

Az állománysűrűség hatása eltérő genotípusú kukorica (*Zea mays* L.) hibridek termésére és levélterület-index (LAI) értékeire

Murányi Eszter

Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Növénytudományi Intézet, Debrecen
emuranyi@agr.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

Kísérletünkben három eltérő genotípusú kukorica-hibrid növényszám reakcióját vizsgáltuk szántóföldi kisparcellás kísérletben. A tőszám 50, 70 és 90 ezer növény/ha, míg a sortávolság 45 cm és 76 cm volt. A kísérlet a Debreceni Egyetem Agrártudományi Központ (ATK) Látóképi Kísérleti Telepén lett beállítva négy ismétlésben mészlepedékes csernozjom talajon.

A kukorica termésének kialakításában fontos szerepe van az asszimilációs felületnek, ezáltal a levélterület-indexnek. A vizsgált három eltérő genotípusú kukorica-hibrid levélterület-indexének maximumát ($2,4\text{--}4,8\text{ m}^2\text{ m}^{-2}$) virágzaskor érte el. A maximális levélterület-index a tőszám növelésével lineárisan nőtt. A rövidebb tenyészidejű hibridek kisebb levélterületet és termést értek el. A sortávolság csökkentés hatására a termés 5,63%-kal nőtt a hibridek átlagában. A vizsgált hibridek a termésmaximumukat 70 és 90 ezer növény/ha tőszámon érték el. Meghatároztuk azt a tőszám optimumot, amely az adott feltételek között a legkedvezőbb a vizsgált hibridek számára. A 45 cm sortávolságnál a nagyobb tőszám alkalmazása volt kedvező (76 712–84 938 növény/ha), míg a 76 cm sortávolságnál alacsonyabb (61 875–65 876 növény/ha) tőszám alkalmazása mellett érték el a hibridek termésük maximumát.

A levélterület-index értékekben a tőszámok között a virágzás időszakában (július 1., 24.) határozottunk meg szignifikáns különbséget. Az elért termésmennyiségben szignifikáns különbségek voltak a 45 cm sortávolságnál az 50 és a 70, 90 ezer/ha tőszám között, míg a 76 cm sortávolságnál az alkalmazott tőszámok nem okoztak szignifikáns különbséget a termésben. A vizsgált hibridek között szignifikáns eltérések voltak az elért terméseredményben.

Kulcsszavak: kukorica, tőszám, sortávolság, levélterület-index, termés

SUMMARY

We have investigated the plant number reactions of three maize hybrids of various genotypes in a small-plot field experiment. The plant numbers were 50, 70 and 90 thousand ha^{-1} , while the row distances were 45 and 76 cm. The experiment was set on the Látókép Experimental Farm of Centre for Agricultural Sciences of the University of Debrecen in four replications on calcareous chernozem soil.

The assimilation area and the leaf area index have important role in development of the crop yield. The studied three different genotype maize hybrids reached its maximum leaf area index at flowering. The maximum leaf area index increased linearly with increasing plant density. The season-hybrids reached less yield and leaf area index. According to our experimental results, we have concluded that with the decrease of the row spacing, the yield increased in the average of the hybrids. The studied hybrids reached the maximum yield at 70 and 90 plants ha^{-1} plant density. We determined the optimal plant number that is the most favourable for the certain hybrid under the given conditions. The higher plant density was favourable at 45 cm row spacing than 76 cm. The hybrids reached the maximum grain yield at 45 cm row spacing between 76 712–84 938 plants ha^{-1} , while the optimum plant density at 76 cm row spacing changed between 61 875–65 876 plants ha^{-1} .

The leaf area index values between the applied plant density for the flowering period (July 1, 24), we defined a significant differences. In the archived yields were significant differences at the 45 cm row spacing between 50 and 70, 90 thousand ha^{-1} plant density, while the number for the 76 cm row spacing used did not cause a significant differences in the yield. There were significant differences between the examined hybrids of yields.

Keywords: maize, plant density, row spacing, leaf area index, grain yield

BEVEZETÉS

Berzsényi és Lap (2006) szerint a növényszám olyan természetesi faktor, melynek legnagyobb hatása a levélterület-indexre és ez által a kukoricaállomány fényfelfogására van. Megállapították, hogy a hosszabb tenyészidejű hibrideknek nagyobb volt a levélterület-index értéke. A LAI lineáris függvény szerint meredeken nőtt a növényszám növelésével. A LAI maximális értékét virágzás időszakában mérték. A növényállomány mutatóinak, köztük a LAI növény számtól függő változásából arra következtettek, hogy a produkcióra vonatkozóan az optimális növény szám, hibridtől függően 60 és 80 ezer db/ha között van. Korábbi kutatásai során Berzsényi (1989) azt állapította meg, hogy az alacsonyabb növény számtól a magasabb felé halad-

va a LAI értéke következetesen nőtt. A növény szám és a LAI között lineáris kapcsolatot határozott meg, vagyis a LAI értéke lineárisan emelkedett a növény szám növekedésével. Az optimumot megközelítő $8 \cdot 10^3$ növény számnál a LAI max értéke 4,27 és 5,21 $\text{m}^2\text{ m}^{-2}$ között változott. Abuzar et al. (2011) szerint a tő szám szignifikáns hatással volt a levélterület-index értékekre, a LAI lineárisan nőtt az állomány növelésével.

Reszkető és Pék (2001) kutatásai szerint, a hibridek LAI értéke a tő szám hatására általában nőtt, és a maximumot 80 ezres tő számon érték el. Kutatásuk szerint, eltérő volt a LAI dinamikája. A vizsgált hibridek egy része július közepére, más része július végére–augusztus elejére érték el LAI értékük maximumát, amely értéke 3,68–5,27 $\text{m}^2\text{ m}^{-2}$ között változott.

Menyhért et al. (1980) regressziós egyenletek alkalmazásával megállapították, hogy a LAI optimális értéke a hibridtől függően 4,1–5,9 $m^2 m^{-2}$ érték között változott, az így elérhető termés 7,3–10,1 t/ha értékeknek adódott. Roedel és Coulter (2011) megállapítása szerint a kukorica termése és a tőszám között szoros összefüggés van. A vizsgált hibrid a maximális termést 81 700 növény/ha tőszámnál, vagy a fölötti tőszámon érte el. Berzsenyi és Lap (2005) kutatásai alapján megállapították, hogy az optimum tőszám a hibridek átlagában 67 483 és 70 161 növény/ha között változott. Bavec és Bavec (2002) meghatározták a termés és a LAI érték közötti összefüggést, amely 7–9 leveles fejlettségénél, virágzáskor és viaszéréskor $r=0,11$; $0,87$ és $0,56$ volt.

Nagy (1983) vizsgálati eredményei alapján arra következtet, hogy az optimálisnak tartott 60 ezer hektáronkénti tőszám 80 000 tő/hektárig növelhető eredményesen, ha a sortávolságot 70 centiméterről 50 cm-re szűkítjük. Shapiro és Wortmann (2006) kutatásai szerint a sortávolság csökkentése 76 cm-ről 51 cm-re 4%-os terméstopplettel eredményezett. Widdicombe és Thelen (2002) kutatási eredményeik szerint, a termés 2–4%-kal nőtt a sortávolság csökkentésével 76 cm-ről, 56 és 38 cm-re. Andrade et al. (2002), Lutz et al. (1971) megállapítása szerint szintén termésnövekedést eredményezett a sortávolság csökkentése.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérlet beállítása

A szántóföldi kisparcellás kísérlet négy ismétlésben a Debreceni Egyetem ATK Látóképi Kísérleti Telepén lett beállítva. A kísérletben 3 eltérő genotípusú kukoricahibrid vizsgálatát végeztük, mészlepedékes csernozjom talajon a 2013. tenyészévben. A vizsgált hibridek a Sarolta (FAO 280), az NK Lucius (FAO 330) és a P 9494 (FAO 390) volt. Három tőszám lett beállítva 50, 70 és 90 ezer növény/ha, 45 és 76 cm sortávolság alkalmazásával.

A 2013. évi tenyészidőszak időjárása

A 2013. tenyészévben összesen 379,2 mm csapadék hullott a kukorica tenyészidejében (március 1.–szeptember 30.), amely csapadékmennyiség megközelítőleg megegyezett a sokéves átlaggal (1. táblázat).

A kísérleti év időjárása a márciusi nagy mennyiségű (136,3 mm) csapadéknak köszönhetően nem volt aszályos, mivel ez a csapadék elegendő vízzel töltötte fel a talajt. A havi középhőmérséklet március, szeptember hónapok kivételével meghaladta a sokéves átlagot.

A kísérlet statisztikai elemzéséhez az SPSS for Windows 13.0 és Microsoft Office 2013 Excel programot használtuk. A kéttényezős varianciaanalízist és a korrelációanalízist Sváb (1981) szerint végeztük. A korrelációanalízisnél, ha az r értéke $<0,4$ – laza, $0,4$ – $0,7$ – közepes, $0,7$ – $0,9$ – szoros, $>0,9$ – erős összefüggést állapítottunk meg.

EREDMÉNYEK

A 2013. évben 3 eltérő genotípusú és tenyészidejű hibrid esetén vizsgáltuk a különböző tőszám, illetve sortávolság változatok alkalmazásának hatását a vizsgált hibridek levélterület-indexére és termésére.

A kukorica 2–4 leveles fejlettségi állapotnál a vizsgált tőszámoknál nem volt jelentős különbség a levélterület-index értékek alakulásában, azaz $0,3$ – $0,5 m^2 m^{-2}$ között változott. A 2–4 leveles fejlettségtől kezdve a tenyészidőszak folyamán, nőtt a levélterület-index, majd a maximumát elérve (július 1–24.), virágzás után a szentelítődés időszakában (augusztus, szeptember) lecsökkent a vizsgált tényezőktől függően $1,9$ – $2,8 m^2 m^{-2}$ értékre. A maximális levélterület-index értéke a 45 cm sortávolságnál $2,9$ – $4,8 m^2 m^{-2}$, míg a 76 cm sortávolságnál $2,4$ – $4,2 m^2 m^{-2}$ között változott (1–2. ábra).

A kutatás során eltérő genotípusú és tenyészidejű hibrideket vizsgáltunk, a Sarolta FAO 280, az NK Lucius FAO 330 és a P 9494 FAO 390 éréscsoportba tartozó hibridek LAI értéke nőtt a tenyészidőszak hosszának növekedésével. A rövidebb tenyészidejű hibridek kisebb levélterületet, illetve termést értek el.

A tőszámok között a virágzás időszakában a LAI értékében szignifikáns különbségek voltak mindkét vizsgált sortávolságnál.

A sortávolság csökkentés hatására a termés 5,63%-kal (797 kg/ha) nőtt a hibridek átlagában. A különböző genotípusú hibridek a tőszám növelésére, illetve a sortávolság csökkentésére eltérően, hibridspecifikusan reagáltak. A hibridek termése 10,8–17,7 t/ha között változott. Az 50 ezer/ha tőszám növelése 70 ezer/ha tőszámra a 45, 76 cm sortávolságnál minden hibrid terméstopplettel reagált, kivéve az NK Luciust. A vizsgált hibridek a termésmaximumukat 70 és 90 ezer növény/ha tőszámnál érték el (2. táblázat).

1. táblázat

A csapadék (mm) és a hőmérséklet (°C) értékek a 2013. tenyészévben, valamint a 30 éves átlagok

	Hónapok(1)							Összesen/Átlag(7)
	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	
2013. évi csapadék (mm)(2)	136,3	48,0	68,7	30,8	15,6	32,2	47,6	379,2
Csapadék 30 éves átlag (mm)(3)	33,5	42,4	58,8	79,5	65,7	60,7	38,0	378,6
Eltérés(4)	102,8	5,6	9,9	-48,7	-50,1	-28,5	9,6	0,6
2013. évi hőmérséklet (°C)(5)	2,9	12,0	16,6	19,6	21,2	21,5	14,0	15,4
Hőmérséklet 30 éves átlag (°C)(6)	5,0	10,7	15,8	18,7	20,3	19,6	15,8	15,1
Eltérés(4)	-2,1	1,3	0,8	0,9	0,9	1,9	-1,8	0,3

Table 1: Differences in precipitation (mm) and temperature (°C) from the 30 year average in maize growing season (Debrecen, 2013) Months(1), Monthly precipitation (mm) 2013(2), 30 year's average precipitation (mm)(3), Differences(4), Monthly average temperature (°C) 2013(5), 30 year's average temperature (°C)(6), Average(7)

1. ábra: A vizsgált kukoricahibridek levélfelület-indexének alakulása 45 cm sortávolságnál (Debrecen (2013))

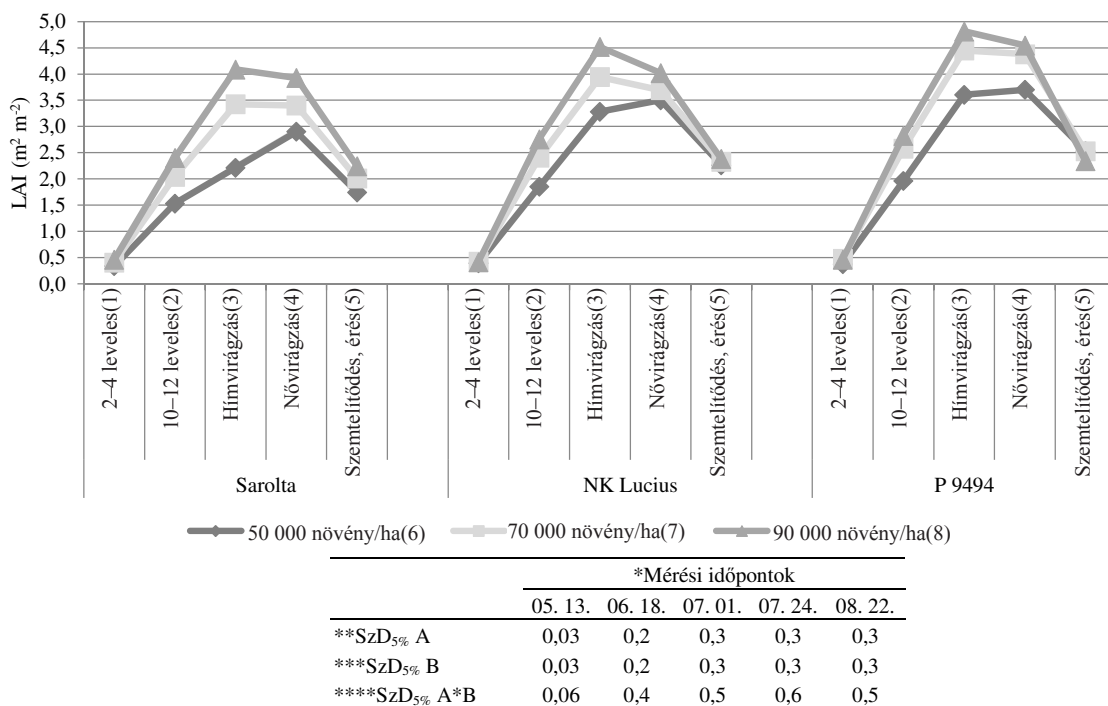


Figure 1: The leaf are index ($m^2 m^{-2}$) of the studied maize hybrids at 45 cm row spacing (Debrecen, 2013) 2–4 leaves(1), 10–12 leaves(2), Male flowering(3), Female flowering(4), Grain filling, ripening(5), 50 000 plant ha^{-1} (6), 70 000 plant ha^{-1} (7), 90 000 plant ha^{-1} (8), *Measurement dates, **LSD_{5%} A, ***LSD_{5%} B, ****LSD_{5%} A*B

2. ábra: A vizsgált kukoricahibridek levélfelület-indexének alakulása 76 cm sortávolságnál (Debrecen (2013))

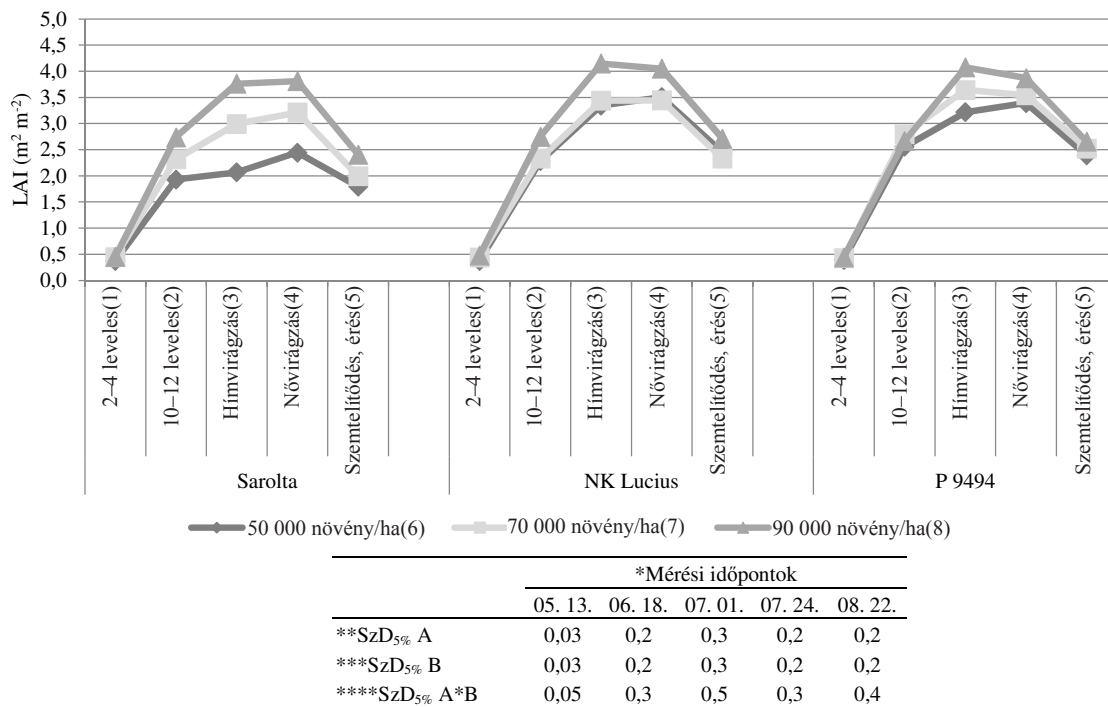


Figure 2: The leaf are index ($m^2 m^{-2}$) of the studied maize hybrids at 76 cm row spacing (Debrecen, 2013) 2–4 leaves(1), 10–12 leaves(2), Male flowering(3), Female flowering(4), Grain filling, ripening(5), 50 000 plant ha^{-1} (6), 70 000 plant ha^{-1} (7), 90 000 plant ha^{-1} (8), *Measurement dates, **LSD_{5%} A, ***LSD_{5%} B, ****LSD_{5%} A*B

2. táblázat

A vizsgált kukorica hibridek termése (t/ha) és maximális levélterület-index értékük ($m^2 m^{-2}$) (Debrecen, 2013)

Hibrid (B tényező)(2)	Tőszám (A tényező) (növény/ha)(1)						Sortávolság(3)	
	50 000			70 000			45 cm	
	90 000			50 000			76 cm	
	Sortávolság(3) (45 cm)			Sortávolság(3) 76 cm			Sortávolság(3) 45 cm 76 cm	
	Termés (t/ha)(4)							
Sarolta	10,8	12,6	12,9	11,9	12,0	11,8	12,1	11,9
NK Lucius	12,1	14,0	13,7	13,4	12,9	13,8	13,3	13,4
P 9494	16,7	17,5	17,7	15,1	15,6	14,3	17,3	15,0
Átlag(6)	13,2	14,7	14,8	13,5	13,5	13,3	14,2	13,4
SzD _{5%} A(7)	0,96			0,52				
SzD _{5%} B(8)	0,96			0,52				
SzD _{5%} A*B(9)	1,67			0,90				
	LAI ($m^2 m^{-2}$)(5)							
Sarolta	2,9	3,4	4,1	2,4	3,2	3,8	3,5	3,1
NK Lucius	3,5	3,9	4,5	3,5	3,4	4,2	4,0	3,7
P 9494	3,7	4,5	4,8	3,4	3,6	4,1	4,3	3,7
Átlag(6)	3,4	3,9	4,5	3,1	3,4	4,0	3,9	3,5
SzD _{5%} A (7)	0,3			0,2				
SzD _{5%} B (8)	0,3			0,2				
SzD _{5%} A*B (9)	0,4			0,4				

Table 2: The yields ($t ha^{-1}$) and the leaf area index ($m^2 m^{-2}$) of the studied maize hybrids (Debrecen, 2013)
Plant densities (50 000, 70 000 and 90 000 plants ha^{-1})(1), Hybrids(2), Row spacing (45 cm, 76 cm)(3), Yield ($t ha^{-1}$)(4), LAI ($m^2 m^{-2}$)(5), Averages(6), LSD_{5%} A(7), LSD_{5%} B(8), LSD_{5%} A*B(9)

A vizsgált tőszámok között csak a 45 cm sortávolságnál volt az elért termésmennyiségben szignifikáns különbség meghatározható, az 50 és a 70, 90 ezer növény/ha növényállomány között, míg a 76 cm sortávolságnál a különböző alkalmazott tőszámok nem okoztak szignifikáns különbségeket. A vizsgált hibridek között az elért terméseredményben szignifikáns különbségek voltak.

A maximális levélterület-index a tőszám növelésével lineárisan nőtt, a legnagyobb értéket a 90 ezer növény/ha tőszámnál érte el minden sortávolságnál. A maximális LAI értéke tőszámtól függően 2,4–4,8 $m^2 m^{-2}$ között változott.

A 45 és a 76 cm sortávolságnál minden alkalmazott tőszámnál szignifikáns különbség volt a LAI maximális értékei között.

A termés és tőszám összefüggését regressziós görbével ábrázolva, másodfokú függvénnyel meghatározható a maximális termés és a hozzá tartozó tőszám.

A 45 cm sortávolságnál a nagyobb 76 712–84 938 növény/ha, míg a 76 cm sor- távolságnál az alacsonyabb 61 875–65 876 növény/ha tőszám alkalmazása mellett érték el a hibridek termésük maximumát (3. táblázat).

A termés és a levélterület-index kapcsolata másodfokú függvénnyel írható le, amely alapján meghatározható egy várható, maximális LAI érték és a hozzá tartozó termés. A meghatározott LAI érték hibridtől függően 3,0–4,2 $m^2 m^{-2}$ között változott. A LAI értékhez tartozó tőszám értéke kiszámítható, mivel a levélterület-index a tőszám növelésével lineárisan nő, így illeszthető rá lineáris regressziós egyenlet. Meghatározható a számított LAI érték alapján az optimum tőszám, amely a hibridek átlagában a 45 cm sortávolságnál 82 144 növény/ha, míg a 76 cm sortávolságnál 72 458 növény/ha volt (4. táblázat).

3. táblázat

A tőszám és a vizsgált hibridek termése (t/ha) közötti összefüggés (Debrecen, 2013)

Hibrid(1)	Sortávolság(2)					
	45 cm		76 cm		45 cm	76 cm
	Regressziós egyenletek(3)				Maximális termés (t/ha)(4)	Tőszám optimum (növény/ha)(5)
Sarolta	$y' = -0,003x^2 + 0,3289x - 0,7488$		$y' = -0,0004x^2 + 0,0495x + 10,312$		12,8	11,8
NK Lucius	$y' = -0,0026x^2 + 0,3989x - 1,3892$		$y' = 0,0016x^2 - 0,2108x + 19,986$		13,9	13,0
P 9494	$y' = -0,0008x^2 + 0,1359x + 11,864$		$y' = -0,0023x^2 + 0,2984x + 5,8872$		17,6	15,6
Átlag(6)					14,8	13,5
					82 225	61 875
					76 712	65 876
					84 938	64 870
					81 292	64 207

Table 3: Relationship between the yields ($t ha^{-1}$) of the studied maize hybrids and plant number (Debrecen, 2013)
Hybrids(1), Row spacing (45 cm, 76 cm), Regression equations(3), Maximum yield ($t ha^{-1}$)(4), Plant number optimums (plants ha^{-1})(5), Average(6)

4. táblázat

A vizsgált kukorica hibridek levélterület-indexe ($m^2 m^{-2}$) és termése (t/ha), valamint levélterület-indexe ($m^2 m^{-2}$) és a tőszám (ezer növény/ha) közötti összefüggés (Debrecen, 2013)

Hibrid(1)	Sortáv(2)		45		76		Tőszám optimum(6)	
	45 cm	76 cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
	Regressziós egyenlet (polinom) (y'=) a LAI és a termés közötti összefüggés(3)		LAI ($m^2 m^{-2}$)(4)		Regressziós egyenlet (lineáris) (y'=) a tőszám és a LAI közötti összefüggés(5)			
Sarolta	$-2,7567x^2+21,055x-27,111$	$-0,3098x^2+1,8838x+9,1416$	3,8	3,0	$0,03x+1,3667$	$0,035x+0,6833$	82	67
NK Lucius	$-4,9367x^2+41,071x-71,138$	$-4,8571x^2+37,934x-59,893$	4,2	3,9	$0,025x+2,2167$	$0,0175x+2,475$	78	82
P 9494	$-0,3477x^2+3,8839x+7,0801$	$-7,3614x^2+54,045x-83,539$	4,8	3,7	$0,0275x+2,4083$	$0,0175x+2,475$	87	68
Átlag(7)			4,3	3,5			82	72

Table 4: Relationship between the LAI values of the studied maize hybrids and yields, and relationship between the LAI values of the studied maize hybrids and plant density (Debrecen, 2013)

Hybrids(1), Row spacing (45 cm, 76 cm), Regression equations (polynomial)(3), Leaf area index ($m^2 m^{-2}$)(4), Regression equations (linear)(5), Optimum plant density (thousand plants ha¹)(6), Average(7)

Pearson-féle korrelációanalízis alapján szoros korreláció volt a hibrid és a realizált termés nagysága között mindkét vizsgált sortávolságnál, azaz a vizsgált paraméterek közül a termésmennyiség fő meghatározója a genetikai potenciál. A tőszám és a levélterület-index között a 2–4 leveles állapottól, a virágzásig közepes erősségű összefüggés volt. A tőszám szinte az egész

tenyészedőszak alatt meghatározó tényezője a kialakított levélterületnek (5. táblázat).

A levélterület-index és a termés mennyisége között közepes szorosságú összefüggés volt ($r=0,331-0,604$). A levélterület meghatározta az asszimilációs felület nagyságát.

5. táblázat

A vizsgált paraméterek közötti korrelációanalízis (Debrecen, 2013)

Sortávolság(1)	Paraméter(2)	Tőszám(3)	Levélterület-index mérési időpontok(4)					Termés(5)
			05. 13.	06. 18.	07. 01.	07. 24.	08. 22.	
45 cm	Tőszám(3)	1	0,6178	0,749	0,678	0,505	0,120	-
	Termés(5)	-	0,5490	0,514	0,598	0,604	0,492	1
	Hibrid(6)	-	0,4990	0,399	0,495	0,495	0,499	0,820
76 cm	Tőszám(3)	1	0,6340	0,552	0,689	0,567	0,455	-
	Termés(5)	-	0,0105	0,518	0,331	0,338	0,439	1
	Hibrid(6)	-	-0,0576	0,397	0,430	0,317	0,533	0,863

Table 5: Correlation between the analysed parameters

Row spacing (45 cm, 76 cm)(1), Parameters(2), Plant density(3), LAI measurement dates(4), Yield(5), Hybrid(6)

KÖVETKEZTETÉSEK

A vizsgált három eltérő genotípusú kukoricahibrid levélterület-indexük maximumát ($2,4-4,8 m^2 m^{-2}$) virágzaskor érte el. Kutatásunk során a maximális levélterület-index a tőszám növelésével lineárisan nőtt. A rövidebb tenyészidejű hibridek kisebb levélterületet és termést értek el.

A sortávolság csökkentés hatására a termés 5,63%-kal nőtt a hibridek átlagában, Shapiro és Wortmann (2006), és Widdicombe és Thelen (2002) szintén termés-többletet ért el a sortávolság csökkentésével. A vizsgált hibridek a termésmaximumukat 70 és 90 ezer növény/ha tőszámon érték el. Meghatároztuk azt a tőszám optimumot, amely az adott feltételek között a legkedvezőbb a vizsgált hibridek számára. A 45 cm sortávolságnál a nagyobb 76 712–84 938 növény/ha, míg a 76 cm sortávolságnál alacsonyabb 61 875–65 876 növény/ha tőszám alkalmazása mellett érték el a hibridek termésük maximumát.

A levélterület-index értékekben a tőszámok között a virágzás időszakában (július 1., 24.) határoztunk meg szignifikáns különbséget. Az elért termésmennyiségben szignifikáns különbségek voltak a 45 cm sortávolságnál az 50 és a 70, 90 ezer/ha tőszám között, míg a 76 cm sortávolságnál az alkalmazott tőszámok nem okoztak szignifikáns különbséget a termésben. A vizsgált hibridek között szignifikáns eltérések voltak a termésben.

Berzsenyi és Lap (2006) meghatározták a levélterület-index növény számtól függő változását figyelembe véve azt a tőszámot, amely a termésre nézve optimális, az optimum tőszám értéke hibridtől függően 60 és 80 ezer/ha között volt. A kutatásunk során hibridtől és a sortávolságtól függően a 67 344 és 86 971 növény/ha között változott.

A korrelációanalízis alapján megállapítottuk, hogy az alkalmazott hibrid és az általa realizált termés között szoros korreláció volt ($r=0,820; 0,863$). Megállapítható, hogy a termésmennyiség nagymértékben függ az adott hibrid genetikai potenciáljától. A tőszám és a

levélterület-index között a 2–4 leveles állapottól, a virágzásig közepes, szoros összefüggés volt ($r=0,505-0,749$). A tőszám szinte az egész tenyészidőszak alatt

meghatározó tényezője a kialakított levélterületnek. A levélterület-index és a termés mennyisége között közepes összefüggés volt ($r=0,331-0,604$).

IRODALOM

- Abuzar, R. M.–Sadozai, G. U.–Baloch, S. M.–Baloch, A. A.–Shah, H. I.–Javaid, T.–Hussain, N. (2011): Effect of plant population densities on yield of maize. *The Journal of Animal & Plant Sciences*. 21. 4: 692–695.
- Andrade, H. F.–Calvino, P.–Cirilo, A.–Barbieria, P. (2002): Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception. 94. 5: 975–980.
- Bavec, F.–Bavec, M. (2002): Effects of plant population on leaf area index, cob characteristics and grain yield of early maturing cultivars (FAO 100–400). *European Journal of Agronomy*. 16: 151–159.
- Berzsenyi Z. (1989): A növényszám hatása a kukorica (*Zea mays* L.) növekedésének és növekedési jellemzőinek dinamikájára I. *Növénytermelés*. 38. 5: 395–405.
- Berzsenyi Z.–Lap, Q. D. (2006): A növényszám hatásának vizsgálata a kukorica (*Zea mays* L.) hibridek növekedésére a növekedésanalízis klasszikus módszerével. *Növénytermelés*. 55. 1–2: 71–85.
- Berzsenyi, Z.–Lap, D. Q. (2005): Responses of maize (*Zea mays* L.) hybrids to sowing date, N fertiliser and plant density in different years. *Acta Agronomica Hungarica*. 53. 2: 119–131.
- Lutz, A. J.–Camper, M. H.–Jones, D. G. (1971): Row spacing and population effects on corn yields. 63. 1: 12–14.
- Menyhért Z.–Ángyán J.–Radics L. (1980): A levélterület-index (LAI), a fényviszonyok és a termés kapcsolata eltérő vetésidőjű és tenyészterületű kukorica állományokban. *Növénytermelés*. 29. 4: 357–367.
- Nagy M. (1983): A tenyészterület alak, sűrítettség, levélterület-index és a terméseredmények alakulása különböző kukorica hibrideknél. *Debreceni Agrártudományi Egyetem Tudományos Közleményei*. 23: 259–274.
- Reszkető P.–Pék K. (2001): Eltérő tenyészidőjű kukoricák (*Zea mays* L.) föld feletti növényi részeinek növekedés dinamikája és levélterületének alakulása, különböző tőszámon. II. *Növénytermesztési Tudományos Nap. Keszthely*. 192–197.
- Roekel, R. J.–Coulter, A. J. (2011): Agronomic responses of corn to planting date and plant density. *Agronomy Journal*. 103. 5: 1414–1422.
- Shapiro, A. Ch. – Wortmann, S. Ch. (2006): Corn response to nitrogen rate, row spacing, and plant density in Eastern Nebraska. *Agronomy Journal*. 98. 3: 529–535.
- Sváb J. (1981): *Biometria módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest*. 171–179.
- Widdicombe, D. W.–Thelen, D. K. (2002): Row width and plant density effects on corn grain production in the Northern Corn Belt. 94. 5: 1020–1023.