

Tartamkísérletek a gyakorlat számára IV.

– A kukorica termését kialakító tényezők interaktív elemzése I.

Az évek óta emlegetett globális klímaváltozás napjainkra bizonyított tényvé 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 kizozdította 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).

A vízgazdálkodás a mezőgazdasági termelés része, amelynek keretében – a tartósan, biztonságosan nagy terméshez vezető elérésé végett – műszaki, biológiai, agrotechnikai eljárások hatásának együttes alkalmazásával adott időszakban, a talajban optimális vízállapotot teremtünk. Magyarország jelentősebb kukoricatermő területein a természet eredménye és biztonsága elsősorban a vízellátástól, annak mértékétől függ (Antal és Jolánkai, 2005; Dégen, 1967). Széll et al. (2010) kísérleti eredményeiből megállapították, hogy a termés mennyiségét, valamint a műtrágyázás termésnövelő hatását a termőhely, s ezen túlmenően az évjárat határozza meg. Az évjárat hatása aszályos évben képes a műtrágyázás hatását elfedni (Sárvári és Boros, 2010). Aszályos évben a fotoszintézis és a transzspiráció intenzitása a

vízstressz hatására visszaesik, a termésmennyiség akár a felére is csökkenhet, egy csapadékos évjárához képest (Hegyi et. al 2007, 2008, Jambrovic et. al 2008, Hnilicka et. al, 2008, Ceska et al., 2008, Hoffmann et al., 2007). Az agroökológiai feltételekhez jórészt a természettechnológia célszerű adaptációjával csak alkalmazkodni tudunk, részben azonban aktívan is befolyásolni tudjuk (tápanyagellátás, öntözés, talajművelés, vetésváltás stb.) (Pepó et al., 2005).

Mindezeknek megfelelően érdemes vizsgálni az agrotechnikai, valamint az ökológiai tényezők összefüggéseit több év, akár több évtized viszonylatában. Erre a legalkalmasabbak a több tényezős (ún. polifaktoriális) tartamkísérletek, melyekben évtizedekre visszamenően az egyes kezelések, vizsgálatok állandóak, nagyszámú adatot, vizsgálati lehetőséget szolgáltatnak, szolgáltathatnak napjainkban is.

Vizsgálat körülményei

A vizsgálatokat 2007., 2008. és 2009. évben a Debreceni Egyetem AGTC MÉK Növénytudományi Intézetének Látóképi Kísérleti Telepén, 1983-ban beállított polifaktoriális tartamkísérletben végeztük. A kísérlet talaja jó vízbefogadó és víztartó képességű mészlepedékes csernozjom.

A talajművelés, a növényvédelem és a betakarítás egységesen történt.

Az alkalmazott hibrid a Reseda (PR37M81) volt.

1. táblázat. A kísérletben alkalmazott műtrágya kezelések

	Kontroll	1 mtr. kezelés	2 mtr. kezelés	3 mtr. kezelés	4 mtr. kezelés
	kg hatóanyag ha ⁻¹				
Nitrogén	0	60	120	180	240
Foszfor	0	45	90	135	180
Kálium	0	45	90	135	180

A kísérlet parcelláinak mérete 9,2x5 m, 46 m².

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:

- a₁ monokultúra
- a₂ bikultúra (kukorica – búza)
- a₃ trikultúra (kukorica – borsó – búza)

„B” tényező: öntözés

Kezelések:

- b₁ nem öntözött (Ö₁)
- b₂ öntözött (Ö₂)

„C” tényező: állománysűrűség

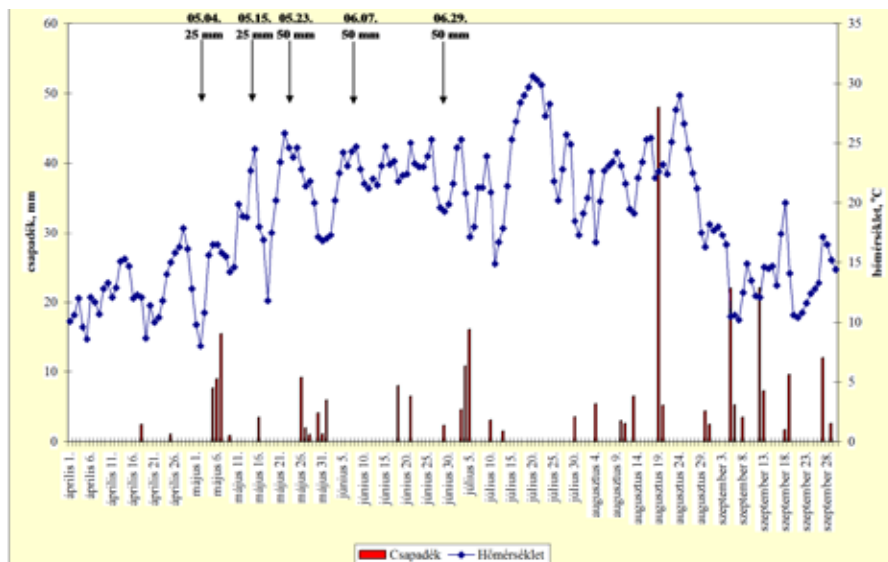
Kezelések:

- c₁ 40000 tő ha⁻¹
- c₂ 60000 tő ha⁻¹
- c₃ 80000 tő ha⁻¹

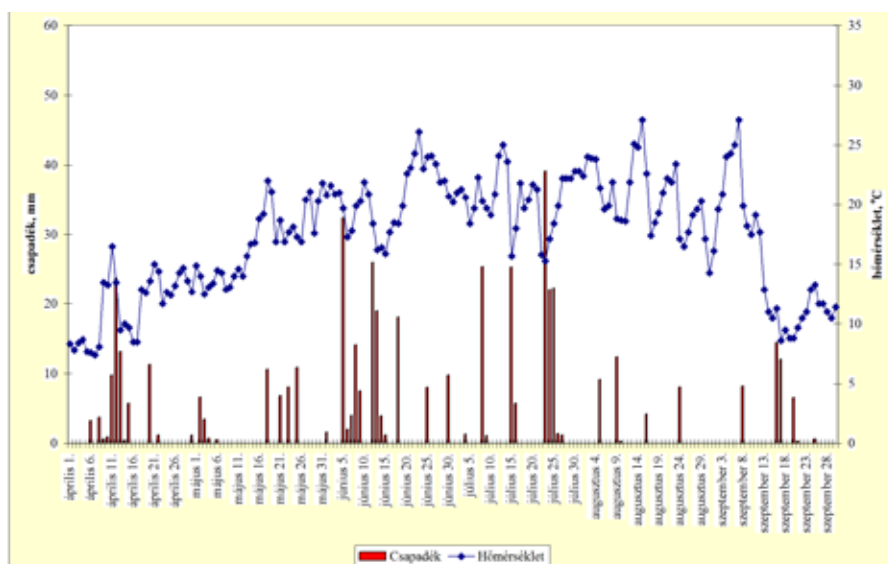
„D” tényező: műtrágyázás

A kísérletben öt tápanyagszinttel dolgoztunk (1. táblázat).

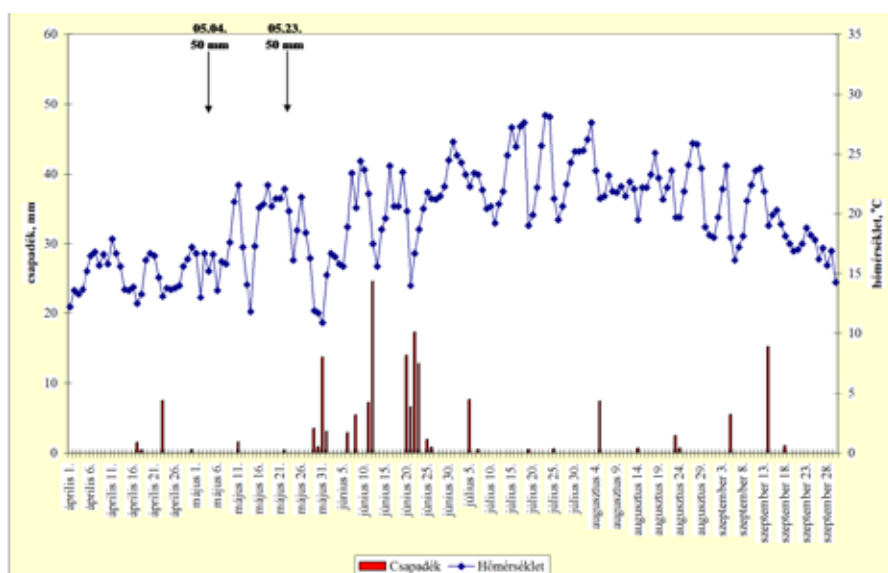




1. ábra. A 2007. tenyészév csapadék, hőmérséklet és öntözési adatai (2007. Debrecen)



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



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

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 3. ábra mutatja

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 vízigenyű – 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 vízigenyű fenofázisa kezdetén, ami címerhányást és a virágzást közvetlenül megelőző időszakot jelenti.

A 2008. tenyészév egészét tekintve az előző évnél jóval csapadékosabb volt (2. ábra). A csapadék eloszlása a kukorica vízigenyűének 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 csapadékellátottság 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.

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. Kivételem 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 2. 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 me-

2. 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
Összesen	283,8	-61,3	483,9	138,8	168,8	-176,3	345,1
Max. vízhiány (mm)	336		227		314		-

3. 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
Átlag	18,8	2,0	17,4	0,6	19,5	2,7	16,8
Max. vízhiány (mm)	336		227		314		-

rőben 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).

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 há-

rom 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).



A 2. és a 3. táblázat legutolsó sora a tenyészidőszak legnagyobb (maximális) vízhiányértékeit tartalmazza, melyeket az összvizsgálati 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.

Vizsgálati eredmények

A vizsgálatokat polifaktoriális tartamkísérletben végeztük, ami lehetőséget nyújtott egyszerre több agrotechnikai tényező, vízháztartásra gyakorolt interaktív hatását is vizsgálni. A vizsgálati eredmények és következtetések jelentősége a gyakorlati hasznosíthatóságukban is megmutatkozik. 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 tényezőket (mono-, bi- és trikulturás vetésváltási rendszerek, öntözés, 60 000 tó ha⁻¹ tőszám, N₁₂₀P₉₀K₉₀ 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 4. táblázat, ahol a kukorica vegetációs időszakának legnagyobb vízhiányértékei és kukorica terméseredményei láthatók mindhárom vizsgált évben. A táblázat a 60 000 tó ha⁻¹ és 80 000 tó ha⁻¹ tőszámú, valamint a kontroll, N₁₂₀P₉₀K₉₀ és a N₂₄₀P₁₈₀K₁₈₀ tápanyagszintű parcellák terméséből 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 trikulturában pedig 327 mm

volt a vízhiány, ami a terméseredményekre is hatást gyakorolt, azaz monokultúrában 2 846 kg ha⁻¹, bikultúrában 6 738 kg ha⁻¹ és trikulturában 6 576 kg ha⁻¹ 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 8 678 kg ha⁻¹, bikultúrában 6 380 kg ha⁻¹ és trikulturában 6 369 kg ha⁻¹ terméscsökkenést jelentett.

2008-ban bikultúra esetében szignifikáns az eltérés a két öntözési kezelés között, mely a bikultúrában 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 kezeléseket az augusztus végi – szeptember eleji időszakban, monokultúrában 314 mm, bikultúrában 316 mm és trikulturában 334 mm vízhiányértékeket kaptunk. A terméseredményekben viszont olyan nagy különbségek nem mutatkoztak: monokultúrában 3 937 kg-mal, bikultúrában 2 322 kg-mal, míg trikulturában 3 848 kg-mal termelt 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 vízkész-

letét. A terméseredményekben viszont a száraz évjáratokban (2007., 2009.) szignifikáns különbség mutatkozik, monokultúrához képest bi- és trikulturában jelentős terméstöbblet alakult ki: 2007-ben a nem öntözött kezeléseket bikultúrában 3468 kg ha⁻¹, trikulturában 2662 kg ha⁻¹, míg az öntözött parcellákban bikultúrában 2 461 kg ha⁻¹, trikulturában 1 793 kg ha⁻¹, 2009-ben a nem öntözött kezeléseket bikultúrában 3 555 kg ha⁻¹, trikulturában 1 386 kg ha⁻¹, az öntözött parcellákban pedig bikultúrában 2 995 kg ha⁻¹, trikulturában 1 885 kg ha⁻¹ terméstöbbletet adott a kukorica a monokultúrában terméseredményekhez viszonyítva. Ez is azt bizonyítja, hogy kukorica számára a hosszú idejű, régóta tartó monokultúrában 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 monokultúrában termesztését kerülni érdemes.

Ezt támasztják alá az öntözött kezeléseket terméseredményei is. A 2007., rendkívül aszályos és meleg évjáratban az öntözés jelentős terméstöbbletet adott. Monokultúrában 3 809 kg ha⁻¹, bikultúrában 2 467 kg ha⁻¹ és trikulturában 3 045 kg ha⁻¹ volt a terméstöbblet öntözés hatására. Ebből is látszik, hogy a monokultúrában termesztés eredményessége nagyobb mértékben függ a vízellátottsági viszonyoktól.

2009-ben is, kisebb mértékben, de szignifikánsan kimutatható az öntözési terméstöbblet: monokultúrában 2 199 kg ha⁻¹, bikultúrában 1 639 kg ha⁻¹ és trikulturában 2 698 kg ha⁻¹.

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 pótolta vizet hatékonyan felhasználta vegetatív, de főleg generatív növekedési fázisában, melyet a nem öntözött kezeléseket terméseredményeihez viszonyított jelentősen kedvezőbb terméseredmények bizonyítanak.

4. 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
2007. év						
max. vízhiány (mm)	338	314	357	354	327	329
Termés (kg ha ⁻¹)	2 846	6 655	6 738	9 205	6 576	9 621
SzD5% max. vízhiány	24		21		32	
SzD5% termés	124		233		244	
2008. év						
max. vízhiány (mm)	223	212	278	220	238	220
Termés (kg ha ⁻¹)	11 524	10 919	13 118	13 741	12 945	13 059
SzD5% max. vízhiány	24		18		23	
SzD5% termés	418		502		468	
2009. év						
max. vízhiány (mm)	314	315	316	277	334	336
Termés (kg ha ⁻¹)	7 587	9 473	10 796	12 122	9 097	10 824
SzD5% max. vízhiány	17		24		13	
SzD5% termés	322		533		492	

5. táblázat. Agrotechnikai tényezők hatásának értékelése a terméskülönbségek (kg ha⁻¹) 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	2 115	3 688	-	-	1 080	2 292	1 598	2 990
	1 716		2 873		1 833		2 141	
Tápanyagellátás	Bi	Tri	Bi	Tri	Bi	Tri	Bi	Tri
	3 221	3 348	2 208	1 780	2 929	1 431	2 786	2 186
Tőszám	-413		-111		-445		-323	

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 terméstöbbletet eredményezett. Ezt bizonyítja az 5. táblázat is, a legnagyobb terméskülönbséget (2 873 kg ha⁻¹) 2008-ban kaptuk, amikor a kukorica számára kedvező volt a vízellátás.

A vetésváltási változatok esetében a bi- és trikultúrás vetésváltási rendszerek terméseredményeit a monokultúrás értékekhez viszonyítottuk. A 3. táblázatból megállapítható, hogy a 3 év átlagát tekintve a bikultúrás vetésváltási változatnál volt a legnagyobb a terméskülönbség (2 786 kg ha⁻¹).

A tőszám tekintetében állapítottuk meg a legkisebb eltérést a két állományszerűség terméseredményei között, de mindhárom év esetében a kezelések átlagában a 80 000 tő ha⁻¹-nál terméscsökkenés mutatható ki a 60 000 tő ha⁻¹-hoz viszonyítva (5. táblázat).

Következtetések és javaslatok

A három éves vizsgálatokból, valamint azok eredményeiből az alábbi következtetések vonhatók le mind a tudományos élet, mind a gyakorlat számára:

A talaj vízhiányát – a meteorológiai tényezők determinálós hatásán túl – a kukoricatermesztésben alkalmazott agrotechnikai elemek (vetésváltás, öntözés, tápanyag-utánpótlás, tőszám) is módosítják.

A vizsgált 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. A csernozjom talaj vízkészletét, annak változását alapvetően az évszázadi időjárási viszonyai határozzák meg. Extrém száraz évszázadban (2007) a talajszelvény maximális vízhiánya (augusztus) 326-355 mm, száraz évszázadban (2009) 293-335 mm, míg kedvező vízellátottságú évszázadban (2008) 212-247 mm közötti volt. 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 60 000 tő ha⁻¹ és 80 000 tő ha⁻¹ tőszám között 2-31 mm, míg a trágyakezelések között – a kontrollhoz viszonyítva – N₁₂₀+PK 20-35 mm, N₂₄₀+PK 21-47 mm különbség volt a vizsgált három év, illetve a kezelések átlagában.

A vizsgálatban szereplő agrotechnikai tényezők közül 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.



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. 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 tenyészidőszak során megmaradt.

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.

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 t ha⁻¹, a trágyázás hatására 1,7-2,9 t ha⁻¹, a tőszám hatására 0,4 t ha⁻¹, a vetésváltás hatására (monokultúrához képest bikultúrában 2,2-3,2 t ha⁻¹, trikultúrában 1,4-3,3 t ha⁻¹) terméstudóbb letet adott, évjáráttól függően.

A vizsgálatokból összességében megállapítható, hogy az agrotechnikai elemek optimalizálásával (vetésváltás, trágyázás, öntözés, tőszám) az eltérő évjáratokban a kukorica maximális termése 9,6-13,9 t ha⁻¹ között változott kisparsellás tartamkísérletben csernozjom talajon a Hajdúságban. Alapvető fontosságú tehát az agrotechnikai tényezők harmonizációja a nagy termések elérése céljából a gyakorlati termesztésben.

A több éve, évtizede végzett tartamkísérletek eredményei alapján elmondhatjuk, hogy hazánk éghajlati viszonyai között a hatékony kukorica termesztés alapja a víztakarékos, csapadék- és öntözővizet hatékonyan hasznosító ter-

mesztéstechnológia kialakítása. A kukorica vízfelvételét, termését a vízellátás (talajban tárolt vízkészlet, a vegetációs periódus csapadékmennyisége, eloszlása, öntözés) alapvetően determinálta.

Köszönetnyilvánítás:

A kutatás az Európai Unió és Magyarország támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú „Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program” című kiemelt projekt keretei között valósul meg.

A kutatáshoz az eszközök és az infrastruktúra támogatásával a DEAGTC MÉK Növénytudományi Intézet járult hozzá.

Dr. Dóka Lajos Fülöp
DE MÉK

Növénytudományi Intézet

A publikáció folytatódik az Östermelő - Gazdálkodók Lapja 2017/4. számában.

Irodalomjegyzék

Anda, A.: 2008. A kukoricaállományon belüli léghőmérséklet és légnedvesség alakulása kis vízádaggal történő öntözésnél. Növénytermelés. 57. 1. 69-84.

Antal, J. – Jolánkai, M.: 2005. Növénytermesztés tan 1. A növénytermesztés tan alapjai. Gabonafélék. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 315-316.

Birkás, M.: 2006. Lehet-e védekezni a klímaszélsőségek ellen? Mezőgazdasági technika. 47. 9. 37-39.

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.

Dégen, I.: 1967. A vízgazdálkodás népgazdasági jelentősége. In: KÁDÁR B.: 1970. Öntöző gazdaságok vetésszerkezetének kialakítása. Akadémiai Kiadó. Budapest. 8.

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.

Hegy, 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.

Hegy, Z. – Pók, I. – Szőke, 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.

Hnilicka, F. – Hnilicková, H. – Holá, D. – Kocová, 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.

Hoffman, S. – Debreczeni, K. – Hoffman, B. – Berecz, K.: 2007. Grain yield of wheat and maize as affected by previous crop and seasonal impacts. Cereal Research Communications, 35: 2. 469-72.

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

Jolánkai, M. – Birkás, M.: 2009. Klímaváltozás és növénytermesztés. V. Növénytermesztési Tudományos Nap. Növénytermesztés: Gazdálkodás – Klímaváltozás – Társadalom. Akadémiai Kiadó. 27-32.

Keszthelyi, S.: 2005. A 2004. év klimatikus tényezőinek hatása a kukorica fejlődésére, kártevőinek megjelenésére és kártételére. Gyakorlati Agroforum Extra 10. 2005. március. 3-7.)

Láng, I. – Csete, L. – Jolánkai, M.: 2007. A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok. A VAHAVA jelentés. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.

Pepó, P. – Vad, A. – Berényi, S.: 2005. Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica termésére monokultúras termesztésben. Növénytermelés. 54. 4. 317-326.

Polyák, F.: 2008. Az öntözés fontossága, szűkessége, gyakorlata. Agrárágazat. 9. 5. 74-76.

Sárvári, M.: 2005. Impact of nutrient supply, sowing time and plant density on maize yields. - Acta Agronomica Hungarica. 53. 1. 59-70.

Sárvári, M. – Boros, B.: 2010. A vetésváltás és az NPK tápanyagellátás hatása a kukorica termésére. Növénytermelés. 59. 3. 37-52.

Szél, E. – Búza, L-né – Győri, Z.: 2010. Négy különböző talajtípuson végzett kukorica műtrágyázási kísérletek eredményei. Növénytermelés. 59. 4. 41-61.