

# A TÁPANYAG ÉS VÍZHASZNOSÍTÁSI VIZSGÁLATOK KUKORICÁNÁL CSERNOZJOM TALAJON TARTAMKÍSÉRLETBEN

*Szilágyi Gergely<sup>1</sup> – Vad Attila<sup>2</sup> - Pepó Péter<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Növénytudományi Intézet  
szilagyi.gergely@agr.unideb.hu

<sup>2</sup>Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma, KIT Látóképi Kísérleti Telep  
vadattila@agr.unideb.hu

<sup>3</sup>Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Növénytudományi Intézet  
pepopeter@agr.unideb.hu

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

## **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], trikulturá [borsó, búza, kukorica]). A kezelésekből 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 dózisok hatására termésmenyekeedést tapasztaltunk a kontroll kezeléshez képest. A vizsgált évek átlagában az 1 kg NPK műtrágya hatóanyagra jutó legnagyobb termésmenyekeedést a monokultúrában mértünk ( $13 \text{ kg ha}^{-1}$ ). A monokultúra talajzsaroló hatása miatt a vizsgált tenyészévekben jóval erősebben reagált a tápanyag visszapótlásra, a bikultúrával és a trikulturával 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  $25 \text{ kg mm}^{-1}$  volt, aminél jóval kedvezőbb értéket mértünk a bikultúra esetében ( $42 \text{ kg mm}^{-1}$ ).

## **SUMMARY**

We have conducted our research at the Látókép 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 ( $13 \text{ kg ha}^{-1}$ ). 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  $25 \text{ kg mm}^{-1}$ ; the value measured in the case of the biculture turned out to be more favourable ( $42 \text{ kg mm}^{-1}$ ).

## **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, 2007). ANTAL (2005) szerint a vetésváltásnak jelentős szerepe lehet az aszály kedvezőtlen hatásainak mérséklésében. GYÖRFFY (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. A vetésváltás és a monokultúras termesztés nagymértékben befolyásolja a termesztés hatékonyságát. Emellett a vetésváltásnak jelentős szerepe lehet az aszály kedvezőtlen hatásainak mérséklésében (SÁRVÁRI et al., 2003). JOVANOVIĆ et al. (2007) szerint a kukorica termeszthető monokultúrában is, azonban ez a termesztési mód a talaj degradációjával jár, terméscsökkenést eredményez. SÁRVÁRI (2010) arra a megállapításra jutott, hogy a vetésváltás nagymértékben meghatározza a kukorica termése mellett az NPK műtrágya agroökológiai optimumát is. PROKSZÁNÉ et al. (1995) szerint az eltérő évjáratokban a kukorica hibridek a N adagok növelésére eltérő termésmenyekeedéssel 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 igénye 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 diszponibilis 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 hőtöbblet, jelentős mértékben akadályozta az állomány növekedését és befolyásolta a generatív folyamatait, a szentelítődést.

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. év tenyészidőszakában 18 °C volt az átlaghőmérséklet, ami a sokévi átlagot 0,9 °C –kal haladta meg. A kukorica kritikus fenofázisaiban jelentkező többletcsapadék, illetve hőtöbblet 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 hőtöbbletet jelentett a 30 éves átlaghoz viszonyítva (1. táblázat).

1. táblázat

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

Csapadék (1) (mm)	Április (2)	Május (3)	Június (4)	Július (5)	Augusztus (6)	Összesen (7)
2007. év	3,6	54	22,8	39,7	77,6	197,7
Eltérés (8)	-38,8	-4,8	-56,7	-26	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 (10) (C°)	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	2,7	2,7
2008. év	11,4	16,8	20,6	20,4	20,6	18,0
Eltérés (8)	0,7	1	1,9	0,1	1	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	2,6
30 éves átlag (9)	10,7	15,8	18,7	20,3	19,6	17,0

1. Table: 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)

## EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

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<sup>-1</sup> között változtak. A bi- és trikulturára vetésváltásokban – melyek a víz- és tápanyaggazdálkodás szempontjából kedvezőbbek – a terméseredmények lényegesen kedvezőbbben alakultak (bikultúra: 6258-7760 kg ha<sup>-1</sup>, trikultúra: 6716- 7998 kg ha<sup>-1</sup>). A rendkívül kedvezőtlen vízellátás befolyásolta az optimális műtrágya kezelés értékét. A 2007. évben a termésmennyiség szempontjából monokultúrában az N<sub>60</sub>+PK műtrágyakezelés bizonyult optimálisnak (4316 kg ha<sup>-1</sup>), míg a bi- és trikultúra vetésváltás esetén pedig az N<sub>120</sub>+PK kezelés volt az optimális (7760 kg ha<sup>-1</sup>, ill. 7998 kg ha<sup>-1</sup>). 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<sup>-1</sup>, bikultúra: 754-1448 kg ha<sup>-1</sup>, trikultúra: 0-1282 kg ha<sup>-1</sup>). Az erős vízhiányos feltételek miatt a nagyobb műtrágyakezelések terméscsökkenést idéztek elő, hiszen amíg a kontroll kezelésben 2685 kg ha<sup>-1</sup> termést mértünk, addig a legnagyobb műtrágyakezelés (N<sub>240</sub>+PK) esetén a termés 2487 kg ha<sup>-1</sup> volt. Vizsgáltuk az 1 kg NPK műtrágya hatóanyagra jutó terméstöbbletet a trágyakezelések között, mellyel jól jellemezhető a műtrágyakezelések hatása a kukorica termésére. A termésmenyevedés értékei a monokultúrában 5,2 - 10,9 kg ha<sup>-1</sup>, a bikultúrában 5,0 – 9,6 kg ha<sup>-1</sup>, a trikultúrában pedig 0,0 – 8,5 kg ha<sup>-1</sup> között változtak (2. 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 <sup>-1</sup> (5)	Termés-különbség (6)	1 kg hatóanyagra jutó termés (7)	Termés kg ha <sup>-1</sup> (5)	Termés-különbség (6)	1 kg hatóanyagra jutó termés (7)	Termés kg ha <sup>-1</sup> (5)	Termés-különbség (6)	1 kg hatóanyagra 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)

A kukorica 2008. tenyészévbén jól alkalmazkodott a pozitív környezeti feltételekhez. A bőséges csapadékelátásnak köszönhetően a monokultúrában is kedvező terméseredményeket értünk el (9154- 13787 kg ha<sup>-1</sup>). A terméseredmények a bi- és trikultúra vetésváltásokban 11613-14137 kg ha<sup>-1</sup> és 11291-13987 kg ha<sup>-1</sup> közötti intervallumban mozogtak. Az eltérő vetésváltási rendszerekben elért termésmaximumok csak kis mértékben tértek el egymástól (monokultúra: 13494 kg ha<sup>-1</sup>, bikultúra: 14137 kg ha<sup>-1</sup>, trikultúra: 13987 kg ha<sup>-1</sup>). A termésmennyiség szempontjából a 2008. tenyészévbén 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 rendkívül csapadékos időjárás következtében jelentős mértékű terméstöbbletet mértünk a növekvő műtrágya dózisok hatására, azonban a különböző vetésváltási rendszerek között számottevő különbség nem mutatkozott (monokultúra: 1903-2437 kg ha<sup>-1</sup>, bikultúra: 2127- 2524 kg ha<sup>-1</sup>, trikultúra: 2032-2696 kg ha<sup>-1</sup>). A vetésváltási rendszerekben vizsgáltuk, növekvő tápanyagdózisok mellett az 1 kg NPK műtrágya hatóanyagra jutó terméstöbblet nagyságát. A terméstöbblet értékek a trágyázás termésmenvelő hatását igazolták a csapadékkal kedvezően ellátott évjáratban. Az optimális vízellátás következtében a műtrágyázás hatására a 2007. tenyészévhöz viszonyítva nagyobb terméstöbblet értékeket értünk el (monokultúra: 12,7- 28,9 kg ha<sup>-1</sup>, bikultúra: 14,2-16,8 kg ha<sup>-1</sup>, trikultúra: 13,5-17,9 kg ha<sup>-1</sup>) (3. táblázat).

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 <sup>-1</sup> (5)	Termés-különbség (6)	1 kg hatóanyagra jutó termés (7)	Termés kg ha <sup>-1</sup> (5)	Termés-különbség (6)	1 kg hatóanyagra jutó termés (7)	Termés kg ha <sup>-1</sup> (5)	Termés-különbség (6)	1 kg hatóanyagra 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. tenyészév eredményei jól szemléltetik a kedvezőtlen környezeti feltételek hatásait. A monokultúrában 6106-9410 kg ha<sup>-1</sup> közötti intervallumban változott a termés mennyisége. A terméseredmények jóval kedvezőbben alakultak a bikultúra (10085-12295 kg ha<sup>-1</sup>) és trikultúra (8689-10641 kg ha<sup>-1</sup>) esetében. A termésmennyiség szempontjából monokultúrában (9410 kg ha<sup>-1</sup>) nagyobb adagú (N<sub>180</sub>+PK) műtrágyakezelés bizonyult optimálisnak, mint bikultúrában (N<sub>120</sub>+PK: 12295 kg ha<sup>-1</sup>) és trikultúrában (N<sub>60</sub>+PK: 10641 kg ha<sup>-1</sup>).

A 2009. tenyészév során a monokultúrában az N<sub>60</sub>+PK tápanyagkezelésben a kontroll kezeléshez viszonyított termésmenyekeedés nagysága (2545 kg ha<sup>-1</sup>) meghaladta a jóval kedvezőbb 2008. tenyészévben mért termésmenyekeedést (1903 kg ha<sup>-1</sup>).

Az eltérő vetésváltási rendszerek esetében vizsgálva a kontroll és az N<sub>60</sub>+PK műtrágyakezelés közötti termésmenyekeedést, azt tapasztaltuk, hogy mind a bikultúra (1361 kg ha<sup>-1</sup>), mind a trikultúra (1952 kg ha<sup>-1</sup>) esetén bekövetkező termésmenyekeedés elmaradt a monokultúrában (2545 kg ha<sup>-1</sup>) mért eredménytől. A kontroll kezeléshez viszonyítva a növekvő tápanyagdózisok hatására monokultúrában 2545-2947 kg ha<sup>-1</sup>, bikultúrában 1361-2210 kg ha<sup>-1</sup>, trikultúrában 0-1952 kg ha<sup>-1</sup> közötti termésmenyekeedést tapasztaltunk.

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

4. táblázat

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

Tápanyag-szintek (4)	Monokultúra (1)			Bikultúra (2)			Tri kultúra (3)		
	Termés kg ha <sup>-1</sup> (5)	Termés-különbség (6)	1 kg hatóanyagra jutó termés (7)	Termés kg ha <sup>-1</sup> (5)	Termés-különbség (6)	1 kg hatóanyagra jutó termés (7)	Termés kg ha <sup>-1</sup> (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)

Vizsgálati eredményeinket a vizsgált tenyészévek átlagában is értékeltük. Ennek során a legkisebb termést a monokultúras termesztésben értük el (9171 kg ha<sup>-1</sup>). Mind a bikultúra (11379 kg ha<sup>-1</sup>), mind a trikultúra (10875 kg ha<sup>-1</sup>) 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 erősebben reagált a kijutatott műtrágya mennyiségekre (13 kg ha<sup>-1</sup>), mint a bikultúra (9,4 kg ha<sup>-1</sup>) illetve a trikultúra (11,7 kg ha<sup>-1</sup>) (5.táblázat).

5. táblázat

A vizsgált évek 1 kg hatóanyagra jutó maximális termése és a maximális termésmenyekeedések alakulása (Debrecen, 2007-2009)

Vizsgált évek (4)	Monokultúra (1)		Bikultúra (2)		Tri kultúra (3)	
	1 kg NKP hatóanyagra jutó maximum termés (5)	Maximális termés kg ha <sup>-1</sup> (6)	1 kg NKP hatóanyagra jutó maximum termés (5)	Maximális termés kg ha <sup>-1</sup> (6)	1 kg NKP hatóanyagra jutó maximum termés (5)	Maximális termés kg ha <sup>-1</sup> (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)

Vizsgálatink 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<sup>-1</sup>). A monokultúrához képest a bi- és trikultúra kedvezőbb vízhasznosítási értékekkel (31,7 - 39,0 kg mm<sup>-1</sup>, ill. 33,5 - 40,5 kg mm<sup>-1</sup>) 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<sup>-1</sup>, bikultúra: 39,0 kg mm<sup>-1</sup>, trikultúra: 40,5 kg mm<sup>-1</sup>) a kontroll kezeléshez

(monokultúra: 13,6 kg mm<sup>-1</sup>, bikultúra: 31,7 kg mm<sup>-1</sup>, trikultúra: 34,0 kg mm<sup>-1</sup>) viszonyítva lényegesen nagyobbak voltak a vízhasznosítási értékek. Ezek az eredmények azt bizonyítják, hogy az aszályos évjárat jelentős mértékben csökkentette a kijutatott műtrágya és a talajban lévő tápanyagok hasznosulását. Ugyanakkor a műtrágya terméshozadékát a vetésváltás erőteljesen módosította (6. táblázat).

6. táblázat

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

	Monokultúra (1)	Bikultúra (2)	Trikultúra (3)
Tápanyag-szintek (4)	Termés kg mm <sup>-1</sup> (5)	Termés kg mm <sup>-1</sup> (5)	Termés kg mm <sup>-1</sup> (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 (5)

A 2008. tenyészévben a vízhasznosítási mutatók az egyes vetésváltási rendszerekben jellegzetes különbséget mutattak. A vetésváltási rendszerek közül a legkisebb vízhasznosítási értékeket a monokultúrában tapasztaltuk (20,7-31,2 kg mm<sup>-1</sup>). A monokultúrával szemben kedvezőbb adatot kaptunk a bikultúrában (26,3- 32,0 kg mm<sup>-1</sup>), illetve trikultúrában (25,6- 31,7 kg mm<sup>-1</sup>). Kedvező időjárási feltételek mellett a tápanyag ellátás hatására a kukorica vízhasznosítása javult. A kontroll kezelések vízhasznosítási értékei (monokultúra: 20,7 kg mm<sup>-1</sup>, bikultúra: 32,0 kg mm<sup>-1</sup>, trikultúra: 31,7 kg mm<sup>-1</sup>) elmaradtak a terméshozadék szempontjából optimális trágyakezelések esetén kapott értékektől (monokultúra: 31,2 kg mm<sup>-1</sup>, bikultúra: 26,3 kg mm<sup>-1</sup>, trikultúra: 21,6 kg mm<sup>-1</sup>). Ezek a vizsgálati eredmények azt bizonyítják, hogy a bőséges csapadék, jelentős mértékben növelte a kijutatott műtrágya, illetve a talajban felvehető tápanyagok hasznosulását. Továbbá megállapítottuk, hogy kedvező évjáratban a nagy mennyiségű csapadék csökkentheti a vetésváltás kedvezőtlen hatását (7. táblázat).

7. táblázat

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

	Monokultúra (1)	Bikultúra (2)	Trikultúra (3)
Tápanyag-szintek (4)	Termés kg mm <sup>-1</sup> (5)	Termés kg mm <sup>-1</sup> (5)	Termés kg mm <sup>-1</sup> (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 (5)

A 2009. tenyészévben hasonlóan a 2007. és a 2008. tenyészévhez a legkisebb vízhasznosítási értékeket a monokultúrában mértük (41,5-64,0 kg mm<sup>-1</sup>). Ezzel szemben jóval kedvezőbbek voltak a bikultúra (68,6-83,6 kg mm<sup>-1</sup>) valamint a trikultúra (59,1-72,3 kg mm<sup>-1</sup>) 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<sup>-1</sup>, bikultúra: 68,6 kg mm<sup>-1</sup>, trikultúra: 59,0 kg mm<sup>-1</sup>) mért vízhasznosítási értékek jóval alulmúlták a terméshozadék szempontjából optimális műtrágyakezelésekben kapott értékeket (monokultúra: 64,0 kg mm<sup>-1</sup>, bikultúra: 68,6 kg mm<sup>-1</sup>, trikultúra: 72,3 kg mm<sup>-1</sup>) (7. táblázat).

8. táblázat

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

	Monokultúra (1)	Bikultúra (2)	Trikultúra (3)
Tápanyag-szintek (4)	Termés kg mm <sup>-1</sup> (5)	Termés kg mm <sup>-1</sup> (5)	Termés kg mm <sup>-1</sup> (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 (5)

Az 1 mm csapadékra jutó termésmennyiséget a tenyészévek átlagában is értékeltük. A legkedvezőbb vízhasznosítási értékeket a bikultúrában érték el, mind a kontroll (42 kg mm<sup>-1</sup>), mind az optimális tápanyagszint (50 kg mm<sup>-1</sup>) esetében. A kontroll kezelésben a legkisebb vízhasznosulási értéket (25 kg mm<sup>-1</sup>) a monokultúrában érték el, ami a kedvezőtlen talajhasználatra vezethető vissza. A monokultúrában a kontroll kezeléshez viszonyítva az optimális tápanyagszinten a vízhasznosítási érték 14,0 kg mm<sup>-1</sup>-al volt nagyobb, a bi- és trikultúrában pedig 8 kg mm<sup>-1</sup>-al (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 <sup>-1</sup> ) (5)	NPK optimum (kg ha <sup>-1</sup> ) (6)	Ø (kg ha <sup>-1</sup> ) (5)	NPK optimum (kg ha <sup>-1</sup> ) (6)	Ø (kg ha <sup>-1</sup> ) (5)	NPK optimum (kg ha <sup>-1</sup> ) (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 (7)	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), Controll (5), NPK optimum

## 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 termésmenvelő hatását. Az 1 kg NPK hatóanyagra jutó legnagyobb termésmenvekedést monokultúrában az N<sub>120</sub>+PK tápanyagszinten tapasztaltunk a 2007. (5,7 kg ha<sup>-1</sup>) és a 2008. tenyészévekben (16,2 kg ha<sup>-1</sup>). A markáns termésmenvekedés a kukorica kedvezőtlen monokultúras termesztése miatt alakult ki. Monokultúras termesztésnél nélkülözhetetlen az optimális hatóanyag visszafoglalás.

Vizsgálatai eredményeinket a tenyészévek átlagában értékelve arra a megállapításra jutottunk, hogy a kijutatott műtrágyadózisokra legerősebben a monokultúra reagált (1 kg NPK hatóanyagra jutó termés: 13 kg ha<sup>-1</sup>). A vetésváltás kedvező hatását az elért terméseredményeink bizonyították. A vizsgált tenyészévek átlagában a legnagyobb termést a bikultúra esetén (11379 kg ha<sup>-1</sup>), a legkisebb termést pedig a monokultúrában (9171 kg ha<sup>-1</sup>) érték el. Továbbá a tenyészévek átlagában, bi- és trikultúrában az 1 mm csapadékra jutó termésmennyiség kedvezőbben alakult a monokultúrával szemben.

## IRODALOM

- ANTAL J. - JOLÁNKAI M. (2005): A növénytermesztés alapjai Gabonafélék Mezőgazda Kiadó Bp. (9-10, 301-303.)
- BERZSENYI Z.- GYÖRFFY 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 (2000) 225
- GYÖRFFY B. - BÖLÖNI J. (1965): Kukoricatermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Bp
- LENTE Á.- PEPÓ P. (2009): Az évjárat és néhány agrotechnikai tényező hatása a kukorica termésére csemozjom talajon. Növénytermelés. 58. 3. 39 - 51.
- MENYHÉRT Z. (1985): A kukoricatermesztés kézikönyve (29-31,295-300,335-340.)
- JOVANOVIĆ Z. - TOLIMIR M. - DLOVIĆ I. - CVIJOVIĆ M. (2007): Influences of growing system and NPK-fertilization on maize yield on pseudogley of Central Serbia. (Cereal Research Communications, 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. (2003): A vetésváltás jelentősége a kukoricatermesztésben 61 Agro Napló 200/3, 12-14 p.
- SÁRVÁRI M. - BOROS B. (2010): A vetésváltás és az NPK tápanyagellátás hatása a kukorica termésére. Növénytermelés, Budapest 59.3, 37-52.