

## A tápanyag és vízhasznosítási vizsgálatok kukoricánál csernozjom talajon tartamkísérletben

Szilágyi Gergely<sup>1</sup> – Vad Attila<sup>2</sup> – Pepó Péter<sup>1</sup>

Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma

<sup>1</sup>Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Növénytudományi Intézet, Debrecen

<sup>2</sup>Kutatóintézet és Tangazdaság, Látóképi Kísérleti Telep, Látóképi szilágyi.gergely@agr.unideb.hu

### ÖSSZEFOGLALÁS

Kutatásainkat a Debreceni Egyetem AGTC KIT Látóképi Kísérleti Telepén végeztük a 2007., a 2008. és a 2009. tenyészévekben, csernozjom talajon. Vetésváltás esetén három modell került beállításra (mono-, bi- [búza, kukorica], trikultúra [borsó, búza, kukorica]). A kezelésekben öt tápanyagszintet (kontroll [kezeletlen],  $N_{60}P_{45}K_{45}$ ,  $N_{120}P_{90}K_{90}$ ,  $N_{180}P_{135}K_{135}$ ,  $N_{240}P_{180}K_{180}$ ) alkalmaztunk. Az elért eredmények alapján arra a megállapításra jutottunk, hogy a vetésváltás, a tápanyagellátás, a csapadék mennyisége egyaránt befolyásolta a kukorica termésmennyiségét. A növekvő tápanyag dózisos hatására termésmenővekedést tapasztaltunk a kontroll kezeléshez képest. A vizsgált évek átlagában az 1 kg NPK műtrágya hatóanyagára jutó legnagyobb termésmenővekedést a monokultúrában mértünk (13 kg/ha). A monokultúra talajszaroló hatása miatt a vizsgált tenyészévekben jóval erősebben reagált a tápanyag visszapótlásra, a bikultúrával és a trikultúrával szemben. Továbbá a vizsgált évek átlagában azt tapasztaltuk, hogy az 1 mm csapadékra jutó termésmennyiséget erősen befolyásolta a talaj tápanyagkészlete. A monokultúrában, az 1 mm csapadékra jutó termés a kontroll kezelésben 25 kg/mm volt, aminél jóval kedvezőbb értéket mértünk a bikultúra esetében (42 kg/mm).

**Kulcsszavak:** kukorica, vetésváltás, tápanyag hasznosítás, termés, vízhasznosítás

### SUMMARY

We have conducted our research at the Látóképi Research Farm of the University of Debrecen RISF Centre for Agricultural and Applied Economic Sciences during the cropyears of 2007, 2008 and 2009, on chernozem soil. In the case of crop rotation three models were set (mono-, bi- [wheat, maize] and triculture [pea, wheat, maize]). The five nutrient levels applied during the treatments were as follows: control [untreated],  $N_{60}P_{45}K_{45}$ ,  $N_{120}P_{90}K_{90}$ ,  $N_{180}P_{135}K_{135}$ ,  $N_{240}P_{180}K_{180}$ . The conclusion of our results was the following: the crop rotation, the nutrient supply and the amount of precipitation all influenced the quantity of maize yield. As an effect of the increasing nutrient doses yield increase was experienced compared with the control treatments. In the average of the years the highest increase in yield excess/1 kg of NPK fertilizer was measured in the case of the monoculture (13 kg ha<sup>-1</sup>). As a consequence of its soil extorting effect the monoculture responded more intensively to the nutrient supplementation than the biculture or the triculture in the studied cropyears. In addition, we have observed that the three-year average yield amount per 1 mm precipitation was significantly influenced by the nutrient reserve of the soil. In the monoculture during the control treatment this value was 25 kg mm<sup>-1</sup>, the value measured in the case of the biculture turned out to be more favourable (42 kg mm<sup>-1</sup>).

**Keywords:** maize, crop rotation, utilization of fertilizer, yield, utilization of water

### BEVEZETÉS

A kukorica termesztését befolyásoló tényezők közül jelentős szereppel bír a vetésváltás és a tápanyagellátás. Berzsenyi et al. (2000) vizsgálatai során a kukorica és búza termésmennyisége monokultúrában minden esetben kisebb volt, mint a vetésváltásban mért terméseredmények. Pepó et al. (2007) szerint, csapadékkal jól ellátott évben az elővetemény hatása mérsékeltebb, mint szárazabb évjáratban, azonban a hatás ez esetben is markánsan érzékelhető. A kukorica elővetemény hatása jól mérhető, hiszen erőteljesen meghatározza a termés mennyiségét (Pepó et al. 2007). Antal és Jolánkai (2005) szerint a vetésváltásnak jelentős szerepe lehet az aszály kedvezőtlen hatásainak mérséklésében. Györffy és Bölöni (1976) arra a megállapításra jutott, hogy bár a kukoricát huzamosabb ideig sikeresen lehet monokultúrában termesztetni, mindig célszerűbb a vetésváltás. Leggyakoribb előveteménynek a búzát jelöli meg. Jovanovic et al. (2007) szerint a kukorica termeszthető monokultúrában is, azonban ez a termesztési mód a talaj degradációjával jár, terméscsökkenést eredményez.

Sárvári és Boros (2010) szerint a vetésváltás nagymértékben meghatározza a kukorica termése mellett az NPK műtrágya agroökológiai optimumát is. Prokszané et al. (1995) szerint az eltérő évjáratokban a kukorica hibridek a N adagok növelésére eltérő termésmenővekedéssel reagáltak. Lente és Pepó (2009) kutatásai igazolták, hogy a vegetációs periódus vízellátása nagymértékben befolyásolta a talaj természetes tápanyagainak és a műtrágyák hatóanyagainak érvényesülését. A kukorica a nagy tápanyagigényű növények közé tartozik, a harmonikus NPK műtrágya kijuttatását a termésben hálálja meg. A kukorica az ásványi elemek közül a legnagyobb mennyiséget a nitrogénből igényli. Emellett jelentős a káliumigénye és mérsékelt a foszforigénye. Azonban nem elhanyagolható a Ca- és a Mg igény sem (Antal és Jolánkai, 2005).

### ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálatainkat a Debreceni Egyetem AGTC KIT Látóképi Kísérleti Telepén beállított tartamkísérletben végeztük 2007–2009 között. A kísérleti terület talaja sík, kiegyenlített, talajgenetikailag a mészlepedékes

csernozjom típusba tartozik. A kísérlet talaja a IV. csoportba sorolható, ami közepes vízbefogadó képességet jelent. A rendelkezésre álló víz a VK-nak mintegy 50%-át teszi ki. A talajvíz mélysége 3–5 m, még csapadékos évjáratban sem emelkedik 2 m fölé.

A kísérletben 3 vetésváltási rendszert alkalmaztunk, amelyek a következők voltak: monokultúra (kukorica), bikultúra (kukorica-búza) és trikultúra (kukorica-búza-borsó).

A kísérletben randomizálva öt eltérő tápanyagszintet alkalmaztunk. A kontroll parcellákon műtrágya kijuttatására nem került sor. A kísérletben a különböző tápanyagszinteken az alábbi dózisokat juttattuk ki:

- (1) Ø,
- (2) N<sub>60</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>,
- (3) N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>,
- (4) N<sub>180</sub>P<sub>135</sub>K<sub>135</sub>,
- (5) N<sub>240</sub>P<sub>180</sub>K<sub>180</sub>.

A 2007. évet száraz, aszályos tenyészév jellemezte, hiszen a lehullott csapadék mennyisége (197,7 mm) 109,4 mm-el elmaradt a sokévi átlagtól (307,1 mm). A tenyészidőszak kritikus hónapjaiban a csapadék eloszlása kedvezőtlenül alakult a kukorica szempontjából. A 2007. évi tenyészévet nem csak az aszály, hanem a rendkívüli meleg is jellemezte, hiszen az átlaghőmérséklet valamennyi hónapban (április-augusztus) meghaladta a sokévi átlagot. A 30 éves átlaghoz viszonyítva a 2007. évi tenyészidőszak átlaghőmérséklete 2,7 °C-kal volt nagyobb. A kritikus fenofázisokban jelentkező aszály és hőhóbbly, jelentős mértékben akadályozta az állomány növekedését és befolyásolta a generatív folyamatait, a szemtelítődést.

Ezzel szemben a 2008. tenyészév csapadékos volt tekintve, hogy a 30 éves átlagnál 134,6 mm-el több csapadék hullott (441,7 mm). A 2008. évi tenyészidőszakában 18 °C volt az átlaghőmérséklet, ami a sokévi átlagot 0,9 °C-kal haladta meg. A kukorica kritikus fenofázisaiban jelentkező többletszapadék, illetve hőhóbbly jelentős mértékben elősegítette az állomány növekedését és kedvezően befolyásolta a generatív folyamatokat.

A 2009. tenyészév még a 2007. tenyészévnél is csapadékszegényebb volt, hiszen a lehullott csapadék mennyisége (147,1 mm) a 30 éves átlag (307,1 mm) felét sem érte el. Emellett a csapadék eloszlása rendkívül egyenetlen volt a tenyészidőszak során. A tenyészidőszak előtt lehullott 203 mm csapadék a talajban raktározódott, amit a kukorica képes volt hasznosítani, ezáltal mérsékelte az aszály terméscsökkenő hatását. A vegetációs periódusban 19,6 °C volt az átlaghőmérséklet, amely 2,6 °C hőhóbblyt jelentett a 30 éves átlaghoz viszonyítva (1. táblázat).

A terméskülönbségek eredményeit, az eltérő tápanyagszintek terméseredményeinek különbségéből kaptuk meg. Az 1 kg hatóanyagra jutó termést a terméskülönbségből számoltunk, amelyet osztottunk a N<sub>60</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> hatóanyag összegével (150-nel).

### EREDMÉNYEK

A 2007. év kedvezőtlen időjárási hatásait, a tartamkísérletben vizsgált vetésváltási rendszerek eredményei visszatükrözték. Ebben az évben, a monokultúrában termesztett kukorica terméseredményei 2685–4316 kg/ha között változtak. A bi- és trikultúra vetésváltásokban – melyek a víz- és tápanyaggazdálkodás szempontjából kedvezőbbek – a terméseredmények lényegesen kedvezőbbek alakultak (bikultúra: 6258–7760 kg/ha, trikultúra: 6716–7998 kg/ha). A rendkívül kedvezőtlen vízellátás befolyásolta az optimális műtrágya kezelést. A 2007. évben a termésmennyiség szempontjából monokultúrában az N<sub>120</sub>+PK műtrágyakezelés bizonyult optimálisnak (4316 kg/ha), bikultúrában a N<sub>120</sub>+PK, trikultúrában N<sub>60</sub>+PK kezelés volt az optimális (7760 kg/ha, ill. 7998 kg/ha). A növekvő műtrágyadózisok hatására mérsékelt terméstöbblet értékeket mértünk a kontroll kezeléshez viszonyítva, ami jól mutatja a tápanyag- és vízellátás szoros kölcsönhatását. A kifejezetten aszályos időjárás miatt, a növekvő műtrágyadózisok hatására jelentkező terméstöbblet értékek mérsékelték voltak és jelentős mértékben nem különböztek (monokultúra: 780–1631 kg/ha, bikultúra: 754–

1. táblázat

A tenyészidőszak fontosabb meteorológiai adatai (Debrecen, 2007–2009)

Csapadék (mm)(1)	Április(2)	Május(3)	Június(4)	Július(5)	Augusztus(6)	Összesen(7)
2007. év	3,6	54,0	22,8	39,7	77,6	197,7
Eltérés(8)	-38,8	-4,8	-56,7	-26,0	16,9	-109,4
2008. év	74,9	47,6	140,1	144,9	34,2	441,7
Eltérés(8)	32,5	-11,2	60,6	79,2	-26,5	134,6
2009. év	9,9	20,1	96,6	9,2	11,3	147,1
Eltérés(8)	-32,5	-38,7	17,1	-56,5	-49,4	-160,0
30 éves átlag(9)	42,4	58,8	79,5	65,7	60,7	307,1
Hőmérséklet (°C)(10)	Április(2)	Május(3)	Június(4)	Július(5)	Augusztus(6)	Átlag(11)
2007. év	12,6	18,4	22,2	23,3	22,3	19,8
Eltérés(8)	1,9	2,6	3,5	3,0	2,7	2,7
2008. év	11,4	16,8	20,6	20,4	20,6	18,0
Eltérés(8)	0,7	1,0	1,9	0,1	1,0	0,9
2009. év	14,9	17,4	19,8	23,4	22,6	19,6
Eltérés(8)	4,2	1,6	1,1	3,1	3,0	2,6
30 éves átlag(9)	10,7	15,8	18,7	20,3	19,6	17,0

Table 1: Main meteorological data of vegetation period ((Debrecen, 2007–2009)

Precipitation(1), April(2), May(3), June(4), July(5), August(6), Totally(7), Difference(8), 30 year's average(9), Temperature(10), Average(11)

1448 kg/ha, trikultúra: 0–1282 kg/ha). Vizsgáltuk az 1 kg NPK műtrágya hatóanyagára jutó terméstöbbletet a trágyakezelések között, mellyel jól jellemezhető a műtrágyakezelések hatása a kukorica termésére. A termésnövekedés értékei monokultúrában 5,2–10,9 kg/ha, bikultúrában 5,0–9,6 kg/ha, trikultúrában pedig 0,0–8,5 kg/ha között változtak (2. táblázat).

A kukorica 2008. tenyészévében jól alkalmazkodott a pozitív környezeti feltételekhez. A bőséges csapadék-ellátásnak köszönhetően a monokultúrában is kedvező terméseredményeket értünk el (9154–13787 kg/ha). A terméseredmények a bi- és trikultúra vetésváltásokban 11613–14137 kg/ha és 11291–13987 kg/ha közötti intervallumban mozogtak. Az eltérő vetésváltási rendszerekben elért termésmaximumok csak kis mértékben tértek el egymástól (monokultúra: 13494 kg/ha, bi-

kultúra: 14137 kg/ha, trikultúra: 13987 kg/ha). A termésmennyiség szempontjából a 2008. tenyészévében a monokultúrában az N<sub>180</sub>+PK tápanyagszint volt az optimális. Ezzel szemben a bi- és trikultúrában az N<sub>120</sub>+PK műtrágyakezelés bizonyult optimálisnak. A víz- és tápanyagellátás szoros kölcsönhatását mutatják a kimagaslóan magas terméstöbblet értékek, melyeket a különböző műtrágyakezelésekben kaptunk a kontroll kezeléshez viszonyítva. A vetésváltási rendszerekben vizsgáltuk, növekvő tápanyagdózisok mellett az 1 kg NPK műtrágya hatóanyagára jutó terméstöbblet nagyságát. Az optimális vízellátás következtében a műtrágyázás hatására a 2007. tenyészévéhez viszonyítva nagyobb terméstöbblet értékeket értünk el (monokultúra: 12,7–28,9 kg/ha, bikultúra: 14,2–16,8 kg/ha, trikultúra: 13,5–17,9 kg/ha) (3. táblázat).

2. táblázat

A műtrágyázás hatása a kukorica termésére, abszolút terméstöbbletére és tápanyaghasznosulására (Debrecen, 2007)

Tápanyag-szintek(4)	Monokultúra(1)			Bikultúra(2)			Trikultúra(3)		
	Termés (kg/ha)(5)	Termés-különbség(6)	1 kg ható-anyagra jutó termés(7)	Termés (kg/ha)(5)	Termés-különbség(6)	1 kg ható-anyagra jutó termés(7)	Termés (kg/ha)(5)	Termés-különbség(6)	1 kg ható-anyagra jutó termés(7)
1.	2685	0	0,0	6258	0	0,0	6716	0	0,0
2.	3465	780	5,2	7012	754	5,0	7998	1282	8,5
3.	4316	851	5,7	7706	694	4,6	7062	-936	-6,2
4.	2691	-1625	-10,8	7096	-610	-4,1	6802	-260	-1,7
5.	2487	-203	-1,4	6829	-267	-1,8	6630	-172	-1,1

Table 2: The effect of fertilization on the yield of maize, the absolute excess yield and utilization of fertilizer (Debrecen, 2007) Monoculture(1), Biculture(2), Triculture(3), Fertilization levels(4), Yield(5), Yield difference(6), Effect of 1 kg fertilizers on yield(7)

3. táblázat

A műtrágyázás hatása a kukorica termésére, abszolút terméstöbbletére és tápanyaghasznosulására (Debrecen, 2008)

Tápanyag-szintek(4)	Monokultúra(1)			Bikultúra(2)			Trikultúra(3)		
	Termés (kg/ha)(5)	Termés-különbség(6)	1 kg ható-anyagra jutó termés(7)	Termés (kg/ha)(5)	Termés-különbség(6)	1 kg ható-anyagra jutó termés(7)	Termés (kg/ha)(5)	Termés-különbség(6)	1 kg ható-anyagra jutó termés(7)
1.	9154	0	0,0	11613	0	0,0	11291	0	0,0
2.	11057	1903	12,7	13740	2127	14,2	13323	2032	13,5
3.	13494	2437	16,2	14137	397	2,6	13987	664	4,4
4.	13787	293	2,0	14003	-134	-0,9	13351	-636	-4,2
5.	13058	-729	-4,9	13688	-315	-2,1	13423	72	0,5

Table 3: The effect of fertilization on the yield of maize, the absolute excess yield and utilization of fertilizer (Debrecen, 2008) Monoculture(1), Biculture(2), Triculture(3), Fertilization levels(4), Yield(5), Yield difference(6), Effect of 1 kg fertilizers on yield(7)

A 2009. tenyészévé eredményei jól szemléltetik a kedvezőtlen környezeti feltételek hatásait. A monokultúrában 6106–9410 kg/ha közötti intervallumban változott a termés mennyisége. A terméseredmények jóval kedvezőbbben alakultak a bikultúra (10 085–12 295 kg/ha) és trikultúra (8689–10 641 kg/ha) esetében. A termésmennyiség szempontjából monokultúrában (9410 kg/ha) nagyobb adagú (N<sub>180</sub>+PK) műtrágyakezelés bizonyult optimálisnak, mint bikultúrában (N<sub>120</sub>+PK: 12 295 kg/ha) és trikultúrában (N<sub>60</sub>+PK: 10 641 kg/ha). A 2009. tenyészévé során a monokultúrában az N<sub>60</sub>+PK tápanyagkezelésben a kontroll kezeléshez viszonyított termés-

növekedés nagysága (2545 kg/ha) meghaladta a jóval kedvezőbb 2008. tenyészévében mért termésnövekedést (1903 kg/ha). Az eltérő vetésváltási rendszerek esetében vizsgálva a kontroll és az N<sub>60</sub>+PK műtrágyakezelés közötti termésnövekedést, azt tapasztaltuk, hogy mind a bikultúra (1361 kg/ha), mind a trikultúra (1952 kg/ha) esetén bekövetkező termésnövekedés elmaradt a monokultúrában (2545 kg/ha) mért eredménytől. A kontroll kezeléshez viszonyítva a növekvő tápanyagdózisok hatására monokultúrában 2545–2947 kg/ha, bikultúrában 1361–2210 kg/ha, trikultúrában 0–1952 kg/ha közötti termésnövekedést tapasztaltunk.

Az 1 kg NPK műtrágya hatóanyagra jutó termés-többség értékei a 2009. tenyészévben a bikultúrában (9,1–14,8 kg/ha) és a trikultúrában (12,4–13,0 kg/ha) is elmaradtak a monokultúrában mért értékektől (17,0–19,7 kg/ha) (4. táblázat).

Vizsgálati eredményeinket a vizsgált tenyészévek átlagában is értékeltük. Ennek során a legkisebb termést a monokultúras termesztésben értük el (9171 kg/ha).

Mind a bikultúra (11 379 kg/ha), mind a trikultúra (10 875 kg/ha) vetésváltás esetében elért terméseredmény meghaladta azt. Az 1 kg NPK hatóanyagra jutó termés mennyiségét vizsgálva a tenyészévek átlagában, azt állapítottuk meg, hogy a monokultúras termesztés jóval nagyobb mértékben reagált a kijuttatott műtrágya mennyiségekre (13 kg/ha), mint a bikultúra (9,4 kg/ha) illetve a trikultúra (11,7 kg/ha) (5. táblázat).

4. táblázat

**A műtrágyázás hatása a kukorica termésére, abszolút terméstöbbsletére és tápanyaghasznosulására (Debrecen, 2009)**

Tápanyag-szintek(4)	Monokultúra(1)			Bikultúra(2)			Trikultúra(3)		
	Termés (kg/ha)(5)	Termés-különbség(6)	1 kg hatóanyagra jutó termés(7)	Termés (kg/ha)(5)	Termés-különbség(6)	1 kg hatóanyagra jutó termés(7)	Termés (kg/ha)(5)	Termés-különbség(6)	1 kg hatóanyagra jutó termés(7)
1.	6106	0	0,0	10085	0	0,0	8689	0	0,0
2.	8651	2545	17,0	11446	1361	9,1	10641	1952	13,0
3.	9008	357	2,4	12295	849	5,7	9913	-728	-4,9
4.	9410	402	2,7	11831	-464	-3,1	9727	-186	-1,2
5.	9045	-365	-2,4	11008	-823	-5,5	9630	-97	-0,6

Table 4: The effect of fertilization on the yield of maize, the absolute excess yield and utilization of fertilizer (Debrecen, 2009)  
Monoculture(1), Biculture(2), Triculture(3), Fertilization levels(4), Yield(5), Yield difference(6), Effect of 1 kg fertilizers on yield(7)

5. táblázat

**A vizsgált évek 1 kg hatóanyagra jutó maximális termése és a maximális termésmennyiségek alakulása (Debrecen, 2007–2009)**

Vizsgált évek(4)	Monokultúra(1)		Bikultúra(2)		Trikultúra(3)	
	1 kg NPK hatóanyagra jutó maximum termés(5)	Maximális termés (kg/ha)(6)	1 kg NPK hatóanyagra jutó maximum termés(5)	Maximális termés (kg/ha)(6)	1 kg NPK hatóanyagra jutó maximum termés(5)	Maximális termés (kg/ha)(6)
2007	5,7	4316	5,0	7706	8,5	7998
2008	16,2	13787	14,2	14137	13,5	13987
2009	17,0	9410	9,1	12295	13,0	10641
Átlag	13,0	9171	9,4	11379	11,7	10875

Table 5: The effect of 1 kg fertilizer on maximum yield and evaluation of maximum yields in examined years (Debrecen, 2007–2009)  
Monoculture(1), Biculture(2), Triculture(3), Examined years(4), Effect of 1 kg fertilizer on maximum yield(5), Yield of maximum(6)

Vizsgálatunk során kiszámítottuk az 1 mm csapadékra jutó termés nagyságát, mellyel a kukorica vízhasznosító képessége jellemezhető. A 2007. tenyészévben a vetésváltási rendszerek közül a legkisebb mértékű vízhasznosulást a monokultúrában tapasztaltunk (12,6–21,8 kg/mm). A monokultúrához képest a bi- és trikultúra kedvezőbb vízhasznosítási értékekkel (31,7–39,0 kg/mm, ill. 33,5–40,5 kg/mm) volt jellemezhető. A kutatási eredményeink azt bizonyították, hogy a kedvezőbb tápanyagellátás hatására javult a kukorica vízhasznosítása. A termésmennyiség szempontjából optimálisnak bizonyult műtrágyakezelések esetében (monokultúra: 21,8 kg/mm, bikultúra: 39,0 kg/mm, trikultúra: 40,5 kg/mm) a kontroll kezeléshez (monokultúra: 13,6 kg/mm, bikultúra: 31,7 kg/mm, trikultúra: 34,0 kg/mm) viszonyítva lényegesen nagyobbak voltak a vízhasznosítási értékek. Ezek az eredmények azt bizonyítják, hogy az aszályos évjárat jelentős mértékben csökkentette a kijuttatott műtrágya és a talajban lévő tápanyagok hasznosulását (6. táblázat).

6. táblázat

**1 mm csapadékra jutó termésmennyiség vizsgálata a 2007. évben (Debrecen, 2007)**

Tápanyag-szintek(4)	Monokultúra(1)	Bikultúra(2)	Trikultúra(3)
	Termés (kg/mm)(5)		
1.	13,6	31,7	34,0
2.	17,5	35,5	40,5
3.	21,8	39,0	35,7
4.	13,6	35,9	34,4
5.	12,6	34,5	33,5

Table 6: Evaluation of 1 mm precipitation per yield in 2007 (Debrecen, 2007)  
Monoculture(1), Biculture(2), Triculture(3), Fertilization levels(4), Yield (kg mm<sup>-1</sup>)(5)

A 2008. tenyészévben a vízhasznosítási mutatók az egyes vetésváltási rendszerekben jellegzetes különbséget mutattak. A vetésváltási rendszerek közül a legkisebb vízhasznosítási értékeket a monokultúrában ta-

pasztaltuk (20,7–31,2 kg/mm). A monokultúrával szemben kedvezőbb adatot kaptunk a bikultúrában (26,3–32,0 kg/mm), illetve trikultúrában (25,6–31,7 kg/mm). Kedvező időjárási feltételek mellett a tápanyag ellátás hatására a kukorica vízhasznosítása javult. A kontroll kezelések vízhasznosítási értékei (monokultúra: 20,7 kg/mm, bikultúra: 32,0 kg/mm, trikultúra: 31,7 kg/mm) elmaradtak a termésmennyiség szempontjából optimális trágyakezelések esetén kapott értékektől (monokultúra: 31,2 kg/mm, bikultúra: 26,3 kg/mm, trikultúra: 21,6 kg/mm). Ezek a vizsgálati eredmények azt bizonyítják, hogy a bőséges csapadék jelentős mértékben növelte a kijuttatott műtrágya, illetve a talajban felvehető tápanyagok hasznosulását (7. táblázat).

7. táblázat

1 mm csapadékra jutó termésmennyiség vizsgálata a 2008. évben (Debrecen, 2008)

Tápanyag-szintek(4)	Monokultúra(1)	Bikultúra(2)	Trikultúra(3)
	Termés (kg/mm)(5)		
1.	20,7	26,3	25,6
2.	25,0	31,1	30,2
3.	30,6	32,0	31,7
4.	31,2	31,7	30,2
5.	29,6	31,0	30,4

Table 7: Evaluation of 1 mm precipitation per yield in 2008 (Debrecen, 2008)

Monoculture(1), Biculture(2), Triculture(3), Fertilization levels(4), Yield (kg mm<sup>-1</sup>)(5)

A 2009. tenyészévben hasonlóan a 2007. és a 2008. tenyészévhez a legkisebb vízhasznosítási értékeket a monokultúrában mértük (41,5–64,0 kg/mm). Ezzel szemben jóval kedvezőbbek voltak a bikultúra (68,6–83,6 kg/mm) valamint a trikultúra (59,1–72,3 kg/mm) vetésváltás esetében kapott vízhasznosítási értékek.

A megelőző két tenyészév tendenciájához hasonlóan a kedvezőbb műtrágya kezelések hatására a kukorica vízhasznosítása javult a vizsgált vetésváltási rendszerekben. A kontroll kezelésben (monokultúra: 41,5 kg/mm, bikultúra: 68,6 kg/mm, trikultúra: 59,0 kg/mm) mért vízhasznosítási értékek jóval alulmúlták a termésmennyiség szempontjából optimális műtrágyakezelésekben kapott értékeket (monokultúra: 64,0 kg/mm, bikultúra: 68,6 kg/mm, trikultúra: 72,3 kg/mm) (8. táblázat).

8. táblázat

1 mm csapadékra jutó termésmennyiség vizsgálata a 2009. évben (Debrecen, 2009)

Tápanyag-szintek(4)	Monokultúra(1)	Bikultúra(2)	Trikultúra(3)
	Termés (kg/mm)(5)		
1.	41,5	68,6	59,1
2.	58,8	77,8	72,3
3.	61,2	83,6	67,4
4.	64,0	80,4	66,1
5.	61,5	74,8	65,5

Table 8: Evaluation of 1 mm precipitation per yield in 2009 (Debrecen, 2009)

Monoculture(1), Biculture(2), Triculture(3), Fertilization levels(4), Yield (kg mm<sup>-1</sup>)(5)

Az 1 mm csapadékra jutó termésmennyiséget a tenyészévek átlagában is értékeltük. A legkedvezőbb vízhasznosítási értékeket a bikultúrában értük el, mind a kontroll (42 kg/mm), mind az optimális tápanyagszint (50 kg/mm) esetében. A kontroll kezelésben a legkisebb vízhasznosulási értéket (25 kg/mm) a monokultúrában értük el, ami a kedvezőtlen talajhasználatra vezethető vissza. A monokultúrában a kontroll kezeléshez viszonyítva az optimális tápanyagszinten a vízhasznosítási érték 14,0 kg/mm-rel volt nagyobb, a bőséges trikultúrában pedig 8 kg/mm-rel (9. táblázat).

9. táblázat

1 mm csapadékra jutó termésmennyiség alakulása a vizsgált években (Debrecen, 2007–2009)

Vizsgált évek(4)	Monokultúra(1)		Bikultúra(2)		Trikultúra(3)	
	Ø (kg/ha)(5)	NPK optimum (kg/ha)(6)	Ø (kg/ha)(5)	NPK optimum (kg/ha)(6)	Ø (kg/ha)(5)	NPK optimum (kg/ha)(6)
2007	13,6	21,8	31,6	35,5	33,9	40,5
2008	20,7	31,2	26,3	32,0	25,6	31,7
2009	41,5	64,0	68,5	83,6	59,1	72,3
Átlag	25,0	39,0	42,0	50,0	40,0	48,0

Table 9: Effect of 1 mm precipitation on yield in the examined years (Debrecen, 2007–2009)

Monoculture(1), Biculture(2), Triculture(3), Fertilization levels(4), Control(5), NPK optimum(6)

## KÖVETKEZTETÉSEK

A vizsgált évek eredményei alapján megállapítottuk, hogy a kukorica termésmennyiségét nagymértékben befolyásolta az évjárat, a műtrágyakezelés, valamint a rendelkezésre álló csapadék mennyisége. Vizsgálataink igazolták a műtrágya termésmennyiség növelő hatását. Az 1 kg NPK hatóanyagra jutó legnagyobb termésmennyiséget a monokultúrában az N<sub>120</sub>+PK tápanyagszinten tapasztaltunk a 2007. évben (5,7 kg/ha). Az 1 kg NPK hatóanyagra jutó legnagyobb termésmennyiséget

a 2008. tenyészévben monokultúrában a N<sub>120</sub>+PK tápanyagszinten mértük (16,2 kg/ha), míg 2009-ben N<sub>60</sub>+PK tápanyagszinten volt a maximum termésmennyiség (17,0 kg/ha). A markáns termésmennyiség növekedés a kukorica kedvezőtlen monokultúrás termesztése miatt alakult ki. Vizsgálataink eredményeinket a tenyészévek átlagában értékelve arra a megállapításra jutottunk, hogy a kijuttatott műtrágya adózisokra legnagyobb mértékben a monokultúra reagált (1 kg NPK hatóanyagra jutó termés: 13 kg/ha). A vetésváltás kedvező hatását az elért terméseredményeink bizonyították.

A vizsgált tenyészévek átlagában a legnagyobb termést a bikultúra esetén (11 379 kg/ha), a legkisebb termést pedig a monokultúrában (9171 kg/ha) érték el.

Továbbá a tenyészévek átlagában, bi- és trikultúrában az 1 mm csapadékra jutó termésmagyság kedvezőbben alakult a monokultúrával szemben.

#### IRODALOM

- Antal J.–Jolánkai M. (2005): A növénytermesztés alapjai. Gabonafélék. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 9–10: 301–303.
- Berzsenyi, Z.–Győrffy, B.–Dangquoc, L. (2000): Effect of crop rotation and fertilisation on maize and wheat yields and yield stability in a long-term experiment, *European Journal of Agronomy*. 13: 225.
- Győrffy B.–Bölöni J. (1965): Kukoricatermesztés. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Lente Á.–Pepó P. (2009): Az évjárat és néhány agrotechnikai tényező hatása a kukorica termésére csernozjom talajon. *Növénytermelés*. 58. 3: 39–51.
- Jovanovic, Z.–Tolimir, M.–Dlovic, I.–Cvijovic, M. (2007): Influences of growing system and NPK-fertilization on maize yield on pseudogley of Central Serbia. *Cereal Res. Commun.* 35. 2: 1329–1330.
- Pepó P.–Zsombik L.–Vad A.–Berényi S. (2007): A kritikus agrotechnikai tényezők elemzése a kukoricatermesztésben. *Agrofórum Extra*. 17: 5–6.
- Prokszáné P.–Széll E.–Kovácsné K. M. (1995): A N-műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termésére és néhány beltartalmi mutatójára eltérő évjáratokban réti öntéstalajon.
- Sárvári M.–Boros B. (2010): A vetésváltás és az NPK tápanyagellátás hatása a kukorica termésére. *Növénytermelés*. 59. 3: 37–52.