

A kukoricaállomány 2007. évi szélsőséges vízforgalmának vizsgálata eltérő vetésváltási rendszerekben

Dóka Lajos Fülöp

Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma,
Mezőgazdaságtudományi Kar, Növénytudományi Intézet,
Debrecen
doka@agr.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

Tartamkísérletben, csernozjom talajon, eltérő vetésváltási rendszerekben (mono-, bi- és trikulturára) vizsgáltuk a talaj vízforgalmának, vízellátottságának időbeli alakulását a 2007. tenyészévben kukorica állományban. Legkisebb eltérést az öntözetlen és az öntözött parcellák vízellátottsági hiányértékei között a trikulturás kukoricaállomány talajánál találtunk. Megállapításaink szerint az öntözés mindhárom vetésváltási rendszerben kedvezően hatott a talajok vízforgalmára. Mono- és trikulturás vetésváltási rendszerben a május 23-i öntözést követően jelentősen csökkent a vízhiány. Bikultúrában az öntözés csak mérsékelte a talaj vízkészletének hiányértékeit. A június 30-án történt öntözés a nagyfokú aszály következtében nem eredményezett jelentősebb változást a talaj vízforgalmában egyik vetésváltási rendszerben sem. Az augusztus végi – szeptemberi csapadékos időjárás hatására a talaj vízhiánya mérséklődött a betakarítás időszakig.

Kulcsszavak: talaj vízkészlet, vízhiányérték, csapadék, öntözés, kukorica, vetésváltási rendszerek

SUMMARY

We examined the change of the time of water balance of soil in long-term experiment, on chernozem soil, in different crop-rotation systems (mono-, bi- and triculture). We found the smallest difference between the water deficit of not irrigated and irrigated plots in triculture. We concluded that irrigation impressed favourably on water balance of soil in both of crop-rotation systems. Water deficit has decreased significantly after irrigation in 25. May in mono- and triculture. Irrigation moderated only values of water deficit. Irrigation in 30. June not influenced water balance of soil in both of crop-rotation because of a big drought. Water deficit of soil lessed till harvestperiod because of rainy season at the end of August and in September.

Keywords: watersupply of soil, value of waterdeficit, precipitation, irrigation, maize, systems of crop-rotation

BEVEZETÉS

A globális klímaváltozás hatásai már napjainkban régiókban is erőteljesen érzékelhetők. Egyrészt megnövekedett az aszályos, száraz évszázatok gyakorisága, másrészt jelentősen növekedett a szélsőséges időjárási jelenségek előfordulási valószínűsége, ill. e jelenségek negatív hatásainak erőssége. Kiemelten vonatkozik ez a vízellátásra. A növénytermesztési tér anyagátalakulási, anyagmozgási folyamataiban döntő szerepet játszik a talaj-növény-légkör rendszer, annak víz- és tápanyag-

gazdálkodása. Különösen fontos a növénytermesztési tér vízháztartásának, a különböző folyamatoknak sokoldalú vizsgálata, elemzése hazánk, különösen az ország keleti, alföldi területeinek, a Tiszántúlnak szélsőséges éghajlati-időjárási feltételei miatt.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A gabonafélék, különösen a búza és a kukorica, kiemelkedően fontos szerepet játszanak a magyarországi növénytermesztésben (Pepó et al., 2006). Magyarországon évente kb. 5-8 millió t kukoricát termelünk 1.200.000 ha-on (Hidvégi et al., 2006). Huzsvai és Nagy (2005) 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 lehullott csapadék mellett legalább olyan fontos a talajban rendelkezésre álló víz mennyisége. A terméseredmények éves ingadozásait az őszi-téli félévben lehullott és a talajban raktározott víz mennyisége, valamint a kukorica vegetációs periódusának csapadékmennyisége és annak megoszlása határozza meg. A víz hatással van a tápanyag hasznosításra is. A generatív szervek kialakulásának időszakában a növények vízigénye és a vízhiánnyal szembeni érzékenysége egyaránt nő. Ezért nevezzük a fejlődésnek ezt az időszakát kritikus időszakknak. Ha a kritikus időszak nagy gyakorisággal száraz, meleg hónapra, pl. júliusra, augusztusra esik, a növények aszályérzékenysége megnő, a termésszám ingadozás nagy lesz. Jól példázza ezt a kukorica (Ruzsányi, 1996).

Megyes et al. (2005) kísérleteinek eredményei azt mutatták, hogy az öntözés és a trágyázás erősen korrelált a terméssel, mind a trágyázásnak, mind az öntözésnek szignifikáns hatása volt a termésre a kukoricatermesztésben. A kukorica vízigénye 450-550 mm, napi vízfogyasztása 45-55 m³/ha, transzspirációs együtthatója pedig 350 l/kg (Nagy és Sárvári, 2005).

A globális felmelegedéssel járó klímaváltozás hatásai egyre erőteljesebben érzékelhetők, az időjárási szélsőségek egyre erősebbé válnak, és az aszály gyakorisága növekszik (Sárvári, 2005). Ez káros hatással van mind a mezőgazdasági termelésre, mind arra a területre, ahová azt tervezzük (Huzsvai és Nagy, 2005). Pepó et al. (2005) vizsgálatai szerint a kukorica monokulturás termesztésében kiváló trágyareakció csak optimális vízellátás esetén várható. Jakab és Futó (2005) megállapítása szerint a kukorica hozamát sok tényező befolyásolhatja,

olyanok mint a víz, a hőmérséklet és a tápanyaghiány.

Petr et al. (1985) szerint a növények a hiányos vízellátottságra a tenyészidő meghatározott szakaszaiban különösen érzékenyebbek. Ismeretes például, hogy a kukoricatermés kifejezetten csökken, ha a virágzás idején nedvességhiány van.

Bocz (1976) megállapítja, hogy a vízellátottság a műtrágyák (NPK) hatékonyságára gyakorolt befolyása számszerűen is bizonyítható. Az optimális mennyiségű tápanyagellátás a növények vízgazdálkodását javítja.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatokat Ruzsányi László professzor által 1983-ban beállított polifaktoriális tartamkísérletben végeztük 2007. évben a Debreceni Egyetem AMTC MTK Növénytudományi Intézet Látóképi Kísérleti

Telepén, mely a hajdúsági löszháton, Debrecentől kb. 15 km-re helyezkedik el a 33. számú főút mellett. 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 rendelkezésre álló 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 (1. táblázat).

A tartamkísérletben 3 vetésváltási változatban vizsgáltuk a talajnedvesség dinamikai változását a kukorica vegetációs periódusában. A vetésváltási változatok: monokultúra (kukorica), bikultúra (kukorica – búza), trikultúra (kukorica – búza – borsó).

1. táblázat

A kísérleti terület talajának vízgazdálkodását jellemző mutatók (Debrecen)

Talajréteg(1) cm	Térfogat- tömeg(2) Tt	Pórus térfogat(3) P %	Gravitációs pórustér(4) + Levegőzárvány(5) Pg+I %	Minimális vízkapacitás(6) VK _{min} %	Holtvíz- tartalom(7) HV %	hy(8)
5-25	1.433	45.93	11.53	33.65	15.55	2.715
27-33	1.410	46.73	7.05	37.75	15.70	2.783
47-53	1.275	51.90	12.50	36.87	14.75	2.755
97-103	1.285	51.55	8.73	40.93	11.13	2.168
122-128	1.268	52.20	7.23	43.10	9.38	1.853
147-153	1.268	52.13	6.68	43.95	9.03	1.778
197-203	1.230	53.70	6.30	46.00	8.50	1.690

Table 1: Indexes of watermanagement of soil of experiment

Stratum(1), volumemass(2), pore of volume(3), gravitation porescope(4), airinclusion(5), minimal watercapacity(6), deadwater content(7), hygrosapacity according to Kuron(8)

Három öntözési kezelést alkalmaztunk, amelyek közül a mintavételeket az Ö₁ és Ö₃ kezelésként vettük: Ö₁ kezelés=nem öntözött, Ö₂ feladagú öntözés, Ö₃ kezelés=4×50 mm öntözővíz (2007.05.04., 05.23., 06.04., 06.30.). 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, Ö₁ és Ö₃

öntözési változatokból. Az első mintavétel a tenyészidőszak kezdete, a vetés előtt, míg a hatodik a kukorica betakarítása után történt.

Megmértük a talajminták súlyát, ezután szárítószekrényben 105 °C-on súlyállandóságig szárítottuk. A száraz mintákat visszamértük, és a nedves és száraz súlyadatokból tömegszázalékot számoltunk. A talajjellemzők felhasználásával a talajnedvesség értékekből számítottuk adott mérési időben a talajszelvény vízhiányának értékét. A vízhiányt mm-ben fejeztük ki.

A 2007. tenyészév csapadék- és hőmérséklet adatai a sokéves (30 éves) átlagokat a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat

Fontosabb meteorológiai adatok (Debrecen, 2007)

Csapadék, mm(1)	Április(2)	Május(3)	Június(4)	Július(5)	Augusztus(6)	Szeptember(7)
2007. év(8)	3,6	54	22,8	39,7	77,6	86,1
30 éves átlag(9)	42,4	58,8	79,5	65,7	60,7	38,0
különbség(10)	-38,8	4,8	-56,7	-26	16,9	48,1
Hőmérséklet, °C(11)	Április(2)	Május(3)	Június(4)	Július(5)	Augusztus(6)	Szeptember(7)
2007. év(8)	12,6	18,4	22,2	23,3	22,3	14
30 éves átlag(9)	10,7	15,8	18,7	20,3	19,6	15,8

Table 2: More important meteorological datas (Debrecen, 2007)

Precipitation(1), April(2), May(3), June(4), July(5), August(6), September(7), year 2007(8), average of 30 years(9), difference(10), temperature(11)

A 2007. tenyészidejében 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 kivételével – jelentősen meghaladták a sokévi átlagot. A 2007. tenyészév időjárása kifejezetten aszályos volt.

EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

Vizsgálatainkat a 24 éves polifaktoriális kukorica tartamkísérletben végeztük. A 2007. évi eredményeket a kukoricaállomány tenyészidőbeli vízellátottsági hiány értékeiből kaptuk. A kukorica vízhiányának dinamikai változása vetésváltásonként és öntözési változatonként az 1., 2. és 3. ábrán láthatóak.

1. ábra: A kukorica vízhiányának dinamikai változása monokultúrában (Debrecen, csernozjom talaj, 2007)

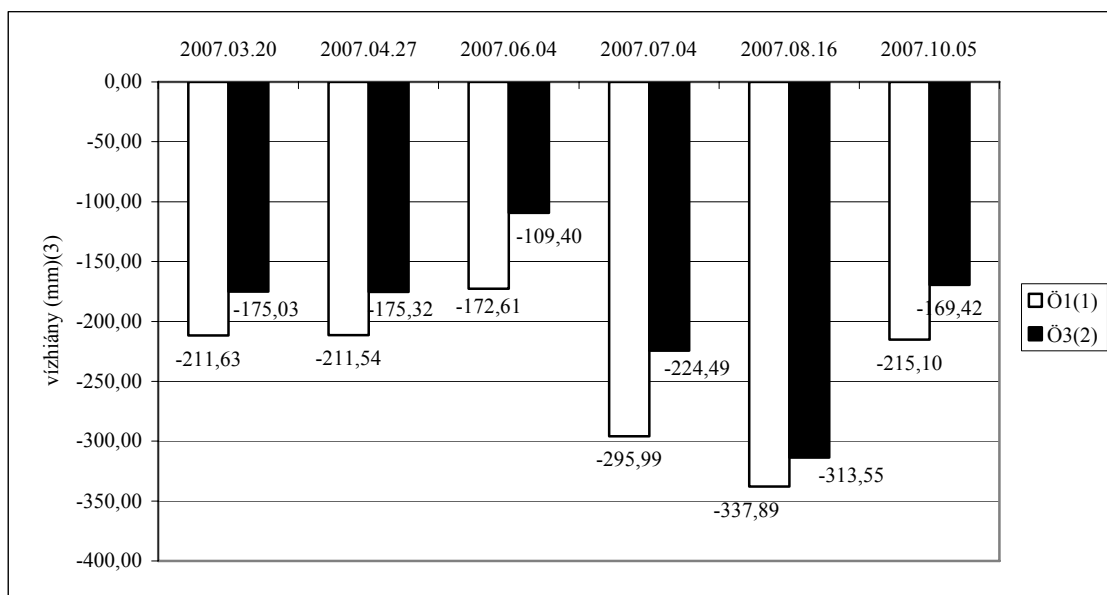


Figure 1: Dynamic changing of waterdeficit of maize in monoculture (Debrecen, chernozem soil, 2007)
Not irrigated(1), irrigated(2), water deficit(3)

2. ábra: A kukorica vízhiányának dinamikai változása bikultúrában (Debrecen, csernozjom talaj, 2007)

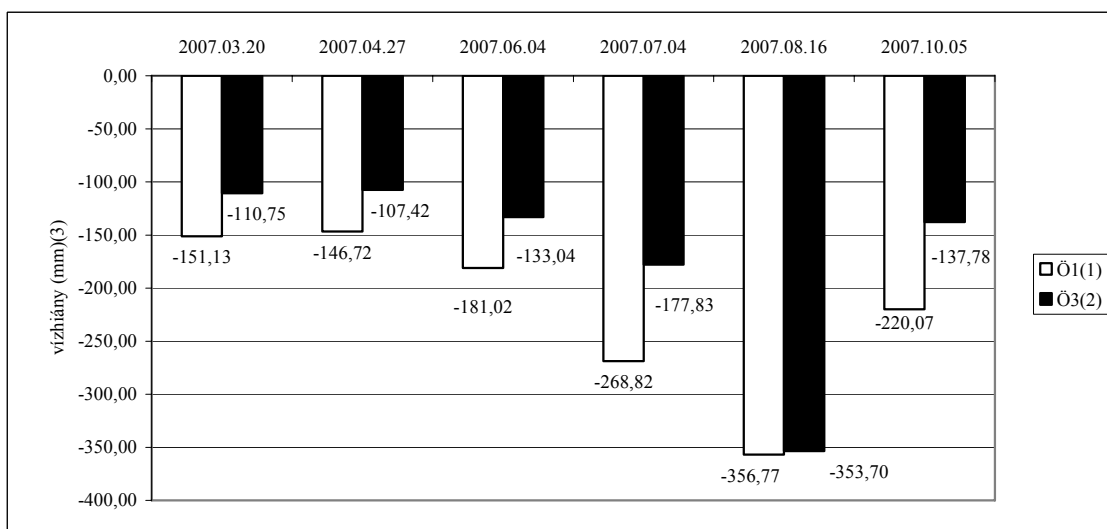


Figure 2: Dynamic changing of waterdeficit of maize in biculture (Debrecen, chernozem soil, 2007)
Not irrigated(1), irrigated(2), water deficit(3)

3. ábra: A kukorica vízhiányának dinamikai változása trikulturában (Debrecen, csernozjom talaj, 2007)

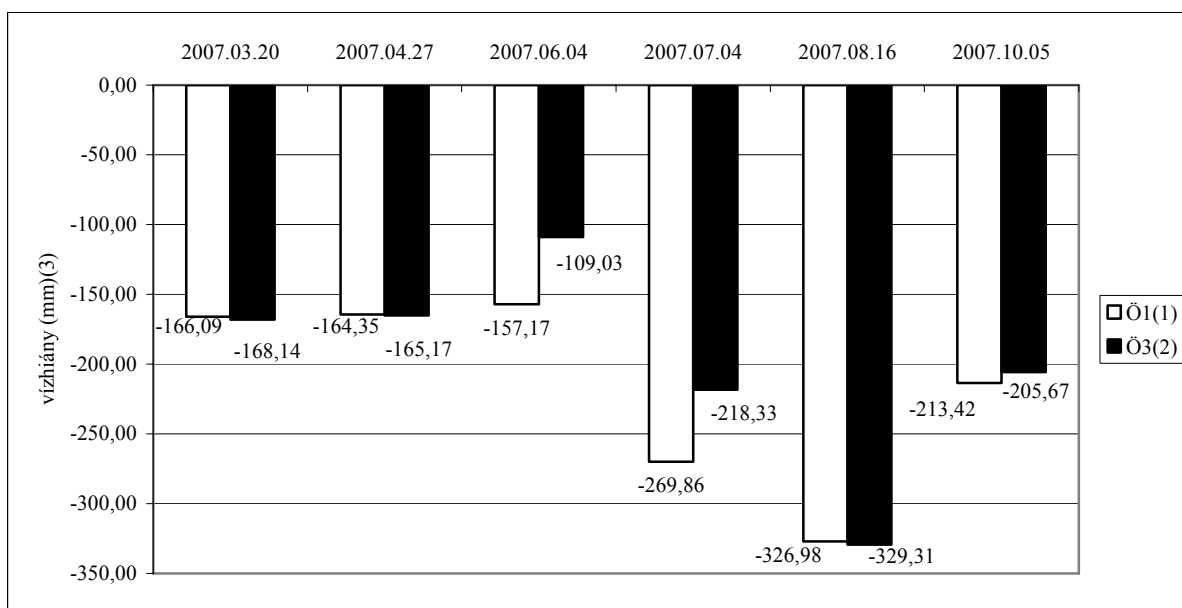


Figure 3: Dynamic changing of water deficit of maize in triculture (Debrecen, chernozem soil, 2007)
 Not irrigated(1), irrigated(2), water deficit(3)

Magyarország éghajlati feltételei között nyáron a szokásosnál kevesebb csapadék, nagy gyakorisággal az átlagnál magasabb hőmérsékletekkel és ennek következtében a levegő megnövekedett párolgató képességével társul. Ennek következtében fokozódik az evapotranszpiráció és a vízfogyasztás. A csapadék csekély volta miatt – amennyiben ez az időjárási helyzet hosszabb ideig fennáll – vízhiány lép fel. A növényállomány vízhiánya tehát egy olyan vízháztartási szélső helyzet, amikor a vízháztartási mérlegben a kiadás több, mint a bevétel, az aktív talajréteg vízkészlete fogy, a kívánt helyen és időben szükséges vízkészlet – hidrológiai vagy egyéb okok miatt – részben vagy egészben nem áll rendelkezésre. Egy mutató, mely a hasznosítható vízkészlet és a vízigények különbsége.

Kísérleti eredményeink szerint mindhárom vetésváltási rendszerben a vízellátottsági hiányértékek az aszály következtében augusztus közepén érték el maximumukat. Az augusztusi talajmintavétel néhány nappal a nagyobb mennyiségű csapadék előtt történt, így az augusztusi eredmények még a tartós aszályos periódus vízellátottsági hiányértékeit mutatják.

A különböző vetésváltási rendszerekben jelentős eltérések mutatkoznak az öntözési változatok vízhiányértékei között. A legkisebb eltérés a trikulturás vetésváltási rendszerben tapasztalható. A szinte egész nyáron tartó szárazság és a magas hőmérséklet hatására augusztus közepére csak nagyon kis különbségek érzékelhetők az öntözetlen és az öntözött parcellák talajainak vízellátottsági hiányértékei között. Az öntözetlen kezelés vízhiányértéke megegyezett az öntözött kezelésben mért vízhiányértékkel augusztus közepén. Ez arra vezethető vissza, hogy az öntözött kezelésben a

nagyobb vegetatív és generatív fitotömeg nagyobb vízfelvételt indukált, amelynek következtében a kiöntözött 200 mm vízmennyiség ellenére a vízhiány értékek megegyeztek a nem öntözött kezelésben mért értékekkel.

Már a vetés előtti kora tavaszi mérésidőben (2007.03.20.) is jelentős volt a vízhiány a kevés őszi csapadék miatt. A vízhiány értékek vetésváltási rendszertől függően változtak a tenyészidőszakot megelőzően: monokultúrában -170 mm, bikultúrában -110 mm, trikulturában -160 mm vízhiányt mértünk, amely az elővetemények talajok vízforgalmára gyakorolt hatását bizonyítja (4. ábra).

Megvizsgáltuk a tenyészidőszakban lehullott csapadék és a talaj vízforgalma közötti összefüggéseket. A három vetésváltási rendszer közül a monokultúrában tapasztaltuk a legnagyobb vízhiányt, a legnagyobb értékeket itt kaptuk. Az átlaghőmérséklet emelkedésével és a lehullott csapadék mennyiségének csökkenésével párhuzamosan a talaj vízkészlete is csökkenni kezdett, ennek megfelelően egyre nagyobb vízhiányértékeket kaptunk. Júniustól az átlaghőmérséklet rohamosan emelkedni kezdett, míg a csapadék egyre csökkent. A nagyfokú párolgás és a növényállomány fokozódó vízfelvételének eredményeként a talajban raktározódó víz mennyisége erőteljesen csökkent, egészen augusztus közepéig. Ekkor mértük a tenyészidőszak legmagasabb vízhiányértékeit: monokultúrában -310 mm, bikultúrában -350 mm, trikulturában -330 mm. Az augusztus harmadik dekádjától kezdődő csapadékosabb periódus mindhárom vetésváltási rendszerben pozitív hatást gyakorolt a talaj vízforgalmára, jól láthatóan csökkentve a vízellátottsági hiányértékeket.

4. ábra: A 2007. tenyészév csapadék és Ö₁ öntözési változat vízellátottsági hiányadatai mono-, bi- és trikulturában (Debrecen, 2007)

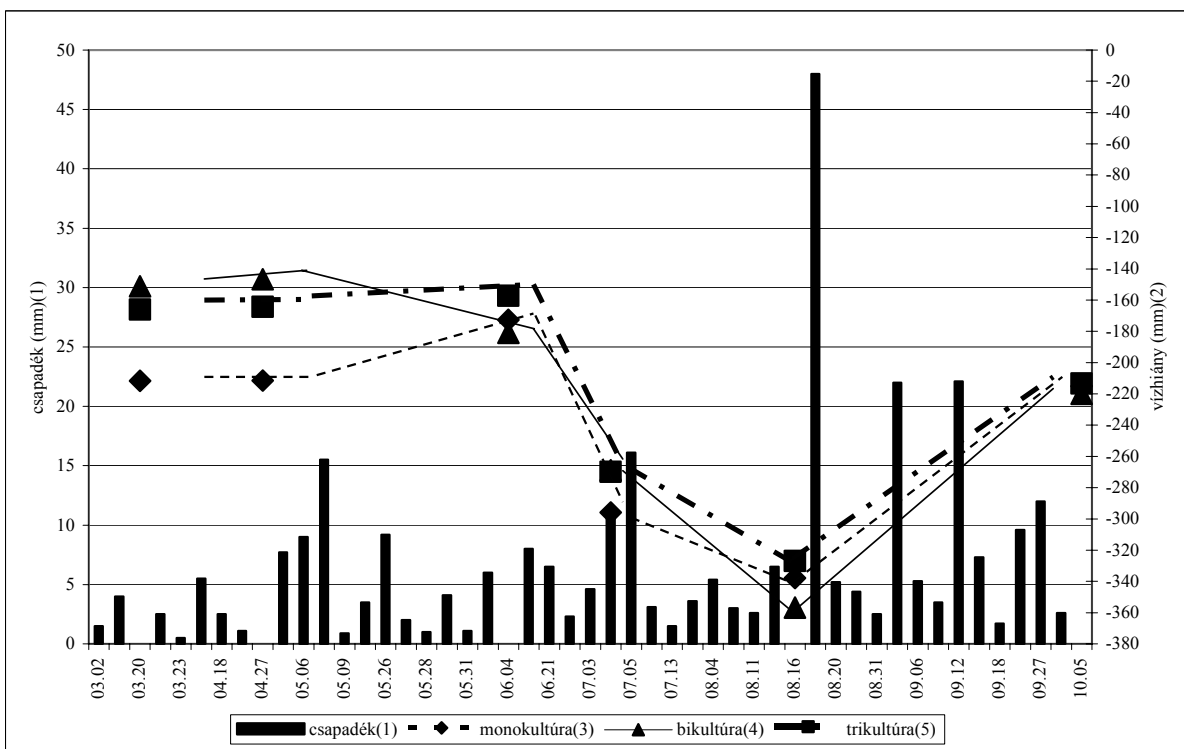


Figure 4: Precipitation data of crop year of 2007. and water deficit data of not irrigated treatment in mono-, bi- and triculture (Precipitation(1), water deficit(2), monoculture(3), biculture(4), triculture(5))

Összefüggést kerestünk a vízellátottsági hiányértékek alakulása és az öntözés között. Mindhárom vetésváltási rendszer öntözési változatában tapasztaltunk befolyásoló hatást. Az öntözés hatására a talaj vízkészlete gyarapodott. Ez a gyarapodás különböző mértékű volt a három vetésváltási rendszerben. A talaj vízforgalma hasonlóan alakult mono- és trikulturában, a május 23. öntözést követően jelentősen csökkent a vízhiány. Bikulturában az öntözés csak mérsékelte a talaj vízkészletének hiányértékeit. Míg mono-, és trikulturában 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 mérsékeltőbb volt. A június 30-án történt öntözés a nagyfokú aszály következtében nem eredményezett jelentősebb változást a talaj vízforgalmában egyik vetésváltási rendszerben sem (5. ábra).

Összehasonlítottuk az egyes vetésváltási rendszerek Ö₁ és Ö₃ öntözési változataiban a talaj vízkészletének alakulását 200 cm-es talajszelvényben, a kukorica azon fenofázisaiban, amikor a vízfelvétel a legnagyobb. Az eredmények azt mutatják, hogy a talaj vízkészlete mindhárom vetésváltási rendszerben augusztusra jelentősen lecsökkent a talaj holtvíz tartalmának értéke alá, tehát a növényállomány számára a talajban nem áll rendelkezésre a gyökerei által felvehető vízmennyiség.

Az öntözött parcellák esetében a vízkészlet csökkenése már július elejére elérte a növények számára nem hasznosítható (holtvíz) mennyiségét mono-, bi- és trikulturában egyaránt. Az öntözéssel ez az állapot egy hónappal később következett be (6., 7., 8. ábra).

5. ábra: A csapadék és öntözés hatása az öntözött talaj vízhiányának dinamikájára mono-, bi- és trikulturában (Debrecen, 2007)

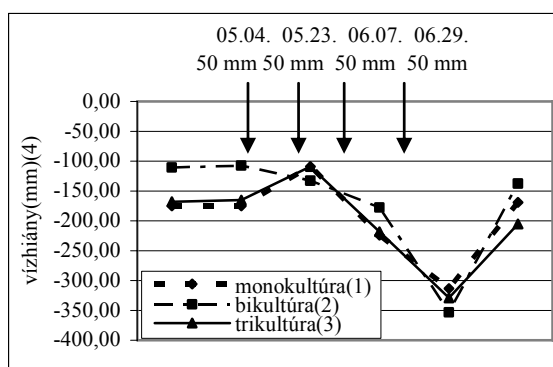


Figure 5: Effect of precipitation and irrigation on water deficit dynamics of irrigated soil in mono-, bi- and triculture (Debrecen, 2007)

Monoculture(1), biculture(2), triculture(3), water deficit(4)

A talaj vetés előtti vízkészlete mind az öntözetlen, mind az öntözött parcelláknál hasonlóan alakult, 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 teljes talajszelvény vízforgalmát vizsgálva megállapítható, hogy az első három időpontban a 100-120 cm-es szint vízvesztése volt a legintenzívebb, augusztusra a teljes, 200 cm-es talajszelvény kiszáradt, a kukorica gyökérszónájában jelentős vízhiány alakult ki.

Mindegyik vetésváltási rendszer termésátlagait összehasonlítva nagy eltéréseket állapítottunk meg. A nem öntözött kezelésben (Ö₁) legnagyobb termést (6869 kg ha⁻¹) bikultúrában kaptunk (3. táblázat). Bi- és trikultúrában Ö₃ kezelésben mindhárom vetésváltási rendszerben nőtt a termés az öntözetlen parcellákéhoz viszonyítva.

A legnagyobb növekedés (több, mint kétszeres) monokultúra esetében tapasztalható (Ö₁: 3003 kg ha⁻¹; Ö₃: 7010 kg ha⁻¹), ami azt jelenti, hogy a terméseredményekben is megmutatkozik az elővetemények talajok vízforgalmára gyakorolt kedvező hatása.

3. táblázat

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

	monokultúra (kg ha ⁻¹)(1)	bikultúra (kg ha ⁻¹)(2)	trikultúra (kg ha ⁻¹)(3)
Ö ₁ (4)	3003	6869	6039
Ö ₃ (5)	7010	9413	9870

Table 3 Effect of agrotechnical factors on the yields of maize (Debrecen, 2007)

Monoculture(1), biculture(2), triculture(3), not irrigated treatment(4), irrigated treatment(5)

6. ábra: A talaj vízkészletének alakulása Ö₁ és Ö₃ öntözési változatokban monokultúrában

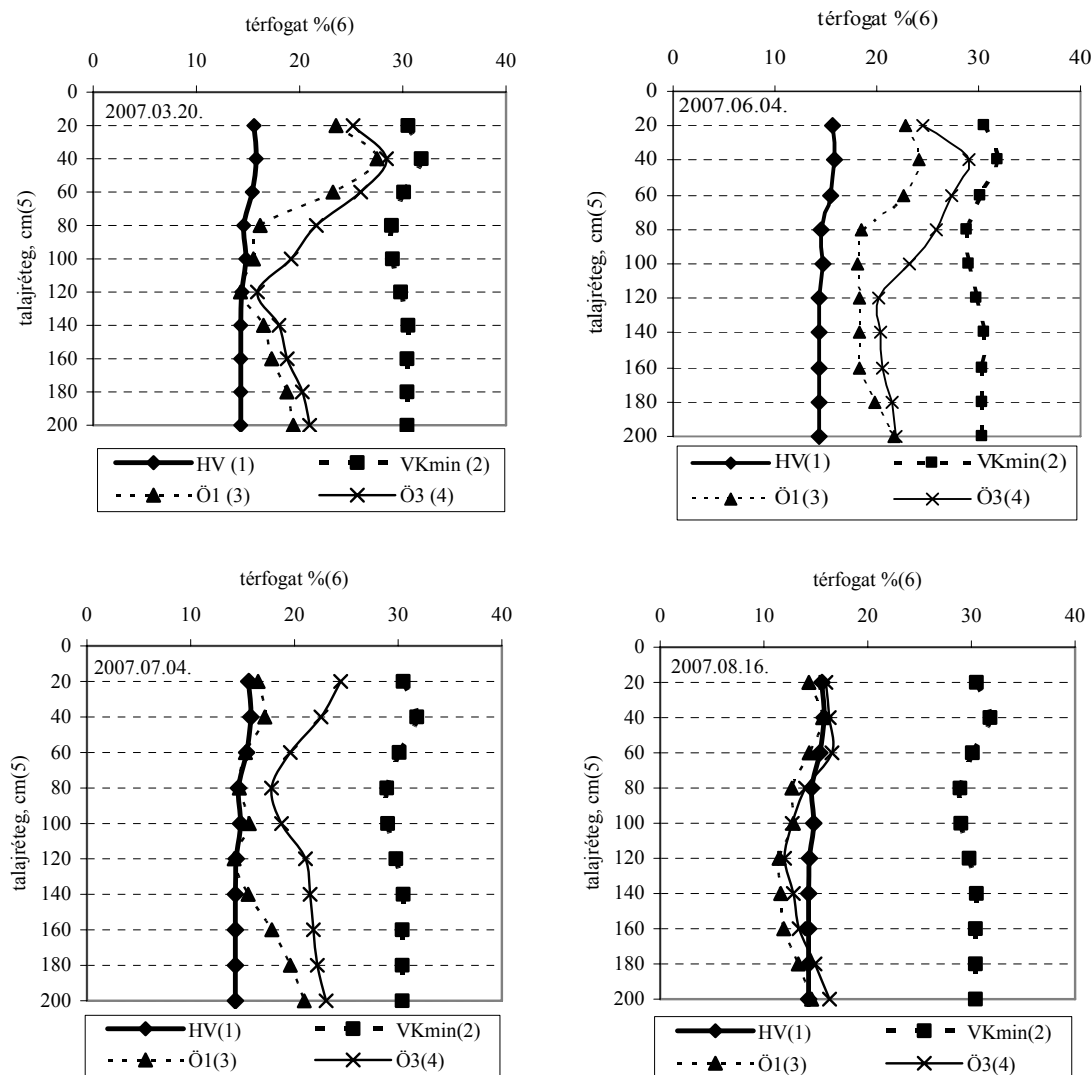


Figure 6: Changes of watersupply of soil in not irrigated and irrigated treatments in monoculture Deadwatercontent(1), minimal watercapacity(2), not irrigated treatment(3), irrigated treatment(4), stratum(5), volume %(6)

7. ábra: A talaj vízkészletének alakulása \ddot{O}_1 és \ddot{O}_3 öntözési változatokban bikultúrában

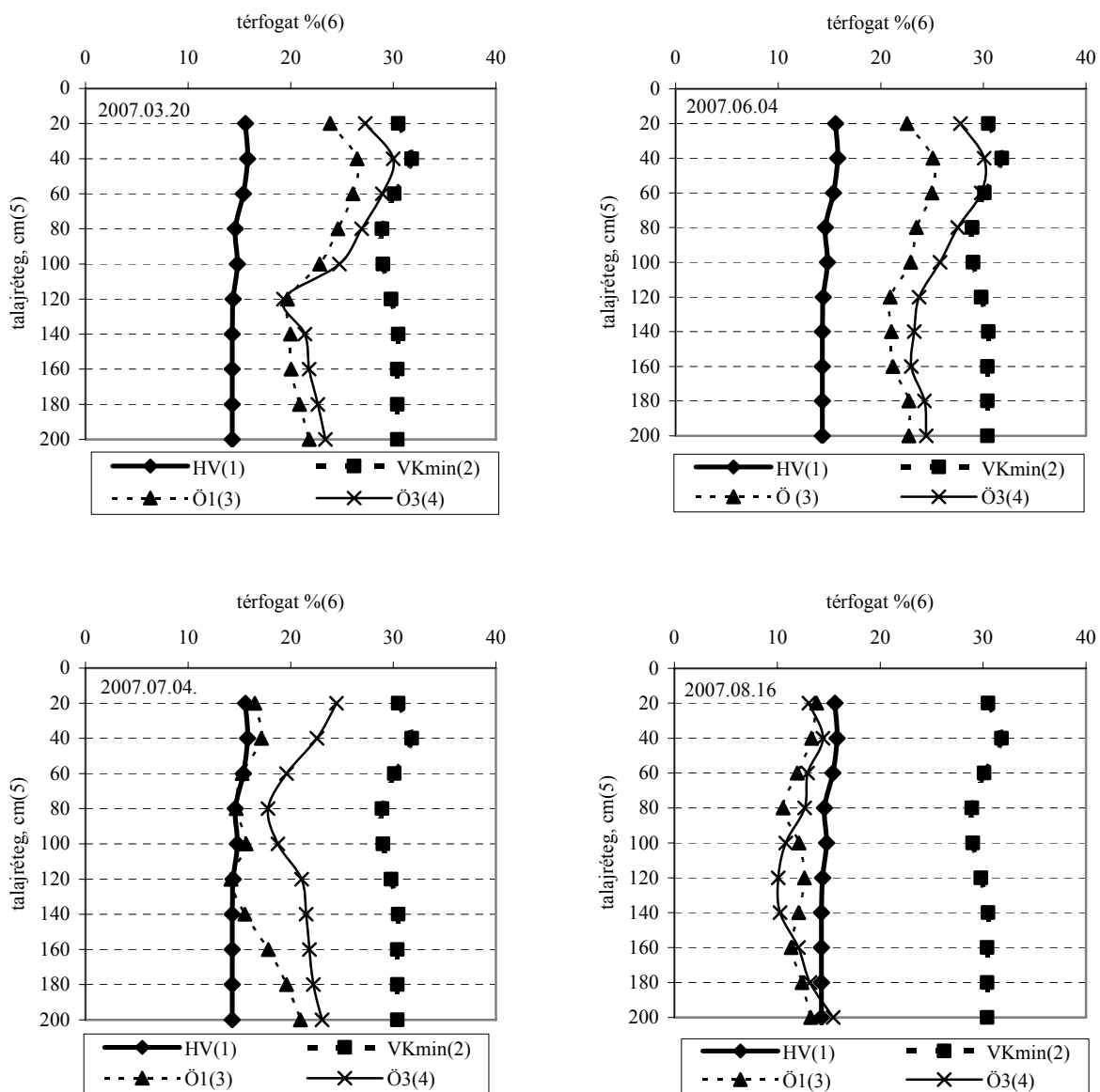


Figure 7: Changes of watersupply of soil in not irrigated and irrigated treatments in biculture
 Deadwatercontent(1), minimal watercapacity(2), not irrigated treatment(3), irrigated treatment(4), stratum(5), volume %(6)

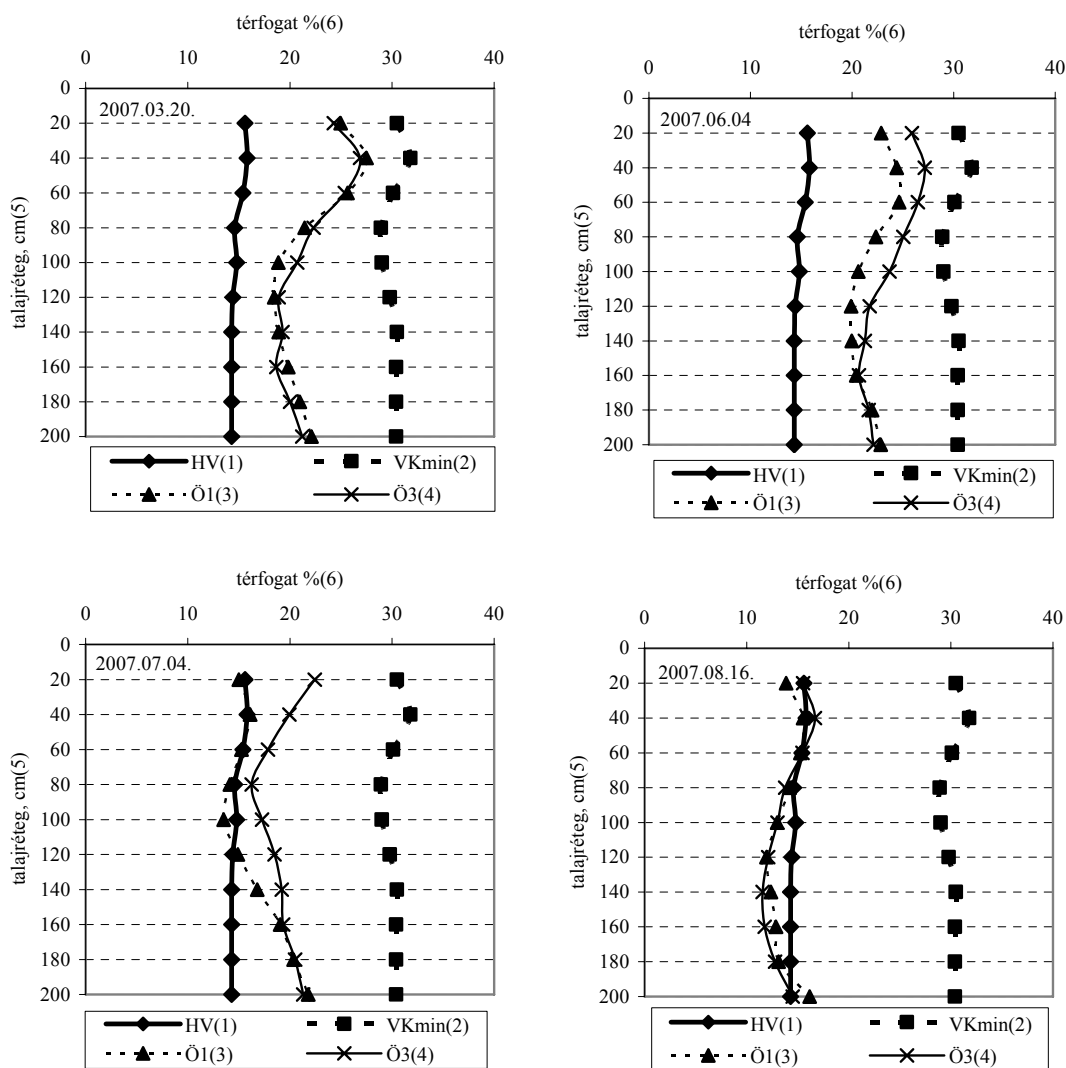
8. ábra: A talaj vízkészletének alakulása Ö₁ és Ö₃ öntözési változatokban trikulturában


Figure 8: Changes of watersupply of soil in not irrigated and irrigated treatments in triculture
 Deadwatercontent(1), minimal watercapacity(2), not irrigated treatment(3), irrigated treatment(4), stratum(5), volume %(6)

IRODALOM

- Bocz E. (1976): Trágyázási útmutató. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Hidvégi, Sz.-Rác, F.-Tóth, Z.-Nándori, S. (2006): Relationship between the variability of maize-pollen and quantity of crop. Cereal Research Communications vol. 34 no. 1. 477-480.
- Huzsvai, L.-Nagy, J. (2005): Effect of weather on maize yields and the efficiency of fertilization. Acta Agronomica Hungarica vol. 53 no. 1. 31-39.
- Jakab, P.-Futó, Z. (2005): Analyse of photosynthesis and productivity of maize hybrids in different fertilizer treatments. Cereal Research Communications 33, (1) 121-124.
- 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.
- Nagy J.-Sárvári M. (2005): Kukorica. In: Növénytermesztés I. A növénytermesztés alapjai. Gabonafélék. (Szerk.: Antal J.) Mezőgazda Kiadó, Budapest, 315-316.
- Pepó P.-Vad A.-Berényi S. (2005): Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica termésére monokultúrás termesztésben. Növénytermelés, Tom. 54. No. 4.
- Pepó, P.-Vad, A.-Berényi, S. (2006): Effect of some agrotechnical elements on the yield of maize on chernozem soil. Cereal Research Communications vol. 34 no. 1. 621-624.
- Petr J.-Cerny V.-Hruska L. (1985): A főbb szántóföldi növények termésképződése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Ruzsányi L. (1996): Vízigény, vízellátás, vízhasznosítás (Szerk.: Bocz E.) Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 145-160.
- Sárvári, M. (2005): Impact of nutrient supply, sowing time and plant density on maize yields. Acta Agronomica Hungarica vol. 53 no. 1. 59-70.