

Az agrotechnikai tényezők hatása a kukorica agronómiai tulajdonságaira tartamkísérletben

VÁRI ENIKŐ-PEPÓ PÉTER

Debreceni Egyetem AGTC Növénytudományi Intézet, Debrecen

Összefoglalás

Tartamkísérletben, csernozjom talajon, a Hajdúságban vizsgáltuk, hogy adott tőszám (60 ezer/ha) esetén a különböző tápanyagszintek hatására, valamint, hogy adott trágyaszint mellett ($N_{120}P_{90}K_{90}$) a különböző tőszámok hatására hogyan változik a kukorica növények magassága, az üszögfertőzés, a csőfuzárium- fertőzés, a szárdőlés, valamint a Push-teszt értéke és a termés nagysága.

Vizsgálataink a 2010. év adatait tartalmazzák. Vetésváltás esetén három modell került beállításra (mono-, bi- [búza, kukorica], trikultúra [borsó, búza, kukorica]). A kezeléseknél öt tápanyagszintet (kontroll [kezeletlen], $N_{60}P_{45}K_{45}$, $N_{120}P_{90}K_{90}$, $N_{180}P_{135}K_{135}$, $N_{240}P_{180}K_{180}$) és három állománysűrűségi értéket alkalmaztunk (40 ezer/ha, 60 ezer/ha, 80 ezer/ha).

A növekvő trágyaadagok hatására $N_{240}+PK$ tápanyagszintig szignifikánsan nőtt a növénymagasság, $N_{240}P_{180}K_{180}$ tápanyagszinten vetésváltástól függően 247,0–286,4 cm közötti értékeket mértünk. A különböző tápanyagszintek befolyásolták az üszög- és a csőfuzárium-fertőzés, a szárdőlés és a Push-teszt nagyságát. A legnagyobb értékeket mindhárom vetésváltási modellnél a $N_{240}+PK$ trágyaszinten kaptuk. A vetésváltás módosította az optimális trágyaadagot. Monokultúrás termesztés esetén a legnagyobb termést a $N_{240}+PK$ trágyaszintnél (8726 kg/ha), bikultúrában a $N_{180}+PK$ tápanyagszintnél (9371 kg/ha), míg a vetésváltás kedvező hatása következményeként trikultúrában a $N_{120}+PK$ trágyaszintnél értük el (9424 kg/ha).

A három vetésváltási rendszerben adott trágyaszint mellett ($N_{120}P_{90}K_{90}$) a növényszám növelésének hatására szignifikánsan nem változtak az agronómiai és növényegészségügyi paraméterek. A tőszám növelésének hatására emelkedett a termés. A

legnagyobb termésmennyiséget a 80 ezer/ha tőszám esetén tapasztaltuk (monokultúrában 7937 kg/ha, bikultúrában 9290 kg/ha, trikultúrában 9510 kg/ha). Mindhárom vetésváltás esetén érvényesült, hogy 60 ezer/ha állománysűrűségig a terméseredmények szignifikáns mértékben növekedtek, a 80 ezer/ha tőszám esetén már nem tapasztaltunk szignifikáns mértékű termésnövekedést.

A tőszám egyik vetésváltási modell esetén sem mutatott összefüggést egyik agronómiai tulajdonsággal sem. Ezzel szemben mindhárom vetésváltás esetén a trágyázás erős vagy közepes pozitív kapcsolatot adott a kukorica növények magasságával (0,928–0,967), az üszögfertőzés (0,734–0,795), a csőfuzárium-fertőzés (0,658–0,817), és a szárdőlés (0,752–0,825) mértékével, valamint a Push-teszt (0,728–0,867) értékével és a termés nagyságával (0,545–0,898).

Kulcsszavak: kukorica, vetésforgó, műtrágyázás, termés, agronómiai jellemzők

The effect of agrotechnical factors on the agronomic features of maize in a long-term experiment

E. VÁRI–P. PEPÓ

University of Debrecen, Centre of Agricultural and Applied Economic Sciences,
Institute of Crop Sciences, Debrecen

Summary

In a long-term field trial on chernozem soil in the Hajdúság region, the following two aspects were analysed: 1) the effect of different fertilisation levels at a specific crop density level (60 thousand ha⁻¹) and 2) the effect of different crop density levels at a specific fertilisation level (N₁₂₀P₉₀K₉₀) on the following parameters: plant height, corn smut infection, fusarium infection, lodging, Push-test and crop yield.

Data of the year 2010 were analysed. Three crop rotation models were used (mono- and biculture [wheat, maize], triculture [pea, wheat, maize]). Five fertilisation levels (control [untreated], N₆₀P₄₅K₄₅, N₁₂₀P₉₀K₉₀, N₁₈₀P₁₃₅K₁₃₅, N₂₄₀P₁₈₀K₁₈₀) and three crop density levels were used (40 thousand ha⁻¹, 60 thousand ha⁻¹, 80 thousand ha⁻¹).

The increasing fertiliser doses significantly increased plant height up to the level of N₂₄₀+PK; at N₂₄₀P₁₈₀K₁₈₀ crop density the plant height ranged between 247.0 and

286.4 cm respectively of the crop rotation system. Fertilisation levels influenced corn smut infection, fusarium ear rot, lodging and Push-test values. The highest values were obtained with $N_{240}+PK$ fertilisation level in all three crop rotation systems. The crop rotation system influenced the optimal level of fertilisation. The highest yield was obtained with $N_{240}+PK$ (8726 kg ha⁻¹), $N_{180}+PK$ (9371 kg ha⁻¹) and $N_{120}+PK$ (9424 kg ha⁻¹) fertilisation levels in monoculture, biculture and triculture, respectively.

The higher crop densities caused no significant change in the agronomic and plant health parameters at the fertilisation level ($N_{120}P_{90}K_{90}$) in the three crop rotation systems. At higher crop density levels, yields also increased. The highest yields were obtained at the 80 thousand ha⁻¹ crop density level (in monoculture: 7937 kg ha⁻¹, in biculture: 9290 kg ha⁻¹, in triculture: 9510 kg ha⁻¹). Crop yields significantly increased up to 60 thousand ha⁻¹ crop density level; however, no significant increase was observed at the 80 thousand ha⁻¹ crop density level.

There was no correlation between crop density and agronomic features in either crop rotation model. On the contrary, in all three crop rotation models there was strong or medium correlation between fertilisation and plant height (0.928–0.967), rust infection (0.734–0.795), fusarium ear rot (0.658–0.817), and lodging (0.752–0.825), as well as Push test values (0.728–0.867) and crop yield (0.545–0.898).

Key words: corn, crop rotation, fertilisation, yield, agronomic traits

Влияние агротехнических факторов на агрономические свойства кукурузы в продолжительном опыте

Э. ВАРИ–П. ПЕПО

Институт Ботаники Центра Агро-Экономических Наук Дебреценского Университета,
Дебрецен

Резюме

В продолжительном опыте на чернозёмной почве в Хайдусаге (Hajdúság) исследовали, что в случае данного числа стеблей (60 тыс/га) под влиянием различных уровней питательного вещества, а также, что при данном уровне удобрения ($N_{120}P_{90}K_{90}$) под влиянием различного числа растений как изменяется высота растений кукурузы-

зы, заражение головнёй кукурузы, фузариозом початков, падение стеблей, а также показатель Пуш-теста (Push-test) и величину урожая.

Наши исследования содержат данные 2010 года. В случае севомена установили три модели (моно-, би- [пшеница, кукуруза], трикультура [горох, пшеница, кукуруза]). В обработках применяли пять уровней питательного вещества (контроль [без обработки], $N_{60}P_{45}K_{45}$, $N_{120}P_{90}K_{90}$, $N_{180}P_{135}K_{135}$, $N_{240}P_{180}K_{180}$) и три числа густоты насаждений (40 тыс/га, 60 тыс/га, 80 тыс/га).

Под влиянием растущих доз удобрения до уровня $N_{240}+PK$ значительно увеличилась высота растений, на уровне питательного вещества $N_{240}P_{180}K_{180}^0$ в зависимости от севомена измерили величины 247,0–286,4 см. Различные уровни питательного вещества повлияли на величину заражений головнёй и фузариозом початка, на падение стеблей и на величину Push-теста. Самые большие величины при всех трёх моделях севомена получили на уровне питательного вещества $N_{240}+PK$. Севомен изменил оптимальную дозу удобрений. В случае монокультурного выращивания самый большой урожай достигли при уровне удобрений $N_{240}+PK$ (8726 кг/га), в бикультуре при $N_{180}+PK$ уровне удобрений (9371 кг/га), и как следствие благоприятного действия севомена в трикультуре достигли самый большой урожай при уровне удобрений $N_{120}+PK$ (9424 кг/га).

В трёх севоменных системах при данном уровне удобрения ($N_{120}P_{90}K_{90}$) под влиянием увеличения числа растений значительно не изменились агрономические и санитарные параметры растений. Под влиянием роста числа стеблей увеличился урожай. Самое большое количество урожая обнаружили в случае числа растений 80 тыс/га (в монокультуре 7937 кг/га, в бикультуре 9290 кг/га, в трикультуре 9510 кг/га). Во всех трёх севоменах проявилось, что до густоты насаждения 60 тыс/га результаты урожаев в значительной мере росли, а в случае числа стеблей 80 тыс/га уже не обнаружили значительного увеличения урожая.

Число стеблей ни при любой модели севомена не показало связь ни с одним агрономическим свойством. В отличие от этого в случае всех трёх севоменов внесение удобрений показало сильную или среднюю позитивную связь с высотой кукурузных растений (0,928–0,967), с показателем заражения головнёй (0,734–0,795), фузариозом початка (0,658–0,817), и с величиной падения стеблей (0,752–0,825), а также с показателем Push-теста (0,728–0,867) и с величиной урожая (0,545–0,898).

Ключевые слова: кукуруза, севооборот, внесение искусственных удобрений, урожай, агрономические показатели

Bevezetés és irodalmi áttekintés

A kukoricát Magyarországon több mint 1 millió hektáron termesztik, termés-átlaga az évjáratától és a termesztés színvonalától függően 4–7 t/ha között változik.

Pepó (2006) szerint az agrotechnikai elemek közül kiemelkedő jelentősége van a vetésváltásnak. A kukorica a részleges monokultúrát eltűri ugyan, de a monokultúrában termesztett kukorica átlagos évjáratban 1,3 t/ha-ral, aszályos évjáratban pedig 3–4 t/ha-ral kevesebb termést adott a vetésváltásban termesztetthez képest. Monokultúrában a legnagyobb termés kiesést a gombabetegségek okozzák (*Kurowski és Adamiak 2007*). *Győrffy és Berzsenyi (1992)* megállapították, hogy a szakszerű vetésváltás egy eredményes és költségtakarékos eszköz a károsítók elleni védekezésben.

A vetésváltás az optimális N adag (+PK) nagyságát is befolyásolja. Trikkultúrában az $N_{113}+PK$, bikultúrában az $N_{147}+PK$, monokultúrában az $N_{187}+PK$ kg/ha adagok voltak optimálisak a kukoricahibridek átlagában (*Pepó 2001*).

A kukoricatermesztésben kiemelkedő jelentősége van a harmonikus NPK tápanyag visszapótlásnak (*Nagy és Huzsvai 2005*). *Sárvári és Boros (2010)* szerint egyre korszerűbb kukoricahibridek kerülnek a termesztésbe, amelyeknek a műtrágya-hasznosító képességük egyre jobb. Amíg az 1970–80-as években 180 kg/ha N jelentette az agroökológiai optimumot, addig napjainkban ez 120 kg/ha N hatóanyag. N hiány esetén kisebb és lassabb a szárazanyag felhalmozás és kisebb levelek fejlődnek (*Debreczeni és Szlovák 1985*). *Nagy (2007)* véleménye, hogy a szükséges tápanyagok hiánya vagy túlzott mennyisége egyaránt megzavarja a növény növekedését, fejlődést, ami morfológiai elváltozásokkal és a termés mennyiségi, minőségi leromlásával jár. *Izsáki (2005)* növényanalízis alapján 64 különböző trágyakezelést vizsgálva megállapította, hogy a levélben legnagyobb koncentrációban a N (3–5%) van jelen, majd ezt követi a kálium és a foszfor. A levél nitrogéntartalmának növekedésével összefüggésben nagyobb szemtermés képződik.

A kukoricatermesztés sikerességét alapvetően meghatározza a kórokozók és kártevők elleni védekezés. Minden olyan kártétel, élettani elváltozás, amely a zöld, fotoszintetizáló vegetatív felületet csökkenti, potenciális termés csökkentő tényező. A *Fusarium* fajok jelentősen csökkentik a kukorica terméseredményét és minőségét a gyökér-, cső-, szempenészesedéssel, korhadással (*Pepó et al. 2006*). A kukorica betegségei közül a *Fusarium* fajok előfordulása

lehet kihatással jelentős mértékben a terméseredményekre (Clements *et al.* 2003). A kukoricatermesztés hatékonyságát a *Diabrotica virgifera virgifera* által okozott szárdőlés is veszélyezteti. Száraz évjáratban a *Diabrotica virgifera virgifera* nem okozott növénydőlést, optimális vízellátottságú évjáratban viszont monokultúrás termesztésben jelentős megdőlés következett be (Pepó 2009).

A kukorica termését a tőszám is befolyásolja, Győrffy (1976) szerint a kukorica termésére ható tényezők közül (trágyázás, fajta, ápolás, növényszám, művelés) a növényszám 20%-kal részesedik a termésnövekedésből. Berzsenyi és Dang (2006) vizsgálatai azt mutatják, hogy a növényszám növelésének hatására a csőtermés és a szemtermés nagyobb arányban csökkent, mint a növény vegetatív szerveinek tömege.

Anyag és módszer

A vizsgálatokat a Debreceni Egyetem AGTC Látóképi Kísérleti Telepén, 1983-ban dr. Ruzsányi László professzor úr által beállított tartamkísérletben végeztük. A kísérleti telep Debrecentől 15 km-re nyugati irányban fekszik, a Hajdúsági Lőszháton. A terület talaja sík, kiegyenlített, talajgenetikailag a mészlepedékes csernozjom típusba tartozik. A kiindulási állapot vizsgálati adatai azt mutatják, hogy a terület talajfizikailag a vályog kategóriába sorolható, kémhatása közel semleges. Foszforellátottsága közepesnek, káliumellátottsága közepes-jónak tekinthető (1. táblázat).

Vizsgálataink a 2010. év adatait tartalmazzák. Vetésváltásra három modell került beállításra:

- monokultúra,
- bikultúra (búza, kukorica),
- trikultúra (borsó, búza, kukorica).

A kezelésekből öt tápanyagszintet (2. táblázat) és három állománysűrűségi értéket alkalmaztunk. A három állománysűrűségi érték 40 ezer/ha, 60 ezer/ha, valamint 80 ezer/ha volt. A kísérleti parcellák véletlen blokk elrendezéssel, 4 ismétlésben lettek beállítva, a parcellaméret 9,2 m×5 m. Az alkalmazott kukorica hibrid a Reseda (PR37M81) volt.

1. táblázat. *A kísérleti terület talajvizsgálatai
(Debrecen)*

Talaj- réteg (cm) (1)	pH (KCl) (2)	KA (3)	CaCO ₃ % (4)	Humusz % (5)	Össz. N % (6)	NO ₃ + NO ₂ ppm (7)	P ₂ O ₅ (8)	K ₂ O (9)
							AL oldható	
							ppm	ppm
0-25	6,46	43,0	0	2,76	0,150	6,20	133,4	239,8
25-50	6,36	44,6	0	2,16	0,120	1,74	48,0	173,6
50-75	6,58	47,6	0	1,52	0,086	0,60	40,4	123,0
75-100	7,27	46,6	10,25	0,90	0,083	1,92	39,8	93,6
100-130	7,36	45,4	12,75	0,59	0,078	1,78	31,6	78,0

Table 1. Experimental soil data (Debrecen). (1) Soil layers (cm), (2) pH value, (3) Soil physical structure (AK), (4) CaCO₃%, (5) Humus content %, (6) Total N %, (7) NO₃+NO₂ ppm, (8) AL soluble P₂O₅, (9) AL soluble K₂O.

2. táblázat. *A kísérletben alkalmazott műtrágyakezelések
(Debrecen 2010)*

Kezelések (1)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. kezelés (kg/ha)	0	0	0
2. kezelés (kg/ha)	60	45	45
3. kezelés (kg/ha)	120	90	90
4. kezelés (kg/ha)	180	135	135
5. kezelés (kg/ha)	240	180	180

Table 2. Applied fertiliser doses. (1) Treatments.

A meteorológiai tényezők alakulását 2010-ben az 3. táblázat tartalmazza. A kukorica eredményes termesztéséhez meleg, napfényes, megfelelő vízellátottságú időjárás szükséges. A kukorica melegigénye mellett a vízigénye is jelentős. Különösen fontos a májusi meleg, a júliusi és augusztusi csapadék mennyisége, mivel vízigénye a címerhánnyás és a csösképzés idején a legnagyobb. A 2010. tenyészév márciusi átlaghőmérséklete 7,6 °C volt (a sokévi átlag 5,0 °C), és 19,1 mm-rel kevesebb csapadék hullott a sokévi átlaghoz képest. Az áprilisban

(83,9 mm) és májusban (111,4 mm) lehullott csapadék mennyisége lényegesen meghaladta a sokévi átlagot (42,4 mm, ill. 58,8 mm), amely kedvező vízellátottsági feltételeket biztosított a kukorica kezdeti fejlődéséhez. Ezen hónapok átlaghőmérséklete is (11,6 °C, ill. 16,6 °C) kedvezett a vegetatív fejlődésnek, mivel az átlag feletti voltak (10,7 °C, ill. 15,8 °C). A csapadékos és átlagosnál melegebb időjárás folytatódott júniusban és júliusban is, amely tovább biztosította a kukorica megfelelő vízellátását, és zavartalan fejlődését. Augusztusban is az átlagot meghaladó mennyiségű csapadék hullott, amely kedvező volt a szentelítődési folyamatokra. A hűvös és csapadékos szeptember következtében hosszabb volt az érés, lassúbb volt a szemtermés vízleadása.

3. táblázat. *A meteorológiai tényezők alakulása a kukorica vegetációs periódusában (havi csapadék, havi átlaghőmérséklet) (Debrecen 2010)*

Hónap (1)	Csapadék (mm)			Hónap (1)	Hőmérséklet (°C)		
	(2)				(3)		
	2010	30 éves átlag (1960–1990) (4)	Eltérés a sokévi átlagtól (5)		2010	30 éves átlag (1960–1990) (4)	Eltérés a sokévi átlagtól (5)
		2010			2010		
Március (6)	14,4	33,5	-19,1	Március (6)	7,6	5,0	2,6
Április (7)	83,9	42,4	41,5	Április (7)	11,6	10,7	0,9
Május (8)	111,4	58,8	52,6	Május (8)	16,6	15,8	0,8
Június (9)	100,9	79,5	21,4	Június (9)	19,7	18,7	1,0
Július (10)	97,2	65,7	31,5	Július (10)	22,0	20,3	1,7
Augusztus (11)	98,3	60,7	37,6	Augusztus (11)	19,0	19,6	-0,6
Szeptember (12)	98,4	38,0	60,4	Szeptember (12)	14,1	15,8	-1,7
<i>Csapadék összesen (mm) (13)</i>	<i>630,5</i>	<i>378,6</i>	<i>251,9</i>	<i>Átlaghőmérséklet (°C) (14)</i>	<i>15,8</i>	<i>15,1</i>	<i>0,7</i>

Table 3. Meteorological parameters in the vegetation period of maize (precipitation, mean monthly temperature, Debrecen, 2010). (1) Month, (2) Precipitation, (3) Temperature, (4) 30-year average, (5) Difference, (6) March, (7) April, (8) May, (9) June, (10) July, (11) August, (12) September, (13) Total rainfall, (14) Mean temperature.

A kísérletben alkalmazott talajművelési eljárások és növényvédelmi kezelések elvégzésének időpontjait a 4. táblázat tartalmazza. A kukorica vetését mindhárom vetésváltási modellben azonos időpontban végeztük (2010. 04. 23.). A talajfertőtlenítést csak a monokultúras termesztésnél alkalmaztuk, a vetéssel egy menetben. A kijuttatott talajfertőtlenítő szer a Force 1,5 G volt, 14 kg/ha-os dózisban. A gyomok ellen mindhárom vetésváltásnál azonos időpontban (2010. 05. 26.), azonos szerkombinációval védekeztünk (Laudis [2,25 l/ha] +Banvel 480 [0,3 l/ha]). A parcellák betakarítását automata mérleggel felszerelt Sampo 2010 típusú parcella kombájn segítségével végeztük, amely Oros 2011 típusú kétsoros kukorica adapterrel van felszerelve.

4. táblázat. A kísérletben alkalmazott talajművelési eljárások és növényvédelmi kezelések

Műveletek (1)	Monokultúra (2)	Bikultúra (3)	Trikultúra (4)
Tarlóhántás (5)	-	2009. 07. 23	2009. 07. 23
Őszi műtrágyaszórás (6)	2009. 10. 08	2009. 08. 10	2009. 08. 11
Műtrágya bedolgozás (7)	2009. 10. 09	2009. 08. 10	2009. 08. 11
Őszi szántás (8)	2009. 10. 19	2009. 09. 29	2009. 10. 19
Szántás elmunkálás (9)	2010. 03. 23	2010. 03. 23	2010. 03. 23
Tavaszi műtrágyaszórás (10)	2010. 04. 13	2010. 04. 21	2010. 04. 13
Műtrágya bedolgozás (7)	2010. 04. 13	2010. 04. 23	2010. 04. 13
Magágy-készítés (11)	2010. 04. 23	2010. 04. 23	2010. 04. 23
Vetés (12)	2010. 04. 23	2010. 04. 23	2010. 04. 23
Talajfertőtlenítés (13)	2010. 04. 23	-	-
Gyomirtás (14)	2010. 05. 26	2010. 05. 26	2010. 05. 26
Kultivátorozás (15)	2010. 06. 09	2010. 06. 09	2010. 06. 09
Betakarítás (16)	2010. 10. 11	2010. 10. 04	2010. 10. 08

Table 4. Applied soil cultivation and crop protection treatments. (1) Agrotechnical elements, (2) Monoculture, (3) Biculture, (4) Triculture, (5) Stubble, (6) Autumn fertilisation, (7) Incorporation of fertiliser, (8) Autumn ploughing, (9) Plough tillage, (10) Spring fertiliser, (11) Seed-bed preparation, (12) Sowing, (13) Soil disinfection, (14) Weed control, (15) Mechanical weed control, (16) Harvest.

Eredmények és értékelés

Vizsgáltuk mindhárom vetésváltási rendszerben, hogy adott tőszám (60 ezer/ha) esetén a különböző tápanyagszintek hatására hogyan változik a kukorica növények magassága, az üszögfertőzés, a csőfuzárium-fertőzés, és a szárdőlés mértéke, valamint a Push-teszt értéke és a termés nagysága (5. táblázat).

5. táblázat. A vetésváltás és a tápanyagellátás hatása a kukorica agronómiai tulajdonságaira (Debrecen 2010)

Vetésváltás (A) (1)	Tápanyagszint (B) (2)	Növ. mag. (cm) (3)	Üszög-fert. (%) (4)	Cső-fuzárium (%) (5)	Szár-dőlés (%) (6)	Push-teszt (%) (7)	Termés (kg/ha) (8)
60 000 Mono- kultúra (9)	kontroll	160,1	1,9	1,7	2,0	5,2	4639
	N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	185,8	2,6	2,7	4,7	8,1	6584
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	213,5	4,3	3,1	6,2	10,7	7719
	N ₁₈₀ P ₁₃₅ K ₁₃₅	235,2	4,8	4,3	6,9	12,0	7892
	N ₂₄₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	247,0	5,2	4,7	7,6	13,8	8726
60 000 Bi- kultúra (10)	kontroll	201,2	1,6	2,4	2,9	5,1	7840
	N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	228,6	1,9	2,7	3,7	6,2	8437
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	263,1	2,6	3,6	4,7	8,9	8907
	N ₁₈₀ P ₁₃₅ K ₁₃₅	281,4	3,1	4,7	5,2	9,7	9371
	N ₂₄₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	286,3	3,5	5,3	5,9	10,4	9006
60 000 Tri- kultúra (11)	kontroll	219,6	1,9	2,0	4,2	7,6	6956
	N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	240,5	2,7	2,5	5,8	9,6	8482
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	259,4	3,6	2,9	8,3	11,9	9424
	N ₁₈₀ P ₁₃₅ K ₁₃₅	270,1	4,2	3,6	8,6	13,5	9143
	N ₂₄₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	281,4	5,0	3,4	10,1	14,7	9242
SzD _{5%} (A) (12)		11,6	1,3	1,1	2,1	3,8	641
SzD _{5%} (B) (13)		7,1	0,8	0,7	1,1	1,5	390
SzD _{5%} (A×B) (14)		12,2	1,3	1,2	1,8	2,7	676

Table 5. The effects of crop rotation and fertiliser on agronomic characteristic of maize (Debrecen 2010). (1) Crop rotation, (2) Fertiliser doses, (3) Plant height (cm), (4) Corn smut infection, (%), (5) Infection of corn cob fusarium (%), (6) Lodging (%), (7) Push-test (%), (8) Yield (kg ha⁻¹), (9) Monoculture, (10) Biculture, (11) Triculture, (12) LSD_{5%} A, (13) LSD_{5%} B, (14) LSD_{5%} A×B.

A Push-teszt érték megállapításánál parcellánként 10 növény szárára lábbal erőt fejtettünk ki. Amennyiben a kukorica 45° vagy annál kisebb szöget zár be a talajjal a taposás után, akkor megdőltnek tekintettük. A megdőlt növények arányát %-ban adtuk meg hektárra vonatkoztatva.

A tápanyagszintek növénymagasságra gyakorolt hatásánál az a tendencia érvényesült, hogy a növekvő trágyaadagok hatására $N_{240}+PK$ tápanyagszintig szignifikánsan nőtt a növénymagasság, vetésváltástól függően 247,0–286,4 cm közötti értékeket mértünk. A 2010. évben a kontroll parcellákban minimális volt az üszög- (1,6–1,9%) és a fuzárium-fertőzés mértéke (1,7–2,4%). mindhárom vetésváltás esetén. A nagyobb műtrágya adagok növelték a fertőzöttség mértékét, és a legmagasabb értéket a legnagyobb tápanyagszinten ($N_{240}+PK$) kaptuk, üszögfertőzésnél monokultúrában 5,2%-ot, bikultúrában 3,5%-ot, trikultúrában 5,0%-ot, míg csőfuzáriumnál 4,7%, 5,3% és 3,4%-ot. Megállapítható, hogy a különböző tápanyagszintek befolyásolták a szárdőlés nagyságát is. A nem trágyázott parcellákban 2,0–4,2% közötti, a legnagyobb trágyaszintnél pedig 5,1–10,1% közötti értékeket állapítottunk meg. A Push-teszt során kapott eredmények is hasonló tendenciát mutatnak. A nagyobb műtrágyaadagok növelték a Push-teszt nagyságát, a legnagyobb értéket a trikultúrás termesztésben, a $N_{240}+PK$ trágyaszinten kaptuk (14,7%). Igen jelentős termésnövekedést lehetett megállapítani a tápanyagellátás hatására. A kontroll parcellákban vetésváltástól függően 4939–7840 kg/ha közötti termésmennyiséget mértünk. Monokultúrában 4639–8726 kg/ha között, bikultúrában 7840–9371 kg/ha között, trikultúrás termesztésben 6956–9424 kg/ha között változott a kukorica termésmennyisége trágyaadagtól függően. Monokultúrás termesztés esetén a legmagasabb termést a $N_{240}+PK$ trágyaszintnél (8726 kg/ha), bikultúrában a $N_{180}+PK$ tápanyagszintnél (9371 kg/ha), míg a vetésváltás kedvező hatása következményeként trikultúrában a $N_{120}+PK$ trágyaszintnél értük el (9424 kg/ha).

A terméseredmények alapján regresszió analízissel kiszámítottuk a trágya optimum értékeket, amelyek a vetésváltás hatására jelentősen változtak (*1. ábra*). Monokultúra esetén 240 kg N, 180 kg P_2O_5 és 180 kg K_2O volt a trágya optimum. Bikultúra esetén a legnagyobb termést alacsonyabb műtrágya értéknél tapasztaltuk (192 kg N, 144 kg P_2O_5 és 144 kg K_2O). Trikultúrában a termésmaximumhoz tartozó műtrágya adagok 174 kg N, 130,5 kg P_2O_5 és 130,5 kg K_2O volt.

1. ábra. A tápanyagellátás hatása a kukorica termésére 60 ezer/ha tőszámánál különböző vetésváltás esetén (Debrecen 2010)

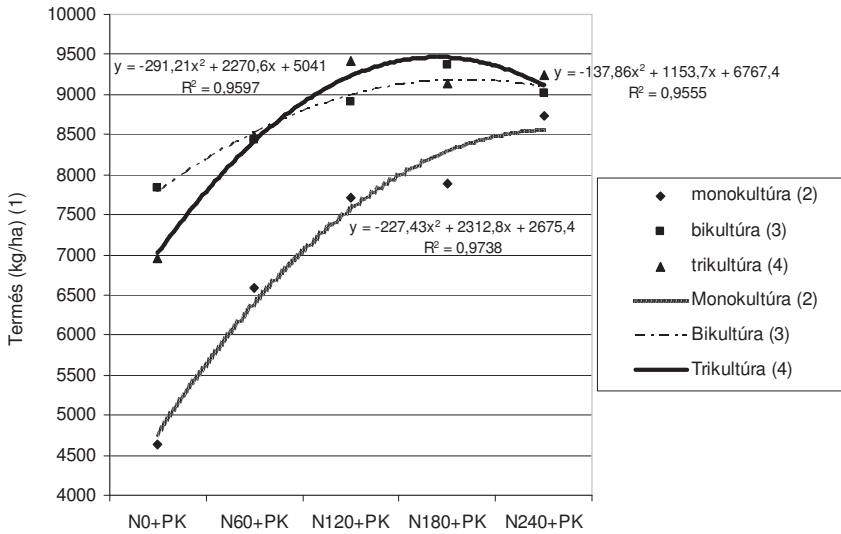


Figure 1. The effect of nutrient supply on maize yield at 60 thousand plants per hectare in various crop rotations (Debrecen 2010). (1) Yield (kg ha⁻¹), (2) Monoculture, (3) Biculture, (4) Triculture.

Kerestük a választ arra is, hogy a három vetésváltási rendszerben adott trágyaszint mellett (N₁₂₀P₉₀K₉₀) a különböző tőszámok hatására hogyan változtak az agronómiai és növény-egészségügyi paraméterek. Az adatokat a 6. táblázat tartalmazza.

A növényszám növelésének hatására szignifikánsan nem változott a növénymagasság. Monokultúrában 210,2–211,5 cm, bikultúrában 263,1–271,6 cm, trikultúra vetésváltás esetén 256,2–259,4 cm közötti növénymagasságokat mértünk. A tőszám nem befolyásolta jelentősen az üszög- és a csőfuzárium-fertőzés mértékét. A három vetésváltásnál nagyon hasonló eredményeket kaptunk mindhárom állománysűrűség esetén (üszögfertőzés: 2,4–4,6%, csőfuzárium-fertőzés: 2,5–3,9%). A Push-teszt értékeket sem befolyásolta jelentősen a tőszám, monokultúrában 10,4–11,2%-ot, bikultúrában 8,2–9,1%-ot, trikultúras termesztés esetén pedig 11,2–11,9%-ot tapasztaltunk. A tőszám növelésének hatására emelkedett a termés. Mindhárom vetésváltás esetén érvényesült, hogy 60 ezer/ha állománysűrűségig a terméseredmények szignifikáns mértékben

növekedtek, monokultúrában 4087 kg/ha, bikultúrában 1531 kg/ha, trikultúrában 2468 kg/ha terméstöbbletet mértünk. 80 ezer/ha tőszám esetén már nem tapasztaltunk szignifikáns mértékű termésnövekedést. Pearson-féle korrelációs számításokkal meghatároztuk a 2010. tenyészévben a tőszám, a műtrágyaadagok nagysága, a növénymagasság, az üszög- és a csőfuzárium-fertőzés, a szárdőlés, a Push-teszt, és a termés mennyisége közötti kapcsolatrendszeret elterő vetésváltás esetén. Vizsgálatainkban a 0,5 alatti értékkel jellemezhető korrelációt gyengének, a 0,5–0,7 közötti r értékeket közepesnek, míg a 0,7 feletti korrelációt erősnek tekintjük.

6. táblázat. *A vetésváltás és a tőszám hatása a kukorica agronómiai tulajdonságaira (Debrecen 2010)*

Vetés-váltás (A) (1)	Tőszám (B) (2)	Tápanyag-szint (3)	Növ. mag. (cm) (4)	Üszög-fert. (%) (5)	Cső-fuzárium (%) (6)	Szár-dőlés (%) (7)	Push-teszt (%) (8)	Termés (kg/ha) (9)
Mono-kultúra (10)	40 000	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	211,5	4,6	3,6	6,3	10,4	7176
	60 000		213,5	4,3	3,1	6,2	10,7	7719
	80 000		210,2	3,8	3,4	6,5	11,2	7937
Bi-kultúra (11)	40 000	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	268,6	2,9	3,9	4,6	8,2	8108
	60 000		263,1	2,6	3,6	4,7	8,9	8907
	80 000		271,6	2,4	3,6	4,7	9,1	9290
Tri-kultúra (12)	40 000	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	256,2	3,8	2,5	7,6	11,2	8685
	60 000		259,4	3,6	2,9	8,3	11,9	9424
	80 000		258,0	3,6	2,9	6,8	11,2	9510
SzD _{5%} (A) (13)			14,3	2,0	1,9	2,2	4,7	860
SzD _{5%} (B) (14)			7,0	0,7	0,7	1,1	1,6	368
SzD _{5%} (A×B) (15)			12,1	1,2	1,3	1,9	2,8	637

Table 6. The effects of crop rotation and plant number on agronomic characteristic of maize (Debrecen 2010). (1) Crop rotation (A), (2) Plant number (B), (3) Fertiliser, (4) Plant height (cm), (5) Corn smut infection, (%), (6) Infection of corn cob fusarium (%), (7) Lodging (%), (8) Push-test (%), (9) Yield (kg ha⁻¹), (10) Monoculture, (11) Biculture, (12) Triculture, (13) LSD_{5%} A, (14) LSD_{5%} B, (15) LSD_{5%} A×B.

A tőszám egyik vetésváltási modell esetén sem mutatott kapcsolatot, összefüggést egyik agronómiai tulajdonsággal sem. Mindhárom vetésváltás esetén szoros kapcsolatot állapítottunk meg a tápanyagszint és a növénymagasság között (7. táblázat).

7. táblázat. *Pearson-féle korreláció a vizsgált tényezők között mono-, bi- és trikultúrában (Debrecen 2010)*

		Növ. mag. (1)	Üszög- fert. (2)	Cső- fuzárium (3)	Szár- dőlés (4)	Push- teszt (5)	Termés (6)
Mono- kultúra	Tőszám (8)	0,001	-0,085	0,013	-0,039	0,009	0,185
(7)	Tápanyagszint (9)	0,967 (**)	0,795 (**)	0,737 (**)	0,825 (**)	0,867 (**)	0,898 (**)
Bi- kultúra	Tőszám (8)	0,024	-0,086	-0,006	-0,037	0,066	0,534 (**)
(10)	Tápanyagszint (9)	0,940 (**)	0,734 (**)	0,817 (**)	0,764 (**)	0,718 (**)	0,545 (**)
Tri- kultúra	Tőszám (8)	0,057	-0,049	0,139	-0,123	0,061	0,369 (**)
(11)	Tápanyagszint (9)	0,928 (**)	0,777 (**)	0,658 (**)	0,752 (**)	0,743 (**)	0,649 (**)

Table 6. Correlation between the analysed parameters in the mono-, bi-, triculture (Debrecen 2010). (1) Plant height, (2) Corn smut infection, (3) Infection of corn cob fusarium, (4) Lodging, (5) Push-test, (6) Yield, (7) Monoculture, (8) Plant number, (9) Fertiliser, (10) Biculture, (11) Triculture.

A trágyázás és termés között monokultúra (0,898) esetén szoros pozitív korrelációt, bi- (0,545) és trikultúránál (0,649) pedig közepes pozitív kapcsolatot mutatott az r érték alakulása. A búza után vetett kukoricánál csak közepes mértékű, pozitív összefüggés adódott a trágyázás és termés között, amely azzal hozható összefüggésbe, hogy az elővetemény a talaj tápanyagtartalmára kedvezően hatott.

A nem egyoldalú tápanyagfelhasználás következtében a talajban lévő tápanyagok a kukorica igényét jól ki tudták elégíteni, így a trágyaadagok termésre gyakorolt hatása mérsékeltebb volt. A trikultúrás termesztésnél is a talaj tápa-

nyagtartalmára kedvező hatást gyakorolt az elővetemény, emiatt kaptunk közepes, pozitív kapcsolatot. Összességében megállapítható, hogy a trágyázás termésre gyakorolt hatása tekintetében a legszorosabb pozitív korrelációt a monokultúrás termesztés során kaptuk.

Következtetések

A növekvő trágyaadagok hatására $N_{240}+PK$ tápanyagszintig szignifikánsan nőtt a növénymagasság. A különböző tápanyagszintek befolyásolták az üszög- és a csőfuzárium- fertőzés, a szárdőlés és a Push-teszt nagyságát, a legnagyobb értéket mindhárom vetésváltási modellnél a $N_{240}+PK$ trágyaszinten kaptuk. Igen jelentős termésnövekedést állapítottunk meg a tápanyagellátás hatására. Monokultúrás termesztés esetén a legmagasabb termést a $N_{240}+PK$ trágyaszintnél, bikultúrában a $N_{180}+PK$ tápanyagszintnél, míg a vetésváltás kedvező hatása következményeként trikultúrában a $N_{120}+PK$ trágyaszintnél értük el.

A három vetésváltási rendszerben adott trágyaszint mellett ($N_{120}P_{90}K_{90}$) a különböző tőszámok hatására változtak a vizsgált agronómiai tulajdonságok. A növényszám növelésének hatására szignifikánsan nem változott a növénymagasság, az üszög- és a csőfuzárium-fertőzés, a szárdőlés, a Push-teszt értéke. Mindhárom vetésváltás esetén érvényesült, hogy 60 ezer/ha állománysűrűségig a termések szignifikáns mértékben növekedtek, a 80 ezer/ha tőszám esetén már nem tapasztaltunk szignifikáns mértékű termésnövekedést.

A tőszám egyik vetésváltási modell esetén sem mutatott összefüggést egyik agronómiai tulajdonsággal sem. Ezzel szemben a trágyázás erős vagy közepes pozitív kapcsolatot adott a kukorica növények magasságával, az üszögfertőzés, a csőfuzárium-fertőzés-, és a szárdőlés mértékével, valamint a Push-teszt értékével és a termés nagyságával.

IRODALOM

- Berzsenyi Z.-Dang, Q. L.*: 2006. A növényszám hatásának vizsgálata különböző tenyésztésű kukorica- (*Zea mays* L.) hibridek vegetatív és reprodukzív szerveinek növekedésére Richards-függvénnyel. Növénytermelés. 55. 3-4: 255-275.
- Clements, J. M.-Campbell, W. K.-Maragos, M. C.-Pilcher, C.-Headrick, M. J.-Pataky, K. J.-White, G. H.*: 2003. Influence of Cry1 Ab protein and hybrid genotype on Fumonisin contamination and Fusarium ear rot of corn. Crop Science. 43: 1283-1293.

- Debreczeni B.-né–Szlovák S.*: 1985. A kukorica N-felvételének a tanulmányozása 15-N jelzett műtrágyával. III. Magyar Növényvédelmi Kongresszus. Szeged. 7. 2–4: 11.
- Győrffy B.*: 1976. A kukorica termésére ható növénytermesztési tényezők értékelése. Agrártudományi Közlemények. 35: 239–266.
- Győrffy B.–Berzsenyi Z.*: 1992. Martonvásári vetésforgó kísérlet 30 éves termésadatának összesítése 1961–1990. MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetének és Kísérleti Gazdaságának Közleményei. 16.
- Izsáki, Z.*: 2005. Limit value of nutritional status of maize (*Zea mays* L.) for plant analysis. Cereal Res. Commun. 33. 1: 101–104.
- Kurowski, T. P.–Adamiak, E.*: 2007. Occurrence of stem base diseases of four cereal species grown in long-term monocultures. Polish Journal of Natural Sciences. 22. 4: 574–583.
- Nagy J.–Huzsvai L.*: 2005. Hibridválasztás a kukoricatermesztés középpontjában. Gyakorlati Agrofórum Extra. 9: 30–32.
- Nagy J.*: 2007. Kukoricatermesztés. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- Pepó P.*: 2001. A genotípus és a vetésváltás szerepe a kukorica tápanyagellátásában csernozjom talajon. Növénytermelés. 50. 2–3: 189–202.
- Pepó, P.*: 2006. Fejlesztési alternatívák a magyar kukoricatermesztésben. Gyakorlati Agrofórum Extra. 13: 7–11.
- Pepó P.*: 2009. A kukorica (*Zea mays* L.) termése és növénydőlése száraz és csapadékos évjáratban csernozjom talajon. Növénytermelés. 58. 3: 53–66.
- Pepó P.–Tóth Sz.–Bódi Z.*: 2006. Kukoricavonalak és hibridjeik *Fusarium ssp.* és kukoricamoly- (*Ostrinia nubilalis* Hübner) ellenállóságának vizsgálata diallél keresztezésben. Növénytermelés. 55. 1–2: 63–70.
- Sárvári M.–Boros B.*: 2010. A vetésváltás és az NPK tápanyagellátás hatása a kukorica termésére. Növénytermelés. 59. 3: 37–52.

A szerzők levelezési címe – Adress of the authors:

Vári Enikő–Dr. Pepó Péter
Debreceni Egyetem AGTC Növénytudományi Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032