

A kukorica öntözésének és állománysűrűségének hatása a vízháztartásra és a termésre

Dóka Lajos Fülöp

Debreceni Egyetem AMTC MTK, Növénytudományi Intézet

Kulcsszavak: polifaktoriális, kukorica, öntözés, állománysűrűség, talaj, vízhiány

Bevezetés, irodalmi áttekintés

A globális felmelegedéssel járó klímaváltozás hatásai egyre erőteljesebben érzékelhetők. Az időjárási szélsőségek egyre erősebbé válnak és az aszály gyakorisága növekszik (Sárvári, 2005). Ennek eredményeként az emberiség számára hasznosítható vízmennyiség csökken, azaz egyre gyakoribb és nagyobb mérvű szárazságra számíthatunk. A magasabb hőmérséklet és a kevesebb csapadék miatt a talaj nedvességtartalma csökken, és ez kihat a növények vízellátására (Vágó *et al.*, 2006, Stekauerová és Nagy, 2006). Ez jól érzékelhető volt a 2007. év rendkívül kedvezőtlen időjárásában is.

Egyéb tényezők mellett a talaj vízháztartása az, amely – adott területen – meghatározza a termést (Nagy *et al.*, 2007). Nagy (2007) középérésű kukoricahibridekkel végzett 22 éves kísérlete is bebizonyította, hogy az évenkénti termésingadozás nagyban függ az évjárathatástól, azon belül is a vízellátástól. A hibridek termésátlaga kedvező években 10 t/ha, míg száraz években 2-3 t/ha volt. A termésátlagok és a termésbiztonság növelése a talajok vízforgalmának, vízháztartásának javításával lenne megvalósítható (Birkás *et al.*, 2006). Hegyi *et al.* (2006) 3 éven keresztül vizsgálta az ökológiai tényezők hatását a kukorica termésére, terméskepző elemeire az ország 5 különböző termőhelyén. A legnagyobb átlagtermést 1997-ben kapták, amikor a vegetációs periódusban lehullott csapadék eloszlása kedvezőbb volt, mint a következő kísérleti években. 1999-ben ettől az eredménytől szignifikánsan kisebb volt a fűcsövek hossza, a kukoricák átlagos teljesítménye, a növények rosszul termékenyültek a légköri aszály okozta stressz következtében.

A kukorica monokultúrás termesztése a talaj vízkészletét nagymértékben igénybe veszi. Következésképpen a szárazsági stressz előfordulásának gyakorisága nő. Súlyos aszályban a monokultúra kukorica termése 1,3-2,5 t/ha-ra csökkent, a vetésváltásból, illetve öntözésből eredő jobb vízellátás pedig 7-7,3; illetve 9,9-12,6 t/ha termés elérését teszi lehetővé (Ruzsányi *et al.*, 2000).). Pepó *et al.* (2006) vizsgálatai szerint a kukorica monokultúrás termesztésében kiváló trágyareakció csak optimális vízellátás esetén várható.

Gyórfy (1976) felhívja a figyelmet arra, hogy a kukorica termésére ható növénytermesztési tényezők közül (trágyázás, fajta, ápolás, növényszám, mélyművelés) a növényszám 20%-kal

részesedik a termésnövekedésből. A növényszám hatása a szárazanyag-produkcióra kezdetben kismértékű, később viszont növekszik. Különösen a reprodukzív szakaszban, amikor is ez a hatás fokozódik, a szárazanyag-akkumuláció – ezáltal a termésmennyiség és a termésbiztonság – pedig csökken, amennyiben nagyobb növényszámot alkalmaztak (Berzsenyi és Lap, 2005, 2006).

Anyag és módszer

A vizsgálatokat polifaktoriális kísérletben végeztük 2007. évben a Debreceni Egyetem AMTC MTK Növénytudományi Intézet Látóképi Kísérleti Telepén. A kísérleti terület talaja sík, kiegyenlített, talajgenetikailag a mészlepedékes csernozjom típusba tartozik.

A talaj a IV. vízgazdálkodási csoportba sorolható, ami közepes vízbefogadó képességet jelent. A diszponibilis víz a VK-nak mintegy 50%-át teszi ki, a VK_{min} érték a 0-100 cm-es rétegben 275 mm, a 100-200 cm talajszelvényben 265 mm. A talajvíz mélysége 3-5 m, még csapadékos évjáratban sem emelkedik 2 m fölé.

A kísérletben 3 vetésváltási rendszert alkalmaztunk: monokultúra (kukorica), bikultúra (kukorica-búza), trikultúra (kukorica-búza-borsó).

Öt tápanyagszintet – kontroll (kezeletlen), $N_{60}P_{45}K_{45}$, $N_{120}P_{90}K_{90}$, $N_{180}P_{135}K_{135}$, $N_{240}P_{180}K_{180}$ – és három öntözési kezelést alkalmaztunk: \ddot{O}_1 kezelés= nem öntözött, \ddot{O}_2 féladagú öntözés (4x25 mm), \ddot{O}_3 kezelés= teljes adagú öntözés (4x50 mm) öntözővíz (2007.05.04., 05.23., 06.04., 06.30. \ddot{O}_2 és \ddot{O}_3 esetében). A talajmintákat az \ddot{O}_1 és \ddot{O}_3 kezelésekből vettük. Az állománysűrűség 60000 ha^{-1} és 80000 ha^{-1} volt.

A talajművelés, a növényvédelem és a betakarítás egységesen történt. A termesztett hibrid a Reseda (PR37M81) volt.

A vízforgalom vizsgálatára 2007-ben 6 alkalommal vettünk talajmintát 200 cm-ig, mono-, bi- és trikultúra vetésváltási rendszer parcelláiból 20 cm-es rétegenként, I. és III. ismétlésből, 60000 ha^{-1} , 80000 ha^{-1} állománysűrűségű parcellákból, \ddot{O}_1 és \ddot{O}_3 öntözési változatokból. Az első mintavétel a tenyészidőszak kezdete, a vetés előtt, míg a hatodik a kukorica betakarítása után történt.

Megmértük a talajminták tömegét, ezután szárítószekrényben $105\text{ }^\circ\text{C}$ -on súlyállandóságig szárítottuk. A száraz mintákat visszamértük és a nedves és száraz tömegadatokból tömegszázalékot számoltunk. A talajjellemzők

felhasználásával a talajnedvesség értékekből számítottuk adott mérési időben a talajszelvény vízhiányának értékét. A minimális vízkapacitásból és a térfogatszázalékból számolt vízhiányt mm-ben fejeztük ki. A 2007. tenyészév csapadék- és hőmérséklet adatait és a sokéves (30 éves) átlagokat az 1. táblázat tartalmazza.

A 2006. évben az ősz és tél melegebb volt, mint a 30 éves átlagértékek, ezzel szemben a csapadék jelentős csökkenést mutatott. A 2007. tenyészévben egyenlőtlen eloszlású volt a csapadék mennyisége. Áprilisban, júniusban és júliusban rendkívül kevés, míg szeptemberben jóval több, kétszeres mennyiségű csapadék hullott a 30 éves átlaghoz képest. A hőmérsékleti értékek – szeptember kivétel – jelentősen meghaladták a sokévi átlagot. A 2007. tenyészév időjárása kifejezetten aszályos volt.

Eredmények és következtetések

Vizsgálatainkat polifaktoriális kukorica kísérletben végeztük. A 2007. évi eredményeket a kukorica növényállomány tenyészidőbeli vízellátottsági hiány értékeiből kaptuk. A vízellátottság tenyészidőbeli alakulását 60000 ha⁻¹ és 80000 ha⁻¹ állománysűrűség esetében, N₁₂₀P₉₀K₉₀ tápanyagszinten az 1. ábra mutatja.

Az 2006. év végi vízellátottsági hiányértékek jól tükrözik a 30 éves átlaghoz képest rendkívül kevés csapadékot (monokultúrában 60000 ha⁻¹ tőszámnál -251,53 mm – -206,27 mm, 80000 ha⁻¹ tőszámnál -276,86 mm – -177,79 mm; bikultúrában 60000 ha⁻¹ tőszámnál -177,4 mm – -154,62, 80000 ha⁻¹ tőszámnál -180,45 mm – -184,1; trikultúrában 60000 ha⁻¹ tőszámnál -257,1 mm – -195,23 mm, 80000 ha⁻¹ tőszám esetében -232,54 mm – -212,96 mm Ö₁ – Ö₃ öntözési változatokban). Az első talajmintavétel idejére a talajnedvesség valamelyest gyarapodott, de a tavaszi vízhiány így is jelentős volt (monokultúra 60000 ha⁻¹ tőszám, Ö₁: -219,04 mm, Ö₃: -151,45 mm; 80000 ha⁻¹ tőszám, Ö₁: -197,2 mm, Ö₃: -170,27 mm; bikultúra 60000 ha⁻¹ tőszám, Ö₁: -135,42 mm, Ö₃: -103,58 mm; 80000 ha⁻¹ tőszám, Ö₁: -148,63 mm, Ö₃: -134,03 mm; trikultúra 60000 ha⁻¹ tőszám, Ö₁: -175,08 mm, Ö₃: -176,54 mm; 80000 ha⁻¹ tőszám, Ö₁: -145,3 mm, Ö₃: -163,89 mm).

Vizsgálati eredményeink az öntözés vízellátottsági hiányra gyakorolt erőteljes csökkentő hatását bizonyították. Az öntözés mindhárom vetésváltási rendszerben csökkentette a talaj vízhiányát. A májusi kétszeri (05.04. – 05.23.) és a június 04-i öntözés hatására a talaj vízkészlete gyarapodott. A vízellátottsági hiány június 04-én kisebb volt a nem öntözött parcellákéhoz viszonyítva (monokultúrában 60000 ha⁻¹ tőszámnál -195,84 mm – -132,01 mm, 80000 ha⁻¹ tőszámnál -201,43 mm – -137,27 mm; bikultúrában 60000 ha⁻¹ tőszámnál -147,27 mm – -82,23, 80000 ha⁻¹ tőszámnál -149,38 mm – -86,8; trikultúrában 60000 ha⁻¹ tőszámnál

-147,27 mm – -82,23 mm, 80000 ha⁻¹ tőszám esetében -167,08 mm – -135,82 mm Ö₁ – Ö₃ öntözési változatokban). Ez a gyarapodás a három vetésváltási rendszerben különböző volt.

A szinte egész nyáron tartó szárazság és a magas hőmérséklet miatt augusztus közepére csak nagyon kis különbségek voltak a bi- és trikultúrás vetésváltási rendszerben az öntözetlen és az öntözött kezelésben. Bikultúrában a különbség 60 ezer ha⁻¹ tőszám esetében 14,61 mm, 80 ezer ha⁻¹ tőszámnál 20,75 mm, míg trikultúrában 3,96 mm és 0,69 mm volt. A nagyobb vegetatív és generatív növénytömeg nagyobb vízfelvételt indukált, amelynek következtében a kiöntözött 200 mm vízmennyiség ellenére a vízhiány értékek megegyeztek a nem öntözött kezelésben mért értékekkel.

A három vetésváltási rendszer közül a monokultúrában tapasztaltuk a legnagyobb vízhiányt. A legnagyobb értékeket itt kaptuk (60000 ha⁻¹ tőszám, Ö₁: -337,61 mm, Ö₃: -322,86 mm; 80000 ha⁻¹ tőszám, Ö₁: -338,18 mm, Ö₃: -304,24 mm). Ez az elővetemények talajok vízforgalmára gyakorolt eltérő hatását bizonyítja, hiszen a búza és a borsó, a kukoricával ellentétben, jóval hamarabb betakarításra kerülnek, és kisebb vízfogyasztással jellemezhető növények. Így a vetésváltásban utánuk következő növény számára a talajban nagyobb mennyiségű vizet hagynak vissza.

Vizsgálataink bizonyították, hogy a tenyészidőben az átlaghőmérséklet emelkedésével és a lehullott csapadék mennyiségének csökkenésével párhuzamosan a talaj vízkészlete is csökkenni kezdett, ennek megfelelően egyre nagyobb vízhiányértékeket kaptunk. A nagyfokú párolgás és a növényállomány fokozódó vízfelvétele egészen augusztus közepéig a talajban raktározódó víz mennyiségének erőteljes csökkenését okozta. Ekkor mértük a tenyészidőszak legnagyobb vízhiányértékeit: 60 ezer ha⁻¹ tőszám esetében monokultúrában -337,61 – -322,86 mm, bikultúrában -344,4 – -359,01 mm, trikultúrában -327,8 – -331,76 mm, míg 80 ezer ha⁻¹ tőszámnál monokultúrában -338,18 – -304,24 mm, bikultúrában -369,14 – -348,39 mm, trikultúrában pedig -326,16 – 326,85 mm volt a vízhiány Ö₁ – Ö₃ vízellátási kezeléseknél. Az augusztus harmadik dekádjától kezdődő csapadékosabb periódus mindhárom vetésváltási rendszerben pozitív hatást gyakorolt a talaj vízkészletére, csökkentve a vízellátottsági hiányértékeket.

Mindegyik vetésváltási rendszerben a két állománysűrűség termésátlagait összehasonlítva nagy eltéréseket állapítottunk meg. A nem öntözött kezelésben (Ö₁) nagyobb terméseket kaptunk az alacsonyabb tőszámok esetében, melyből megállapítható, hogy a kukorica számára ilyen aszályos körülmények között monokultúrában a kisebb állománysűrűség az optimális monokultúrában. Bi- és trikultúrában ez a különbség megszűnt és 60 és 80000 ha⁻¹ esetében

gyakorlatilag azonos termést kaptunk (bikultúra 10970 kg ha^{-1} és 10205 kg ha^{-1} , trikultúra 10679 kg ha^{-1} és 11080 kg ha^{-1} termés 60 és 80 ezer ha $^{-1}$ tőszámnál) (2. táblázat).

Összefoglalás

Polifaktoriális kísérletben vizsgáltuk az öntözés és az állománysűrűség hatását a talaj vízforgalmára és a kukorica termésére. Vizsgálati eredményeink szerint mindhárom vetésváltási rendszerben az öntözés hatására a talaj vízkészlete gyarapodott. A vízellátottsági hiány kisebb volt a nem öntözött parcellákéhoz viszonyítva. A szinte egész nyáron tartó szárazság és a magas hőmérséklet hatására a vízhiányértékek mindenütt augusztus közepén érték el maximumukat: 60 ezer ha $^{-1}$ tőszám esetében monokultúrában -337,61 – -322,86 mm, bikultúrában -344,4 – -359,01 mm, trikultúrában -327,8 – -331,76 mm, míg 80 ezer ha $^{-1}$ tőszámnál monokultúrában -338,18 – -304,24 mm, bikultúrában -369,14 – -348,39 mm, trikultúrában pedig -326,16 – 326,85 mm volt a vízhiány \ddot{O}_1 (nem öntözött) – \ddot{O}_3 (öntözött) vízellátási kezeléseknél. Ebben az időszakban elhanyagolható különbségek voltak a bi- és trikultúrás vetésváltási rendszerben az öntözetlen és az öntözött kezelésben. A nagyobb vegetatív és generatív növénytömeg nagyobb vízfelvételt indukált, amelynek következtében a kiöntözött 200 mm vízmennyiség ellenére a vízhiány értékek megegyeztek a nem öntözött kezelésben mért értékekkel. Összehasonlítva a 60000 ha $^{-1}$ és a 80000 ha $^{-1}$ tőszámú parcellák termésátlagait megállapítottuk, hogy aszályos körülmények között a kisebb állománysűrűség a kedvezőbb a kukorica számára a nem öntözött (\ddot{O}_1) kezelésben mono-, bi- és trikultúra esetében. Öntözés esetén (\ddot{O}_3) monokultúrában a 60 ezer ha $^{-1}$ volt optimális, míg bi- és trikultúrában a 60 és 80 ezer ha $^{-1}$ állománysűrűség esetében gyakorlatilag azonos termést kaptunk.

Irodalomjegyzék

- Berzsényi Z. – D.Q. Lap: 2005. Műtrágyázás x növényszám interakció hatása a kukorica (*Zea mays* L.) hibridek szemtermésére és termésstabilitására tartamkísérletben. *Növénytermelés*, **54**: 1-2 35-33.
- Berzsényi Z. – D.Q. Lap: 2006. A növényszám hatásának vizsgálata különböző tenyészidejű kukorica- (*Zea mays* L.) hibridek vegetatív és reprodukív szerveinek növekedésére Richards-függvénnyel. *Növénytermelés* **55**: 3-4. 255-275.
- Birkás M., Dexter, A. R., Kalmár, T. Bottlik, L. 2006. Soil quality – soil condition – production stability. *Cereal Research Communications*. **34**: 1. 135-138.
- Gyórfy B.: 1976. A kukorica termésére ható növénytermesztési tényezők értékelése. *Agrártudományi Közlemények* **35**. 239-266.
- Hegy Z. – Berzy T. – Pintér J.: 2006. Eltérő körülmények között termesztett kukoricahibridek fontosabb tulajdonságainak vizsgálata. *Növénytermelés* **55**: 3-4. 243-254.
- K. Vágó – E. Dobó – M. Kumar Singh: 2006. Predicting the biogeochemical phenomenon of drought and climate variability. *Cereal Research Communications*. **34**: 1. 93-97.
- M. Sárvári: 2005. Impact of nutrient supply, sowing time and plant density on maize yields. - *Acta Agronomica Hungarica* vol. **53**: 1. 59-70.
- Nagy J.: 2007. Evaluating the effect of year and fertilisation on the yield of mid ripening (FAO 400–499) maize hybrids. *Cereal Research Communications*. **35**: 3. 1497-1507.
- Nagy V. - Sterauerova V. – Neményi M. - Milics G. - Koltai G: 2007. The role of soil moisture regime in sustainable agriculture in both side of river Danube in 2002 and 2003. *Cereal Research Communications*. **35**: 2. 821-824.
- P. Pepó – A. Vad – S. Berényi: 2006. Effect of some agrotechnical elements on the yield of maize on chernozem soil. – *Cereal Research Communications* vol. 34 no. 1 621-624 pp.
- Ruzsányi L. – Daróczy M. – Lesznyák M-né (2000): Energia- és költségtakarékosság lehetőségei, módjai a kukoricatermesztésben. *Gyakorlati Agrofórum*. **11**. évf. 3. szám. 55-61.
- 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.

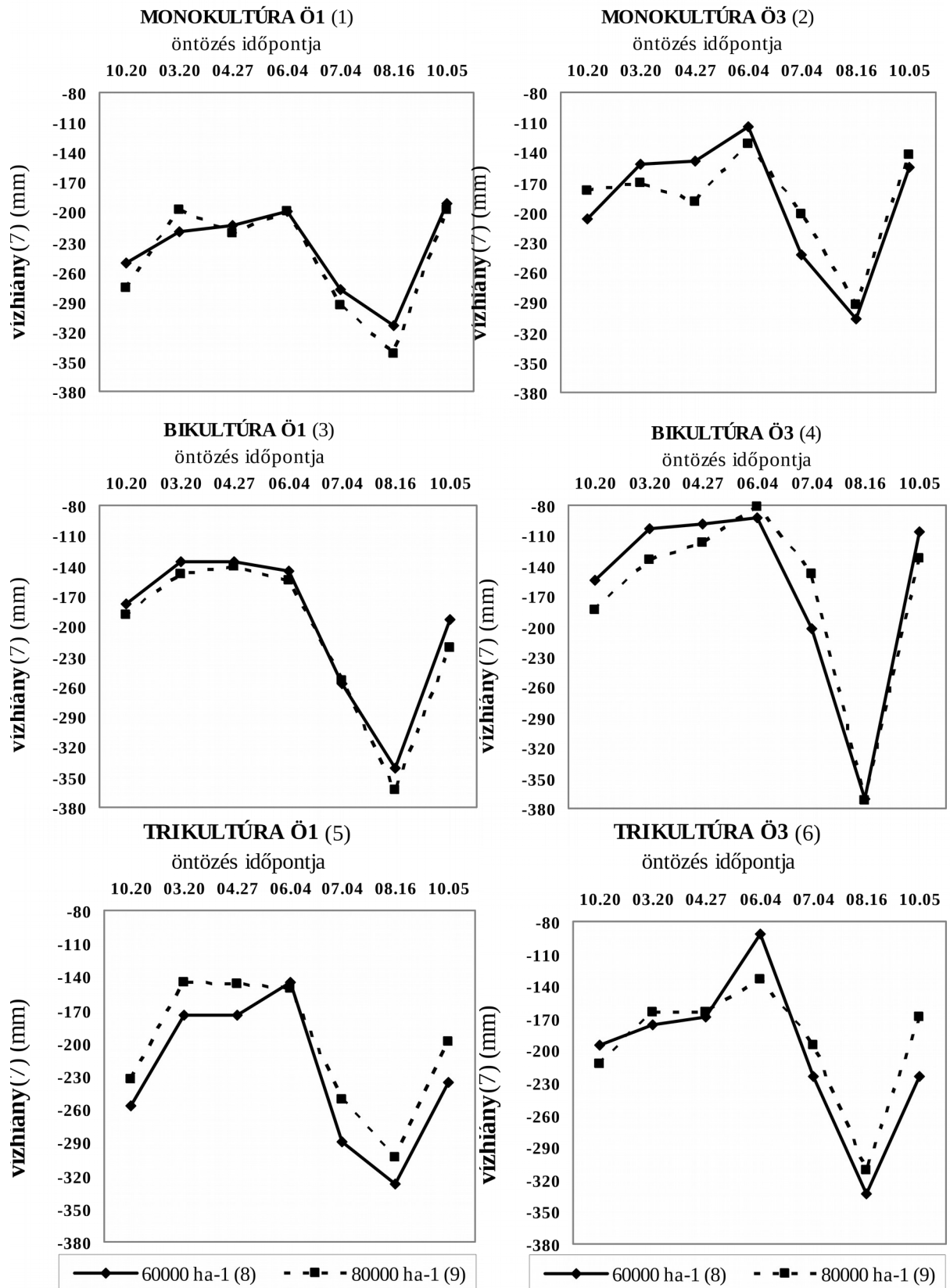
1. táblázat. Fontosabb meteorológiai adatok (Debrecen, 2007)

	<i>hőmérséklet</i> [°C] (1)	<i>30 éves</i> átlag (2)	<i>Különbség</i> (3)	<i>csapadék</i> [mm] (4)	<i>30 éves átlag</i> (2)	<i>Különbség</i> (3)
2006. október (5)	11,3	10,3	1,0	22,9	30,8	-7,9
2006. november (6)	6,2	4,5	1,7	9,2	45,2	-36,0
2006. december (7)	2,2	-0,2	2,4	5,0	43,5	-38,5
2007. január (8)	3,7	-2,6	6,3	23,9	37,0	-13,1
2007. február (9)	4,1	0,2	3,9	53,2	30,2	23,0
2007. március (10)	9,1	5,0	4,1	14,0	33,5	-19,5
2007. április (11)	12,6	10,7	1,9	3,6	42,4	-38,8
2007. május (12)	18,4	15,8	2,6	54,0	58,8	4,8
2007. június (13)	22,2	18,7	3,5	22,8	79,5	-56,7
2007. július (14)	23,3	20,3	3,0	39,7	65,7	-26,0
2007. augusztus (15)	22,3	19,6	2,7	77,6	60,7	16,9
2007. szeptember (16)	14,0	15,8	-1,8	86,1	38,0	48,1

2. táblázat. Az agrotechnikai tényezők hatása a kukorica termésére (Debrecen, 2007)

	monokultúra (1)		bikultúra (2)		trikultúra (3)	
$N_{120}+PK$	60000 ha ⁻¹ (6)	80000 ha ⁻¹ (7)	60000 ha ⁻¹ (6)	80000 ha ⁻¹ (7)	60000 ha ⁻¹ (6)	80000 ha ⁻¹ (7)
\ddot{O}_1 (4)	4316	3227	7706	7156	7062	6615
\ddot{O}_3 (5)	8449	7041	10970	10205	10679	11080

1.ábra. A kukorica vízhiányának dinamikai változása mono-, bi- és trikultúrában $N_{120}P_{90}K_{90}$ tápanyagszinten (Debrecen, csernozjom talaj, 2006.10.20.-2007.10.05.)



Összefoglalás

Polifaktoriális kísérletben vizsgáltuk az öntözés és az állománysűrűség hatását a talaj vízforgalmára és a kukorica termésére. Vizsgálati eredményeink szerint mindhárom vetésváltási rendszerben az öntözés hatására a talaj vízkészlete gyarapodott. A vízellátottsági hiány kisebb volt a nem öntözött parcellákéhoz viszonyítva. A szinte egész nyáron tartó szárazság és a magas hőmérséklet hatására a vízhiányértékek mindenütt augusztus közepén érték el maximumukat: 60 ezer ha⁻¹ tőszám esetében monokultúrában -337,61 – -322,86 mm, bikultúrában -344,4 – -359,01 mm, trikultúrában -327,8 – -331,76 mm, míg 80 ezer ha⁻¹ tőszámnál monokultúrában -338,18 – -304,24 mm, bikultúrában -369,14 – -348,39 mm, trikultúrában pedig -326,16 – 326,85 mm volt a vízhiány \ddot{O}_1 (nem öntözött) – \ddot{O}_3 (öntözött) vízellátási kezelésekben. Ebben az időszakban elhanyagolható különbségek voltak a bi- és trikultúrás vetésváltási rendszerben az öntözetlen és az öntözött kezelésben. A nagyobb vegetatív és generatív növénytömeg nagyobb vízfelvételt indukált, amelynek következtében a kiöntözött 200 mm vízmennyiség ellenére a vízhiány értékek megegyeztek a nem öntözött kezelésben mért értékekkel. Összehasonlítva a 60000 ha⁻¹ és a 80000 ha⁻¹ tőszámú parcellák termésátlagait megállapítottuk, hogy aszályos körülmények között a kisebb állománysűrűség a kedvezőbb a kukorica számára a nem öntözött (\ddot{O}_1) kezelésben mono-, bi- és trikultúra esetében. Öntözés esetén (\ddot{O}_3) monokultúrában a 60 ezer ha⁻¹ volt optimális, míg bi- és trikultúrában a 60 és 80 ezer ha⁻¹ állománysűrűség esetében gyakorlatilag azonos termést kaptunk.

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat. Fontosabb meteorológiai adatok (Debrecen, 2007)

(1) hőmérséklet [$^{\circ}\text{C}$], (2) 30 éves átlag, (3) különbség, (4) csapadék [mm], (5) október, (6) november, (7) december, (8) január, (9) február, (10) március, (11) április, (12) május, (13) június, (14) július, (15) augusztus, (16) szeptember

2. táblázat. Az agrotechnikai tényezők hatása a kukorica termésére (Debrecen, 2007)

(1) monokultúra, (2) bikultúra, (3) trikultúra, (4) \ddot{O}_1 , (5) \ddot{O}_3 , (6) 60000 ha^{-1} , (7) 80000 ha^{-1}

ÁBRA JEGYZÉK

1.ábra. A kukorica vízhiányának dinamikai változása mono-, bi- és trikultúrában $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$ tápanyagszinten (Debrecen, csernozjom talaj, 2007)

(1) monokultúra \ddot{O}_1 , (2) monokultúra \ddot{O}_3 , (3) bikultúra \ddot{O}_1 , (4) bikultúra \ddot{O}_3 , (5) trikultúra \ddot{O}_1 , (6) trikultúra \ddot{O}_3 , (7) vízhiány, (8) 60000 ha^{-1} , (9) 80000 ha^{-1}

LIST OF TABLES

Table 1. Important meteorological data (Debrecen, 2007)

(1) temperature [$^{\circ}\text{C}$], (2) 30 years average, (3) deficit, (4) precipitation [mm], (5) October, (6) November, (7) December, (8) Januar, (9) Februar, (10) March, (11) April, (12) May, (13) Juny, (14) July, (15) August, (16) September

Table 2. The effect of agrotechnical elements on the yield (kg ha^{-1}) of maize (Debrecen, 2007)

(1) monoculture, (2) biculture, (3) triculture, (4) non irrigated, (5) irrigated, (6) 60000 plant hectare $^{-1}$, (7) 80000 plant hectare $^{-1}$

LIST OF FIGURE

Figure 1. Dinamic changing of water deficit of maize in mono-, bi- and triculture under $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$ fertilization (Debrecen, chernozem soil, 2007)

(1) monoculture non irrigated, (2) monoculture irrigated, (3) biculture non irrigated, (4) biculture irrigated, (5) triculture non irrigated, (6) triculture irrigated, (7) water deficit, (8) 60000 plant hectare $^{-1}$, (9) 80000 plant hectare $^{-1}$