – JOSIPOVIC M. – ANDRIC L. – JAMBROVIC A. – SOSTARIC J.: 2007. Influences of irrigation and N fertilization on maize (*Zea mays L.*) properties. *Cereal Research Communications*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 35. 2. 933-936.
128. POLYÁK F.: 2008. Az öntözés fontossága, szükségessége, gyakorlata. *Agrárágazat*. 9. 5. 74-76.
129. PROKSZÁNNÉ PAPLÓGÓ ZS. – MAKHAJDA J.: 1989. Kukorica vetőmagtermelés öntözéssel. *Magyar Mezőgazdaság*. 44. 28. 9.
130. RADICS L. (Szerk.): 1994. *Szántóföldi növénytermesztéstan*. KÉE Kertészeti Kar. Budapest.
131. RAJKAI K.: 2004. A víz mennyisége, eloszlása és áramlása a talajban. *MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet*, Budapest. 11.
132. RAKOVAN J.: 1984. *Zablana a udodnost pody*. Uvoda. Praha 31. 9. 419-420.



133. RUZSÁNYI L.: 1974. A műtrágyázás hatása egyes szántóföldi növényállományok vízfogyasztására és vízhasznosítására. *Növénytermelés*. 23. 3. 249-258.
134. RUZSÁNYI L.: 1975. A növényállomány evapotranspirációjának vizsgálata különböző tápanyagellátottsági szinteken. Kandidátusi disszertáció. Debrecen.
135. RUZSÁNYI L.: 1987. Agrotechnika a kukoricatermesztésben. *Magyar Mezőgazdaság*. 42. 18. 8-9.
136. RUZSÁNYI L.: 1991. Kukorica termesztéstechnológiájának fejlesztése. *Termesztéstechnológiák Komplex Fejlesztése G-9. 1. 7. Kutatási Eredmények*, Debrecen. 47-61.
137. RUZSÁNYI L.: 1996. Aszály hatása és enyhítésének lehetőségei a növénytermesztésben. In: Cselőtei L. – Harnos Zs. (szerk.): *Éghajlat, időjárás, aszály*. Akaprint, Budapest, 5-66.
138. RUZSÁNYI L.: 1996. Vízigény, vízellátás, vízhasznosítás. Szerk.: Bocz E. *Szántóföldi növénytermesztés*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 145-160.
139. RUZSÁNYI L. – DARÓCZI M. – LESZNYÁK M-NÉ: 2000. Energia- és költségtakarékosság lehetőségei, módjai a kukoricatermesztésben. *Gyakorlati Agroforum*. 11. 3. 55-61.
140. SÁRKÁNY P.: 1975. Termelési rendszerek a szántóföldi növénytermesztésben. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 85.
141. SÁRVÁRI M.: 2000. Fajtaspecifikus kukoricatermesztési technológiák fejlesztése. *Gyakorlati Agroforum*. 11. 3. 53-55.
142. SÁRVÁRI M.: 2005. Impact of nutrient supply, sowing time and plant density on maize yields. - *Acta Agronomica Hungarica*. 53. 1. 59-70.
143. SÁRVÁRI M. – GYŐRI Z.: 1982. A monokultúrában és vetésváltásban termesztett kukorica termésátlagának és minőségének változása különböző tápanyagellátás esetén. *Növénytermelés*. 31. 2. 177-184.
144. SIPOS G.: 1964. Földműveléstan. In: HEGYI G.: 1965. *Vetésforgó*. Károlyi Mihály Országos Mezőgazdasági Könyvtár és Dokumentációs Központ, Budapest.
145. STEFANOVITS P.: 1981. *Talajtan*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 136.
146. STEFANOVITS P.: 1992. *Talajtan*. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 136.
147. STEFANOVITS P – FILEP GY. – FÜLEKY GY.: 1999. *Talajtan*. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 178., 382-383.
148. STEKAUEROVÁ V. – NAGY V.: 2006. Course of soil layer water content in agricultural cultivated soil during years 1999 and 2000. *Cereal Research Communications*. 34. 1. 287-290.
149. SU YONGZHONG – ZHANG ZHIHUI – YANG HONG: 2007. Amount of irrigation and nitrogen application for maize grown on sandy farmland in the marginal oasis in the middle of Heihe River Basin. *Acta Agronomica Sinica*. Science Press, Beijing, 33. 12. 2007-2015.
150. SURÁNYI J.: 1957. *A kukorica és termesztése*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 279.

151. SZABÓ D.: 1975. Gépesített áttelepítésű esőztető öntözőberendezések. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 7.
152. SZABOLCS I.: 1961. A vízrendezések és öntözések hatása a tiszántúli talajképződési folyamatokra. Akadémiai Kiadó, Budapest. 203-235.
153. SZALAI I.: 1994. A növények élete. JATEPress
154. SZALÓKI S.: 1988. Az öntözéses gazdálkodás újabb kutatási eredményei. Öntözési Kutató Intézet, Szarvas. 35.
155. SZÁSZ G.: 1973. A termesztett növények vízigényének és az öntözés gyakoriságának meteorológiai vizsgálata. Növénytermelés. 22. 3. 4. 241-258.
156. SZÁSZ G.: 2005. Termésingadozást kiváltó éghajlati változékonyság a Kárpát-medencében. „AGRO-21” Füzetek. Klímaváltozás – hatások – válaszok. 2005. 40. 33-70.
157. SZÁSZ G. – TÓKEI L.: 1997. Meteorológia mezőgazdáknak, kertészeknek, erdészeknek. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 111-112.
158. SZÁSZHELYI P. – ALCSER J.: 1964. Öntözés kutakból. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 11.
159. SZIKI G.: 1977. Mezőgazdasági vízgazdálkodás. I. Vízkárok megelőzése, megszüntetése. Debrecen. 16.
160. SZIKI G.: 1985. Öntözéstechnika. 11.
161. THYLL SZ. – BÍRÓ T.: 2001. Alkalmazott hidrológia. A környezetgazdálkodás hidrológiai és hidraulikai alapjai. Debrecen
162. TÓTH Á.: 1995. Az esőszerű öntözés és a mikroöntözés gyakorlata. KITE Rt., Nádudvar 7.
163. TÓTH Á.: 2000. Az öntözés és tápoldatozás technikája. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest. 11-13.
164. TÓTH Á.: 2003. A XXI. Század öntözőrendszerei. Visionmaster grafikai stúdió és fotóműterem. 30.
165. UNK J.: 1967. Öntözéses növénytermesztés. Mezőgazdasági Mérnöktovábbképző Intézet. 23, 102.
166. VAD A. – ZSOMBIK L. – SZABÓ A. – PEPÓ P.: 2007. Critical crop management factors in sustainable maize (*Zea mays* L.) production. Cereal Research Communications, 35. 2. 1253-1256.
167. VÁGÓ K. – DOBÓ E.– M. KUMAR SINGH: 2006. Predicting the biogeochemical phenomenon of drought and climate variability. Cereal Research Communications. 34. 1. 93-97.
168. VÁRALLYAY GY.: 1989. Az öntözéses gazdálkodás talajtani alapjai. In: Az öntözés gyakorlati kézikönyve (Szerk.: Szalai Gy.) Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 27-99.
169. VÁRALLYAY GY.: 2005. A magyar Alföld szélsőséges vízgazdálkodása és az ahhoz történő alkalmazkodás lehetőségei és korlátai. In: Pepó P. (szerk.): Korszakváltás a hazai mezőgazdaságban: a modern növénytermesztés alapjai. Tudományos ülés. Debrecen. 43-51.

170. VÁRALLYAY GY.: 2005. Klímaváltozások talajtani hatásai a Kisalföldön. „AGRO-21” Füzetek. Klímaváltozás – hatások – válaszok. 2005. 43. 13.
171. VÁRALLYAY GY.: 2006. A talaj multifunkcionalitása és szerepe a tájökológiában. II. Magyar Tájökológiai Konferencia Debrecen, 2006. április 7-9. Az előadások és poszterek összefoglalói. 2.
172. VARGA-HASZONITS Z.: 1977. Agrometeorológia. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 64.
173. VARGA-HASZONITS Z.: 1987. Agrometeorológiai információk és hasznosításuk. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 37-38.
174. VARGA-HASZONITS Z.: 1989. A vegetációs periódus alatti vízellátottság mértékének éghajlati jellemzői. In: Hanyecz V. (szerk.): Aszály. Öntözési Kutató Intézet. Szarvas. 28-42.
175. VARGA-HASZONITS Z.: 2005. Az éghajlati változékonyság hatása az agroökoszisztémákra. „AGRO-21” Füzetek. Klímaváltozás – hatások – válaszok. 2005. 41. 29-37.
176. VARGA-HASZONITS Z. – VARGA Z.: 2004. Az éghajlati változékonyság és a természetes periódusok. „AGRO-21” Füzetek. Agroökológia. Agroökoszisztémák környezeti összefüggései és szabályozásának lehetőségei. 2004. 37. 23-32.
177. VARGA-HASZONITS Z. – VARGA Z. – LANTOS ZS. – ENZSÖLNÉ GERENCSÉR E. – MILICS G.: 2008. A talajok vízellátottságának hatása a gazdasági növények vízigényének alakulására. Agrokémia és talajtan. 57. 1. 7-20.
178. VERMES L.: 1997. Vízgazdálkodás mezőgazdasági, kertész-, tájépítész- és erdőmérnöki hallgatók részére. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest. 269.
179. VERMES L.: 2004. Agroökológia és vízgazdálkodás. „AGRO-21” Füzetek. Agroökológia. Agroökoszisztémák környezeti összefüggései és szabályozásának lehetőségei. 2004. 37. 73.
180. WIENHOLD B.J. – TROOIJEN T.P. – REICHMAN G.A.: 1995. Yield and nitrogen use efficiency of irrigated corn in the Northern Great Plains. Agronomy Journal, 87. 5. 842-847.

## **KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS**

Szeretnék a disszertáció elkészítésében nyújtott segítségért és áldozatos munkáért köszönetet mondani témavezetőmnek, Dr. Pepó Péter intézetigazgató egyetemi tanárnak, opponenseimnek Dr. Izsáki Zoltán intézetigazgató egyetemi tanárnak és Dr. Sárvári Mihály egyetemi tanárnak, a DE AGTC KIT DTTI Látóképi Telep dolgozóinak, illetve a tanszéki kollégáknak.

## **MELLÉKLET**

**1. melléklet. A kísérlet elrendezése (monokultúra)**  
(Debrecen, 2007-2009)

| MONOKULTÚRA KUKORICA                            |     |                      |                               |   |   |                  |                      |    |      |   |    |                               |    |   |                  |    |                         |
|---|-----|----------------------|-------------------------------|---|---|------------------|----------------------|----|------|---|----|-------------------------------|----|---|------------------|----|-------------------------|
| 54  | 5   |                      |                               |   |   |                  |                      |    | Ism. |   |    |                               |    |   |                  |    |                         |
| 49  | 9,2 | 4                    | 3                             | 5 | 1 | 2                | 4                    | 3  | 5    | 1 | 2  | 4                             | 3  | 5 | 1                | 2  | IV.                     |
| 39,8  | 3,1 |                      |                               |   |   |                  |                      |    |      |   |    |                               |    |   |                  |    |                         |
| 36,7  | 9,2 | 5                    | 4                             | 2 | 3 | 1                | 5                    | 4  | 2    | 3 | 1  | 5                             | 4  | 2 | 3                | 1  | III.                    |
| 27,5  | 1   |                      |                               |   |   |                  |                      |    |      |   |    |                               |    |   |                  |    | Ó1                      |
| 26,5  | 9,2 | 3                    | 5                             | 1 | 2 | 4                | 3                    | 5  | 1    | 2 | 4  | 3                             | 5  | 1 | 2                | 4  | II.                     |
| 17,3  | 3,1 |                      |                               |   |   |                  |                      |    |      |   |    |                               |    |   |                  |    |                         |
| 14,2  | 9,2 | 1                    | 2                             | 3 | 4 | 5                | 1                    | 2  | 3    | 4 | 5  | 1                             | 2  | 3 | 4                | 5  | I.                      |
| 5   | 5   |                      |                               |   |   |                  |                      |    |      |   |    |                               |    |   |                  |    |                         |
| 49  | 9,2 | 4                    | 3                             | 5 | 1 | 2                | 4                    | 3  | 5    | 1 | 2  | 4                             | 3  | 5 | 1                | 2  | IV.                     |
| 39,8  | 3,1 |                      |                               |   |   |                  |                      |    |      |   |    |                               |    |   |                  |    |                         |
| 36,7  | 9,2 | 5                    | 4                             | 2 | 3 | 1                | 5                    | 4  | 2    | 3 | 1  | 5                             | 4  | 2 | 3                | 1  | III.                    |
| 27,5  | 1   |                      |                               |   |   |                  |                      |    |      |   |    |                               |    |   |                  |    | Ó2 1/2 adag öntözés     |
| 26,5  | 9,2 | 3                    | 5                             | 1 | 2 | 4                | 3                    | 5  | 1    | 2 | 4  | 3                             | 5  | 1 | 2                | 4  | II.                     |
| 17,3  | 3,1 |                      |                               |   |   |                  |                      |    |      |   |    |                               |    |   |                  |    |                         |
| 14,2  | 9,2 | 1                    | 2                             | 3 | 4 | 5                | 1                    | 2  | 3    | 4 | 5  | 1                             | 2  | 3 | 4                | 5  | I.                      |
| 5   | 5   |                      |                               |   |   |                  |                      |    |      |   |    |                               |    |   |                  |    |                         |
| 49  | 9,2 | 4                    | 3                             | 5 | 1 | 2                | 4                    | 3  | 5    | 1 | 2  | 4                             | 3  | 5 | 1                | 2  | IV.                     |
| 39,8  | 3,1 |                      |                               |   |   |                  |                      |    |      |   |    |                               |    |   |                  |    |                         |
| 36,7  | 9,2 | 5                    | 4                             | 2 | 3 | 1                | 5                    | 4  | 2    | 3 | 1  | 5                             | 4  | 2 | 3                | 1  | III.                    |
| 27,5  | 1   |                      |                               |   |   |                  |                      |    |      |   |    |                               |    |   |                  |    | Ó3 Teljes adagi öntözés |
| 26,5  | 9,2 | 3                    | 5                             | 1 | 2 | 4                | 3                    | 5  | 1    | 2 | 4  | 3                             | 5  | 1 | 2                | 4  | II.                     |
| 17,3  | 3,1 |                      |                               |   |   |                  |                      |    |      |   |    |                               |    |   |                  |    |                         |
| 14,2  | 9,2 | 1                    | 2                             | 3 | 4 | 5                | 1                    | 2  | 3    | 4 | 5  | 1                             | 2  | 3 | 4                | 5  | I.                      |
| 5   | 5   |                      |                               |   |   |                  |                      |    |      |   |    |                               |    |   |                  |    |                         |
|   |     | <b>80 ezer tő/ha</b> |                               |   |   |                  | <b>60 ezer tő/ha</b> |    |      |   |    | <b>40 ezer tő/ha</b>          |    |   |                  |    |                         |
| 5   |     |                      | 25                            |   |   | 1                |                      | 25 |      |   | 1  |                               | 25 |   |                  | 5  |                         |
| 5   |     |                      | 30                            |   |   | 31               |                      | 56 |      |   | 57 |                               | 82 |   |                  | 87 |                         |
| <b>Kijuttatandó műtrágya-mennyiség (360 db)</b> |     |                      |                               |   |   |                  |                      |    |      |   |    |                               |    |   |                  |    |                         |
| N   |     |                      | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |   |   | K <sub>2</sub> O |                      |    | N    |   |    | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |    |   | K <sub>2</sub> O |    |                         |
| kg/ha hatóanyag                                 |     |                      |                               |   |   | kg/parcella      |                      |    |      |   |    |                               |    |   |                  |    |                         |
| 60  |     |                      | 45                            |   |   | 45               |                      |    | 0,81 |   |    | 1,15                          |    |   | 0,345            |    |                         |

**2. melléklet. A kísérlet elrendezése (bikultúra)**  
(Debrecen, 2007-2009)

| BIKULTÚRA KUKORICA                              |     |                         |                               |   |    |                         |    |   |      |                         |      |                               |  |  |                  |  |  |
|---|-----|-------------------------|-------------------------------|---|----|-------------------------|----|---|------|-------------------------|------|-------------------------------|--|--|------------------|--|--|
| 54  | 5   |                         |                               |   |    |                         |    |   |      |                         | Ism. |                               |  |  |                  |  |  |
| 49  | 9,2 | 4                       | 3                             | 5 | 1  | 2                       | 4  | 3 | 5    | 1                       | 2    | IV.                           |  |  |                  |  |  |
| 39,8  | 3,1 |                         |                               |   |    |                         |    |   |      |                         |      |                               |  |  |                  |  |  |
| 36,7  | 9,2 | 5                       | 4                             | 2 | 3  | 1                       | 5  | 4 | 2    | 3                       | 1    | III.                          |  |  |                  |  |  |
| 27,5  | 1   |                         |                               |   |    |                         |    |   |      |                         |      | Ó1                            |  |  |                  |  |  |
| 26,5  | 9,2 | 3                       | 5                             | 1 | 2  | 4                       | 3  | 5 | 1    | 2                       | 4    | II.                           |  |  |                  |  |  |
| 17,3  | 3,1 |                         |                               |   |    |                         |    |   |      |                         |      |                               |  |  |                  |  |  |
| 14,2  | 9,2 | 1                       | 2                             | 3 | 4  | 5                       | 1  | 2 | 3    | 4                       | 5    | I.                            |  |  |                  |  |  |
| 5   | 5   |                         |                               |   |    |                         |    |   |      |                         |      |                               |  |  |                  |  |  |
| 49  | 9,2 | 4                       | 3                             | 5 | 1  | 2                       | 4  | 3 | 5    | 1                       | 2    | IV.                           |  |  |                  |  |  |
| 39,8  | 3,1 |                         |                               |   |    |                         |    |   |      |                         |      |                               |  |  |                  |  |  |
| 36,7  | 9,2 | 5                       | 4                             | 2 | 3  | 1                       | 5  | 4 | 2    | 3                       | 1    | III.                          |  |  |                  |  |  |
| 27,5  | 1   |                         |                               |   |    |                         |    |   |      |                         |      | Ó2 1/2 adag öntözés           |  |  |                  |  |  |
| 26,5  | 9,2 | 3                       | 5                             | 1 | 2  | 4                       | 3  | 5 | 1    | 2                       | 4    | II.                           |  |  |                  |  |  |
| 17,3  | 3,1 |                         |                               |   |    |                         |    |   |      |                         |      |                               |  |  |                  |  |  |
| 14,2  | 9,2 | 1                       | 2                             | 3 | 4  | 5                       | 1  | 2 | 3    | 4                       | 5    | I.                            |  |  |                  |  |  |
| 5   | 5   |                         |                               |   |    |                         |    |   |      |                         |      |                               |  |  |                  |  |  |
| 49  | 9,2 | 4                       | 3                             | 5 | 1  | 2                       | 4  | 3 | 5    | 1                       | 2    | IV.                           |  |  |                  |  |  |
| 39,8  | 3,1 |                         |                               |   |    |                         |    |   |      |                         |      |                               |  |  |                  |  |  |
| 36,7  | 9,2 | 5                       | 4                             | 2 | 3  | 1                       | 5  | 4 | 2    | 3                       | 1    | III.                          |  |  |                  |  |  |
| 27,5  | 1   |                         |                               |   |    |                         |    |   |      |                         |      | Ó3 Teljes adagú öntözés       |  |  |                  |  |  |
| 26,5  | 9,2 | 3                       | 5                             | 1 | 2  | 4                       | 3  | 5 | 1    | 2                       | 4    | II.                           |  |  |                  |  |  |
| 17,3  | 3,1 |                         |                               |   |    |                         |    |   |      |                         |      |                               |  |  |                  |  |  |
| 14,2  | 9,2 | 1                       | 2                             | 3 | 4  | 5                       | 1  | 2 | 3    | 4                       | 5    | I.                            |  |  |                  |  |  |
| 5   | 5   | <b>B1 80 ezer tő/ha</b> |                               |   |    | <b>B2 60 ezer tő/ha</b> |    |   |      | <b>B3 40 ezer tő/ha</b> |      |                               |  |  |                  |  |  |
| 5   |     |                         | 25                            |   | 1  |                         | 25 |   | 1    |                         | 25   | 5                             |  |  |                  |  |  |
| 5   |     |                         | 30                            |   | 31 |                         | 56 |   | 57   |                         | 82   | 87                            |  |  |                  |  |  |
| <b>Kijuttatandó műtrágya-mennyiség (360 db)</b> |     |                         |                               |   |    |                         |    |   |      |                         |      |                               |  |  |                  |  |  |
| N   |     |                         | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |   |    | K <sub>2</sub> O        |    |   | N    |                         |      | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |  |  | K <sub>2</sub> O |  |  |
| kg/ha hatóanyag                                 |     |                         |                               |   |    | kg/parcella             |    |   |      |                         |      |                               |  |  |                  |  |  |
| 60  |     |                         | 45                            |   |    | 45                      |    |   | 0,81 |                         |      | 1,15                          |  |  | 0,345            |  |  |

**3. melléklet. A kísérlet elrendezése (trikultúra)  
(Debrecen, 2007-2009)**

| TRIKULTÚRA KUKORICA                             |     |               |                               |   |               |                  |    |               |      |   |      |                               |  |  |                  |  |  |
|---|-----|---------------|-------------------------------|---|---------------|------------------|----|---------------|------|---|------|-------------------------------|--|--|------------------|--|--|
| 54  | 5   |               |                               |   |               |                  |    |               |      |   | Ism. |                               |  |  |                  |  |  |
| 49  | 9,2 | 4             | 3                             | 5 | 1             | 2                | 4  | 3             | 5    | 1 | 2    | IV.                           |  |  |                  |  |  |
| 39,8  | 3,1 |               |                               |   |               |                  |    |               |      |   |      |                               |  |  |                  |  |  |
| 36,7  | 9,2 | 5             | 4                             | 2 | 3             | 1                | 5  | 4             | 2    | 3 | 1    | III.                          |  |  |                  |  |  |
| 27,5  | 1   |               |                               |   |               |                  |    |               |      |   |      | Ó1                            |  |  |                  |  |  |
| 26,5  | 9,2 | 3             | 5                             | 1 | 2             | 4                | 3  | 5             | 1    | 2 | 4    | II.                           |  |  |                  |  |  |
| 17,3  | 3,1 |               |                               |   |               |                  |    |               |      |   |      |                               |  |  |                  |  |  |
| 14,2  | 9,2 | 1             | 2                             | 3 | 4             | 5                | 1  | 2             | 3    | 4 | 5    | I.                            |  |  |                  |  |  |
| 5   | 5   |               |                               |   |               |                  |    |               |      |   |      |                               |  |  |                  |  |  |
| 49  | 9,2 | 4             | 3                             | 5 | 1             | 2                | 4  | 3             | 5    | 1 | 2    | IV.                           |  |  |                  |  |  |
| 39,8  | 3,1 |               |                               |   |               |                  |    |               |      |   |      |                               |  |  |                  |  |  |
| 36,7  | 9,2 | 5             | 4                             | 2 | 3             | 1                | 5  | 4             | 2    | 3 | 1    | III.                          |  |  |                  |  |  |
| 27,5  | 1   |               |                               |   |               |                  |    |               |      |   |      | Ó2 1/2 adag öntözés           |  |  |                  |  |  |
| 26,5  | 9,2 | 3             | 5                             | 1 | 2             | 4                | 3  | 5             | 1    | 2 | 4    | II.                           |  |  |                  |  |  |
| 17,3  | 3,1 |               |                               |   |               |                  |    |               |      |   |      |                               |  |  |                  |  |  |
| 14,2  | 9,2 | 1             | 2                             | 3 | 4             | 5                | 1  | 2             | 3    | 4 | 5    | I.                            |  |  |                  |  |  |
| 5   | 5   |               |                               |   |               |                  |    |               |      |   |      |                               |  |  |                  |  |  |
| 49  | 9,2 | 4             | 3                             | 5 | 1             | 2                | 4  | 3             | 5    | 1 | 2    | IV.                           |  |  |                  |  |  |
| 39,8  | 3,1 |               |                               |   |               |                  |    |               |      |   |      |                               |  |  |                  |  |  |
| 36,7  | 9,2 | 5             | 4                             | 2 | 3             | 1                | 5  | 4             | 2    | 3 | 1    | III.                          |  |  |                  |  |  |
| 27,5  | 1   |               |                               |   |               |                  |    |               |      |   |      | Ó3 Teljes adagú öntözés       |  |  |                  |  |  |
| 26,5  | 9,2 | 3             | 5                             | 1 | 2             | 4                | 3  | 5             | 1    | 2 | 4    | II.                           |  |  |                  |  |  |
| 17,3  | 3,1 |               |                               |   |               |                  |    |               |      |   |      |                               |  |  |                  |  |  |
| 14,2  | 9,2 | 1             | 2                             | 3 | 4             | 5                | 1  | 2             | 3    | 4 | 5    | I.                            |  |  |                  |  |  |
| 5   | 5   | 80 ezer tő/ha |                               |   | 60 ezer tő/ha |                  |    | 40 ezer tő/ha |      |   |      |                               |  |  |                  |  |  |
| 5   |     |               | 25                            |   | 1             |                  | 25 |               | 1    |   | 25   | 5                             |  |  |                  |  |  |
| 5   |     |               | 30                            |   | 31            |                  | 56 |               | 57   |   | 82   | 87                            |  |  |                  |  |  |
| <b>Kijuttatandó műtrágya-mennyiség (360 db)</b> |     |               |                               |   |               |                  |    |               |      |   |      |                               |  |  |                  |  |  |
| N   |     |               | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |   |               | K <sub>2</sub> O |    |               | N    |   |      | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |  |  | K <sub>2</sub> O |  |  |
| kg/ha hatóanyag                                 |     |               |                               |   |               | kg/parcella      |    |               |      |   |      |                               |  |  |                  |  |  |
| 60  |     |               | 45                            |   |               | 45               |    |               | 0,81 |   |      | 1,15                          |  |  | 0,345            |  |  |



4. melléklet. A talaj nedvességtartalma (térfogatszázalék) monokultúrában 2007. évben (Debrecen)

|         |                           |         | kontroll           |       |       |       |       |       | N120+PK           |       |       |       |       |       | N240+PK           |       |       |       |       |       |
|---------|---------------------------|---------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |                           |         | Mérési időpontok * |       |       |       |       |       | Mérési időpontok* |       |       |       |       |       | Mérési időpontok* |       |       |       |       |       |
|         |                           |         | 1                  | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                 | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                 | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| ÖI      | 60.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20    | 25,66              | 24,40 | 23,19 | 16,65 | 16,31 | 16,31 | 21,92             | 22,86 | 23,07 | 13,93 | 13,46 | 27,04 | 22,04             | 23,49 | 22,13 | 14,41 | 10,05 | 27,51 |
|         |                           | 20-40   | 29,19              | 27,72 | 24,19 | 16,48 | 16,65 | 16,65 | 25,69             | 25,38 | 24,19 | 14,90 | 15,03 | 27,43 | 27,93             | 24,89 | 23,82 | 16,54 | 14,64 | 27,03 |
|         |                           | 40-60   | 23,11              | 24,22 | 23,52 | 14,10 | 15,41 | 15,41 | 22,24             | 22,09 | 22,73 | 14,07 | 12,30 | 17,18 | 23,16             | 20,15 | 20,35 | 14,09 | 14,97 | 25,28 |
|         |                           | 60-80   | 16,81              | 19,59 | 21,13 | 13,27 | 13,80 | 13,80 | 14,70             | 16,19 | 18,51 | 13,03 | 10,41 | 23,69 | 14,69             | 16,50 | 16,02 | 13,43 | 13,29 | 17,03 |
|         |                           | 80-100  | 17,14              | 18,91 | 19,32 | 13,91 | 13,57 | 13,57 | 14,65             | 16,23 | 16,73 | 13,16 | 12,84 | 19,29 | 14,52             | 15,37 | 16,60 | 13,29 | 12,78 | 12,80 |
|         |                           | 100-120 | 16,70              | 14,77 | 20,06 | 16,01 | 12,21 | 12,21 | 15,95             | 18,30 | 18,37 | 15,43 | 11,77 | 13,26 | 13,08             | 14,68 | 16,57 | 11,16 | 10,42 | 11,75 |
|         |                           | 120-140 | 18,51              | 18,05 | 20,89 | 17,32 | 14,03 | 14,03 | 14,85             | 18,67 | 17,98 | 16,88 | 11,73 | 12,35 | 15,70             | 18,13 | 17,52 | 15,29 | 11,10 | 12,75 |
|         |                           | 140-160 | 18,90              | 19,77 | 19,48 | 18,65 | 13,76 | 13,76 | 17,27             | 17,88 | 19,19 | 17,45 | 11,33 | 12,05 | 16,26             | 17,81 | 17,98 | 17,73 | 13,70 | 14,46 |
|         |                           | 160-180 | 20,61              | 20,49 | 21,48 | 16,93 | 15,40 | 15,40 | 19,30             | 19,98 | 19,96 | 19,11 | 11,12 | 14,91 | 18,15             | 19,49 | 20,03 | 17,70 | 12,35 | 18,25 |
|         | 180-200                   | 19,82   | 21,10              | 23,53 | 20,25 | 17,27 | 17,27 | 19,27 | 20,65             | 21,90 | 19,36 | 13,86 | 17,65 | 18,84 | 19,78             | 21,22 | 17,53 | 13,42 | 19,73 |       |
|         | 80.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20    | 24,53              | 22,90 | 23,85 | 16,16 | 15,69 | 26,13 | 24,33             | 23,20 | 23,00 | 14,25 | 16,00 | 25,87 | 22,72             | 23,47 | 21,79 | 13,06 | 14,43 | 26,89 |
|         |                           | 20-40   | 27,42              | 25,65 | 25,38 | 18,51 | 16,93 | 27,11 | 28,56             | 24,86 | 24,14 | 15,81 | 15,84 | 27,41 | 26,29             | 25,69 | 22,77 | 15,08 | 14,85 | 25,93 |
|         |                           | 40-60   | 26,32              | 23,71 | 23,83 | 14,95 | 15,96 | 28,01 | 24,30             | 20,51 | 23,73 | 13,53 | 13,91 | 26,25 | 20,31             | 19,42 | 21,37 | 13,45 | 13,69 | 26,07 |
|         |                           | 60-80   | 20,90              | 19,54 | 20,86 | 13,82 | 13,79 | 24,25 | 16,36             | 15,01 | 18,78 | 12,34 | 12,60 | 22,82 | 13,56             | 13,80 | 15,72 | 11,97 | 12,37 | 17,12 |
|         |                           | 80-100  | 18,51              | 19,64 | 20,49 | 13,82 | 12,98 | 19,51 | 14,43             | 18,88 | 18,50 | 12,72 | 12,96 | 15,01 | 14,00             | 15,57 | 16,73 | 13,32 | 12,02 | 11,86 |
|         |                           | 100-120 | 17,20              | 14,35 | 19,76 | 14,65 | 11,02 | 14,32 | 11,35             | 15,48 | 18,12 | 9,52  | 12,43 | 12,22 | 11,35             | 10,35 | 16,83 | 13,83 | 11,04 | 12,68 |
|         |                           | 120-140 | 18,31              | 19,19 | 18,73 | 16,17 | 11,42 | 13,95 | 16,21             | 17,10 | 18,02 | 12,13 | 11,37 | 12,35 | 15,42             | 16,46 | 16,48 | 14,77 | 9,96  | 11,47 |
|         |                           | 140-160 | 17,96              | 19,20 | 18,85 | 16,78 | 11,86 | 16,42 | 16,36             | 18,02 | 17,86 | 14,76 | 10,54 | 13,69 | 17,01             | 16,99 | 16,72 | 15,95 | 10,27 | 12,82 |
| 160-180 |                           | 19,35   | 20,14              | 19,59 | 18,05 | 14,54 | 17,58 | 18,54 | 19,81             | 19,58 | 17,77 | 13,04 | 15,93 | 16,55 | 18,38             | 18,49 | 17,85 | 13,51 | 16,79 |       |
| 180-200 | 19,68                     | 20,96   | 21,55              | 18,68 | 15,16 | 19,22 | 19,57 | 20,65 | 21,60             | 19,40 | 15,13 | 18,59 | 19,05 | 19,66 | 20,12             | 17,71 | 12,83 | 19,85 |       |       |
| Ö3      | 60.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20    | 22,65              | 23,20 | 23,00 | 20,46 | 17,16 | 39,23 | 24,83             | 24,53 | 25,64 | 21,25 | 14,76 | 27,65 | 28,66             | 23,77 | 25,95 | 20,80 | 16,34 | 26,79 |
|         |                           | 20-40   | 29,09              | 28,02 | 26,41 | 22,08 | 19,11 | 29,60 | 26,64             | 27,90 | 29,29 | 23,43 | 16,86 | 30,24 | 28,60             | 26,00 | 27,95 | 18,04 | 13,42 | 29,69 |
|         |                           | 40-60   | 27,26              | 27,26 | 28,34 | 22,80 | 18,44 | 30,17 | 22,62             | 25,33 | 28,09 | 22,46 | 16,59 | 27,81 | 25,03             | 22,49 | 27,91 | 17,92 | 13,15 | 28,53 |
|         |                           | 60-80   | 23,69              | 24,59 | 27,56 | 17,25 | 15,75 | 27,07 | 16,70             | 20,02 | 25,67 | 18,28 | 11,17 | 27,10 | 21,70             | 19,47 | 25,51 | 16,65 | 14,48 | 25,02 |
|         |                           | 80-100  | 22,08              | 22,00 | 27,72 | 16,87 | 14,31 | 24,43 | 15,59             | 18,12 | 19,60 | 16,93 | 11,36 | 24,04 | 20,07             | 18,79 | 22,45 | 15,70 | 10,58 | 18,94 |
|         |                           | 100-120 | 17,06              | 20,99 | 21,47 | 19,15 | 13,36 | 23,43 | 15,74             | 20,01 | 19,54 | 20,25 | 13,03 | 13,03 | 17,84             | 16,35 | 20,84 | 15,10 | 10,57 | 16,12 |
|         |                           | 120-140 | 18,95              | 22,59 | 21,48 | 16,39 | 12,67 | 19,29 | 18,29             | 19,24 | 20,25 | 18,34 | 11,39 | 12,60 | 18,58             | 17,85 | 20,24 | 16,68 | 12,42 | 13,13 |
|         |                           | 140-160 | 18,78              | 23,38 | 21,43 | 18,83 | 13,61 | 15,61 | 18,77             | 19,72 | 20,30 | 16,29 | 11,39 | 13,91 | 18,43             | 20,12 | 20,53 | 17,41 | 12,43 | 12,13 |
|         |                           | 160-180 | 19,84              | 23,88 | 22,37 | 19,97 | 14,88 | 15,99 | 20,76             | 21,78 | 21,10 | 19,44 | 11,22 | 16,41 | 19,53             | 21,37 | 20,79 | 17,08 | 15,49 | 14,39 |
|         | 180-200                   | 20,45   | 23,35              | 23,47 | 20,66 | 16,69 | 16,97 | 21,31 | 22,11             | 21,20 | 20,70 | 11,62 | 18,88 | 20,22 | 21,58             | 21,27 | 19,76 | 16,86 | 16,41 |       |
|         | 80.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20    | 25,57              | 23,30 | 23,97 | 21,93 | 18,27 | 27,46 | 24,35             | 24,66 | 24,11 | 19,86 | 13,81 | 27,43 | 25,03             | 22,62 | 24,13 | 18,27 | 15,47 | 26,76 |
|         |                           | 20-40   | 28,93              | 27,15 | 29,01 | 25,09 | 18,53 | 30,13 | 28,33             | 26,15 | 31,88 | 21,71 | 14,00 | 28,70 | 28,91             | 25,90 | 30,05 | 17,36 | 15,79 | 27,53 |
|         |                           | 40-60   | 28,40              | 25,74 | 26,79 | 23,50 | 19,05 | 29,97 | 26,24             | 22,11 | 26,52 | 20,70 | 16,41 | 27,77 | 25,86             | 22,72 | 26,39 | 17,62 | 15,69 | 28,74 |
|         |                           | 60-80   | 27,12              | 21,83 | 29,88 | 20,59 | 16,16 | 27,35 | 21,99             | 17,93 | 24,05 | 17,27 | 11,80 | 26,02 | 18,57             | 17,34 | 22,40 | 16,27 | 14,72 | 26,48 |
|         |                           | 80-100  | 23,05              | 19,57 | 26,08 | 19,27 | 14,04 | 23,20 | 18,55             | 17,94 | 24,49 | 16,71 | 12,92 | 20,95 | 15,81             | 15,03 | 18,86 | 15,70 | 13,13 | 19,59 |
|         |                           | 100-120 | 11,98              | 15,98 | 21,61 | 18,25 | 10,26 | 18,50 | 17,20             | 18,60 | 20,60 | 17,44 | 12,51 | 14,51 | 15,70             | 15,15 | 17,21 | 15,00 | 12,27 | 15,45 |
|         |                           | 120-140 | 17,62              | 19,42 | 21,82 | 20,09 | 13,61 | 16,88 | 18,29             | 19,25 | 20,83 | 18,68 | 12,68 | 12,75 | 16,33             | 16,12 | 17,83 | 16,04 | 14,31 | 13,99 |
|         |                           | 140-160 | 20,38              | 20,32 | 21,56 | 20,17 | 13,27 | 16,35 | 18,61             | 19,91 | 20,90 | 19,10 | 13,19 | 12,61 | 17,87             | 17,76 | 18,44 | 16,62 | 16,51 | 15,98 |
| 160-180 |                           | 21,02   | 21,01              | 22,18 | 20,14 | 14,24 | 16,73 | 20,70 | 21,41             | 22,16 | 19,71 | 14,63 | 15,57 | 19,76 | 20,01             | 20,36 | 18,19 | 19,02 | 18,74 |       |
| 180-200 | 21,62                     | 21,30   | 23,13              | 21,17 | 15,77 | 22,94 | 20,85 | 21,85 | 21,48             | 19,97 | 17,20 | 18,37 | 21,32 | 20,94 | 20,78             | 17,93 | 19,78 | 20,50 |       |       |

\*1: 2007.03.20, 2: 2007.04.27., 3: 2007.06.04., 4: 2007.07.04., 5: 2007.08.16., 6: 2007.10.05.

5. melléklet. A talaj nedvességtartalma (térfogatszázalék) bikultúrában 2007. évben (Debrecen)

|         |                           |         | kontroll           |       |       |       |       |       | N120+PK           |       |       |       |       |       | N240+PK           |       |       |       |       |       |
|---------|---------------------------|---------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |                           |         | Mérési időpontok * |       |       |       |       |       | Mérési időpontok* |       |       |       |       |       | Mérési időpontok* |       |       |       |       |       |
|         |                           |         | 1                  | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                 | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                 | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| ÖI      | 60.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20    | 22,95              | 22,76 | 22,05 | 18,01 | 16,84 | 25,29 | 24,55             | 24,71 | 23,54 | 16,86 | 16,05 | 27,94 | 22,52             | 22,85 | 22,98 | 16,32 | 12,17 | 27,49 |
|         |                           | 20-40   | 27,67              | 26,62 | 25,34 | 20,36 | 16,28 | 27,74 | 27,30             | 26,82 | 24,96 | 17,58 | 14,06 | 27,21 | 26,59             | 26,62 | 24,60 | 16,84 | 12,97 | 28,07 |
|         |                           | 40-60   | 27,15              | 26,34 | 25,63 | 18,04 | 14,10 | 28,20 | 26,40             | 26,13 | 25,55 | 15,42 | 13,31 | 27,82 | 26,39             | 24,47 | 24,34 | 15,18 | 12,44 | 28,18 |
|         |                           | 60-80   | 26,76              | 24,73 | 24,40 | 17,34 | 12,72 | 21,01 | 24,85             | 23,67 | 24,07 | 13,97 | 11,05 | 22,85 | 25,17             | 23,11 | 22,63 | 14,30 | 11,55 | 25,24 |
|         |                           | 80-100  | 25,45              | 23,33 | 24,19 | 19,33 | 14,71 | 18,66 | 20,81             | 21,87 | 22,07 | 14,22 | 12,46 | 14,83 | 23,14             | 22,60 | 22,72 | 15,91 | 13,20 | 18,77 |
|         |                           | 100-120 | 21,79              | 21,30 | 20,84 | 16,02 | 14,15 | 13,71 | 19,39             | 20,80 | 20,75 | 9,30  | 10,59 | 12,68 | 16,18             | 21,31 | 21,34 | 9,79  | 11,73 | 13,15 |
|         |                           | 120-140 | 22,11              | 21,05 | 22,39 | 16,44 | 11,59 | 12,90 | 19,58             | 21,18 | 20,57 | 11,06 | 11,45 | 10,87 | 18,66             | 20,56 | 20,32 | 14,11 | 11,83 | 11,19 |
|         |                           | 140-160 | 19,66              | 21,52 | 21,61 | 19,44 | 12,88 | 12,16 | 19,31             | 20,09 | 20,02 | 14,67 | 10,13 | 11,23 | 20,03             | 20,56 | 20,90 | 17,03 | 10,89 | 13,37 |
|         |                           | 160-180 | 21,76              | 22,90 | 23,44 | 19,95 | 14,79 | 12,95 | 21,39             | 22,58 | 22,41 | 17,99 | 12,36 | 13,94 | 20,38             | 22,24 | 22,58 | 19,06 | 12,14 | 17,18 |
|         | 180-200                   | 22,44   | 23,79              | 23,00 | 21,07 | 13,55 | 18,16 | 21,41 | 22,13             | 22,28 | 19,40 | 13,02 | 18,05 | 22,31 | 22,76             | 22,99 | 20,39 | 13,81 | 19,37 |       |
|         | 80.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20    | 24,22              | 22,47 | 22,34 | 16,73 | 12,77 | 28,78 | 23,87             | 24,17 | 23,00 | 16,97 | 11,20 | 26,78 | 25,00             | 24,14 | 21,51 | 14,06 | 13,91 | 26,76 |
|         |                           | 20-40   | 25,83              | 25,82 | 25,19 | 17,32 | 13,92 | 27,54 | 24,83             | 25,48 | 25,87 | 15,94 | 10,63 | 27,75 | 26,64             | 28,00 | 24,42 | 14,77 | 12,07 | 28,29 |
|         |                           | 40-60   | 27,56              | 26,50 | 25,49 | 15,99 | 13,02 | 28,39 | 23,84             | 25,95 | 24,77 | 13,78 | 11,06 | 28,35 | 25,12             | 24,67 | 24,17 | 13,20 | 7,65  | 26,36 |
|         |                           | 60-80   | 26,41              | 24,93 | 24,71 | 16,89 | 8,51  | 24,17 | 23,03             | 22,85 | 22,67 | 12,71 | 10,41 | 23,42 | 21,36             | 22,45 | 22,42 | 13,00 | 9,10  | 19,09 |
|         |                           | 80-100  | 24,40              | 24,32 | 24,05 | 15,38 | 8,30  | 16,99 | 22,15             | 22,75 | 22,53 | 14,97 | 10,35 | 14,32 | 20,90             | 21,69 | 21,93 | 14,17 | 13,68 | 13,66 |
|         |                           | 100-120 | 20,64              | 17,79 | 21,26 | 16,50 | 13,51 | 12,30 | 20,62             | 20,16 | 20,97 | 19,30 | 12,02 | 11,13 | 19,53             | 20,60 | 20,36 | 14,33 | 13,72 | 12,29 |
|         |                           | 120-140 | 20,44              | 19,76 | 22,26 | 17,37 | 12,21 | 11,66 | 20,60             | 19,86 | 20,60 | 17,68 | 11,65 | 10,76 | 18,57             | 20,26 | 20,13 | 16,62 | 13,66 | 11,60 |
|         |                           | 140-160 | 20,54              | 21,83 | 20,60 | 18,88 | 11,60 | 11,47 | 21,77             | 20,37 | 20,04 | 18,38 | 11,32 | 11,07 | 19,01             | 19,93 | 23,93 | 18,49 | 11,32 | 13,97 |
| 160-180 |                           | 20,75   | 22,79              | 23,38 | 20,66 | 9,53  | 14,15 | 20,81 | 21,35             | 22,56 | 20,03 | 12,22 | 14,58 | 20,15 | 21,79             | 22,01 | 19,91 | 13,34 | 18,08 |       |
| 180-200 | 21,62                     | 22,97   | 23,43              | 22,07 | 10,45 | 17,45 | 21,24 | 22,07 | 22,32             | 22,22 | 16,45 | 19,08 | 21,84 | 21,53 | 22,40             | 20,58 | 12,11 | 20,13 |       |       |
| Ö3      | 60.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20    | 27,94              | 26,56 | 28,30 | 21,40 | 15,21 | 30,24 | 27,59             | 25,58 | 27,72 | 23,33 | 10,55 | 29,58 | 28,23             | 25,74 | 28,50 | 22,60 | 13,03 | 32,10 |
|         |                           | 20-40   | 31,13              | 30,62 | 31,09 | 22,59 | 20,76 | 45,09 | 30,49             | 28,83 | 29,97 | 21,28 | 10,05 | 30,76 | 30,44             | 30,16 | 30,66 | 20,51 | 11,51 | 32,45 |
|         |                           | 40-60   | 30,86              | 29,25 | 31,43 | 19,89 | 10,50 | 30,16 | 29,38             | 28,32 | 28,99 | 16,78 | 12,96 | 28,84 | 29,24             | 29,37 | 29,58 | 16,66 | 11,91 | 36,11 |
|         |                           | 60-80   | 27,73              | 27,47 | 29,07 | 16,54 | 12,32 | 26,87 | 27,79             | 26,35 | 27,41 | 15,98 | 8,28  | 25,20 | 27,63             | 25,65 | 27,05 | 15,50 | 10,41 | 24,78 |
|         |                           | 80-100  | 26,75              | 26,09 | 26,75 | 18,33 | 10,77 | 22,67 | 26,38             | 25,49 | 26,79 | 19,39 | 9,12  | 19,67 | 25,85             | 24,91 | 25,67 | 17,80 | 11,23 | 17,54 |
|         |                           | 100-120 | 22,77              | 24,45 | 24,94 | 23,18 | 12,88 | 18,06 | 20,29             | 23,45 | 23,43 | 21,56 | 12,69 | 15,64 | 17,33             | 22,35 | 22,30 | 19,56 | 8,35  | 14,66 |
|         |                           | 120-140 | 22,12              | 23,20 | 23,32 | 21,67 | 11,32 | 17,41 | 22,73             | 22,16 | 22,78 | 21,45 | 12,35 | 17,21 | 21,82             | 21,97 | 22,88 | 20,37 | 8,91  | 18,29 |
|         |                           | 140-160 | 21,59              | 22,94 | 22,02 | 21,64 | 15,07 | 18,69 | 22,17             | 23,20 | 22,94 | 21,54 | 15,68 | 18,39 | 21,04             | 21,77 | 22,36 | 20,50 | 9,94  | 19,93 |
|         |                           | 160-180 | 22,01              | 24,02 | 24,66 | 22,19 | 10,35 | 20,69 | 22,61             | 23,87 | 24,51 | 21,57 | 15,39 | 22,69 | 21,87             | 23,11 | 23,61 | 21,71 | 11,15 | 21,58 |
|         | 180-200                   | 23,44   | 23,52              | 24,49 | 23,03 | 13,23 | 22,11 | 23,40 | 23,44             | 24,93 | 23,78 | 17,69 | 21,94 | 22,97 | 24,20             | 23,87 | 22,83 | 13,28 | 25,08 |       |
|         | 80.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20    | 25,71              | 25,91 | 27,21 | 25,08 | 16,82 | 27,47 | 26,77             | 26,77 | 27,02 | 30,26 | 10,77 | 30,15 | 27,39             | 26,11 | 27,81 | 24,17 | 12,05 | 29,05 |
|         |                           | 20-40   | 29,85              | 29,75 | 30,06 | 24,13 | 17,56 | 29,51 | 29,43             | 29,29 | 29,70 | 23,56 | 12,39 | 30,30 | 28,58             | 26,79 | 29,05 | 23,33 | 14,33 | 32,07 |
|         |                           | 40-60   | 30,48              | 29,29 | 31,78 | 20,97 | 14,57 | 30,44 | 29,68             | 26,68 | 29,54 | 21,17 | 17,26 | 29,33 | 24,05             | 23,28 | 27,40 | 22,18 | 10,46 | 28,69 |
|         |                           | 60-80   | 29,46              | 28,04 | 29,63 | 19,88 | 17,58 | 25,27 | 27,22             | 23,33 | 27,25 | 18,51 | 15,33 | 22,88 | 21,72             | 20,97 | 24,63 | 20,39 | 12,02 | 21,84 |
|         |                           | 80-100  | 26,56              | 25,63 | 27,87 | 20,63 | 13,79 | 18,91 | 22,43             | 22,59 | 25,19 | 17,94 | 11,15 | 17,94 | 20,51             | 20,90 | 22,32 | 18,43 | 8,94  | 15,38 |
|         |                           | 100-120 | 18,04              | 24,73 | 24,69 | 23,18 | 10,74 | 14,37 | 21,23             | 22,32 | 24,83 | 21,17 | 9,06  | 14,69 | 16,24             | 21,17 | 22,15 | 17,84 | 6,81  | 19,17 |
|         |                           | 120-140 | 18,99              | 23,10 | 22,89 | 21,96 | 8,56  | 14,25 | 22,27             | 22,88 | 24,25 | 21,99 | 11,32 | 14,05 | 20,48             | 22,39 | 23,41 | 21,61 | 9,09  | 20,72 |
|         |                           | 140-160 | 23,14              | 22,17 | 23,24 | 22,58 | 10,84 | 16,85 | 21,26             | 22,42 | 23,24 | 22,23 | 12,84 | 15,67 | 21,58             | 22,17 | 23,96 | 22,57 | 7,89  | 20,29 |
| 160-180 |                           | 23,27   | 23,16              | 25,13 | 23,19 | 11,75 | 17,79 | 22,53 | 23,23             | 24,08 | 21,95 | 12,78 | 26,89 | 23,57 | 23,54             | 23,48 | 22,61 | 17,73 | 22,21 |       |
| 180-200 | 23,94                     | 23,76   | 24,34              | 23,03 | 13,90 | 21,51 | 23,36 | 24,20 | 24,51             | 22,68 | 16,72 | 21,68 | 23,26 | 23,93 | 24,54             | 22,96 | 17,77 | 23,66 |       |       |

\*1: 2007.03.20, 2: 2007.04.27., 3: 2007.06.04., 4: 2007.07.04., 5: 2007.08.16., 6: 2007.10.05.

6. melléklet. A talaj nedvességtartalma (térfogatszázalék) trikultrában 2007. évben (Debrecen)

|         |                           |         | kontroll           |       |       |       |       |       | N120+PK           |       |       |       |       |       | N240+PK           |       |       |       |       |       |
|---------|---------------------------|---------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |                           |         | Mérési időpontok * |       |       |       |       |       | Mérési időpontok* |       |       |       |       |       | Mérési időpontok* |       |       |       |       |       |
|         |                           |         | 1                  | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                 | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                 | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| Ö1      | 60.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20    | 26,16              | 23,53 | 23,40 | 16,09 | 13,98 | 24,91 | 24,24             | 23,83 | 24,28 | 15,62 | 11,94 | 26,48 | 25,60             | 23,96 | 22,67 | 13,27 | 14,04 | 25,26 |
|         |                           | 20-40   | 27,49              | 25,70 | 25,53 | 17,02 | 15,55 | 27,45 | 27,41             | 26,02 | 25,41 | 15,92 | 15,52 | 28,65 | 27,64             | 26,88 | 24,87 | 15,13 | 15,37 | 25,77 |
|         |                           | 40-60   | 24,15              | 24,77 | 25,41 | 15,88 | 16,16 | 28,39 | 26,46             | 23,40 | 24,66 | 15,63 | 15,27 | 28,38 | 26,06             | 25,60 | 24,83 | 15,61 | 15,70 | 25,60 |
|         |                           | 60-80   | 21,26              | 20,01 | 22,81 | 13,87 | 14,97 | 21,90 | 22,09             | 18,50 | 21,08 | 13,81 | 14,06 | 21,68 | 21,36             | 22,82 | 23,12 | 14,78 | 14,40 | 19,57 |
|         |                           | 80-100  | 16,92              | 19,99 | 20,23 | 13,00 | 11,81 | 13,65 | 18,86             | 18,05 | 19,35 | 14,38 | 13,45 | 18,50 | 21,10             | 21,71 | 22,39 | 12,00 | 14,36 | 16,82 |
|         |                           | 100-120 | 16,26              | 19,93 | 19,79 | 14,02 | 13,72 | 12,76 | 18,85             | 18,32 | 19,91 | 12,71 | 11,19 | 16,46 | 20,24             | 19,81 | 21,09 | 15,60 | 10,29 | 14,07 |
|         |                           | 120-140 | 17,02              | 19,50 | 19,53 | 16,53 | 13,68 | 11,59 | 19,38             | 18,89 | 19,82 | 15,60 | 12,20 | 15,18 | 20,01             | 19,73 | 20,47 | 17,17 | 12,49 | 14,56 |
|         |                           | 140-160 | 20,73              | 20,41 | 20,70 | 22,16 | 13,73 | 12,64 | 19,28             | 19,55 | 19,87 | 17,96 | 13,62 | 14,96 | 20,33             | 20,45 | 20,17 | 18,57 | 12,59 | 16,36 |
|         |                           | 160-180 | 22,25              | 22,31 | 21,89 | 18,32 | 9,88  | 12,04 | 21,40             | 19,56 | 21,46 | 21,09 | 11,90 | 17,83 | 20,95             | 22,46 | 21,79 | 20,64 | 13,73 | 16,30 |
|         | 180-200                   | 22,00   | 22,86              | 23,00 | 21,59 | 14,58 | 15,10 | 22,99 | 24,82             | 22,38 | 21,56 | 16,86 | 20,27 | 21,02 | 24,49             | 22,55 | 22,67 | 16,66 | 17,43 |       |
|         | 80.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20    | 24,03              | 24,94 | 23,11 | 15,96 | 14,88 | 26,29 | 24,80             | 24,19 | 21,95 | 15,11 | 14,75 | 26,53 | 25,06             | 23,40 | 21,80 | 13,85 | 13,49 | 26,57 |
|         |                           | 20-40   | 28,34              | 26,84 | 24,98 | 17,22 | 15,94 | 26,85 | 27,44             | 25,25 | 22,77 | 16,36 | 15,27 | 27,92 | 26,67             | 25,43 | 22,80 | 14,95 | 15,53 | 28,55 |
|         |                           | 40-60   | 27,92              | 26,72 | 26,60 | 16,15 | 16,25 | 24,91 | 24,94             | 22,82 | 23,19 | 14,41 | 14,16 | 28,34 | 24,32             | 23,24 | 23,08 | 13,85 | 14,02 | 27,55 |
|         |                           | 60-80   | 25,77              | 22,51 | 24,75 | 15,55 | 15,43 | 20,17 | 20,00             | 18,84 | 21,93 | 14,31 | 14,28 | 26,08 | 18,24             | 18,66 | 20,33 | 12,33 | 12,16 | 24,95 |
|         |                           | 80-100  | 23,24              | 21,41 | 22,93 | 15,41 | 14,24 | 14,45 | 18,94             | 19,16 | 20,52 | 14,20 | 12,35 | 19,30 | 14,22             | 17,11 | 18,20 | 12,06 | 11,73 | 20,82 |
|         |                           | 100-120 | 13,83              | 22,18 | 20,93 | 16,83 | 12,39 | 12,73 | 25,69             | 20,36 | 18,37 | 15,27 | 12,27 | 12,03 | 15,87             | 17,85 | 19,31 | 14,94 | 11,67 | 15,31 |
|         |                           | 120-140 | 20,36              | 21,77 | 20,71 | 18,79 | 12,68 | 12,15 | 18,90             | 21,35 | 19,85 | 15,30 | 11,93 | 10,92 | 17,74             | 22,40 | 19,50 | 17,54 | 11,32 | 12,55 |
|         |                           | 140-160 | 20,20              | 21,46 | 21,46 | 19,73 | 13,19 | 12,51 | 19,41             | 20,40 | 20,16 | 17,12 | 12,05 | 11,98 | 19,13             | 18,93 | 20,09 | 18,78 | 12,00 | 14,86 |
| 160-180 |                           | 21,00   | 22,55              | 22,39 | 21,55 | 14,60 | 15,00 | 20,11 | 21,51             | 22,25 | 20,13 | 14,27 | 14,78 | 20,21 | 21,14             | 21,95 | 20,46 | 14,47 | 16,48 |       |
| 180-200 | 22,52                     | 22,99   | 23,63              | 22,25 | 17,25 | 20,19 | 22,79 | 22,50 | 23,08             | 21,36 | 16,25 | 19,71 | 21,29 | 21,95 | 22,16             | 21,30 | 15,35 | 19,54 |       |       |
| Ö3      | 60.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20    | 24,25              | 21,11 | 25,88 | 23,49 | 16,21 | 27,00 | 23,98             | 23,00 | 25,04 | 22,71 | 16,58 | 28,23 | 24,23             | 23,96 | 26,75 | 22,25 | 13,72 | 27,97 |
|         |                           | 20-40   | 26,88              | 25,55 | 26,71 | 20,92 | 17,50 | 28,11 | 27,16             | 26,12 | 27,02 | 20,25 | 17,42 | 33,80 | 26,60             | 26,33 | 26,99 | 19,19 | 14,51 | 27,87 |
|         |                           | 40-60   | 24,63              | 26,04 | 26,91 | 17,76 | 16,20 | 27,86 | 26,03             | 25,40 | 26,16 | 16,88 | 15,15 | 26,04 | 25,69             | 25,15 | 25,77 | 17,06 | 14,35 | 26,14 |
|         |                           | 60-80   | 22,05              | 22,56 | 25,58 | 15,76 | 13,83 | 25,38 | 23,28             | 22,78 | 24,86 | 15,25 | 13,87 | 19,75 | 23,30             | 22,86 | 24,24 | 16,06 | 14,44 | 21,49 |
|         |                           | 80-100  | 21,86              | 21,05 | 24,30 | 16,90 | 13,28 | 20,84 | 20,91             | 21,92 | 23,69 | 16,00 | 13,08 | 17,16 | 21,77             | 21,84 | 24,04 | 17,36 | 13,19 | 17,71 |
|         |                           | 100-120 | 20,46              | 19,68 | 21,78 | 18,64 | 12,04 | 15,20 | 19,13             | 17,10 | 22,15 | 17,21 | 12,22 | 15,54 | 18,80             | 19,95 | 22,50 | 17,97 | 11,89 | 14,92 |
|         |                           | 120-140 | 21,65              | 19,65 | 21,21 | 19,16 | 11,59 | 12,39 | 17,92             | 19,13 | 21,81 | 18,36 | 11,23 | 14,08 | 18,28             | 19,51 | 21,26 | 18,89 | 11,56 | 11,77 |
|         |                           | 140-160 | 19,09              | 20,10 | 21,51 | 19,14 | 11,89 | 12,15 | 18,32             | 19,50 | 21,21 | 18,87 | 11,12 | 11,89 | 18,02             | 20,06 | 21,27 | 19,31 | 11,84 | 13,60 |
|         |                           | 160-180 | 20,78              | 20,23 | 21,46 | 20,30 | 12,00 | 14,44 | 19,71             | 21,01 | 22,03 | 20,07 | 11,80 | 13,77 | 20,34             | 20,95 | 22,63 | 20,94 | 13,48 | 16,17 |
|         | 180-200                   | 21,36   | 21,64              | 22,54 | 21,50 | 13,11 | 17,02 | 20,71 | 21,57             | 22,32 | 20,40 | 12,57 | 17,00 | 20,81 | 21,16             | 22,58 | 21,69 | 16,07 | 18,67 |       |
|         | 80.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20    | 24,18              | 23,53 | 25,93 | 22,27 | 16,32 | 26,89 | 24,80             | 23,21 | 25,81 | 21,13 | 16,74 | 28,32 | 24,47             | 25,52 | 25,97 | 22,79 | 13,60 | 29,17 |
|         |                           | 20-40   | 26,90              | 26,51 | 27,12 | 21,83 | 18,35 | 27,97 | 26,44             | 25,66 | 27,67 | 19,14 | 16,28 | 27,04 | 27,28             | 27,15 | 27,37 | 18,40 | 16,01 | 30,07 |
|         |                           | 40-60   | 26,82              | 25,96 | 27,16 | 20,90 | 16,50 | 26,46 | 22,84             | 24,40 | 26,14 | 17,22 | 15,39 | 26,69 | 26,27             | 24,87 | 26,75 | 17,32 | 15,22 | 27,07 |
|         |                           | 60-80   | 23,61              | 22,99 | 25,04 | 17,24 | 14,13 | 24,45 | 19,81             | 20,26 | 25,54 | 15,58 | 13,23 | 17,31 | 21,86             | 22,50 | 24,95 | 17,62 | 13,20 | 25,79 |
|         |                           | 80-100  | 20,84              | 21,09 | 23,88 | 18,13 | 13,10 | 20,87 | 20,16             | 20,07 | 22,46 | 17,51 | 12,79 | 12,45 | 18,76             | 21,01 | 23,75 | 17,67 | 12,54 | 23,30 |
|         |                           | 100-120 | 19,27              | 20,75 | 20,82 | 19,77 | 13,08 | 12,58 | 18,97             | 20,33 | 20,87 | 19,03 | 11,63 | 11,71 | 16,86             | 18,92 | 22,17 | 18,35 | 11,76 | 17,34 |
|         |                           | 120-140 | 20,14              | 19,78 | 21,17 | 20,08 | 12,16 | 11,72 | 19,05             | 19,09 | 20,39 | 18,86 | 11,71 | 10,42 | 18,74             | 18,47 | 21,75 | 19,82 | 11,06 | 15,24 |
|         |                           | 140-160 | 20,09              | 19,98 | 20,70 | 20,38 | 11,72 | 13,86 | 17,85             | 19,98 | 19,26 | 18,71 | 11,60 | 11,69 | 18,71             | 18,24 | 20,18 | 19,72 | 12,33 | 13,06 |
| 160-180 |                           | 20,84   | 21,44              | 21,88 | 20,52 | 13,18 | 17,26 | 18,64 | 21,17             | 20,94 | 20,43 | 11,54 | 15,58 | 19,76 | 19,98             | 20,84 | 20,90 | 14,68 | 17,22 |       |
| 180-200 | 21,74                     | 22,01   | 21,78              | 21,47 | 15,31 | 19,01 | 21,52 | 21,86 | 21,93             | 21,38 | 13,21 | 18,37 | 21,15 | 21,64 | 21,44             | 21,34 | 16,76 | 20,95 |       |       |

\*1: 2007.03.20, 2: 2007.04.27., 3: 2007.06.04., 4: 2007.07.04., 5: 2007.08.16., 6: 2007.10.05.

7. melléklet. A talaj nedvességtartalma (térfogatszázalék) monokultúrában 2008. évben (Debrecen)

|         |                           | kontroll           |       |       |       |       |       | N120+PK           |       |       |       |       |       | N240+PK           |       |       |       |       |       |       |
|---------|---------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |                           | Mérési időpontok * |       |       |       |       |       | Mérési időpontok* |       |       |       |       |       | Mérési időpontok* |       |       |       |       |       |       |
|         |                           | 1                  | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                 | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                 | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |       |
| Ö1      | 60.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20               | 25,86 | 26,75 | 26,32 | 27,70 | 22,12 | 25,66             | 27,07 | 27,08 | 25,86 | 26,04 | 19,80 | 25,49             | 26,37 | 27,63 | 27,25 | 27,41 | 19,76 | 23,50 |
|         |                           | 20-40              | 31,67 | 29,67 | 27,97 | 26,02 | 24,34 | 27,37             | 29,98 | 29,63 | 26,50 | 22,69 | 22,94 | 24,27             | 30,09 | 29,71 | 27,01 | 26,43 | 19,80 | 21,89 |
|         |                           | 40-60              | 29,86 | 29,82 | 26,75 | 26,96 | 24,59 | 25,56             | 28,66 | 28,05 | 27,13 | 19,06 | 21,76 | 21,57             | 29,24 | 27,76 | 25,84 | 19,43 | 19,18 | 19,13 |
|         |                           | 60-80              | 27,25 | 27,65 | 25,33 | 22,52 | 22,66 | 21,94             | 25,70 | 25,96 | 25,31 | 17,60 | 20,08 | 18,82             | 26,44 | 25,57 | 24,52 | 16,56 | 17,64 | 18,11 |
|         |                           | 80-100             | 24,25 | 25,15 | 25,36 | 20,48 | 21,30 | 21,01             | 23,65 | 24,00 | 24,53 | 18,14 | 18,88 | 18,73             | 24,83 | 24,39 | 23,95 | 17,90 | 15,24 | 17,42 |
|         |                           | 100-120            | 23,80 | 22,81 | 24,08 | 19,76 | 19,96 | 18,58             | 23,92 | 23,58 | 22,74 | 17,34 | 17,90 | 17,19             | 22,69 | 23,22 | 22,50 | 19,00 | 14,99 | 14,94 |
|         |                           | 120-140            | 22,92 | 22,73 | 23,58 | 19,22 | 17,62 | 18,29             | 23,25 | 23,26 | 22,75 | 19,66 | 18,31 | 18,18             | 21,96 | 23,18 | 23,55 | 19,32 | 15,71 | 15,27 |
|         |                           | 140-160            | 22,45 | 23,46 | 22,70 | 19,55 | 17,35 | 18,95             | 22,47 | 23,08 | 23,09 | 20,44 | 18,18 | 17,48             | 21,24 | 22,56 | 24,09 | 19,96 | 17,07 | 16,68 |
|         |                           | 160-180            | 22,74 | 24,17 | 23,97 | 21,26 | 20,18 | 18,90             | 22,74 | 23,96 | 25,32 | 21,39 | 20,94 | 19,09             | 22,03 | 22,46 | 24,50 | 21,51 | 19,31 | 18,16 |
|         | 180-200                   | 22,80              | 24,66 | 25,76 | 22,55 | 21,79 | 19,03 | 22,53             | 24,20 | 25,93 | 21,87 | 22,01 | 21,31 | 21,55             | 22,45 | 25,01 | 23,28 | 20,63 | 18,58 |       |
|         | 80.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20               | 27,10 | 25,27 | 26,38 | 28,13 | 21,74 | 25,54             | 27,62 | 26,51 | 26,53 | 21,27 | 17,36 | 22,59             | 30,54 | 25,54 | 24,27 | 24,19 | 16,85 | 23,59 |
|         |                           | 20-40              | 30,78 | 29,11 | 26,70 | 25,06 | 24,79 | 27,93             | 29,01 | 29,95 | 25,66 | 20,87 | 19,86 | 22,11             | 30,36 | 28,75 | 24,57 | 20,94 | 19,75 | 19,66 |
|         |                           | 40-60              | 28,77 | 29,35 | 26,13 | 19,69 | 23,90 | 24,63             | 29,62 | 27,85 | 24,88 | 16,97 | 18,56 | 17,39             | 28,09 | 26,82 | 24,67 | 17,29 | 18,46 | 15,14 |
|         |                           | 60-80              | 26,28 | 26,37 | 24,60 | 18,49 | 22,11 | 21,53             | 25,24 | 25,22 | 23,70 | 20,08 | 17,07 | 16,64             | 25,36 | 25,66 | 23,77 | 16,73 | 16,89 | 14,59 |
|         |                           | 80-100             | 23,60 | 24,11 | 24,57 | 19,53 | 22,39 | 21,80             | 23,52 | 24,09 | 23,57 | 18,17 | 16,45 | 13,53             | 25,27 | 23,33 | 23,46 | 18,08 | 15,38 | 13,74 |
|         |                           | 100-120            | 23,13 | 23,50 | 23,88 | 20,18 | 20,24 | 19,31             | 23,79 | 22,52 | 20,28 | 18,99 | 14,24 | 12,35             | 24,06 | 22,92 | 22,98 | 18,50 | 13,09 | 14,09 |
|         |                           | 120-140            | 22,32 | 24,51 | 23,14 | 19,75 | 18,75 | 18,36             | 21,01 | 23,08 | 22,54 | 18,99 | 12,80 | 13,00             | 22,10 | 21,90 | 22,55 | 19,03 | 11,99 | 15,53 |
|         |                           | 140-160            | 21,55 | 22,23 | 23,00 | 20,68 | 17,89 | 19,66             | 21,28 | 22,01 | 21,91 | 19,49 | 15,30 | 15,49             | 21,29 | 21,23 | 22,06 | 19,50 | 15,28 | 16,91 |
| 160-180 |                           | 21,27              | 22,71 | 23,01 | 22,62 | 19,61 | 19,30 | 21,64             | 23,11 | 22,56 | 21,47 | 17,67 | 19,34 | 21,84             | 21,77 | 23,12 | 20,38 | 18,37 | 16,77 |       |
| 180-200 | 22,45                     | 23,44              | 24,46 | 24,30 | 20,49 | 20,83 | 21,55 | 22,47             | 23,45 | 24,94 | 21,64 | 18,99 | 20,83 | 21,46             | 24,00 | 21,71 | 20,06 | 18,69 |       |       |
| Ö3      | 60.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20               | 29,80 | 27,44 | 23,94 | 25,89 | 19,42 | 22,21             | 28,10 | 26,28 | 24,30 | 26,71 | 20,06 | 23,68             | 28,58 | 26,47 | 25,51 | 24,03 | 21,40 | 22,45 |
|         |                           | 20-40              | 33,42 | 32,49 | 28,09 | 27,74 | 22,31 | 25,97             | 31,32 | 30,48 | 28,48 | 25,33 | 23,36 | 23,41             | 32,02 | 30,24 | 27,15 | 24,10 | 23,73 | 22,86 |
|         |                           | 40-60              | 30,82 | 29,92 | 27,51 | 26,20 | 22,49 | 23,66             | 31,20 | 28,98 | 24,94 | 21,96 | 20,59 | 19,06             | 30,85 | 28,24 | 26,85 | 20,38 | 21,62 | 19,46 |
|         |                           | 60-80              | 28,23 | 26,82 | 27,05 | 23,27 | 20,92 | 21,19             | 28,82 | 26,58 | 25,06 | 20,45 | 19,68 | 17,52             | 28,23 | 25,45 | 25,27 | 17,73 | 19,93 | 17,27 |
|         |                           | 80-100             | 24,47 | 24,61 | 25,67 | 23,50 | 19,80 | 20,74             | 24,13 | 24,40 | 24,37 | 19,34 | 17,80 | 15,82             | 25,26 | 23,91 | 23,54 | 17,11 | 18,56 | 15,58 |
|         |                           | 100-120            | 23,48 | 22,88 | 23,62 | 21,59 | 18,07 | 20,04             | 22,26 | 22,40 | 22,57 | 19,44 | 17,43 | 16,17             | 22,39 | 21,42 | 22,87 | 18,60 | 18,03 | 17,16 |
|         |                           | 120-140            | 22,92 | 23,36 | 23,40 | 20,75 | 17,40 | 20,26             | 21,88 | 22,86 | 23,17 | 20,44 | 16,47 | 16,64             | 21,93 | 23,11 | 22,98 | 20,07 | 19,87 | 16,38 |
|         |                           | 140-160            | 22,10 | 22,79 | 23,67 | 21,26 | 18,60 | 22,64             | 21,11 | 21,49 | 23,38 | 21,23 | 18,08 | 18,36             | 21,69 | 21,59 | 22,87 | 21,49 | 19,28 | 17,17 |
|         |                           | 160-180            | 22,87 | 23,83 | 24,68 | 22,23 | 20,64 | 21,25             | 21,33 | 22,95 | 25,09 | 22,77 | 19,60 | 19,06             | 21,18 | 22,34 | 23,98 | 22,07 | 19,64 | 19,44 |
|         | 180-200                   | 22,62              | 24,30 | 24,99 | 23,64 | 20,97 | 21,53 | 21,59             | 22,91 | 25,42 | 22,80 | 20,86 | 21,20 | 21,85             | 22,62 | 22,83 | 23,43 | 21,67 | 18,62 |       |
|         | 80.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20               | 27,93 | 27,45 | 23,79 | 26,18 | 21,35 | 23,58             | 27,79 | 27,84 | 24,89 | 24,97 | 19,28 | 23,68             | 27,99 | 27,43 | 25,87 | 26,10 | 19,40 | 23,13 |
|         |                           | 20-40              | 34,06 | 30,21 | 25,18 | 25,87 | 23,41 | 26,72             | 31,70 | 32,25 | 26,59 | 25,42 | 22,34 | 23,76             | 33,03 | 29,62 | 26,69 | 25,13 | 21,54 | 22,60 |
|         |                           | 40-60              | 28,73 | 29,21 | 28,06 | 25,09 | 24,16 | 26,93             | 28,57 | 29,30 | 25,67 | 25,02 | 20,23 | 19,48             | 31,90 | 29,95 | 27,99 | 23,53 | 19,49 | 18,51 |
|         |                           | 60-80              | 28,41 | 27,85 | 27,98 | 24,40 | 23,68 | 24,28             | 27,53 | 26,34 | 25,83 | 20,35 | 18,92 | 19,10             | 27,30 | 27,28 | 24,69 | 21,40 | 17,58 | 16,71 |
|         |                           | 80-100             | 25,14 | 25,14 | 25,20 | 23,89 | 21,29 | 22,19             | 24,42 | 24,16 | 23,81 | 17,53 | 18,96 | 18,02             | 24,83 | 24,80 | 23,92 | 20,07 | 16,61 | 14,68 |
|         |                           | 100-120            | 23,57 | 21,10 | 23,63 | 20,71 | 20,00 | 21,51             | 22,66 | 22,47 | 26,46 | 18,80 | 18,51 | 17,96             | 22,63 | 21,89 | 22,93 | 20,23 | 16,11 | 13,42 |
|         |                           | 120-140            | 23,67 | 23,39 | 23,98 | 21,13 | 20,36 | 25,81             | 21,92 | 23,13 | 23,82 | 21,14 | 19,72 | 17,53             | 22,58 | 22,10 | 22,50 | 21,52 | 15,75 | 14,14 |
|         |                           | 140-160            | 23,40 | 23,50 | 24,15 | 21,48 | 20,51 | 22,34             | 22,00 | 23,49 | 25,09 | 22,32 | 20,64 | 19,23             | 22,97 | 22,29 | 22,94 | 22,40 | 17,43 | 15,01 |
| 160-180 |                           | 24,76              | 24,22 | 25,12 | 23,07 | 21,48 | 22,78 | 22,02             | 24,81 | 25,78 | 23,47 | 22,85 | 20,59 | 23,14             | 23,23 | 24,29 | 23,55 | 20,32 | 19,40 |       |
| 180-200 | 24,52                     | 24,37              | 26,44 | 24,08 | 22,98 | 23,34 | 22,03 | 24,40             | 26,57 | 24,58 | 22,69 | 21,81 | 22,72 | 24,04             | 25,44 | 24,01 | 21,74 | 17,80 |       |       |

\*1: 2008.04.03, 2: 2008.05.09., 3: 2008.06.25., 4: 2008.07.18., 5: 2008.09.10., 6: 2008.10.02.

8. melléklet. A talaj nedvességtartalma (térfogatszázalék) bikultúrában 2008. évben (Debrecen)

|         |                           |         | kontroll           |       |       |       |       |       | N120+PK           |       |       |       |       |       | N240+PK           |       |       |       |       |       |
|---------|---------------------------|---------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |                           |         | Mérési időpontok * |       |       |       |       |       | Mérési időpontok* |       |       |       |       |       | Mérési időpontok* |       |       |       |       |       |
|         |                           |         | 1                  | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                 | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                 | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| ÖI      | 60.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20    | 27,03              | 25,94 | 25,52 | 24,21 | 21,42 | 24,36 | 26,02             | 25,34 | 24,77 | 27,16 | 20,56 | 23,79 | 25,58             | 24,43 | 25,55 | 24,26 | 19,21 | 22,56 |
|         |                           | 20-40   | 31,61              | 28,48 | 28,71 | 25,18 | 25,94 | 24,96 | 28,70             | 28,27 | 24,82 | 26,58 | 22,95 | 21,33 | 30,92             | 28,13 | 25,70 | 22,72 | 20,65 | 21,60 |
|         |                           | 40-60   | 28,23              | 27,80 | 28,44 | 23,01 | 24,33 | 23,51 | 27,64             | 26,62 | 24,97 | 20,84 | 19,76 | 16,79 | 27,55             | 26,84 | 25,41 | 17,71 | 17,04 | 16,64 |
|         |                           | 60-80   | 26,60              | 24,88 | 27,00 | 20,11 | 22,06 | 21,65 | 25,80             | 25,91 | 24,83 | 19,33 | 18,58 | 16,70 | 25,22             | 25,25 | 25,04 | 20,06 | 17,39 | 15,60 |
|         |                           | 80-100  | 24,42              | 24,46 | 24,76 | 19,94 | 21,98 | 22,01 | 25,22             | 25,23 | 25,39 | 20,62 | 18,57 | 16,39 | 25,29             | 24,52 | 22,71 | 20,76 | 15,80 | 15,67 |
|         |                           | 100-120 | 23,58              | 22,37 | 22,99 | 19,81 | 20,07 | 18,80 | 23,22             | 22,10 | 22,83 | 19,87 | 16,61 | 15,67 | 23,52             | 21,20 | 22,44 | 20,09 | 15,98 | 17,18 |
|         |                           | 120-140 | 23,01              | 21,79 | 23,34 | 19,87 | 18,95 | 18,83 | 22,68             | 21,43 | 22,71 | 19,76 | 17,71 | 17,27 | 22,60             | 21,00 | 21,43 | 19,74 | 18,28 | 17,61 |
|         |                           | 140-160 | 22,77              | 21,19 | 22,95 | 20,72 | 19,31 | 19,12 | 22,30             | 21,79 | 23,04 | 20,45 | 19,76 | 18,83 | 21,37             | 21,56 | 23,04 | 20,48 | 19,07 | 18,55 |
|         |                           | 160-180 | 23,28              | 22,13 | 23,75 | 21,89 | 21,38 | 20,76 | 23,43             | 22,41 | 23,81 | 21,95 | 20,81 | 19,88 | 22,49             | 21,48 | 23,86 | 21,56 | 21,10 | 20,56 |
|         | 180-200                   | 23,98   | 23,62              | 24,55 | 22,05 | 22,12 | 21,18 | 23,55 | 22,86             | 24,62 | 22,60 | 21,54 | 21,73 | 23,59 | 22,35             | 26,72 | 23,17 | 22,21 | 23,23 |       |
|         | 80.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20    | 27,45              | 24,72 | 24,49 | 26,54 | 20,55 | 24,70 | 26,36             | 24,73 | 24,51 | 23,07 | 18,69 | 22,85 | 25,25             | 25,67 | 24,16 | 25,41 | 18,04 | 21,33 |
|         |                           | 20-40   | 29,86              | 28,58 | 27,21 | 25,29 | 25,49 | 26,09 | 29,67             | 28,33 | 24,21 | 21,64 | 20,55 | 19,65 | 28,93             | 28,66 | 24,76 | 20,55 | 19,77 | 18,74 |
|         |                           | 40-60   | 28,21              | 29,22 | 25,43 | 21,69 | 24,46 | 23,52 | 28,61             | 26,94 | 25,05 | 18,26 | 17,92 | 16,33 | 27,76             | 28,65 | 24,56 | 17,07 | 16,19 | 15,48 |
|         |                           | 60-80   | 25,35              | 26,88 | 24,38 | 18,31 | 20,93 | 21,37 | 25,89             | 25,32 | 24,56 | 17,20 | 15,16 | 15,81 | 24,12             | 24,64 | 24,12 | 15,96 | 13,15 | 14,18 |
|         |                           | 80-100  | 23,77              | 24,56 | 24,24 | 18,76 | 19,74 | 20,61 | 24,45             | 24,48 | 24,30 | 18,32 | 14,74 | 15,08 | 24,59             | 23,36 | 23,89 | 16,68 | 12,97 | 14,60 |
|         |                           | 100-120 | 24,65              | 22,33 | 23,73 | 19,63 | 16,43 | 18,88 | 23,51             | 22,40 | 23,51 | 19,25 | 13,71 | 14,32 | 23,78             | 21,98 | 23,91 | 19,20 | 12,65 | 17,29 |
|         |                           | 120-140 | 23,77              | 22,87 | 23,91 | 20,06 | 16,91 | 18,99 | 23,02             | 22,06 | 23,20 | 19,96 | 15,27 | 17,59 | 22,97             | 22,10 | 22,42 | 20,41 | 13,45 | 18,08 |
|         |                           | 140-160 | 23,39              | 22,48 | 23,74 | 21,03 | 18,13 | 20,65 | 22,62             | 21,72 | 22,62 | 20,10 | 16,44 | 18,58 | 22,59             | 21,87 | 22,22 | 20,63 | 15,78 | 19,09 |
| 160-180 |                           | 24,39   | 23,38              | 24,18 | 22,33 | 19,42 | 21,69 | 24,11 | 23,29             | 23,58 | 22,51 | 18,68 | 21,15 | 23,38 | 22,80             | 24,11 | 22,43 | 18,11 | 20,37 |       |
| 180-200 | 25,26                     | 23,89   | 25,39              | 22,78 | 20,60 | 23,26 | 24,83 | 24,35 | 23,38             | 23,49 | 19,15 | 22,85 | 23,23 | 23,78 | 23,94             | 22,78 | 19,99 | 20,27 |       |       |
| Ö3      | 60.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20    | 27,79              | 26,54 | 28,77 | 26,62 | 21,70 | 23,95 | 27,76             | 26,60 | 25,49 | 26,44 | 20,56 | 23,47 | 28,81             | 27,35 | 25,18 | 28,38 | 19,72 | 22,43 |
|         |                           | 20-40   | 31,18              | 30,11 | 30,36 | 25,87 | 25,49 | 27,63 | 30,08             | 30,61 | 28,69 | 24,37 | 23,26 | 23,38 | 30,17             | 30,20 | 27,14 | 28,17 | 22,20 | 20,04 |
|         |                           | 40-60   | 29,41              | 29,72 | 30,52 | 22,09 | 22,56 | 23,88 | 27,60             | 27,91 | 28,33 | 23,67 | 20,53 | 19,35 | 27,14             | 27,01 | 27,46 | 22,08 | 20,36 | 16,14 |
|         |                           | 60-80   | 26,80              | 27,58 | 28,17 | 22,29 | 21,77 | 22,49 | 26,50             | 26,26 | 26,69 | 18,72 | 18,97 | 17,28 | 28,92             | 25,32 | 26,23 | 17,88 | 19,34 | 15,82 |
|         |                           | 80-100  | 25,52              | 26,74 | 25,06 | 21,59 | 20,36 | 21,19 | 27,26             | 24,88 | 25,64 | 18,74 | 19,17 | 17,16 | 24,87             | 25,08 | 25,41 | 19,99 | 17,36 | 17,04 |
|         |                           | 100-120 | 24,94              | 23,77 | 24,10 | 22,53 | 19,66 | 17,97 | 23,94             | 23,74 | 23,51 | 20,20 | 17,55 | 16,68 | 23,69             | 22,67 | 23,98 | 19,46 | 15,02 | 17,98 |
|         |                           | 120-140 | 24,11              | 22,90 | 23,93 | 23,51 | 20,61 | 19,93 | 23,85             | 23,50 | 23,44 | 21,68 | 18,43 | 19,05 | 22,95             | 22,23 | 23,56 | 21,43 | 15,78 | 19,14 |
|         |                           | 140-160 | 23,90              | 22,85 | 23,22 | 21,77 | 20,44 | 20,27 | 23,66             | 22,58 | 21,90 | 21,44 | 18,95 | 19,64 | 22,90             | 21,75 | 22,18 | 21,36 | 17,47 | 18,99 |
|         |                           | 160-180 | 24,54              | 24,00 | 24,61 | 22,40 | 22,23 | 22,24 | 24,04             | 23,36 | 24,12 | 22,90 | 21,19 | 19,99 | 24,88             | 22,63 | 25,36 | 22,85 | 19,75 | 20,26 |
|         | 180-200                   | 24,69   | 24,25              | 23,67 | 23,09 | 23,39 | 22,85 | 24,03 | 24,25             | 25,28 | 23,70 | 21,99 | 21,10 | 25,16 | 24,29             | 25,87 | 23,90 | 21,68 | 23,17 |       |
|         | 80.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20    | 22,21              | 26,95 | 24,79 | 24,85 | 19,87 | 26,11 | 26,62             | 28,21 | 25,02 | 25,96 | 17,76 | 25,70 | 27,57             | 26,15 | 25,20 | 26,75 | 17,00 | 24,57 |
|         |                           | 20-40   | 30,46              | 32,08 | 27,12 | 26,61 | 22,03 | 24,61 | 29,03             | 31,54 | 26,09 | 25,31 | 21,53 | 24,45 | 30,68             | 31,48 | 25,13 | 23,65 | 19,53 | 21,54 |
|         |                           | 40-60   | 30,47              | 30,01 | 26,93 | 20,66 | 25,34 | 18,43 | 27,85             | 28,37 | 25,81 | 20,44 | 19,08 | 22,34 | 27,77             | 28,58 | 24,02 | 20,14 | 16,98 | 16,83 |
|         |                           | 60-80   | 28,60              | 28,21 | 26,83 | 19,33 | 22,36 | 18,58 | 25,62             | 25,81 | 24,20 | 17,23 | 16,60 | 19,71 | 25,13             | 25,86 | 24,68 | 17,08 | 15,34 | 15,20 |
|         |                           | 80-100  | 26,04              | 25,48 | 25,88 | 20,61 | 20,54 | 19,25 | 24,48             | 25,07 | 24,07 | 18,32 | 14,93 | 17,79 | 24,11             | 24,47 | 25,44 | 20,41 | 14,09 | 16,08 |
|         |                           | 100-120 | 22,40              | 23,79 | 23,34 | 20,17 | 18,42 | 18,68 | 23,03             | 23,52 | 23,57 | 19,42 | 15,42 | 16,68 | 23,54             | 23,04 | 23,74 | 21,57 | 13,87 | 17,18 |
|         |                           | 120-140 | 23,82              | 22,74 | 22,27 | 20,18 | 18,04 | 18,83 | 23,46             | 23,15 | 22,93 | 19,79 | 15,59 | 17,37 | 23,67             | 22,14 | 23,24 | 20,68 | 12,51 | 17,28 |
|         |                           | 140-160 | 23,36              | 22,65 | 23,27 | 19,58 | 19,43 | 19,60 | 23,03             | 22,05 | 22,65 | 19,42 | 17,39 | 17,98 | 22,51             | 21,88 | 22,96 | 20,43 | 14,51 | 19,23 |
| 160-180 |                           | 24,49   | 23,01              | 23,97 | 21,90 | 19,60 | 20,33 | 23,43 | 22,21             | 23,13 | 21,71 | 19,54 | 20,87 | 22,66 | 22,73             | 23,35 | 22,17 | 17,96 | 19,73 |       |
| 180-200 | 24,04                     | 23,88   | 24,81              | 22,86 | 21,94 | 20,65 | 23,68 | 23,51 | 23,80             | 24,63 | 19,70 | 20,84 | 23,49 | 22,62 | 23,71             | 22,88 | 19,48 | 20,46 |       |       |

\*1: 2008.04.03, 2: 2008.05.09., 3: 2008.06.25., 4: 2008.07.18., 5: 2008.09.10., 6: 2008.10.02.

9. melléklet. A talaj nedvességtartalma (térfogatszázalék) trikulturnában 2008. évben (Debrecen)

|         |                           | kontroll           |       |       |       |       |       | N120+PK           |       |       |       |       |       | N240+PK           |       |       |       |       |       |       |
|---------|---------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |                           | Mérési időpontok * |       |       |       |       |       | Mérési időpontok* |       |       |       |       |       | Mérési időpontok* |       |       |       |       |       |       |
|         |                           | 1                  | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                 | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                 | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |       |
| Ö1      | 60.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20               | 29,26 | 27,21 | 25,43 | 29,65 | 20,06 | 24,73             | 31,21 | 28,95 | 24,80 | 24,46 | 18,64 | 21,68             | 27,20 | 26,18 | 26,19 | 26,14 | 18,75 | 23,61 |
|         |                           | 20-40              | 32,30 | 30,90 | 26,85 | 29,11 | 23,06 | 25,71             | 31,58 | 30,35 | 26,71 | 23,87 | 21,85 | 19,29             | 31,41 | 29,82 | 25,64 | 24,26 | 19,30 | 18,99 |
|         |                           | 40-60              | 31,56 | 27,55 | 27,15 | 26,09 | 21,97 | 21,10             | 28,94 | 28,58 | 26,45 | 17,56 | 18,35 | 16,54             | 28,46 | 27,78 | 24,70 | 17,54 | 16,79 | 15,91 |
|         |                           | 60-80              | 26,97 | 24,74 | 25,08 | 19,91 | 18,91 | 18,41             | 25,37 | 25,25 | 25,60 | 16,62 | 15,38 | 13,21             | 25,28 | 24,88 | 23,85 | 15,97 | 15,35 | 14,48 |
|         |                           | 80-100             | 24,51 | 24,05 | 23,59 | 18,96 | 18,02 | 20,21             | 22,49 | 23,28 | 23,33 | 18,38 | 14,58 | 13,41             | 23,20 | 23,85 | 23,74 | 18,80 | 15,99 | 14,04 |
|         |                           | 100-120            | 24,21 | 21,88 | 22,88 | 18,94 | 18,78 | 18,70             | 18,45 | 22,14 | 22,94 | 18,83 | 15,08 | 14,68             | 20,83 | 21,11 | 23,52 | 19,35 | 15,36 | 14,93 |
|         |                           | 120-140            | 20,18 | 20,86 | 22,41 | 19,32 | 17,79 | 18,79             | 17,05 | 21,20 | 22,04 | 19,17 | 16,29 | 15,70             | 19,62 | 20,71 | 21,99 | 19,06 | 16,33 | 16,74 |
|         |                           | 140-160            | 20,48 | 20,96 | 22,17 | 19,84 | 17,61 | 18,94             | 17,43 | 20,09 | 21,19 | 19,46 | 17,54 | 17,46             | 19,37 | 20,52 | 21,23 | 18,75 | 17,72 | 19,21 |
|         |                           | 160-180            | 20,68 | 20,69 | 23,59 | 22,38 | 19,45 | 20,60             | 18,46 | 20,30 | 22,34 | 20,38 | 19,46 | 19,20             | 19,81 | 20,95 | 22,06 | 20,27 | 18,99 | 19,19 |
|         | 180-200                   | 21,27              | 21,52 | 23,33 | 21,98 | 20,15 | 21,46 | 19,43             | 20,34 | 22,43 | 21,02 | 19,96 | 20,25 | 20,16             | 20,75 | 22,10 | 20,92 | 20,14 | 20,31 |       |
|         | 80.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20               | 27,52 | 26,60 | 23,86 | 26,42 | 21,64 | 22,96             | 26,40 | 27,88 | 25,27 | 22,86 | 17,87 | 24,00             | 27,20 | 25,30 | 23,03 | 23,79 | 17,27 | 22,11 |
|         |                           | 20-40              | 31,90 | 31,47 | 26,61 | 25,89 | 25,23 | 27,16             | 31,32 | 30,02 | 26,19 | 22,10 | 21,54 | 21,58             | 30,68 | 29,59 | 24,46 | 22,93 | 17,13 | 21,84 |
|         |                           | 40-60              | 30,87 | 28,26 | 26,01 | 24,99 | 24,05 | 24,66             | 29,44 | 30,58 | 25,91 | 22,42 | 20,15 | 17,04             | 28,49 | 27,56 | 23,30 | 17,36 | 16,07 | 14,86 |
|         |                           | 60-80              | 26,86 | 25,83 | 24,62 | 19,27 | 21,87 | 19,26             | 26,53 | 25,97 | 23,98 | 16,04 | 16,67 | 14,42             | 25,38 | 24,59 | 23,62 | 15,21 | 14,48 | 13,21 |
|         |                           | 80-100             | 25,31 | 24,52 | 24,02 | 19,68 | 20,18 | 18,71             | 24,47 | 23,97 | 23,63 | 16,62 | 14,83 | 13,16             | 23,48 | 23,71 | 23,24 | 17,57 | 14,48 | 12,44 |
|         |                           | 100-120            | 22,08 | 22,49 | 21,93 | 18,71 | 18,07 | 18,60             | 22,02 | 21,93 | 22,35 | 17,05 | 14,88 | 14,63             | 21,09 | 23,04 | 22,83 | 18,36 | 15,29 | 12,32 |
|         |                           | 120-140            | 20,89 | 22,15 | 22,71 | 19,70 | 18,72 | 19,02             | 19,82 | 21,45 | 22,40 | 20,48 | 17,46 | 15,44             | 19,82 | 21,80 | 22,49 | 18,49 | 19,11 | 15,26 |
|         |                           | 140-160            | 23,60 | 21,93 | 22,53 | 20,22 | 18,64 | 18,71             | 20,15 | 21,02 | 21,17 | 19,45 | 18,41 | 16,84             | 19,96 | 21,00 | 21,70 | 19,32 | 19,96 | 17,68 |
| 160-180 |                           | 21,86              | 22,43 | 23,26 | 21,89 | 21,22 | 20,43 | 20,32             | 21,33 | 21,68 | 20,26 | 20,85 | 18,49 | 20,76             | 21,96 | 21,71 | 20,21 | 21,42 | 18,86 |       |
| 180-200 | 22,03                     | 22,41              | 23,61 | 22,50 | 22,53 | 20,64 | 20,74 | 22,29             | 23,30 | 21,06 | 21,94 | 19,18 | 20,33 | 21,82             | 22,68 | 21,15 | 22,13 | 20,64 |       |       |
| Ö3      | 60.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20               | 27,06 | 27,67 | 24,22 | 26,29 | 19,49 | 23,88             | 27,78 | 26,45 | 26,17 | 25,96 | 18,96 | 22,59             | 26,39 | 27,88 | 24,05 | 26,06 | 20,13 | 23,31 |
|         |                           | 20-40              | 30,70 | 28,74 | 27,59 | 26,08 | 22,39 | 26,34             | 31,14 | 28,74 | 26,27 | 23,99 | 23,01 | 24,12             | 29,58 | 30,23 | 24,99 | 27,28 | 21,43 | 23,11 |
|         |                           | 40-60              | 28,81 | 29,07 | 27,65 | 23,84 | 23,00 | 23,09             | 28,12 | 27,16 | 25,15 | 22,56 | 20,69 | 19,74             | 29,05 | 26,70 | 24,70 | 23,12 | 18,59 | 18,08 |
|         |                           | 60-80              | 26,11 | 25,65 | 26,41 | 23,51 | 20,41 | 21,82             | 25,13 | 24,11 | 24,49 | 19,58 | 17,77 | 17,70             | 25,54 | 24,72 | 24,28 | 20,54 | 18,45 | 16,08 |
|         |                           | 80-100             | 24,97 | 24,27 | 25,20 | 22,47 | 20,05 | 21,06             | 24,51 | 23,29 | 23,94 | 20,19 | 18,43 | 17,45             | 24,40 | 24,09 | 24,07 | 20,32 | 17,87 | 17,96 |
|         |                           | 100-120            | 23,54 | 23,74 | 24,08 | 21,16 | 17,79 | 19,51             | 21,36 | 23,29 | 23,02 | 19,88 | 18,12 | 18,57             | 22,30 | 22,49 | 22,29 | 19,36 | 16,60 | 16,37 |
|         |                           | 120-140            | 22,29 | 22,87 | 23,46 | 21,57 | 18,48 | 20,21             | 20,35 | 22,86 | 23,68 | 20,21 | 18,15 | 19,13             | 20,84 | 22,19 | 23,23 | 17,82 | 16,26 | 18,26 |
|         |                           | 140-160            | 21,52 | 22,01 | 23,50 | 20,63 | 18,78 | 19,66             | 20,02 | 21,70 | 22,53 | 19,46 | 19,12 | 19,59             | 20,66 | 21,95 | 23,60 | 20,63 | 18,83 | 19,13 |
|         |                           | 160-180            | 22,32 | 23,05 | 24,62 | 22,34 | 20,00 | 21,80             | 20,76 | 22,68 | 23,72 | 21,65 | 20,34 | 20,07             | 21,98 | 22,57 | 23,74 | 21,71 | 19,60 | 20,11 |
|         | 180-200                   | 22,04              | 23,28 | 25,33 | 23,63 | 20,45 | 22,35 | 20,56             | 22,68 | 25,02 | 22,81 | 21,18 | 21,81 | 22,55             | 23,94 | 26,25 | 23,65 | 22,06 | 22,38 |       |
|         | 80.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20               | 27,21 | 25,67 | 22,91 | 24,31 | 26,88 | 26,30             | 27,52 | 26,33 | 23,98 | 25,18 | 22,01 | 23,92             | 27,90 | 27,45 | 21,92 | 23,43 | 19,47 | 22,84 |
|         |                           | 20-40              | 31,94 | 29,68 | 24,48 | 21,82 | 25,75 | 28,35             | 33,26 | 29,65 | 25,67 | 24,45 | 25,58 | 24,56             | 30,56 | 28,05 | 22,91 | 20,59 | 21,02 | 20,11 |
|         |                           | 40-60              | 29,99 | 28,78 | 25,58 | 20,16 | 23,22 | 23,50             | 30,59 | 27,30 | 25,22 | 23,00 | 19,28 | 18,44             | 28,40 | 26,82 | 23,64 | 17,05 | 19,31 | 16,90 |
|         |                           | 60-80              | 28,09 | 25,86 | 25,17 | 18,33 | 20,93 | 21,75             | 25,51 | 24,63 | 24,43 | 18,61 | 17,54 | 15,57             | 25,38 | 25,11 | 23,75 | 15,09 | 14,06 | 13,24 |
|         |                           | 80-100             | 25,72 | 24,36 | 23,45 | 20,95 | 22,21 | 21,56             | 23,62 | 24,21 | 24,94 | 18,44 | 16,23 | 14,68             | 23,41 | 22,70 | 24,03 | 17,08 | 15,38 | 12,93 |
|         |                           | 100-120            | 23,23 | 20,62 | 22,21 | 18,77 | 17,81 | 19,93             | 21,77 | 22,61 | 23,24 | 19,07 | 15,59 | 15,12             | 22,58 | 23,47 | 22,54 | 19,15 | 14,57 | 14,84 |
|         |                           | 120-140            | 22,54 | 22,97 | 23,36 | 18,63 | 17,18 | 18,69             | 21,58 | 21,84 | 22,69 | 18,54 | 17,40 | 16,35             | 20,68 | 22,75 | 22,79 | 19,13 | 15,58 | 14,73 |
|         |                           | 140-160            | 22,08 | 23,04 | 22,88 | 19,95 | 18,60 | 20,31             | 20,75 | 20,97 | 22,71 | 19,73 | 18,53 | 17,99             | 19,86 | 21,20 | 21,74 | 19,98 | 17,25 | 17,10 |
| 160-180 |                           | 23,34              | 25,00 | 24,01 | 21,49 | 20,57 | 20,84 | 21,97             | 21,82 | 24,24 | 20,93 | 20,54 | 18,78 | 20,19             | 21,89 | 23,03 | 21,50 | 19,86 | 20,02 |       |
| 180-200 | 23,89                     | 24,26              | 25,62 | 22,18 | 21,48 | 23,13 | 21,57 | 22,00             | 23,80 | 22,24 | 21,12 | 20,11 | 20,23 | 23,01             | 24,57 | 22,51 | 21,59 | 20,55 |       |       |

\*1: 2008.04.03, 2: 2008.05.09., 3: 2008.06.25., 4: 2008.07.18., 5: 2008.09.10., 6: 2008.10.02.

10. melléklet. A talaj nedvességtartalma (térfogatszázalék) monokultúrában 2009. évben (Debrecen)

|         |                           | kontroll           |       |       |       |       |       | N120+PK           |       |       |       |       |       | N240+PK           |       |       |       |       |       |       |
|---------|---------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |                           | Mérési időpontok * |       |       |       |       |       | Mérési időpontok* |       |       |       |       |       | Mérési időpontok* |       |       |       |       |       |       |
|         |                           | 1                  | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                 | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                 | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |       |
| Ö1      | 60.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20               | 26,13 | 24,13 | 21,46 | 24,76 | 13,90 | 17,96             | 28,04 | 24,91 | 20,22 | 24,07 | 14,48 | 15,07             | 27,57 | 24,64 | 34,34 | 24,28 | 13,33 | 16,98 |
|         |                           | 20-40              | 28,85 | 28,10 | 26,36 | 27,68 | 17,15 | 17,68             | 30,16 | 28,37 | 24,38 | 25,07 | 18,08 | 16,50             | 29,84 | 28,32 | 24,99 | 26,36 | 15,70 | 17,19 |
|         |                           | 40-60              | 29,78 | 28,07 | 24,82 | 24,31 | 18,89 | 16,72             | 27,57 | 27,54 | 24,77 | 23,41 | 15,86 | 15,43             | 29,11 | 27,08 | 24,27 | 21,01 | 15,27 | 15,43 |
|         |                           | 60-80              | 27,22 | 26,86 | 23,83 | 21,60 | 16,41 | 15,27             | 24,82 | 26,37 | 23,49 | 19,31 | 15,08 | 14,00             | 25,24 | 25,50 | 23,16 | 18,23 | 13,69 | 14,03 |
|         |                           | 80-100             | 25,31 | 24,31 | 23,29 | 23,38 | 16,01 | 14,84             | 23,97 | 23,88 | 22,41 | 19,70 | 13,59 | 12,99             | 24,50 | 24,49 | 23,72 | 19,60 | 13,29 | 13,17 |
|         |                           | 100-120            | 22,95 | 21,50 | 20,11 | 20,24 | 14,07 | 14,18             | 22,04 | 22,43 | 19,97 | 19,50 | 11,38 | 12,24             | 22,95 | 23,79 | 20,57 | 21,00 | 13,84 | 12,97 |
|         |                           | 120-140            | 23,84 | 23,53 | 21,80 | 20,36 | 14,60 | 14,49             | 24,36 | 23,54 | 22,08 | 21,92 | 11,98 | 12,66             | 23,51 | 22,68 | 21,04 | 20,21 | 11,38 | 12,08 |
|         |                           | 140-160            | 23,54 | 24,20 | 20,64 | 21,36 | 15,03 | 15,92             | 23,33 | 23,10 | 21,13 | 21,93 | 11,86 | 12,36             | 23,23 | 23,46 | 21,57 | 19,45 | 12,30 | 12,00 |
|         |                           | 160-180            | 24,67 | 25,07 | 23,26 | 23,06 | 17,68 | 17,98             | 24,37 | 23,90 | 22,52 | 22,93 | 12,84 | 12,94             | 23,83 | 23,09 | 21,78 | 21,31 | 13,86 | 13,40 |
|         | 180-200                   | 25,03              | 25,56 | 22,75 | 23,31 | 20,82 | 20,15 | 24,61             | 24,17 | 23,10 | 24,77 | 14,79 | 17,84 | 23,33             | 23,06 | 21,73 | 21,89 | 16,19 | 16,06 |       |
|         | 80.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20               | 27,11 | 25,72 | 20,55 | 24,21 | 13,13 | 17,47             | 26,14 | 23,54 | 20,16 | 22,91 | 12,31 | 16,35             | 27,60 | 25,20 | 19,46 | 22,17 | 10,54 | 17,48 |
|         |                           | 20-40              | 28,96 | 28,35 | 25,07 | 27,15 | 17,42 | 18,05             | 29,19 | 28,32 | 22,46 | 26,72 | 18,26 | 16,74             | 29,05 | 27,31 | 22,55 | 23,16 | 16,44 | 16,62 |
|         |                           | 40-60              | 28,17 | 27,24 | 25,18 | 23,66 | 16,58 | 17,93             | 26,94 | 26,75 | 22,88 | 19,77 | 15,15 | 14,52             | 27,00 | 26,45 | 23,06 | 18,70 | 14,47 | 15,05 |
|         |                           | 60-80              | 25,71 | 24,63 | 23,24 | 26,31 | 14,30 | 15,87             | 24,67 | 24,74 | 22,58 | 16,67 | 14,20 | 13,14             | 24,42 | 24,34 | 21,92 | 16,74 | 12,94 | 12,79 |
|         |                           | 80-100             | 24,53 | 23,65 | 22,64 | 19,33 | 16,18 | 16,46             | 23,77 | 23,27 | 21,88 | 17,96 | 15,54 | 12,67             | 23,87 | 23,12 | 22,78 | 18,44 | 11,99 | 11,91 |
|         |                           | 100-120            | 22,94 | 20,50 | 20,59 | 19,33 | 13,86 | 15,31             | 23,63 | 21,75 | 21,55 | 19,12 | 10,25 | 12,64             | 22,73 | 22,49 | 14,59 | 18,30 | 8,77  | 11,69 |
|         |                           | 120-140            | 22,28 | 22,66 | 19,73 | 19,72 | 14,66 | 15,56             | 22,78 | 22,34 | 20,69 | 19,64 | 11,09 | 11,67             | 21,52 | 22,13 | 20,81 | 17,21 | 10,66 | 11,28 |
|         |                           | 140-160            | 22,21 | 21,49 | 19,39 | 19,38 | 13,61 | 16,99             | 22,22 | 21,82 | 20,21 | 19,92 | 11,65 | 12,59             | 21,47 | 20,68 | 19,88 | 18,65 | 12,16 | 12,45 |
| 160-180 |                           | 22,52              | 22,47 | 20,22 | 20,45 | 17,71 | 18,00 | 23,42             | 22,68 | 21,56 | 20,14 | 14,61 | 14,12 | 21,86             | 22,63 | 21,04 | 20,72 | 14,62 | 16,73 |       |
| 180-200 | 23,59                     | 23,80              | 21,82 | 21,95 | 17,80 | 17,86 | 23,26 | 23,09             | 22,27 | 21,18 | 17,67 | 16,87 | 21,52 | 21,83             | 20,70 | 21,88 | 17,69 | 18,35 |       |       |
| Ö3      | 60.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20               | 27,28 | 24,24 | 25,23 | 25,90 | 16,50 | 17,28             | 23,47 | 24,27 | 22,40 | 23,64 | 13,70 | 18,30             | 27,02 | 24,21 | 24,36 | 23,11 | 15,33 | 17,86 |
|         |                           | 20-40              | 31,49 | 27,74 | 29,67 | 28,80 | 21,00 | 20,68             | 29,46 | 28,16 | 27,00 | 22,87 | 17,05 | 19,34             | 29,83 | 24,67 | 28,16 | 25,86 | 18,22 | 18,35 |
|         |                           | 40-60              | 29,70 | 26,95 | 28,22 | 25,44 | 18,09 | 19,96             | 29,24 | 27,08 | 28,79 | 21,59 | 15,39 | 18,34             | 27,59 | 25,22 | 28,11 | 24,72 | 15,27 | 17,09 |
|         |                           | 60-80              | 27,53 | 25,83 | 27,12 | 22,90 | 16,41 | 16,68             | 27,18 | 24,41 | 26,79 | 20,52 | 14,48 | 15,58             | 25,96 | 23,76 | 25,14 | 20,00 | 14,46 | 14,63 |
|         |                           | 80-100             | 25,31 | 24,39 | 24,81 | 21,66 | 14,49 | 14,61             | 25,41 | 23,46 | 25,99 | 19,88 | 13,61 | 13,43             | 23,65 | 22,46 | 24,59 | 18,78 | 12,74 | 12,66 |
|         |                           | 100-120            | 23,99 | 22,28 | 21,52 | 20,36 | 10,98 | 14,67             | 22,68 | 22,61 | 20,06 | 18,22 | 10,18 | 12,33             | 21,82 | 21,80 | 21,86 | 26,33 | 11,12 | 11,87 |
|         |                           | 120-140            | 23,60 | 24,33 | 22,90 | 21,55 | 13,97 | 14,34             | 23,44 | 24,04 | 22,57 | 20,65 | 11,06 | 12,26             | 23,07 | 27,54 | 22,11 | 18,55 | 11,06 | 11,92 |
|         |                           | 140-160            | 23,92 | 23,76 | 22,23 | 21,14 | 15,17 | 14,29             | 23,04 | 24,43 | 22,73 | 20,89 | 11,57 | 12,12             | 22,78 | 23,54 | 21,65 | 21,42 | 10,37 | 11,28 |
|         |                           | 160-180            | 24,75 | 23,56 | 24,10 | 22,71 | 15,91 | 15,27             | 23,65 | 24,72 | 23,82 | 22,65 | 11,80 | 13,13             | 23,04 | 24,32 | 22,15 | 22,72 | 10,76 | 11,38 |
|         | 180-200                   | 25,26              | 24,34 | 24,49 | 22,94 | 17,91 | 16,47 | 23,11             | 24,30 | 22,86 | 23,53 | 12,49 | 14,23 | 22,91             | 24,14 | 23,37 | 22,83 | 11,68 | 13,10 |       |
|         | 80.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20               | 26,19 | 24,40 | 24,35 | 24,94 | 28,74 | 17,12             | 26,91 | 24,10 | 25,17 | 25,54 | 14,53 | 17,42             | 27,95 | 26,24 | 24,74 | 23,75 | 12,71 | 17,06 |
|         |                           | 20-40              | 31,02 | 29,91 | 28,81 | 27,11 | 20,13 | 20,33             | 30,71 | 28,66 | 27,66 | 27,32 | 18,76 | 18,67             | 30,65 | 30,85 | 27,66 | 24,61 | 16,36 | 17,06 |
|         |                           | 40-60              | 29,32 | 27,80 | 27,69 | 26,96 | 18,29 | 20,86             | 27,91 | 27,79 | 27,48 | 23,17 | 17,27 | 17,55             | 29,25 | 28,42 | 27,74 | 22,22 | 15,65 | 16,43 |
|         |                           | 60-80              | 26,50 | 27,04 | 28,36 | 24,74 | 17,62 | 18,08             | 26,54 | 26,13 | 25,50 | 19,34 | 13,17 | 14,64             | 25,60 | 25,89 | 25,59 | 20,54 | 13,65 | 14,77 |
|         |                           | 80-100             | 24,44 | 23,81 | 25,02 | 22,66 | 14,55 | 16,56             | 24,04 | 21,83 | 23,92 | 19,68 | 14,66 | 13,27             | 24,61 | 23,91 | 24,27 | 20,32 | 12,47 | 13,14 |
|         |                           | 100-120            | 22,58 | 19,89 | 23,37 | 19,59 | 13,63 | 15,67             | 23,69 | 22,73 | 19,65 | 19,07 | 11,38 | 11,86             | 22,59 | 21,40 | 21,09 | 20,16 | 10,94 | 12,51 |
|         |                           | 120-140            | 22,71 | 23,34 | 23,34 | 21,83 | 13,70 | 16,06             | 24,10 | 23,67 | 22,74 | 21,87 | 12,10 | 11,79             | 22,54 | 22,29 | 21,94 | 21,18 | 11,38 | 13,34 |
|         |                           | 140-160            | 22,38 | 23,02 | 23,56 | 21,72 | 13,60 | 15,85             | 24,36 | 24,13 | 23,66 | 22,93 | 11,64 | 11,75             | 22,18 | 24,62 | 22,70 | 21,89 | 11,74 | 14,57 |
| 160-180 |                           | 23,54              | 23,94 | 24,70 | 23,47 | 15,29 | 17,52 | 25,72             | 23,99 | 24,24 | 23,84 | 11,49 | 12,08 | 22,39             | 23,30 | 23,29 | 22,41 | 12,83 | 16,49 |       |
| 180-200 | 24,62                     | 24,16              | 25,15 | 23,07 | 17,69 | 19,52 | 25,25 | 24,95             | 25,09 | 24,57 | 13,26 | 14,21 | 22,85 | 23,87             | 24,18 | 23,13 | 14,80 | 17,74 |       |       |

\*1: 2009.04.03, 2: 2009.04.24., 3: 2009.05.26., 4: 2009.07.01., 5: 2009.08.31., 6: 2009.09.29.

11. melléklet. A talaj nedvességtartalma (térfogatszázalék) bikultúrában 2009. évben (Debrecen)

|         |                           |         | kontroll           |       |       |       |       |       | N120+PK           |       |       |       |       |       | N240+PK           |       |       |       |       |       |
|---------|---------------------------|---------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |                           |         | Mérési időpontok * |       |       |       |       |       | Mérési időpontok* |       |       |       |       |       | Mérési időpontok* |       |       |       |       |       |
|         |                           |         | 1                  | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                 | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                 | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| ÖI      | 60.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20    | 27,68              | 25,70 | 23,50 | 22,38 | 15,62 | 18,80 | 25,49             | 24,36 | 23,92 | 22,84 | 14,30 | 18,11 | 26,99             | 26,64 | 22,10 | 21,50 | 14,85 | 17,68 |
|         |                           | 20-40   | 30,05              | 30,07 | 26,48 | 25,91 | 19,28 | 19,05 | 29,81             | 29,27 | 27,68 | 25,62 | 17,70 | 17,01 | 29,21             | 32,07 | 27,14 | 22,86 | 15,08 | 16,72 |
|         |                           | 40-60   | 29,39              | 28,72 | 26,36 | 24,42 | 17,15 | 16,39 | 28,90             | 27,79 | 26,43 | 23,12 | 15,45 | 14,77 | 27,78             | 28,80 | 25,85 | 19,85 | 13,67 | 15,21 |
|         |                           | 60-80   | 26,27              | 27,39 | 25,37 | 22,56 | 16,21 | 15,35 | 27,47             | 26,17 | 24,49 | 21,06 | 14,41 | 13,22 | 26,54             | 26,16 | 24,29 | 18,88 | 12,59 | 13,75 |
|         |                           | 80-100  | 25,07              | 26,32 | 24,72 | 21,78 | 15,55 | 15,71 | 25,67             | 24,89 | 22,93 | 22,39 | 13,07 | 12,42 | 25,62             | 25,20 | 23,96 | 21,29 | 13,48 | 12,49 |
|         |                           | 100-120 | 19,17              | 23,56 | 21,32 | 20,53 | 13,15 | 13,96 | 20,73             | 19,95 | 22,44 | 19,83 | 12,14 | 12,26 | 21,18             | 24,94 | 22,52 | 19,77 | 11,60 | 11,89 |
|         |                           | 120-140 | 23,86              | 24,10 | 21,88 | 20,78 | 12,60 | 14,31 | 23,97             | 22,82 | 22,83 | 20,80 | 11,95 | 11,70 | 24,30             | 23,94 | 22,61 | 21,19 | 12,75 | 11,60 |
|         |                           | 140-160 | 23,39              | 23,15 | 21,90 | 21,47 | 14,71 | 14,88 | 23,72             | 25,11 | 22,45 | 20,93 | 11,82 | 10,34 | 24,16             | 24,75 | 21,37 | 20,62 | 12,13 | 11,84 |
|         |                           | 160-180 | 24,54              | 24,26 | 22,39 | 22,80 | 13,86 | 18,58 | 24,32             | 24,56 | 23,71 | 22,21 | 13,91 | 11,90 | 25,21             | 25,04 | 22,77 | 21,83 | 14,88 | 14,50 |
|         | 180-200                   | 24,97   | 24,45              | 24,18 | 23,76 | 17,21 | 20,57 | 24,86 | 23,94             | 23,43 | 22,87 | 17,96 | 15,79 | 25,11 | 24,81             | 24,07 | 23,20 | 18,57 | 18,25 |       |
|         | 80.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20    | 27,31              | 25,00 | 21,14 | 22,81 | 14,40 | 15,15 | 24,78             | 24,65 | 22,81 | 22,20 | 12,78 | 16,13 | 26,43             | 23,94 | 22,06 | 23,62 | 13,07 | 17,09 |
|         |                           | 20-40   | 29,41              | 28,41 | 25,40 | 26,08 | 17,92 | 17,91 | 26,34             | 27,93 | 27,26 | 25,25 | 17,23 | 16,56 | 30,90             | 28,31 | 24,98 | 24,71 | 15,99 | 15,91 |
|         |                           | 40-60   | 28,59              | 29,13 | 26,96 | 22,29 | 16,36 | 16,42 | 28,05             | 28,76 | 27,13 | 23,38 | 15,51 | 14,59 | 31,87             | 27,72 | 24,57 | 21,30 | 13,64 | 14,76 |
|         |                           | 60-80   | 27,38              | 28,33 | 24,89 | 21,07 | 15,84 | 14,95 | 26,09             | 27,41 | 24,93 | 20,49 | 14,92 | 12,92 | 26,70             | 25,54 | 23,74 | 21,69 | 13,07 | 13,10 |
|         |                           | 80-100  | 24,53              | 25,42 | 23,84 | 22,78 | 15,35 | 14,65 | 24,27             | 24,59 | 24,13 | 21,57 | 13,26 | 12,33 | 25,35             | 24,49 | 23,42 | 22,23 | 12,89 | 12,49 |
|         |                           | 100-120 | 20,45              | 22,37 | 23,04 | 20,00 | 13,05 | 13,84 | 22,09             | 21,06 | 19,98 | 17,36 | 12,12 | 12,21 | 23,42             | 21,74 | 21,22 | 21,47 | 10,95 | 11,34 |
|         |                           | 120-140 | 24,05              | 24,60 | 21,58 | 20,52 | 12,53 | 13,23 | 23,76             | 20,57 | 21,11 | 20,65 | 12,13 | 11,11 | 24,70             | 23,13 | 21,81 | 20,80 | 11,26 | 11,48 |
|         |                           | 140-160 | 23,59              | 23,04 | 22,13 | 21,16 | 12,60 | 14,02 | 24,01             | 23,02 | 20,74 | 21,54 | 11,65 | 11,62 | 23,84             | 21,79 | 21,79 | 21,09 | 12,73 | 12,38 |
| 160-180 |                           | 24,51   | 24,40              | 23,86 | 21,97 | 15,48 | 16,06 | 24,09 | 23,69             | 22,13 | 21,75 | 14,15 | 14,71 | 25,19 | 23,13             | 22,73 | 22,33 | 17,00 | 16,89 |       |
| 180-200 | 25,58                     | 24,78   | 24,30              | 23,27 | 18,69 | 17,74 | 24,66 | 24,75 | 23,25             | 22,13 | 17,21 | 17,27 | 25,43 | 24,08 | 22,95             | 22,36 | 19,14 | 18,19 |       |       |
| Ö3      | 60.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20    | 29,98              | 27,09 | 27,20 | 26,77 | 19,27 | 20,90 | 28,97             | 26,19 | 27,77 | 26,26 | 16,51 | 18,58 | 30,73             | 28,76 | 28,38 | 26,80 | 16,95 | 19,31 |
|         |                           | 20-40   | 32,68              | 31,83 | 31,94 | 31,00 | 22,43 | 22,27 | 33,66             | 30,65 | 31,44 | 29,15 | 19,67 | 19,75 | 31,47             | 31,79 | 32,67 | 27,60 | 19,63 | 19,81 |
|         |                           | 40-60   | 31,71              | 30,99 | 30,55 | 26,85 | 18,31 | 20,84 | 30,45             | 30,86 | 29,37 | 27,50 | 18,01 | 17,87 | 31,33             | 30,57 | 32,66 | 24,24 | 15,62 | 16,01 |
|         |                           | 60-80   | 28,70              | 28,84 | 29,57 | 22,89 | 16,24 | 18,58 | 28,48             | 28,62 | 27,27 | 24,16 | 16,74 | 15,30 | 27,56             | 28,02 | 30,90 | 22,32 | 14,14 | 14,88 |
|         |                           | 80-100  | 26,66              | 26,87 | 27,54 | 23,16 | 15,44 | 17,77 | 26,71             | 27,30 | 26,94 | 26,53 | 15,57 | 14,80 | 26,59             | 26,61 | 27,09 | 22,72 | 13,65 | 13,79 |
|         |                           | 100-120 | 24,35              | 24,08 | 23,94 | 22,45 | 16,01 | 17,24 | 21,05             | 21,38 | 24,15 | 22,79 | 16,30 | 14,83 | 23,97             | 23,28 | 25,06 | 21,28 | 13,10 | 13,46 |
|         |                           | 120-140 | 25,57              | 24,52 | 25,16 | 24,47 | 16,66 | 18,30 | 25,12             | 25,94 | 24,78 | 24,27 | 17,14 | 13,75 | 25,23             | 25,02 | 24,04 | 23,71 | 13,76 | 13,02 |
|         |                           | 140-160 | 25,13              | 24,26 | 24,13 | 23,59 | 16,38 | 18,19 | 23,93             | 24,62 | 24,35 | 24,13 | 16,62 | 15,14 | 25,14             | 24,36 | 24,04 | 23,83 | 13,94 | 15,89 |
|         |                           | 160-180 | 26,34              | 25,41 | 25,32 | 24,68 | 19,64 | 19,89 | 25,25             | 25,59 | 25,15 | 24,00 | 22,66 | 18,81 | 26,40             | 25,32 | 25,83 | 24,42 | 14,35 | 18,85 |
|         | 180-200                   | 26,25   | 25,25              | 26,12 | 24,93 | 21,65 | 20,52 | 25,48 | 25,49             | 25,90 | 25,43 | 21,64 | 20,08 | 26,64 | 25,51             | 25,86 | 25,58 | 17,10 | 21,13 |       |
|         | 80.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20    | 28,91              | 24,35 | 27,52 | 26,13 | 16,76 | 20,19 | 27,55             | 29,22 | 25,81 | 23,75 | 14,92 | 17,80 | 29,74             | 25,36 | 28,10 | 23,00 | 13,74 | 19,64 |
|         |                           | 20-40   | 32,43              | 31,45 | 31,26 | 28,50 | 21,84 | 22,48 | 32,30             | 31,92 | 30,42 | 26,12 | 18,73 | 19,44 | 32,07             | 29,82 | 29,86 | 24,50 | 18,54 | 18,30 |
|         |                           | 40-60   | 31,15              | 31,08 | 32,04 | 26,79 | 19,69 | 21,89 | 31,11             | 31,33 | 30,67 | 25,68 | 16,51 | 18,60 | 30,10             | 29,97 | 31,08 | 23,79 | 16,91 | 16,23 |
|         |                           | 60-80   | 28,45              | 30,30 | 28,88 | 24,07 | 17,45 | 18,87 | 28,03             | 29,41 | 28,68 | 22,11 | 14,86 | 16,93 | 28,17             | 27,95 | 28,16 | 22,60 | 14,68 | 13,83 |
|         |                           | 80-100  | 28,51              | 27,86 | 28,36 | 25,06 | 16,31 | 16,66 | 25,33             | 27,52 | 26,69 | 21,65 | 13,29 | 14,39 | 25,16             | 24,96 | 26,42 | 21,91 | 12,65 | 13,14 |
|         |                           | 100-120 | 25,07              | 18,16 | 26,52 | 21,44 | 13,92 | 15,49 | 25,09             | 21,05 | 24,96 | 20,43 | 12,85 | 13,72 | 24,88             | 21,06 | 24,12 | 21,03 | 11,57 | 12,84 |
|         |                           | 120-140 | 24,81              | 23,49 | 26,56 | 22,90 | 13,89 | 14,95 | 26,01             | 24,53 | 25,95 | 24,43 | 13,05 | 14,19 | 24,31             | 22,02 | 25,15 | 23,55 | 12,81 | 15,67 |
|         |                           | 140-160 | 24,84              | 24,49 | 28,64 | 22,25 | 13,52 | 15,21 | 25,03             | 24,07 | 24,70 | 24,28 | 13,38 | 14,26 | 25,37             | 27,48 | 25,10 | 23,27 | 14,17 | 19,49 |
| 160-180 |                           | 26,43   | 25,72              | 30,65 | 24,74 | 16,71 | 19,19 | 25,67 | 25,89             | 26,07 | 31,74 | 16,62 | 18,03 | 26,49 | 26,26             | 25,67 | 25,11 | 16,27 | 23,06 |       |
| 180-200 | 25,92                     | 26,21   | 28,64              | 24,82 | 20,22 | 20,86 | 26,29 | 26,24 | 26,45             | 27,74 | 22,01 | 20,26 | 25,59 | 26,12 | 26,58             | 25,50 | 18,44 | 25,16 |       |       |

\*1: 2009.04.03, 2: 2009.04.24., 3: 2009.05.26., 4: 2009.07.01., 5: 2009.08.31., 6: 2009.09.29.



**12. melléklet. A talaj nedvességtartalma (térfogatszázalék) trikulturában 2009. évben (Debrecen)**

|                           |                           |                           | kontroll           |       |       |       |       |       | N120+PK           |       |       |       |       |       | N240+PK           |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                           |                           |                           | Mérési időpontok * |       |       |       |       |       | Mérési időpontok* |       |       |       |       |       | Mérési időpontok* |       |       |       |       |       |       |
|                           |                           |                           | 1                  | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                 | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                 | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |       |
| Ö1                        | 60.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20                      | 27,62              | 24,80 | 20,91 | 22,38 | 15,03 | 15,79 | 26,27             | 23,08 | 21,32 | 22,55 | 12,43 | 17,27 | 26,51             | 24,38 | 21,93 | 21,21 | 12,40 | 18,08 |       |
|                           |                           | 20-40                     | 30,49              | 27,33 | 25,68 | 25,94 | 18,50 | 17,64 | 29,48             | 29,36 | 24,04 | 23,61 | 16,31 | 17,30 | 29,42             | 28,24 | 25,52 | 23,74 | 15,95 | 16,69 |       |
|                           |                           | 40-60                     | 28,45              | 27,89 | 25,79 | 21,59 | 16,12 | 17,52 | 27,59             | 27,65 | 22,99 | 18,63 | 14,46 | 15,18 | 27,67             | 27,38 | 24,58 | 17,74 | 14,12 | 15,19 |       |
|                           |                           | 60-80                     | 26,19              | 26,29 | 23,92 | 20,35 | 15,42 | 15,13 | 25,55             | 25,47 | 23,13 | 17,27 | 13,07 | 13,31 | 25,60             | 25,43 | 22,51 | 18,38 | 12,71 | 13,38 |       |
|                           |                           | 80-100                    | 25,14              | 25,11 | 23,14 | 21,34 | 14,72 | 15,01 | 24,61             | 24,12 | 23,94 | 23,22 | 12,31 | 13,33 | 24,97             | 23,85 | 23,17 | 17,85 | 12,36 | 12,90 |       |
|                           |                           | 100-120                   | 23,03              | 21,42 | 21,82 | 19,14 | 12,19 | 13,58 | 23,56             | 20,57 | 21,42 | 19,34 | 10,57 | 11,29 | 22,63             | 19,39 | 22,46 | 19,71 | 11,09 | 11,91 |       |
|                           |                           | 120-140                   | 23,28              | 22,23 | 21,98 | 20,85 | 11,94 | 13,25 | 23,00             | 22,65 | 21,66 | 20,76 | 12,46 | 11,29 | 22,82             | 21,00 | 22,06 | 20,51 | 10,24 | 11,86 |       |
|                           |                           | 140-160                   | 23,19              | 22,56 | 22,14 | 20,53 | 14,04 | 14,31 | 22,24             | 22,59 | 21,85 | 21,12 | 13,38 | 11,53 | 22,74             | 22,45 | 21,30 | 20,74 | 10,21 | 11,57 |       |
|                           |                           | 160-180                   | 23,64              | 24,01 | 23,53 | 22,39 | 18,42 | 18,15 | 23,35             | 23,24 | 22,33 | 22,46 | 10,81 | 14,32 | 23,40             | 23,41 | 22,06 | 21,28 | 11,86 | 16,14 |       |
|                           | 180-200                   | 24,11                     | 23,47              | 23,42 | 23,10 | 19,75 | 19,43 | 23,04 | 23,34             | 23,10 | 22,36 | 17,79 | 17,80 | 24,09 | 23,38             | 22,56 | 21,34 | 13,29 | 18,27 |       |       |
|                           | 80.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20                      | 26,86              | 24,76 | 21,49 | 22,73 | 13,14 | 18,69 | 27,43             | 24,18 | 19,76 | 22,27 | 13,17 | 17,20 | 27,91             | 24,86 | 21,01 | 21,70 | 12,31 | 17,09 |       |
|                           |                           | 20-40                     | 30,56              | 28,32 | 24,47 | 24,97 | 17,75 | 17,99 | 29,60             | 27,40 | 23,77 | 24,00 | 16,17 | 17,02 | 28,85             | 27,96 | 23,56 | 22,92 | 15,66 | 15,92 |       |
|                           |                           | 40-60                     | 28,12              | 26,70 | 24,69 | 19,57 | 15,31 | 15,90 | 28,00             | 28,07 | 23,52 | 20,02 | 14,30 | 15,16 | 27,60             | 28,33 | 23,80 | 19,11 | 13,54 | 15,07 |       |
|                           |                           | 60-80                     | 26,91              | 25,07 | 22,81 | 18,91 | 14,46 | 13,76 | 25,57             | 24,74 | 22,28 | 17,99 | 12,99 | 13,41 | 25,80             | 25,52 | 23,50 | 18,00 | 13,12 | 13,07 |       |
|                           |                           | 80-100                    | 24,31              | 23,99 | 24,13 | 20,94 | 13,88 | 13,84 | 24,93             | 24,20 | 23,00 | 19,11 | 12,31 | 12,55 | 24,08             | 24,13 | 22,66 | 19,15 | 12,28 | 12,24 |       |
|                           |                           | 100-120                   | 23,66              | 21,27 | 17,30 | 19,09 | 11,92 | 9,98  | 22,78             | 22,84 | 21,24 | 19,23 | 9,12  | 11,07 | 22,32             | 20,72 | 20,04 | 19,12 | 10,69 | 10,99 |       |
|                           |                           | 120-140                   | 22,50              | 22,23 | 21,14 | 20,05 | 9,88  | 12,64 | 22,34             | 21,71 | 21,94 | 19,59 | 10,04 | 11,44 | 22,90             | 23,00 | 21,05 | 19,36 | 10,16 | 10,83 |       |
|                           |                           | 140-160                   | 22,12              | 21,77 | 21,41 | 20,63 | 12,23 | 12,24 | 21,83             | 22,23 | 21,34 | 19,67 | 9,93  | 13,87 | 22,03             | 22,53 | 21,27 | 19,74 | 9,67  | 10,96 |       |
|                           |                           | 160-180                   | 22,98              | 21,62 | 21,77 | 21,24 | 15,92 | 15,52 | 22,43             | 22,41 | 21,85 | 21,86 | 12,41 | 13,88 | 23,13             | 22,70 | 21,12 | 21,75 | 12,34 | 13,59 |       |
|                           | 180-200                   | 23,84                     | 22,83              | 22,33 | 21,25 | 18,81 | 18,31 | 22,70 | 23,61             | 22,94 | 21,59 | 16,51 | 18,88 | 22,70 | 23,25             | 22,11 | 22,41 | 16,44 | 16,61 |       |       |
|                           | Ö3                        | 60.000 tőha <sup>-1</sup> | 0-20               | 26,72 | 24,20 | 23,80 | 25,34 | 15,34 | 18,97             | 27,26 | 22,72 | 24,12 | 24,42 | 13,66 | 18,17             | 26,63 | 24,38 | 23,90 | 23,14 | 15,30 | 17,19 |
|                           |                           |                           | 20-40              | 29,78 | 29,00 | 29,20 | 27,67 | 19,54 | 19,72             | 30,16 | 28,81 | 28,16 | 27,31 | 17,52 | 18,19             | 29,59 | 27,82 | 27,25 | 23,47 | 16,89 | 16,61 |
|                           |                           |                           | 40-60              | 29,61 | 27,44 | 29,13 | 25,34 | 15,91 | 16,66             | 28,45 | 27,28 | 26,60 | 21,90 | 14,89 | 14,95             | 27,28 | 27,84 | 26,37 | 19,83 | 14,39 | 15,13 |
|                           |                           |                           | 60-80              | 26,49 | 25,65 | 26,05 | 23,59 | 15,16 | 14,79             | 26,61 | 25,50 | 24,94 | 19,48 | 13,22 | 13,90             | 25,32 | 25,79 | 24,66 | 20,02 | 12,62 | 12,96 |
| 80-100                    |                           |                           | 25,03              | 23,49 | 25,10 | 30,44 | 14,10 | 14,40 | 25,21             | 24,39 | 24,24 | 21,14 | 13,24 | 13,43 | 24,63             | 23,87 | 23,45 | 21,58 | 13,23 | 12,92 |       |
| 100-120                   |                           |                           | 23,65              | 21,89 | 22,44 | 21,19 | 12,27 | 13,23 | 23,65             | 17,68 | 22,58 | 19,56 | 12,77 | 12,32 | 23,74             | 22,13 | 21,51 | 18,78 | 11,21 | 12,13 |       |
| 120-140                   |                           |                           | 23,48              | 20,97 | 21,34 | 21,95 | 11,88 | 12,42 | 22,92             | 19,46 | 21,24 | 21,46 | 11,73 | 11,66 | 21,31             | 21,97 | 21,47 | 20,67 | 11,84 | 11,46 |       |
| 140-160                   |                           |                           | 23,13              | 22,31 | 21,94 | 22,00 | 13,42 | 12,82 | 22,04             | 22,20 | 21,75 | 21,45 | 10,92 | 12,60 | 22,53             | 21,90 | 21,08 | 20,54 | 10,46 | 10,70 |       |
| 160-180                   |                           |                           | 23,93              | 23,11 | 22,28 | 22,87 | 11,88 | 16,34 | 23,38             | 23,14 | 22,55 | 21,96 | 10,77 | 15,70 | 23,05             | 22,88 | 22,11 | 22,21 | 9,08  | 12,55 |       |
| 180-200                   |                           | 25,02                     | 23,94              | 23,30 | 23,07 | 16,37 | 19,13 | 23,68 | 23,09             | 23,14 | 22,26 | 13,50 | 18,08 | 22,68 | 22,84             | 22,54 | 22,40 | 13,72 | 15,66 |       |       |
| 80.000 tőha <sup>-1</sup> |                           | 0-20                      | 25,63              | 24,10 | 24,36 | 23,21 | 13,57 | 17,88 | 26,72             | 24,58 | 22,81 | 25,05 | 13,43 | 16,55 | 26,29             | 24,32 | 22,84 | 22,01 | 12,79 | 16,99 |       |
|                           |                           | 20-40                     | 29,15              | 28,76 | 29,28 | 26,36 | 18,73 | 19,00 | 29,24             | 27,25 | 27,51 | 26,02 | 16,52 | 17,30 | 29,58             | 28,28 | 27,35 | 21,76 | 15,44 | 16,96 |       |
|                           |                           | 40-60                     | 29,36              | 28,77 | 27,37 | 23,73 | 15,76 | 17,51 | 27,98             | 27,81 | 27,52 | 22,75 | 14,19 | 15,08 | 27,43             | 26,68 | 26,69 | 19,12 | 13,43 | 14,60 |       |
|                           |                           | 60-80                     | 26,49              | 26,36 | 26,42 | 22,42 | 14,17 | 15,28 | 26,00             | 25,55 | 26,10 | 21,73 | 12,72 | 13,54 | 25,99             | 25,17 | 24,96 | 18,76 | 12,62 | 13,17 |       |
|                           |                           | 80-100                    | 24,62              | 24,37 | 24,75 | 22,41 | 13,37 | 14,08 | 25,00             | 24,30 | 24,53 | 22,21 | 12,53 | 12,62 | 25,10             | 24,42 | 24,27 | 22,00 | 11,92 | 12,38 |       |
|                           |                           | 100-120                   | 23,56              | 22,57 | 21,59 | 21,49 | 9,63  | 12,53 | 21,72             | 20,97 | 23,13 | 21,18 | 11,28 | 11,97 | 22,94             | 23,37 | 22,66 | 20,42 | 10,88 | 11,48 |       |
|                           |                           | 120-140                   | 23,17              | 22,23 | 22,70 | 21,60 | 12,86 | 11,46 | 24,45             | 23,25 | 22,32 | 20,81 | 8,97  | 11,64 | 22,38             | 22,52 | 21,68 | 20,70 | 10,54 | 10,96 |       |
|                           |                           | 140-160                   | 22,65              | 21,75 | 21,85 | 21,21 | 14,19 | 12,29 | 23,62             | 22,48 | 21,95 | 20,65 | 10,59 | 11,20 | 22,17             | 21,88 | 21,19 | 20,26 | 10,44 | 10,79 |       |
|                           |                           | 160-180                   | 23,50              | 22,72 | 23,20 | 22,14 | 13,16 | 15,46 | 23,27             | 23,78 | 22,21 | 22,06 | 11,73 | 13,54 | 22,85             | 22,64 | 22,50 | 21,47 | 11,33 | 14,02 |       |
|                           |                           | 180-200                   | 24,40              | 23,27 | 24,20 | 22,65 | 16,27 | 17,22 | 24,10             | 24,20 | 22,81 | 22,81 | 16,17 | 16,20 | 23,70             | 23,26 | 22,52 | 22,48 | 15,92 | 17,25 |       |

\*1: 2009.04.03, 2: 2009.04.24., 3: 2009.05.26., 4: 2009.07.01., 5: 2009.08.31., 6: 2009.09.29.

13. melléklet. A talajrétegek nedvességtartalma (térfogatszázalék) monokultúrában 2007. évben (Debrecen)

| 2007 monokultúra |     |         | kontroll           |       |       |       |       |       | N <sub>120</sub> +PK |       |       |       |       |       | N <sub>240</sub> +PK |       |       |       |       |       |
|------------------|-----|---------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                  |     |         | Mérési időpontok * |       |       |       |       |       | Mérési időpontok*    |       |       |       |       |       | Mérési időpontok*    |       |       |       |       |       |
|                  |     |         | 1                  | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| Ö1               | 60e | 0-60    | 25.99              | 25.45 | 23.63 | 15.74 | 16.12 | 16.12 | 23.28                | 23.44 | 23.33 | 14.30 | 13.60 | 23.88 | 24.38                | 22.84 | 22.10 | 15.01 | 13.22 | 26.61 |
|                  |     | 60-120  | 16.88              | 17.76 | 20.17 | 14.40 | 13.19 | 13.19 | 15.10                | 16.91 | 17.87 | 13.87 | 11.67 | 18.75 | 14.10                | 15.52 | 16.40 | 12.63 | 12.16 | 13.86 |
|                  |     | 120-200 | 19.46              | 19.85 | 21.35 | 18.29 | 15.12 | 15.12 | 17.67                | 19.30 | 19.76 | 18.20 | 12.01 | 14.24 | 17.24                | 18.80 | 19.19 | 17.06 | 12.64 | 16.30 |
|                  | 80e | 0-60    | 26.09              | 24.09 | 24.35 | 16.54 | 16.19 | 27.08 | 25.73                | 22.86 | 23.62 | 14.53 | 15.25 | 26.51 | 23.11                | 22.86 | 21.98 | 13.86 | 14.32 | 26.30 |
|                  |     | 60-120  | 18.87              | 17.84 | 20.37 | 14.10 | 12.60 | 19.36 | 14.05                | 16.46 | 18.47 | 11.53 | 12.66 | 16.68 | 12.97                | 13.24 | 16.43 | 13.04 | 11.81 | 13.89 |
|                  |     | 120-200 | 18.83              | 19.87 | 19.68 | 17.42 | 13.25 | 16.79 | 17.67                | 18.90 | 19.27 | 16.02 | 12.52 | 15.14 | 17.01                | 17.87 | 17.95 | 16.57 | 11.64 | 15.23 |
| Ö3               | 60e | 0-60    | 26.33              | 26.16 | 25.92 | 21.78 | 18.24 | 33.00 | 24.70                | 25.92 | 27.67 | 22.38 | 16.07 | 28.57 | 27.43                | 24.09 | 27.27 | 18.92 | 14.30 | 28.34 |
|                  |     | 60-120  | 20.94              | 22.53 | 25.58 | 17.76 | 14.47 | 24.98 | 16.01                | 19.38 | 21.60 | 18.49 | 11.85 | 21.39 | 19.87                | 18.20 | 22.93 | 15.82 | 11.88 | 20.03 |
|                  |     | 120-200 | 19.51              | 23.30 | 22.19 | 18.96 | 14.46 | 16.97 | 19.78                | 20.71 | 20.71 | 18.69 | 11.41 | 15.45 | 19.19                | 20.23 | 20.71 | 17.73 | 14.30 | 14.02 |
|                  | 80e | 0-60    | 27.63              | 25.40 | 26.59 | 23.51 | 18.62 | 29.19 | 26.31                | 24.31 | 27.50 | 20.76 | 14.74 | 27.97 | 26.60                | 23.75 | 26.86 | 17.75 | 15.65 | 27.68 |
|                  |     | 60-120  | 20.72              | 19.13 | 25.86 | 19.37 | 13.49 | 23.02 | 19.25                | 18.16 | 23.05 | 17.14 | 12.41 | 20.49 | 16.69                | 15.84 | 19.49 | 15.66 | 13.37 | 20.51 |
|                  |     | 120-200 | 20.16              | 20.51 | 22.17 | 20.39 | 14.22 | 18.23 | 19.61                | 20.61 | 21.34 | 19.37 | 14.43 | 14.83 | 18.82                | 18.71 | 19.35 | 17.20 | 17.41 | 17.30 |

\*1: 2007.03.20, 2: 2007.04.27., 3: 2007.06.04., 4: 2007.07.04., 5: 2007.08.16., 6: 2007.10.05.

14. melléklet. A talajrétegek nedvességtartalma (térfogatszázalék) bikultúrában 2007. évben (Debrecen)

| 2007 bikultúra |     |         | kontroll           |       |       |       |       |       | N <sub>120</sub> +PK |       |       |       |       |       | N <sub>240</sub> +PK |       |       |       |       |       |
|----------------|-----|---------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                |     |         | Mérési időpontok * |       |       |       |       |       | Mérési időpontok*    |       |       |       |       |       | Mérési időpontok*    |       |       |       |       |       |
|                |     |         | 1                  | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| Ö1             | 60e | 0-60    | 25.92              | 25.24 | 24.34 | 18.80 | 15.74 | 27.08 | 26.08                | 25.89 | 24.68 | 16.62 | 14.47 | 27.66 | 25.17                | 24.65 | 23.97 | 16.11 | 12.53 | 27.91 |
|                |     | 60-120  | 24.67              | 23.12 | 23.14 | 17.56 | 13.86 | 17.79 | 21.68                | 22.11 | 22.30 | 12.50 | 11.37 | 16.79 | 21.50                | 22.34 | 22.23 | 13.33 | 12.16 | 19.05 |
|                |     | 120-200 | 21.49              | 22.32 | 22.61 | 19.23 | 13.20 | 14.04 | 20.42                | 21.50 | 21.32 | 15.78 | 11.74 | 13.52 | 20.35                | 21.53 | 21.70 | 17.65 | 12.17 | 15.28 |
|                | 80e | 0-60    | 25.87              | 24.93 | 24.34 | 16.68 | 13.24 | 28.24 | 24.18                | 25.20 | 24.55 | 15.56 | 10.96 | 27.63 | 25.59                | 25.60 | 23.37 | 14.01 | 11.21 | 27.14 |
|                |     | 60-120  | 23.82              | 22.35 | 23.34 | 16.26 | 10.11 | 17.82 | 21.93                | 21.92 | 22.06 | 15.66 | 10.93 | 16.29 | 20.60                | 21.58 | 21.57 | 13.83 | 12.17 | 15.01 |
|                |     | 120-200 | 20.84              | 21.84 | 22.42 | 19.75 | 10.95 | 13.68 | 21.11                | 20.91 | 21.38 | 19.58 | 12.91 | 13.87 | 19.89                | 20.88 | 22.12 | 18.90 | 12.61 | 15.95 |
| Ö3             | 60e | 0-60    | 29.98              | 28.81 | 30.27 | 21.29 | 15.49 | 35.16 | 29.15                | 27.58 | 28.89 | 20.46 | 11.19 | 29.73 | 29.30                | 28.42 | 29.58 | 19.92 | 12.15 | 33.55 |
|                |     | 60-120  | 25.75              | 26.00 | 26.92 | 19.35 | 11.99 | 22.53 | 24.82                | 25.10 | 25.88 | 18.98 | 10.03 | 20.17 | 23.60                | 24.30 | 25.01 | 17.62 | 10.00 | 18.99 |
|                |     | 120-200 | 22.29              | 23.42 | 23.62 | 22.13 | 12.49 | 19.73 | 22.73                | 23.17 | 23.79 | 22.09 | 15.28 | 20.06 | 21.93                | 22.76 | 23.18 | 21.35 | 10.82 | 21.22 |
|                | 80e | 0-60    | 28.68              | 28.32 | 29.68 | 23.39 | 16.32 | 29.14 | 28.63                | 27.58 | 28.75 | 25.00 | 13.47 | 29.93 | 26.67                | 25.39 | 28.09 | 23.23 | 12.28 | 29.94 |
|                |     | 60-120  | 24.69              | 26.13 | 27.40 | 21.23 | 14.04 | 19.52 | 23.63                | 22.75 | 25.76 | 19.21 | 11.85 | 18.50 | 19.49                | 21.01 | 23.03 | 18.89 | 9.26  | 18.80 |
|                |     | 120-200 | 22.34              | 23.05 | 23.90 | 22.69 | 11.26 | 17.60 | 22.36                | 23.18 | 24.02 | 22.21 | 13.42 | 19.57 | 22.22                | 23.01 | 23.85 | 22.44 | 13.12 | 21.72 |

\*1: 2007.03.20, 2: 2007.04.27., 3: 2007.06.04., 4: 2007.07.04., 5: 2007.08.16., 6: 2007.10.05.

15. melléklet. A talajrétegek nedvességtartalma (térfogatszázalék) trikultúrában 2007. évben (Debrecen)

| 2007 trikultúra |     | kontroll           |       |       |       |       |       | N <sub>120</sub> +PK |       |       |       |       |       | N <sub>240</sub> +PK |       |       |       |       |       |       |
|-----------------|-----|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |     | Mérési időpontok * |       |       |       |       |       | Mérési időpontok*    |       |       |       |       |       | Mérési időpontok*    |       |       |       |       |       |       |
|                 |     | 1                  | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |       |
| Ö1              | 60e | 0-60               | 25.93 | 24.67 | 24.78 | 16.33 | 15.23 | 26.92                | 26.04 | 24.42 | 24.78 | 15.72 | 14.24 | 27.84                | 26.43 | 25.48 | 24.12 | 14.67 | 15.04 | 25.54 |
|                 |     | 60-120             | 18.15 | 19.98 | 20.94 | 13.63 | 13.50 | 16.10                | 19.93 | 18.29 | 20.11 | 13.63 | 12.90 | 18.88                | 20.90 | 21.45 | 22.20 | 14.13 | 13.02 | 16.82 |
|                 |     | 120-200            | 20.50 | 21.27 | 21.28 | 19.65 | 12.97 | 12.84                | 20.76 | 20.71 | 20.88 | 19.05 | 13.65 | 17.06                | 20.58 | 21.78 | 21.25 | 19.76 | 13.87 | 16.16 |
|                 | 80e | 0-60               | 26.76 | 26.17 | 24.90 | 16.44 | 15.69 | 26.02                | 25.73 | 24.09 | 22.64 | 15.29 | 14.73 | 27.60                | 25.35 | 24.02 | 22.56 | 14.22 | 14.35 | 27.56 |
|                 |     | 60-120             | 20.95 | 22.03 | 22.87 | 15.93 | 14.02 | 15.78                | 21.54 | 19.45 | 20.27 | 14.59 | 12.97 | 19.14                | 16.11 | 17.87 | 19.28 | 13.11 | 11.85 | 20.36 |
|                 |     | 120-200            | 21.02 | 22.19 | 22.05 | 20.58 | 14.43 | 14.96                | 20.30 | 21.44 | 21.34 | 18.48 | 13.63 | 14.35                | 19.59 | 21.11 | 20.93 | 19.52 | 13.29 | 15.86 |
| Ö3              | 60e | 0-60               | 25.25 | 24.23 | 26.50 | 20.72 | 16.64 | 27.66                | 25.72 | 24.84 | 26.07 | 19.95 | 16.38 | 29.36                | 25.51 | 25.15 | 26.50 | 19.50 | 14.19 | 27.33 |
|                 |     | 60-120             | 21.46 | 21.10 | 23.89 | 17.10 | 13.05 | 20.47                | 21.11 | 20.60 | 23.57 | 16.15 | 13.06 | 17.48                | 21.29 | 21.55 | 23.59 | 17.13 | 13.17 | 18.04 |
|                 |     | 120-200            | 20.72 | 20.41 | 21.68 | 20.03 | 12.15 | 14.00                | 19.17 | 20.30 | 21.84 | 19.43 | 11.68 | 14.19                | 19.36 | 20.42 | 21.94 | 20.21 | 13.24 | 15.05 |
|                 | 80e | 0-60               | 25.97 | 25.33 | 26.74 | 21.67 | 17.06 | 27.11                | 24.69 | 24.42 | 26.54 | 19.16 | 16.14 | 27.35                | 26.01 | 25.85 | 26.70 | 19.50 | 14.94 | 28.77 |
|                 |     | 60-120             | 21.24 | 21.61 | 23.25 | 18.38 | 13.44 | 19.30                | 19.65 | 20.22 | 22.96 | 17.37 | 12.55 | 13.82                | 19.16 | 20.81 | 23.62 | 17.88 | 12.50 | 22.14 |
|                 |     | 120-200            | 20.70 | 20.80 | 21.38 | 20.61 | 13.09 | 15.46                | 19.27 | 20.53 | 20.63 | 19.85 | 12.02 | 14.02                | 19.59 | 19.58 | 21.05 | 20.45 | 13.71 | 16.62 |

\*1: 2007.03.20, 2: 2007.04.27., 3: 2007.06.04., 4: 2007.07.04., 5: 2007.08.16., 6: 2007.10.05.

16. melléklet. A 2007. évi nedvességadatokhoz tartozó varianciatáblázat

|             | Mintavételi időpontok (2007. év) | SzD <sub>5%</sub> |          |         |                   |                  |                    |
|-------------|----------------------------------|-------------------|----------|---------|-------------------|------------------|--------------------|
|             |                                  | tőszám            | tápanyag | öntözés | tőszám x tápanyag | tőszám x öntözés | tápanyag x öntözés |
| Monokultúra | 2007. 03.20. (1)                 | 0,60              | 0,73     | 0,60    | 1,03              | 0,84             | 1,03               |
|             | 2007. 04.27. (2)                 | 0,44              | 0,54     | 0,44    | 0,77              | 0,63             | 0,77               |
|             | 2007. 06.04. (3)                 | 0,60              | 0,73     | 0,60    | 1,03              | 0,84             | 1,03               |
|             | 2007. 07.04. (4)                 | 0,54              | 0,66     | 0,54    | 0,94              | 0,77             | 0,94               |
|             | 2007. 08.16. (5)                 | 0,50              | 0,61     | 0,50    | 0,86              | 0,70             | 0,86               |
|             | 2007. 10.05. (6)                 | 0,97              | 1,19     | 0,97    | 1,68              | 1,37             | 1,68               |
| Bikultúra   | 2007. 03.20. (1)                 | 0,52              | 0,64     | 0,52    | 0,90              | 0,74             | 0,90               |
|             | 2007. 04.27. (2)                 | 0,38              | 0,46     | 0,38    | 0,65              | 0,53             | 0,65               |
|             | 2007. 06.04. (3)                 | 0,41              | 0,50     | 0,41    | 0,71              | 0,58             | 0,71               |
|             | 2007. 07.04. (4)                 | 0,65              | 0,80     | 0,65    | 1,13              | 0,92             | 1,13               |
|             | 2007. 08.16. (5)                 | 0,82              | 1,01     | 0,82    | 1,43              | 1,16             | 1,43               |
|             | 2007. 10.05. (6)                 | 0,79              | 0,97     | 0,79    | 1,38              | 1,12             | 1,38               |
| Trikkultúra | 2007. 03.20. (1)                 | 0,55              | 0,67     | 0,55    | 0,94              | 0,77             | 0,94               |
|             | 2007. 04.27. (2)                 | 0,40              | 0,49     | 0,40    | 0,69              | 0,56             | 0,69               |
|             | 2007. 06.04. (3)                 | 0,36              | 0,44     | 0,36    | 0,62              | 0,51             | 0,62               |
|             | 2007. 07.04. (4)                 | 0,54              | 0,66     | 0,54    | 0,93              | 0,76             | 0,93               |
|             | 2007. 08.16. (5)                 | 0,40              | 0,49     | 0,40    | 0,69              | 0,56             | 0,69               |
|             | 2007. 10.05. (6)                 | 0,62              | 0,76     | 0,62    | 0,69              | 0,56             | 0,69               |

17. melléklet. A talajrétegek nedvességtartalma (térfogatszázalék) monokultúrában 2008. évben (Debrecen)

| 2008 monokultúra |     |         | kontroll           |       |       |       |       |       | N <sub>120</sub> +PK |       |       |       |       |       | N <sub>240</sub> +PK |       |       |       |       |       |
|------------------|-----|---------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                  |     |         | Mérési időpontok * |       |       |       |       |       | Mérési időpontok*    |       |       |       |       |       | Mérési időpontok*    |       |       |       |       |       |
|                  |     |         | 1                  | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| Ö1               | 60e | 0-60    | 29,13              | 28,75 | 27,01 | 26,89 | 23,68 | 26,20 | 28,57                | 28,25 | 26,50 | 22,60 | 21,50 | 23,78 | 28,57                | 28,37 | 26,70 | 24,42 | 19,58 | 21,51 |
|                  |     | 61-120  | 25,10              | 25,20 | 24,92 | 20,92 | 21,31 | 20,51 | 24,42                | 24,51 | 24,19 | 17,69 | 18,95 | 18,25 | 24,65                | 24,39 | 23,66 | 17,82 | 15,96 | 16,82 |
|                  |     | 121-200 | 22,73              | 23,76 | 24,00 | 20,65 | 19,24 | 18,79 | 22,75                | 23,63 | 24,27 | 20,84 | 19,86 | 19,02 | 21,70                | 22,66 | 24,29 | 21,02 | 18,18 | 17,17 |
|                  | 80e | 0-60    | 28,88              | 27,91 | 26,40 | 24,29 | 23,48 | 26,03 | 28,75                | 28,10 | 25,69 | 19,70 | 18,59 | 20,70 | 29,66                | 27,04 | 24,50 | 20,81 | 18,35 | 19,46 |
|                  |     | 61-120  | 24,34              | 24,66 | 24,35 | 19,40 | 21,58 | 20,88 | 24,18                | 23,94 | 22,52 | 19,08 | 15,92 | 14,17 | 24,90                | 23,97 | 23,40 | 17,77 | 15,12 | 14,14 |
|                  |     | 121-200 | 21,90              | 23,22 | 23,40 | 21,84 | 19,19 | 19,54 | 21,37                | 22,67 | 22,62 | 21,22 | 16,85 | 16,71 | 21,52                | 21,59 | 22,93 | 20,16 | 16,43 | 16,98 |
| Ö3               | 60e | 0-60    | 31,35              | 29,95 | 26,51 | 26,61 | 21,41 | 23,95 | 30,21                | 28,58 | 25,91 | 24,67 | 21,34 | 22,05 | 30,48                | 28,32 | 26,50 | 22,84 | 22,25 | 21,59 |
|                  |     | 61-120  | 25,39              | 24,77 | 25,45 | 22,79 | 19,60 | 20,66 | 25,07                | 24,46 | 24,00 | 19,74 | 18,30 | 16,50 | 25,29                | 23,59 | 23,89 | 17,81 | 18,84 | 16,67 |
|                  |     | 121-200 | 22,63              | 23,57 | 24,19 | 21,97 | 19,40 | 21,42 | 21,48                | 22,55 | 24,27 | 21,81 | 18,75 | 18,82 | 21,66                | 22,42 | 23,17 | 21,77 | 20,12 | 17,90 |
|                  | 80e | 0-60    | 30,24              | 28,96 | 25,68 | 25,71 | 22,97 | 25,74 | 29,35                | 29,80 | 25,72 | 25,14 | 20,62 | 22,31 | 30,97                | 29,00 | 26,85 | 24,92 | 20,14 | 21,41 |
|                  |     | 61-120  | 25,71              | 24,70 | 25,60 | 23,00 | 21,66 | 22,66 | 24,87                | 24,32 | 25,37 | 18,89 | 18,80 | 18,36 | 24,92                | 24,66 | 23,85 | 20,57 | 16,77 | 14,94 |
|                  |     | 121-200 | 24,09              | 23,87 | 24,92 | 22,44 | 21,33 | 23,57 | 21,99                | 23,96 | 25,32 | 22,88 | 21,48 | 19,79 | 22,85                | 22,92 | 23,79 | 22,87 | 18,81 | 16,59 |

\*1: 2008.04.03, 2: 2008.05.09., 3: 2008.06.25., 4: 2008.07.18., 5: 2008.09.10., 6: 2008.10.02.

18. melléklet. A talajrétegek nedvességtartalma (térfogatszázalék) bikultúrában 2008. évben (Debrecen)

| 2008 bikultúra |     |         | kontroll           |       |       |       |       |       | N <sub>120</sub> +PK |       |       |       |       |       | N <sub>240</sub> +PK |       |       |       |       |       |
|----------------|-----|---------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                |     |         | Mérési időpontok * |       |       |       |       |       | Mérési időpontok*    |       |       |       |       |       | Mérési időpontok*    |       |       |       |       |       |
|                |     |         | 1                  | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| Ö1             | 60e | 0-60    | 28,96              | 27,41 | 27,56 | 24,13 | 23,90 | 24,28 | 27,45                | 26,74 | 24,85 | 24,86 | 21,09 | 20,64 | 28,02                | 26,47 | 25,55 | 21,56 | 18,97 | 20,27 |
|                |     | 61-120  | 24,87              | 23,90 | 24,92 | 19,95 | 21,37 | 20,82 | 24,75                | 24,41 | 24,35 | 19,94 | 17,92 | 16,25 | 24,68                | 23,66 | 23,40 | 20,30 | 16,39 | 16,15 |
|                |     | 121-200 | 23,26              | 22,18 | 23,65 | 21,13 | 20,44 | 19,97 | 22,99                | 22,12 | 23,55 | 21,19 | 19,96 | 19,43 | 22,51                | 21,60 | 23,76 | 21,24 | 20,17 | 19,99 |
|                | 80e | 0-60    | 28,51              | 27,51 | 25,71 | 24,51 | 23,50 | 24,77 | 28,21                | 26,67 | 24,59 | 20,99 | 19,05 | 19,61 | 27,31                | 27,66 | 24,49 | 21,01 | 18,00 | 18,52 |
|                |     | 61-120  | 24,59              | 24,59 | 24,12 | 18,90 | 19,03 | 20,29 | 24,62                | 24,07 | 24,12 | 18,26 | 14,54 | 15,07 | 24,16                | 23,33 | 23,97 | 17,28 | 12,92 | 15,36 |
|                |     | 121-200 | 24,20              | 23,16 | 24,31 | 21,55 | 18,77 | 21,15 | 23,65                | 22,86 | 23,20 | 21,52 | 17,39 | 20,04 | 23,04                | 22,64 | 23,17 | 21,56 | 16,83 | 19,45 |
| Ö3             | 60e | 0-60    | 29,46              | 28,79 | 29,88 | 24,86 | 23,25 | 25,15 | 28,48                | 28,37 | 27,50 | 24,83 | 21,45 | 22,07 | 28,71                | 28,19 | 26,59 | 26,21 | 20,76 | 19,54 |
|                |     | 61-120  | 25,75              | 26,03 | 25,78 | 22,14 | 20,60 | 20,55 | 25,90                | 24,96 | 25,28 | 19,22 | 18,56 | 17,04 | 25,83                | 24,36 | 25,21 | 19,11 | 17,24 | 16,95 |
|                |     | 121-200 | 24,31              | 23,50 | 23,86 | 22,69 | 21,67 | 21,32 | 23,90                | 23,42 | 23,69 | 22,43 | 20,14 | 19,95 | 23,97                | 22,73 | 24,24 | 22,39 | 18,67 | 20,39 |
|                | 80e | 0-60    | 27,71              | 29,68 | 26,28 | 24,04 | 22,41 | 23,05 | 27,83                | 29,37 | 25,64 | 23,90 | 19,46 | 24,16 | 28,67                | 28,74 | 24,78 | 23,51 | 17,84 | 20,98 |
|                |     | 61-120  | 25,68              | 25,83 | 25,35 | 20,04 | 20,44 | 18,84 | 24,38                | 24,80 | 23,95 | 18,32 | 15,65 | 18,06 | 24,26                | 24,46 | 24,62 | 19,69 | 14,43 | 16,15 |
|                |     | 121-200 | 23,93              | 23,07 | 23,58 | 21,13 | 19,75 | 19,85 | 23,40                | 22,73 | 23,13 | 21,39 | 18,06 | 19,27 | 23,08                | 22,34 | 23,32 | 21,54 | 16,12 | 19,18 |

\*1: 2008.04.03, 2: 2008.05.09., 3: 2008.06.25., 4: 2008.07.18., 5: 2008.09.10., 6: 2008.10.02.

19. melléklet. A talajrétegek nedvességtartalma (térfogatszázalék) trikultúrában 2008. évben (Debrecen)

| 2008 trikultúra |     |         | kontroll          |       |       |       |       |       | N <sub>120</sub> +PK |       |       |       |       |       | N <sub>240</sub> +PK |       |       |       |       |       |
|-----------------|-----|---------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |     |         | Mérési időpontok* |       |       |       |       |       | Mérési időpontok*    |       |       |       |       |       | Mérési időpontok*    |       |       |       |       |       |
|                 |     |         | 1                 | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| Ö1              | 60e | 0-60    | 31,04             | 28,55 | 26,48 | 28,28 | 21,70 | 23,85 | 30,58                | 29,29 | 25,99 | 21,96 | 19,61 | 19,17 | 29,02                | 27,93 | 25,51 | 22,65 | 18,28 | 19,50 |
|                 |     | 61-120  | 25,23             | 23,56 | 23,85 | 19,27 | 18,57 | 19,11 | 22,10                | 23,56 | 23,96 | 17,94 | 15,01 | 13,77 | 23,10                | 23,28 | 23,70 | 18,04 | 15,57 | 14,48 |
|                 |     | 121-200 | 20,65             | 21,01 | 22,88 | 20,88 | 18,75 | 19,95 | 18,09                | 20,48 | 22,00 | 20,01 | 18,31 | 18,15 | 19,74                | 20,73 | 21,85 | 19,75 | 18,30 | 18,86 |
|                 | 80e | 0-60    | 30,10             | 28,78 | 25,49 | 25,77 | 23,64 | 24,93 | 29,05                | 29,49 | 25,79 | 22,46 | 19,85 | 20,87 | 28,79                | 27,48 | 23,60 | 21,36 | 16,82 | 19,60 |
|                 |     | 61-120  | 24,75             | 24,28 | 23,52 | 19,22 | 20,04 | 18,86 | 24,34                | 23,96 | 23,32 | 16,57 | 15,46 | 14,07 | 23,32                | 23,78 | 23,23 | 17,05 | 14,75 | 12,66 |
|                 |     | 121-200 | 22,10             | 22,23 | 23,03 | 21,08 | 20,28 | 19,70 | 20,26                | 21,52 | 22,14 | 20,31 | 19,67 | 17,49 | 20,22                | 21,65 | 22,15 | 19,79 | 20,66 | 18,11 |
| Ö3              | 60e | 0-60    | 28,86             | 28,49 | 26,49 | 25,40 | 21,63 | 24,44 | 29,01                | 27,45 | 25,86 | 24,17 | 20,89 | 22,15 | 28,34                | 28,27 | 24,58 | 25,49 | 20,05 | 21,50 |
|                 |     | 61-120  | 24,87             | 24,55 | 25,23 | 22,38 | 19,42 | 20,80 | 23,67                | 23,56 | 23,82 | 19,88 | 18,11 | 17,91 | 24,08                | 23,77 | 23,55 | 20,07 | 17,64 | 16,80 |
|                 |     | 121-200 | 22,04             | 22,80 | 24,23 | 22,04 | 19,43 | 21,01 | 20,42                | 22,48 | 23,74 | 21,03 | 19,70 | 20,15 | 21,51                | 22,66 | 24,21 | 20,95 | 19,19 | 19,97 |
|                 | 80e | 0-60    | 29,71             | 28,04 | 24,32 | 22,10 | 25,28 | 26,05 | 30,46                | 27,76 | 24,96 | 24,21 | 22,29 | 22,31 | 28,95                | 27,44 | 22,82 | 20,36 | 19,93 | 19,95 |
|                 |     | 61-120  | 25,68             | 23,61 | 23,61 | 19,35 | 20,32 | 21,08 | 23,63                | 23,82 | 24,20 | 18,71 | 16,45 | 15,12 | 23,79                | 23,76 | 23,44 | 17,11 | 14,67 | 13,67 |
|                 |     | 121-200 | 22,96             | 23,82 | 23,97 | 20,56 | 19,46 | 20,74 | 21,47                | 21,66 | 23,36 | 20,36 | 19,40 | 18,31 | 20,24                | 22,21 | 23,03 | 20,78 | 18,57 | 18,10 |

\*1: 2008.04.03., 2: 2008.05.09., 3: 2008.06.25., 4: 2008.07.18., 5: 2008.09.10., 6: 2008.10.02.

20. melléklet. A 2008. évi nedvességadatokhoz tartozó varianciatáblázat

|             | Mintavételi időpontok | SzD <sub>5%</sub> |          |         |          |          |            |
|-------------|-----------------------|-------------------|----------|---------|----------|----------|------------|
|             |                       | tőszám            | tápanyag | öntözés | tőszám x | tőszám x | tápanyag x |
| Monokultúra | 2008. 04.03.          | 0,33              | 0,40     | 0,33    | 0,56     | 0,46     | 0,56       |
|             | 2008. 05.09.          | 0,25              | 0,30     | 0,25    | 0,43     | 0,35     | 0,43       |
|             | 2008. 06.25.          | 0,33              | 0,41     | 0,33    | 0,58     | 0,47     | 0,58       |
|             | 2008. 07.18.          | 0,54              | 0,66     | 0,54    | 0,93     | 0,76     | 0,93       |
|             | 2008. 09.10.          | 0,40              | 0,49     | 0,40    | 0,69     | 0,57     | 0,69       |
|             | 2008. 10.02.          | 0,52              | 0,64     | 0,52    | 0,91     | 0,74     | 0,91       |
| Bikultúra   | 2008. 04.03.          | 0,32              | 0,40     | 0,32    | 0,56     | 0,46     | 0,56       |
|             | 2008. 05.09.          | 0,25              | 0,31     | 0,25    | 0,43     | 0,35     | 0,43       |
|             | 2008. 06.25.          | 0,35              | 0,43     | 0,35    | 0,61     | 0,50     | 0,61       |
|             | 2008. 07.18.          | 0,43              | 0,52     | 0,43    | 0,74     | 0,60     | 0,74       |
|             | 2008. 09.10.          | 0,42              | 0,52     | 0,42    | 0,73     | 0,60     | 0,73       |
|             | 2008. 10.02.          | 0,52              | 0,64     | 0,52    | 0,91     | 0,74     | 0,91       |
| Trikultúra  | 2008. 04.03.          | 0,36              | 0,44     | 0,36    | 0,62     | 0,51     | 0,62       |
|             | 2008. 05.09.          | 0,32              | 0,39     | 0,32    | 0,56     | 0,45     | 0,56       |
|             | 2008. 06.25.          | 0,31              | 0,38     | 0,31    | 0,54     | 0,44     | 0,54       |
|             | 2008. 07.18.          | 0,50              | 0,61     | 0,50    | 0,86     | 0,70     | 0,86       |
|             | 2008. 09.10.          | 0,54              | 0,66     | 0,54    | 0,93     | 0,76     | 0,93       |
|             | 2008. 10.02.          | 0,50              | 0,61     | 0,50    | 0,86     | 0,70     | 0,86       |

21. melléklet. A talajrétegek nedvességtartalma (térfogatszázalék) monokultúrában 2009. évben (Debrecen)

| 2009 monokultúra |     |         | kontroll           |       |       |       |       |       | N <sub>120</sub> +PK |       |       |       |       |       | N <sub>240</sub> +PK |       |       |       |       |       |
|------------------|-----|---------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                  |     |         | Mérési időpontok * |       |       |       |       |       | Mérési időpontok*    |       |       |       |       |       | Mérési időpontok*    |       |       |       |       |       |
|                  |     |         | 1                  | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| Ö1               | 60e | 0-60    | 28,25              | 26,77 | 24,21 | 25,58 | 16,65 | 17,45 | 28,59                | 26,94 | 23,12 | 24,18 | 16,14 | 15,67 | 28,84                | 26,68 | 27,87 | 23,88 | 14,77 | 16,53 |
|                  |     | 61-120  | 25,16              | 24,22 | 22,41 | 21,74 | 15,50 | 14,76 | 23,61                | 24,23 | 21,96 | 19,50 | 13,35 | 13,08 | 24,23                | 24,59 | 22,48 | 19,61 | 13,61 | 13,39 |
|                  |     | 121-200 | 24,27              | 24,59 | 22,11 | 22,02 | 17,03 | 17,14 | 24,17                | 23,68 | 22,21 | 22,89 | 12,87 | 13,95 | 23,48                | 23,07 | 21,53 | 20,72 | 13,43 | 13,39 |
|                  | 80e | 0-60    | 28,08              | 27,10 | 23,60 | 25,01 | 15,71 | 17,82 | 27,42                | 26,20 | 21,83 | 23,13 | 15,24 | 15,87 | 27,88                | 26,32 | 21,69 | 21,34 | 13,82 | 16,38 |
|                  |     | 61-120  | 24,39              | 22,93 | 22,16 | 21,66 | 14,78 | 15,88 | 24,02                | 23,25 | 22,00 | 17,92 | 13,33 | 12,82 | 23,67                | 23,32 | 19,76 | 17,83 | 11,23 | 12,13 |
|                  |     | 121-200 | 22,65              | 22,61 | 20,29 | 20,38 | 15,95 | 17,10 | 22,92                | 22,48 | 21,18 | 20,22 | 13,76 | 13,81 | 21,59                | 21,82 | 20,61 | 19,62 | 13,78 | 14,70 |
| Ö3               | 60e | 0-60    | 29,49              | 26,31 | 27,71 | 26,71 | 18,53 | 19,31 | 27,39                | 26,50 | 26,06 | 22,70 | 15,38 | 18,66 | 28,15                | 24,70 | 26,88 | 24,56 | 16,27 | 17,77 |
|                  |     | 61-120  | 25,61              | 24,17 | 24,48 | 21,64 | 13,96 | 15,32 | 25,09                | 23,49 | 24,28 | 19,54 | 12,76 | 13,78 | 23,81                | 22,67 | 23,86 | 21,70 | 12,77 | 13,05 |
|                  |     | 121-200 | 24,38              | 24,00 | 23,43 | 22,09 | 15,74 | 15,09 | 23,31                | 24,37 | 23,00 | 21,93 | 11,73 | 12,94 | 22,95                | 24,89 | 22,32 | 21,38 | 10,97 | 11,92 |
|                  | 80e | 0-60    | 28,84              | 27,37 | 26,95 | 26,34 | 22,39 | 19,44 | 28,51                | 26,85 | 26,77 | 25,34 | 16,85 | 17,88 | 29,28                | 28,50 | 26,71 | 23,53 | 14,91 | 16,85 |
|                  |     | 61-120  | 24,51              | 23,58 | 25,58 | 22,33 | 15,27 | 16,77 | 24,76                | 23,56 | 23,02 | 19,36 | 13,07 | 13,26 | 24,27                | 23,73 | 23,65 | 20,34 | 12,35 | 13,47 |
|                  |     | 121-200 | 23,31              | 23,62 | 24,19 | 22,52 | 15,07 | 17,24 | 24,86                | 24,19 | 23,93 | 23,30 | 12,12 | 12,46 | 22,49                | 23,52 | 23,03 | 22,15 | 12,69 | 15,54 |

\*1: 2009.04.03, 2: 2009.04.24., 3: 2009.05.26., 4: 2009.07.01., 5: 2009.08.31., 6: 2009.09.29.

22. melléklet. A talajrétegek nedvességtartalma (térfogatszázalék) bikultúrában 2009. évben (Debrecen)

| 2009 bikultúra |     |         | kontroll           |       |       |       |       |       | N <sub>120</sub> +PK |       |       |       |       |       | N <sub>240</sub> +PK |       |       |       |       |       |
|----------------|-----|---------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                |     |         | Mérési időpontok * |       |       |       |       |       | Mérési időpontok*    |       |       |       |       |       | Mérési időpontok*    |       |       |       |       |       |
|                |     |         | 1                  | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| Ö1             | 60e | 0-60    | 29,04              | 28,16 | 25,45 | 24,24 | 17,35 | 18,08 | 28,07                | 27,14 | 26,01 | 23,86 | 15,82 | 16,63 | 27,99                | 29,17 | 25,03 | 21,40 | 14,53 | 16,54 |
|                |     | 61-120  | 23,50              | 25,76 | 23,80 | 21,62 | 14,97 | 15,01 | 24,62                | 23,67 | 23,29 | 21,09 | 13,21 | 12,63 | 24,45                | 25,43 | 23,59 | 19,98 | 12,56 | 12,71 |
|                |     | 121-200 | 24,19              | 23,99 | 22,59 | 22,20 | 14,60 | 17,09 | 24,22                | 24,11 | 23,11 | 21,70 | 13,91 | 12,43 | 24,70                | 24,64 | 22,71 | 21,71 | 14,58 | 14,05 |
|                | 80e | 0-60    | 28,44              | 27,51 | 24,50 | 23,73 | 16,23 | 16,49 | 26,39                | 27,11 | 25,73 | 23,61 | 15,17 | 15,76 | 29,73                | 26,66 | 23,87 | 23,21 | 14,23 | 15,92 |
|                |     | 61-120  | 24,12              | 25,37 | 23,92 | 21,28 | 14,75 | 14,48 | 24,15                | 24,35 | 23,01 | 19,81 | 13,43 | 12,49 | 25,16                | 23,92 | 22,79 | 21,80 | 12,30 | 12,31 |
|                |     | 121-200 | 24,43              | 24,21 | 22,97 | 21,73 | 14,83 | 15,26 | 24,13                | 23,01 | 21,81 | 21,52 | 13,79 | 13,68 | 24,79                | 23,03 | 22,32 | 21,65 | 15,03 | 14,74 |
| Ö3             | 60e | 0-60    | 31,46              | 29,97 | 29,90 | 28,21 | 20,00 | 21,34 | 31,03                | 29,23 | 29,53 | 27,64 | 18,06 | 18,73 | 31,18                | 30,37 | 31,24 | 26,21 | 17,40 | 18,38 |
|                |     | 61-120  | 26,57              | 26,60 | 27,02 | 22,83 | 15,90 | 17,86 | 25,41                | 25,77 | 26,12 | 24,49 | 16,20 | 14,98 | 26,04                | 25,97 | 27,68 | 22,11 | 13,63 | 14,04 |
|                |     | 121-200 | 25,82              | 24,86 | 25,18 | 24,42 | 18,58 | 19,23 | 24,95                | 25,41 | 25,05 | 24,46 | 19,52 | 16,95 | 25,85                | 25,05 | 24,94 | 24,39 | 14,79 | 17,22 |
|                | 80e | 0-60    | 30,83              | 28,96 | 30,27 | 27,14 | 19,43 | 21,52 | 30,32                | 30,82 | 28,97 | 25,18 | 16,72 | 18,61 | 30,64                | 28,38 | 29,68 | 23,76 | 16,40 | 18,06 |
|                |     | 61-120  | 27,34              | 25,44 | 27,92 | 23,52 | 15,89 | 17,01 | 26,15                | 25,99 | 26,78 | 21,40 | 13,67 | 15,01 | 26,07                | 24,66 | 26,23 | 21,85 | 12,97 | 13,27 |
|                |     | 121-200 | 25,50              | 24,98 | 28,62 | 23,68 | 16,09 | 17,55 | 25,75                | 25,18 | 25,79 | 27,05 | 16,27 | 16,69 | 25,44                | 25,47 | 25,63 | 24,36 | 15,42 | 20,85 |

\*1: 2009.04.03, 2: 2009.04.24., 3: 2009.05.26., 4: 2009.07.01., 5: 2009.08.31., 6: 2009.09.29.



23. melléklet. A talaj nedvességtartalma (térfogatszázalék) trikultúrában 2009. évben (Debrecen)

| 2009 trikultúra |     |         | kontroll          |       |       |       |       |       | N <sub>120</sub> +PK |       |       |       |       |       | N <sub>240</sub> +PK |       |       |       |       |       |
|-----------------|-----|---------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |     |         | Mérési időpontok* |       |       |       |       |       | Mérési időpontok*    |       |       |       |       |       | Mérési időpontok*    |       |       |       |       |       |
|                 |     |         | 1                 | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 1                    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| Ö1              | 60e | 0-60    | 28,85             | 26,67 | 24,13 | 23,30 | 16,55 | 16,98 | 27,78                | 26,70 | 22,78 | 21,60 | 14,40 | 16,58 | 27,87                | 26,67 | 24,01 | 20,90 | 14,16 | 16,65 |
|                 |     | 61-120  | 24,79             | 24,27 | 22,96 | 20,28 | 14,11 | 14,57 | 24,57                | 23,39 | 22,83 | 19,94 | 11,98 | 12,64 | 24,40                | 22,89 | 22,71 | 18,65 | 12,05 | 12,73 |
|                 |     | 121-200 | 23,56             | 23,07 | 22,77 | 21,72 | 16,04 | 16,29 | 22,91                | 22,96 | 22,24 | 21,68 | 13,61 | 13,74 | 23,26                | 22,56 | 22,00 | 20,97 | 11,40 | 14,46 |
|                 | 80e | 0-60    | 28,51             | 26,59 | 23,55 | 22,42 | 15,40 | 17,53 | 28,34                | 26,55 | 22,35 | 22,10 | 14,55 | 16,46 | 28,12                | 27,05 | 22,79 | 21,24 | 13,84 | 16,03 |
|                 |     | 61-120  | 24,96             | 23,44 | 21,41 | 19,65 | 13,42 | 12,53 | 24,43                | 23,93 | 22,17 | 18,78 | 11,47 | 12,34 | 24,07                | 23,46 | 22,07 | 18,76 | 12,03 | 12,10 |
|                 |     | 121-200 | 22,86             | 22,11 | 21,66 | 20,79 | 14,21 | 14,68 | 22,33                | 22,49 | 22,02 | 20,68 | 12,22 | 14,52 | 22,69                | 22,87 | 21,39 | 20,82 | 12,15 | 13,00 |
| Ö3              | 60e | 0-60    | 28,70             | 26,88 | 27,38 | 26,12 | 16,93 | 18,45 | 28,62                | 26,27 | 26,29 | 24,54 | 15,36 | 17,10 | 27,83                | 26,68 | 25,84 | 22,15 | 15,53 | 16,31 |
|                 |     | 61-120  | 25,06             | 23,68 | 24,53 | 25,07 | 13,84 | 14,14 | 25,16                | 22,52 | 23,92 | 20,06 | 13,08 | 13,22 | 24,56                | 23,93 | 23,21 | 20,13 | 12,35 | 12,67 |
|                 |     | 121-200 | 23,89             | 22,58 | 22,22 | 22,47 | 13,39 | 15,18 | 23,01                | 21,97 | 22,17 | 21,78 | 11,73 | 14,51 | 22,39                | 22,40 | 21,80 | 21,46 | 11,28 | 12,59 |
|                 | 80e | 0-60    | 28,05             | 27,21 | 27,00 | 24,43 | 16,02 | 18,13 | 27,98                | 26,55 | 25,95 | 24,61 | 14,71 | 16,31 | 27,77                | 26,43 | 25,63 | 20,96 | 13,89 | 16,18 |
|                 |     | 61-120  | 24,89             | 24,43 | 24,25 | 22,11 | 12,39 | 13,96 | 24,24                | 23,61 | 24,59 | 21,71 | 12,18 | 12,71 | 24,68                | 24,32 | 23,96 | 20,39 | 11,81 | 12,34 |
|                 |     | 121-200 | 23,43             | 22,52 | 23,01 | 21,90 | 14,15 | 14,11 | 23,88                | 23,43 | 22,32 | 21,61 | 11,87 | 13,15 | 22,78                | 22,58 | 21,97 | 21,23 | 12,06 | 13,28 |

\*1: 2009.04.03., 2: 2009.04.24., 3: 2009.05.26., 4: 2009.07.01., 5: 2009.08.31., 6: 2009.09.29.

24. melléklet. A 2009. évi nedvességadatokhoz tartozó varianciatáblázat

|             | Mintavételi időpontok (2009. év) | SzD <sub>5%</sub> |          |         |                   |                  |                    |
|-------------|----------------------------------|-------------------|----------|---------|-------------------|------------------|--------------------|
|             |                                  | tőszám            | tápanyag | öntözés | tőszám x tápanyag | tőszám x öntözés | tápanyag x öntözés |
| Monokultúra | 2009. 04.03. (1)                 | 0,29              | 0,35     | 0,29    | 0,50              | 0,41             | 0,50               |
|             | 2009. 04.24. (2)                 | 0,37              | 0,45     | 0,37    | 0,63              | 0,52             | 0,63               |
|             | 2009. 05.26. (3)                 | 0,55              | 0,68     | 0,55    | 0,96              | 0,78             | 0,96               |
|             | 2009. 07.01. (4)                 | 0,52              | 0,64     | 0,52    | 0,90              | 0,74             | 0,90               |
|             | 2009. 08.31. (5)                 | 0,64              | 0,78     | 0,64    | 1,10              | 0,90             | 1,10               |
|             | 2009. 09.29. (6)                 | 0,43              | 0,53     | 0,43    | 0,75              | 0,61             | 0,75               |
| Bikultúra   | 2009. 04.03. (1)                 | 0,33              | 0,41     | 0,33    | 0,57              | 0,47             | 0,57               |
|             | 2009. 04.24. (2)                 | 0,40              | 0,49     | 0,40    | 0,70              | 0,57             | 0,70               |
|             | 2009. 05.26. (3)                 | 0,34              | 0,42     | 0,34    | 0,59              | 0,48             | 0,59               |
|             | 2009. 07.01. (4)                 | 0,45              | 0,55     | 0,45    | 0,77              | 0,63             | 0,77               |
|             | 2009. 08.31. (5)                 | 0,40              | 0,49     | 0,40    | 0,70              | 0,57             | 0,70               |
|             | 2009. 09.29. (6)                 | 0,46              | 0,56     | 0,46    | 0,80              | 0,65             | 0,80               |
| Trikkultúra | 2009. 04.03. (1)                 | 0,19              | 0,24     | 0,19    | 0,33              | 0,27             | 0,33               |
|             | 2009. 04.24. (2)                 | 0,27              | 0,33     | 0,27    | 0,46              | 0,38             | 0,46               |
|             | 2009. 05.26. (3)                 | 0,34              | 0,42     | 0,34    | 0,59              | 0,48             | 0,59               |
|             | 2009. 07.01. (4)                 | 0,42              | 0,52     | 0,42    | 0,73              | 0,60             | 0,73               |
|             | 2009. 08.31. (5)                 | 0,40              | 0,49     | 0,40    | 0,70              | 0,57             | 0,70               |
|             | 2009. 09.29. (6)                 | 0,27              | 0,33     | 0,27    | 0,46              | 0,38             | 0,46               |

25. melléklet. Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2007. 03.20.)

| Műtrágyakezelés                                      | tőszám | Monokultúra  |            | Bikultúra    |            | Trikultúra   |            | Trágyázás x tőszám x |     | Trágyázás x tőszám | Trágyázás főhatás |
|--|--------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|----------------------|-----|--------------------|-------------------|
|  |        | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött   | NÖ                   | Ö   |                    |                   |
| Ø  | 60000  | 191          | 164        | 128          | 91         | 175          | 158        | 165                  | 138 | 151                | -                 |
|  | 80000  | 183          | 152        | 139          | 80         | 135          | 155        | 152                  | 129 | 141                | -                 |
|  |        | <b>187</b>   | <b>158</b> | <b>134</b>   | <b>86</b>  | <b>155</b>   | <b>157</b> | 159                  | 133 | -                  | <b>146</b>        |
| N <sub>120</sub> +P <sub>90</sub> +K <sub>90</sub>   | 60000  | 232          | 201        | 153          | 98         | 162          | 169        | 182                  | 156 | 169                | -                 |
|  | 80000  | 216          | 173        | 158          | 111        | 169          | 183        | 181                  | 156 | 168                | -                 |
|  |        | <b>224</b>   | <b>187</b> | <b>156</b>   | <b>105</b> | <b>166</b>   | <b>176</b> | 182                  | 156 | -                  | <b>169</b>        |
| N <sub>240</sub> +P <sub>180</sub> +K <sub>180</sub> | 60000  | 235          | 166        | 148          | 99         | 155          | 168        | 179                  | 144 | 162                | -                 |
|  | 80000  | 244          | 193        | 167          | 149        | 198          | 176        | 203                  | 173 | 188                | -                 |
|  |        | <b>240</b>   | <b>180</b> | <b>158</b>   | <b>124</b> | <b>177</b>   | <b>172</b> | 191                  | 159 | -                  | <b>175</b>        |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám                             |        | 22           |            | 13           |            | 20           |            | -                    | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag                           |        | 27           |            | 16           |            | 24           |            | -                    | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> öntözés                            |        | 22           |            | 13           |            | 20           |            | -                    | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x tápanyag                  |        | 38           |            | 23           |            | 34           |            | -                    | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x öntözés                   |        | 31           |            | 19           |            | 28           |            | -                    | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag x öntözés                 |        | 38           |            | 23           |            | 34           |            | -                    | -   | -                  | -                 |
| Műtrágyázási kezelések átlagában                     |        |              |            |              |            |              |            |                      |     |                    |                   |
| Tőszám x vetésváltás x öntözés                       | 60     | 219          | 177        | 143          | 96         | 164          | 165        | 175                  | 146 | 161                | -                 |
|  | 80     | 214          | 173        | 155          | 113        | 167          | 171        | 179                  | 152 | 166                | -                 |
| Műtrágyázás és tőszám átlagában                      |        |              |            |              |            |              |            |                      |     |                    |                   |
| Vetésváltás x öntözés                                | -      | 217          | 175        | 149          | 105        | 166          | 168        | 177                  | 149 | -                  | -                 |
| Műtrágyázás, tőszám és öntözés kezelések átlagában   |        |              |            |              |            |              |            |                      |     |                    |                   |
| Vetésváltás főhatás                                  | -      | 196          |            | 127          |            | 167          |            | -                    |     | -                  | -                 |

**26. melléklet.** Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2007. 04.27.)

| Műtrágyakezelés                                      | tőszám | Monokultúra  |            | Bikultúra    |            | Trikkultúra  |            | Trágyázás x tőszám x |     | Trágyázás x tőszám | Trágyázás főhatás |
|--|--------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|----------------------|-----|--------------------|-------------------|
|  |        | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött   | NÖ                   | Ö   |                    |                   |
| <b>Ø</b>   | 60000  | 181          | 125        | 135          | 87         | 166          | 168        | 161                  | 127 | 144                | -                 |
|  | 80000  | 182          | 172        | 141          | 93         | 137          | 156        | 153                  | 140 | 147                | -                 |
|  |        | <b>182</b>   | <b>149</b> | <b>138</b>   | <b>90</b>  | <b>152</b>   | <b>162</b> | 157                  | 134 | -                  | <b>145</b>        |
| N <sub>120</sub> +P <sub>90</sub> +K <sub>90</sub>   | 60000  | 207          | 166        | 144          | 102        | 182          | 169        | 178                  | 146 | 162                | -                 |
|  | 80000  | 216          | 184        | 154          | 116        | 171          | 172        | 180                  | 157 | 169                | -                 |
|  |        | <b>211,5</b> | <b>175</b> | <b>149</b>   | <b>109</b> | <b>177</b>   | <b>171</b> | 179                  | 152 | -                  | <b>165</b>        |
| N <sub>240</sub> +P <sub>180</sub> +K <sub>180</sub> | 60000  | 223          | 185        | 149          | 105        | 148          | 160        | 173                  | 150 | 162                | -                 |
|  | 80000  | 235          | 216        | 154          | 141        | 183          | 167        | 191                  | 175 | 183                | -                 |
|  |        | <b>229</b>   | <b>201</b> | <b>152</b>   | <b>123</b> | <b>166</b>   | <b>164</b> | 182                  | 162 | -                  | <b>172</b>        |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám                             |        | 23           |            | 10           |            | 16           |            | -                    | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag                           |        | 28           |            | 13           |            | 20           |            | -                    | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> öntözés                            |        | 23           |            | 10           |            | 16           |            | -                    | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x tápanyag                  |        | 39           |            | 18           |            | 28           |            | -                    | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x öntözés                   |        | 32           |            | 14           |            | 23           |            | -                    | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag x öntözés                 |        | 39           |            | 18           |            | 28           |            | -                    | -   | -                  | -                 |
| Műtrágyázási kezelések átlagában                     |        |              |            |              |            |              |            |                      |     |                    |                   |
| Tőszám x vetésváltás x öntözés                       |        |              |            |              |            |              |            |                      |     |                    |                   |
|  | 60     | 204          | 159        | 143          | 98         | 165          | 166        | 171                  | 141 | 156                | -                 |
|  | 80     | 211          | 191        | 150          | 117        | 164          | 165        | 175                  | 157 | 166                | -                 |
| Műtrágyázás és tőszám átlagában                      |        |              |            |              |            |              |            |                      |     |                    |                   |
| Vetésváltás x öntözés                                | -      | 207          | 175        | 146          | 107        | 165          | 165        | 173                  | 149 | -                  | -                 |
| Műtrágyázás, tőszám és öntözés kezelések átlagában   |        |              |            |              |            |              |            |                      |     |                    |                   |
| Vetésváltás főhatás                                  | -      | 191          |            | 127          |            | 165          |            | -                    |     | -                  | -                 |

27. melléklet. Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2007. 06.04.)

| Műtrágyakezelés                                      | tőszám | Monokultúra  |            | Bikultúra    |           | Trikkultúra  |            | Trágyázás x tőszám x |     | Trágyázás x tőszám | Trágyázás főhatás |
|--|--------|--------------|------------|--------------|-----------|--------------|------------|----------------------|-----|--------------------|-------------------|
|  |        | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött  | nem öntözött | öntözött   | NÖ                   | Ö   |                    |                   |
| Ø  | 60000  | 170          | 117        | 138          | 72        | 159          | 128        | 156                  | 106 | 131                | -                 |
|  | 80000  | 178          | 112        | 138          | 70        | 141          | 133        | 152                  | 105 | 129                | -                 |
|  |        | <b>174</b>   | <b>115</b> | <b>138</b>   | <b>71</b> | <b>150</b>   | <b>131</b> | 154                  | 105 | -                  | <b>130</b>        |
| N <sub>120</sub> +P <sub>90</sub> +K <sub>90</sub>   | 60000  | 198          | 142        | 151          | 85        | 167          | 131        | 172                  | 119 | 146                | -                 |
|  | 80000  | 197          | 130        | 153          | 84        | 176          | 142        | 175                  | 119 | 147                | -                 |
|  |        | <b>197,5</b> | <b>136</b> | <b>152</b>   | <b>85</b> | <b>172</b>   | <b>137</b> | 174                  | 119 | -                  | <b>146</b>        |
| N <sub>240</sub> +P <sub>180</sub> +K <sub>180</sub> | 60000  | 219          | 137        | 153          | 91        | 156          | 128        | 176                  | 119 | 147                | -                 |
|  | 80000  | 230          | 171        | 157          | 106       | 185          | 133        | 191                  | 137 | 164                | -                 |
|  |        | <b>225</b>   | <b>154</b> | <b>155</b>   | <b>99</b> | <b>171</b>   | <b>131</b> | 183                  | 128 | -                  | <b>156</b>        |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám                             |        | 17           |            | 10           |           | 13           |            | -                    | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag                           |        | 20           |            | 12           |           | 16           |            | -                    | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> öntözés                            |        | 17           |            | 10           |           | 13           |            | -                    | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x tápanyag                  |        | 29           |            | 17           |           | 22           |            | -                    | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x öntözés                   |        | 24           |            | 14           |           | 18           |            | -                    | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag x öntözés                 |        | 29           |            | 17           |           | 22           |            | -                    | -   | -                  | -                 |
| Műtrágyázási kezelések átlagában                     |        |              |            |              |           |              |            |                      |     |                    |                   |
| Tőszám x vetésváltás x öntözés                       | 60     | 196          | 132        | 147          | 83        | 161          | 129        | 168                  | 115 | 141                | -                 |
|  | 80     | 202          | 138        | 149          | 87        | 167          | 136        | 173                  | 120 | 146                | -                 |
| Műtrágyázás és tőszám átlagában                      |        |              |            |              |           |              |            |                      |     |                    |                   |
| Vetésváltás x öntözés                                | -      | 199          | 135        | 148          | 85        | 164          | 133        | 170                  | 117 | -                  | -                 |
| Műtrágyázás, tőszám és öntözés kezelések átlagában   |        |              |            |              |           |              |            |                      |     |                    |                   |
| Vetésváltás főhatás                                  | -      | 167          |            | 117          |           | 148          |            | -                    |     | -                  | -                 |

**28. melléklet.** Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2007. 07.03.)

| Műtrágyakezelés                                      | tőszám | Monokultúra  |            | Bikultúra    |            | Trikkultúra  |            | Trágyázás x tőszám x |     | Trágyázás x tőszám | Trágyázás főhatás |
|--|--------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|----------------------|-----|--------------------|-------------------|
|  |        | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött   | NÖ                   | Ö   |                    |                   |
| <b>Ø</b>   | 60000  | 277          | 215        | 232          | 183        | 268          | 217        | 259                  | 205 | 232                | -                 |
|  | 80000  | 280          | 183        | 248          | 154        | 245          | 198        | 258                  | 178 | 218                | -                 |
|  |        | <b>279</b>   | <b>199</b> | <b>240</b>   | <b>169</b> | <b>257</b>   | <b>208</b> | 258                  | 192 | -                  | <b>225</b>        |
| N <sub>120</sub> +P <sub>90</sub> +K <sub>90</sub>   | 60000  | 303          | 209        | 289          | 190        | 275          | 232        | 289                  | 210 | 250                | -                 |
|  | 80000  | 319          | 221        | 260          | 161        | 277          | 226        | 285                  | 203 | 244                | -                 |
|  |        | <b>311</b>   | <b>215</b> | <b>275</b>   | <b>176</b> | <b>276</b>   | <b>229</b> | 287                  | 207 | -                  | <b>247</b>        |
| N <sub>240</sub> +P <sub>180</sub> +K <sub>180</sub> | 60000  | 301          | 253        | 286          | 208        | 273          | 222        | 287                  | 228 | 257                | -                 |
|  | 80000  | 310          | 266        | 285          | 172        | 284          | 216        | 293                  | 218 | 256                | -                 |
|  |        | <b>306</b>   | <b>260</b> | <b>286</b>   | <b>190</b> | <b>279</b>   | <b>219</b> | 290                  | 223 | -                  | <b>256</b>        |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám                             |        | 24           |            | 25           |            | 20           |            | -                    | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag                           |        | 29           |            | 30           |            | 25           |            | -                    | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> öntözés                            |        | 24           |            | 25           |            | 20           |            | -                    | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x tápanyag                  |        | 42           |            | 43           |            | 35           |            | -                    | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x öntözés                   |        | 34           |            | 35           |            | 29           |            | -                    | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag x öntözés                 |        | 42           |            | 43           |            | 35           |            | -                    | -   | -                  | -                 |
| Műtrágyázási kezelések átlagában                     |        |              |            |              |            |              |            |                      |     |                    |                   |
| Tőszám x vetésváltás x öntözés                       | 60     | 289          | 226        | 274          | 194        | 272          | 224        | 278                  | 214 | 246                | -                 |
|  | 80     | 303          | 223        | 264          | 162        | 269          | 213        | 279                  | 200 | 239                | -                 |
| Műtrágyázás és tőszám átlagában                      |        |              |            |              |            |              |            |                      |     |                    |                   |
| Vetésváltás x öntözés                                | -      | 296          | 225        | 269          | 178        | 270          | 219        | 278                  | 207 | -                  | -                 |
| Műtrágyázás, tőszám és öntözés kezelések átlagában   |        |              |            |              |            |              |            |                      |     |                    |                   |
| Vetésváltás főhatás                                  | -      | 260          |            | 224          |            | 244          |            | -                    | -   | -                  | -                 |

**29. melléklet.** Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2007. 08.16.)

| Műtrágyakezelés                                      | tőszám | Monokultúra  |            | Bikultúra    |            | Trikkultúra  |            | Trágyázás x tőszám x öntözés |     | Trágyázás x tőszám | Trágyázás főhatás |
|--|--------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|------------------------------|-----|--------------------|-------------------|
|  |        | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött   | NÖ                           | Ö   |                    |                   |
| <b>Ø</b>   | 60000  | 307          | 292        | 320          | 339        | 328          | 328        | 318                          | 320 | 319                | -                 |
|  | 80000  | 325          | 297        | 376          | 331        | 310          | 316        | 337                          | 315 | 326                | -                 |
|  |        | <b>316</b>   | <b>295</b> | <b>348</b>   | <b>335</b> | <b>319</b>   | <b>322</b> | 328                          | 317 | -                  | <b>322</b>        |
| N <sub>120</sub> +P <sub>90</sub> +K <sub>90</sub>   | 60000  | 356          | 345        | 355          | 354        | 332          | 334        | 348                          | 344 | 346                | -                 |
|  | 80000  | 336          | 325        | 369          | 344        | 328          | 335        | 344                          | 335 | 340                | -                 |
|  |        | <b>346</b>   | <b>335</b> | <b>362</b>   | <b>349</b> | <b>330</b>   | <b>335</b> | 346                          | 340 | -                  | <b>343</b>        |
| N <sub>240</sub> +P <sub>180</sub> +K <sub>180</sub> | 60000  | 350          | 332        | 358          | 384        | 324          | 333        | 344                          | 350 | 347                | -                 |
|  | 80000  | 354          | 290        | 363          | 369        | 340          | 329        | 352                          | 329 | 341                | -                 |
|  |        | <b>352</b>   | <b>311</b> | <b>361</b>   | <b>377</b> | <b>332</b>   | <b>331</b> | 348                          | 340 | -                  | <b>344</b>        |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám                             |        | 24           |            | 21           |            | 18           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag                           |        | 29           |            | 25           |            | 22           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> öntözés                            |        | 24           |            | 21           |            | 18           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x tápanyag                  |        | 41           |            | 36           |            | 32           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x öntözés                   |        | 33           |            | 29           |            | 26           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag x öntözés                 |        | 41           |            | 36           |            | 32           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| Műtrágyázási kezelések átlagában                     |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Tőszám x vetésváltás x öntözés                       | 60     | 338          | 323        | 344          | 359        | 328          | 332        | 337                          | 338 | 337                | -                 |
|  | 80     | 338          | 304        | 369          | 348        | 326          | 327        | 345                          | 326 | 335                | -                 |
| Műtrágyázás és tőszám átlagában                      |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás x öntözés                                | -      | 338          | 314        | 357          | 354        | 327          | 329        | 341                          | 332 | -                  | -                 |
| Műtrágyázás, tőszám és öntözés kezelések átlagában   |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás főhatás                                  | -      | 326          |            | 355          |            | 328          |            | -                            | -   | -                  | -                 |

**30. melléklet.** Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2007. 10.05.)

|  |        | Monokultúra  |            | Bikultúra    |            | Trikultúra   |            | Trágyázás x tőszám x öntözés |     | Trágyázás x tőszám | Trágyázás főhatás |
|--|--------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|------------------------------|-----|--------------------|-------------------|
| Műtrágyakezelés                                      | tőszám | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött   | NÖ                           | Ö   |                    |                   |
| <b>Ø</b>   | 60000  | 181          | 138        | 222          | 128        | 243          | 203        | 215                          | 156 | 186                | -                 |
|  | 80000  | 191          | 145        | 218          | 171        | 233          | 202        | 214                          | 173 | 193                | -                 |
|  |        | <b>186</b>   | <b>142</b> | <b>220</b>   | <b>150</b> | <b>238</b>   | <b>203</b> | 215                          | 165 | -                  | <b>190</b>        |
| N <sub>120</sub> +P <sub>90</sub> +K <sub>90</sub>   | 60000  | 225          | 180        | 229          | 144        | 187          | 216        | 214                          | 180 | 197                | -                 |
|  | 80000  | 223          | 194        | 229          | 168        | 208          | 244        | 220                          | 202 | 211                | -                 |
|  |        | <b>224</b>   | <b>187</b> | <b>229</b>   | <b>156</b> | <b>198</b>   | <b>230</b> | 217                          | 191 | -                  | <b>204</b>        |
| N <sub>240</sub> +P <sub>180</sub> +K <sub>180</sub> | 60000  | 230          | 201        | 200          | 128        | 220          | 211        | 217                          | 180 | 198                | -                 |
|  | 80000  | 241          | 176        | 223          | 137        | 189          | 165        | 218                          | 159 | 189                | -                 |
|  |        | <b>236</b>   | <b>189</b> | <b>212</b>   | <b>133</b> | <b>205</b>   | <b>188</b> | 217                          | 170 | -                  | <b>193</b>        |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám                             |        | 25           |            | 20           |            | 30           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag                           |        | 31           |            | 24           |            | 37           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> öntözés                            |        | 25           |            | 20           |            | 30           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x tápanyag                  |        | 44           |            | 34           |            | 52           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x öntözés                   |        | 36           |            | 28           |            | 42           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag x öntözés                 |        | 44           |            | 34           |            | 52           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| Műtrágyázási kezelések átlagában                     |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Tőszám x vetésváltás x öntözés                       | 60     | 212          | 173        | 217          | 133        | 217          | 210        | 215                          | 172 | 194                | -                 |
|  | 80     | 218          | 172        | 223          | 159        | 210          | 204        | 217                          | 178 | 198                | -                 |
| Műtrágyázás és tőszám átlagában                      |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás x öntözés                                | -      | 215          | 172        | 220          | 146        | 213          | 207        | 216                          | 175 | -                  | -                 |
| Műtrágyázás, tőszám és öntözés kezelések átlagában   |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás főhatás                                  | -      | 194          |            | 183          |            | 210          |            | -                            |     | -                  | -                 |



**31. melléklet.** Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2008. 04.03.)

| Műtrágyakezelés                                      | tőszám | Monokultúra  |            | Bikultúra    |           | Trikkultúra  |            | Trágyázás x tőszám x öntözés |     | Trágyázás x tőszám | Trágyázás főhatás |
|--|--------|--------------|------------|--------------|-----------|--------------|------------|------------------------------|-----|--------------------|-------------------|
|  |        | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött  | nem öntözött | öntözött   | NÖ                           | Ö   |                    |                   |
| <b>Ø</b>   | 60000  | 96           | 82         | 95           | 78        | 101          | 105        | 97                           | 88  | 93                 | -                 |
|  | 80000  | 109          | 75         | 152          | 92        | 98           | 88         | 120                          | 85  | 102                | -                 |
|  |        | <b>103</b>   | <b>79</b>  | <b>124</b>   | <b>85</b> | <b>100</b>   | <b>97</b>  | 109                          | 87  | -                  | <b>98</b>         |
| N <sub>120</sub> +P <sub>90</sub> +K <sub>90</sub>   | 60000  | 104          | 100        | 106          | 86        | 143          | 124        | 118                          | 103 | 111                | -                 |
|  | 80000  | 115          | 102        | 149          | 103       | 121          | 107        | 128                          | 104 | 116                | -                 |
|  |        | <b>109,5</b> | <b>101</b> | <b>128</b>   | <b>95</b> | <b>132</b>   | <b>116</b> | 123                          | 104 | -                  | <b>113</b>        |
| N <sub>240</sub> +P <sub>180</sub> +K <sub>180</sub> | 60000  | 111          | 96         | 107          | 85        | 133          | 117        | 117                          | 99  | 108                | -                 |
|  | 80000  | 104          | 85         | 110          | 101       | 129          | 125        | 114                          | 104 | 109                | -                 |
|  |        | <b>108</b>   | <b>91</b>  | <b>109</b>   | <b>93</b> | <b>131</b>   | <b>121</b> | 116                          | 102 | -                  | <b>109</b>        |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám                             |        | 23           |            | 10           |           | 16           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag                           |        | 28           |            | 13           |           | 20           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> öntözés                            |        | 23           |            | 10           |           | 16           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x tápanyag                  |        | 39           |            | 18           |           | 28           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x öntözés                   |        | 32           |            | 14           |           | 23           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag x öntözés                 |        | 39           |            | 18           |           | 28           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| Műtrágyázási kezelések átlagában                     |        |              |            |              |           |              |            |                              |     |                    |                   |
| Tőszám x vetésváltás x öntözés                       | 60     | 104          | 93         | 103          | 83        | 126          | 115        | 111                          | 97  | 104                | -                 |
|  | 80     | 109          | 87         | 137          | 99        | 116          | 107        | 121                          | 98  | 109                | -                 |
| Műtrágyázás és tőszám átlagában                      |        |              |            |              |           |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás x öntözés                                | -      | 107          | 90         | 120          | 91        | 121          | 111        | 116                          | 97  | -                  | -                 |
| Műtrágyázás, tőszám és öntözés kezelések átlagában   |        |              |            |              |           |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás főhatás                                  | -      | 98           |            | 105          |           | 116          |            | -                            | -   | -                  | -                 |

**32. melléklet.** Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2008. 05.09.)

|  |        | Monokultúra  |            | Bikultúra    |            | Trikkultúra  |            | Trágyázás x tőszám x öntözés |     | Trágyázás x tőszám | Trágyázás főhatás |
|--|--------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|------------------------------|-----|--------------------|-------------------|
| Műtrágyakezelés                                      | tőszám | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött   | NÖ                           | Ö   |                    |                   |
| <b>Ø</b>   | 60000  | 90           | 87         | 118          | 87         | 123          | 103        | 110                          | 92  | 101                | -                 |
|  | 80000  | 102          | 91         | 155          | 86         | 107          | 103        | 121                          | 93  | 107                | -                 |
|  |        | <b>96</b>    | <b>89</b>  | <b>137</b>   | <b>87</b>  | <b>115</b>   | <b>103</b> | 116                          | 93  | -                  | <b>104</b>        |
| N <sub>120</sub> +P <sub>90</sub> +K <sub>90</sub>   | 60000  | 98           | 105        | 120          | 96         | 123          | 68         | 114                          | 90  | 102                | -                 |
|  | 80000  | 110          | 87         | 140          | 97         | 111          | 121        | 120                          | 102 | 111                | -                 |
|  |        | <b>104</b>   | <b>96</b>  | <b>130</b>   | <b>97</b>  | <b>117</b>   | <b>95</b>  | 117                          | 96  | -                  | <b>106</b>        |
| N <sub>240</sub> +P <sub>180</sub> +K <sub>180</sub> | 60000  | 106          | 113        | 130          | 107        | 131          | 110        | 122                          | 110 | 116                | -                 |
|  | 80000  | 125          | 98         | 117          | 106        | 123          | 119        | 122                          | 108 | 115                | -                 |
|  |        | <b>116</b>   | <b>106</b> | <b>124</b>   | <b>107</b> | <b>127</b>   | <b>115</b> | 122                          | 109 | -                  | <b>115</b>        |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám                             |        | 12           |            | 4            |            | 23           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag                           |        | 15           |            | 5            |            | 28           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> öntözés                            |        | 12           |            | 4            |            | 23           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x tápanyag                  |        | 21           |            | 7            |            | 40           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x öntözés                   |        | 17           |            | 6            |            | 33           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag x öntözés                 |        | 21           |            | 7            |            | 40           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| Műtrágyázási kezelések átlagában                     |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Tőszám x vetésváltás x öntözés                       | 60     | 98           | 102        | 123          | 97         | 126          | 94         | 115                          | 97  | 106                | -                 |
|  | 80     | 112          | 92         | 137          | 96         | 114          | 114        | 121                          | 101 | 111                | -                 |
| Műtrágyázás és tőszám átlagában                      |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás x öntözés                                | -      | 105          | 97         | 130          | 97         | 120          | 104        | 118                          | 99  | -                  | -                 |
| Műtrágyázás, tőszám és öntözés kezelések átlagában   |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás főhatás                                  | -      | 101          |            | 113          |            | 112          |            | -                            | -   | -                  | -                 |

**33. melléklet.** Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2008. 06.25.)

|  |        | Monokultúra  |            | Bikultúra    |            | Trikkultúra  |            | Trágyázás x tőszám x öntözés |     | Trágyázás x tőszám | Trágyázás főhatás |
|--|--------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|------------------------------|-----|--------------------|-------------------|
| Műtrágyakezelés                                      | tőszám | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött   | NÖ                           | Ö   |                    |                   |
| <b>Ø</b>   | 60000  | 100          | 98         | 100          | 79         | 119          | 100        | 106                          | 92  | 99                 | -                 |
|  | 80000  | 112          | 97         | 141          | 105        | 125          | 124        | 126                          | 109 | 117                | -                 |
|  |        | <b>106</b>   | <b>98</b>  | <b>121</b>   | <b>92</b>  | <b>122</b>   | <b>112</b> | 116                          | 101 | -                  | <b>108</b>        |
| N <sub>120</sub> +P <sub>90</sub> +K <sub>90</sub>   | 60000  | 71           | 110        | 120          | 97         | 128          | 116        | 106                          | 108 | 107                | -                 |
|  | 80000  | 133          | 95         | 155          | 121        | 132          | 122        | 140                          | 113 | 126                | -                 |
|  |        | <b>102</b>   | <b>103</b> | <b>138</b>   | <b>109</b> | <b>130</b>   | <b>119</b> | 123                          | 110 | -                  | <b>117</b>        |
| N <sub>240</sub> +P <sub>180</sub> +K <sub>180</sub> | 60000  | 107          | 116        | 120          | 99         | 134          | 121        | 120                          | 112 | 116                | -                 |
|  | 80000  | 133          | 109        | 127          | 121        | 145          | 142        | 135                          | 124 | 130                | -                 |
|  |        | <b>120</b>   | <b>113</b> | <b>124</b>   | <b>110</b> | <b>140</b>   | <b>132</b> | 128                          | 118 | -                  | <b>123</b>        |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám                             |        | 17           |            | 10           |            | 13           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag                           |        | 20           |            | 12           |            | 16           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> öntözés                            |        | 17           |            | 10           |            | 13           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x tápanyag                  |        | 29           |            | 17           |            | 22           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x öntözés                   |        | 24           |            | 14           |            | 18           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag x öntözés                 |        | 29           |            | 17           |            | 22           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| Műtrágyázási kezelések átlagában                     |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Tőszám x vetésváltás x öntözés                       |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
|  | 60     | 93           | 108        | 113          | 92         | 127          | 112        | 111                          | 104 | 108                | -                 |
|  | 80     | 126          | 100        | 141          | 116        | 134          | 129        | 134                          | 115 | 124                | -                 |
| Műtrágyázás és tőszám átlagában                      |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás x öntözés                                | -      | 109          | 104        | 127          | 104        | 131          | 121        | 122                          | 110 | -                  | -                 |
| Műtrágyázás, tőszám és öntözés kezelések átlagában   |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás főhatás                                  | -      | 107          |            | 115          |            | 126          |            | -                            | -   | -                  | -                 |

**34. melléklet.** Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2008. 07.18.)

|  |        | Monokultúra  |            | Bikultúra    |            | Trikkultúra  |            | Trágyázás x tőszám x öntözés |     | Trágyázás x tőszám | Trágyázás főhatás |
|--|--------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|------------------------------|-----|--------------------|-------------------|
| Műtrágyakezelés                                      | tőszám | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött   | NÖ                           | Ö   |                    |                   |
| <b>Ø</b>   | 60000  | 152          | 131        | 170          | 140        | 150          | 141        | 157                          | 137 | 147                | -                 |
|  | 80000  | 167          | 132        | 256          | 170        | 165          | 190        | 196                          | 164 | 180                | -                 |
|  |        | <b>160</b>   | <b>132</b> | <b>213</b>   | <b>155</b> | <b>158</b>   | <b>166</b> | 177                          | 151 | -                  | <b>164</b>        |
| N <sub>120</sub> +P <sub>90</sub> +K <sub>90</sub>   | 60000  | 195          | 163        | 165          | 160        | 204          | 171        | 188                          | 165 | 176                | -                 |
|  | 80000  | 201          | 156        | 254          | 179        | 207          | 183        | 221                          | 173 | 197                | -                 |
|  |        | <b>198</b>   | <b>160</b> | <b>210</b>   | <b>170</b> | <b>206</b>   | <b>177</b> | 204                          | 169 | -                  | <b>187</b>        |
| N <sub>240</sub> +P <sub>180</sub> +K <sub>180</sub> | 60000  | 182          | 186        | 183          | 153        | 202          | 163        | 189                          | 167 | 178                | -                 |
|  | 80000  | 211          | 148        | 201          | 172        | 215          | 213        | 209                          | 178 | 193                | -                 |
|  |        | <b>197</b>   | <b>167</b> | <b>192</b>   | <b>163</b> | <b>209</b>   | <b>188</b> | 199                          | 173 | -                  | <b>186</b>        |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám                             |        | 176          |            | 11           |            | 31           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag                           |        | 35           |            | 14           |            | 38           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> öntözés                            |        | 29           |            | 11           |            | 31           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x tápanyag                  |        | 50           |            | 19           |            | 54           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x öntözés                   |        | 40           |            | 16           |            | 44           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag x öntözés                 |        | 50           |            | 19           |            | 54           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| Műtrágyázási kezelések átlagában                     |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Tőszám x vetésváltás x öntözés                       |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
|  | 60     | 93           | 108        | 113          | 92         | 127          | 112        | 111                          | 104 | 108                | -                 |
|  | 80     | 126          | 100        | 141          | 116        | 134          | 129        | 134                          | 115 | 124                | -                 |
| Műtrágyázás és tőszám átlagában                      |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás x öntözés                                | -      | 185          | 153        | 205          | 162        | 191          | 177        | 193                          | 164 | -                  | -                 |
| Műtrágyázás, tőszám és öntözés kezelések átlagában   |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás főhatás                                  | -      | 169          |            | 184          |            | 184          |            | -                            | -   | -                  | -                 |

**35. melléklet.** Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2008. 09.10.)

|  |        | Monokultúra  |            | Bikultúra    |            | Trikkultúra  |            | Trágyázás x tőszám x öntözés |     | Trágyázás x tőszám | Trágyázás főhatás |
|--|--------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|------------------------------|-----|--------------------|-------------------|
| Műtrágyakezelés                                      | tőszám | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött   | NÖ                           | Ö   |                    |                   |
| <b>Ø</b>   | 60000  | 180          | 202        | 168          | 167        | 212          | 202        | 187                          | 190 | 189                | -                 |
|  | 80000  | 180          | 165        | 390          | 189        | 179          | 174        | 250                          | 176 | 213                | -                 |
|  |        | <b>180</b>   | <b>184</b> | <b>279</b>   | <b>178</b> | <b>196</b>   | <b>188</b> | 218                          | 183 | -                  | <b>201</b>        |
| N <sub>120</sub> +P <sub>90</sub> +K <sub>90</sub>   | 60000  | 202          | 216        | 210          | 202        | 249          | 212        | 220                          | 210 | 215                | -                 |
|  | 80000  | 262          | 195        | 363          | 249        | 234          | 216        | 286                          | 220 | 253                | -                 |
|  |        | <b>232</b>   | <b>206</b> | <b>287</b>   | <b>226</b> | <b>242</b>   | <b>214</b> | 253                          | 215 | -                  | <b>234</b>        |
| N <sub>240</sub> +P <sub>180</sub> +K <sub>180</sub> | 60000  | 245          | 196        | 230          | 226        | 254          | 224        | 243                          | 215 | 229                | -                 |
|  | 80000  | 271          | 232        | 283          | 281        | 249          | 247        | 268                          | 253 | 261                | -                 |
|  |        | <b>258</b>   | <b>214</b> | <b>257</b>   | <b>254</b> | <b>252</b>   | <b>236</b> | 255                          | 234 | -                  | <b>245</b>        |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám                             |        | 24           |            | 21           |            | 18           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag                           |        | 29           |            | 25           |            | 22           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> öntözés                            |        | 24           |            | 21           |            | 18           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x tápanyag                  |        | 41           |            | 36           |            | 32           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x öntözés                   |        | 33           |            | 29           |            | 26           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag x öntözés                 |        | 41           |            | 36           |            | 32           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| Műtrágyázási kezelések átlagában                     |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Tőszám x vetésváltás x öntözés                       | 60     | 209          | 205        | 203          | 198        | 238          | 213        | 217                          | 205 | 211                | -                 |
|  | 80     | 238          | 197        | 345          | 240        | 221          | 212        | 268                          | 216 | 242                | -                 |
| Műtrágyázás és tőszám átlagában                      |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás x öntözés                                | -      | 223          | 201        | 274          | 219        | 230          | 213        | 242                          | 211 | -                  | -                 |
| Műtrágyázás, tőszám és öntözés kezelések átlagában   |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás főhatás                                  | -      | 212          |            | 247          |            | 221          |            | -                            | -   | -                  | -                 |

**36. melléklet.** Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2008. 10.02.)

|  |        | Monokultúra  |            | Bikultúra    |            | Trikkultúra  |            | Trágyázás x tőszám x öntözés |     | Trágyázás x tőszám | Trágyázás főhatás |
|--|--------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|------------------------------|-----|--------------------|-------------------|
| Műtrágyakezelés                                      | tőszám | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött   | NÖ                           | Ö   |                    |                   |
| <b>Ø</b>   | 60000  | 173          | 165        | 173          | 159        | 186          | 164        | 177                          | 163 | 170                | -                 |
|  | 80000  | 166          | 125        | 224          | 189        | 183          | 155        | 191                          | 156 | 174                | -                 |
|  |        | <b>170</b>   | <b>145</b> | <b>199</b>   | <b>174</b> | <b>185</b>   | <b>160</b> | 184                          | 160 | -                  | <b>172</b>        |
| N <sub>120</sub> +P <sub>90</sub> +K <sub>90</sub>   | 60000  | 199          | 222        | 227          | 209        | 261          | 202        | 229                          | 211 | 220                | -                 |
|  | 80000  | 261          | 201        | 222          | 211        | 254          | 233        | 246                          | 215 | 230                | -                 |
|  |        | <b>230</b>   | <b>212</b> | <b>225</b>   | <b>210</b> | <b>258</b>   | <b>218</b> | 237                          | 213 | -                  | <b>225</b>        |
| N <sub>240</sub> +P <sub>180</sub> +K <sub>180</sub> | 60000  | 236          | 231        | 225          | 222        | 249          | 214        | 237                          | 222 | 230                | -                 |
|  | 80000  | 266          | 253        | 245          | 227        | 265          | 257        | 259                          | 246 | 252                | -                 |
|  |        | <b>251</b>   | <b>242</b> | <b>235</b>   | <b>225</b> | <b>257</b>   | <b>236</b> | 248                          | 234 | -                  | <b>241</b>        |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám                             |        | 22           |            | 16           |            | 21           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag                           |        | 27           |            | 20           |            | 25           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> öntözés                            |        | 22           |            | 16           |            | 21           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x tápanyag                  |        | 38           |            | 28           |            | 36           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x öntözés                   |        | 31           |            | 23           |            | 29           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag x öntözés                 |        | 38           |            | 28           |            | 36           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| Műtrágyázási kezelések átlagában                     |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Tőszám x vetésváltás x öntözés                       | 60     | 203          | 206        | 208          | 197        | 232          | 193        | 214                          | 199 | 207                | -                 |
|  | 80     | 231          | 193        | 230          | 209        | 234          | 215        | 232                          | 206 | 219                | -                 |
| Műtrágyázás és tőszám átlagában                      |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás x öntözés                                | -      | 217          | 200        | 219          | 203        | 233          | 204        | 223                          | 202 | -                  | -                 |
| Műtrágyázás, tőszám és öntözés kezelések átlagában   |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás főhatás                                  | -      | 208          |            | 211          |            | 219          |            | -                            | -   | -                  | -                 |

**37. melléklet.** Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2009. 04.03.)

|  |        | Monokultúra  |            | Bikultúra    |           | Trikkultúra  |            | Trágyázás x tőszám x öntözés |    | Trágyázás x tőszám | Trágyázás főhatás |
|--|--------|--------------|------------|--------------|-----------|--------------|------------|------------------------------|----|--------------------|-------------------|
| Műtrágyakezelés                                      | tőszám | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött  | nem öntözött | öntözött   | NÖ                           | Ö  |                    |                   |
| <b>Ø</b>   | 60000  | 89           | 78         | 95           | 48        | 93           | 90         | 92                           | 72 | 82                 | -                 |
|  | 80000  | 108          | 97         | 94           | 51        | 100          | 99         | 101                          | 82 | 92                 | -                 |
|  |        | <b>99</b>    | <b>88</b>  | <b>95</b>    | <b>50</b> | <b>97</b>    | <b>95</b>  | 97                           | 77 | -                  | <b>87</b>         |
| N <sub>120</sub> +P <sub>90</sub> +K <sub>90</sub>   | 60000  | 97           | 102        | 94           | 65        | 106          | 97         | 99                           | 88 | 94                 | -                 |
|  | 80000  | 112          | 85         | 107          | 59        | 108          | 99         | 109                          | 81 | 95                 | -                 |
|  |        | <b>104,5</b> | <b>94</b>  | <b>101</b>   | <b>62</b> | <b>107</b>   | <b>98</b>  | 104                          | 85 | -                  | <b>94</b>         |
| N <sub>240</sub> +P <sub>180</sub> +K <sub>180</sub> | 60000  | 97           | 108        | 91           | 53        | 104          | 110        | 97                           | 90 | 94                 | -                 |
|  | 80000  | 122          | 102        | 76           | 60        | 109          | 107        | 102                          | 90 | 96                 | -                 |
|  |        | <b>110</b>   | <b>105</b> | <b>84</b>    | <b>57</b> | <b>107</b>   | <b>109</b> | 100                          | 90 | -                  | <b>95</b>         |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám                             |        | 23           |            | 10           |           | 16           |            | -                            | -  | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag                           |        | 28           |            | 13           |           | 20           |            | -                            | -  | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> öntözés                            |        | 23           |            | 10           |           | 16           |            | -                            | -  | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x tápanyag                  |        | 39           |            | 18           |           | 28           |            | -                            | -  | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x öntözés                   |        | 32           |            | 14           |           | 23           |            | -                            | -  | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag x öntözés                 |        | 39           |            | 18           |           | 28           |            | -                            | -  | -                  | -                 |
| Műtrágyázási kezelések átlagában                     |        |              |            |              |           |              |            |                              |    |                    |                   |
| Tőszám x vetésváltás x öntözés                       |        |              |            |              |           |              |            |                              |    |                    |                   |
|  | 60     | 94           | 96         | 93           | 55        | 101          | 99         | 96                           | 83 | 90                 | -                 |
|  | 80     | 114          | 95         | 92           | 57        | 106          | 102        | 104                          | 84 | 94                 | -                 |
| Műtrágyázás és tőszám átlagában                      |        |              |            |              |           |              |            |                              |    |                    |                   |
| Vetésváltás x öntözés                                | -      | 104          | 95         | 93           | 56        | 103          | 100        | 100                          | 84 | -                  | -                 |
| Műtrágyázás, tőszám és öntözés kezelések átlagában   |        |              |            |              |           |              |            |                              |    |                    |                   |
| Vetésváltás főhatás                                  | -      | 100          |            | 74           |           | 102          |            | -                            |    | -                  | -                 |

**38. melléklet.** Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2009. 04.24.)

|  |        | Monokultúra  |            | Bikultúra    |           | Trikkultúra  |            | Trágyázás x tőszám x öntözés |     | Trágyázás x tőszám | Trágyázás főhatás |
|--|--------|--------------|------------|--------------|-----------|--------------|------------|------------------------------|-----|--------------------|-------------------|
| Műtrágyakezelés                                      | tőszám | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött  | nem öntözött | öntözött   | NÖ                           | Ö   |                    |                   |
| <b>Ø</b>   | 60000  | 101          | 109        | 88           | 65        | 113          | 120        | 101                          | 98  | 99                 | -                 |
|  | 80000  | 123          | 109        | 93           | 77        | 127          | 114        | 114                          | 100 | 107                | -                 |
|  |        | <b>112</b>   | <b>109</b> | <b>91</b>    | <b>71</b> | <b>120</b>   | <b>117</b> | 108                          | 99  | -                  | <b>103</b>        |
| N <sub>120</sub> +P <sub>90</sub> +K <sub>90</sub>   | 60000  | 107          | 109        | 106          | 70        | 119          | 135        | 111                          | 105 | 108                | -                 |
|  | 80000  | 127          | 108        | 111          | 61        | 121          | 115        | 120                          | 95  | 107                | -                 |
|  |        | <b>117</b>   | <b>109</b> | <b>109</b>   | <b>66</b> | <b>120</b>   | <b>125</b> | 115                          | 100 | -                  | <b>107</b>        |
| N <sub>240</sub> +P <sub>180</sub> +K <sub>180</sub> | 60000  | 111          | 120        | 79           | 65        | 126          | 121        | 105                          | 102 | 104                | -                 |
|  | 80000  | 131          | 102        | 116          | 82        | 118          | 119        | 122                          | 101 | 111                | -                 |
|  |        | <b>121</b>   | <b>111</b> | <b>98</b>    | <b>74</b> | <b>122</b>   | <b>120</b> | 114                          | 102 | -                  | <b>108</b>        |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám                             |        | 11           |            | 17           |           | 10           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag                           |        | 13           |            | 21           |           | 13           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> öntözés                            |        | 11           |            | 17           |           | 10           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x tápanyag                  |        | 18           |            | 30           |           | 18           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x öntözés                   |        | 15           |            | 24           |           | 15           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag x öntözés                 |        | 18           |            | 30           |           | 18           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| Műtrágyázási kezelések átlagában                     |        |              |            |              |           |              |            |                              |     |                    |                   |
| Tőszám x vetésváltás x öntözés                       |        |              |            |              |           |              |            |                              |     |                    |                   |
|  | 60     | 106          | 113        | 91           | 67        | 119          | 125        | 106                          | 102 | 104                | -                 |
|  | 80     | 127          | 106        | 107          | 73        | 122          | 116        | 119                          | 99  | 109                | -                 |
| Műtrágyázás és tőszám átlagában                      |        |              |            |              |           |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás x öntözés                                | -      | 117          | 110        | 99           | 70        | 121          | 121        | 112                          | 100 | -                  | -                 |
| Műtrágyázás, tőszám és öntözés kezelések átlagában   |        |              |            |              |           |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás főhatás                                  | -      | 113          |            | 84           |           | 121          |            | -                            |     | -                  | -                 |



**39. melléklet.** Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2009. 05.26.)

|  |        | Monokultúra  |            | Bikultúra    |           | Trikkultúra  |            | Trágyázás x tőszám x öntözés |     | Trágyázás x tőszám | Trágyázás főhatás |
|--|--------|--------------|------------|--------------|-----------|--------------|------------|------------------------------|-----|--------------------|-------------------|
| Műtrágyakezelés                                      | tőszám | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött  | nem öntözött | öntözött   | NÖ                           | Ö   |                    |                   |
| <b>Ø</b>   | 60000  | 147          | 103        | 127          | 61        | 139          | 114        | 138                          | 93  | 115                | -                 |
|  | 80000  | 167          | 95         | 129          | 25        | 161          | 112        | 152                          | 77  | 115                | -                 |
|  |        | <b>157</b>   | <b>99</b>  | <b>128</b>   | <b>43</b> | <b>150</b>   | <b>113</b> | 145                          | 85  | -                  | <b>115</b>        |
| N <sub>120</sub> +P <sub>90</sub> +K <sub>90</sub>   | 60000  | 155          | 118        | 123          | 69        | 152          | 125        | 143                          | 104 | 124                | -                 |
|  | 80000  | 171          | 113        | 137          | 63        | 160          | 122        | 156                          | 99  | 128                | -                 |
|  |        | <b>163</b>   | <b>116</b> | <b>130</b>   | <b>66</b> | <b>156</b>   | <b>124</b> | 150                          | 102 | -                  | <b>126</b>        |
| N <sub>240</sub> +P <sub>180</sub> +K <sub>180</sub> | 60000  | 129          | 121        | 130          | 51        | 147          | 135        | 135                          | 102 | 119                | -                 |
|  | 80000  | 190          | 117        | 145          | 63        | 163          | 130        | 166                          | 103 | 135                | -                 |
|  |        | <b>160</b>   | <b>119</b> | <b>138</b>   | <b>57</b> | <b>155</b>   | <b>133</b> | 151                          | 103 | -                  | <b>127</b>        |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám                             |        | 17           |            | 10           |           | 13           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag                           |        | 20           |            | 12           |           | 16           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> öntözés                            |        | 17           |            | 10           |           | 13           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x tápanyag                  |        | 29           |            | 17           |           | 22           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x öntözés                   |        | 24           |            | 14           |           | 18           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag x öntözés                 |        | 29           |            | 17           |           | 22           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| Műtrágyázási kezelések átlagában                     |        |              |            |              |           |              |            |                              |     |                    |                   |
| Tőszám x vetésváltás x öntözés                       |        |              |            |              |           |              |            |                              |     |                    |                   |
|  | 60     | 144          | 114        | 127          | 60        | 146          | 125        | 139                          | 100 | 119                | -                 |
|  | 80     | 176          | 108        | 137          | 50        | 161          | 121        | 158                          | 93  | 126                | -                 |
| Műtrágyázás és tőszám átlagában                      |        |              |            |              |           |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás x öntözés                                | -      | 160          | 111        | 132          | 55        | 154          | 123        | 148                          | 97  | -                  | -                 |
| Műtrágyázás, tőszám és öntözés kezelések átlagában   |        |              |            |              |           |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás főhatás                                  | -      | 136          |            | 94           |           | 138          |            | -                            |     | -                  | -                 |

**40. melléklet.** Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2009. 07.01.)

|  |        | Monokultúra  |            | Bikultúra    |            | Trikkultúra  |            | Trágyázás x tőszám x öntözés |     | Trágyázás x tőszám | Trágyázás főhatás |
|--|--------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|------------------------------|-----|--------------------|-------------------|
| Műtrágyakezelés                                      | tőszám | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött   | NÖ                           | Ö   |                    |                   |
| <b>Ø</b>   | 60000  | 143          | 137        | 151          | 102        | 168          | 117        | 154                          | 119 | 136                | -                 |
|  | 80000  | 161          | 131        | 160          | 110        | 185          | 149        | 169                          | 130 | 149                | -                 |
|  |        | <b>152</b>   | <b>134</b> | <b>156</b>   | <b>106</b> | <b>177</b>   | <b>133</b> | 161                          | 124 | -                  | <b>143</b>        |
| N <sub>120</sub> +P <sub>90</sub> +K <sub>90</sub>   | 60000  | 158          | 175        | 160          | 95         | 181          | 162        | 166                          | 144 | 155                | -                 |
|  | 80000  | 196          | 149        | 171          | 108        | 193          | 153        | 187                          | 137 | 162                | -                 |
|  |        | <b>177</b>   | <b>162</b> | <b>166</b>   | <b>102</b> | <b>187</b>   | <b>158</b> | 177                          | 140 | -                  | <b>158</b>        |
| N <sub>240</sub> +P <sub>180</sub> +K <sub>180</sub> | 60000  | 177          | 155        | 182          | 119        | 199          | 178        | 186                          | 151 | 168                | -                 |
|  | 80000  | 212          | 163        | 160          | 135        | 197          | 186        | 190                          | 161 | 176                | -                 |
|  |        | <b>195</b>   | <b>159</b> | <b>171</b>   | <b>127</b> | <b>198</b>   | <b>182</b> | 188                          | 156 | -                  | <b>172</b>        |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám                             |        | 17           |            | 15           |            | 13           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag                           |        | 21           |            | 19           |            | 16           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> öntözés                            |        | 17           |            | 15           |            | 13           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x tápanyag                  |        | 29           |            | 26           |            | 22           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x öntözés                   |        | 24           |            | 22           |            | 18           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag x öntözés                 |        | 29           |            | 26           |            | 22           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| Műtrágyázási kezelések átlagában                     |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Tőszám x vetésváltás x öntözés                       |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
|  | 60     | 159          | 156        | 164          | 105        | 183          | 152        | 169                          | 138 | 153                | -                 |
|  | 80     | 190          | 148        | 164          | 118        | 192          | 163        | 182                          | 143 | 162                | -                 |
| Műtrágyázás és tőszám átlagában                      |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás x öntözés                                | -      | 175          | 152        | 164          | 112        | 187          | 158        | 175                          | 140 | -                  | -                 |
| Műtrágyázás, tőszám és öntözés kezelések átlagában   |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás főhatás                                  | -      | 163          |            | 138          |            | 172          |            | -                            |     | -                  | -                 |

41. melléklet. Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2009. 08.31.)

|  |        | Monokultúra  |            | Bikultúra    |            | Trikkultúra  |            | Trágyázás x tőszám x öntözés |     | Trágyázás x tőszám | Trágyázás főhatás |
|--|--------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|------------------------------|-----|--------------------|-------------------|
| Műtrágyakezelés                                      | tőszám | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött   | NÖ                           | Ö   |                    |                   |
| <b>Ø</b>   | 60000  | 275          | 283        | 293          | 240        | 291          | 312        | 286                          | 278 | 282                | -                 |
|  | 80000  | 293          | 257        | 299          | 263        | 317          | 320        | 303                          | 280 | 292                | -                 |
|  |        | <b>284</b>   | <b>270</b> | <b>296</b>   | <b>252</b> | <b>304</b>   | <b>316</b> | 295                          | 279 | -                  | <b>287</b>        |
| N <sub>120</sub> +P <sub>90</sub> +K <sub>90</sub>   | 60000  | 324          | 341        | 318          | 242        | 336          | 339        | 326                          | 307 | 317                | -                 |
|  | 80000  | 322          | 327        | 322          | 291        | 350          | 347        | 331                          | 322 | 327                | -                 |
|  |        | <b>323</b>   | <b>334</b> | <b>320</b>   | <b>267</b> | <b>343</b>   | <b>343</b> | 329                          | 315 | -                  | <b>322</b>        |
| N <sub>240</sub> +P <sub>180</sub> +K <sub>180</sub> | 60000  | 326          | 342        | 324          | 299        | 355          | 346        | 335                          | 329 | 332                | -                 |
|  | 80000  | 343          | 339        | 324          | 304        | 351          | 353        | 339                          | 332 | 336                | -                 |
|  |        | <b>335</b>   | <b>341</b> | <b>324</b>   | <b>302</b> | <b>353</b>   | <b>350</b> | 337                          | 331 | -                  | <b>334</b>        |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám                             |        | 24           |            | 21           |            | 18           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag                           |        | 29           |            | 25           |            | 22           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> öntözés                            |        | 24           |            | 21           |            | 18           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x tápanyag                  |        | 41           |            | 36           |            | 32           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x öntözés                   |        | 33           |            | 29           |            | 26           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag x öntözés                 |        | 41           |            | 36           |            | 32           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| Műtrágyázási kezelések átlagában                     |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Tőszám x vetésváltás x öntözés                       | 60     | 308          | 322        | 312          | 260        | 327          | 332        | 316                          | 305 | 310                | -                 |
|  | 80     | 319          | 308        | 315          | 286        | 339          | 340        | 325                          | 311 | 318                | -                 |
| Műtrágyázás és tőszám átlagában                      |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás x öntözés                                | -      | 314          | 315        | 313          | 273        | 333          | 336        | 320                          | 308 | -                  | -                 |
| Műtrágyázás, tőszám és öntözés kezelések átlagában   |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás főhatás                                  | -      | 314          |            | 293          |            | 335          |            | -                            |     | -                  | -                 |

42. melléklet. Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2009. 09.29.)

|  |        | Monokultúra  |            | Bikultúra    |            | Trikkultúra  |            | Trágyázás x tőszám x öntözés |     | Trágyázás x tőszám | Trágyázás főhatás |
|--|--------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|------------------------------|-----|--------------------|-------------------|
| Műtrágyakezelés                                      | tőszám | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött   | nem öntözött | öntözött   | NÖ                           | Ö   |                    |                   |
| <b>Ø</b>   | 60000  | 14           | 275        | 268          | 215        | 284          | 287        | 275                          | 259 | 267                | -                 |
|  | 80000  | 265          | 248        | 296          | 232        | 306          | 298        | 289                          | 259 | 274                | -                 |
|  |        | <b>269</b>   | <b>262</b> | <b>282</b>   | <b>224</b> | <b>295</b>   | <b>293</b> | 282                          | 259 | -                  | <b>271</b>        |
| N <sub>120</sub> +P <sub>90</sub> +K <sub>90</sub>   | 60000  | 320          | 306        | 329          | 266        | 318          | 306        | 322                          | 293 | 308                | -                 |
|  | 80000  | 321          | 317        | 325          | 268        | 315          | 324        | 320                          | 303 | 312                | -                 |
|  |        | <b>320,5</b> | <b>312</b> | <b>327</b>   | <b>267</b> | <b>317</b>   | <b>315</b> | 321                          | 298 | -                  | <b>310</b>        |
| N <sub>240</sub> +P <sub>180</sub> +K <sub>180</sub> | 60000  | 317          | 323        | 316          | 271        | 312          | 329        | 315                          | 308 | 311                | -                 |
|  | 80000  | 315          | 297        | 316          | 249        | 331          | 326        | 321                          | 291 | 306                | -                 |
|  |        | <b>316</b>   | <b>310</b> | <b>316</b>   | <b>260</b> | <b>322</b>   | <b>328</b> | 318                          | 299 | -                  | <b>309</b>        |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám                             |        | 14           |            | 13           |            | 8            |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag                           |        | 17           |            | 17           |            | 10           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> öntözés                            |        | 14           |            | 13           |            | 8            |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x tápanyag                  |        | 24           |            | 23           |            | 14           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tőszám x öntözés                   |        | 20           |            | 19           |            | 11           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| SzD <sub>5%</sub> tápanyag x öntözés                 |        | 24           |            | 23           |            | 14           |            | -                            | -   | -                  | -                 |
| Műtrágyázási kezelések átlagában                     |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Tőszám x vetésváltás x öntözés                       |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
|  | 60     | 303          | 301        | 304          | 251        | 305          | 307        | 304                          | 286 | 295                | -                 |
|  | 80     | 300          | 287        | 312          | 250        | 317          | 316        | 310                          | 284 | 297                | -                 |
| Műtrágyázás és tőszám átlagában                      |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás x öntözés                                | -      | 302          | 294        | 308          | 250        | 311          | 312        | 307                          | 285 | -                  | -                 |
| Műtrágyázás, tőszám és öntözés kezelések átlagában   |        |              |            |              |            |              |            |                              |     |                    |                   |
| Vetésváltás főhatás                                  | -      | 298          |            | 279          |            | 311          |            | -                            |     | -                  | -                 |

## TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. táblázat.</b> A kísérletben alkalmazott tápanyagkezelések .....   | <b>40</b> |
| <b>2. táblázat.</b> A kísérleti terület talajának vízgazdálkodását jellemző mutatók.....  | <b>42</b> |
| <b>3. táblázat.</b> A kukorica tenyészidőszakának havi csapadékértékei és a 30 éves átlagtól való eltérések (Debrecen, 2007., 2008., 2009.).....  | <b>48</b> |
| <b>4. táblázat.</b> A kukorica tenyészidőszakának havi hőmérsékleti értékei és a 30 éves átlagtól való eltérések (Debrecen, 2007., 2008., 2009.).....   | <b>48</b> |
| <b>5. táblázat.</b> Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, csernozjom talaj, 2007. 06.04.).....   | <b>67</b> |
| <b>6. táblázat.</b> Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, csernozjom talaj, 2008. 06.25.).....   | <b>69</b> |
| <b>7. táblázat.</b> Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, csernozjom talaj, 2009. 07.01.).....   | <b>71</b> |
| <b>8. táblázat.</b> Az agrotechnikai tényezők hatása a csernozjom talaj vízhiányára és a kukorica termésére (Debrecen, 2007.).....  | <b>73</b> |
| <b>9. táblázat.</b> A 2007. évi vízhiány és terméseredményekhez tartozó varianciatáblázat.....  | <b>74</b> |
| <b>10. táblázat.</b> Az agrotechnikai tényezők hatása a csernozjom talaj vízhiányára és a kukorica termésére (Debrecen, 2008.).....   | <b>76</b> |
| <b>11. táblázat.</b> A 2008. évi vízhiány és terméseredményekhez tartozó varianciatáblázat.....   | <b>76</b> |
| <b>12. táblázat.</b> Az agrotechnikai tényezők hatása a csernozjom talaj vízhiányára és a kukorica termésére (Debrecen, 2009.).....   | <b>78</b> |
| <b>13. táblázat.</b> A 2009. évi vízhiány és terméseredményekhez tartozó varianciatáblázat.....   | <b>78</b> |
| <b>14. táblázat.</b> Az öntözés és vetésváltás hatása a kukorica terméshozamára a trágyázási és tőszám kezelések átlagában kísérleti évenként (Debrecen, 2007-2009. évek, kezelések átlagai)..... | <b>82</b> |
| <b>15. táblázat.</b> Néhány agrotechnikai elem és a termés közötti korreláció 2007., 2008., 2009. évben (Debrecen).....   | <b>83</b> |
| <b>16. táblázat.</b> Néhány agrotechnikai elem, a hőmérséklet, a csapadék és a termés közötti korrelációs együtthatók (Debrecen, 2007-2008-2009. évek).....                                       | <b>85</b> |

## ÁBRÁK JEGYZÉKE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. ábra.</b> A 2007. tenyészév csapadék, hőmérséklet és öntözési adatai (2007. Debrecen) .....  | <b>45</b> |
| <b>2. ábra.</b> A 2008. tenyészév csapadék, hőmérséklet és öntözési adatai (2008. Debrecen) .....  | <b>46</b> |
| <b>3. ábra.</b> A 2009. tenyészév csapadék, hőmérséklet és öntözési adatai (2009. Debrecen) .....  | <b>47</b> |
| <b>4. ábra.</b> A talaj nedvességtartalma (tf%) monokultúrában a 2007. évben (60000 tó ha <sup>-1</sup> , N <sub>120</sub> +PK) .....  | <b>50</b> |
| <b>5. ábra.</b> A talaj nedvességtartalma (tf%) monokultúrában a 2008. évben (60000 tó ha <sup>-1</sup> , N <sub>120</sub> +PK) .....  | <b>53</b> |
| <b>6. ábra.</b> A talaj nedvességtartalma (tf%) monokultúrában a 2009. évben (60000 tó ha <sup>-1</sup> , N <sub>120</sub> +PK) .....  | <b>57</b> |
| <b>7. ábra.</b> A talaj nedvességtartalma (tf%) mono- bi- és trikultúrában a 2007.évben (60000 tó ha <sup>-1</sup> , N <sub>120</sub> +PK, nem öntözött) .....   | <b>58</b> |
| <b>8. ábra.</b> A talaj nedvességtartalma (tf%) mono- bi- és trikultúrában a 2007.évben (60000 tó ha <sup>-1</sup> , N <sub>120</sub> +PK, öntözött) .....   | <b>59</b> |
| <b>9. ábra.</b> A talaj vízkészletének alakulása 2007-ben nem öntözött (Ö <sub>1</sub> ) és öntözött (Ö <sub>3</sub> ) öntözési változatokban mono-, bi- és trikultúrában (Debrecen, 60000 tóha <sup>-1</sup> , N <sub>120</sub> +P <sub>90</sub> +K <sub>90</sub> ).....  | <b>62</b> |
| <b>10. ábra.</b> A talaj vízkészletének alakulása 2008-ban nem öntözött (Ö <sub>1</sub> ) és öntözött (Ö <sub>3</sub> ) öntözési változatokban mono-, bi- és trikultúrában (Debrecen, 60000 tóha <sup>-1</sup> , N <sub>120</sub> +P <sub>90</sub> +K <sub>90</sub> )..... | <b>63</b> |
| <b>11. ábra.</b> A talaj vízkészletének alakulása 2009-ben nem öntözött (Ö <sub>1</sub> ) és öntözött (Ö <sub>3</sub> ) öntözési változatokban mono-, bi- és trikultúrában (Debrecen, 60000 tóha <sup>-1</sup> , N <sub>120</sub> +P <sub>90</sub> +K <sub>90</sub> )..... | <b>64</b> |

## MELLÉKLETEK JEGYZÉKE

1. melléklet. A kísérlet elrendezése (monokultúra)
2. melléklet. A kísérlet elrendezése (bikultúra)
3. melléklet. A kísérlet elrendezése (trikultúra)
4. melléklet. A talaj nedvességtartalma (térfogatszázalék) monokultúrában 2007. évben (Debrecen)
5. melléklet. A talaj nedvességtartalma (térfogatszázalék) bikultúrában 2007. évben (Debrecen)
6. melléklet. A talaj nedvességtartalma (térfogatszázalék) trikultúrában 2007. évben (Debrecen)
7. melléklet. A talaj nedvességtartalma (térfogatszázalék) monokultúrában 2008. évben (Debrecen)
8. melléklet. A talaj nedvességtartalma (térfogatszázalék) bikultúrában 2008. évben (Debrecen)
9. melléklet. A talaj nedvességtartalma (térfogatszázalék) trikultúrában 2008. évben (Debrecen)
10. melléklet. A talaj nedvességtartalma (térfogatszázalék) monokultúrában 2009. évben (Debrecen)
11. melléklet. A talaj nedvességtartalma (térfogatszázalék) bikultúrában 2009. évben (Debrecen)
12. melléklet. A talaj nedvességtartalma (térfogatszázalék) trikultúrában 2009. évben (Debrecen)
13. melléklet. A talajrétegek nedvességtartalma (térfogatszázalék) monokultúrában 2007. évben (Debrecen)
14. melléklet. A talajrétegek nedvességtartalma (térfogatszázalék) bikultúrában 2007. évben (Debrecen)
15. melléklet. A talajrétegek nedvességtartalma (térfogatszázalék) trikultúrában 2007. évben (Debrecen)
16. melléklet. A 2007. évi nedvességadatokhoz tartozó varianciatáblázat
17. melléklet. A talajrétegek nedvességtartalma (térfogatszázalék) monokultúrában 2008. évben (Debrecen)
18. melléklet. A talajrétegek nedvességtartalma (térfogatszázalék) bikultúrában 2008. évben (Debrecen)
19. melléklet. A talajrétegek nedvességtartalma (térfogatszázalék) trikultúrában 2008. évben (Debrecen)
20. melléklet. A 2008. évi nedvességadatokhoz tartozó varianciatáblázat
21. melléklet. A talajrétegek nedvességtartalma (térfogatszázalék) monokultúrában 2009. évben (Debrecen)
22. melléklet. A talajrétegek nedvességtartalma (térfogatszázalék) bikultúrában 2009. évben (Debrecen)
23. melléklet. A talaj nedvességtartalma (térfogatszázalék) trikultúrában 2009. évben (Debrecen)
24. melléklet. A 2009. évi nedvességadatokhoz tartozó varianciatáblázat
25. melléklet. Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2007. 03.20.)
26. melléklet. Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2007. 04.27.)
27. melléklet. Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2007. 06.04.)
28. melléklet. Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2007. 07.03.)
29. melléklet. Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2007. 08.16.)
30. melléklet. Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2007. 10.05.)
31. melléklet. Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2008. 04.03.)
32. melléklet. Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2008. 05.09.)
33. melléklet. Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2008. 06.25.)
34. melléklet. Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2008. 07.18.)
35. melléklet. Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2008. 09.10.)
36. melléklet. Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2008. 10.02.)
37. melléklet. Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2009. 04.03.)

- 38. melléklet.** Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2009. 04.24.)
- 39. melléklet.** Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2009. 05.26.)
- 40. melléklet.** Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2009. 07.01.)
- 41. melléklet.** Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2009. 08.31.)
- 42. melléklet.** Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica állomány talajának vízhiányára (Debrecen, 2009. 09.29.)



# NYILATKOZAT

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományok és Környezetgazdálkodási Karán a Hankóczy Jenő Növénytermesztési, Kertészeti és Élelmiszertudományok Doktori Iskola keretében készítettem a Debreceni Egyetem AGTC MÉK doktori (PhD) fokozatának elnyerése céljából.

Debrecen, 2010. ....

.....  
a jelölt aláírása

# NYILATKOZAT

Tanúsítom, hogy doktorjelölt 2006-2009 között a fent megnevezett Doktori Iskola keretében irányításommal – irányításunkkal végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult, az értekezés a jelölt önálló munkája. Az értekezés elfogadását javaslom – javasoljuk.

Debrecen, 2010. ....

.....  
a témavezető(k) aláírása