

DEBRECENI EGYETEM

**KERPELY KÁLMÁN NÖVÉNYTERMESZTÉSI ÉS KERTÉSZETI
TUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA**

Doktori Iskola vezető:

Dr. Nagy János

egyetemi tanár

Témavezető:

Dr. Pepó Péter

egyetemi tanár

**ELTÉRŐ GENOTÍPUSÚ KUKORICA HIBRIDEK TENYÉSZTERÜLETÉNEK
ÉS TŐSZÁMREAKCIÓJÁNAK VIZSGÁLATA**

Készítette:

Murányi Eszter

doktorjelölt

Debrecen

2016

ELTÉRŐ GENOTÍPUSÚ KUKORICA HIBRIDEK TENYÉSZTERÜLETÉNEK ÉS TŐSZÁMREAKCIÓJÁNAK VIZSGÁLATA

Értekezés a doktori (PhD) fokozat megszerzése érdekében a Növénytermesztési és
kertészeti tudományok tudományágában

Írta: Murányi Eszter, okleveles környezetgazdálkodási agrármérnök

Készült a Debreceni Egyetem Kerpely Kálmán Növénytermesztési és Kertészeti
Tudományok Doktori iskolája (Növénytermesztési tudományok doktori program (talaj –
növény – élelmiszer) programja keretében

Témavezető: Dr. Pepó Péter, MTA doktora

A doktori szigorlati bizottság:

elnök: Dr. Sárvári Mihály
tagok: Dr. Tóth Zoltán PhD
Dr. Csajbók József PhD

A doktori szigorlat időpontja: 2016. január 28.

Az értekezés bírálói:

név	fokozat	aláírás
.....
.....

A bírálóbizottság:

név	fokozat	aláírás
elnök:		
.....
tagok:		
.....
.....
.....
titkár:		
.....

Az értekezés védésének időpontja: 2016.

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS	3
2. CÉLKITŰZÉSEK	6
3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	9
3.1. A KUKORICA MORFOLÓGIAI ÉS FIZIOLÓGIAI TULAJDONSÁGAI ÉS AZ AZOKAT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK ÉRTÉKELÉSE	10
3.2. A KUKORICA TERMÉSKÉPZŐ ELEMINEK ALAKULÁSA AZ ELTÉRŐ SORTÁVOLSÁG ÉS NÖVÉNYSZÁM VÁLTOZATOK HATÁSÁRA	14
3.3. A KUKORICA TERMÉSMENNYISÉGÉNEK ALAKULÁSÁT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK	16
<i>3.3.1. A klimatikus tényezők hatása a kukorica termésére</i>	<i>16</i>
<i>3.3.2. A genotípus hatása a kukorica termésére</i>	<i>20</i>
<i>3.3.3. A sortávolság és a növényszám hatása a termésre</i>	<i>23</i>
4. ANYAG ÉS MÓDSZER	27
4.1. A KÍSÉRLETI TERÜLET ELHELYEZKEDÉSE, TALAJTANI ADOTTSÁGAI	27
4.2. A KÍSÉRLET BEÁLLÍTÁSA, ELRENDEZÉSE	28
4.3. A VIZSGÁLT TENYÉSZÉVEK IDŐJÁRÁSÁNAK JELLEMZÉSE	31
<i>4.3.1. A 2012-2013. tenyészév időjárásának jellemzése</i>	<i>31</i>
<i>4.3.2. A 2013-2014. tenyészév időjárásának jellemzése</i>	<i>32</i>
<i>4.3.3. A 2014-2015. tenyészév időjárásának jellemzése</i>	<i>34</i>
4.4. A KUKORICA MORFOLÓGIAI ÉS FIZIOLÓGIAI PARAMÉTERINEK, VALAMINT A TERMÉS ÉS A TERMÉSKÉPZŐ ELEMELK MEGHATÁROZÁSA	36
4.5. AZ EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSÉNEK MÓDSZERE	39
5. EREDMÉNYEK	41
5.1. AZ ÉVJÁRAT ÉS TENYÉSZTERÜLET HATÁSA A KUKORICA HIBRIDEK MORFOLÓGIAI ÉS FIZIOLÓGIAI PARAMÉTEREINEK ALAKULÁSÁRA	41
<i>5.1.1. A vizsgált tényezők hatása a kukorica növény- és csőmagasságára, növekedésdinamikájára</i>	<i>41</i>
<i>5.1.2. A relatív klorofill tartalom (SPAD), levélterület-index (LAI) és a levélterület-tartósság (LAD) értékek alakulása</i>	<i>48</i>

5.1.3. <i>A vizsgált tenyészévek fiziológiai tulajdonságainak és az elért termésmennyiségek összefüggés vizsgálata</i>	57
5.2. A TERMÉS ÉS A VIZSGÁLT TÉNYEZŐK ÖSSZEFÜGGÉSÉNEK ÉRTÉKELÉSE KÜLÖNBÖZŐ MUTATÓKKAL.....	60
5.3. AZ ÖKOLÓGIAI ÉS VETÉSTECHNIKAI TÉNYEZŐK HATÁSA A TERMÉSKÉPZŐ ELEMÉK ALAKULÁSÁRA.....	71
5.4. AZ IDŐJÁRÁS, A SORTÁVOLSÁG ÉS AZ ÁLLOMÁNYSŰRŰSÉG HATÁSA A TERMÉSMENNYISÉG ALAKULÁSÁRA.....	80
5.4.1. <i>A vizsgált tényezők és az évjárat együttes hatása a termésre</i>	80
5.4.2. <i>A sortávolság és a növényszám hatása a kukorica hibridek termésére</i>	82
5.4.3. <i>A kukorica hibridek tőszám optimumának és az optimum intervallumának alakulása, illetve a tőszámreakció</i>	86
5.4.4. <i>A tenyészévek termésének és a vizsgált tényezők összefüggésének vizsgálata</i>	95
6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....	100
7. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK.....	105
8. GYAKORLATBAN HASZNOSÍTHATÓ EREDMÉNYEK.....	107
9. ÖSSZEFOGLALÁS.....	108
10. SUMMARY	113
IRODALOMJEGYZÉK	118
ÁBRÁK JEGYZÉKE	134
TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE	136
MELLÉKLETEK	139
PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN.....	170
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	174
NYILATKOZAT	175

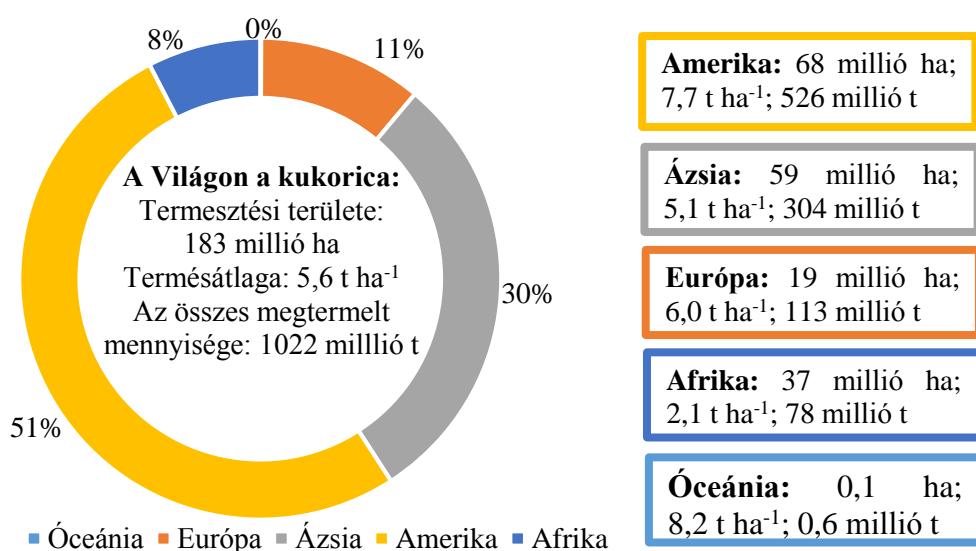
1. BEVEZETÉS

A kukorica a világon a második legfontosabb és legnagyobb területen termesztett növény a gabonanövények között. A búzát 222 millió, a kukoricát 183 millió, míg a rizst 163 millió hektáron termesztették a 2014. évben a FAO adatai szerint. A kukorica a világon és a hazai szántóföldi növénytermesztésben is az egyik meghatározó jelentőségű növénykultúra, amelynek számos felhasználási területe van. A megtermelt kukorica legnagyobb részét állatok takarmányozására használják fel, illetve egyre növekszik az ipari és közvetlen emberi fogyasztásra történő felhasználása is. A gabonafélék között a kukorica a legnagyobb potenciális termőképességű növény, még úgy is, hogy a genetikai potenciáljának 20-25%-át képes hasznosítani a világ kukoricatermesztése.

A termésmennyiséget meghatározó tényezők: a biológiai alapok, az ökológiai viszonyok és az alkalmazott agrotechnika. A termesztés során a nemesítésnek köszönhetően világszerte egyre több hibrid áll rendelkezésre, illetve a kukoricatermesztés agrotechnikai elemei adott területre adaptálva választhatók meg. A termesztés legmeghatározóbb eleme a világon és hazánkban is a csapadék mennyisége és eloszlása. A kukorica ott termeszthető a legnagyobb biztonsággal, ahol az éves csapadék mennyiség minimum 620 mm, illetve a tenyészidőszak alatt lehullott csapadék legalább 450-500 mm. Az utóbbi évtizedekben kimutathatóan nőtt az időjárási szélsőségek, az aszályos évek gyakorisága, amely hatására nagymértékben csökkent a termésbiztonság.

A kukorica termesztése döntően a kontinentális és a mediterrán éghajlatú területeken terjedt el, trópusi származása ellenére. A kukoricát a világ mind az öt földrészen termesztik. Az 1961-2014. évig terjedő időszakban a termesztési területe és a termésátlaga folyamatosan nőtt, az 1960-as években 106-112 millió hektáron, 1,9-2,4 t ha⁻¹ termésátlaggal; a 2000-es években 137-186 millió hektáron, 4,3-5,6 t ha⁻¹ termésátlaggal termesztették a világon. A termésátlagok a nemesítői tevékenység, az agrotechnika színvonalának növekedésével és a termesztés intenzívvé válásával nőttek, így az összes megtermelt termésmennyiség 2010-2014. évben 851-1022 millió t között változott. A világtermesztésben való részesedés szerint Amerika (52%), Ázsia (30%), Európa (11%), Afrika (8%) és Óceánia (0%) követi egymást (*1. ábra*). A legnagyobb területen Amerikában termesztik ahol a vetésterülete 68 millió ha, a megtermelt összes mennyiség 526 millió tonna. A világtermelésben az első három helyen az USA, Kína és

Brazília áll. Ez a három ország osztozott a kukorica összes vetésterületének 46%-án, valamint a világon megtermelt összesen 1022 millió tonna kukorica 64%-án. Hazánk a megtermelt összes kukorica termésmennyiség szerint a világrangsorban a 14. helyen állt a 2014. évben (1. táblázat). Az Európai Unió 29 országából 21 országban termesztnek kukoricát, amelyből az első tízet az 1. táblázat tartalmazza. Hazánk az Európai Unión belül a második legnagyobb kukoricatermesztő ország közé tartozik.



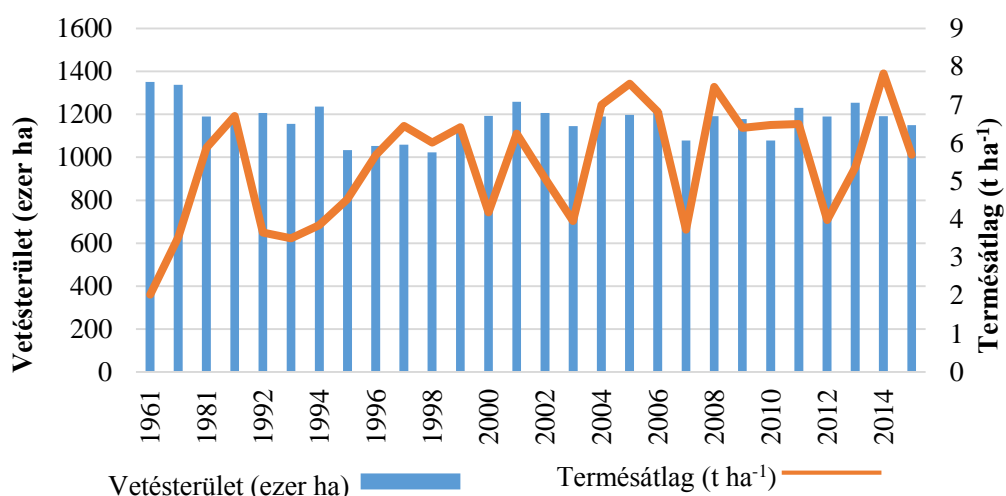
1. ábra Részesezés a kukorica világtermeléséből (2014); Forrás: FAOSTAT, 2016

1. táblázat A világ és az EU fontosabb kukorica termesztő országainak rangsora és a termelési mutatóik (2014)

Rangsor		Ország	Termésmennyiség (millió tonna)	Termesztési területe (millió ha)	Termésátlag (t ha ⁻¹)
Világ	EU				
1.		USA	361,1	33,6	10,7
2.		Kína	215,6	36,0	6,0
3.		Brazília	79,9	15,4	5,2
4.		Argentína	33,0	5,0	6,6
5.		Ukrajna	28,5	4,6	6,2
10.	1.	Románia	12,0	2,5	4,8
14.	2.	Magyarország	9,3	1,2	7,8
15.	3.	Olaszország	9,2	0,9	10,6
23.	4.	Németország	5,1	0,5	10,7
26.	5.	Spanyolország	4,7	0,4	11,2
27.	6.	Lengyelország	4,5	0,7	6,6
32.	7.	Bulgária	3,1	0,4	7,7
36.	8.	Ausztria	2,3	0,2	10,8
39.	9.	Görögország	2,2	0,2	12,0
40.	10.	Horvátország	2,0	0,3	8,1
Világ összesen			1022	183	5,6
EU összesen			61,3	9,6	6,4

Forrás: FAOSTAT, 2016

A FAO adatai alapján, az 1960-as évektől napjainkig 1,0-1,5 millió hektár között változott a kukorica termesztési területe hazánkban (2. ábra). Az 1960-as években még 2,0-3,8 t ha⁻¹ termésátlaggal termesztették. Az 1993-2015. évig terjedő időszakban a kukoricát átlagosan 1,2 millió hektáron, 3,5-7,8 t ha⁻¹ termésátlaggal termesztették évjáráttól függően (2. ábra). A termésátlagok évről-évre növekedtek, azonban nagy ingadozást mutattak. A terméssingadozás intervalluma az utóbbi 25 évben 47,8-50,6% között változott. Az adott év időjárása jelentős hatást gyakorol az elérhető terméseredményre. A hazai kukoricatermesztést az Uniós átlagnál kisebb termésátlag, és nagy terméssingadozás jellemzi.



Év	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2015
Terméssingadozás intervalluma (%)	46,5	34,6	29,7	47,8	50,6	49,0

2. ábra A kukorica termésátlagának (t ha⁻¹) és vetésterületének (ezer ha) alakulása Magyarországon (1961-2015)

Forrás: FAOSTAT, 2016

A kukorica terméssnövekedésének nagy része sokkal inkább a genetikai és agrotechnikai interakció eredménye, mint akár a genetikai, illetve agrotechnikai előrehaladásnak önmagában (Berzsenyi 2009). Az agrotechnikai elemek között fontos szerepet tölt be, a tenyésztési terület nagyságának és alakjának helyes megválasztása.

2. CÉLKITŰZÉSEK

A kukorica termését és termésbiztonságát számos ökológiai, biológiai és agrotechnikai tényező befolyásolja. Ezek a tényezők egymással kölcsönhatásban, közvetlenül fejtik ki hatásukat a terméseredményre. Napjainkban cél az egységnyi területen minél nagyobb termésbiztonság mellett, a lehető legnagyobb terméseredmény elérése. A termesztés során figyelembe kell venni az ökológiai, ezen belül a talaj- és az időjárási adottságokat. Az agrotechnikai elemeket, valamint a hibrideket ezekhez a tényezőkhöz igazodva kell megválasztani.

Az eltérő genotípusú és tenyésztési hibridek különbözően, hibridspecifikusan reagálnak a tenyészterület, ezen belül a sortávolság és a tőszám változtatására. Az elért termésmennyiségre a legnagyobb hatást azonban az adott évjárat fejt ki. Az időjárási szélsőségek, emellett a túlsűrített állomány nagymértékű terméseszköcsökkenéshez vezethet. A kukoricatermesztés termésbiztonságának növeléséhez fontos ismerni az eltérő genotípusú hibridek különböző tenyészterület változatokra adott reakcióját. A tenyészidőszak időjárása nem ismert előre, a hosszú távú előrejelzések bizonytalanok, azonban a tenyészidőszak előtti csapadékmennyiség ismerete meghatározó jelentőségű.

Hazánkban nagyszámú az államilag elismert kukorica hibridek száma, amely 400 körül változott az elmúlt években (a 2016. évben a Szántóföldi Növények Nemzeti fajtajegyzékben 339 hibrid és 10 módosított kukorica hibrid volt). A nemesítési tevékenység eredményeként folyamatosan növekszik a köztermesztésbe kerülő hibridek száma. Az agrotechnikai elemek az alkalmazott hibrid genotípusához kötöttek, azok speciális igényeinek megfelelően érvényesülnek. Ebből adódóan a különböző genotípusú hibridek tőszámigénye, illetve a tőszám változtatásra adott reakciója is eltérő. A nagy hibridválaszték nehézséget jelent a hibridek tulajdonságainak objektív megítélésében. A kutatásunk során széleskörű vizsgálatokat végeztünk ezeknek a tulajdonságoknak az összefüggő értékelésére.

Az agrotechnikai elemek között kiemelkedő szerepe van az alkalmazott vetéstechnológiának, amely magába foglalja a tenyészterület kialakítását, amely esetén fontos annak nagysága és alakja. A tenyészterület alakja, a növények elrendezése befolyásolja az állományklíma viszonyok (hő, fény, levegő) alakulását. A hibridek eltérő tenyészterülete megváltoztatja a növények mikrokozmoszát, és fokozza a kompetíciót a fő ökológiai faktorokért (megvilágítás, víz- és tápanyag) (Berzsenyi és Lap 2005a). A nagyobb növényszám adott területegységen belül növeli a

vízfogyasztást, azonban az egyes növényegyedek sűrű állományban kevésbé párologtatnak, mint ritka állományban, a több növény egyenletesebben használja ki a talaj vízkészletét (Gyórfy *et al.* 1965). Az időjárási tényezők közül a nagy meleg, az erős napfény, a levegő kisebb páratartalma növeli a kukoricánövény vízfogyasztását. A vízfelvétel lehetősége főleg a talajban rendelkezésre álló vízmennyiségtől függ.

Hazánkban és külföldön is ellentétes eredményekhez vezetett a sortávolság csökkentés vizsgálata. Nem jelentkezett, vagy nem volt nagymértékű a terméstöbblet a keskeny sortávolság alkalmazásával. Kutatásunk során a tőszám növelésre adott reakció mellett, vizsgáltuk a sortávolság hatását is. Így kísérletünk kétszeresen osztott parcellás elrendezésben lett beállítva, ahol a vizsgált tényezők a sortávolság, a tőszám és a hibrid voltak. A két vizsgált sortávolságnál (45 és 76 cm) a tenyészterület ugyanakkora volt, míg a növényegyedek térállása eltérően alakult. A hagyományos sortávolságnál az állománysűrűség növelésével nagymértékben csökkent a tőtávolság, míg a keskeny sortávolságnál a tőtávolság csökkenés ellenére is a tenyészterület négyzetes maradt, így egyenletesebb terület és tér kihasználást biztosítva.

A doktori értekezésem alapjául szolgáló kutatómunkát Dr. Pepó Péter egyetemi tanár, intézetigazgató témavezetésével, támogatásával és szakmai irányításával a Debreceni Egyetem Agrártudományi Központ, Debreceni Tangazdaság és Tájkutató Intézet Látóképi Kísérleti Telepén beállított, szántóföldi kisparcellás kísérletben végeztem a 2013-2015. évi időszakban. A kutatás keretében vizsgáltuk az eltérő tenyészidejű és agronómiai tulajdonságú kukorica hibridek különböző sortávolság és tőszám változatokra adott reakcióját, annak hatását a terméseredményre. Meghatároztuk ezen túlmenően a kukorica hibridek fontosabb morfológiai, fenológiai paramétereit és termésképző elemeit.

A kutatómunkám célkitűzései az alábbiak voltak:

- az évjárat, sortávolság, tőszám és a hibrid hatása a növénymorfológiai (növény- és csőmagasság, növekedésdinamika) és fiziológiai (levélterület-index, relatív klorofill tartalom, levélterület tartósság) paraméterekre,
- új növényfiziológiai mutatók bevezetése és kidolgozása,
- az ökológiai és vetéstechnikai tényezők hatása a termésképző elemekre (ezerszemtömeg, csőhossz, csőátmérő, csővenkénti sorok száma, soronkénti szemek száma, szem: csutka arány),

- az időjárás, és az agrotechnikai tényezők (sortávolság, állománysűrűség) hatása az eltérő genotípusú kukorica hibridek termésére és betakarításkor mért szemnedvesség tartalmára,
- a kukorica hibridek tőszámigényének, tőszám növelésre adott reakciójának, a meghatározása,
- az évjárat és az alkalmazott hibrid hatása a tőszám optimum és az optimum intervallum alakulására,
- a vizsgált paraméterek és tényezők közötti összefüggések meghatározása.

Az elért tudományos eredményeink segítséget nyújthatnak a legújabb hibridek termőhely- és hibridspecifikus tenyésztés terület és tőszámreakciójának pontosításához.

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Nagy (2006a) kutatási eredményei azt bizonyították, hogy a hőmérséklet és a csapadék egyidejű változékonysága miatt a kukorica termésbiztonsága csökkent, azaz a termelési kockázat növekedett. A nagy termésingadozás mérsékelhető megfelelő talajműveléssel, víz- és tápanyagellátással. Az eltérő éghajlati- és talajadottságok esetében mindenkor cél a kukorica harmonikus tápanyagellátása, csak ezáltal kaphatunk megfelelő mennyiségű és jó minőségű termést (Jakab 2003). Sárvári et al. (2001a) ahhoz, hogy a genetikai potenciál érvényre jusson az egyik legfontosabb termés meghatározó agrotechnikai elemet, a tőszámot az ökológiai adottságoknak és a termesztési körülményeknek megfelelően kell alkalmazni. A növénytermesztési tényezők optimális kombinációjával nemcsak a termés nagysága növelhető, hanem fokozható a termésbiztonság is a termésingadozás mérséklése révén (Berzsenyi és Györfly 1995).

A várható termésmennyiség függ a hibrid genotípusától és a környezeti feltételektől, amelyek az alkalmazható sortávolságok és tőszámok széles körét adják (Duncan 1984). A tőszám növelése nemcsak a tőtávolság csökkentésével, hanem ezzel együtt a sortávolság csökkentésével célszerű (Kiss 1962). A kukoricatermesztés intenzívebbé válásával, az újabb korszerű hibridek köztermesztésbe vonásával jelentősen megváltozott a hibridek tenyészterület igénye, illetve tőszámsűrítetősége (Sárvári 1995).

A napfényenergia hasznosítását a növények által – az egyéb termesztési tényezők megléte esetén – a növényállomány sűrűsége, a tenyészterület nagysága döntően befolyásolja. A növényállomány sűrűségének a terméshozam kialakításában nagy jelentősége van (Németh 1979). A maximális kukoricatermés elérésének alapvető tényezője – a nagy termést adó hibridkukoricák alkalmazása mellett – a megfelelő tenyészterület, illetve növényszám biztosítása (Pásztor 1959). A növényszám jelentős hatást gyakorol a kukorica vegetatív (Tetio-Kagho és Gardner 1988a) és reprodukzív fejlődésére (Tetio-Kagho és Gardner 1988b).

3.1. A kukorica morfológiai és fiziológiai tulajdonságai és az azokat befolyásoló tényezők értékelése

A kukoricánövény morfológiai paraméterei (levélterület, növénymagasság) jól kifejezik a növényszám hatását és a kukorica hibridek közötti különbséget (*Berzsenyi és Lap 2006c*).

A növény- és csőmagasság

A növénymagasságot az internódiumok száma és a szártagok hossza határozza meg. A hazánkban termesztett fajták általában 120-300 cm magasak (*Győrffy et al. 1965*).

A növény- és csőmagasság alakulása nem csak az adott hibrid genotípusától függ, hanem emellett számos környezeti és termesztési tényező befolyásoló hatást fejt ki ezekre a morfológiai tulajdonságokra (*Zsubori et al. 2002*). *Veress (1971)* megállapítása szerint, a növekedést elsősorban a hőmérséklet és a csapadék befolyásolja. Az eltérő időjárási viszonyok különböző növénymagasságban jutnak kifejezésre. A növény az eltérő időjárási tényezőkre különböző szárhosszúsággal reagál.

A tőszám növelésével nőtt a növénymagasság, mért értékeiben szignifikáns különbségek voltak kimutathatók *Rafiq et al. (2010)*, *Dawadi és Sah (2012)* vizsgálatai szerint. A legnagyobb növénymagasságot (224,1 cm) a 99900 növény ha⁻¹, míg a legkisebbet (200,3 cm) az 57100 növény ha⁻¹ állományban mérték. *Berzsenyi és Lap (2007)* kutatása során a növénymagasság a 20 és 40 ezer növény ha⁻¹ tőszámnál szignifikánsan kisebb volt, mint a nagyobb tőszámoknál. Ezzel szemben *Daynard és Muldoon (1983)* kísérletében nem volt hatással a növénymagasságra az alkalmazott hibrid és tőszám.

Shafī et al. (2012) három tőszámot alkalmaztak (45, 55 és 65 növény ha⁻¹), a legnagyobb növénymagasságot a legsűrűbb, a legkisebbet a legritkább állományban mérték. *Yilmaz et al. (2008)* kutatása során szintén nőtt a növénymagasság a tőszám növelésével, a legnagyobb (231,2 cm) növénymagasságot a 120 ezer növény ha⁻¹, a legkisebbet (222,8 cm) a 80 ezer növény ha⁻¹ állományban mérték.

Gyenesné et al. (2002a) kutatásuk során 45, 65 és 85 ezer növény ha⁻¹ tőszám hatását vizsgálták a növény- és a csőmagasságra. A növény- és a csőmagasság szoros korrelációban volt. A tőszám hatással volt a növénymagasságra, a legkisebb növénymagasságot a 45 ezer növény ha⁻¹ állománynál mérték. A vizsgálatot több helyszínen végezték el, minden területen nőtt a növény- és a csőmagasság az állománysűrűség 65 ezer növény ha⁻¹ tőszámra növelésével. Két helyszínen a hibridek a

növénymagasságuk maximumát a legnagyobb (85 ezer ha⁻¹) tőszámnál érték el, míg Gyöngyösön és Martonvásáron a nagy tőszám alkalmazása a növény- és a csőmagasság csökkenéséhez vezetett.

A tőszám nem volt hatással a növény- és csőmagasságra *Khan et al.* (2003), *Silva et al.* (2007) kutatása során. *Song et al.* (2012), *Hu et al.* (2012) eredményeik azt mutatták, hogy az állománysűrűség növelésével nő a növény- és csőmagasság, ezzel szemben *Qian et al.* (2012) a két paraméter csökkenését mutatta ki.

Glenn és Daynard (1974), *Moraditochae et al.* (2012) szerint a sortávolság változatok nem voltak hatással a növénymagasságra. *Turgut et al.* (2005) megállapította, hogy sem a sortávolság, sem a tőszám nincs hatással a növénymagasságra. *Gobeze et al.* (2013) kísérletében a keskeny sortávolság és nagy tőszám alkalmazása együttesen nagyobb növénymagasságot eredményezett. *Affèrri et al.* (2008) kísérletükben a sortávolság csökkentésével nőtt a növénymagasság, míg a csőmagasságra nem volt hatással a sortávolság és a tőszám.

Relatív klorofill tartalom (SPAD- érték)

A levél N-koncentrációja virágzaskor szorosan korrelál a kukorica szemtermésével, illetve a klorofill-koncentráció kukoricában pozitív összefüggésben van a levél N-koncentrációjával és a N-ellátottsággal (*Berzsenyi és Lap*, 2001). *Cai et al.* (2010) a SPAD értékek és a termésmennyiség között szignifikáns összefüggést mutattak ki, míg a vizsgált hibridek SPAD értékei között nem tudtak különbséget meghatározni.

Tajul et al. (2013) a SPAD érték maximumát a vetés után 60 nappal mérték, majd fokozatosan csökkent. A tőszám szignifikáns különbséget okozott a SPAD értékben, a legnagyobb értéket a ritkább növényállományban (53 ezer növény ha⁻¹) mérték. A tőszám növelésével csökkent a klorofill tartalom (*Li et al.* 2011, *Su et al.* 2012, *Tang et al.* 2013, *Meng et al.* 2013). *Mendoza-Elos et al.* (2006) a vetés után 90 nappal a legnagyobb SPAD értékeket 63 és 65, a 70 és 80 ezer növény ha⁻¹ állományban mérték.

A SPAD értékek sortávolságtól függően 30,3-55,6 között változtak a virágzás után (*Barbieri et al.* 2013) kutatása során.

A levélterület-index (LAI), levélterület tartósság (LAD)

Berzsenyi (2000) a levélterület-indexet (LAI, m² m⁻²) úgy definiálta, mint a növényállomány egységnyi területére jutó levélterületet, amely érték kifejezi az asszimiláló rendszer méretét és a fényadaptációt. Míg a levélterület tartósság (LAD,

nap) kvantitatív formában fejezi ki, hogy milyen hosszú ideig tartja fenn a növény, vagy a növényállomány az aktív fotoszintetizáló területét.

Berzsenyi és Lap (1989) a tőszám és a LAI összefüggését vizsgálva megállapították, hogy a LAI és a LAD értéke lineárisan emelkedik a növényesség növelésével. A LAI értéke a maximum eléréséig, a virágzás időpontjáig nőtt (vetés utáni 71, 78. nap), ezt követően fokozatosan csökkent. *Ahmad et al.* (2010) három tőszámváltozat hatását vizsgálta a levélterület-indexre és levélterület-tartósságra. A LAI nőtt a tőszám növelésével, a maximumát a vetés után 75 nappal érte el, majd ezután csökkenő tendenciát mutatott. A 95238 növény ha⁻¹ 5,88 m² m⁻², az 57142 növény ha⁻¹ 5,82 m² m⁻², míg a 40816 növény ha⁻¹ állomány 5,41 m² m⁻² levélterület-index értéket ért el. A LAD a tőszám növelésével lineárisan nőtt, a tőszámok között szignifikáns különbségek voltak. A 95238 növény ha⁻¹ állomány érte el a legnagyobb LAD értéket (188,33), míg az 57142 növény ha⁻¹ állomány esetében 165,16, a 40816 növény ha⁻¹ állománynál pedig 155,96 volt. *Chen et al.* (2010) az eredményeik azt mutatták, hogy a levélterület-index és a levélterület-tartósság nőtt a vizsgált hibrideknél az állománysűrűség növelésével.

A növényesség olyan termesztési faktor, amelynek legnagyobb hatása a levélterület-indexre és ezáltal a kukoricaállomány fényfelfogására van (*Berzsenyi és Lap* 2006b). Kutatásuk során a LAI lineáris függvény szerint, meredeken nőtt a növényesség növelésével. A LAI maximális értékét a virágzás időszakában érte el. Az optimumot megközelítő 80 ezer növény ha⁻¹ növényesszámnál a LAI_{max} értéke 4,40 és 5,34 m² m⁻² között változott. A hosszabb tenyészidejű hibrideknek nagyobb volt a LAI értéke. *Reszkető et al.* (2001) által vizsgált hibridek levélterület-indexe a tőszámsűrítés hatására általában nőtt, és a maximumot a 80 ezres tőszámon érték el. Eltérő volt a levélterület-index kialakulásának dinamikája, azaz a hibridek július közepére, július végére – augusztus elejére rendelkeztek legnagyobb levélterülettel területegységre vetítve.

A levélterület a növényesszámmal egyenes arányban növekedett (*Hussein* 1968). A levélterület-index nőtt a tőszám növelésével, maximumát a vetés után 63 nappal érte el (*Sharifi és Zadeh* 2012) kutatása során. *Valadabadi és Farahani* (2010) a nagyobb (90 ezer növény ha⁻¹) tőszámnál mértek nagyobb LAI értéket, amely 4,4 m² m⁻² volt. *Sánchez-Hernández et al.* (2011) a legnagyobb LAI értéket a legsűrűbb (83333 növény ha⁻¹), míg a legkisebbet a ritkább (50000 növény ha⁻¹) állományban mérték.

Nunez és Kamprath (1969), *Madonni et al.* (2006), a tőszám és a sortávolság hatását vizsgálták a levélterület-indexre. A tőszám növelésével nőtt a levélterület-index, míg a

különböző sortávolság alkalmazása nem volt hatással a LAI értékére. *Hunter et al.* (1970) által végzett kísérletben a növényszám növelésével, a sortávolság csökkentésével nőtt a levélterület-index. Az állománysűrűség növelésével és a sortávolság csökkentésével nőtt a levélterület-index (*Baron et al.* 2006). A sortávolság hatással volt a levélterület-indexre *Dehdashti és Riahinia* (2008) szerint a sortávolság növelésével szignifikánsan csökkent a LAI. *Karabasium és Soleymani* (2015) kutatási eredményei azt mutatták, hogy a sortávolság és tőszám hatása szignifikáns volt a levélterület-index maximumára.

A levélterület-index és a termés kapcsolata

Sárvári (2001a) szerint a tenyészidő elején lehullott csapadék nagysága, eloszlása meghatározza a virágzás idejére kialakuló maximális levélterület nagyságát. Ez azonban még csak megalapozza a maximális termés kialakulásának lehetőségét, végül a szemtelítődés időszakában hullott csapadék mennyisége dönti el, hogy milyen nagyságú termés alakul ki.

A kukorica szemtermése genetikailag korrelál a levélterülettel (*Johnson* 1974). *Menyhért et al.* (1980) szerint célszerű fajtánként meghatározni azokat az agrotechnikai paramétereket, amelyek adott hibridnél alapvetően meghatározzák az asszimiláló felület nagyságát, effektivitását, ezen keresztül a hozamot. A LAI optimális értéke hibridtől és vetésidőtől függően 4,1-5,9 $m^2 m^{-2}$ érték között változott, az így elérhető maximális termés 7,3-10,1 $t ha^{-1}$ volt. *Mukhtar et al.* (2012) szerint a növény felépítésének fontos szerepe van a termés kialakításában, a nagyobb levélterület által, nagyobb lesz a fotoszintetikus aktivitás. A termés és a LAI érték között összefüggést mutatott ki (*Bavec és Bavec* 2002), amely 7-9 leveles fejlettségnél, virágzaskor és viaszéréskor $r = 0,11; 0,87; 0,56$ volt. A fajták levélterület-index értéke a virágzaskor a növekvő FAO éréscsoporttal 3,13-4,99 $m^2 m^{-2}$ között változott. A termés és a LAI között szignifikáns pozitív korreláció volt (*Xue et al.* 2010).

A virágzás idején a termés és a levélterület-index között lineáris összefüggést állapított meg (*Eik és Hanway* 1966), míg *Pintér et al.* (1977) szerint a növényenkénti szemtermés nem arányosan csökkent a levélterülettel.

Bajai (1959) kutatása során a terméseredmények és a levélterület-nagyságok között pozitív korreláció volt. Ezzel szemben *Esechie* (1992), *Remison és Lucas* (1982) kutatási eredményei azt mutatták, hogy nincs összefüggés a levélterület-index és a termés között.

Pepó és Murányi (2015) a termésmennyiség, levélterület-index és a relatív klorofill tartalom felhasználásával meghatározták, egy úgynevezett fotoszintetikus kapacitás értéket, amellyel jól jellemezhetőek mind az évjáratok, mind a tőszám-kezelések.

3.2. A kukorica termésképző elemeinek alakulása az eltérő sortávolság és növényszám változatok hatására

A növekvő kompetíciós nyomás hatására minden termésképző elem lineárisan csökkent (*Hashemi et al. 2005*) kísérleteiben. A növényszám növelés hatására bekövetkező termésnövekedést a soronkénti szemek számának csökkenésének tulajdonította.

Az ezerszemtömeg nagyságára döntően a genetikai tényezők hatnak és ezt módosítják a technológiai tényezők (*Győrffy 1976*). *Berzsenyi et al. (1994)* szerint az ezerszemtömeg a környezeti hatásokra kevésbé változó terméskomponens.

Sharifi et al. (2009) vizsgálta a hibrid és a tőszám hatását a termésképző elemekre. A tőszám növelésére a hibridek eltérően reagáltak, a tőszám növelés hatására a termésképző elemek csökkenése következett be (*Hamidi et al. 2010*).

Szabó (1998) szerint a növényszám és a termésképző elemek változása közötti összefüggés igen szoros. A területegységre vetített növényszám növelésével a csőhossz, ezerszemtömeg lineárisan csökkent. A termésképző elemek csökkenésének mértékét az évjárat jelentős mértékben módosíthatja. A növényszám növelésének hatására legnagyobb mértékben a csőhossz változott. A tőszám növelés hatására az ezerszemtömeg átlagos évjáratban 18-20%, kedvezőtlen évjáratban 25-30%-kal csökkent. A növényzsűrítés hatása a morzsolási arányra hibridtől függően változó tulajdonság. *Gyenesné et al. (2002b)* a tőszám és az évjárat hatását vizsgálták a termésképző elemek alakulására. A tőszám csak kismértékben befolyásolta a morzsolási arányt. A genotípusok szemtömeg: csutkatömeg aránya 80-88:12-20 intervallumban változott. Az ezerszemtömeg, a csőhossz és a szemsorok száma statisztikailag igazolhatóan csökkent a tőszám növelés hatására. A kísérleteikben az ezerszemtömegre az évjárat volt a legkisebb hatással. A szemsorszám alakulására a legnagyobb hatást a fajták gyakorolták, míg a csőhosszra a legnagyobb hatással az évjárat volt.

Sárvári et al. (2002a) megállapítása szerint, a tőszámsűrítés hatására csökken a cső szemmel való berakottsága. Csökken a csőhossz és a csőtömeg az elmaradott csőképződés következtében. Visszaszorul a szemszám és a szemtömeg. Csökken az ezerszemtömeg, valamint az egy sorban lévő szemek száma és a szemsorok száma.

Gyenesné et al. (2001) a legnagyobb ezerszemtömeget a 45 ezer növény ha⁻¹ állománynál mérték, értéke a tőszám növelésével csökkent. A legnagyobb eltérést 54,93 g a 45 és 85 ezer növény ha⁻¹ állományból származó minták között mérték. *Ahmad et al.* (2007) három tőszámnál (70, 90 és 110 ezer növény ha⁻¹) végeztek vizsgálatot, a legnagyobb ezerszemtömeget a legkisebb, 70 ezer növény ha⁻¹ tőszámnál érték el. *Arif et al.* (2010) kutatása során a tőszám növelésével az ezerszemtömeg szintén csökkent.

Gözübenli et al. (2004) kutatásuk során a csőhossz és a csőátmérő csökkent a tőszám növelésével. A legnagyobb csőhosszt (19,7 cm), csőátmérőt (4,7 cm) a legkisebb tőszámnál (60 ezer növény ha⁻¹) mérték. *Moaveni et al.* (2011) a legnagyobb csőhosszt 18,7 cm, ezerszemtömeget 260,2 g a legritkább, 70 ezer növény ha⁻¹ állományban mérték, a vizsgált tőszámok 70, 90, 110 és 130 ezer növény ha⁻¹ voltak. A legnagyobb (285 g) és a legkisebb (256 g) ezerszemtömeget a 8 és 10 növény m⁻² növényállománynál érte el (*Sadeghi et al.* 2012). *Ayman és Samier* (2015) kutatási eredményei szerint, a tőszám hatása kimutatható volt a soronkénti szemek számára, míg a csőhosszra, csövenkénti sorok számára és a 100 szemtömegre nem volt szignifikáns hatása.

A termésképző elemek csökkenését mutatta ki a tőszám növelésével (*Lashkari et al.* 2011). A soronkénti szemek számának, a csőhossznak és a csőátmérőnek a maximuma 48, 19,6 cm, 5,1 cm (7 növény m⁻²), a minimuma 43, 17,9 cm, 4,5 cm (13 növény m⁻²) szem volt. *Ion et al.* (2014) vizsgálatai szerint a keskeny sortávolság alkalmazása a csőhossz és a soronkénti szemek számának csökkenéséhez vezetett. A tőszám növelésével területegységenként 60 ezerről, 80 ezerre csökkent a csőhossz, a csövenkénti sorok száma és a soronkénti szemek száma.

Abuzar et al. (2011) kutatásuk során a 40 ezer növény ha⁻¹ állomány érte el a legnagyobb soronkénti szemszámot 32 szem sor⁻¹. A csövenkénti sorok száma csökkent az állománysűrűség növelésével. Az ezerszemtömeg szignifikánsan különbözött a vizsgált tőszámoknál. A legnagyobb ezerszemtömeget a 40 és a 80 ezer növény ha⁻¹ állománynál mérték (333 és 350 g). *Sadeghi* (2013) az ezerszemtömegre a hibrid, a tőszám és a kölcsönhatásuk is szignifikáns hatással volt. A csövenkénti sorok száma hibridtől függően változott. *Naderi et al.* (2010), *Bozorgi et al.* (2011) kutatása során a tőszám hatása a csövenkénti szemek számára, a csőhosszra és az ezerszemtömegre nem volt szignifikáns.

Yasari (2012) három tőszám (75, 85 és 95 ezer növény ha⁻¹) hatását vizsgálta a termésképző elemekre. A legnagyobb csőhossz, csőátmérő, csövenkénti sorok és soronkénti szemek számát és ezerszemtömeget a 75 ezer növény ha⁻¹ állománysűrűségnél mérték, míg a legkisebbet a legsűrűbb állományban. A tőszám mindegyik termésképző elem alakulásában szignifikáns különbséget okozott. Összefüggést mutatott ki az ezerszemtömeg és csőátmérő ($r = 0,700^{**}$), a csőhossz és a csövenkénti sorok, soronkénti szemek száma ($r = 0,737^{**}$, $0,686^{**}$), valamint a csövenkénti sorok és a soronkénti szemek száma közt ($r = 0,882^{**}$).

Ahmad et al. (2010) a sortávolság csökkentés hatására a termésképző elemek csökkenését mutatta ki. A termésképző elemek közül vizsgálta a csőhosszt és az ezerszemtömeg alakulását 45, 60 és 75 cm sortávolságnál. A legnagyobb csőhosszt és ezerszemtömeget a 75 cm sortávolságnál (18,2 cm; 277-289 g) mérték. *Moraditochae et al.* (2012) a 30, 40 és 50 cm sortávolság hatását vizsgálták a termésre és a termésképző elemekre. A termés és az ezerszemtömeg szignifikánsan különbözött, míg a csőhosszra és a csövenkénti szemek számára nem volt hatással a különböző sortávolság alkalmazása. A szemtermés és a csőhossz között pozitív, erős ($r = 0,962^{**}$) összefüggést mutattak ki.

Gobeze et al. (2012) a sortávolság, tőszám és a két tényező kölcsönhatása hatással volt a termésre és a termésképző elemekre. A legritkább (5 növény m⁻²) és legnagyobb sortávolságú (90 cm) állományban mérték a legnagyobb soronkénti szem számot és csőhosszt. *Karabasium és Soleymani* (2015) kutatása során a sortávolságnak nem volt szignifikáns hatása a 100 szemtömegre, a csövenkénti sorok számára és a soronkénti szemek számára.

3.3. A kukorica termésmennyiségének alakulását befolyásoló tényezők

3.3.1. A klimatikus tényezők hatása a kukorica termésére

A kukoricatermesztés korszerű agrotechnikájának kialakítása bonyolult, sokrétű feladat, mert számtalan tényező, a talaj, az időjárási viszonyok, a termesztéstechnikai módszerek fejlettsége, a hibridek és egyéb tényezők befolyásolják. E tényezők közül az időjárásnak van a legdöntőbb szerepe a termések alakulásában (*Pásztor* 1960). A Föld jelenlegi kukoricatermesztése a genetikai lehetőségek 20-25%-át képes hasznosítani. A limitáló tényezők között első helyen a víz, a csapadék áll, amelynek mennyisége és eloszlása kedvezőtlen a kukoricatermesztés meghatározó területein, így hazánkban is (*Marton et al.* 2012).

Maul és Pityinger (1964) szerint a helyes tőszám megválasztásánál a vizsgált talajon figyelembe kell venni az aszályos évek gyakoriságát, valamint a talajok vízgazdálkodási sajátosságait. Eredményeik szerint a növényesűrűség növekedésével aszályos esztendőben az asszimilációs apparátus produktivitása olyan mértékben csökken, hogy ez már termés-csökkenést eredményez.

A tenyésztőterület alakja, a növények elrendezése befolyásolja az állományklíma viszonyok (hő, fény, levegő) alakulását. A hibridek eltérő tenyésztőterülete megváltoztatja a növények mikrokörnyezetét, és fokozza a kompetíciót a fő ökológiai faktorokért (megvilágítás, víz- és tápanyag) (*Berzsényi és Lap* 2005a). A nagyobb növényesűrűség adott területegységen belül növeli a vízfogyasztást, azonban az egyes növényegységek sűrű állományban kevésbé párologtatnak, mint a ritka állományban, a több növény egyenletesebben használja ki a talaj vízkészletét (*Győrffy et al.* 1965). Az időjárási tényezők közül a nagy meleg, az erős napfény, a levegő kisebb páratartalma növeli a kukoricánövény vízfogyasztását. A vízfelvétel lehetősége főleg a talajban rendelkezésre álló vízmennyiségtől függ.

Nagy és Huzsvai (1995) tenyészidőszakban lehullott csapadék és a havi átlaghőmérsékletek között, valamint a tenyészidőszak átlaghőmérséklete és a szemtermés között gyenge negatív korrelációt mutattak ki. Az elővetemény betakarításától a vetésig, mind a tenyészidőszakban lehullott csapadék pozitív korrelációban volt a szemterméssel. *Berzsényi és Tokatlidis* (2011) szerint a májustól augusztusig terjedő időszak a legkritikusabb a kukoricatermesztés szempontjából, mivel magába foglalja a vegetatív növekedést, a virágzást és a szemtelítődést. A csapadékmennyiség ingadozása jelentősen befolyásolja a szemtermés mennyiségét. *Heszky* (2007) szerint a kukorica vízigénye a kelést követően meredeken emelkedik, csúcspontját a virágzaskor éri el. Amennyiben az aszály a címerhányást megelőző időszakban kezdődik, akkor előfordulhat, hogy a hím- és nővirágzás ideje elcsúszik, ami rossz szemkötődést eredményez. A tényleges aszálykár mellett, még ez is csökkenti a termést. A kukorica egyes fejlődési fázisaiban (virágzás és termékenyülés) különösen érzékeny az aszályra. A szemfejlődés még kritikus időszaknak tekinthető. *Hegyi et al.* (2005) vizsgálati eredményeik szerint egy termőhelyen az évjárat hatásával akkor kell számolni, ha a szokásostól jelentős mértékben eltérő az adott év időjárása, azaz túl száraz, vagy túl csapadékos. A kukoricánál a vegetációs perióduson belül, különösen a virágzás idején lehullott csapadék mennyisége fontos.

A nagy növényszám csak akkor növelte a termést (*Fulton 1970*) kutatása során, ha a talajnedvesség tartalma nagy volt. A talajszelvény hasznos vízkészletét a téli félév csapadékmennyisége döntően befolyásolja (*Nagy 2006b*). Az optimális növényszám meghatározásához segítséget nyújthat annak ismerete, hogy a talaj mennyi vizet raktározott el az őszi-téli hónapokban lehullott csapadékból (*Pepó 2014*). *Nagy és Huzsvai (1995)* eredményei szerint a téli félévben lehullott csapadék jobban hasznosul, mint a tenyészidőszakban lehullott.

Egy csapadékos és egy száraz évben ugyanannak a hibridnek az optimális tőszáma akár 15-20 ezer növény ha⁻¹ értékkel is eltérhet. A kukoricaállomány vízfogyasztása 80-90 ezres hektáronkénti tőszámnál 50-70 mm-rel több a kisebb tőszámhoz viszonyítva. A legnagyobb a kukorica vízigénye július 21. és augusztus 10. között, ekkor a napi vízigénye a 4-6 mm-t (40-60 m³ ha⁻¹) is elérheti (*Sárvári et al. 2007*). *Nagy (2006a)* eredményei alapján megállapította, hogy a tenyészidőszakban, de különösen június-július folyamán a csapadékhiány súlyos kockázati tényezőt jelent, mivel ebben az időszakban a kukorica vízigénye messze meghaladja a lehullott csapadékot. A kukorica virágzása idején a legérzékenyebb a szárazságra, a virágzás meghatározó időszak a termés kialakulásának során. Ha ebben az időszakban vízhiány lép fel, a szemtermés kiesés és a növényenkénti szemszám csökkenés akár az 50%-ot is elérheti (*Spitkó et al. 2013*).

Nagy (2010) szerint a növényszám meghatározása csak a többi termést befolyásoló tényező figyelembe vételével tervezhető. Általános érvényűnek tekinthető, ha tavasszal az induló vízellátottság kedvezőtlen, akkor elegendő kisebb növényszám, hektáronkénti 60–70 ezer növény, ehhez képest a 80 ezer növény ha⁻¹ 4–6%-kal, a 90 ezer növény ha⁻¹ állomány 11–13%-kal termelt kevesebbet. Különösen aszályos években kritikus a megfelelő növényszám kialakítása. Ilyen években öntözés nélkül a hektáronkénti 60–70 ezernél magasabb növényszámok 7–14% termés kiesést okoztak. *Pepó (2012)* kutatásai az évjárat állománysűrűsége gyakorolt determinatív hatását bizonyították. A kedvezőtlen vízellátottságú évjáratban a kisebb tőszámok voltak kedvezőek, de a kukorica termésmennyisége jelentősen (5-7 t ha⁻¹) csökkent az optimális vízellátottságú évben kapott terméseredményhez képest. *Berzsenyi et al. (2012)* kísérleti körülményeik között a csapadék ingadozása jelentősen befolyásolta az optimális növényszámot. A kísérleti adatokhoz másodfokú függvényt illesztettek. Megállapították, hogy az évjáratnak jelentős hatása volt a szemtermésre és az optimális növényszámra. Száraz években az optimális növényszám 64630 növény ha⁻¹ és a hozzátartozó maximális

termés 6,64 t ha⁻¹ volt. Csapadékos években 80790 növény ha⁻¹ és a maximális termés 9,68 t ha⁻¹ volt. Száraz években az optimális növényszám terméseszkökenést eredményezett.

Nagy és Megyes (2009) az aszálykár mérséklésére két lehetőséget lát, az egyik a hektáronkénti kisebb növényszám, ezzel kihasználva a növények egyedi termőképességében rejlő lehetőségeket, vagy rövidebb tenyészidejű hibridek termesztése, annak érdekében, hogy a kritikus generatív szakasz elkerülje, megelőzze a gyakori aszályos periódust.

Az évjárathatást is figyelembe véve a legtöbb hibridnek a hektáronkénti 60-65 ezer körüli tőszám volt megfelelő (*Sárvári és Szabó* 1998). *Megyes és Nagy* (1999) a növényszám és az évjázat hatását vizsgálták a kukorica termésére. Az egyes évjázatok szoros összefüggést mutattak a növényszám változatokkal. Aszályos évjázatban kisebb, míg átlagos, vagy átlagot meghaladó csapadékelátottságú években nagyobb növényszám alkalmazása volt kedvezőbb. Szárazságra hajló viszonyok között, különösen több egymást követő száraz évben hektáronként legfeljebb 60 ezer növény ha⁻¹, míg kedvező vízellátottságnál 70-80 ezer növény ha⁻¹ tőszám alkalmazását javasolták. *Berzsenyi és Lap* (2003) a kísérletükben az optimális növényszám a kedvezőtlen csapadékelátottságú évben 50-60, a kedvező csapadékelátottságú évben 70-90, az aszályos évben 30-40 ezer növény ha⁻¹ között változott. *Pepó* (2007) csernozjom talajon végzett kísérletei alapján megállapította, hogy a genotípusok átlagában száraz évjázatban az 50–55 ezer ha⁻¹, átlagos évjázatban 55–65 ezer ha⁻¹, csapadékos évjázatban 65–75 ezer ha⁻¹ bizonyult optimális állománysűrűségnek. Ezen átlagértékeket erőteljesen befolyásolhatja a genotípus. *Dóka* (2008) összehasonlítva a 60 és 80 ezer növény ha⁻¹ tőszám termésátlagait megállapította, hogy aszályos körülmények között a kisebb állománysűrűség a kedvezőbb a kukorica számára. *Lente és Pepó* (2009) kutatási eredményei azt bizonyították, hogy az évjázat vízellátottsága, mint abiotikus stressz tényező volt a legnagyobb hatással a kukorica termésére. Aszályos évjázatban a 40 ezer ha⁻¹, míg kedvező vízellátottságú évjázatban a 60 ezer ha⁻¹ és 80 ezer ha⁻¹ tőszámnál kapták a termésmaximumokat. *Molnár és Sárvári* (2005) a legnagyobb termést aszályos évjázatban a legsűrűbb, 90 ezer növény ha⁻¹ állománynál érték el, azonban termésbiztonsági szempontból a gyakorlatban ennél kisebb tőszámot javasolnak.

Berzsenyi et al. (2011) 22 év átlagában vizsgálva megállapították, hogy csapadékos évjáratban 80 ezer, míg száraz évjáratban 50 ezer növény ha⁻¹ tőszám alkalmazása volt kedvező. A termés a legstabilabb a 60 ezer növény ha⁻¹ állománysűrűségnél volt.

Árendás et al. (2008) kutatásai során 30-40 hibrid átlagában a szemtermés elért termésmaximuma 7,94 t ha⁻¹ volt, amely 60 ezer növény ha⁻¹ tőszámmal volt elérhető. Öntözetlen körülmények között ennél sűrűbb állomány vetése már csak az átlagosnál kedvezőbb években segítette a rendelkezésre álló víz, és a fajtákban rejlő nagyobb termőképesség jobb érvényesülését. 22 év terméseredményei szerint 13 évben a 60 ezer növény ha⁻¹ sűrűségű, vagy annál ritkábban vetett állományok adták a legtöbb termést. Kedvező 9 t ha⁻¹ termés elérésére alkalmas években a 70 ezer növény ha⁻¹, vagy annál nagyobb állománysűrűség eredményezte a termésmaximumot, de az évjárat okozta ingadozás, a termesztés bizonytalansága is ezekben az állományokban volt a legnagyobb.

Pintér és Korom (1982) a sűrű állományban az 50 cm-es sortávolságnál a növények vízellátottsága valamivel jobb volt, mint a 70 cm-esnél. A növények egyenletesebb elhelyezkedése feltehetően a talaj vízkészletének jobb kihasználását és felületének egyenletesebb takarását, azaz kisebb evaporációt eredményezett. A két sortávolságkezelés közötti különbség csak a gyengébb csapadékelátottságú évjáratban volt megbízható. A szemtermés a 10 növény m⁻² állománysűrűségig növekedett, azt követően csökkent.

3.3.2. A genotípus hatása a kukorica termésére

A kukorica termésnövekedésének nagy része sokkal inkább a genetikai x agrotechnikai interakció eredménye, mint akár a genetikai, illetve agrotechnikai előrehaladásnak önmagában (*Berzsenyi* 2009). Vizsgálatai szerint meghatározta, hogy a növénytermesztési tényezők a kukorica termésnövekedéshez milyen arányban (%) járultak hozzá: a trágyázás 30,7; a fajta 30,0; a növényszám 20,3; az ápolás 16,3 és a talajművelés 2,7. *Pepó és Csajbók* (2014) a különböző agrotechnikai elemek hatását vizsgálta a termésmennyiség alakulására, amelyek a következők voltak: a trágyázás 39%, a vetésváltás 28%, az öntözés 14% és a tőszám 7%.

Az 1950-es évektől a genetikai előrehaladás következtében napjainkig a kukorica hibridek növényszám optimuma nőtt. Az 1950-es években 35-40 ezer volt, az 1960-as években 50 ezerre nőtt, az 1970-es években a hibridek növényszám optimuma 55-60 ezer növény ha⁻¹ körül volt *Gyórfy* (1979). *Sárvári* (1995) szerint a korszerű hibridek

termesztésével egy időben az alkalmazott agrotechnika is változott. A kukoricatermesztés intenzívebbé válásával nagyobb tőszámot alkalmaztak. Mindez kedvező volt, mivel a tőszám a termést nagymértékben meghatározó tényező.

A genetikai potenciál érvényre jutásához az egyik legfontosabb termést meghatározó agrotechnikai elemet, a tőszámot az ökológiai adottságoknak és a termesztési körülményeknek megfelelően kell megválasztani *Sárvári et al.* (2001b). A gyakorlatban rendszerint azok a hibridek terjednek el, amelyeknek széles a termesztési optimumuk, azaz tág az állománysűrűség optimumuk intervalluma (*Győrffy* 1979).

Az új kukorica hibridek nagy növényszám toleranciájának következtében nőtt az optimális növényszám, amelynél maximális a szemtermés, azonban a növényenkénti termés potenciál nem változott *Tokatlidis és Koutroubas* (2004). A modern hibridek erősen függenek a növényzámtól, mert a maximális termést a nagy növényzámnak csak szűk tartományában érik el. *Russel* (1991) szerint az újabb hibridek genetikai potenciáljukat nagyobb állománysűrűség mellett használják ki jobban. *Pintér et al.* (1994) megállapították, hogy a tőzámsűrítésre toleráns és szenzitív genotípusok fényigénye, vagy árnyéktűrése eltér. Így az árnyékolás hatására észlelt terméscsökkenés a toleráns genotípusnál megbízhatóan kisebb, mint a szenzitívénél. A tőszám a termést nagymértékben meghatározó tényező, a hibridek reakciója a nagyobb tőszámra függ a genetikai háttértől, attól hogyan tolerálják a nagyobb kompetíciót és a tőzámnövelésére terméstöbblettel reagálnak-e (*Haegele* 2014).

A bőtermő hibrid kukoricák használata mellett a termésnövelésnek egyik meghatározó tényezője a területegységre jutó megfelelő tőszám biztosítása olyan feltételek megteremtésével, amelyek lehetővé teszik a növények örökletesen meghatározott termőképességének maximális kibontakozását (*Pásztor* 1962). A kukorica hibridek sűrítetősége rendkívüli mértékben eltérő. A sűrítetőség elsősorban hibridektől függő, genetikailag megalapozott tulajdonság. *Sárvári* (1983) kísérletében 10 ezer növény ha⁻¹ állományváltozás 0,5-1,5 t ha⁻¹ termésnövekedést, vagy az optimum felett csökkenést okozott.

Árendás et al. (2013) martonvásári hibridekkel folytatott három évtizedes kutatómunkájának eredményei azt igazolják, hogy a túlsűrítés relatív víz- és tápanyaghiányt okoz, ami csökkenti a termést és a termésstabilitást, azaz a tervezhetőséget.

Sárvári (2005) a különböző genotípusú hibrideknél négy csoportot különített el a tőszám hibridekre gyakorolt hatása alapján. Az első csoportba sorolta azokat a

hibrideket, amelyek jól sűrítethők és széles tőszám intervallumú hibridek, a másodikba azokat a hibrideket, amelyek nem igényelnek nagy tőszámot, de jó egyedi produkcióval rendelkeznek. Ezeknél a hibrideknél, alacsony tőszámnál magas a termés és a termésbiztonság. A harmadik csoportba azokat a hibrideket sorolta, amelyeknél a kedvező években nő a csóméret, ezeknél a hibrideknél nem ajánlott a nagy tőszám. A negyedik csoportba azok a hibridek tartoznak, amelyek az állománysűrítésre érzékenyek, ezeknél a hibrideknél a magas tőszám kedvezőtlen év esetén jelentős terméscsökkenést eredményez.

Szieberth (2011) szerint a termőképesség és a tenyészidő hossza között pozitív összefüggés van. Ez az összefüggés azonban nem olyan szoros, hogy bármely két egymástól eltérő tenyészidejű hibrid összehasonlításakor automatikusan igazolódjon. A hibridek közötti igazi különbség nem is a genetikailag determinált termőképességben, hanem a környezethez alkalmazkodás képességében rejlik. Azaz a hibridek genetikai adottságai csak azt szabályozzák, hogy az adott környezeti feltételekből mit tud a hibrid kiaknázni, és melyek azok a genetikai tényezők, amelyek megléte, hiánya, vagy a kifejeződés állapota korlátozza az alkalmazkodást.

I' só (1962) különböző genotípusú hibridek tenyészterület- reakcióját vizsgálta. Eredményei alapján megállapította, hogy a kisebb testű, korábbi hibrid a tenyészterület csökkentésére valamivel nagyobb termésnövekedéssel reagál, mint a nagyobb testű későbbi hibridek, ez a fajták között mutatkozó különbség azonban nem volt szignifikáns.

A rövidebb tenyészidejű hibridek jobban elviselik a viszonylag nagyobb tőszámot és az évjáráthatás változást, mint a hosszabb tenyészidejű hibridek (*Sárvári et al.* 2002b). *Berzsenyi és Lap* (2006a) kutatási eredményei szerint a kukorica hibridek tőszámreakciója és termésstabilitása eltérő volt minden vizsgált éréscsoportban. A FAO 200-299 éréscsoportba tartozó hibrideknek szélesebb tőszám intervallumban volt stabil a termése (50-90 ezer növény ha⁻¹). A vegetációs időszak hosszának növekedésével a FAO 400-499 és a FAO 500-599 hibrideknek a szűkebb tőszámtartomány, kisebb növényesség volt a kedvező (50-70 növény ha⁻¹). Az igen korai hibridek ökológiai terméspotenciálja 11,4-11,8 t ha⁻¹, a korai hibrideké megközelíti a 13 t ha⁻¹ és a középérésűeké meg is haladja ezt (*Szundy et al.* 2002). *Pepó és Sárvári* (2013) átlagos viszonyok mellett a hibridek számára a következő tőszámokat tartotta megfelelőnek: a FAO 200-300-as hibrideknél 70-80 ezer növény ha⁻¹, a FAO 400-as hibrideknél 65-75 ezer növény ha⁻¹ és a FAO 500-as hibrideknél 60-65 ezer növény ha⁻¹. Megállapították,

hogy az optimálisnál nagyobb tőszám növeli a vízigényt és az aszályérékenységet, veszélyezteti a terméshozadékot, csökken a termés és 4-6%-kal nagyobb lesz a betakarításkor mért szemnedvesség-tartalom. A tőszám és az éréscsoport szignifikáns hatással volt a termésre (*Alessi és Power 1974*) kísérletei szerint.

I' só (1969c) kísérletében a korai hibridek általában valamivel jobban reagáltak az állománysűrítésre, a középkései hibridek között is voltak a koraikkal azonos reakciójú hibridek. Minden általa vizsgált hibrid a legkisebb tenyésztésterületen (50 x 40 cm = 0,20 m²) adta a legnagyobb termést, köztük különbség csak a terméshozadék nagyságában volt. A korai hibridek kisebb szemnedvesség tartalommal takaríthatók be, kisebb termésmennyiséget érnek el, mint a késői hibridek (*Genter és Camper 1972*).

Nagy különbségek vannak a hibridek tőszámsűrítetősége között, amelyet az adott termőhelyre kell adaptálni és hibridspecifikus módon alkalmazni (*Sárvári és Boros 2010b*).

3.3.3. A sortávolság és a növényszám hatása a termésre

A hibrid kukoricák termését meghatározó agrotechnikai tényezők között fontos helyet foglal el a területegységenként helyesen megállapított növényszám (*Pásztor 1969*). Kísérletében a hibridek termése között a genotípusok esetében nem, csak a tenyésztésterület hatására jelentkezett terméskülönbség.

Sárvári et al. (2002c) kutatási eredményeik alapján megállapították, hogy a tőszám növelésével az egyedi produkció csökken, de bizonyos határig nő a területegységre vetített termés. A tőszám növelése következtében nő a növényegyedek közötti versengés, csökken a növényenkénti termés (*Antonietta et al. 2014*).

Pepó et al. (2007) kutatásaik során a tőszám növelésével a termés mérsékelten növekedett. A legnagyobb termést a 80 ezer ha⁻¹ állománysűrűségnél kapták. Terméshozadékai okokból a 60-70 ezer közötti hektáronkénti átlagos tőszám alkalmazását javasolták a gyakorlatban. *Sárvári és Boros* (2010a) a tőszámtól függően a termés 11,5-15,8 t ha⁻¹ között változott, a legtöbb hibrid termésének maximumát a 90 ezer növény ha⁻¹ tőszámnál érte el. *Vári és Pepó* (2011) a tőszám növelés hatására nőtt a termés, a legnagyobb termésmennyiséget a 80 ezer növény ha⁻¹ állomány érte el. *Aziz et al.* (2007) kísérletükben a tőszám optimum 90 ezer növény ha⁻¹ volt.

Nagy (1995) szerint azonban az öt év kutatása során a nagyobb termések kialakulásának az alacsonyabb tőszám (60 ezer növény ha⁻¹) kedvezett. A 80 ezer növény ha⁻¹ tőszámmal termesztett kukoricánál terméskieséssel kellett számolni. Az

aszályos években kockázatos nagy tőszámot alkalmazni. Az 53 és 67 ezer növény ha⁻¹ állománynál elért termés nem különbözött (*Asim et al.* 2013).

A keskeny sortávolság alkalmazásának vizsgálata hazánkban és külföldön is ellentétes eredményekhez vezetett. A sortávolság csökkentés terméstöbbletet eredményezett *Lutz et al.* (1971), *Nagy* (1983), *Porter et al.* (1997), *Widdicombe és Thelen* (2002), *Shapiro és Wortmann* (2006), *Gözübenli* (2010) kísérleteiben, ezzel szemben *Giesbrecht* (1969), *Johnson et al.* (1998), *Farnham* (2001), *Ma et al.* (2003) eredményei szerint nem okozott termésnövekedést a sortávolság szűkítése.

Lutz et al. (1971) különböző tőszám-, sortávolság változatokat és tíz, eltérő éréscsoportba tartozó hibridet vizsgáltak. A sortávolság csökkentésével nőtt a termés. A termés a késői érésű hibrideknél a közepes és nagy tőszámon nagyobb volt.

Nagy (1983) kutatása során a legnagyobb terméseredményt minden tőszámnál az 50 cm sortávolságú kezelések adták. A maximális termést 80 ezer növény ha⁻¹ növényállománynál érte el. A tenyészterület alakjának közelítése a négyzetes alakhoz, minden tőszámnál termésnövekedést okozott. *I' só* (1969b) vizsgálatai szerint a legnagyobb termést az 50 x 50 cm tenyészterületű állomány adta. Az optimális tenyészterület 39-54%-kal növelte a termést.

Dahmardeh (2011) a legnagyobb termést az 50 x 20 cm (100 ezer növény ha⁻¹) távolságra vetett állomány érte el. *Shapiro és Wortmann* (2006) a sortávolság csökkentésével 4% terméstöbbletet ért el. *Démetrio et al.* (2008) a sortávolság csökkentésével nőtt a termés, az optimális elrendezés a 40 cm sortávolság és a 75, vagy 80 ezer növény ha⁻¹ tőszám volt. *Sterider et al.* (2008) a keskeny sortávolság alkalmazása az évjáráttól függően növelte a termést, a terméstöbblet 0-14% között változott. *Fanadzo et al.* (2010) a 45 cm sortávolságnál 11%-kal nagyobb termést érték el, mint a 90 cm sortávolságnál.

Giesbrecht (1969) által végzett kísérletben a sortávolság nem volt hatással a termésre, míg a tőszám növelés hatására a vizsgált hibridek termése szignifikánsan nőtt. A késői érésű, magasabb hibridek jobban alkalmazkodtak a nagyobb tőszámnál kialakuló növények közti versengéshez, mint a korai éréscsoportba tartozó hibridek. *Farnham* (2001) kutatása során a vizsgált évek, helyek, és a tőszám átlagában a 76 cm sortávolsággal termesztett kukorica nagyobb termést adott, mint a 38 cm sortávolságú. A betakarításkor mért szemnedvesség tartalom a 38 cm sortávolságú kukoricánál szignifikánsan kisebb volt, mint a 76 cm sortávolságnál. *Rehman et al.* (2011) a legnagyobb termést a 66667 növény ha⁻¹ állománynál, 75 cm sortávolság

alkalmazásával érték el a 60 és 45 cm sortávolsággal szemben. *Stone et al.* (2000) azt állapították meg, hogy a termésmennyiségre a sortávolság hatása nem jelentős, az állománysűrűség nagyobb hatást gyakorolt az elérhető termésre.

Porter et al. (1997) szerint a betakarításkor mért nedvességtartalomra a hibrid választás és az adott tenyészidőszak időjárása gyakorolta a legnagyobb hatást. *Bonaparte és Brawn* (1976) kutatása során a tőszám növelésével szignifikánsan nőtt a betakarításkor mért szemnedvesség. *Widdicombe és Thelen* (2002) a kutatást 76, 56 és 38 cm sortávolságnál és 56 és 90 ezer növény ha⁻¹ között, 5 beállított tőszámnál végezte. A termés 2-4%-kal nőtt, a betakarításkor mért szemnedvesség tartalom csökkent a sortávolság csökkentésével, míg alig nőtt a tőszám növelésével. A legnagyobb termést a 90 ezer növény ha⁻¹ tőszám adta. *Tokatlidis et al.* (2005) a növényszám csökkentésével csökkent a betakarításkor mért szemnedvesség tartalom.

Pintér (1980) szerint az ötven centiméteres sortávolság előnye, hogy egy optimálisnál sűrűbb tőállománynál kisebb az optimumhoz viszonyított termés kiesés, mint a hetven centiméteres sortávolság esetén. Adatai alapján megállapította, hogy a jelenleg alkalmazott sortávolság szűkítése ötven centiméteresre, sűrű tőállomány esetén növelheti a kukoricatermést. Ezzel szemben (*I' só* 1969a) kutatási eredményei szerint nem volt a két különböző sortávolságú, de azonos növényszámú kezelés termése között szignifikáns különbség. Megállapította, hogy a száraz éghajlatunk alatt a keskeny sortávolságú vetéstől lényeges termésmenővelést nem várhatunk.

A tőszám optimum meghatározása

Agronómiai szempontból fontos a növényi populáció és a növény termése közötti kvantitatív összefüggés vizsgálata, ennek során az optimális növényszám és a maximális termés meghatározása (*Berzsenyi* 1989).

A tőszám függvényében az egységnyi területre vetített kukorica szemtermés parabolikus összefüggést mutat (*Huzsvai és Nagy* 1994). *Sarlangue et al.* (2007) az optimális tőszámot másodfokú egyenlet alkalmazásával határozták meg, az egyenletben az $Y = \text{termés (g m}^{-2}\text{)}$, a $D = \text{tőszám (növény m}^{-2}\text{)}$ volt. A függvény deriválásával megkapjuk az optimális tőszámot. $Y = a + b D + c D^2$ (1), $Y' = b + 2 c D$ (2). A kukorica hibridek növényszám reakcióját szintén másodfokú függvénnyel jellemezte *Berzsenyi és Lap* (2005b), *Wang et al.* (2012). Az optimális növényszám a hibridek átlagában 67483 és 70161 növény ha⁻¹ között változott. A kukorica szemtermése a növényzámtól függően általában másodfokú függvény szerint változott, vagyis az

optimális növényszámig fokozatosan nőtt, és ezt követően különböző mértékben csökkent (*Berzsenyi et al.* 2008). *Roedel és Coulter* (2011) vizsgálataik során a kapott eredményekből másodfokú függvényel meghatározták a termésmaximum eléréséhez szükséges tőszámot, amely 81700 növény ha⁻¹ volt. *Liu et al.* (2011) kutatása során az alkalmazott hibridnek a 90 ezer növény ha⁻¹ volt a maximális termés eléréséhez szükséges tőszám optimuma.

Sárvári és Pepó (2014) a kísérletük során minden vizsgált hibrid 68-82 ezer növény ha⁻¹ volt a tőszám optimum intervalluma, az intervallum szélesség 5-20 ezer növény ha⁻¹ között változott. A vizsgált genotípusok tőszám optimuma különbözött, a hibridek optimális tőszáma 7,3-11,9 növény m⁻² növény szám között változott (*Hernández et al.* 2014).

Sárvári és Boros (2009) szerint a kedvező évjáratokban a hibridek a nagyobb termést a nagyobb tőszámokon érik el, mivel ekkor a tőszámnövelés hatására kisebb az egyedi produkció csökkenése. Az optimális növény szám meghatározáskor figyelembe kell venni, hogy a jól sűrítendő, széles tőszám optimumú hibrideknek az alkalmazkodóképessége jó, valamint az állománysűrűség növelésére érzékeny szűk tőszámoptimum-intervallumú hibrideknél a tőszámot hibridspecifikus módon kell megállapítani. A hibridek közül azok voltak a legkedvezőbbek, amelyek stabilan nagy termést adtak eltérő állománysűrűség mellett (*Pepó és Murányi* 2014), míg a szűk tőszámú hibridek adott tőszámnál adtak kiemelkedő termést.

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

A kutatásaimat szántóföldi kisparcellás kísérletben végeztem a Debreceni Tangazdaság és Tájkutató Intézet Látóképi Kísérleti Telepén a 2013, 2014 és 2015 években Pepó Péter professzor úr által beállított kukorica sortávolság és tőszám kísérletben. A kutatás során 12 eltérő genotípusú és tenyészidejű kukorica hibrid fiziológiai és morfológiai tulajdonságainak, termésének és termésképző elemeinek alakulását vizsgáltuk különböző sortávolság (45 és 76 cm) és tőszám (50, 70 és 90 ezer növény ha⁻¹) változatok alkalmazása mellett. A kísérlet 4 ismétlésben, kétszeresen osztott parcellás elrendezésben került beállításra.

4.1. A kísérleti terület elhelyezkedése, talajtani adottságai

A különböző sortávolság és tőszám változatok hatását vizsgáltuk 2013, 2014 és a 2015. tenyészévben, a Debreceni Tangazdaság és Tájkutató Intézet Látóképi Kísérleti Telepén. A kísérleti terület a hajdúsági löszháton, Debrecentől 15 kilométerre helyezkedik el, a földrajzi koordinátái 47°33' északi szélesség, 21°27' keleti hosszúság. A kísérleti terület talaja sík, kiegyenlített, a talajgenetikai osztályozás szerint a mészlepedékes csernozjom típusba tartozik. A kísérlet talajvizsgálati adatait a 2. és a 3. táblázat tartalmazza. A terület fizikai talajfélesége az Arany-féle kötöttségi szám alapján agyagos vályog (K_A 42-48). A kémhatása a 0-75 cm talajrétegben gyengén savanyú (pH_{KCl} 5,5-6,7). A termőrég humusztartalma a csernozjom talajoknak megfelelően a felső 0-25 cm rétegben 2,8%, amely közepes humusztartalomnak felel meg, a humuszréteg vastagsága megközelítőleg 75-80 cm. Foszfor-, és káliumellátottsága közepes. A talaj vízgazdálkodási tulajdonságait jellemző adatokat a 3. táblázat tartalmazza. Várallyay (2005) szerint a IV. vízgazdálkodási kategóriába sorolható, amely közepes vízbefogadó képességet jelent. A talajvízszintje 3-5 m mélyen helyezkedik el, csapadékos évjáratban sem emelkedik 2 m fölé.

2. táblázat A kísérleti terület talajvizsgálati adatai (Debrecen, Látókép 2013)

Talajréteg (cm)	pH (KCl)	K _A	CaCO ₃	Humusz %	Összes N %	NO ₃ +NO ₂ (ppm)	P ₂ O ₅ AL oldható (ppm)	K ₂ O (ppm)
0-25	6,46	43,0	0,00	2,76	0,150	6,20	133,4	239,8
25-50	6,36	44,6	0,00	2,16	0,120	1,74	48,0	173,6
50-75	6,58	47,6	0,00	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

Forrás: Pepó P. 2013

3. táblázat A kísérleti terület talajának vízgazdálkodását jellemző mutatók
(Debrecen, Látókép 2013)

Talaj-réteg (cm)	Térfogat-tömeg (g cm ⁻³)	Pórus-térfogat (%)	Gravitációs pórustér és levegőzárvány	Minimális vízkapacitás (VK _{min} %)	Holtvíz-tartalom (HV%)	hy
5-25	1,433	45,93	11,53	33,65	15,55	2,715
27-33	1,410	46,73	7,05	37,75	15,70	2,783
47-53	1,275	51,90	12,50	36,87	14,75	2,755
97-103	1,285	51,55	8,73	40,93	11,13	2,168
122-128	1,268	52,20	7,23	43,10	9,38	1,853
147-153	1,268	52,13	6,68	43,95	9,03	1,778
197-203	1,230	53,70	6,30	46,00	8,50	1,690

Forrás: Pepó P. 2013.

4.2. A kísérlet beállítása, elrendezése

A kísérlet háromtényezős, split-split-plot (kétszeresen osztott parcellás) elrendezésben, négy ismétlésben lett beállítva. A három vizsgált tényező a sortávolság (A), a tőszám (B) és a hibrid (C) volt. A két sortávolságnál a tenyészterület ugyanakkora volt (4. táblázat), az eltérő sortávolság és tőszám alkalmazása következtében a növények térállása változott (2. melléklet). A kutatás során vizsgáltuk a 45 és 76 cm sortávolság, illetve az 50000, 70000 és 90000 növény ha⁻¹ tőszám alkalmazásának hatását a növény morfológiai és fiziológiai paraméterekre, a termésképző elemekre, valamint a termésre. A kísérlet vetési térképe az 1. mellékletben található. Egy parcella két sorból állt, területe a 45 cm sortávolságnál 9 m², míg a 76 cm sortávolságnál 15,2 m² volt.

4. táblázat A kísérletben alkalmazott sortávolság (cm), tőszám (növény ha⁻¹), tőtávolság (cm) és tenyészterület (m²)

Sortávolság (cm)	Tőtávolság (cm)	Tőszám (növény ha ⁻¹)	Tenyészterület (m ²)
45	44,4	50000	0,20
	31,7	70000	0,14
	24,7	90000	0,11
76	26,3	50000	0,20
	18,8	70000	0,14
	14,6	90000	0,11

A kísérletben a 2013, 2014 és a 2015. évben 12 eltérő genotípusú és tenyészidejű kukorica hibridet vizsgáltunk. Az 5. táblázatban az éréscsoport mellett a hibrid leírásokban szereplő ajánlott tőszámot is feltüntettem. A kísérletben egy igen korai érésű hibrid (FAO 240-299), kilenc korai érésű (FAO 300-399), valamint két középérésű hibrid (FAO 400-499) szerepelt.

5. táblázat A 2013, 2014. és a 2015. évi tenyészidőszakban alkalmazott hibridek

	Megnevezés	Érés csoport	Ajánlott tőszám (ezer növény ha ⁻¹)
1.	Sarolta	FAO 290	60-70
2.	P 9578	FAO 320	68-74
3.	DKC 4014	FAO 320	65-71
4.	DKC 4025	FAO 330	60-70
5.	P 9175	FAO 330	68-76
6.	NK Lucius	FAO 330	65-75
7.	PR 37M81	FAO 360	62-76
8.	PR 37N01	FAO 380	68-80
9.	DKC 4490	FAO 380	60-70
10.	P 9494	FAO 390	68-74
11.	Kenéz	FAO 410	55-65
12.	SY Afinity	FAO 470	62-70
Hibridek átlaga			63-73

A kísérlet előveteménye a 2013, 2014. évben őszi búza, a 2015. évben őszi káposztarepce volt. A kísérletben alkalmazott agrotechnikai műveleteket a 6. táblázat foglalja össze.

A talajelőkészítés a búza elővetemény betakarítása után a 2012, 2013. évben a talaj elmunkálása tárcsával és hengerrel történt, míg a 2014. évben az őszi káposztarepce után két menetben tárcsával tarlóhántást végeztek. Az őszi szántás 35 cm mélységben történt. Tavasszal történtek a magágypelőkészítő műveletek, a megfelelő minőségű magágyp kialakítása érdekében.

A kísérleti években tavasszal egy adagban 108 kg ha⁻¹ nitrogén lett kijuttatva, foszfor és kálium visszapótlás nem történt.

A vetés a 45 cm sortávolságnál Kverneland Accord Optima 12 soros univerzális szemenkénti vetőgéppel, a 76 cm sortávolságnál Gaspardo 6 soros szemenkénti vetőgéppel történt. A 45 cm sortávolságnál a vetést a vetőmagigény kétszeresével végeztük, később a kukorica 3-4 leveles fejlettségi állapotánál került sor a tőszám beállításra.

A kísérlet területén minden évben szükség volt vegyszeres és mechanikai gyomirtás végzésére. A vegyszerek kijuttatása korai posztemergensen történt. A hatásuk a magról kelő egy- és kétszikű gyomokra terjedt ki.

A betakarítás minden évben Sampo – Rosenlew kisparcella kombájnnal történt.

6. táblázat A kísérletben alkalmazott agrotechnikai műveletek
(Debrecen, Látókép 2013-2015)

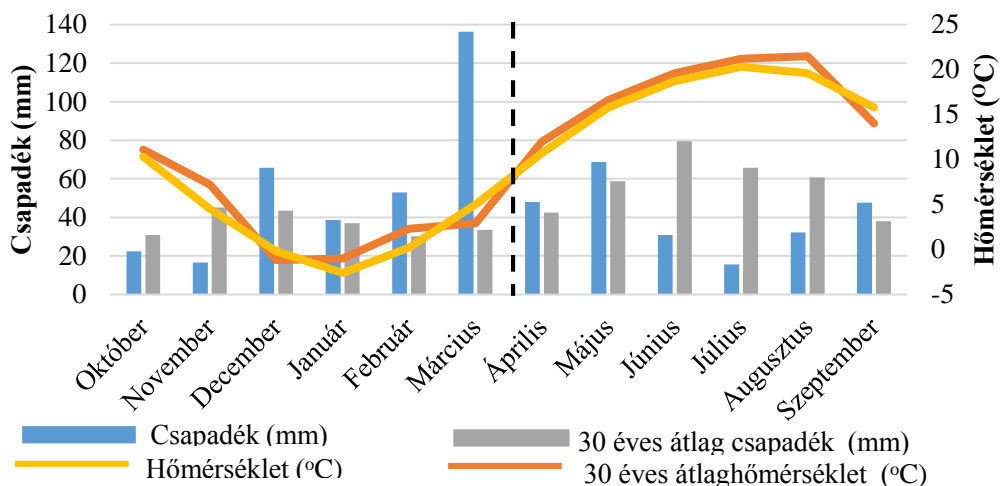
Agrotechnikai művelet		
Évek/Időpont	Talajelőkészítés (45 és 76 cm sortávolság)	
2012-2013	2012. augusztus 20. tárcsa + gyűrűshenger 2012. október 07. szántás (35 cm) 2013. április 20. kombinátor 2013. április 22. germinátor	
2013-2014	2013. július 23. tárcsa + Güttler henger 2013. október 11. Vaderstadt Carrier 2014. március 13. germinátor 2014. április 14. germinátor	
2014-2015	2014. július 19. tarlóhántás Vaderstadt Carrier 2014. augusztus 14. tarlóhántás Vaderstadt Carrier 2014. október 04. szántás 2015. március 10. germinátor 2015. április 13. kombinátor + Rollex	
Tápanyag visszapótlás (45 és 76 cm sortávolság)		
2013. április 22.	N 108 kg ha ⁻¹	
2014. április 08.	P ₂ O ₅ 0 kg ha ⁻¹	
2015. április 13.	K ₂ O 0 kg ha ⁻¹	
Vetés		
	45 cm	76 cm
2013. április 28.	Kverneland Accord Optima	
2014. április 14.	12 soros univerzális szemenkénti vetőgép	Gaspardo 6 soros szemenként vetőgép
2015. április 13.		
Gyomirtás		
2012-2013	2013. május 18. Calluma (0,33 l ha ⁻¹) + Click Combi (2,50 l ha ⁻¹) 45 cm sortávolság 2013. június 11. Laudis (2,00 l ha ⁻¹) 76 cm sortávolság 2013. május 29. sorköz-kultivátorozás	
2013-2014	2014. május 19. Laudis (2,2 l ha ⁻¹) 2014. május 26. sorköz-kultivátorozás	
2014-2015	2015. április 17. Akris 2,0 l ha ⁻¹ 2015. május 14. Banvel (0,3 l ha ⁻¹) + Laudis (2 l ha ⁻¹) 2015. május 23. sorköz-kultivátorozás	
Betakarítás		
2013. szeptember 30.		
2014. október 20.	Sampo parcellakombájn	
2015. szeptember 23.		

4.3. A vizsgált tenyészévek időjárásának jellemzése

A kukorica növekedése, fejlődése, valamint a termésképzése szempontjából a tenyészév meteorológiai adatai mellett, fontos a tenyészidőszak előtti hónapok csapadékmennyisége, és annak eloszlása, az őszi-téli hónapok hőmérsékleti értékei, valamint a napfényes órák száma, amely adatokat a 3. melléklet és a 7. táblázat tartalmazza.

4.3.1. A 2012-2013. tenyészév időjárásának jellemzése

A 2012. év őszi hónapjaiban az átlagosnál lényegesen melegebb szárazabb időjárás volt jellemző. A 2013. év márciusát szélsőséges hőingadozás és nagy mennyiségű csapadék jellemezte. Március első felében lassú felmelegedés kezdődött, amelyet a hónap közepén téli időjárás váltott fel. A márciusi átlaghőmérséklet elmaradt a sok éves átlagtól (-2,1 °C). A lehullott csapadék mennyisége jelentős volt. Többszörösen, +102,8 milliméterrel haladta meg a sokéves átlagot (33,5 mm) (3. ábra). Ez és a korábban lehullott csapadék feltöltötte a csernozjom talaj vízkészletét, amely a tavaszi és kora nyári időszakban biztosítani tudta a kukorica vegetatív fejlődéséhez szükséges vízmennyiséget, részben ellensúlyozva a száraz, aszályos júliusi-augusztusi időjárás kedvezőtlen hatását.



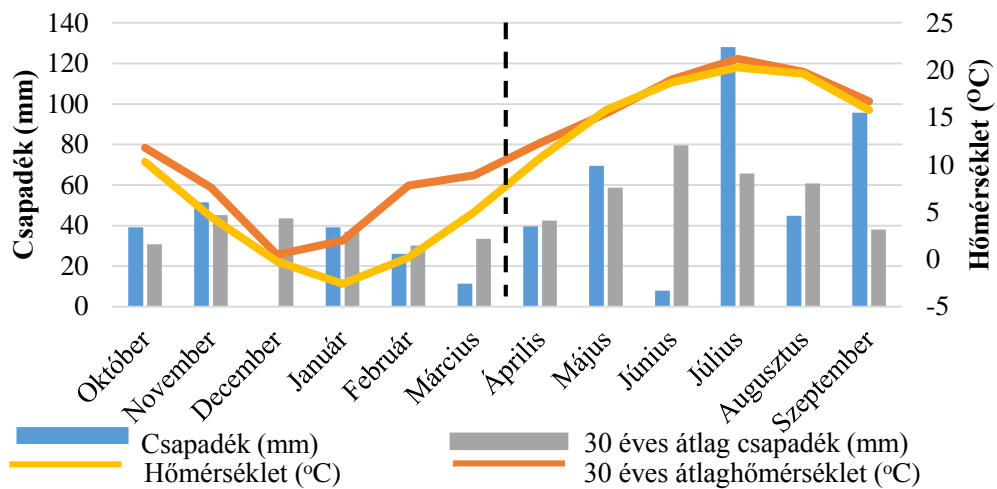
3. ábra A csapadék (mm) és a hőmérsékleti (°C) értékek alakulása a tenyészidőszak előtt és az alatt (Debrecen, Látókép 2012, 2013)

Április első fele csapadékos és hűvös volt, a hónap közepétől az időjárás jelentős fordulatot vett és gyors felmelegedés kezdődött, száraz időjárással párosulva. Az áprilisban lehullott csapadék mennyisége közel megegyező volt a sokéves átlaggal, +5,6 milliméterrel haladta meg azt, míg az átlaghőmérséklet +1,3 °C fokkal volt több. Ez a

meleg és száraz időjárás május első felében tovább folytatódott. Az időben elvégzett vetés (2013. április 28.) miatt az állomány kelése és kezdeti fejlődése megfelelő volt. Május második felétől ismét változott az időjárás és újból hűvös, csapadékos periódus következett be. A májusi csapadék mennyisége és hőmérséklete kevéssel meghaladta a sokéves átlagot (+9,9 mm), (+0,8 °C). Ez azonban a hónap első és második felének ellentétes időjárásának az átlagaként jött létre. A május végi és a június első felének hűvös időjárása nem kedvezett a kukorica állományok vegetatív fejlődésének. Az állományok fejlődése lelassult, vontatottá vált. Június közepétől a hőmérséklet gyors emelkedést mutatott, az időjárás pedig ezt követően szárazzá, aszályossá vált. Ez az időjárás gyakorlatilag augusztus végéig folytatódott. A júniusi felmelegedés és a talajban tárolt felvehető vízkészlet hatására egyrészt a kukorica állományok vegetatív fejlődése felgyorsult, másrészt a vegetatív fejlődés kifejezetten erőteljessé vált és kedvező fejlettségű állomány alakult ki a generatív szakasz bekövetkeztének idejére. A sokéves átlagnál kevesebb csapadék (-48,7 mm), a 30 éves átlagot meghaladó hőmérséklettel (+0,9 °C) párosult. A száraz, meleg és aszályos időjárás júliusban is folytatódott. Ez a kedvezőtlen időjárás a kukorica legérzékenyebb fenofázisait, a virágzást, termékenyülést, a szemtelítődés kezdeti szakaszait érintette. Júliusban a kukoricaállomány szempontjából hasznosítható csapadék nem hullott (15,6 mm), amely -50,1 milliméterrel volt kevesebb a 30 éves átlagnál, míg a hőmérséklet meghaladta azt. Ez az időjárás kedvezőtlen volt a kukorica generatív fejlődésére. A kedvezőtlen időjárást csak részben tudta kompenzálni a kukorica állomány korábbi időszakában kialakult fejlettsége. Az aszályos időjárás augusztusban is folytatódott. Csapadék csak a hónap utolsó napjaiban hullott, amelyet a kukorica állomány gyakorlatilag már nem tudott hasznosítani, hiszen a levélterületüket addigra már jórészt elveszítették. Az augusztus végétől kezdődő és szeptemberben folytatódó lehülés, valamint a kevesebb, de gyakori csapadék a terméseredményeket érdemben már nem befolyásolta. Ennek az időjárásnak a kukorica vízleadási folyamataira volt hatása.

4.3.2. A 2013-2014. tenyészév időjárásának jellemzése

A 2013. év őszi-téli hónapjainak időjárása meglehetősen szélsőségesen alakult (4. ábra).



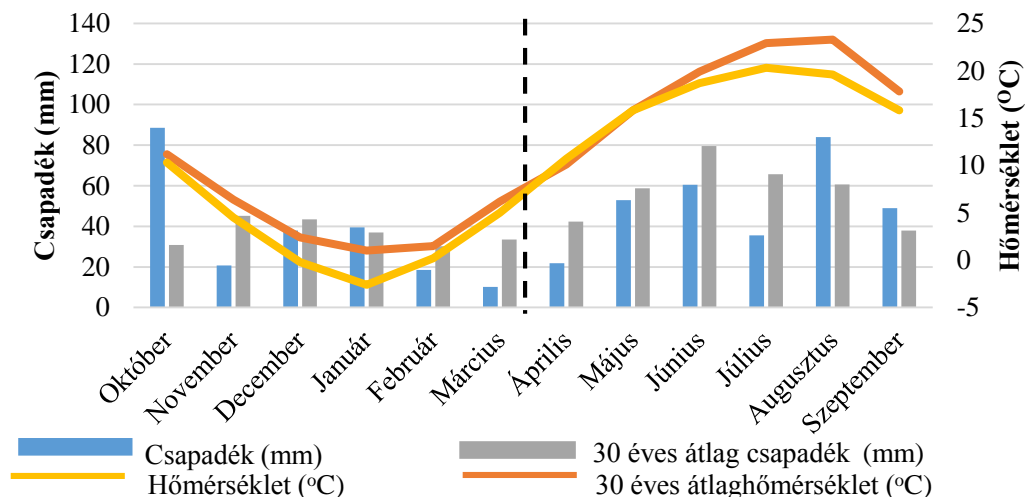
4. ábra A csapadék (mm) és a hőmérsékleti (°C) értékek alakulása a tenyészőidőszak előtt és az alatt (Debrecen, Látókép 2013, 2014)

A kísérlet talaja már április közepére elérte a kukorica vetésre alkalmas hőmérsékleti értéket. Az áprilisi hónap átlagos csapadéka (39,6 mm, a sokévi átlag 42,4 mm) biztosította a talaj felsőrétegének felvehető vízkészletét, amely a csírázáshoz, keléshez, valamint a kezdeti fejlődéshez szükséges. A megfelelő csapadékmennyiség mellett, az állomány fejlődése szempontjából a hőmérséklet nem volt kedvező. Április közepén lehülés következett be, amely visszavetette a kukorica növények kezdeti fejlődését. Később, április második felében lassú felmelegedés következett be, amely kedvező körülményeket teremtett a kukorica állomány fejlődése szempontjából. Összességében a havi átlaghőmérséklet még így is meghaladta a sokévi átlagot (+1,6 °C). Májusban több hullámban érkezett a csapadékos idő és a lehülés. Ez elsősorban a hónap első napjaira és a hónap közepére volt jellemző, de kisebb csapadékos időszak május végén is megfigyelhető volt. A májusi csapadék kedvező mértékben meghaladta a sokévi átlagot (+10,6 mm-rel több hullott), de a többszöri lehülés kedvezőtlenül befolyásolta a kukorica állomány fejlődését. A májusi átlaghőmérséklet (15,4 °C) a 30 éves átlaghoz (15,8 °C) hasonlóan alakult. A június száraz, meleg időjárása egyrészt felgyorsította a kukorica növények vegetatív fejlődését, másrészt különösen a hónap végén próbára tette a szárazságtűrő képességüket. Júniusban mindössze 7,9 mm csapadék hullott, az is a növények számára nem hasznosítható módon, több részletben, amely csapadék messze elmaradt a sokévi átlagtól (-71,6 mm-rel kevesebb). A júniusi átlaghőmérséklet (19,0 °C) a sokévi átlaggal (18,7 °C) megegyezett. A júliusi csapadékos és meleg időjárás optimális feltételeket teremtett a kukorica virágzása – termékenyülése – kezdeti szemfejlődése szempontjából. Júliusban a sokéves átlagot (65,7 mm) kétszeresen

meghaladó csapadék (128,0 mm) hullott, emellett a havi átlaghőmérséklet nagyobb (+0,9 °C-kal magasabb) volt a sokévi átlagnál. Augusztus első felének időjárása kedvező vízellátottságú volt, amely kedvező volt a további szemtelítődési folyamatok szempontjából. Augusztus második felében kifejezetten száraz időszak következett be, amely felgyorsította a kukorica érési folyamatait. Az augusztusi csapadék elmaradt a sokévi átlagtól (-15,9 mm-rel kevesebb), a hőmérsékleti értékek (19,8 °C) viszont hasonlóak voltak a sokévi átlaghoz (19,6 °C). A száraz meleg időjárás szeptember első napjaiban is folytatódott. Ezt követően azonban az időjárás csapadékosra és egyre hűvösebbre fordult. A szeptemberben lehullott csapadék mennyisége (95,7 mm) több, mint kétszerese volt a sokévi átlagnak (38,0 mm), a havi átlaghőmérséklet (16,7 °C) meghaladta a sokéves átlagot (15,8 °C). A csapadékos időjárás hatására a kukorica érési folyamatai lelassultak, a szemtermés vízleadásának üteme is lelassult.

4.3.3. A 2014-2015. tenyészév időjárásának jellemzése

A 2014. év ősze (szeptember-október) kifejezetten csapadékos volt. Az ezt követő hónapok csapadéka a sokéves átlagot megközelítő, vagy annál kevesebb volt, a hőmérsékleti értékek azonban meghaladták a sokévi átlagot, ezzel lehetővé téve a lehullott csapadék minél jobb befogadását a fagytól mentes talajba, segítve annak vízkészletének gyarapodását (5. ábra).



5. ábra A csapadék (mm) és a hőmérsékleti (°C) értékek alakulása a tenyészidőszak előtt és az alatt (Debrecen, Látókép 2014, 2015)

Áprilisban a sokéves átlagnál jóval kevesebb csapadék hullott (-20,5 mm-rel kevesebb). Április első felét a kifejezetten hűvös időjárás, a második felét a lassú felmelegedés jellemezte. Április középhőmérséklete (10,1 °C) ezen ellentétes hatások

eredőjeként megegyezett a sokévi átlaggal (10,7 °C). A hűvösebb időjárás miatt a kukorica állomány kezdeti fejlődése elmaradt az átlagostól. A májusi időjárás ezt a kezdeti fejlődésbeli lemaradását az állománynak kompenzálni tudta. Májusban a sokévi átlagot megközelítő csapadék hullott és a hőmérséklet is kedvező volt, azaz nem következett be erőteljes felmelegedés. A havi középhőmérséklet megegyezett a sokéves átlaggal. A nyári hónapok időjárását az erőteljes változások jellemezték mind a vízellátás, csapadék, mind pedig a hőmérsékleti értékek vonatkozásában. Június első fele kánikulai meleget és szárazságot, a második fele jelentős lehűlést és csapadékot hozott. A júniusban lehullott csapadék elmaradt a sokéves átlagtól (-19,0 mm), a talajban tárolt vízkészlet és az összességében kedvező hőmérsékleti értékek együttesen lehetővé tették a kukorica állomány kedvező, erőteljes vegetatív fejlődését. A július elejei száraz, igen meleg időjárás nem kedvezett a kukorica generatív folyamatainak. A július közepétől kezdődő hűvösebb és csapadékosabb időjárás ezt a negatív hatást részben kompenzálni tudta. Összességében a kukorica állományok megfelelően termékenyültek és a korai szemfejlődés is kedvezően megindult. A júliusi csapadék kevesebb volt, a sokévi átlagnál 30,1 milliméterrel, a havi átlag hőmérséklet meghaladta a 30 éves átlagot (+2,6 °C-kal magasabb). A kukorica szemtelítődési és asszimilációs folyamatai szempontjából kifejezetten kedvezőtlen volt a július második felében kezdődő és augusztus második feléig tartó, mintegy 3-4 hetes kánikulai meleg és szárazság. Ebben az időszakban a hőmérsékleti értékek is rendkívül magasak voltak. Erre az időszakra a csernozjom talaj felvehető vízkészlete gyakorlatilag elfogyott. Ennek következtében az állományok rohamosan elvesztették asszimilációs felületüket, amely kedvezőtlenül befolyásolta a kukorica szemtelítődési folyamatait és jelentősen lerövidítette a vegetációs periódust. Az augusztus 20. körül megérkező jelentős csapadék mennyiség csak részben tudta kompenzálni ezeket a kedvezőtlen növényfiziológiai folyamatokat. Az augusztusban lehullott csapadék mennyisége és a hőmérséklet meghaladta a sokéves átlagot. A nyári hónapok száraz, meleg időjárása miatt a kukorica állomány vegetációs periódusa lerövidült mintegy 3-4 héttel, amely kedvezőtlenül hatott a termésképződési folyamatokra. Szeptemberben az állományok vízleadása gyors volt, így a kísérletet szeptember második felében alacsony szemnedvességgel be lehetett takarítani.

A kukorica a vegetációs időszakban 1400-1600 napfényes órát igényel, a napfénytartam igénye a június, július és augusztus hónapokban a legnagyobb. A

napfényes órák száma minden évben meghaladta a sokéves átlagot (1480 h) 7. táblázat, illetve a kukorica igénye szerint alakult.

7. táblázat A vizsgált években (2013, 2014, 2015) a tenyészidőszak alatt mért napfényes órák száma, eltérése a 30 éves átlagtól (Debrecen, Látókép 2013-2015)

Hónap	2013		2014		2015		30 éves átlag 1961-1990 (h)
	Mért érték (h)	Eltérés (h)	Mért érték (h)	Eltérés (h)	Mért érték (h)	Eltérés (h)	
Április	249	53	199	3	281	85	196
Május	253	4	287	38	280	31	249
Június	279	16	355	92	295	32	263
Július	381	87	297	3	343	49	294
Augusztus	346	75	286	15	291	20	271
Szeptember	201	-5	171	-35	286	80	206
Összesen	1709	229	1595	115	1776	296	1480

4.4. A kukorica morfológiai és fiziológiai paramétereinek, valamint a termés és a termésképző elemek meghatározása

A morfológiai jellemzők meghatározása

A növény- és csőmagasságnál minden sortávolság (2), tőszám (3) és hibrid (12) mérésre került két ismétlésben.

- *A növénymagasság (cm):* A 2-4 leveles fejlettségtől, két hetenként a végleges magasság kialakulásig (címervirágzás, körülbelül július közepe) mértük. Parcellánként 5 átlagos növény magasságát határoztuk meg. A növénymagasság a talajfelszíntől mért távolság a címervirágzat megjelenéséig, a legfelső levélkezdemény legfelső pontjáig, a címervirágzat megjelenése után annak legfelső pontjáig történt. A 8. táblázat tartalmazza a mérési időpontokat.

8. táblázat A kísérletben végzett növénymagasság mérések időpontjai (Debrecen, Látókép 2013-2015)

Évek	2013.	2014.	2015.
1. mérés	május 13.	május 22.	május 19.
2. mérés	május 29.	június 03.	június 02.
3. mérés	június 10.	június 18.	június 17.
4. mérés	június 24.	július 02.	június 30.
5. mérés	július 08.	július 16.	július 14.
6. mérés	július 22.	-	-

- *A csőmagasság (cm):* A tenyészidőszakban egy alkalommal 2013. évben július 21-én, a 2014. évben július 28. és a 2015. évben július 15-én mértük.

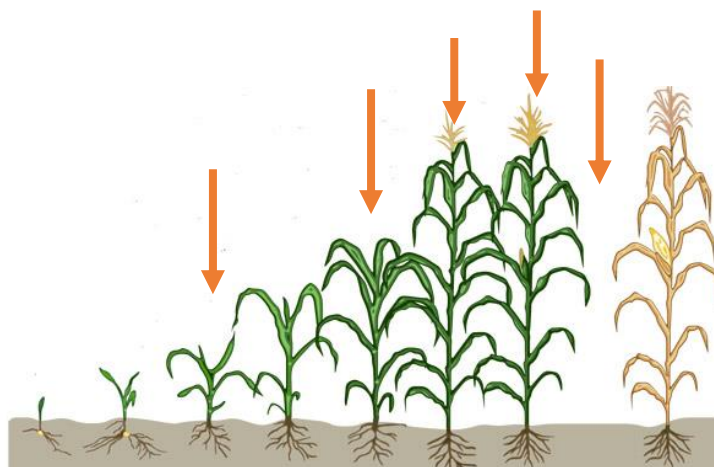
Parcellánként 5 átlagos növény csőmagasságát mértük. A mérés a talajfelszínétől a legfejlettebb cső szárhoz való ízesülési pontjáig történt.

A fiziológiai paraméterek meghatározása

A növényfiziológiai paramétereket 6 kiválasztott hibridnél (Sarolta, DKC 4025, P 9175, NK Lucius, P 9494, SY Afinity), minden sortávolságnál (2), tőszámánál (3) és ismétlésben (4) mértük különböző fejlettségi állapotoknál (9. táblázat, 6. ábra).

9. táblázat A kísérletben végzett növénymagasság mérések időpontjai
(Debrecen, Látókép 2013-2015)

	BBCH	2013.	2014.	2015.
1. mérés	14-16 (4-6 leveles)	május 13.	május 23. SPAD május 27. LAI	május 18.
2. mérés	34 (szármegnyúlás)	június 18.	június 18.	június 18.
3. mérés	61-69 (hím- és nővirágzás))	július 01.	július 07.	július 07.
4. mérés	71-79 (szentelítődés)	július 22. SPAD július 24. LAI	július 21.	július 15.
5. mérés	97-99 (érés)	augusztus 22.	augusztus 19. SPAD augusztus 22. LAI	augusztus 12.



6. ábra A kukorica fejlődési stádiumai

– *A levélterület-index mérése (LAI), mérésének elve ($m^2 m^{-2}$)*

A levélterület-indexet a Sun Scan Canopy Analysis System hordozható műszer segítségével határoztuk meg. A levélterület-index az egy négyzetméterre jutó levélterület, így mértékegysége ($m^2 m^{-2}$).

A műszerhez tartozik egy 1 m hosszú szondarúd és egy szenzor. A szondarúd segítségével történik a növényállományban a fényviszonyok (árnyék) mérése, amelyet a

műszer a szenzor által mért beeső közvetlen és szórt sugárzáshoz viszonyít és számítja ki a levélterület-indexet egy szoftver segítségével.

Parcellánként 4 mérést végeztük, a 4 mérés átlaga adta egy ismétlés levélterület-index értékét.

– *A levélterület-tartósság (LAD) (nap)*

A LAD kvantitatív formában fejezi ki, hogy milyen hosszú ideig tartja fenn a növény vagy a növényállomány az aktív fotoszintetizáló területet (nap) *Berzsenyi* (2000).

A LAD számításának képlete:

$$D_{2-1} = \frac{(L_1 + L_2) * (t_2 - t_1)}{2}$$

– *A relatív klorofill tartalom mérése (SPAD- érték), mérésének elve*

A relatív klorofill tartalom mérésére a SPAD-502 Plus (Konica Minolta) hordozható műszert használtunk, amelynek előnye, hogy szántóföldi körülmények között roncsolás mentesen mérhető a klorofill mennyisége. A műszer két hullámhossz (400-500 nm kék, 600-700 nm piros) tartományban világítja át a levelet és az áteresztett fény mennyiség alapján meghatározza a relatív klorofill tartalmat. A mért érték mértékegység nélküli szám, amely 0-100 között változhat.

Parcellánként 15 mérést végeztünk, amelyek átlaga adta egy ismétlés relatív klorofill tartalom értékét. A kezdeti fejlődési stádiumokban a legfelső kifejlett levélen, a csőkezdemény megjelenése után a csőlevélen mértük.

A kutatás során alkalmazott mutatók meghatározása

– *A fotoszintetikus kapacitás (Ph. C.)*

A termés, a maximális levélterület-index és a relatív klorofill tartalom összevont értékelése a Dr. Pepó Péter professzor úr kidolgozott fotoszintetikus kapacitás meghatározására szolgáló, úgynevezett Ph. C., vagy P-index érték számításával történt.

A fotoszintetikus kapacitás számításának képlete:

$$Ph. C. (P index) = \left(\frac{Termés}{LAI max} * \frac{Termés}{SPAD max} \right) / 1000$$

– *Az individuális produktivitás (IP) (g növény⁻¹)*

Az individuális produktivitás mutató megmutatja, a növényállomány egy egyede által realizált termésmennyiséget.

A számításának képlete:

$$IP = \frac{Termés (kg ha^{-1})}{T\ddot{o}szám (növény ha^{-1})} * 1000$$

– *A levélterületi termés efficiencia (LTE) ($g\ cm^{-2}$)*

Az egységnyi levélterületre jutó termésmennyiség nagyságát mutatja meg, amely alapján következtetni lehet a növényállomány napenergia hasznosításának hatékonyságára.

A levélterületi termés efficiencia számításának képlete:

$$LTE = \frac{\text{Termés (kg ha}^{-1}\text{)}/10000}{LAI\ max\ (m^2\ m^{-2})}$$

A termésképző elemek meghatározása

A csőmintákat a szemtelítődés befejeződése, a fekete réteg kialakulása után szeptemberben vettük meg. A kísérlet első két évében 2 csövet, a 2015. évben parcellánként 3 csövet vettünk a termésképző elemek meghatározására 2 ismétlésből, minden kezelésben. A vizsgált termésképző elemek a csőhossz, a csőátmérő, a sorok száma, a soronkénti szemek száma, az ezerszemtömeg és a szem és csutka (morzsolási) arány volt.

A csőhosszt vonalzóval, a csőátmérőt a cső középpontján tolómérővel mértük. A sorok száma, illetve a soronkénti szemek száma számolás útján történt.

Az ezerszemtömeg meghatározásához minden kezelésből 200 szemet számoltunk le, mértük a leszámolt szemek tömegét, amelyet felszorozva öttel megkaptuk az értékét.

A szem és csutka arány meghatározásához a kukoricacsövön lévő szemeket lemorzsoltuk, lemértük a csutka és a szem tömegét, amelyből képlettel meghatároztuk az arányszámokat.

A terméseredmény és a betakarításkor mért szemnedvesség meghatározása

Mértük a betakarításkor a szemnedvességet, a kombájnnolt szemtermést, majd ezen adatok felhasználásával meghatároztuk a májusi morzsolts kukoricára (14% szemnedvesség) korigált szemtermést.

A betakarításkor mért szemnedvesség meghatározásakor, a nedves szemmintát szárítószekrényben tömegállandóságig szárítottuk, mértük a nedves- és a száraztömeget, amelyből képlet segítségével kiszámítottuk a nedvességtartalmat (%).

4.5. Az eredmények értékelésének módszere

Az adatok feldolgozása és statisztikai értékelése Microsoft Excel 2013, valamint SPSS for Windows szoftverekkel történt. A szignifikáns differencia meghatározásához háromtényezős varianciaanalízist (sortávolság (A), tőszám (B), hibrid (C)), illetve ahol

a háromtényezős varianciaanalízis nem mutatott ki szignifikáns különbséget, kéttényezős varianciaanalízist (tőszám (A), hibrid (B)) alkalmaztunk Sváb (1981) szerint. A valószínűségi szint, a mezőgazdasági gyakorlatban alkalmazott $P = 0,05$ volt. Kettőnél több független változónál, így a tőszámnál és a hibridnél a varianciaanalízist kiegészítő középértéket összehasonlító tesztet, Tukey-tesztet végeztünk.

A vizsgált tényezők közötti összefüggések szorosságának megállapításához Pearson-féle korrelációanalízist végeztünk. A korrelációs együttható, r - érték -1 és 1 között változhat. A meghatározott érték az összefüggés erősségére utal. Az előjel arra, hogy milyen irányú az összefüggés, azaz ha pozitív az előjel, akkor az egyik tényező növekedése a másik tényező növekedését, míg ha negatív az előjel, akkor az egyik tényező növekedése a másik tényező csökkenését váltja ki. A korrelációanalízisnél az összefüggés erősségének értékelésére Sváb (1981) szerint, ha az r - értéke $<0,4$ laza, $0,4-0,7$ közepes, $0,7-0,9$ szoros, $>0,9$ erős összefüggést állapítottunk meg.

Az optimum tőszám meghatározásához másodfokú regresszió analízist alkalmaztunk, illetve meghatároztuk a vizsgált hibridek tőszám optimum intervallumát a számított szignifikáns differencia felhasználásával. A másodfokú egyenlet segítségével először meghatároztuk a számított tőszám optimumot és az ahhoz tartozó várható, maximális termést. A tőszám optimum intervallum meghatározásához, a kéttényezős varianciaanalízis alapján a tőszámra kapott szignifikáns differencia értéket használtuk. A tartomány megállapításához az $SZD_{5\%}$ értékének 50% -át vettük, hasonlóan Dr. Sárvári Mihály professzor úr tőszám optimum intervallum meghatározásának módszeréhez.

5. EREDMÉNYEK

5.1. Az évjárat és tenyészterület hatása a kukorica hibridek morfológiai és fiziológiai paramétereinek alakulására

5.1.1. A vizsgált tényezők hatása a kukorica növény- és csőmagasságára, növekedésdinamikájára

A növény- és a csőmagasság alakulását meghatározza a hibrid genotípusa, azonban befolyásoló hatással van rá az alkalmazott agrotechnika, ezen belül a tenyészterület nagysága, illetve az évjárat. A növény- és csőmagasságot minden alkalmazott sortávolságnál, tőszámnál és hibridnél mindhárom vizsgálati évben mértük.

A vizsgált tényezők hatása a növénymagasságra

A növénymagasság genetikailag meghatározott tulajdonság, azonban az adott év időjárása, az alkalmazott agrotechnika, ezen belül a sortávolság és a tőszám is befolyásolja azt. A növekvő állománysűrűség következtében, nő a növénymagasság, mivel nő a növényegyedek közötti versengés a fényért, a vízért és a tápanyagokért.

A sortávolságok között nem volt kimutatható szignifikáns különbség a háromtényezős varianciaanalízissel, ezért ezt a tényezőt elhagyva kéttényezős varianciaanalízist alkalmaztunk a tőszámok és a hibridek közötti különbségek kimutatására minden kísérleti évben.

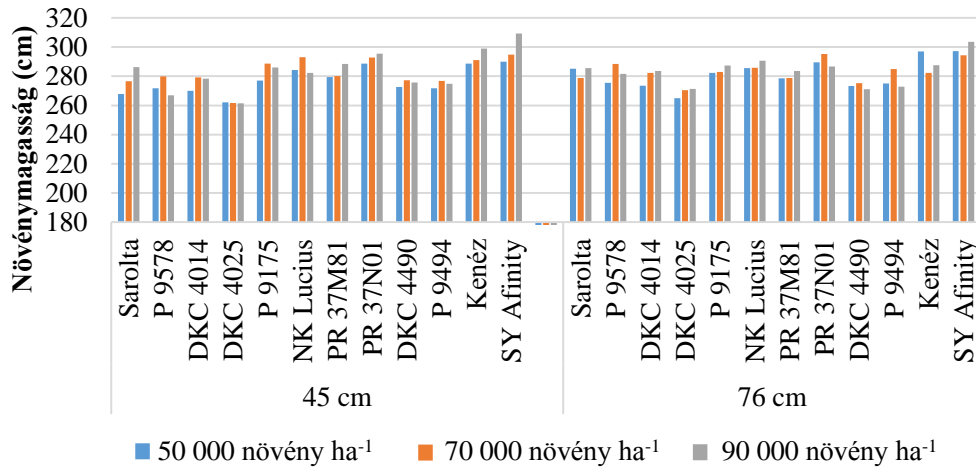
A kukorica hibridek növénymagasságának alakulása a 2013. évben

A vegetatív fejlődés szempontjából a május, június és július hónapok hőmérséklete kedvező volt. Ezekben a hónapokban a kukorica igényénél kevesebb csapadék hullott, de a márciusi nagy mennyiségű csapadék (136,3 mm) ellensúlyozta ezt a hiányt.

A 2013. évi vegetációs periódusban a 45 cm sortávolságnál a vizsgált hibridek 261-309 cm, a 76 cm sortávolságnál 265-304 cm közötti magasságot értek el tőszámtól és genotípustól függően (7. ábra). A növénymagasság nőtt a tőszám növelésével, a legnagyobb növénymagasságot a 70 és 90 ezer növény ha⁻¹ állománynál mértük, a hibridek átlagában a két tőszám közötti különbség elhanyagolható volt.

A 45 cm sortávolságnál jelentős különbséget okozott az alkalmazott tőszám az 50 és a 70, valamint az 50 és 90 állomány növény ha⁻¹ állomány között. A 76 cm sortávolságnál csak a hibrid hatása érvényesült. Szignifikánsan legkisebb

növénymagasságot minden sortávnál és tőszámnál a DKC 4025 (FAO 330) (261-271 cm), a legnagyobbat az SY Afinity (FAO 470) (290-309) érte el.



	45 cm sortávolság Növénymagasság (cm)	76 cm sortávolság Növénymagasság (cm)
SzD5% tőszám	3,8	5,4
SzD5% hibrid	7,6	6,9
SzD5% tőszám*hibrid	13,1	11,9

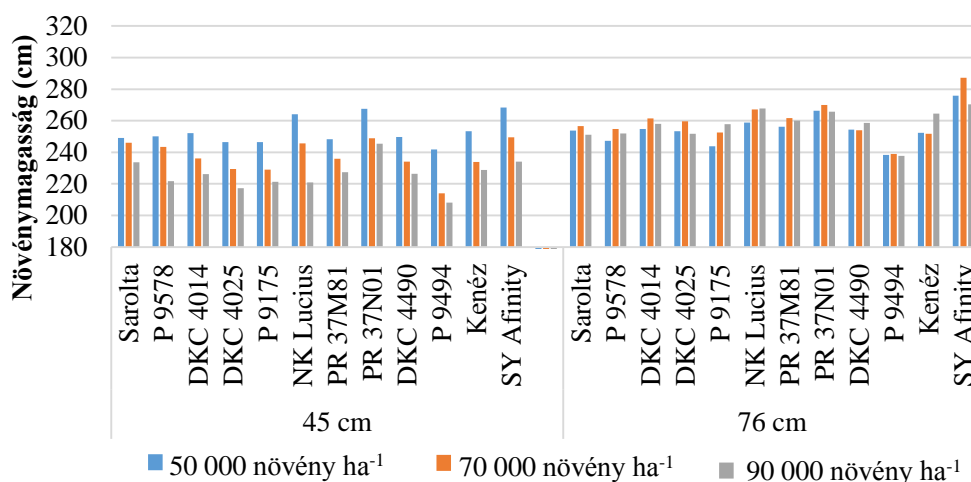
7. ábra A genotípus, a sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek növénymagasságára (Debrecen, Látókép 2013)

A kukorica hibridek növénymagasságának alakulása a 2014. évben

Az áprilisi, májusi erősen változékony időjárás következtében, a kezdeti fejlődés vontatott volt. A 2014. év tenyészidőszakának csapadékellátottsága a június hónapban, az intenzív növekedés időszaka (a sokéves átlaghoz képest 71,6 milliméterrel kevesebb csapadék hullott) kivételével kedvezően alakult, ez megjelent a növénymagasság értékek alakulásában. Az előző évhez képest kisebb növénymagasságokat mértünk a tenyészidőszak alatt (45 cm sortávolságnál 42 cm-rel, a 76 cm sortávolságnál 26 cm-rel volt kisebb a növénymagasság a vizsgált tényezők átlagában).

A két sortávolság növénymagassága a 2014. évben eltérően alakult. A 45 cm sortávolságnál az 50 ezer növény ha⁻¹ (a növénymagasság 253 cm volt a hibridek átlagában), míg a 76 cm sortávolságnál az előző évhez hasonlóan a 70 és 90 ezer növény ha⁻¹ állománynál mértük a legnagyobb növénymagasság értékeket (260; 258 cm) (8. ábra). A mért értékek a keskeny sortávolságnál 208-268 cm, a hagyományos sortávolságnál 238-287 cm között változtak. Mindkét sortávolságnál a növénymagasságban csak az alkalmazott hibrid hatása jelent meg, a tőszám nem okozott statisztikailag igazolható különbséget a mért értékekben. A legkisebb

növénymagasságot ebben az évben a P 9494 (FAO 390) hibrid (208-242 cm), míg a legnagyobbat az előző évvel megegyezően az SY Afinity (FAO 470) (245-287 cm) érte el.



	45 cm sortávolság Növénymagasság (cm)	76 cm sortávolság Növénymagasság (cm)
<i>SzD5% tőszám</i>	4,0	5,5
<i>SzD5% hibrid</i>	7,9	7,1
<i>SzD5% tőszám*hibrid</i>	13,7	12,3

8. ábra A genotípus, a sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek növénymagasságára (Debrecen, Látókép 2014)

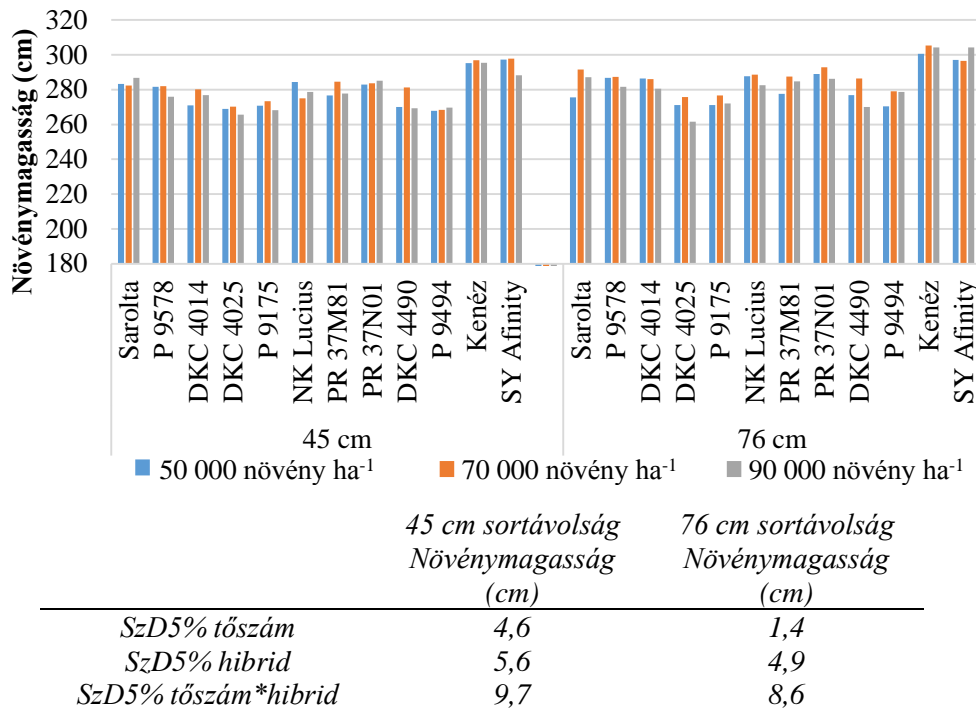
A kukorica hibridek növénymagasságának alakulása a 2015. évben

A 2015. tenyészévben az áprilisi időjárás változékony volt, a kelést késleltette egy rövid lehülési szakasz, illetve áprilisban kevesebb csapadék hullott a sokévi átlagnál. A május, június és júliusi hónapok már kedveztek a kukorica fejlődésének, a kezdeti időszak után az állományok jelentős vegetatív tömeget értek el.

A 2015. évben mindkét sortávolságnál a 70 ezer növény ha⁻¹ növényállománynál mértük a legnagyobb növénymagasság értékeket, amelyek a hibridek átlagában a keskeny sortávolságnál 281 cm, a hagyományos sortávolságnál 288 cm voltak (9. ábra). A 45 cm sortávolságnál 266-298 cm, a 76 cm sortávolságnál minden hibridnél nagyobb, 262-305 cm növénymagasságot mértünk.

A 45 cm sortávolságnál csak a hibridek között, míg a 76 cm sortávolságnál a hibrid, a tőszám és a kölcsönhatásuk is statisztikailag igazolható különbséget okozott a mért növénymagasság értékekben. A 76 cm sortávolságnál az 50 és 70, a 70 és 90 ezer növény ha⁻¹ állomány között volt kimutatható jelentős különbség. A vizsgált hibridekhez képest szignifikánsan a legkisebb növénymagasságot a P 9494 (FAO 390)

(268-279 cm) és a DKC 4025 (FAO 330) (266-276 cm), míg a legnagyobb növénymagasságot a Kenéz (FAO 410) (295-305 cm) és az SY Afinity (FAO 470) (297-304 cm) hibrideknél mértük.

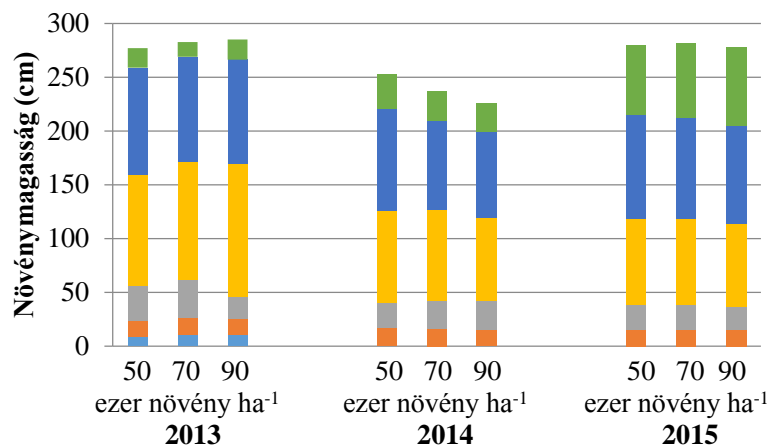


9. ábra A genotípus, a sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek növénymagasságára (Debrecen, Látókép 2015)

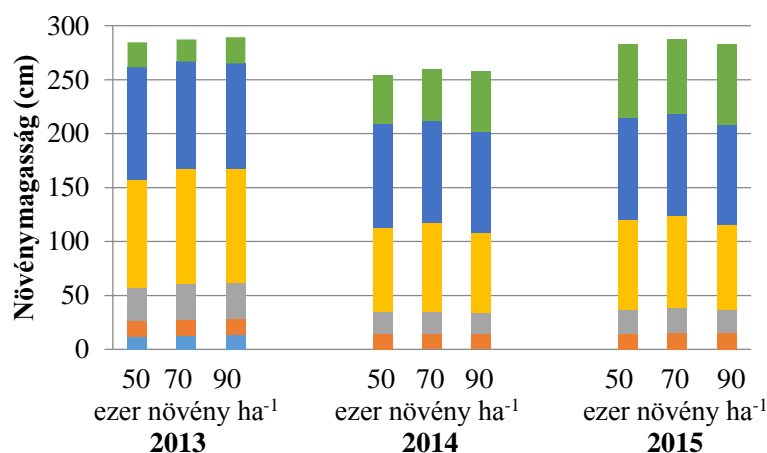
A vizsgált tényezők hatása a kukorica hibridek növekedésdinamikájára

A 2013. évben 6, a 2014. és 2015. évben 5-5 alkalommal mértük a tenyészidőszak során a növénymagasságot (10 és 11. ábra). Az intenzív növekedés szakasza júniusban volt. A kukorica ebben a hónapban évjárattól függően a 45 cm és a 76 cm sortávolságnál a 2013. évben 7,4-8,8 cm nap⁻¹; 7,1-7,6 cm nap⁻¹; a 2014. évben 5,7-6,8 cm nap⁻¹; 6,7-6,9 cm nap⁻¹; 2015. évben 7,1-7,4 cm nap⁻¹; 7,1-7,3 cm nap⁻¹ növekedést ért el. A kukorica növekedése a címervirágzat teljes kifejlődése után megáll, ez az időpont július közepe körülire volt tehető.

A kísérleti évek során a sortávolság nem okozott statisztikailag igazolható különbséget a növénymagasság értékekben. Az eltérő genotípusú hibrid alkalmazása minden évben jelentős eltérést eredményezett a mért növénymagasságban. Szignifikáns különbségeket okozott a tőszám a 2013. évben a június 10, július 8 és 22. mérések idején, a 2014. évben nem, míg a 2015. évben az utolsó három mérési időpontban volt kimutatható a hatása.



10. ábra A tőszám és az évjárat hatása a kukorica hibridek növekedés dinamikájára a 45 cm sortávolságnál hibridek átlagában (Debrecen, Látókép 2013-2015)



11. ábra A tőszám és az évjárat hatása a kukorica hibridek növekedés dinamikájára a 76 cm sortávolságnál hibridek átlagában (Debrecen, Látókép 2013-2015)

A 2013, 2015. év szélsőségesebb csapadékeloszlása miatt a növények versengve a vízért és a fényért nagyobb növénymagasságot értek el, mint a 2014. évben. A 2014. évben az intenzív növekedés időszakában a sokéves átlagnál jóval kevesebb csapadék hullott, amely párosulva a kezdeti lassú fejlődéssel kisebb növénymagasságot eredményezett. A legnagyobb növénymagasságot minden évben a leghosszabb tenészsídejű hibrid, az SY Afinity (FAO 470) érte el.

A kukorica hibridek növénymagasságuk maximumát eltérő tőszámon érték el a vizsgálati években. A 2013. évben a 70 és 90 ezer növény ha⁻¹, a 2014. évben leginkább az 50 és 70 ezer növény ha⁻¹, a 2015. évben a 70 ezer növény ha⁻¹ állománysűrűségnél voltak a vizsgált hibridek a legmagasabbak.

A vizsgált tényezők hatása a csőmagasságra

A csőmagasság meghatározása a szárszilárdság, megdőlés, ezáltal a betakaríthatóság szempontjából fontos paraméter. A gépi betakarításnál a túl alacsony csőmagasság, a gyenge szárszilárdság hátrányos tulajdonság. A csőmagasságot a tenyészidőszakban egyszer, július végén mértük. A mérés a talajfelszínétől a legfejlettebb cső szárhoz való ízesülési pontjáig történt.

A kukorica hibridek csőmagasságának alakulása a 2013. évben

A 2013. évben egyöntetűen a 76 cm sortávolságnál érték el a nagyobb csőmagasságot a vizsgált hibridek. Mindkét sortávolságnál, néhány hibrid kivételével a 90 ezer növény ha⁻¹ állománynál mértük a legnagyobb csőmagasság értékeket, amely a hibridek átlagában a 45 cm sortávolságnál 126 cm, a 76 cm sortávolságnál 134 cm volt (4. melléklet). A tenyészterület csökkentés okozta növénymagasság és azzal párhuzamban a csőmagasság növekedésnek oka lehet, hogy a kukoricánövények a tőszám növelés hatására megnyúlnak a fényért való versengés következtében. Statisztikailag igazolható különbséget mutattunk ki a hibridek között a csőmagasság értékekben, míg a tőszámnak nem volt kimutatható hatása a kéttényezős varianciaanalízissel.

A 45 cm sortávolságnál 102-148 cm; a 76 cm sortávolságnál 109-152 cm között változott a csőmagasság értéke a vizsgált tényezőktől függően. A szignifikánsan legnagyobb csőmagasság értékeket a leghosszabb tenyészidejű hibridnél mértük mindkét sortávolságnál, amely az SY Afinity (FAO 470) volt, amely a keskeny sortávolságnál 141 cm, a hagyományos sortávolságnál 145 cm csőmagasságot ért el.

A kukorica hibridek csőmagasságának alakulása a 2014. évben

A 2014. tenyészévben a növénymagasság az előző évinél kisebb volt, a csőmagasságnál is kisebb értékeket mértünk az előző évihez képest. A 45 cm sortávolságnál az 50 és a 70 ezer növény ha⁻¹ állománysűrűségnél mértük a legnagyobb csőmagasság értékeket (91-117 cm), míg a 76 cm sortávolságnál az előző évhez hasonlóan a legtöbb hibridnél a 90 ezer növény ha⁻¹ (77-105 cm) tőszámnál mértük a legnagyobb értékeket (4. melléklet).

Jelentős különbséget csak az alkalmazott hibrid okozott a csőmagasság értékek alakulásában. A DKC 4025 (FAO 330), DKC 4490 (FAO 380) és a P 9494 (FAO 390) hibrideknél 100 cm alatti csőmagasságot mértünk. A P9494 hibrid csőmagassága

szignifikánsan kisebb volt mindegyik hibrid magasságértékénél a tőszámok átlagában a 45 cm sortávolságnál 91 cm, a 76 cm sortávolságnál 86 cm volt.

A kukorica hibridek csőmagasságának alakulása a 2015. évben

A 2015. évben mindkét sortávolságnál a 70 és a 90 ezer növény ha⁻¹ állománynál mértük a legnagyobb csőmagasság értékeit. A 45 cm sortávolságnál 98-127 cm, a 76 cm sortávolságnál 94-136 cm volt a csőmagasság a vizsgált tényezőktől függően (4. melléklet). A hibridek között ebben a tenyészidőszakban is szignifikáns különbségek voltak, a tőszám hatása viszont nem volt kimutatható.

A legnagyobb csőmagasságot a PR 37M81 (FAO 360), a Kenéz (FAO 410) és az SY Afinity (FAO 470) érte el, az értéke hibridtől függően 117-136 cm között változott (13. ábra). A P 9494 (FAO 390) hibrid a többi hibridnél szignifikánsan kisebb csőmagasságot ért el, a tőszámok átlagában a 45 cm sortávolságnál 104 cm, a 76 cm sortávolságnál 98 cm csőmagasságot mértünk.

A vizsgált tenyészévek morfológiai tulajdonságainak és az elért termésmennyiségek összefüggés vizsgálata

A morfológiai tulajdonságok (növény- és csőmagasság) és a vetéstechnikai elemek (sortávolság, tőszám) közötti összefüggést Pearson-féle korrelációanalízissel határoztuk meg, amely eredményét a 10. táblázat tartalmazza.

10. táblázat A sortávolság, a tőszám és a növény- és csőmagasság közötti összefüggés-vizsgálat (Debrecen, Látókép 2013-2015)

Év	Vizsgált tényezők	Növénymagasság	Csőmagasság	Termés
2013	Sortávolság	0,078	0,367(**)	-0,045
	Tőszám	0,168(*)	0,323(**)	0,264(**)
	Növénymagasság	1	0,568(**)	0,340(**)
	Csőmagasság	0,568(**)	1	0,205(*)
2014	Sortávolság	0,519(**)	-0,165(*)	0,480(**)
	Tőszám	-0,273(**)	0,039	0,138
	Növénymagasság	1	0,397(**)	0,417(**)
	Csőmagasság	0,397(**)	1	0,136
2015	Sortávolság	0,224(**)	-0,005	0,191(*)
	Tőszám	-0,013	0,237(**)	-0,110
	Növénymagasság	1	0,517(**)	-0,054
	Csőmagasság	0,517(**)	1	-0,073

(**) A korreláció szignifikáns p = 0,01 szinten

(*) A korreláció szignifikáns p = 0,05 szinten

A 2013. évben a sortávolság és a tőszám növelésével nőtt a növény- és a csőmagasság. A két vizsgált paraméter között pozitív közepes erősségű összefüggés (r = 0,568*) volt, a növénymagasság növekedése maga után vont a csőmagasság

növekedését. A sortávolság és a növénymagasság között a 2014. évben közepes ($r = 0,519^{**}$), a 2015. évben laza ($r = 0,224^{**}$) erősségű összefüggést mutattunk ki.

A növény- és a csómagasság összefüggése a terméssel nem volt kimutatható, egy év kivételével, azaz a 2014. évben a növénymagasság és a termés között közepes ($r = 0,417^{**}$) korreláció volt.

5.1.2. A relatív klorofill tartalom (SPAD), levélterület-index (LAI) és a levélterület-tartósság (LAD) értékek alakulása

A relatív klorofill tartalom (SPAD- érték) alakulása

A kutatás során a relatív klorofill tartalom és levélterület-index méréseket minden sortávolságnál és tőszámánál 4 ismétlésben végeztük. A vizsgált hibridek közül különböző éréscsoportba tartozó hibrideket választottunk ki, amelyek a Sarolta (FAO 290), DKC 4025 (FAO 330), P 9175 (FAO 330), NK Lucius (FAO 330), P 9494 (FAO 390) és az SY Afinity (FAO 470) voltak.

A relatív klorofill tartalom egy szezonális dinamika szerint alakul. A vegetációs időszakban több, főbb fejlődési stádiumban mértük, így a 4-6 leveles állapotban, a szármegnyúlás, a hím- és nővirágzás, a szemtelítődés és az érés szakaszában. A meghatározását párhuzamosan, esetleg egy-két nap eltolódással végeztük a LAI értékek mérési időpontjához képest. A fejlődés kezdeti szakaszában a legfelső kifejlett levélen, majd a csó megjelenése után a csőlevélen mértük a SPAD - értékeket. A SPAD - érték maximumát a hím- és nővirágzás, a szemtelítődés időszakában, azaz júliusban érte el az állomány.

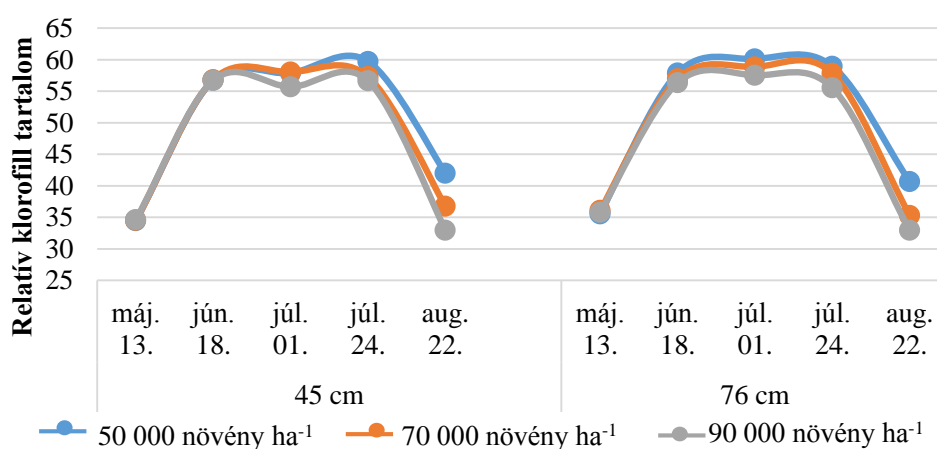
Az összefoglaló táblázatokat a mért értékekkel és a számított SzD_{5%} értékekkel 5-7. *mellékletek* tartalmazzák. A relatív klorofill tartalom dinamikáját a hibridek átlagában 12-14. *ábrák* mutatják be.

A kukorica hibridek relatív klorofill tartalmának alakulása a 2013. évben

A 4-6 leveles fejlődési stádiumban a SPAD – értékek 31,2-38,4 között változtak a vizsgált tényezőktől függően (12. *ábra*). A szármegnyúlás idején már ez az érték 54,7-61,0 volt. Az első két mérési időpontban csak az alkalmazott hibrid esetében lehetett különbségeket a SPAD – értékekben megállapítani, a még nem záródott állományban nem érvényesült a sortávolság és a tőszám hatása. A kukorica növényállomány záródása után a július 1, a hím- és nővirágzás időpontjától már a tőszámok között is kimutatható volt szignifikáns különbség. A relatív klorofill tartalom értékek ettől az időponttól

kezdvé a tőszám növelésével csökkenő értéket mutattak. Ennek az oka az állománysűrűség növelésével a tőtávolság csökken, nő a kukoricanövények egymást árnyékoló hatása. A maximális SPAD értékeket jellemzően a júliusi mérési időpontokban mértük, értéke 52,8-62,6 között változott.

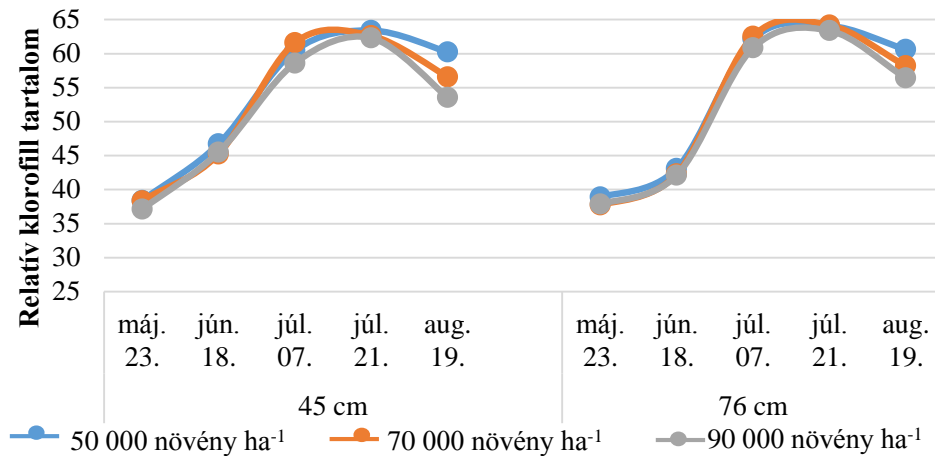
Az augusztus 22. mérésidőpontban a SPAD – értékek hibridtől és tőszámtól függően a 45 cm sortávolságnál 27,9-44,8; a 76 cm sortávolságnál 26,7-46,2 értékre csökkentek le. Az utolsó mérési időpontban már megindult a levelek öregedési folyamata, a klorofill bomlása. Ekkor már nem volt kimutatható különbség a hibridek között. A nagyobb relatív klorofill tartalom értékeket a 76 cm sortávolságnál mértük.



12. ábra A sortávolság és a tőszám hatása relatív klorofill tartalomra a hibridek átlagában (Debrecen, Látókép 2013)

A kukorica hibridek relatív klorofill tartalmának alakulása a 2014. évben

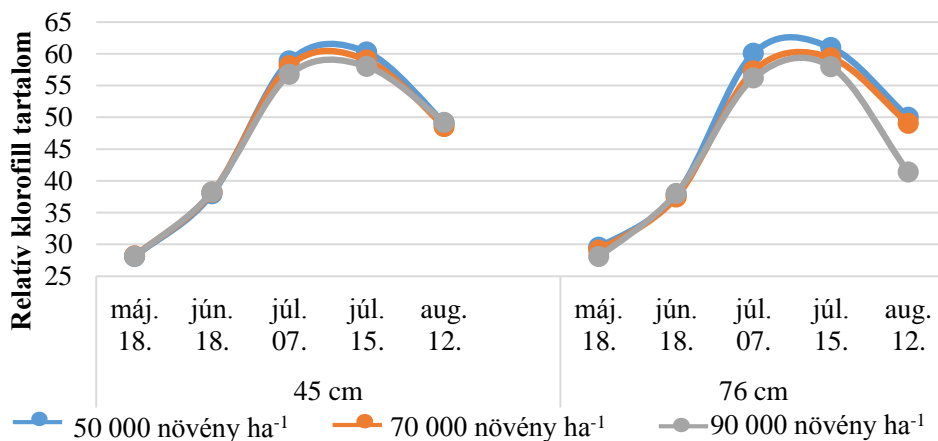
A 2014. évben lassú növekedési szakasz után, július 21-én érték el SPAD – értékük maximumát a vizsgált hibridek (13. ábra). Ebben az évben nemcsak a tőszámok és a hibridek, hanem a sortávolságok között is kimutatható volt szignifikáns különbség a július 7. (54,8-63,7; 59,2-63,8) és az augusztus 22. (51,2-62,2; 51,8-62,6) időpontokban. A DKC 4025 (FAO 330) hibridnél volt kimutatható a tőszámsűrítésével bekövetkező relatív klorofill tartalom csökkenés, a többi hibrid az 50 és 70 ezer növény ha⁻¹ tőszámnál érte el a legnagyobb értéket.



13. ábra A sortávolság és a tőszám hatása relatív klorofill tartalomra a hibridek átlagában (Debrecen, Látókép 2014)

A kukorica hibridek relatív klorofill tartalmának alakulása a 2015. évben

A 2015. évben az előző évekhez képest az első két mérési időpontban viszonylag kis, azaz május 13-án 26,2-31,7; június 18-án 35,3-40,8 SPAD- értékeket mértünk (14. ábra). A mérési időszak alatt az alkalmazott sortávolságok között nem volt kimutatható statisztikailag igazolható különbség. A relatív klorofill tartalom maximumát a harmadik, negyedik mérésnél, azaz júliusban mértük. Az értéke a vizsgált tényezőktől függően 52,3-63,5 között változott. Az augusztus 22. időpontra 32,1-56,3 értékre csökkentek a SPAD értékek.



14. ábra A sortávolság és a tőszám hatása relatív klorofill tartalomra a hibridek átlagában (Debrecen, Látókép 2015)

A sortávolság, tőszám és a hibrid hatása a levélterület-indexre (LAI)

A tenyészidőszak alatt kialakuló levélterület meghatározza az asszimiláló terület nagyságát és ezáltal az elérhető termésmennyiséget. A levélterület alakulása genotípustól függő tulajdonság, amelyre az évjárat és az alkalmazott agrotechnika módosító hatást fejt ki. A kutatás során a méréseket minden sortávolságnál és tőszámnál 4 ismétlésben végeztük. A vizsgált hibridek közül különböző éréscsoportba tartozó hibrideket választottunk ki, amelyek a Sarolta (FAO 290), DKC 4025 (FAO 330), P 9175 (FAO 330), NK Lucius (FAO 330), P 9494 (FAO 390) és az SY Afinity (FAO 470) voltak.

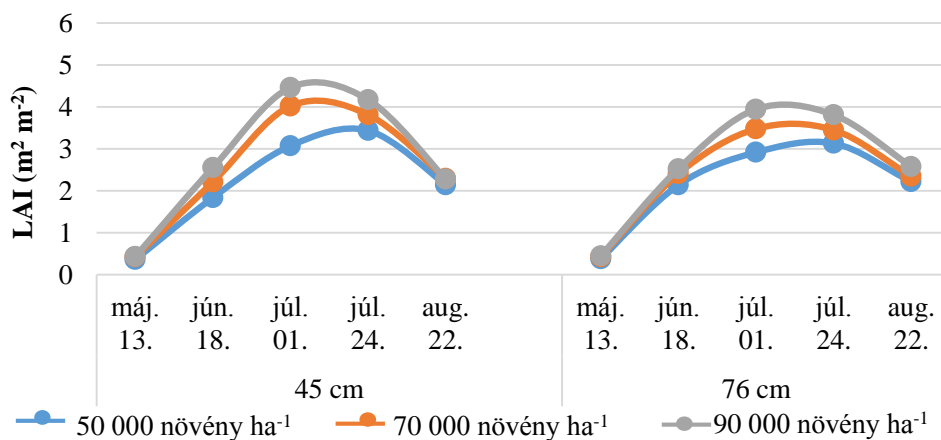
A levélterületet egy szezonális dinamika szerint alakul, ezért a vegetációs időszakban több, főbb fejlődési stádiumban mértük, így a 4-6 leveles állapotban, a szármegnyúlás, a hím- és nővirágzás, a szemtelítődés és az érés szakaszában. Az összefoglaló táblázatokat a mért értékekkel és a számított SzD_{5%} értékekkel 8-10. *mellékletek* tartalmazzák.

A kezdeti időszak, azaz május, június a dinamikus növekedés időszaka. A vizsgált hibridek a levélterület-indexük maximumát júliusban a hím- és nővirágzás, a szemtelítődés időszakában érték el a legsűrűbb állományban (90 ezer növény ha⁻¹) mértük a legnagyobb értékeket minden évben. A tőszám növelésével, a tenyészterület csökkentésével nőtt a levélterület-index értéke. A 11-13. *táblázatok* a LAI_{max} értékeket kiemelten tartalmazzák. A maximum elérése után az érés idején, augusztusban az állomány levélzete elkezdett leszáradni, így ekkor már kisebb értékeket mértünk. A vizsgált években a LAI értékek alakulásának dinamikája ugyanaz volt, csak az évjáráthatás következtében jelentkeztek különbségek a mért értékekben. A levélterület-index dinamikáját a hibridek átlagában 15-17. *ábrák* tartalmazzák. Vizsgáltuk azt, hogy az eltérő genotípusú hibridek levélterületére milyen hatást gyakorolnak a különböző sortávolság és tőszám változatok alkalmazása, illetve az évjárat.

A kukorica hibridek levélterület-indexének alakulása a 2013. évben

A 2013. évben a 4-6 leveles fejlődési állapotnál 0,3-0,5 m² m⁻² LAI értékeket mértünk (15. *ábra*). A még nem záródott állományban is kimutattunk a LAI értékek között szignifikáns különbséget, amelynek oka, hogy a növényszám növelés hatására az egységnyi területre jutó egyedszám nő. A második mérésnél a szármegnyúlás időszakában már jelentkezett a tőszám növelés hatására bekövetkező levélterület-index növekedés, a legnagyobb értéket a 90 ezer növény ha⁻¹ állománynál mértük, amely

sortávolságtól függően $2,0-2,8 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ között változott. A hibridek a levélterület-indexük maximumát ($2,4-4,8 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$) július elején és végén érték el (11. táblázat).



15. ábra A sortávolság és a tőszám hatása a levélterület-indexre ($\text{m}^2 \text{ m}^{-2}$) a hibridek átlagában (Debrecen, Látókép 2013)

11. táblázat A vizsgált tényezők hatása a LAI_{max} értékeire ($\text{m}^2 \text{ m}^{-2}$) (Debrecen, Látókép 2013)

Hibrid	45 cm sortávolság				76 cm sortávolság			
	Tőszám (ezer növény ha^{-1})							
	50	70	90	Átlag	50	70	90	Átlag
Szarolta	2,9	3,4	4,1	3,5	2,4	3,2	3,8	3,1
DKC 4025	3,3	4,3	4,5	4,0	3,0	3,5	4,1	3,6
P 9175	3,7	4,2	4,7	4,2	3,3	3,8	3,8	3,6
NK Lucius	3,5	3,9	4,5	4,0	3,5	3,4	4,2	3,7
P 9494	3,7	4,5	4,8	4,3	3,4	3,6	4,1	3,7
SY Afinity	3,6	3,8	4,3	3,9	3,2	3,5	3,8	3,5
Átlag	3,4	4,0	4,5	4,0	3,1	3,5	4,0	3,5

$SzD5\% \text{ sortávolság} = 0,22$ $SzD5\% \text{ tőszám} = 0,31$ $SzD5\% \text{ hibrid} = 0,17$
 $SzD5\% \text{ sortávolság} * \text{tőszám} = 0,44$ $SzD5\% \text{ sortávolság} * \text{tőszám} * \text{hibrid} = 0,43$

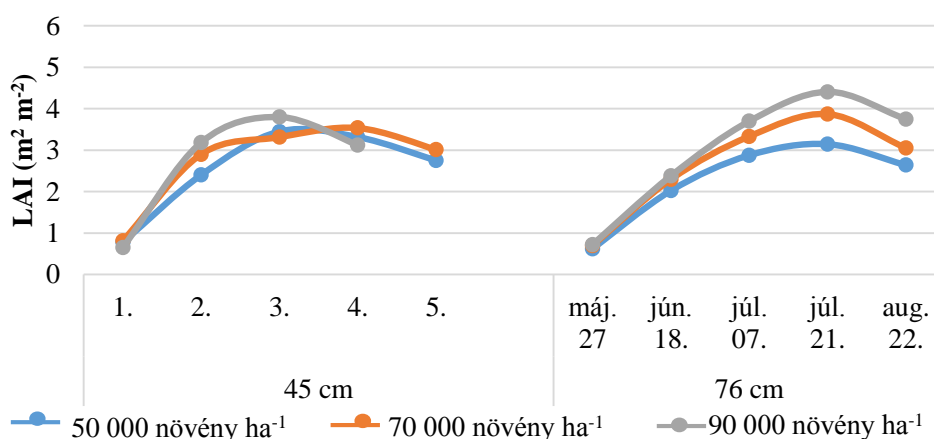
A mért LAI_{max} értékekben szignifikáns különbséget okozott a sortávolság, minden vizsgált tőszám és a hibrid. A leszáradási folyamatok következtében augusztus végére, az érés idejére a levélterület-index $1,7-2,7 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ értékre csökkent a vizsgált tényezőktől függően.

A tenyésztidőszak során minden mérési időpontban jelentős különbséget okozott a levélterület-index értékekben a tőszám és az alkalmazott hibrid. Megmutatkozott a hibridek eltérő érés csoportba való tartozásának hatása. A sortávolságok között csak a július 24-i mérési időpontban voltak kimutathatók szignifikáns különbségek, ebben az időpontban a 45 cm sortávolságnál $2,9-4,5 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$, a 76 cm sortávolságnál $2,4-4,1 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ között változtak a mért LAI értékek.

A mérési időpontokban a legkisebb LAI értéket minden tőszámnál az igen korai érésű Sarolta (FAO 290), a legnagyobbat a hosszabb tenyészidejű, korai érésű P 9494 (FAO 390) hibrid érte el mindkét vizsgált sortávolságnál.

A kukorica hibridek levélterület-indexének alakulása a 2014. évben

A 2014. évben az első mérés időpontja május 27-re tolódott ki, így nagyobb LAI értékeket mértünk ($0,5-1,0 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$) a vizsgált tényezőktől függően a 2013. évben mért értékekhez képest. Az előző évvel szemben ebben az időpontban nem okozott szignifikáns különbséget a tőszám. A szárnövekedés időszakában az előző, 2013. évvel megegyezően a tőszám növelésével nőttek a LAI értékek. A 45 cm sortávolságnál $2,3-3,4 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$, a 76 cm sortávolságnál $1,7-2,7 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ között változott a hibridek levélterület-indexe (16. ábra). Szignifikáns különbség volt kimutatható a két sortávolság között ebben az időpontban.



16. ábra A sortávolság és a tőszám hatása a levélterület-indexre ($\text{m}^2 \text{ m}^{-2}$) a hibridek átlagában (Debrecen, Látókép 2014)

12. táblázat A vizsgált tényezők hatása a LAI_{max} értékeire ($\text{m}^2 \text{ m}^{-2}$)

(Debrecen, Látókép 2014)

Hibrid	45 cm sortávolság				76 cm sortávolság			
	Tőszám (ezer növény ha ⁻¹)							
	50	70	90	Átlag	50	70	90	Átlag
Sarolta	3,1	3,3	3,7	3,4	3,0	3,7	4,5	3,7
DKC 4025	3,6	3,7	3,7	3,7	2,9	3,8	4,4	3,7
P 9175	4,0	3,5	4,0	3,8	3,2	4,0	4,5	3,9
NK Lucius	3,8	3,7	4,0	3,8	3,1	4,0	4,3	3,8
P 9494	3,4	3,8	4,0	3,7	3,4	4,1	4,3	3,9
SY Afinity	3,1	3,1	3,5	3,3	3,2	3,7	4,4	3,8
Átlag	3,5	3,5	3,8	3,6	3,1	3,9	4,4	3,8

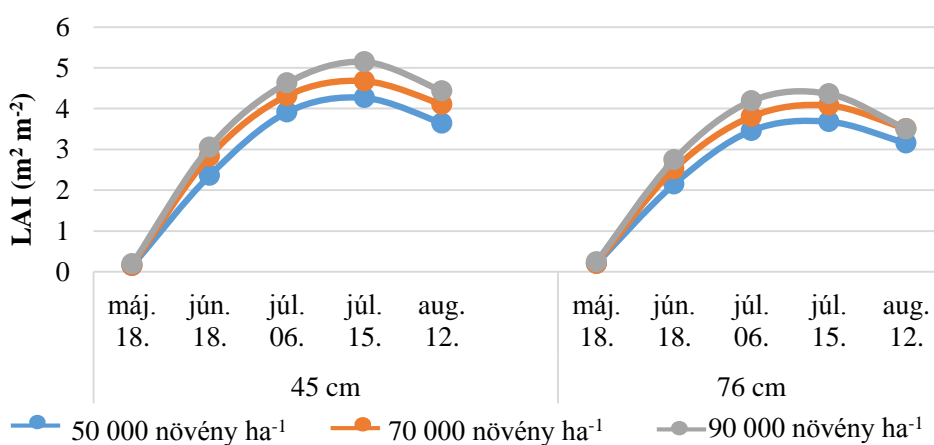
SzD5% sortávolság = 0,25 SzD5% tőszám = 0,22 SzD5% hibrid = 0,19
SzD5% sortávolság*tőszám = 0,31 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 0,46

A vizsgált hibridek a levélterületük maximumát ($3,0-4,5 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$) szintén júliusban érték el (12. táblázat). A LAI_{max} értékében nem okozott jelentős különbséget ebben az évben a sortávolság. A 45 cm sortávolságú állomány az augusztus 22-én mért értékek alapján ($1,9-3,3 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$) gyorsabban száradt le, mint a 76 cm sortávolságú állomány, amelynél $2,4-4,0 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ közötti értékeket mértünk a tőszámától és a hibridtől függően.

A 45 cm sortávolságnál a 90 ezer növény ha^{-1} tőszámnál a július 7. mért eredményeket mérési hiba miatt kihagytuk. A 76 cm sortávolságnál a kísérlet területén egy belvizes folt miatt a P 9494 (FAO 390) és az SY Afinity (FAO 470) hibridnél a 90 ezer növény ha^{-1} állománynál kisebb értéket mértünk, mint a 70 ezer növény ha^{-1} tőszámnál az első mérési időpontokban. A P 9494 hibridnél ez a hátrány már nem jelent meg a július 21., az SY Afinity esetén a július 7. mérési időpontnál.

A kukorica hibridek levélterület-indexének alakulása a 2015. évben

A 2015. évben az első mérési időpontban viszonylag alacsony értéket mértünk ($0,1-0,3 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$). A szármegnyúlás időszakában június 18-án $2,0-3,3 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ között alakultak a mért értékek (17. ábra). A hibridek a levélterület-indexük maximumát július elején érték el, amely a 45 cm sortávolságnál $3,8-5,6 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$, a 76 cm sortávolságnál $3,2-4,6 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ között változott (13. táblázat). A második mérési időponttól kezdődően a 45 cm sortávolságú állománynál nagyobb LAI értékeket mértünk (17. ábra). A két beállított sortávolság között szignifikáns különbséget mutattunk ki a levélterület-index értékekben. A 45 cm sortávolság tovább tartotta fenn levélterület-indexének szintjét, amely $3,4-4,9 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ értékre csökkent az utolsó mérési időpontra. A 76 cm sortávolságnál $2,7-3,8 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ közötti értékeket mértünk.



17. ábra A sortávolság és a tőszám hatása a levélterület-indexre ($\text{m}^2 \text{ m}^{-2}$) a hibridek átlagában (Debrecen, Látókép 2015)

13. táblázat A vizsgált tényezők hatása a levélterület maximumra (m² m⁻²)
(Debrecen, Látókép 2015)

Hibrid	45 cm sortávolság				76 cm sortávolság			
	Tőszám (ezer növény ha ⁻¹)							
	50	70	90	Átlag	50	70	90	Átlag
Sarolta	3,8	4,2	4,5	4,2	3,2	3,5	4,0	3,6
DKC 4025	4,5	5,0	5,6	5,0	3,8	3,9	4,8	4,2
P 9175	4,3	4,8	5,1	4,8	3,8	4,2	4,1	4,0
NK Lucius	4,3	4,5	5,3	4,7	4,1	4,6	4,4	4,4
P 9494	4,8	5,1	5,2	5,0	4,0	4,4	4,5	4,3
SY Afinity	4,2	4,5	5,2	4,6	3,4	4,1	4,4	4,0
Átlag	4,3	4,7	5,1	4,7	3,7	4,1	4,3	4,1

SzD5% sortávolság = 0,03 SzD5% tőszám = 0,17 SzD5% hibrid = 0,19
*SzD5% sortávolság*tőszám = 0,24 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 0,47*

A kukorica hibridek kumulált levélterület-tartósságának (LAD) alakulása a 2013, 2014, 2015. évben

A LAD kvantitatív formában fejezi ki, hogy milyen hosszú ideig tartja fenn a növény, vagy a növényállomány az aktív fotoszintetizáló területet (nap) (Berzsenyi 2000). A LAD szorosan korrelál a terméssel.

A LAD számításának képlete:

$$D_{2-1} = \frac{(L_1 + L_2) * (t_2 - t_1)}{2}$$

A 14. táblázat mutatja be a sortávolság, a tőszám és a hibrid hatását a levélterület-tartósság alakulására a kísérleti években. A 2013. évben a tőszám növelésével nőtt a levélterület-tartósság értéke, a legnagyobb értéket a 90 ezer növény ha⁻¹ állomány érte el (255-316 nap). A hibridek átlagában a tőszámok szerint növekvő sorrendben a 45 cm sortávolságnál 227, 267, 292 nap, a 76 cm sortávolságnál 225, 253, 278 nap volt a kumulált levélterület-tartósság. A sortávolság nem, míg a tőszám és a hibrid szignifikáns különbséget okoztak a LAD értékében. A Sarolta (FAO 290) (45 cm: 232 nap; 76 cm: 230 nap) és a P 9494 (FAO 390) (45 cm: 290 nap; 76 cm: 269 nap) levélterület-tartósság értéke szignifikánsan különbözött minden hibridétől.

A 2014. évben a 45 cm sortávolságnál kiegyenlítettebbek voltak a LAD értékek, a vizsgált tényezőktől függően 201-271 nap között változtak. A 76 cm sortávolságnál a minimum 197 nap, míg a maximum érték 294 nap volt. A legnagyobb levélterület-tartósság értéket ebben az évben is a 90 ezer növény ha⁻¹ állomány érte el (45 cm: 262 nap; 76 cm: 279 nap), minden vizsgált tőszám között statisztikailag igazolható különbség volt kimutatható.

A 2015. évben minden vizsgált tényező szignifikáns különbséget okozott a levélterület-tartósság értékekben. A keskeny sortávolságnál a LAD 223-328 nap, a hagyományos sortávolságnál kisebb értékeket ért el, azaz 195-278 nap volt.

14. táblázat A sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek levélterület-tartósságára (nap) (Debrecen, Látókép 2013-2015)

		Levélterület tartósság (LAD, nap)							
Év	Hibrid	45 cm sortávolság				76 cm sortávolság			
		Tőszám (ezer növény ha ⁻¹)							
		50	70	90	Átlag	50	70	90	Átlag
2013	Sarolta	184	237	275	232	181	231	277	230
	DKC 4025	226	261	291	259	209	243	277	243
	P 9175	236	275	302	271	235	277	276	263
	NK Lucius	235	267	295	266	250	250	295	265
	P 9494	253	303	316	290	251	271	286	269
	SY Afinity	231	258	274	254	228	247	255	243
	Átlag	227	267	292	262	225	253	278	252
<i>SzD5% sortávolság = 7 SzD5% tőszám = 11 SzD5% hibrid = 8</i> <i>SzD5% sortávolság*tőszám = 15 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 20</i>									
2014	Sarolta	201	248	255	235	197	232	286	238
	DKC 4025	242	265	260	256	209	246	290	248
	P 9175	255	256	264	258	215	249	294	253
	NK Lucius	261	257	271	263	199	247	277	241
	P 9494	237	260	268	255	229	267	266	254
	SY Afinity	213	231	251	232	214	246	263	241
	Átlag	235	253	262	250	210	248	279	246
<i>SzD5% sortávolság = 12 SzD5% tőszám = 9,4 SzD5% hibrid = 8,8</i> <i>SzD5% sortávolság*tőszám = 13 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 22</i>									
2015	Sarolta	223	242	267	244	195	231	248	225
	DKC 4025	275	309	319	301	227	241	278	249
	P 9175	251	308	314	291	228	256	259	247
	NK Lucius	272	293	326	297	254	265	275	265
	P 9494	284	303	328	305	233	266	278	259
	SY Afinity	238	276	317	277	218	253	275	249
	Átlag	257	289	312	286	226	252	269	249
<i>SzD5% sortávolság = 3 SzD5% tőszám = 7,3 SzD5% hibrid = 7,6</i> <i>SzD5% sortávolság*tőszám = 10 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 19</i>									

A vizsgált években a legnagyobb levélterület-tartósság értéket a 90 ezer növény ha⁻¹ állomány érte el. A nagyobb tőszámnál, tovább maradt fenn a növényállomány levélterülete. Az állománysűrűség növelésével nőtt a levélterület-index értéke, így a levélterület-tartósság is, még akkor is, ha a 90 ezer növény ha⁻¹ állománysűrűségénél hamarabb kezdődött el a levelek leszáradása. A különböző sortávolság alkalmazása csak a 2015. évben eredményezett a LAD értékek alakulásában szignifikáns különbséget

A LAD és a tőszám között minden vizsgált évben pozitív, közepes ($r = 0,594-0,670^{**}$) erősségű összefüggés volt kimutatható (15. táblázat). Az állománysűrűség

növelése és a sortávolság csökkentés hatására nőtt a LAD értéke, azonban közepes korreláció csak a 2015. évben volt kimutatható ($r = -0,505^{**}$). A LAD és a termés között csak a 2013. évben tudunk pozitív, közepes ($r = 0,493^{**}$) összefüggést megállapítani.

15. táblázat A sortávolság, a tőszám és a levélterület-tartósság közötti összefüggés-vizsgálat (Debrecen, Látókép 2013-2015)

Év	Vizsgált tényezők	LAD	Termés
2013	Sortávolság	-0,141	-0,069
	Tőszám	0,670^(**)	0,209 ^(*)
	LAD	1	0,493^(**)
2014	Sortávolság	-0,067	0,454^(**)
	Tőszám	0,658^(**)	0,122
	LAD	1	0,295 ^(**)
2015	Sortávolság	-0,505^(**)	0,236 ^(**)
	Tőszám	0,594^(**)	0,022
	LAD	1	0,156

(**) A korreláció szignifikáns $p = 0,01$ szinten

(*) A korreláció szignifikáns $p = 0,05$ szinten

5.1.3. A vizsgált tényezők fiziológiai tulajdonságainak és az elért termésmennyiségek összefüggés vizsgálata

A relatív klorofill tartalom és a sortávolság között laza összefüggés volt kimutatható ($r = -0,352-0,236$) (16. táblázat). A tőszám és a SPAD- érték között a vizsgált években eltérő időpontokban volt megállapítható negatív, közepes erősségű összefüggés a 2013. évben a 4, 5. mérés, azaz a szemtelítődés és az érés időszakában, a 2014. évben csak az 5. mérésnél az érés időszakában, a 2015. évben a 3, 4. mérés, azaz a virágzás és szemtelítődés idején. A negatív r - érték igazolja, hogy a tőszám növelés hatására csökkent a klorofill tartalom. A termés és a relatív klorofill tartalom között a 2014, 2015. évben az érés idején volt meghatározható pozitív, közepes erősségű összefüggés ($r = 0,401^{**}; 0,423^{**}$).

A 17. táblázat tartalmazza a sortávolság, a tőszám és a levélterület-index összefüggés vizsgálatának eredményeit. A sortávolság és a különböző növekedési stádiumban mért levélterület-index között a 2014, és a 2015. évben volt kimutatható közepes erősségű korreláció ($r = -0,632-0,451^{**}$). Minden évben a 3. mérés idején, virágzaskor a sortávolság csökkentésével nőtt a levélterület-index értéke. A legtöbb mérési időpontban pozitív, közepes erősségű összefüggés volt kimutatható a LAI és a növényállomány sűrűség között ($r = 0,410-0,668^{**}$). A levélterület-index a tőszám növelésével nőtt. A 2013. évben termés és a levélterület-index között csak a 4. méréskor, a szemtelítődéskor volt kimutatható pozitív, közepes erősségű korreláció ($r =$

0,401-443**), míg a 2014. évben az 5. mérés, az érés idején is hasonló összefüggést állapítottunk meg.

16. táblázat A sortávolság, a tőszám és a relatív klorofill tartalom közötti összefüggés-vizsgálat (Debrecen, Látókép 2013-2015)

	Mérési időpontok					Termés
	1. mérés	2. mérés	3. mérés	4. mérés	5. mérés	
2013						
Sortávolság	0,214	0,068	0,309(**)	-0,085	-0,057	-0,069
Tőszám	0,031	-0,157	-0,370(**)	-0,485(**)	-0,418(**)	0,209(*)
Termés	0,036	0,444(**)9	0,025	0,010	-0,055	1
2014						
Sortávolság	0,027	-0,352(**)	0,300(**)	0,216(**)	0,210(*)	0,454(**)
Tőszám	-0,126	-0,095	-0,236(**)	-0,144	-0,574(**)	0,122
Termés	-0,118	-0,106	0,295(**)	0,119	0,401(**)	1
2015						
Sortávolság	0,215(**)	-0,061	-0,005	0,075	-0,133	0,236(**)
Tőszám	-0,168(*)	0,033	-0,446(**)	-0,475(**)	-0,215(**)	0,022
Termés	0,071	0,089	0,094	0,204(*)	0,423(**)	1

(**) A korreláció szignifikáns p = 0,01 szinten

(*) A korreláció szignifikáns p = 0,05 szinten

17. táblázat A sortávolság, a tőszám és a levélterület-index közötti összefüggés-vizsgálat (Debrecen, Látókép 2013-2015)

	Mérési időpontok					Termés
	1. mérés	2. mérés	3. mérés	4. mérés	5. mérés	
2013						
Sortávolság	0,083	0,184(*)	-0,273(**)	-0,288(**)	0,229(**)	-0,069
Tőszám	0,552(**)	0,539(**)	0,668(**)	0,479(**)	0,309(**)	0,209(*)
Termés	0,315(**)	0,306(**)	0,412(**)	0,417(**)	0,271(**)	1
2014						
Sortávolság	-0,172(*)	-0,517(**)	-0,009	0,220(**)	0,182(*)	0,454(**)
Tőszám	-0,030	0,410(**)	0,235(**)	0,604(**)	0,573(**)	0,122
Termés	-0,123	-0,272(**)	0,393(**)	0,401(**)	0,443(**)	1
2015						
Sortávolság	0,451(**)	-0,298(**)	-0,354(**)	-0,514(**)	-0,632(**)	0,236(**)
Tőszám	0,331(**)	0,551(**)	0,450(**)	0,492(**)	0,441(**)	0,022
Termés	0,013	0,107	0,156	0,162	0,084	1

(**) A korreláció szignifikáns p = 0,01 szinten

(*) A korreláció szignifikáns p = 0,05 szinten

A vizsgált tényezők hatásának értékelése a növénymorfológiai és a növényfiziológiai paraméterekre

A növény- és a csőmagasság értékeinek alakulásában az alkalmazott hibridek közötti különbségek jelentek meg, emellett az adott év időjárása volt a legnagyobb hatással az alakulásukra. A kezdeti fejlődés során bekövetkező átmeneti lehülési időszak nem gyakorolt hatást a magasságértékekre (2015), míg a júniusi intenzív növekedés szakaszában fellépő csapadékhiány hatására csökkent a növényállomány magassága (2014). Ez a csökkenés a 45 cm sortávolságnál volt nagyobb mértékű. A sortávolság hatása a magasságértékek alakulására egyik kísérleti évben sem volt kimutatható. A tőszám az 50 és 70, 50 és 90 ezer növény ha⁻¹ állománysűrűség között okozott statisztikailag igazolható különbségeket, míg a 70 és 90 ezer növény ha⁻¹ tőszám között elhanyagolható volt a magasságkülönbség. A kukorica hibridek intenzív növénymagasság növekedési szakasza júniusban volt, amely időszakban az évjáratától és a vizsgált tényezőktől függően a hibridek 5,7-8,8 cm nap⁻¹ magasság növekedést értek el.

A levélterület-index és a relatív klorofill tartalom egy szezonális dinamikával jellemezhető. Megfigyelhető egy növekedési szakasz a maximum eléréséig, amelyet a hibridek virágzáskor vagy szemtelítődéskor, júliusban érnek el, majd az érés idején a növény leszáradásával lecsökken a LAI és a SPAD értéke. A levélterület-index maximuma 2,4-5,6 m² m⁻², a relatív klorofill tartalom maximuma 53,7-66,5 között változott a vizsgált tényezőktől függően. A tőszám növelésének hatására a levélterület-index értékek nőttek, míg a relatív klorofill tartalom értékek csökkentek. A levélterület-index növekedésének oka, hogy az állománysűrűség növelés hatására megnő a növényegyedek közötti versengés a vízért, fényért és a tápanyagokért. A állomány sűrítésével a relatív klorofill tartalom az állomány záródása után a növények egymást árnyékoló hatása miatt csökken. A növényállomány az aktív fotoszintetizáló területét a kísérleti években, a legsűrűbb 90 ezer növény ha⁻¹ állományban tartotta fenn a leghosszabb ideig. A hibridek átlagában, a legsűrűbb állományban az értéke 262-312 nap, míg a legritkább állományban 210-257 nap között változott. A 45 cm sortávolságú állomány tovább őrizte meg aktív fotoszintetizáló területét a kísérleti években, mivel a sortávolság csökkentés és a tőtávolság növelés hatására a növényállomány terület kihasználása egyenletesebb volt.

5.2. A termés és a vizsgált tényezők összefüggésének értékelése különböző mutatókkal

A kukorica hibridek fotoszintetikus kapacitása

A kukorica hibridek asszimilációs területének fontos szerepe van a termés kialakításában, közöttük pozitív összefüggés mutatható ki. A különböző sortávolság és tőszám változatok alkalmazásának hatására a termésmennyiség évjáráttól függően alakul. A tőszám növelésével nő a levélterület-index, míg a relatív klorofill tartalom csökken. A sűrítéssel az állomány önárnyékoló hatása nő. A vizsgált paraméterek összevont értékelésére Dr. Pepó Péter professzor úr kidolgozott egy, a fotoszintetikus kapacitás meghatározására szolgáló, úgynevezett Ph. C., vagy P-index értéket. A kísérleti évek fotoszintetikus kapacitás értékeinek alakulását a 18. táblázat tartalmazza.

A fotoszintetikus kapacitás számításának képlete:

$$Ph. C. (P index) = \left(\frac{Termés}{LAI max} * \frac{Termés}{SPAD max} \right) / 1000$$

A 2013. évben a 45 cm sortávolságnál 558-1309, a 76 cm sortávolságnál 649-1262 között változott a fotoszintetikus kapacitás értéke. A keskeny sortávolságnál a hibridek átlagában a tőszám növelésével nőtt, az értéke a 70 ezer növény ha⁻¹ állománynál volt a legnagyobb (946), míg a hagyományos sortávolságnál a tőszám növelésével csökkent (1026; 969; 889). Az értékeire csak az eltérő genotípus alkalmazása volt hatással. A 76 cm sortávolság alkalmazása 5,61%-kal (54) nagyobb fotoszintetikus kapacitást eredményezett. A legnagyobb értéket a hosszabb tenyészidejű P 9494 (FAO 390) (45 cm: 1219, 76 cm: 1073) és az SY Afinity (FAO 470) (45 cm: 991, 76 cm: 1164) hibridek érték el.

A 2014. tenyészévben a fotoszintetikus kapacitás a vizsgált tényezőktől függően a 45 cm sortávolságnál 401-920, a 76 cm sortávolságnál 483-974 között változott. Minden vizsgált tényező jelentős hatást gyakorolt az értékeinek alakulására. A hagyományos sortávolságnál 17,54%-kal (129) nagyobb értékeket mértünk, mint a keskeny sortávolságnál. Mindkét sortávolságnál a 70 ezer növény ha⁻¹ tőszámnál volt a legnagyobb a hibridek átlagában (45 cm: 673; 76 cm: 755). Statisztikailag igazolható különbséget mutattunk ki az 50 és a 70, a 70 és a 90 ezer növény ha⁻¹ tőszám fotoszintetikus kapacitása között. A keskeny sortávolságnál az állomány tovább sűrítése 70 ezerről 90 ezer növény ha⁻¹ állománysűrűsége a fotoszintetikus kapacitás nagymértékű csökkenését okozta az SY Afinity hibridnél (FAO 470) (491, 53,40%). A

Sarolta (FAO 290) hibrid fotoszintetikus kapacitása szignifikánsan kisebb volt a többi hibridénél. A 2015. évben mértük a kísérleti évek során a legkisebb fotoszintetikus kapacitás értékeket. A 45 cm sortávolságnál 206-423, a 76 cm sortávolságnál 235-425 között változott. Minden vizsgált tényező jelentős különbséget eredményezett az értékeinek alakulásában. A 76 cm sortávolságú állomány fotoszintetikus kapacitása 24,46%-kal (104) haladta meg a keskeny sortávolságú állományét. A 2014. tenyészévhez hasonlóan a hibridek átlagában a 70 ezer növény ha⁻¹ tőszámnál mértük a legnagyobb értékeket (45 cm: 339; 76 cm: 455), ettől az állománysűrűségtől a legritkább és a legsűrűbb állomány fotoszintetikus kapacitása szignifikánsan eltért. Az előző évhez hasonlóan a Sarolta (FAO 290) hibrid érte el szignifikánsan a legkisebb fotoszintetikus kapacitás értéket (45 cm: 241, 76 cm: 288).

18. táblázat A sortávolság, a tőszám és a hibrid hatása a fotoszintetikus kapacitás (Ph. C.) értékekre (Debrecen, Látókép 2013-2015)

		Fotoszintetikus kapacitás (Ph. C.)							
Év	Hibrid	45 cm sortávolság				76 cm sortávolság			
		Tőszám (ezer növény ha ⁻¹)							
		50	70	90	Átlag	50	70	90	Átlag
2013	Sarolta	679	852	729	753	940	757	649	782
	DKC 4025	742	631	558	644	784	791	808	794
	P 9175	918	1132	1141	1064	1262	1139	999	1133
	NK Lucius	713	882	725	773	842	823	800	822
	P 9494	1309	1204	1145	1219	1189	1147	882	1073
	SY Afinity	852	976	1146	991	1141	1154	1198	1164
	Átlag	869	946	907	907	1026	969	889	961
		$SzD5\% \text{ sortávolság} = 51$ $SzD5\% \text{ tőszám} = 48$ $SzD5\% \text{ hibrid} = 91$ $SzD5\% \text{ sortávolság} * \text{tőszám} = 68$ $SzD5\% \text{ sortávolság} * \text{tőszám} * \text{hibrid} = 222$							
2014	Sarolta	541	496	401	479	483	502	534	506
	DKC 4025	636	590	485	571	655	752	698	701
	P 9175	681	843	727	750	818	760	849	809
	NK Lucius	481	534	443	486	603	690	729	674
	P 9494	736	657	578	657	964	854	701	840
	SY Afinity	767	920	429	705	872	974	835	894
	Átlag	640	673	510	608	733	755	724	737
		$SzD5\% \text{ sortávolság} = 32$ $SzD5\% \text{ tőszám} = 35$ $SzD5\% \text{ hibrid} = 57$ $SzD5\% \text{ sortávolság} * \text{tőszám} = 50$ $SzD5\% \text{ sortávolság} * \text{tőszám} * \text{hibrid} = 140$							
2015	Sarolta	206	255	261	241	316	314	235	288
	DKC 4025	283	294	237	271	396	551	378	442
	P 9175	401	423	325	383	503	511	494	503
	NK Lucius	352	336	359	349	401	429	409	413
	P 9494	355	366	297	339	484	520	397	467
	SY Afinity	339	362	329	343	516	407	391	438
	Átlag	323	339	301	321	436	455	384	425
		$SzD5\% \text{ sortávolság} = 16$ $SzD5\% \text{ tőszám} = 25$ $SzD5\% \text{ hibrid} = 31$ $SzD5\% \text{ sortávolság} * \text{tőszám} = 35$ $SzD5\% \text{ sortávolság} * \text{tőszám} * \text{hibrid} = 77$							

A fotoszintetikus kapacitás értékére a 2013. évben csak az alkalmazott hibrid gyakorolt hatást, míg a 2014. és 2015. évben minden vizsgált tényező hatására statisztikailag igazolható különbséget mutattunk ki az értékeiben. A kísérleti években a Ph. C. index nagymértékben eltért, összevontan mutatva az eltérő évjárat hatását a termésre és a fiziológiai mutatókra.

A vizsgált tenyésztések fotoszintetikus kapacitásának összefüggés vizsgálata

A hagyományos sortávolság alkalmazása növelte a fotoszintetikus kapacitás értékét a keskeny sortávolságú állománnyal szemben, míg a tőszám növelés hatására csökkent az értéke. Összevontan mutatatta a tenyészterület és a térállás termésre és fiziológiai mutatókra gyakorolt hatását a sortávolság változatokon keresztül. A sortávolság csökkentésével párhuzamosan nő a tőtávolság, megváltoztatva az állomány fényviszonyait.

A fotoszintetikus kapacitás és a termésmennyiség között pozitív, szoros összefüggés volt kimutatható ($r = 0,829-0,843^{**}$) (19. táblázat). Ez azt igazolta, hogy az asszimiláló területének és ezen keresztül a növény levélterületének és klorofill tartalmának nagy szerepe van a termésmennyiség kialakításában.

19. táblázat A sortávolság, a tőszám és a relatív klorofill tartalom közötti összefüggés-vizsgálat (Debrecen, Látókép 2013-2015)

Évek	Tényezők	Termés	LAI _{max}	SPAD _{max}	Ph. C.
2013	Sortávolság	-0,069	-0,344(**)	0,167(*)	0,108
	Tőszám	0,209(*)	0,594(**)	-0,408(**)	-0,081
	Termés	1	0,418(**)	0,014	0,829(**)
2014	Sortávolság	0,454(**)	0,181(*)	0,241(**)	0,356(**)
	Tőszám	0,122	0,576(**)	-0,147	-0,155
	Termés	1	0,406(**)	0,139	0,836(**)
2015	Sortávolság	0,236(**)	-0,524(**)	0,032	0,488(**)
	Tőszám	0,022	0,469(**)	-0,516(**)	-0,140
	Termés	1	0,130	0,128	0,843(**)

(**) A korreláció szignifikáns $p = 0,01$ szinten

(*) A korreláció szignifikáns $p = 0,05$ szinten

A levélterületi termés efficiencia (LTE, g cm⁻²)

A tőszám növelésével csökken az egy növényegyre jutó tenyészterület nagysága, megváltoznak a fényviszonyok. A tőszámsűrítéssel az állomány záródása során fokozódik az állományban kukorica növények egymást árnyékolása. A levélterületi termés efficiencia az egységnyi levélterületre jutó termésmennyiség nagyságát mutatja meg, amely alapján következtetni lehet a növényállomány napfényenergia hasznosításának hatékonyságára.

A levélterületi termés efficiencia számításának képlete:

$$LTE = \frac{\text{Termés (kg ha}^{-1}\text{)}/10000}{LAI \text{ max (m}^2 \text{ m}^{-2}\text{)}}$$

A levélterületi efficiencia nagyságára minden vizsgált tényező jelentős hatást gyakorolt a 2013. tenyészévben. A hagyományos sortávolságú állomány nagyobb LTE értéket ért el, mint a keskeny sortávolságú. A sortávolságok közötti különbség $0,038 \text{ g cm}^{-2}$ (9,52%) volt. Az értéke a 45 cm sortávolságnál $0,259\text{-}0,456 \text{ g cm}^{-2}$, a 76 cm sortávolságnál $0,317\text{-}0,495 \text{ g cm}^{-2}$ között változott (20. táblázat). Az 50 ezer növény ha^{-1} állomány LTE értéke a 70 ezer növény ha^{-1} állományét a 45 cm sortávolságnál $0,014 \text{ g cm}^{-2}$ (3,55%), a 76 cm sortávolságnál $0,045 \text{ g cm}^{-2}$ (10,08%) haladta meg. A 90 ezer növény ha^{-1} tőszámra sűrítés hatására a levélterületi termés efficiencia értékében további csökkenés volt kimutatható, amely a keskeny sortávolságnál $0,034 \text{ g cm}^{-2}$ (9,23%), a hagyományos sortávolságnál $0,040 \text{ g cm}^{-2}$ (10,03%) volt. A tőszámok átlagában a legnagyobb LTE értéket a 45 cm sortávolságnál a P 9494 (FAO 390) ($0,409 \text{ g cm}^{-2}$), a 76 cm sortávolságnál az SY Afinity (FAO 470) ($0,444 \text{ g cm}^{-2}$) hibrid érte el, ezek a hibridek hasznosították a legjobban a beeső fény energiáját. A DKC 4025 (FAO 330) LTE értéke az NK Lucius (FAO 330) kivételével minden hibridétől jelentősen különbözött. A legkisebb LTE értéket érte el, amely a tőszámok átlagában a hagyományos sortávolságnál $0,307 \text{ g cm}^{-2}$, a 76 cm sortávolságnál $0,363 \text{ g cm}^{-2}$ volt.

Statisztikailag igazolható különbség volt a vizsgált sortávolságok, tőszámok és hibridek levélterületi termés efficiencia értékei között a 2014. évben. A 76 cm sortávolság LTE értéke 8,16%-kal ($0,029 \text{ g cm}^{-2}$) haladta meg a 45 cm sortávolságú állományét. A hagyományos sortávolságnál az értéke $0,262\text{-}0,427 \text{ g cm}^{-2}$, a keskeny sortávolságnál $0,272\text{-}0,425 \text{ g cm}^{-2}$ között változott (20. táblázat). A keskeny sortávolságnál az 50 és a 70 ezer növény ha^{-1} állomány LTE értéke között elhanyagolható volt a különbség ($0,005 \text{ g cm}^{-2}$, 1,41%), a nagyobb értéket a 70 ezer növény ha^{-1} állomány érte el. Az állománysűrítés hatására nagymértékű csökkenés következett be az értékében $0,060 \text{ g cm}^{-2}$ (17,38%). A hagyományos sortávolságnál a tőszám növelése területegységenként 50 ezerről 70 ezerre $0,032 \text{ g cm}^{-2}$ (8,33%), az állománysűrűség növelése további $0,030 \text{ g cm}^{-2}$ (8,53%) csökkenéshez vezetett. A legnagyobb egységnyi levélterületre jutó termésmennyiséget az SY Afinity (FAO 470) hibrid érte el, a tőszámok átlagában a 45 cm sortávolságnál $0,364 \text{ g cm}^{-2}$, a 76 cm sortávolságnál $0,354 \text{ g cm}^{-2}$ értéket.

A 2015. évben is szignifikáns különbségek voltak kimutathatók a sortávolságok, a tőszámok és a hibridek között. Az LTE értéke a keskeny sortávolságnál 0,156-0,239 g cm⁻², a hagyományos sortávolságnál 0,182-0,301 g cm⁻² között változott (20. táblázat). A nagyobb LTE értéket minden beállított tőszámnál a 76 cm sortávolságú állomány érte el, a két sortávolság közötti különbség 0,049 g cm⁻² (19,56%) volt. Mindkét sortávolságnál elhanyagolható volt a különbség az 50 és 70 ezer növény ha⁻¹ állomány LTE értéke között. Az értékében a legnagyobb csökkenést a 70 ezer növény ha⁻¹ tőszám, 90 ezer növény ha⁻¹ tőszámra növelése okozta (45 cm: 0,023 g cm⁻², 11,12%; 76 cm: 0,032 g cm⁻², 12,32%). A legnagyobb levélterületi termés efficiencia értéket a P 9175 (FAO 330) hibrid érte el (45 cm: 0,219 g cm⁻², 76 cm 0,273 g cm⁻²). A Sarolta (FAO 290) hibrid LTE értéke szignifikánsan kisebb volt minden hibridénél.

20. táblázat A sortávolság, a tőszám és a hibrid hatása a levélterületi termés efficiencia (LTE, g cm⁻²) értékekre (Debrecen, Látókép 2013-2015)

		Levélterületi termés efficiencia (LTE, g cm ⁻²)							
		45 cm sortávolság				76 cm sortávolság			
Év	Hibrid	Tőszám (ezer növény ha ⁻¹)							
		50	70	90	Átlag	50	70	90	Átlag
2013	Sarolta	0,376	0,388	0,316	0,360	0,495	0,377	0,317	0,396
	DKC 4025	0,371	0,291	0,259	0,307	0,394	0,359	0,335	0,363
	P 9175	0,386	0,405	0,375	0,389	0,483	0,426	0,399	0,436
	NK Lucius	0,346	0,363	0,303	0,337	0,383	0,376	0,333	0,364
	P 9494	0,456	0,397	0,373	0,409	0,461	0,430	0,353	0,415
	SY Afinity	0,377	0,385	0,398	0,387	0,462	0,440	0,430	0,444
	Átlag	0,385	0,372	0,337	0,365	0,446	0,401	0,361	0,403
		SzD5% sortávolság = 0,014 SzD5% tőszám = 0,022 SzD5% hibrid = 0,026 SzD5% sortávolság*tőszám = 0,031 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 0,063							
2014	Sarolta	0,334	0,309	0,262	0,302	0,321	0,297	0,272	0,297
	DKC 4025	0,331	0,310	0,280	0,307	0,380	0,348	0,315	0,348
	P 9175	0,330	0,390	0,340	0,353	0,408	0,354	0,347	0,370
	NK Lucius	0,283	0,307	0,263	0,284	0,361	0,337	0,327	0,342
	P 9494	0,370	0,335	0,306	0,337	0,425	0,371	0,326	0,374
	SY Afinity	0,401	0,427	0,265	0,364	0,415	0,409	0,350	0,392
	Átlag	0,342	0,346	0,286	0,325	0,385	0,353	0,323	0,354
		SzD5% sortávolság = 0,008 SzD5% tőszám = 0,014 SzD5% hibrid = 0,021 SzD5% sortávolság*tőszám = 0,020 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 0,051							
2015	Sarolta	0,182	0,188	0,181	0,184	0,245	0,231	0,182	0,219
	DKC 4025	0,193	0,186	0,156	0,178	0,245	0,286	0,213	0,248
	P 9175	0,239	0,227	0,193	0,219	0,285	0,272	0,262	0,273
	NK Lucius	0,226	0,213	0,201	0,213	0,251	0,241	0,239	0,244
	P 9494	0,210	0,209	0,182	0,200	0,274	0,267	0,228	0,256
	SY Afinity	0,215	0,219	0,190	0,208	0,301	0,240	0,225	0,255
	Átlag	0,211	0,207	0,184	0,201	0,267	0,256	0,225	0,249
		SzD5% sortávolság = 0,006 SzD5% tőszám = 0,009 SzD5% hibrid = 0,012 SzD5% sortávolság*tőszám = 0,013 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 0,031							

A vizsgált tenyészévek levélterületi termés efficiencia értékeinek összefüggés vizsgálata

A Pearson-féle korrelációanalízis eredményeit a 21. táblázat tartalmazza. A levélterületi termés efficiencia értéke a tőszám növelésével csökkent ($r = -0,419^{**} - 0,333^{**}$). A LAI és az LTE értéke között negatív, közepes erősségű összefüggés ($r = -0,665^{**} - 0,537^{**}$), a termés és az LTE között pozitív, közepes összefüggés ($r = 0,409^{**} - 0,637^{**}$) volt kimutatható. Az asszimilációs terület növekedésével párhuzamosan csökken a levélterületi produktivitás értéke, mivel nő az állomány önárnyékoló hatása.

21. táblázat A sortávolság, a tőszám és a levélterületi termés efficiencia közötti összefüggés-vizsgálat (Debrecen, Látókép 2013-2015)

Évek	Vizsgált tényezők	LTE	LAI	Termés
2013	Sortávolság	0,287(**)	-0,344(**)	-0,069
	Tőszám	-0,395(**)	0,594(**)	0,209(*)
	LTE	1	-0,632(**)	0,409(**)
	LAI	-0,632(**)	1	0,418(**)
2014	Sortávolság	0,252(**)	0,181(*)	0,454(**)
	Tőszám	-0,419(**)	0,576(**)	0,122
	LTE	1	-0,537(**)	0,540(**)
	LAI	-0,537(**)	1	0,406(**)
2015	Sortávolság	0,579(**)	-0,524(**)	0,236(**)
	Tőszám	-0,333(**)	0,469(**)	0,022
	LTE	1	-0,665(**)	0,637(**)
	LAI	-0,665(**)	1	0,130

(**) A korreláció szignifikáns $p = 0,01$ szinten

(*) A korreláció szignifikáns $p = 0,05$ szinten

Az individuális produktivitás (IP) (g növény⁻¹)

Az individuális produktivitás mutató megmutatja, a növényállomány egy egyede által realizált termésmennyiséget.

Az individuális produktivitás számításának képlete:

$$IP = \frac{\text{Termés (kg ha}^{-1}\text{)}}{\text{Tőszám (növény ha}^{-1}\text{)}} * 1000$$

Minden kísérleti évben az állománysűrűség növelésével nagymértékben csökkent az egyedi produkció mértéke.

A kukorica hibridek individuális produktivitásának alakulása a 2013. évben

A vizsgált sortávolságok között nem volt kimutatható statisztikailag igazolható különbség (a hibridek átlagában 4 g növény⁻¹; 2,01%). Az alkalmazott hibrid és a tőszám jelentős eltérést okozott az individuális produktivitás értékeiben. Az értéke a 45

cm sortávolságnál 129-334 g növény⁻¹, a 76 cm sortávolságnál 131-317 g növény⁻¹ között változott (22. táblázat).

A hibridek átlagában a tőszámnövelés a keskeny sortávolságnál kevéssel nagyobb egyedi produkció csökkenéshez vezetett, mint a hagyományos sortávolságnál. Az egyedi produktivitás csökkenés az alábbiak szerint alakult: a tőszám 50 ezerről 70 ezerre növelése a 45 cm sortávolságnál 55 g növény⁻¹ (21,51%), a 76 cm sortávolságnál 65 g növény⁻¹ (24,79%) csökkenéshez vezetett. A tőszám területegységenként 90 ezer növényre növelése a 45 cm sortávolságnál 36 g növény⁻¹ (17,81%), a 76 cm sortávolságnál 43 g növény⁻¹ (21,92%) csökkenést okozott az individuális produktivásban.

A keskeny sortávolságnál minden tőszámon a legnagyobb értéket a P 9494 (FAO 390) hibrid érte el (334, 250, 197 g növény⁻¹), minden hibridétől statisztikailag igazolhatóan különbözött a P 9175 (FAO 330) kivételével. A hagyományos sortávolságnál az 50 ezer növény ha⁻¹ tőszámnál a P 9175 (FAO 330) (317 g) és a P 9494 (FAO 390) (334 g növény⁻¹) hibridek érték el a maximális értéket. A legkisebb az egyedi produkció a Sarolta (FAO 290) (45 cm: 215 g növény⁻¹, 76 cm 238 g növény⁻¹) és a Kenéz (FAO 410) (45 cm: 227 g növény⁻¹, 76 cm: 228 g növény⁻¹) hibrideknél volt.

22. táblázat A sortávolság, a tőszám és a hibrid hatása az individuális produktivitás (IP, g növény⁻¹) értékekre (Debrecen, Látókép 2013)

Individuális produktivitás (IP, g növény ⁻¹)								
Hibrid	45 cm sortávolság				76 cm sortávolság			
	Tőszám (ezer növény ha ⁻¹)							
	50	70	90	Átlag	50	70	90	Átlag
Sarolta	215	180	143	179	238	171	131	180
P 9578	275	222	181	226	249	215	154	206
DKC 4014	259	188	165	204	245	197	143	195
DKC 4025	238	176	129	181	238	181	153	190
P 9175	282	239	196	239	317	228	169	238
NK Lucius	243	199	152	198	268	185	153	202
PR 37M81	250	184	159	198	260	178	146	195
PR 37N01	266	229	190	228	275	220	181	226
DKC 4490	233	175	143	184	238	183	147	189
P 9494	334	250	197	260	302	223	159	228
Kenéz	227	177	154	186	228	169	138	178
SY Affinity	272	209	188	223	294	220	177	230
Átlag	258	202	166	209	263	197	154	205

$SzD5\% \text{ sortávolság} = 10$ $SzD5\% \text{ tőszám} = 4$ $SzD5\% \text{ hibrid} = 9$
 $SzD5\% \text{ sortávolság} * \text{tőszám} = 6$ $SzD5\% \text{ sortávolság} * \text{tőszám} * \text{hibrid} = 22$

A kukorica hibridek individuális produktivitásának alakulása a 2014. évben

A 2014. évben a sortávolság szűkítésének hatása statisztikailag igazolható volt, a két sortávolság közötti különbség a hibridek és a tőszámok átlagában 20 g növény⁻¹ (10,17%) volt. Az egyedi produktivitás az előző évhez viszonyítva kisebb volt, a tőszám egységnyi növelése szintén az értékének csökkenését okozta. Az individuális produkció a 45 cm sortávolságnál 103-302 g növény⁻¹, a 76 cm sortávolságnál 135-286 g növény⁻¹ között változott (23. táblázat). A hibridek átlagában a tőszámnövelés a hagyományos sortávolságnál nagyobb egyedi produkció növekedéshez vezetett, mint a keskeny sortávolságnál. Az egyedi produktivitás csökkenés az alábbiak szerint alakult: a tőszám 50 ezerről 70 ezerre növelése a 45 cm sortávolságnál 69 g növény⁻¹ (28,74%), a 76 cm sortávolságnál 50 g növény⁻¹ (20,60%) csökkenéshez vezetett. A tőszám további növelése területegységenként 90 ezer növényre a 45 cm sortávolságnál 46 g növény⁻¹ (27,35%), a 76 cm sortávolságnál 33 g növény⁻¹ (17,07%) csökkenést okozott az individuális produktivásban.

A legnagyobb individuális produkciót az 50 ezer növény ha⁻¹ állománynál a P 9578 (45 cm: 302 g növény⁻¹; 76 cm: 286 g növény⁻¹) hibrid érte el, a legkisebbet a Sarolta (45 cm: 205g növény⁻¹; 76 cm: 192 g növény⁻¹) és a Kenéz (45 cm: 195 g növény⁻¹; 204 g növény⁻¹). A Sarolta (FAO 290), a P9578 (FAO 320) és a Kenéz (FAO 410) hibridek egyedi produktivitása minden vizsgált hibridétől szignifikánsan különbözött.

23. táblázat A sortávolság, a tőszám és a hibrid hatása az individuális produktivitás (IP, g növény⁻¹) értékekre (Debrecen, Látókép 2014)

Individuális produktivitás (IP, g növény ⁻¹)								
Hibrid	45 cm sortávolság				76 cm sortávolság			
	Tőszám (ezer növény ha ⁻¹)							
	50	70	90	Átlag	50	70	90	Átlag
Sarolta	205	144	107	152	192	157	135	161
P 9578	302	189	138	209	286	208	165	219
DKC 4014	251	164	121	178	247	194	164	202
DKC 4025	236	164	115	172	221	188	154	188
P 9175	263	191	148	200	261	203	172	212
NK Lucius	216	160	116	164	222	190	155	189
PR 37M81	233	175	130	179	241	192	156	196
PR 37N01	237	187	146	190	251	197	181	210
DKC 4490	225	153	109	163	225	182	154	187
P 9494	247	179	134	187	285	214	155	218
Kenéz	195	144	114	151	204	161	146	170
SY Affinity	250	190	103	181	263	215	170	216
Átlag	238	170	123	177	241	192	159	197

SzD5% sortávolság = 11 SzD5% tőszám = 5 SzD5% hibrid = 6
 SzD5% sortávolság*tőszám = 7 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 15

A kukorica hibridek individuális produktivitásának alakulása a 2015. évben

A legkisebb individuális produktivitas értékeket a kísérleti évek közül a 2015. évben mértük. Az értéke a 45 cm sortávolságnál 91-233 g növény⁻¹, a 76 cm sortávolságnál 81-246 g növény⁻¹ között változott (24. táblázat). Szignifikáns különbségek voltak az alkalmazott sortávolságok, tőszámok és hibridek között. A 2014. évhez hasonlóan a hagyományos sortávolságnál az egyedi produktivitas nagyobb volt (10 g növény⁻¹; 6,78%), mint a keskeny sortávolságnál. A 2014. évhez hasonlóan hibridek átlagában a tőszámnövelés a hagyományos sortávolságnál nagyobb egyedi produkció növekedéshez vezetett, mint a keskeny sortávolságnál. Az egyedi produktivitas csökkenés az alábbiak szerint alakult: a tőszám 50 ezerről 70 ezerre növelése a 45 cm sortávolságnál 46 g növény⁻¹ (24,79%), a 76 cm sortávolságnál 49 g növény⁻¹ (24,44%) csökkenéshez vezetett. A tőszám területegységenként 90 ezer növényre növelése a 45 cm sortávolságnál 30 g növény⁻¹ (21,70%), a 76 cm sortávolságnál 41 g növény⁻¹ (27,46%) csökkenést okozott az individuális produktivitasban. A P 9578 (FAO 320) hibrid minden vizsgált tőszámon nagy egyedi produktivitasért ért el a többi vizsgált hibridhez képest (233, 169, 133 g növény⁻¹). A legkisebb individuális produktivitas a Sarolta hibridet jellemezte (138, 110, 91 g növény⁻¹). A Sarolta (FAO 290), a P 9578 (FAO 320) és a PR 37N01 (FAO 380) hibrid által elért egyedi produkció szignifikánsan különbözött minden vizsgált hibridétől.

24. táblázat A sortávolság, a tőszám és a hibrid hatása az individuális produktivitas (IP, g növény⁻¹) értékekre (Debrecen, Látókép 2015)

Individuális produktivitas (IP, g növény ⁻¹)								
Hibrid	45 cm sortávolság				76 cm sortávolság			
	Tőszám (ezer növény ha ⁻¹)							
	50	70	90	Átlag	50	70	90	Átlag
Sarolta	138	110	91	113	158	114	81	118
P 9578	233	169	133	178	246	176	129	183
DKC 4014	176	124	105	135	196	149	109	151
DKC 4025	174	131	97	134	188	158	112	153
P 9175	205	156	109	157	213	161	115	163
NK Lucius	193	135	117	148	202	155	115	157
PR 37M81	158	118	97	124	187	140	107	145
PR 37N01	214	165	131	170	210	171	125	168
DKC 4490	163	128	97	129	186	147	102	145
P 9494	201	151	104	152	217	166	114	165
Kenéz	174	135	111	140	191	135	97	141
SY Afinity	181	139	109	143	205	141	108	152
Átlag	184	139	108	144	200	151	110	153

SzD5% sortávolság = 4 SzD5% tőszám = 6 SzD5% hibrid = 5

*SzD5% sortávolság*tőszám = 8 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 13*

A vizsgált tényezők individuális produktívásának összefüggés vizsgálata

A 25. táblázat tartalmazza a vizsgált tényezők és az individuális produktívás összefüggés vizsgálatának eredményeit. A tőszám és az individuális produktív között szoros, negatív összefüggést ($r = -0,812$ - $-0,840$) mutattunk ki minden kísérleti évben. A tőszám növelésével csökken az egy növény által elért produktív.

25. táblázat A sortávolság, a tőszám és az individuális produktív közötti összefüggés-vizsgálat (Debrecen, Látókép 2013-2015)

Évek	Vizsgált tényezők	Individuális produktívás	Termés
2013	Sortávolság	-0,041	-0,101
	Tőszám	-0,812(**)	0,290(**)
	Individuális produktívás	1	0,292(**)
2014	Sortávolság	0,208(**)	0,439(**)
	Tőszám	-0,835(**)	0,157(**)
	Individuális produktívás	1	0,157(**)
2015	Sortávolság	0,122(*)	0,208(**)
	Tőszám	-0,840(**)	0,061
	Individuális produktívás	1	0,456(**)

(**) A korreláció szignifikáns $p = 0,01$ szinten

(*) A korreláció szignifikáns $p = 0,05$ szinten

A vizsgált tényezők hatásának értékelése a különböző mutatókra

Az asszimiláló területnek, ezen keresztül a növény levélterületének és klorofill tartalmának nagy szerepe van a termés kialakításában, ezért a termésmennyiségek és a fiziológiai paraméterek (LAI, SPAD) maximumának felhasználásával kiszámítottuk a fotoszintetikus kapacitás értékét. A kísérleti években a Ph. C. index értéke nagymértékben eltért, összevontan mutatva az eltérő évjárat hatását a termésre és a fiziológiai mutatókra. A 2013. évben az értéke 649-1309, a 2014. évben 401-974 és a 2015. évben 206-520 között változott az értéke a vizsgált tényezőktől függően. A hibridek átlagában a legnagyobb fotoszintetikus kapacitás értéket a hagyományos sortávolságú állomány érte el, a tőszámot figyelembe véve a 70 ezer növény ha^{-1} állomány volt a legnagyobb értékkel jellemezhető.

Fontos tulajdonság a növényállomány napfényenergia hasznosításának mértéke, melyet az egységnyi levélterületre jutó termésmennyiséggel, a levélterületi termés efficienciával jellemeztünk. A legkritkább állomány napfényenergia hasznosítása volt a nagyobb, mivel kisebb a növényegyedek egymást árnyékoló hatása. Értéke a hibridek átlagában, sortávolságtól és évjáratától függően $0,211$ - $0,446$ $g\ cm^{-2}$ között változott. A keskeny sortávolságnál a nagyobb a talajfedettsége, amelynek meghatározó szerepe van a vízvisszatartásban, azonban nagyobb a növényegyedek egymást árnyékoló hatása. A

nagyobb egységnyi levélterületre jutó termésmennyiséget a hagyományos sortávolságú állomány érte el minden kísérleti évben.

Az individuális produktivitás a növényállomány sűrűség növelésével nagymértékben csökkent. A sortávolságtól, hibridtől és az évjárártól függően az 50 ezer növény ha⁻¹ állományban 138-334 g növény⁻¹, a 90 ezer növény ha⁻¹ állománynál 81-197 g növény ha⁻¹ között változott az értéke.

5.3. Az ökológiai és vetéstechnikai tényezők hatása a termésképző elemek alakulására

A tőszám növelésével csökken az egyedi produkció, azonban az egységnyi területre jutó nagyobb tőszám kompenzálhatja ezt a csökkenést. Az egyedi produkciót a termésképző elemek alakulása, ezen belül az általunk is vizsgált ezerszemtömeg, csőhossz, csőátmérő, sorok száma, soronkénti szemek száma és a szem: csutka arány határozza meg. Az eltérő genotípusú hibridek különbözően reagálnak a sortávolság csökkentésére, valamint a tőszám növelésére. A vizsgálatot minden sortávnál, tőszámnál és hibridnél elvégeztük a kísérleti években.

A vizsgált tényezők hatása a kukorica hibridek ezerszemtömegére

A kukorica hibridek ezerszemtömegének alakulása a 2013. évben

A 2013. évben az ezerszemtömeg a tőszám növelésével a hibridek átlagában csökkent. Hibridtől függően az 50 és 70 ezer növény ha⁻¹ állománysűrűségénél mértük a legnagyobb, a legsűrűbb állományban a legkisebb értékeket. A hibridek ezerszemtömege a 45 cm sortávolságnál 259,3-373,1 g, a 76 cm sortávolságnál 259,1-365,3 g között változott tőszámtól és hibridtől függően (26. táblázat). A keskeny sortávolságú állomány ezerszemtömege 2,7 g (0,87%) haladta meg a hagyományos sortávolságúét, a különbség nem volt jelentős. A sortávolság csökkentés a Sarolta (FAO 290), a P 9578 (FAO 320), a DKC 4014 (FAO 320), P 9175 (FAO 330) és a DKC 4490 (FAO 380) hibridnél az ezerszemtömeg csökkenését okozta (1,29-7,72%; 3,5-23,7 g). A vizsgált sortávolságoknál nem voltak statisztikailag igazolható különbségek kimutathatók az ezerszemtömegben a tőszámok között.

A tenyészterület csökkentésére, evvel párhuzamosan a tőszám növelésére ellentétesen reagált a Sarolta (FAO 290) és a P 9494 (FAO 390) hibrid. A Sarolta hibridnél nagymértékben csökkent (45 cm: -14,37%; -37,2 g; 76 cm: -14,81%, -39,1 g). A P 9494 hibridnél nőtt (45 cm: 10,37%; 35,6 g; 76 cm: 13,74%; 46,6 g) az ezerszemtömeg a tenyészterület 0,20 négyzetméterről 0,14 négyzetméterre csökkentése miatt mind a két sortávolságnál. A 76 cm sortávolságnál ez a tenyészterület csökkentés az SY Afinité (FAO 470) hibridnél váltotta ki a legnagyobb mértékű ezerszemtömeg csökkenést (67,7 g, -22,72%).

Az eltérő genotípusú hibrid alkalmazása szignifikáns különbséget okozott az ezerszemtömeg alakulásában. Átlagon felüli értéket értek el a P 9175 (FAO 330), az NK

Lucius (FAO 330), a PR 37N01 (FAO 380), a P 9494 (FAO 390) és SY Afinity (FAO 470) hibridek.

26. táblázat A genotípus, a sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek ezerszemtömegére (g) (Debrecen, Látókép 2013)

Hibrid	Ezerszemtömeg (g)							
	45 cm sortávolság				76 cm sortávolság			
	Tőszám (ezer növény ha ⁻¹)							
	50	70	90	Átlag	50	70	90	Átlag
Sarolta	296,5	259,3	270,4	275,4	303,4	264,3	269,1	278,9
P 9578	290,5	304,1	291,9	295,5	294,8	308,8	303,0	302,2
DKC 4014	290,9	291,4	270,1	284,1	281,1	286,3	297,0	288,1
DKC 4025	309,1	322,1	309,6	313,6	321,1	304,4	280,3	301,9
P 9175	360,3	334,4	318,0	337,5	347,0	348,5	348,8	348,1
NK Lucius	345,1	320,1	309,1	324,8	300,3	314,5	307,1	307,3
PR 37M81	289,1	271,5	262,9	274,5	263,5	268,8	259,1	263,8
PR 37N01	373,1	358,9	331,3	354,4	344,8	351,4	294,9	330,3
DKC 4490	316,1	306,0	298,0	306,7	336,3	333,4	321,5	330,4
P 9494	307,8	343,4	321,3	324,1	292,8	339,4	311,0	314,4
Kenéz	271,3	276,9	264,8	271,0	274,5	277,0	261,5	271,0
SY Afinity	337,1	358,6	317,8	337,8	365,3	297,6	330,4	331,1
Átlag	315,6	312,2	297,1	308,3	310,4	307,8	298,6	305,6

*SzD5% sortávolság = 25,5 SzD5% tőszám = 10,3 SzD5% hibrid = 18,8
SzD5% sortávolság*tőszám = 14,6 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 46,0*

A kukorica hibridek ezerszemtömegének alakulása a 2014. évben

A 2014. évben a hibridek átlagában a keskeny sortávolságnál a tőszám növelésével csökkent az ezerszemtömeg, azonban a hagyományos sortávolságnál az 50 és 70 ezer növény ha⁻¹ állomány közötti különbség elhanyagolható volt (4,6 g). A hagyományos sortávolsággal vetett állomány ezerszemtömege (20,3 g, 5,61%) meghaladta a keskeny sortávolságúét. A mért értékek a 45 cm sortávolságnál 296,9-422,4 g, a 76 cm sortávolságnál 300,0-447,5 g között változtak (27. táblázat). Az előző évhez hasonlóan a 76 cm sortávolságnál nem, míg a 45 cm sortávolságnál az 50 és 70, 50 és 90 növény ha⁻¹ tőszám ezerszemtömegében voltak kimutathatók statisztikailag igazolható különbségek. A legnagyobb ezerszemtömeg csökkenést mind a két sortávolságnál a 70 ezer növény ha⁻¹ állomány területegységként 20 ezer növényel történő növelése váltotta ki, amely hibridtől függően a 45 cm sortávolságnál (-0,53- -20,85%); a 76 cm sortávolságnál (-1,87- -16,25%) között változott.

Az eltérő genotípusok közötti különbségek ebben az évben is jelentkeztek. Több hibrid átlagon felüli ezerszemtömeget ért el, ezek a DKC 4025 (FAO 330), a P 9175 (FAO 330), az NK Lucius (FAO 330), a PR 37N01 (FAO 380), a DKC 4490 (FAO 380) és az SY Afinity (FAO 470) voltak. Az 50 ezer növény ha⁻¹ tőszámon a többi hibridhez

és növényállományhoz képest nagy ezerszemtömeget ért el a 45 cm sortávolságnál a DKC 4490 (FAO 380) (422,4 g) és az SY Afinity (FAO 470) (417,6 g). A 76 cm sortávolságnál a P 9175 (FAO 330) (444,6 g) és a PR 37N01 (FAO 380) (447,5 g) hibrid.

27. táblázat A genotípus, a sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek ezerszemtömegére (g) (Debrecen, Látókép 2014)

Hibrid	Ezerszemtömeg (g)							
	45 cm sortávolság				76 cm sortávolság			
	Tőszám (ezer növény ha ⁻¹)							
	50	70	90	Átlag	50	70	90	Átlag
Sarolta	331,1	349,5	296,9	325,8	321,3	348,8	300,0	323,3
P 9578	360,0	362,8	350,5	357,8	344,0	354,8	348,3	349,0
DKC 4014	324,9	382,5	316,5	341,3	364,4	379,9	368,0	370,8
DKC 4025	375,1	376,4	347,9	366,5	394,6	412,4	368,8	391,9
P 9175	409,3	416,8	390,1	405,4	444,6	412,0	411,9	422,8
NK Lucius	384,3	373,4	362,4	373,3	410,1	392,8	425,5	409,5
PR 37M81	364,3	333,1	348,0	348,5	350,9	313,4	356,4	340,2
PR 37N01	414,0	381,0	379,0	391,3	447,5	429,0	419,5	432,0
DKC 4490	422,4	385,5	323,0	377,0	421,3	432,4	390,6	414,8
P 9494	323,3	371,8	349,8	348,3	368,6	398,1	355,5	374,1
Kenéz	350,8	324,4	299,1	324,8	345,0	357,0	331,9	344,6
SY Afinity	417,6	376,9	358,9	384,5	404,8	441,6	398,4	414,9
Átlag	373,1	369,5	343,5	362,0	384,8	389,3	372,9	382,3

*SzD5% sortávolság = 10,8 SzD5% tőszám = 12,1 SzD5% hibrid = 20,6
SzD5% sortávolság*tőszám = 17,1 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 50,4*

A kukorica hibridek ezerszemtömegének alakulása a 2015. évben

A 2015. tenyésztésben jelentkezett a legjobban a tőszám növelés ezerszemtömeg csökkentő hatása. A 45 cm sortávolságnál minden vizsgált tőszám között szignifikáns különbségek voltak kimutathatók. A 70 ezer növény ha⁻¹ állománysűrűség további növelése mind a két sortávolságnál a legtöbb hibridnél az ezerszemtömeg nagymértékű csökkenését okozta. Ebben az évben hibridtől függően a 45 cm sortávolságnál 5,2-81,5 g, a 76 cm sortávolságnál 2,7-73,2 g volt a csökkenés az ezerszemtömegben.

A különböző sortávolság alkalmazása ebben az évben sem okozott jelentős különbséget, a 76 cm sortávolság ezerszemtömege (14,6 g, 4,93%) a hibridek átlagában meghaladta a 45 cm sortávolságúét. A keskeny sortávolságnál az értéke 225,9-381,9 g, a 76 cm sortávolságnál 247,8-392,9 g között változott tőszámtól és hibridtől függően (28. táblázat). Kiemelkedően nagy ezerszemtömeget ért el az 50 ezer növény ha⁻¹ tőszámon a 45 cm sortávolságnál a P 9175 (FAO 330) (380,5 g) és a PR 37N01 (FAO 380) (381,9 g), a 76 cm sortávolságnál a PR 37N01 (FAO 380) (382,1 g) és az SY Afinity (FAO 470) (392,9 g) hibrid. Kevesebb átlagon felül teljesítő hibrid volt,

amelyek az alábbiak voltak a P 9175 (FAO 330), a PR 37N01 (FAO 380) és a DKC 4490 (FAO 380).

28. táblázat A genotípus, a sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek ezerszemtömegére (g) (Debrecen, Látókép 2015)

Hibrid	Ezerszemtömeg (g)							
	45 cm sortávolság				76 cm sortávolság			
	Tőszám (ezer növény ha ⁻¹)							
	50	70	90	Átlag	50	70	90	Átlag
Sarolta	280,6	269,0	279,4	276,3	311,4	294,1	247,8	284,4
P 9578	271,9	315,4	299,3	295,5	306,1	310,5	328,8	315,1
DKC 4014	293,8	281,1	275,9	283,6	334,9	300,6	289,5	308,3
DKC 4025	313,5	277,5	270,0	287,0	357,0	332,0	258,8	315,9
P 9175	380,5	314,8	281,0	325,4	369,3	379,4	330,3	359,6
NK Lucius	306,9	292,3	287,1	295,4	338,1	275,1	272,4	295,2
PR 37M81	304,6	300,4	273,1	292,7	305,5	296,9	272,1	291,5
PR 37N01	381,9	365,6	304,9	350,8	382,1	335,8	292,1	336,7
DKC 4490	331,4	320,4	252,4	301,4	355,1	313,1	271,8	313,3
P 9494	325,9	307,4	225,9	286,4	329,3	338,0	284,9	317,4
Kenéz	316,3	280,9	234,3	277,1	323,3	276,9	250,0	283,4
SY Afinity	303,5	304,5	266,4	291,5	392,9	292,1	269,0	318,0
Átlag	317,6	302,4	270,8	296,9	342,1	312,0	280,6	311,6

$SzD5\%$ sortávolság = 6,2 $SzD5\%$ tőszám = 10,2 $SzD5\%$ hibrid = 16,2

$SzD5\%$ sortávolság*tőszám = 14,4 $SzD5\%$ sortávolság*tőszám*hibrid = 39,7

Az ezerszemtömeg, a termés és a vizsgált tényezők közötti összefüggés vizsgálata

A 2013. évben a 45 cm sortávolságú (negatív, laza erősségű összefüggés), míg a 2014 és 2015. évben a 76 cm sortávolságú (pozitív, laza erősségű összefüggés) kukoricaállomány érte el a nagyobb ezerszemtömeget. A Pearson-féle korrelációanalízis alapján a tőszám növelése az ezerszemtömeg csökkenését okozta, a 2013 és 2014. (r = -0,180*; -0,206*) évben laza, míg a 2015. évben közepes (r = -0,569**) erősségű összefüggés volt kimutatható a két tényező között (29. táblázat).

A termésmennyiség növekedésével nőtt az ezerszemtömeg pozitív, laza erősségű összefüggés volt a két tényező között, amely értéke r = 0,300-0,347** között változott.

29. táblázat A sortávolság, a tőszám és az ezerszemtömeg közötti összefüggés-vizsgálat (Debrecen, Látókép 2013-2015)

Év	Vizsgált tényezők	Termés	Ezerszemtömeg
2013	Sortávolság	-0,045	-0,039
	Tőszám	0,264(**)	-0,180(*)
2014	Sortávolság	0,480(**)	0,247(**)
	Tőszám	0,138	-0,206(*)
2015	Sortávolság	0,191(*)	0,189(*)
	Tőszám	0,110	-0,569(**)

(**) A korreláció szignifikáns p = 0,01 szinten

(*) A korreláció szignifikáns p = 0,05 szinten

A vizsgált tényezők hatása a kukorica hibridek csőparamétereire

A kukorica hibridek csőparamétereinek alakulása a 2013. évben

A 2013. tenyésztésben a mért csőhosszúságban és csőátmérőben nem okozott statisztikailag igazolható különbséget az eltérő sortávolság alkalmazása, így kéttényezős varianciaanalízist alkalmaztunk a szignifikáns különbségek meghatározására. A csőhossz és a csőátmérő a növekvő állománysűrűséggel csökkent a hibridek átlagában (11. és 12. melléklet). A legnagyobb értékeket az 50, néhány hibridnél a 70 ezer növény ha⁻¹ állományban mértük. Az értékük a 45 cm sortávolságnál 16,3-22,5 cm, 4,4-5,5 cm; a 76 cm sortávolságnál 16,6-21,4 cm, 4,5-5,3 cm között változott. Mind a két sortávolságnál a legnagyobb csőhosszt a DKC 4014 (FAO 320) a 70 ezer növény ha⁻¹ tőszámnál (45 cm: 22,5 cm; 76 cm: 21,4 cm), a legkisebbet a PR 37M81 (FAO 360) hibridnél a legsűrűbb állományban mértük (45 cm: 16,3; 76 cm: 16,6 cm). A 45 cm sortávolságnál csak a hibridek, míg a 76 cm sortávolságnál a tőszám is jelentős különbséget okozott a csőhossz és a csőátmérő alakulásában.

A kukorica hibridek csőparamétereinek alakulása a 2014. évben

A 2014. évben sem gyakorolt jelentős hatást a sortávolság a hibridek csőhosszára és csőátmérőjére. A Sarolta (FAO 290) és a P 9578 (FAO 320) kivételével a vizsgált hibridek a 76 cm sortávolságnál érték el a nagyobb csőhosszt és csőátmérőt. A csőhossz és a csőátmérő mért értéke a keskeny sortávolságnál 15,0-20,7 cm; 4,5-5,3 cm, a hagyományos sortávolságnál 15,6-22,0 cm; 4,7-5,6 cm között változott. Az előző évhez képest az állománysűrűség növelése nagyobb csőhossz csökkenést váltott ki. A legnagyobb állománysűrűség (90 ezer növény ha⁻¹) alkalmazása a területegységenkénti 70 ezer tőszámhoz képest a 45 cm sortávolságnál 1,4 cm; a 76 cm sortávolságnál 1,3 cm csőhossz csökkenést okozott a hibridek átlagában. A 45 cm sortávolságnál 2 hibrid kivételével (a DKC 4014 (FAO 320), DKC 4490 (FAO 380)) minden hibrid az 50 ezer növény ha⁻¹ tőszámnál érte el a legnagyobb csőhosszt, míg a legkisebbet a legnagyobb állománysűrűségnél (11. és 12. melléklet). A 76 cm sortávolságnál a hibridek fele-fele arányban az 50 és 70 ezer növény ha⁻¹ állománynál mértük a legnagyobb csőhosszakat, a legkisebbeket szintén a legsűrűbb állományban. A csőátmérő a csőhosszhoz képest jóval kisebb változékonyságot mutatott, azonban az eltérő genotípusok közötti különbségek megjelentek. A legnagyobb csőátmérőt az SY Afinity hibridnél mértük (5,6 cm) a 76*18,8 cm (0,14 m²) tenyészterületű állományban. A csőátmérőt, illetve a

csőhosszt meghatározza a csövenkénti sorok száma, valamint az egy sorban lévő szemek száma. A csövenkénti sorok száma mindkét sortávolságnál 15-19 darab cső⁻¹ között változott, csak a hibridek között tudunk kimutatni különbségeket (13. és 14. melléklet). A páratlan érték az átlagolásból adódik. A soronkénti szemek száma a 45 cm sortávolságnál 32-47 darab sor⁻¹, a 76 cm sortávolságnál 30-47 darab sor⁻¹ között változott. A hibridek átlagában a soronkénti szemek száma a tőszám növelésével csökkenő tendenciát mutatott.

A kukorica hibridek csőparaméterinek alakulása a 2015. évben

A 2015. évben a tőszám növelésével az előző évekhez hasonlóan csökkent a csőhossz és a csőátmérő, a különböző sortávolság alkalmazása ebben az évben sem okozott a két paraméter alakulásában jelentős különbségeket. A csőhossz és a csőátmérő értéke a keskeny sortávolságnál 16,6-21,3 cm; 4,3-5,2 cm, a hagyományos sortávolságnál 17,3-22,4 cm; 4,2-5,2 cm között változott (11. és 12. melléklet). A legnagyobb csőhosszt a DKC 4014 (FAO 320) hibridnél mértük mindkét sortávolságnál 21,3 cm (70 ezer növény ha⁻¹); 22,4 cm (50 ezer növény ha⁻¹). A legkisebbet a 45 cm sortávolságnál az SY Afinity (FAO 470) (16,6 cm), a 76 cm sortávolságnál a PR 37N01 (FAO 380) hibridnél (17,3 cm) a legsűrűbb állományban. A legnagyobb csőátmérőt mindkét sortávolságnál a Kenéz (FAO 410) hibridnél mértük az 50 ezer növény ha⁻¹ állományban (5,2 cm), míg a legkisebbet a 90 ezer növény ha⁻¹ állományban a keskeny sortávolságnál a DKC 4025 (FAO 330) és a PR 37M81 (FAO 360) hibridnél (4,3 cm), a hagyományos sortávolságnál, a Saroltánál (FAO 290) (4,2 cm). A tőszámok és az eltérő genotípusú hibridek statisztikailag igazolható változást okoztak ebben az évben a csőhossz alakulásában a 76 cm sortávolságnál. A csövenkénti sorok számára egyik tényező sem gyakorolt jelentős hatást, míg ebben az évben minden vizsgált tényező statisztikailag igazolható különbséget okozott a soronkénti szemek számában. A sorok száma és a soronkénti szemek száma a 45 cm sortávolságnál 14-20 darab cső⁻¹; 29-44 darab sor⁻¹, a 76 cm sortávolságnál 14-19 darab cső⁻¹; 33-44 darab sor⁻¹ között változott (13. és 14. melléklet).

A vizsgált tényezők hatása a kukorica hibridek a szem: csutka arányra a 2013, 2014, 2015. tenyészévben

A kukorica hibridek szem: csutka arányát elsődlegesen az adott hibrid genotípusa határozza meg. A morzsolási arány kifejezi, hogy a teljes csőtömegéhez képest hány százalék a szem, illetve a csutka tömege. A morzsolási arányban csak az alkalmazott genotípus hatása jelentkezett. A legkisebb értéket minden évben a Sarolta (FAO 290) hibridnél mértük (84-87:16-13). A kísérleti években több hibrid 90%, vagy afölötti szemszázalék értéket ért el (15. melléklet). A P 9578 (FAO 320) és a DKC 4025 (FAO 330) hibrid szemszázaléka két kísérleti évben is meghaladta a 90%-ot (2013, 2014). A 45 cm sortávolságnál a 2013. évben 84-91%, a 2014. évben 86-92%, a 76 cm sortávolságnál a 2013. évben 84-90%, a 2014. évben 85-91% között változott. A 2015. évben a két sortávolság legkisebb és legnagyobb szem: csutka aránya megegyezett 84-90:16-10 volt. A vizsgált sortávolságok szem: csutka aránya nem tért el, a tőszám növelés hatására az 50 ezer növény ha⁻¹ állományhoz képest, a 70, 90 ezer növény ha⁻¹ állománynál 1%-kal nagyobb értéket mértünk.

A termésképző elemek, a termés és a vizsgált tényezők közötti összefüggés vizsgálata

A tenyészterület és a termésképző elemek közötti összefüggés vizsgálat eredményét a 30. táblázat tartalmazza. A tőszám növelés és a sortávolság csökkentés hatására minden vizsgált termésképző elemekben csökkenés következett be a 2014 és 2015. évben.

A csőhossz és a csőátmérő között minden kísérleti évben pozitív, közepes erősségű összefüggés volt ($r = 0,440-0,482^{**}$). Megállapítható, hogy a két paraméter nagysága együttesen változik. Az ezerszemtömeg és a csőhossz, csőátmérő között $r = 0,445-0,629^{**}$ közepes erősségű korreláció volt kimutatható. A 2014. és 2015. évben a termésképző elemek mérése kiegészült a soronkénti szemek számának meghatározásával, amely paraméter szintén korrelált az ezerszemtömeggel $r = 0,375^{**}; 0,562^{**}$. Az ezerszemtömeg nagyságát befolyásolja a szem szárazanyagtartalma, a soronkénti szemek száma, ezen keresztül a csőhossza, valamint a csőátmérő alakulása. A csőhossz és a soronkénti szemek száma között pozitív összefüggés volt megállapítható (2014. évben szoros $r = 0,818^{**}$, 2015. évben közepes $r = 0,633^{**}$ kapcsolat volt kimutatható).

30. táblázat A sortávolság, a tőszám, a termésképző elemek és a termés közötti összefüggés-vizsgálat (Debrecen, Látókép 2013-2015)

Évek	Tényezők	Termés	Csőhossz	Csőátmérő	ESZT		
2013	Sortávolság	-0,045	-0,028	0,010	-0,039		
	Tőszám	0,264(**)	-0,366(**)	-0,253(**)	-0,180(*)		
	Termés	1	-0,010	0,186(*)	0,347(**)		
	Csőhossz	-0,010	1	0,481(**)	0,445(**)		
	Csőátmérő	0,186(*)	0,481(**)	1	0,557(**)		
	Tényezők	Termés	Csőhossz	Csőátmérő	Sorok száma	Soronkénti szemek száma	ESZT
2014	Sortávolság	0,480(**)	0,278(**)	0,397(**)	-0,036	0,113	0,247(**)
	Tőszám	0,138	0,396(**)	-0,183(*)	-0,022	-0,320(**)	-0,206(*)
	Termés	1	0,168(*)	0,307(**)	-0,365(**)	0,193(*)	0,343(**)
	Csőhossz	0,168(*)	1	0,440(**)	-0,093	0,818(**)	0,579(**)
	Csőátmérő	0,307(**)	0,440(**)	1	0,213(*)	0,319(**)	0,591(**)
	Sorok száma	-0,356(**)	-0,093	0,213(*)	1	-0,238(**)	-0,266(**)
	Soronkénti szemek száma	0,193	0,818(**)	0,319(**)	-0,238(**)	1	0,375(**)
2015	Sortávolság	0,191(*)	0,155	0,068	0,037	0,271(**)	0,189(*)
	Tőszám	0,110	-0,632(**)	-0,504(**)	-0,097	-0,530(**)	-0,569(**)
	Termés	1	-0,134	0,258(**)	-0,040	0,083	0,300(**)
	Csőhossz	-0,134	1	0,450(**)	0,042	0,633(**)	0,549(**)
	Csőátmérő	0,258(**)	0,450(**)	1	0,429(**)	0,501(**)	0,629(**)
	Sorok száma	-0,040	0,042	0,429(**)	1	-0,083	-0,131
	Soronkénti szemek száma	0,083	0,633(**)	0,501(**)	-0,083	1	0,562(**)

(**) A korreláció szignifikáns p = 0,01 szinten

(*) A korreláció szignifikáns p = 0,05 szinten

A vizsgált tényezők hatása a termésképző elemek alakulására

A 31. táblázat tartalmazza a kísérleti évek termésképző elemeinek és termésmennyiségének alakulását a hibridek átlagában.

A 2013. évben a tőszám növelésével nőtt a termés, a termésképző elemek csökkenése volt kimutatható. A területegységre jutó nagyobb növényszám kiegyenlítette az egyedi produkcióban bekövetkező csökkenést. A keskeny és a hagyományos sortávolságra vetett kukorica állomány közötti különbség ebben az évben nem jelentkezett. A 2014. évben mértük a legnagyobb ezerszemtömeget a kísérleti évek közül. A 2015. évben az időjárás hatása következtében az előző évekhez képest minden termésképző elem csökkenése volt kimutatható. A csövenkénti sorok száma a 2014 és 2015. évben hasonlóan alakult kis változékonyságot mutatott.

31. táblázat A termés ($t\ ha^{-1}$) és a termésképző elemek (ezerszemtömeg (g), csőhossz és -
átmérő (cm), sorok száma ($db\ cső^{-1}$), soronkénti szemek száma ($darab\ sor^{-1}$), szem: csutka
arány) alakulása a hibridek átlagában (Debrecen, Látókép 2013-2015)

Sortávolság	45 cm				Átlag	76			Átlag
	Tőszám (ezer növény ha^{-1})	50	70	90		50	70	90	
2013	Termés	12,9	14,2	15,0	14,0	13,1	13,8	13,9	13,6
	ESZT	315,6	312,2	297,1	308,3	310,4	307,8	298,6	305,6
	Csőhossz	20,0	19,4	18,8	19,4	20,1	19,3	18,5	19,3
	Csőátmérő	5,0	4,9	4,8	4,9	5,0	4,9	4,8	4,9
	Szem: csutka arány	88:12	89:11	89:11	89:11	88:12	88:12	89:11	88:12
	2014	Termés	11,9	11,9	11,1	11,6	12,1	13,4	14,3
ESZT		373,1	369,5	343,5	362,0	384,8	389,3	372,9	382,3
Csőhossz		19,1	18,2	16,8	18,1	19,4	19,5	18,2	19,1
Csőátmérő		5,0	4,9	4,7	4,9	5,1	5,2	5,1	5,1
Sorok száma		16	17	16	16	17	16	16	16
Soronkénti szemek száma		41	39	36	38	40	40	38	39
2015	Szem: csutka arány	89:11	89:11	89:11	89:11	88:12	89:11	89:11	89:11
	Termés	9,2	9,7	9,8	9,6	10,0	10,6	9,9	10,1
	ESZT	317,6	302,4	270,8	296,9	342,1	312,0	280,6	311,6
	Csőhossz	19,9	17,7	16,6	19,0	20,5	19,3	18,4	19,4
	Csőátmérő	4,8	4,6	4,5	4,6	4,9	4,7	4,5	4,7
	Sorok száma	16	16	16	16	17	16	16	16
Soronkénti szemek száma	37	33	29	37	40	39	37	39	
Szem: csutka arány	87:13	88:12	88:12	88:12	87:13	88:12	88:12	88:12	

5.4. Az időjárás, a sortávolság és az állománysűrűség hatása a termésmennyiség alakulására

5.4.1. A vizsgált tényezők és az évjárat együttes hatása a termésre

A vizsgált évek évjárathatás szempontjából eltérőek voltak. Az évjárathatást a hibridek átlagában vizsgáltuk, összehasonlítva az eltérő sortávolságon és tőszámon elért termésmennyiséget (32. táblázat).

A kukoricatermesztésnél a napfényes órák száma meghatározó. A kukorica a vegetációs időszakban 1400-1600 napfényes órát igényel, a napfénytartam igénye a június, július és augusztus hónapokban a legnagyobb. A C4-es növényekben nagyobb fényintenzitáson tovább nő a fotoszintézis sebessége, egységnyi levélterületre vonatkoztatva több szén-dioxidot kötnek meg, így a napi szárazanyag gyarapodásuk nagyobb, mint a C3-as növényeké. A 2013. és 2015. évben a napfényes órák száma nagy volt (1709, 1776 óra), míg a 2014. évben meghaladta a sokéves átlagot (1480 óra), azonban jóval alatta maradt (1595 óra) a másik két kísérleti év mögött. A hőmérsékleti értékek mind a három évben meghaladták a sokéves átlagot, mind a tenyészidőszak alatt és azt megelőzően. Hazánkban a csapadék mennyisége és eloszlása az utóbbi évtizedekben nem volt kedvező.

A kísérleti évek során a 2013. évben meghatározó volt a márciusi nagy mennyiségű, a sokéves átlagot jóval meghaladó csapadék (+102,8 mm), amely feltöltötte a csernozjom talaj vízkészletét, és kiegyenlítette a tenyészidőszak további hónapjainak (június, július, augusztus) vízhiányát. Az évjárathatást a hibridek átlagában vizsgáltuk, a termésmennyiségeket a 32. táblázat tartalmazza. A kísérleti évek közül ebben az évben érték el a legnagyobb termésmennyiségeket (16,3-17,7 t ha⁻¹). A 2013. évben a 45 cm sortávolságnál a tőszám növelés hatására nőtt a termésmennyiség, a legnagyobb termést a 90 ezer növény ha⁻¹ állomány érte el. A 76 cm sortávolságnál az 50 ezer növény ha⁻¹ állomány területegységenkénti 20 ezer tőszámmal növelésével nőtt a termés, míg a 70 és 90 ezer növény ha⁻¹ állománysűrűség hasonló terméseredményt ért el. A 45 cm sortávolságra beállított állomány termése meghaladta a 76 centiméterre vetettét (2,87%; 0,4 t ha⁻¹).

A 2014. évben a tenyészidőszak előtt a sokéves átlagnál (220,2 mm) és a kukorica minimális vízigényénél (230 mm) kevesebb csapadék hullott (167,1 mm). A csapadék mennyisége a tenyészidőszakban kedvező volt, azonban az eloszlása kedvezőtlen, mivel a júniusi hónapban a sokéves átlagnál jóval kevesebb csapadék hullott (-71,6

mm-rel kevesebb), amely időszak a kukorica vegetatív fejlődése szempontjából fontos. A viszonylag nagy vegetatív tömeg elérése meghatározó a termésmennyiség alakulása szempontjából, mert a kialakult asszimilációs felület és a termés között pozitív kapcsolat van. A növényállomány az előző évhez képest kisebb vegetatív tömeget ért el. Az előző évhez képest kisebb növénymagasságot mértünk mindkét sortávolságnál, illetve a hibridek a 45 cm sortávolságnál valamivel kisebb, míg a 76 cm sortávolságnál nagyobb levélterület-indexet értek el. Ez megmutatkozott a termésmennyiségben is. A hagyományos sortávolság termésmennyisége jóval meghaladta a keskeny sortávolságúét (12,24%; 1,6 t ha⁻¹). Az 50 és 70 ezer növény ha⁻¹ állomány termése közötti különbség elhanyagolható volt a 45 cm sortávolságnál. Az előző évvel szemben a 90 ezer növény ha⁻¹ állomány adta a legkisebb termést. Az előző évnél kisebb terméseredményt eredményezett ez a beállítás mind a sortávolság, mind a tőszám esetében. A kukorica, ha optimális vagy azt meghaladó mennyiségű víz áll rendelkezésre vízpazarló. A 76 cm sortávolságnál hasonlóan az előző évhez a tőszám növelésével nőtt a termés, a legnagyobb termésnövekedés az 50 és 70 ezer növény ha⁻¹ állomány között volt a hibridek átlagában (10,03%; 1,3 t ha⁻¹).

A 2015. évben a kezdeti fejlődés lassú volt. Az ok egy lehülési szakasz áprilisban a vetés után április 18-22-ig a hőmérséklet 6,1-9,7 °C között változott a kukorica 10 °C körüli igényével szemben. Emellett csapadékhiány is jelentkezett áprilisban, a csapadék 23,1 mm-rel volt kevesebb. A július, augusztus hónapokban a havi középhőmérséklet meghaladta a sokéves átlagot, hosszantartó hőségnapok voltak ebben az évben. Ez az állomány vízleadása szempontjából kedvező volt, az előző évekkkel szemben jóval kisebb szemedvességgel lehet betakarítani a kukoricát. A 2015. tenyészévben a 45 cm sortávolságnál a legnagyobb termést a 70 és a 90 ezer növény ha⁻¹ állomány adta, a tőszám növelése a termésmennyiség növekedését eredményezte. A keskeny sortávolságú állományban, annak a zártsága miatt, különleges mikroklíma alakul ki. Zárt állományban a relatív páratartalom nagyobb, a hőmérséklet alacsonyabb, mindkettő csökkenti a párologtatás intenzitását (Pethő 2002). A 76 cm sortávolságnál a 70 ezer növény ha⁻¹ állomány termése 0,6 és 0,7 t ha⁻¹ haladta meg az 50 és 90 ezer növény ha⁻¹ állományét. A 76 cm sortávolságú állomány érte el a legnagyobb termést, a két sortávolság közötti terméskülönbség 0,6 t ha⁻¹ (5,77%) volt.

32. táblázat A sortávolság, a tőszám és az évjárat hatása a termésre a hibridek átlagában (kg ha⁻¹) (Debrecen, Látókép 2013-2015)

Évek	Sortávolság	Termés (kg ha ⁻¹)			Átlag
		Tőszám			
		(ezer növény ha ⁻¹)			
50	70	90			
2013	45 cm	12893	14169	14973	14012
	76 cm	13130	13824	13877	13610
2014	45 cm	11921	11892	11109	11640
	76 cm	12069	13415	14304	13263
2015	45 cm	9210	9697	9762	9556
	76 cm	9993	10571	9860	10141

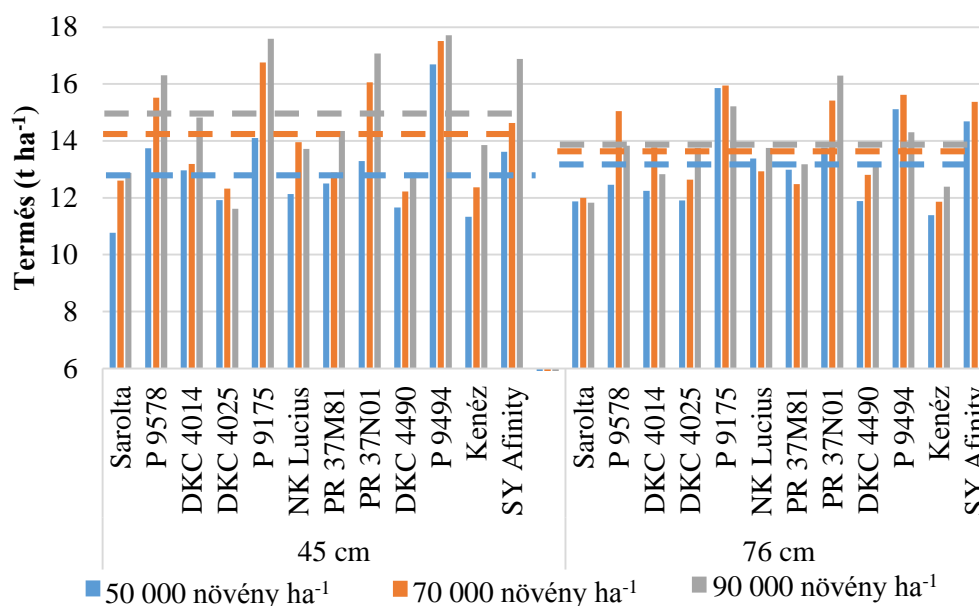
5.4.2. A sortávolság és a növényszám hatása a kukorica hibridek termésére

Az eltérő genotípusú és tenyésztési hibridek különbözően, hibridspecifikusan reagálnak a tenyésztési terület, ezen belül a sortávolság és a tőszám változtatására. Az elért termésmennyiségre a legnagyobb hatást az adott évjárat fejt ki. Az időjárási szélsőségek és emellett a túl sűrített állomány nagymértékű terméseszköcsökkenéshez vezethet. A kukoricatermesztés termésbiztonságának növeléséhez fontos ismerni az eltérő genotípusú hibridek különböző tenyésztési terület változatokra adott reakcióját. A tenéyzsidőszak időjárása nem ismert előre, a hosszú távú előrejelzések bizonytalanok, azonban a tenéyzsidőszak előtti csapadékmennyiség ismerete meghatározó jelentőségű.

A kukorica hibridek termésmennyiségének alakulása a 2013. évben

A 2013. évben a kukoricatermesztés eredményessége szempontjából meghatározó volt a márciusi sokéves átlagot meghaladó csapadék (102,8 mm). A 18. ábra tartalmazza az elért termésátlagok alakulását. A hibridek között jelentős különbségek voltak kimutathatók. Az eltérő éréscsoport hatását nem lehet egyértelműen megítélni, mivel a korai- és középérésű hibridek között is voltak átlag feletti terméseredményt elérők. Átlagon felüli termést ért el mindkét sortávolságnál, minden tőszámon a P 9175 (FAO 330), a PR 37N01 (FAO 380), a P 9494 (FAO 390) és az SY Afinity (FAO 470) hibrid. Mind a két sortávolságnál a tőszám növelésével nőtt a termés, a legtöbb hibrid termésének maximumát a 90 ezer növény ha⁻¹ állománysűrűségnél érte el, amely a hibridek átlagában a 45 cm sortávolságnál 15,0 t ha⁻¹, a 76 cm sortávolságnál 13,9 t ha⁻¹ volt. A termésmennyisége a keskeny sortávolságnál 10,8-17,7 t ha⁻¹, a hagyományos sortávolságnál 11,4-16,3 t ha⁻¹ között változott az alkalmazott tőszámtól és hibridtől függően. A hibridek átlagában a 45 cm sortávolságú állományok 401 kg ha⁻¹ (2,86%) terméstöbbletet értek el a 76 cm sortávolságúval szemben, azonban az eltérő sortávolság

alkalmazása nem okozott statisztikailag igazolható különbséget a termésmennyiségben. A sortávolság szűkítése termésnövekedést váltott ki a DKC 4025 (FAO 330), az NK Lucius (FAO 330), a DKC 4490 (FAO 380) és az SY Afinity (FAO 470) hibridnél. A 45 cm sortávolságnál a tőszám növelése a legtöbb hibridnél terméstöbbletet eredményezett. Míg a 76 cm sortávolságnál a 70 ezer növény ha⁻¹ állománysűrűség növelése területegységenként 20 ezer növényel, több hibridnél nagymértékű termésnövekedést váltott ki, amelyek a következők voltak: a P9578 (-1220 kg ha⁻¹), a DKC 4014 (-938 kg ha⁻¹), a P 9175 (-729 kg ha⁻¹) és a P 9494 (-1319 kg ha⁻¹). A 45 cm sortávolságnál minden tőszám között, a 76 cm sortávolságnál az 50 és 70, az 50 és 90 ezer növény ha⁻¹ állomány között volt kimutatható szignifikáns különbség.



	45 cm sortávolság Termés (t ha ⁻¹)	76 cm sortávolság Termés (t ha ⁻¹)
SzD5% tőszám	0,4	0,5
SzD5% hibrid	0,9	0,7
SzD5% tőszám*hibrid	1,5	1,2

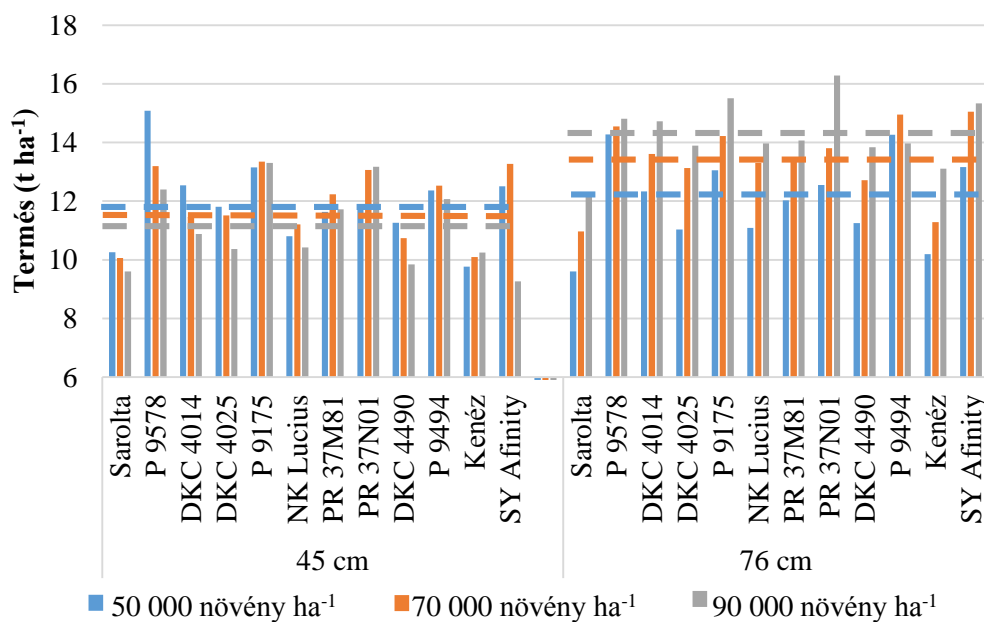
18. ábra A sortávolság és a tőszám hatása a termésmennyiségre (t ha⁻¹)

(Debrecen, Látókép 2013)

A kukorica hibridek termésmennyiségének alakulása a 2014. évben

A 2014. évben a tenyészidőszak előtt a sokéves átlagnál kevesebb csapadék hullott. A tenyészidőszak alatt a június hónap csapadékmennyisége szélsőségesen kevés volt. A sokéves átlaghoz képest 71,6 milliméterrel hullott kevesebb. Azonban összességében a tenyészidőszak csapadéka meghaladta a sokéves átlagot. A hibridek között ebben az évben is szignifikáns különbségek voltak kimutathatók a terméseredményben, az

éréscsoport szerinti különbségek szintén nem voltak meghatározhatóak. A sortávolság szűkítése az előző évvel ellentétes eredményt adott. A 45 cm sortávolságnál a tőszám növelésével csökkent a termés, a hibridek termésüknek maximumát az 50 és a 70 ezer növény ha⁻¹ állománysűrűségénél érték el. Míg a 76 cm sortávolságnál egy hibrid kivételével mind a 90 ezer növény ha⁻¹ tőszámnál érte el a legnagyobb termést. Az előző évhez hasonlóan a tőszám növelésével nőtt a termés. A keskeny sortávolság alkalmazása a hagyományossal szemben 13,94%; 1622 kg ha⁻¹ terméseszkökenést eredményezett. A termés a 45 cm sortávolságnál 9,3-15,1 t ha⁻¹, a 76 cm sortávolságnál 9,6-16,3 t ha⁻¹ között változott (19. ábra). A két sortávolság esetén kapott termések statisztikailag igazolhatóan különböztek, a háromtényezős varianciaanalízis eredményét a számú 16. melléklet tartalmazza. Minden sortávolságnál, minden alkalmazott tőszámnál átlagon felül teljesített a P 9578 (FAO 320) és a P 9175 (FAO 330), míg csak a hagyományos sortávolságnál a DKC 4014 (FAO 320), a PR 37N01 (FAO 380) és az SY Afinity (FAO 470) hibrid. Mind a két sortávolságnál az 50 és 90, valamint a 70 és 90 ezer növény ha⁻¹ tőszám között voltak a terméseredményben kimutatható szignifikáns különbségek.



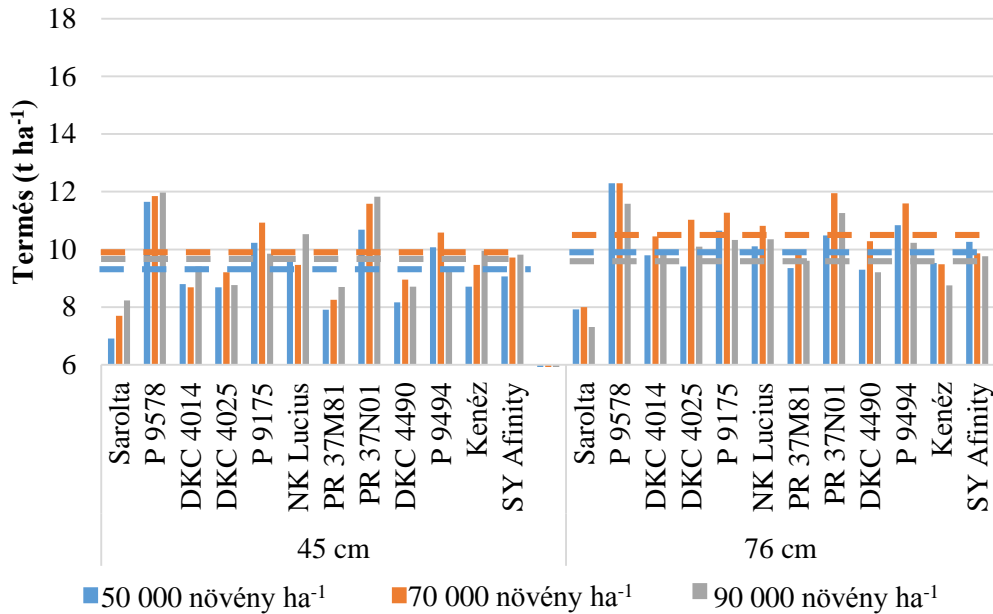
	45 cm sortávolság Termés (t ha ⁻¹)	76 cm sortávolság Termés (t ha ⁻¹)
<i>SzD5% tőszám</i>	0,8	0,3
<i>SzD5% hibrid</i>	0,7	0,5
<i>SzD5% tőszám*hibrid</i>	1,2	0,9

19. ábra A sortávolság és a tőszám hatása a termésmennyiségre (t ha⁻¹)

(Debrecen, Látókép 2014)

A kukorica hibridek termésmennyiségének alakulása a 2015. évben

A 2015. tenyésztésében a vizsgált hibridek a 45 cm sortávolságnál 6,9-12,0 t ha⁻¹, a 76 cm sortávolságnál 7,3-12,3 t ha⁻¹ termést értek el (20. ábra), amely termésmennyiség jóval alatta maradt az előző éviéknél. Az eltérő sortávolság alkalmazása statisztikailag igazolható különbséget okozott a terméseredményekben, a 76 cm sortávolságra vetett állomány 0,6 t ha⁻¹ (6,12%) terméstöbbletet ért el a keskeny sortávolságúval szemben. A keskeny sortávolságnál az 50 és 70, 50 és 90 ezer növény ha⁻¹ tőszámok között volt kimutatható statisztikailag igazolható különbség, a tőszám növelés hatására nőtt a termés, a legnagyobb termést a legsűrűbb állomány érte el. Kivétel volt a DKC 4025 (FAO 330), P 9175 (FAO 330), DKC 4490 (FAO 380) és a P 9494 (FAO 390) hibridek, amelyek termésüknek maximumát a 70 ezer növény ha⁻¹ állománysűrűségnél érték el. A 2015. évben a tenyészidőszakban a július, augusztus hónap középhőmérséklete jóval meghaladta a sokéves átlagot. A 45 cm sortávolságnál az állomány zártsága miatt, egy a környezetétől eltérő hőmérsékletű és páratartalmú mikroklíma alakult ki, ez a 45*24,7 cm tenyészterületű, azaz a legsűrűbb állományban még kiemeltebben érvényesült, így a hibridek ennél a tőszámnál érték el a legnagyobb termést. A hagyományos sortávolságnál minden tőszámnál szignifikáns különbségek voltak kimutathatók a termésmennyiségben. A tőszám növelése 70 ezerről 90 ezerre minden hibridnél terméscsökkenést váltott ki, amely értéke -1365 és -100 kg ha⁻¹ között változott. 1 t ha⁻¹ körüli terméscsökkenés a 45 cm sortávolságnál felsorolt hibrideknél volt kimutatható. Az eltérő genotípusú hibridek szignifikáns különbséget eredményeztek a termésmennyiségben, átlag fölötti terméseredményt ért el mindkét sortávolságnál a P 9578 (FAO 320), a P 9175 (FAO 330) és a PR 37N01 (FAO 380) hibrid, csak a 76 cm sortávolságnál az NK Lucius (FAO 330) és a P9494 (FAO 390).



	45 cm sortávolság Termés (t ha ⁻¹)	76 cm sortávolság Termés (t ha ⁻¹)
<i>SzD5% tőszám</i>	0,5	0,5
<i>SzD5% hibrid</i>	0,6	0,4
<i>SzD5% tőszám*hibrid</i>	1,0	0,7

20. ábra A sortávolság és a tőszám hatása a termés mennyiségre (t ha⁻¹)

(Debrecen, Látókép 2015)

5.4.3. A kukorica hibridek tőszám optimumának és az optimum intervallumának alakulása, illetve a tőszámreakció

Az eltérő genotípusú kukorica hibridek optimumának és optimum intervallumának ismerete különböző évjáratokban, adott talajtípuson fontos tájékoztató adat. A tőszám optimum intervallumot a beállított 50 és 90 ezer növény ha⁻¹ tartományban határoztuk meg. A hibridek évenkénti tőszám optimumának és optimum intervallumának alakulásának ábráit a 17-28. mellékletek tartalmazzák. A becsült tőszám optimum, illetve optimum intervallum alapján közelítőleg meghatározható, hogy a gyakorlatban mely tőszám alkalmazható biztonsággal az adott évjáratban. Ki kell emelni, hogy a kísérlet talaja jó minőségű mészlepedékes csernozjom talaj volt, ennél rosszabb termékenységű talajtípuson a terméseredmények jelentősen eltérhetnek. Az optimum intervallum szélsőértékeinek különbségét alapul véve három sűrítetőségi kategóriát különböztettünk meg, amelyeket az alábbi 33. táblázat tartalmazza.

33. táblázat Sűrítetőségi kategóriák (ezer növény ha⁻¹) a 2013-2015. évben

Sűrítetőségi kategóriák (ezer növény ha ⁻¹)	2013		2014		2015	
	Sortávolság					
	45 cm	76 cm	45 cm	76 cm	45 cm	76 cm
Kevésbé sűrítethető hibridek	3-14	5-17	2-15	1-8	3-15	8-15
Közepesen sűrítethető hibridek	14-24	17-28	15-27	8-15	15-28	15-23
Jól sűrítethető hibridek	24-35	28-40	27-40	15-22	28-40	23-30

Az intervallum szélesség alapján tág (20-40 ezer növény ha⁻¹) és szűk (0-20 növény ha⁻¹) optimum intervallumú hibrideket különböztethetünk meg. Azok a hibridek a kedvezőek, melyek nagy termést érnek el eltérő tőszám alkalmazása mellett, a kísérletünk esetében az 50-90 ezer növény ha⁻¹ tartományban. Azok a hibridek, amelyek az eltérő tőszámokon mérsékelt, átlagon aluli termésszintet érnek el a realizált terméseredmény és a tőszámreakció alapján kevésbé kedvezőek. Az alaptőszámnak az 50 ezer növény ha⁻¹ tőszámot választottuk, illetve meghatároztuk az 70 és 90 ezer növény ha⁻¹ állománysűrűséghez tartozó termésmaximumot ábra. Azok a hibridek kedvezőek, amelyek viszonylag nagy tőszám mellett nagy termésszintet érnek el.

A kukorica hibridek a tőszámigény és az elért termésszint alapján, azaz a tőszámreakció szerint különböző kategóriákba sorolhatók be, amelyek:

1. az alaptőszámon kis termésszintet elérő hibridek, relatíve nagy tőszámigényű hibridek,
2. az alkalmazott tőszám tartományban, átlagon felüli termést, nagy termésszintet elérő hibridek, amelyek jó tőszámreakcióval jellemezhetők,
3. az alkalmazott tőszám tartományban átlag alatti termést, kis termésszintet elérő hibridek, az adott évjáratban kedvezőtlen tőszám reakciójú hibridek,
4. valamint az alaptőszámon nagy termésszintet elérő hibridek, kis tőszám igényű hibridek.

A kukorica hibridek tőszám optimumának és az optimum intervallumának alakulása a 2013. évben

A 2013. évben 45 cm sortávolságnál több hibrid terméseredményének maximumát a 90 ezer növény ha⁻¹, vagy azt megközelítő tőszámnál érte el (34. táblázat). A DKC 4025 (FAO 330) hibrid jóval kisebb állománysűrűségénél (66977 növény ha⁻¹) volt a legnagyobb a terméseredmény. A 76 cm sortávolságnál nagyobbak voltak a szélsőségek, azaz 7 hibrid a legsűrűbb növényállománynál, míg a többi hibrid 62424-73642 növény ha⁻¹ tőszámnál adta a legnagyobb termést.

34. táblázat A sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek tőszám optimumára (növény ha⁻¹) (Debrecen, Látókép 2013)

Hibrid	45 cm sortávolság			76 cm sortávolság		
	r ²	x'	y'	r ²	x'	y'
Sarolta	0,680	83548	13,0	0,020	67692	12,0
P 9578	0,609	90000	16,3	0,376	73642	15,1
DKC 4014	0,226	90000	14,8	0,540	72323	13,8
DKC 4025	0,075	66977	12,3	0,416	90000	13,8
P 9175	0,585	90000	17,6	0,095	62424	16,0
NK Lucius	0,232	78000	14,1	0,194	90000	13,8
PR 37M81	0,276	90000	14,4	0,117	90000	13,2
PR 37N01	0,798	90000	17,1	0,628	90000	16,3
DKC 4490	0,228	90000	12,9	0,312	90000	13,2
P 9494	0,159	85600	17,7	0,415	65556	15,7
Kenéz	0,582	90000	13,9	0,310	90000	12,4
SY Afinity	0,593	90000	16,9	0,408	90000	16,0
Átlag	-	86177	15,1	-	80970	14,3

r² = determinációs együttható

x' = tőszám optimum (növény ha⁻¹) y' = termés maximum (t ha⁻¹)

A 45 cm sortávolság tőszám optimuma 5207 növény ha⁻¹ tőszámmal haladta meg a 76 cm sortávolságúét a hibridek átlagában. Ez azt jelenti, hogy a hagyományos sortávolságú állománynál valamivel kisebb tőszámok alkalmazása volt kedvezőbb. A hibridek átlagában az optimum intervallum a 45 cm sortávolságnál 75-90 ezer növény ha⁻¹, a 76 cm sortávolságnál 70-87 ezer növény ha⁻¹ között alakult (35. táblázat).

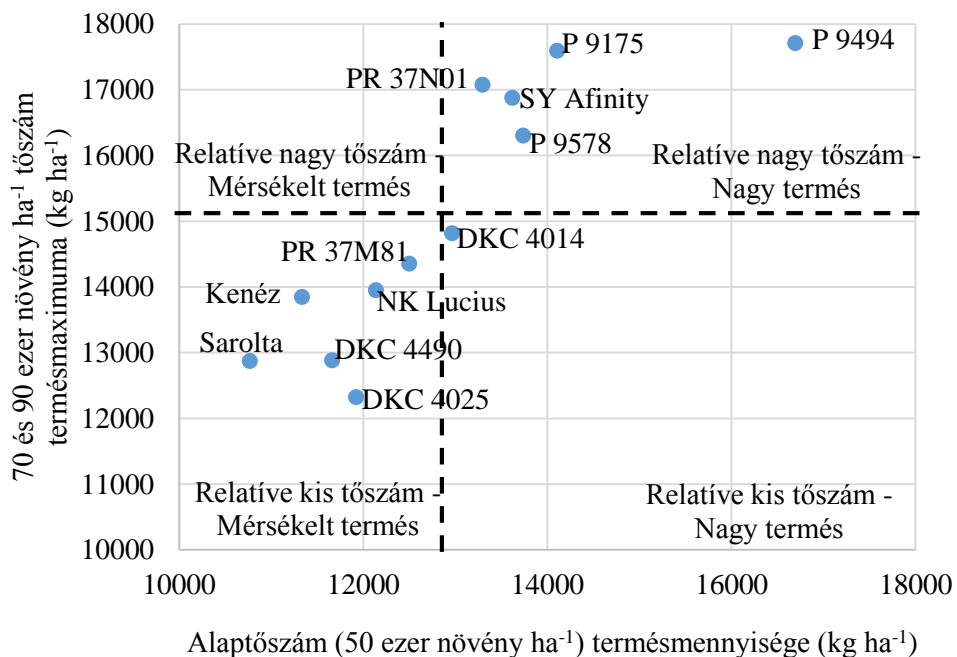
35. táblázat A sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek tőszám optimum intervallumára (ezer növény ha⁻¹) (Debrecen, Látókép 2013)

Hibrid	45 cm sortávolság		76 cm sortávolság	
	Tőszám optimum intervallum	Intervallum szélesség	Tőszám optimum intervallum	Intervallum szélesség
Sarolta	69-90	21	50-90	40
P 9578	77-90	13	65-82	17
DKC 4014	86-90	4	62-83	21
DKC 4025	50-85	35	85-90	5
P 9175	76-90	14	50-80	30
NK Lucius	65-90	25	85-90	5
PR 37M81	86-90	4	85-90	5
PR 37N01	78-90	12	81-90	9
DKC 4490	76-90	14	72-90	18
P 9494	62-90	28	54-78	24
Kenéz	86-90	4	77-90	13
SY Afinity	87-90	3	78-90	12
Átlag	75-90	15	70-87	17

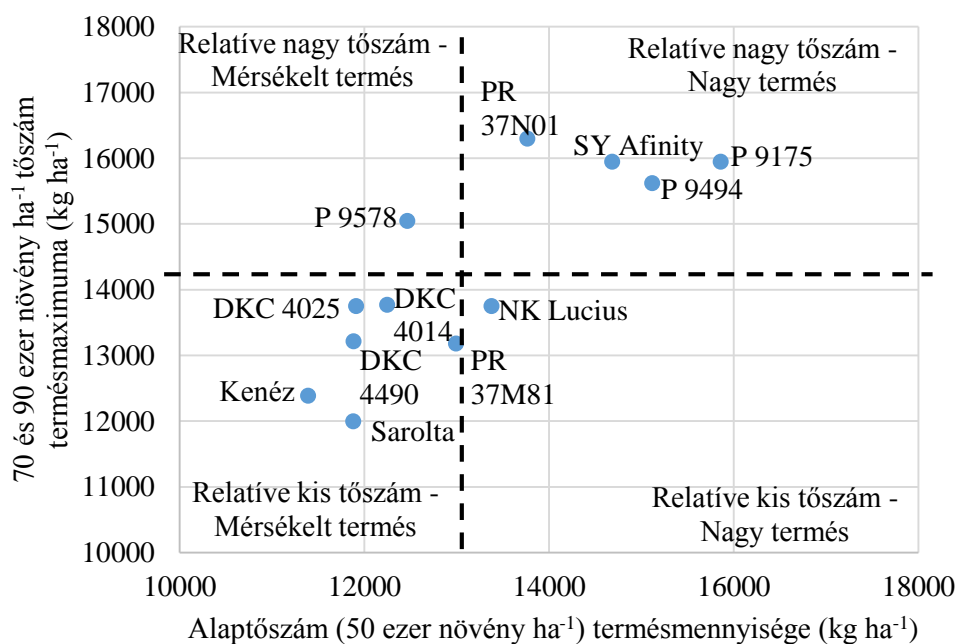
Jól sűrítendő, tág tőszám intervallumú hibridek voltak a 45 cm sortávolságnál a DKC 4025 (FAO 330), az NK Lucius (FAO 330) és a P 9494 (FAO 390), a 76 cm sortávolságnál a Sarolta (FAO 290) és a P 9175 (FAO 330) hibridek. Nem jól sűrítendő,

szűk optimum intervallumú hibridek közé tartozott mindkét sortávolságnál a PR 37M81 (FAO 360), a PR 37N01 (FAO 380), a Kenéz (FAO 410) és az SY Afinity (FAO 470).

A kukorica hibridek a tőszámsűrítésre eltérően reagálnak (21. és a 22. ábrák). A 2013. kísérleti évben a különböző tőszám alkalmazása mellett mindkét sortávolságnál átlagon felüli termést elérő, kedvező tőszámreakcióval jellemezhető hibridek a P 9175 (FAO 330), a PR 37N01 (FAO 380), a P 9494 (FAO 390) és az SY Afinity (FAO 470) voltak. Ezek az alaptőszámon (a hibridek átlaga: 45 cm: 12893 kg ha⁻¹; 76 cm 13130 kg ha⁻¹), valamint a 70 és 90 ezer növény ha⁻¹ állománysűrűségénél (a hibridek átlaga: 45 cm: 15052 kg ha⁻¹; 76 cm 14242 kg ha⁻¹) is kiemelkedő termőképességgel rendelkeztek, termésük meghaladta a hibridek átlagát. A kedvezőtlen tőszám reakciójú, azaz eltérő tőszám alkalmazása mellett átlagon aluli termést adó hibridek a Sarolta (FAO 290), a DKC 4025 (FAO 330), a PR 37M81 (FAO 360), a DKC 4490 (FAO 380) és a Kenéz (FAO 410) voltak mindkét vizsgált sortávolságnál. A 76 cm sortávolságnál egy hibrid a P 9578 (FAO 320) az alaptőszámon kis termésszintet ért el, relatíve nagy tőszámot igényelt, szűk tőszám intervallumban volt termesztendő.



21. ábra A hibridek tőszámreakciójának értékelése a 45 cm sortávolságnál (Debrecen, Látókép 2013)



22. ábra A hibridek tőszámreakciójának értékelése a 76 cm sortávolságnál (Debrecen, Látókép 2013)

A kukorica hibridek tőszám optimumának és az optimum intervallumának alakulása a 2014. évben

A 2014. évben a hagyományos sortávolságú állomány jóval nagyobb (+23687 növény ha⁻¹) tőszámmal volt termesztendő (36. táblázat), mint a keskeny sortávolságú állomány.

36. táblázat A sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek tőszám optimumára (növény ha⁻¹) (Debrecen, Látókép 2014)

Hibrid	45 cm sortávolság			76 cm sortávolság		
	r ²	x	y'	r ²	x	y'
Sarolta	0,073	50000	10,3	0,860	90000	12,2
P 9578	0,668	50000	15,1	0,255	90000	14,8
DKC 4014	0,215	50000	12,5	0,809	90000	14,7
DKC 4025	0,365	51875	11,8	0,817	90000	13,9
P 9175	0,022	76000	13,4	0,901	90000	15,5
NK Lucius	0,202	66809	11,2	0,904	88852	14,0
PR 37M81	0,061	70870	12,2	0,914	90000	14,1
PR 37N01	0,365	81860	13,2	0,908	90000	16,3
DKC 4490	0,258	50000	11,3	0,480	90000	13,9
P 9494	0,089	65600	12,6	0,267	68182	15,0
Kenéz	0,030	90000	10,3	0,875	90000	13,1
SY Afinity	0,506	63158	13,5	0,666	83385	15,4
Átlag	-	63848	12,3	-	87535	14,4

r² = determinációs együttható

x' = tőszám optimum (növény ha⁻¹) y' = termés maximum (t ha⁻¹)

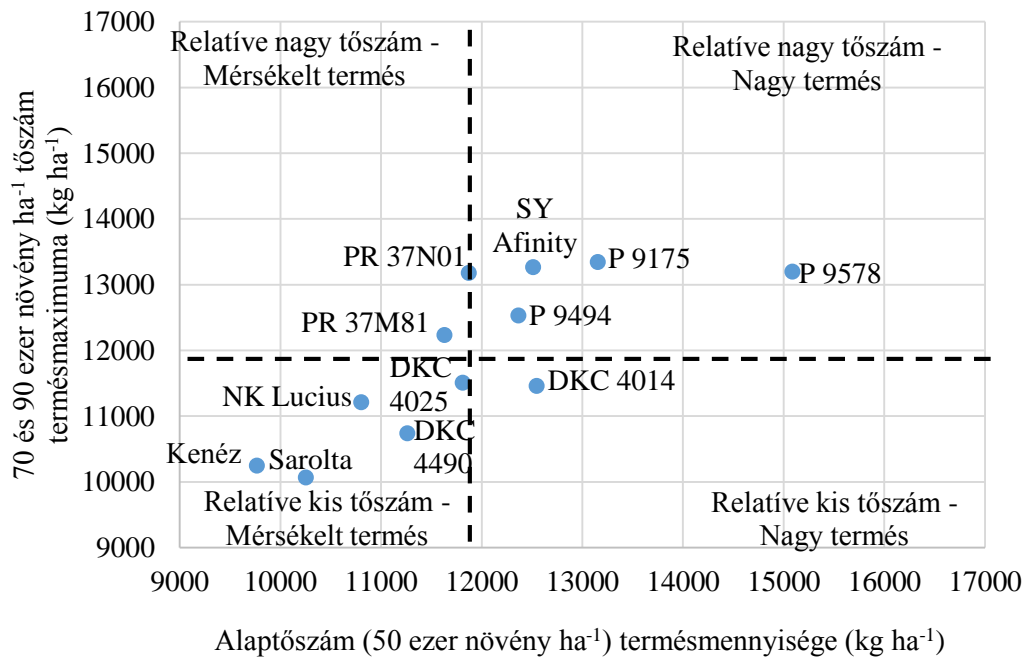
A 76 cm sortávolságnál a legtöbb hibrid számára a 80-90 ezer növény ha⁻¹ állománysűrűség volt kedvező, kivéve a P 9494 (FAO 390) hibridet. A keskeny sortávolságnál hat hibridnek a kisebb 50 ezer növény ha⁻¹ körüli tőszám volt az optimális a maximális termés elérése szempontjából. A többi hibrid nagyobb tőszám (63158-90000 növény ha⁻¹) alkalmazása mellett érte el termésének maximumát a P 9175 (FAO 330), az NK Lucius (FAO 330), a PR 37M81 (FAO 360), a PR 37N01 (FAO 380) és a Kenéz (FAO 410) és az SY Afinity (FAO 470).

A 45 cm sortávolságnál az intervallum tartomány 54-76 ezer növény ha⁻¹ között alakult, míg a 76 cm sortávolságnál jóval nagyobb tőszámokon, de szűkebb optimum intervallum tartományban érték el a hibridek a termésmennyiségük maximumát 80-89 ezer növény ha⁻¹ értéknél. Mindkét sortávolságnál jól sűrítetőknek minősült a P 9494 (FAO 390) hibrid, közepesen sűrítendő kategóriába tartozott a DKC 4025 (FAO 330) és a PR 37M81 (FAO 360) hibrid (37. táblázat).

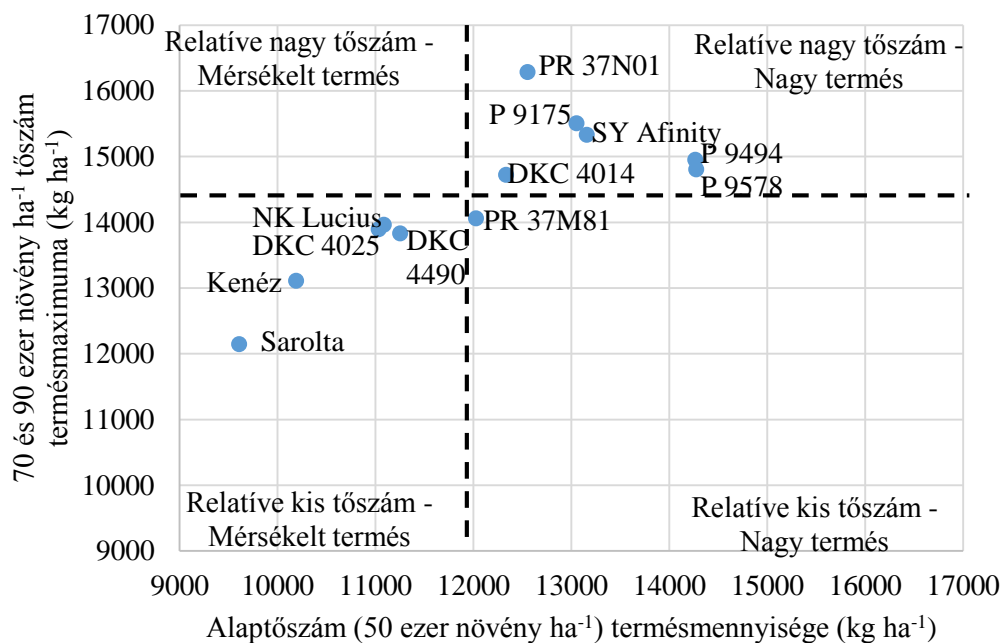
37. táblázat A sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek tőszám optimum intervallumára (ezer növény ha⁻¹) (Debrecen, Látókép 2014)

Hibrid	45 cm sortávolság		76 cm sortávolság	
	Tőszám optimum intervallum	Intervallum szélesség	Tőszám optimum intervallum	Intervallum szélesség
Sarolta	50-78	28	86-90	4
P 9578	50-52	2	68-90	22
DKC 4014	50-55	5	86-90	4
DKC 4025	50-70	20	80-90	10
P 9175	50-90	40	87-90	3
NK Lucius	53-81	28	78-90	12
PR 37M81	61-86	25	80-90	10
PR 37N01	66-90	24	89-90	1
DKC 4490	50-63	13	85-90	5
P 9494	50-86	36	58-79	21
Kenéz	57-90	33	88-90	2
SY Afinity	56-70	14	73-90	17
Átlag	54-76	22	80-89	9

Mindkét sortávolságnál eltérő tőszámon átlag feletti termést elérő hibridek a P 9578 (FAO 320), a P 9175 (FAO 330), a P 9494 (FAO 390) és az SY Afinity (FAO 470) hibrid volt (23. és 24. ábra). A 45 cm sortávolságnál a DKC 4014 (FAO 320) hibrid relatíve kis tőszámon nagy termésszintet ért el. A legjobban teljesítő hibrid a P 9494 (FAO 390), amely jól sűrítendő, tág optimum intervallumú és kedvező tőszám reakciójú volt.



23. ábra A hibridek tőszámreakciójának értékelése a 45 cm sortávolságnál (Debrecen, Látókép 2014)



24. ábra A hibridek tőszámreakciójának értékelése a 76 cm sortávolságnál (Debrecen, Látókép 2014)

A kukorica hibridek tőszám optimumának és az optimum intervallumának alakulása a 2015. évben

A 45 cm sortávolságnál a Sarolta (FAO 290), a P 9578 (FAO 320), a PR 37M81 (FAO 360), a PR 37N01 (FAO 380), a Kenéz (FAO 410) és az SY Afinity (FAO 470) hibridek számára a 90 ezer növény ha⁻¹ tőszám volt kedvező termésük maximumának eléréséhez (38. táblázat). Míg a DKC 4014 (FAO 320), a DKC 4025 (FAO 330), a P 9175 (FAO 330), az NK Lucius (FAO 330), a DKC 4490 (FAO 380) és a P 9494 (FAO 390) hibridek kisebb tőszám mellett (62941-74884 növény ha⁻¹) érték el a legnagyobb termést. A 76 cm sortávolságnál a hibridek tőszám optimuma 50000-74074 növény ha⁻¹ között változott, a hibridek átlagában 66567 növény ha⁻¹ volt. A két sortávolság állománysűrűség optimuma 15924 növény ha⁻¹ tőszámmal tért el, azaz a 76 cm sortávolságnál az optimum jóval mérsékeltbbnek bizonyult ebben az évjáratban a 45 cm sortávolsághoz viszonyítva.

38. táblázat A sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek tőszám optimumára (növény ha⁻¹) (Debrecen, Látókép 2015)

Hibrid	45 cm sortávolság			76 cm sortávolság		
	r ²	x	y'	r ²	x	y'
Sarolta	0,266	90000	8,3	0,165	61379	8,0
P 9578	0,009	90000	12,0	0,515	60667	12,4
DKC 4014	0,119	90000	9,4	0,084	70400	10,5
DKC 4025	0,158	71220	9,2	0,532	72745	11,0
P 9175	0,238	67714	10,9	0,275	67937	11,3
NK Lucius	0,409	90000	10,6	0,441	72083	10,8
PR 37M81	0,126	90000	8,7	0,094	74074	9,8
PR 37N01	0,418	87692	11,8	0,726	73563	12,0
DKC 4490	0,237	74884	9,0	0,391	69639	10,3
P 9494	0,344	65882	10,6	0,441	66988	11,6
Kenéz	0,404	90000	10,0	0,241	59333	9,6
SY Afinity	0,144	82500	9,8	0,096	50000	10,3
Átlag	-	82491	10,0	-	66567	10,6

r² = determinációs együttható

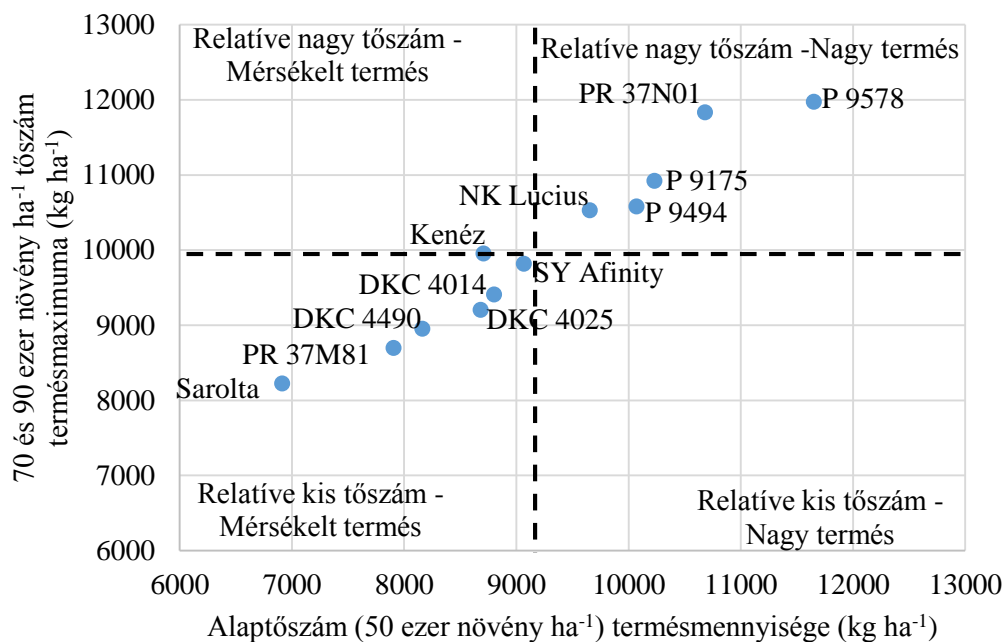
x' = tőszám optimum (növény ha⁻¹) y' = termés maximum (t ha⁻¹)

A 2015. évben mindkét sortávolságnál széles volt a hibridek átlagában a tőszám optimum intervallum. A 45 cm sortávolságnál az optimális állománysűrűség tartomány 68-89 ezer növény ha⁻¹, a 76 cm sortávolságnál 57-77 ezer növény ha⁻¹ között változott (39. táblázat).

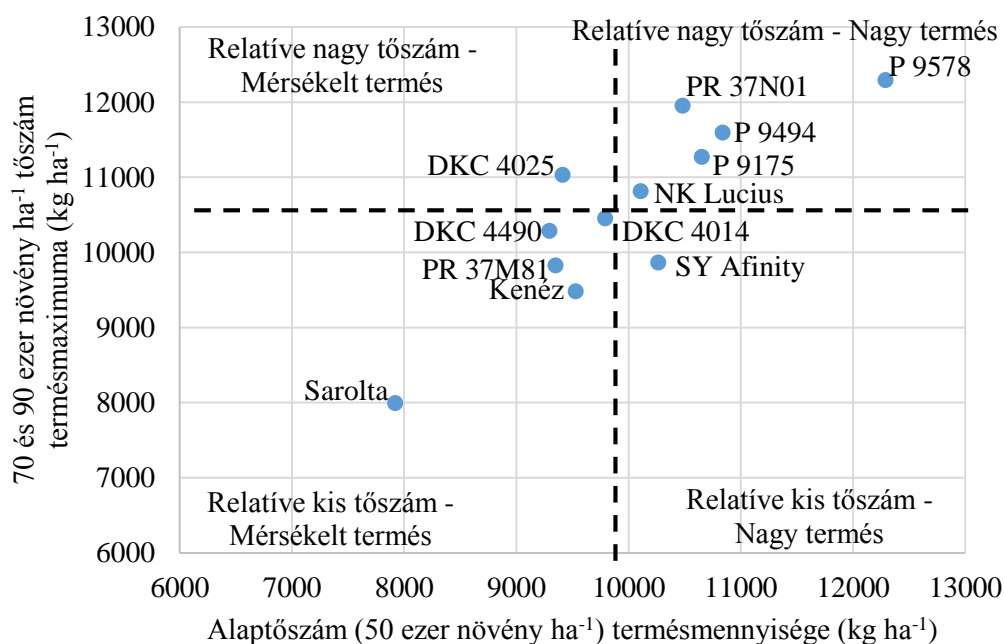
39. táblázat A sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek tőszám optimum intervallumára (ezer növény ha⁻¹) (Debrecen, Látókép 2015)

Hibrid	45 cm sortávolság		76 cm sortávolság	
	Tőszám optimum intervallum	Intervallum szélesség	Tőszám optimum intervallum	Intervallum szélesség
Sarolta	78-90	12	50-76	26
P 9578	50-90	40	50-75	25
DKC 4014	85-90	5	58-82	24
DKC 4025	56-89	30	65-80	15
P 9175	56-79	23	58-78	20
NK Lucius	87-90	3	61-83	22
PR 37M81	78-90	12	59-89	30
PR 37N01	69-90	21	65-82	17
DKC 4490	60-89	29	61-78	17
P 9494	54-77	23	59-75	16
Kenéz	77-90	13	50-73	23
SY Afinity	63-90	27	50-58	8
Átlag	68-89	23	57-77	20

Mindkét sortávolságnál a jól sűrítendő, tág tőszám intervallumú kategóriába tartozott a P 9578 (FAO 320) hibrid. A keskeny sortávolságnál több hibrid rosszul sűrítendőnek (3-15 ezer növény ha⁻¹ közötti), szűk intervallumúnak minősült, amelyek a Sarolta (FAO 290), a DKC 4014 (FAO 320), az NK Lucius (FAO 330), a PR 37M81 (FAO 360) és a Kenéz (FAO 410) voltak. A 76 cm sortávolságnál kevesebb hibrid tartozott ebbe a kategóriába, amelyek a DKC 4025 (FAO 330) az SY Afinity (FAO 470) hibridek voltak. Az eltérő tőszámon nagy termésszintet elérő hibridek mindkét sortávolságnál a P 9578 (FAO 320), a P 9175 (FAO 330), a PR 37N01 (FAO 380) és a P 9494 (FAO 390) hibridek voltak (25. és a 26. ábra). Az eltérő tőszámon, átlagon aluli termésszintet elérő hibridek a Sarolta (FAO 290), a PR 37M81 (FAO 360), a DKC 4490 (FAO 380) és a Kenéz (FAO 410) voltak. A 76 cm sortávolságnál a DKC 4025 (FAO 330) a relatíve nagy tőszámigényű kategóriába, míg az SY Afinity (FAO 470) a viszonylag kis tőszámigény mellett nagy termést elérő hibridek kategóriájába tartozott.



25. ábra A hibridek tőszámreakciójának értékelése a 45 cm sortávolságnál (Debrecen, Látókép 2015)



26. ábra A hibridek tőszámreakciójának értékelése a 76 cm sortávolságnál (Debrecen, Látókép 2015)

5.4.4. A tenyésztékek termésének és a vizsgált tényezők összefüggésének vizsgálata

A Pearson-féle korrelációanalízis eredményét a 40. táblázat tartalmazza. A 2013. évben a tőszám növelésével nőtt a termésmennyiség, míg a hagyományos sortávolság alkalmazása a keskeny sortávolságúval szemben terméseszkökenéshez vezetett, a

vizsgált tényezők között laza kapcsolat volt ($r = -0,101-0,365$). A 2014. évben a 45 cm sortávolságnál a tőszám növelése az előző évvel szemben termésnövekedést váltott ki. A kutatási évek közül csak ebben az évben tudunk kimutatni pozitív, közepes erősségű kapcsolatot a 76 cm sortávolságnál a tőszámok esetében, illetve a két vizsgált sortávolság terméseredménye között ($r = 0,553^{**}, 0,439^{**}$). A 2015. évben a 45 cm sortávolságnál a legtöbb hibrid a legsűrűbb állományban érte el termésének maximumát ($r = 0,154$), míg a 76 cm sortávolságnál a 70 ezer növény ha^{-1} tőszámnál ($r = -0,043$). A sortávolság növelésével nőtt a termésmennyisége.

40. táblázat A sortávolság, a tőszám és a termésmennyiség közötti összefüggés-vizsgálat (Debrecen, Látókép 2013-2015)

Évek	Tőszám		Tőszám	Sortávolság
	45 cm	76 cm		
2013	0,367(**)	0,158(*)	0,290(**)	-0,101
2014	-0,198(*)	0,553(**)	0,157(**)	0,439(**)
2015	0,154	-0,043	0,208(**)	0,061

(**) A korreláció szignifikáns $p = 0,01$ szinten

(*) A korreláció szignifikáns $p = 0,05$ szinten

A kísérleti években az elért terméseredményekre, a meghatározott tőszám optimumra és az optimum intervallumra a legnagyobb hatást az évjárat gyakorolta. Az általunk vizsgált kukorica hibridek legtöbbje a termésének maximumát relatíve szűk tőszám intervallumban érte el. A relatíve nagy tőszám intervallumban, tág tőszám tartomány mellett nagy termést elérő hibrid a P 9494 volt. Az időjárási szélsőségeket figyelembe véve a hagyományos sortávolságnál a 65-75 ezer növény ha^{-1} tőszám alkalmazásával kiegyenlített terméseredmények érhetők el.

A betakarításkor mért szemnedvesség

A kukoricatermesztés eredményessége szempontjából a betakarított szemtermés mennyisége mellett fontos a betakarításkor mért szemnedvesség tartalom. Az eltérő genotípusú és tenyészidejű hibridek vízleadása különbözően alakul, amelyre az agrotechnikai tényezők, ezen belül a sortávolság és a tőszám hatást gyakorol az évjárattól függően. A szemnedvesség értékeket, valamint a varianciaanalízis eredményét a 29. melléklet tartalmazza.

A kísérletben minden hibrid betakarítása egy időpontban történt nem vettük figyelembe az eltérő éréscsoportba tartozásból adódó különbségeket, így a leghosszabb tenyészidejű hibrid szemnedvesség tartalmához volt igazítva a betakarítás időpontja.

A kukorica hibridek betakarításkor mért szemnedvességének alakulása a 2013. évben

A 2013. tenyészévben a kísérlet szeptember 30-án lett betakarítva, a betakarításkor mért szemnedvesség értékeket a 29. melléklet tartalmazza. A hibridek szemnedvesség tartalma a 45 cm sortávolságnál 15,05-22,85%, a 76 cm sortávolságnál 14,45-22,63% között változott. A sortávolság szűkítése a szemnedvesség tartalom 0,62%-kal való növekedésével járt. Az alkalmazott sortávolság és hibrid statisztikailag igazolható különbséget okozott a betakarításkor mért szemnedvességben. A hibridek átlagában a keskeny sortávolságnál az 50 ezer növény ha⁻¹ (17,63%), míg a 76 cm sortávolságnál a 90 ezer növény ha⁻¹ (16,94%) állománynál mértük a legnagyobb szemnedvesség értéket. A legnagyobb értékeket a leghosszabb tenyészidejű hibrideknél mértük. Mindkét sortávolságnál a legkisebb értékek a Sarolta (FAO 290) (14,45-15,72%), a legnagyobb értékek az SY Afinity (FAO 470) (21,18-22,85%) hibridnél voltak. A PR 37N01 (FAO 380), DKC 4490 (FAO 380), a Kenéz (FAO 410) és az SY Afinity (FAO 470) hibrid szemnedvesség tartalma szignifikánsan eltért a többi hibridétől. A két alkalmazott sortávolságnál a tenyészterület ugyanakkora, a tenyészterület alakja és a térállás tér el a különböző sortávolság és tőszám változatok alkalmazásának hatására, ennek következtében a különböző sortávolságú és állománysűrűségű kukorica leszáradási folyamata eltérően alakul.

A kukorica hibridek betakarításkor mért szemnedvességének alakulása a 2014. évben

A 2014. évben az előző évihez képest kisebb szemnedvességgel lett betakarítva a kísérlet. A betakarítás időpontja október 20-ára tolódott ki a csapadékos szeptember, október elejei időszak miatt. A 45 cm sortávolságnál 14,41-17,84%, a 76 cm sortávolságnál 15,21-18,48% között változott az értéke (29. melléklet). A vizsgált tőszámok nem, míg a sortávolság és a hibrid szignifikáns különbséget okozott a betakarításkor mért szemnedvesség tartalmában. Az előző évvel szemben a 76 cm sortávolságnál mértük a nagyobb szemnedvesség értéket, a sortávolságok közötti különbség 0,96% volt. Az előző évhez hasonlóan a kisebb szemnedvesség értékeket a rövidebb tenyészidejű hibrideknél mértük. A hibridek átlagában a legnagyobb szemnedvesség értéket szintén a 45 cm sortávolságú állománynál az 50 ezer növény ha⁻¹ tőszámon (15,77%), míg a 76 cm sortávolságnál a 90 ezer növény ha⁻¹ állomány (16,66%) érte el. Az SY Afinity (FAO 470) szemnedvesség tartalma szignifikánsan nagyobb volt, mint a többi vizsgált hibridé.

A kukorica hibridek betakarításkor mért szemnedvességének alakulása a 2015. évben

A 2015. tenyészévben az augusztus, szeptember hónap hőmérséklete meghaladta a sokéves átlagot, amely az állományok leszáradása szempontjából kedvező volt. Ebben az évben volt a legkisebb a betakarításkor mért szemnedvesség tartalom. A 45 cm sortávolságnál 10,27-14,43%, a 76 cm sortávolságnál 10,39-13,90% között változott (29. melléklet). Az előző évekkkel szemben a sortávolság és a tőszám sem okozott statisztikailag igazolható különbséget a szemnedvesség értékekben. A tenyészidő hosszának növekedésével nőtt a hibridek szemnedvesség tartalma. A legkisebb értéket a legrövidebb tenyészidejű Sarolta (FAO 290) (10,29-11,61%), míg a legnagyobb értéket a leghosszabb tenyészidejű SY Afinity (FAO 470) (12,33-13,90%) hibridnél mértük. A PR 37N01 (FAO 380) és az SY Afinity (FAO 470) szemnedvesség tartalma jelentősen nagyobb volt a többi vizsgált hibridénél.

A betakarításkor mért szemnedvesség és a vizsgált tényezők összefüggés vizsgálatának eredményét a 41. táblázat tartalmazza. A sortávolság csökkentése a 2013. évben a szemnedvesség tartalom növekedését, a 2014. és 2015. évben a nedvességtartalom csökkenését okozta. A 2014. évben pozitív, közepes erősségű összefüggés a sortávolság és a szemnedvesség között volt kimutatható (0,464**). A 2013. és 2014. évben a 45 cm sortávolságnál a tőszám növelésével csökkent, a 76 cm sortávolságnál nőtt a szemnedvesség tartalom, a 2015. évben ez ellentétesen alakult.

41. táblázat A sortávolság, a tőszám és a betakarításkor mért szemnedvesség közötti összefüggés-vizsgálat (Debrecen, Látókép 2013, 2014, 2015)

Év	Vizsgált tényezők	Termés	Szemnedvesség	
2013	Sortávolság	-0,045	-0,150	
	Tőszám	0,264(**)	-0,036	
	Tőszám	45 cm	0,337(**)	-0,129
		76 cm	0,170	0,048
	Termés	1	0,240(**)	
2014	Sortávolság	0,480(**)	0,464(**)	
	Tőszám	0,138	-0,151	
	Tőszám	45 cm	-0,202	-0,233(*)
		76 cm	0,523(**)	0,143
	Termés	1	0,359(**)	
2015	Sortávolság	0,191(*)	0,085	
	Tőszám	0,110	-0,116	
	Tőszám	45 cm	0,209	0,157
		76 cm	0,002	-0,404(**)
	Termés	1	0,304(**)	

(**) A korreláció szignifikáns p = 0,01 szinten

(*) A korreláció szignifikáns p = 0,05 szinten

A 90 ezer növény ha⁻¹ állomány a 2013 és 2014. évben a 76 cm sortávolságnál, a 2015. évben a 45 cm sortávolságnál nagyobb volt a szemnedvesség tartalma, mint a ritkább állományoké. A sűrűbb állomány korábban száradt le. A kukorica vízvesztése a zöld levélfelületen keresztül történik, amelynek csökkenése maga után vonja a kukoricacső vízleadásának mérsékeltebbé válását.

6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A növénytermesztés során figyelembe kell venni az ökológiai, biológiai és agrotechnikai tényezők hatását és ezek interakcióját. Napjainkban a cél az egységnyi területen a lehető legnagyobb terméseredmény elérése, minél nagyobb terméshozam mellett. A termésmennyiség növelésének egyik módja lehet a tőszámsűrítés, illetve a sortávolság csökkentés, azaz a tenyészterület méretének és alakjának változtatása. A vetéstechnikai elemek változtatására a hibridek eltérően, specifikusan reagálnak. Az elért termésmennyiségben nagymértékben megjelenik az adott évjárat hatása. A kivetendő csíraszámot a termesztőnek a tenyészidőszak előtt kell meghatároznia, azonban a tenyészidőszak időjárása nem ismert előre. A tenyészidőszak előtt lehullott csapadék mennyisége meghatározó a vegetációs periódus során. A 2013. évben meghatározó volt a márciusi nagy mennyiségű, a talaj vízkészletét feltöltő csapadék, amely a tenyészidőszak során biztosította a kukorica számára a nagy terméseredmények eléréséhez szükséges vízmennyiséget. Külföldi és hazai kutatók szintén kiemelték az őszi és téli csapadék jelentőségét (*Fulton 1970, Nagy 2006b, Pepó 2014*).

A kísérleti években a növény- és a csőmagasság értékekben statisztikailag igazolható jelentős különbséget okozott az eltérő genotípusú hibrid alkalmazása. A hagyományos és keskeny sortávolság alkalmazása között nem tudtunk a két vizsgált magassági paraméterben különbséget kimutatni. *Glenn és Daynard (1974), Moraditochae et al. (2012)* kutatása során szintén nem volt hatással a sortávolság a növénymagasság értékekre. A tőszám hatása a növénymagasság értékekre június hónaptól, az intenzív növekedési szakasztól volt kimutatható a 2013. és 2014. évben, míg a csőmagasság értékek alakulására egyik kísérleti évben sem volt hatással az alkalmazott tőszám. *Afférry et al. (2008)* kutatási eredményei szerint szintén nem volt hatással a csőmagasság értékekre az alkalmazott sortávolság és tőszám változatok. Kísérletünkben a növény- és a csőmagasság a sortávolságtól, állománysűrűségtől és a hibridtől függően 2013. évben 261-309 cm; 102-152 cm, a 2014. évben 208-287 cm; 77-120 cm, és a 2015. évben 262-305 cm; 94-136 cm között változott. A kezdeti fejlődés során bekövetkező átmeneti lehülési időszak nem gyakorolt hatást a magasságértékekre (2015), míg a júniusi intenzív növekedési szakaszban fellépő csapadékhiány hatására csökkent a növényállomány magassága (2014). Ez a csökkenés a 45 cm sortávolságnál volt nagyobb mértékű. A növény- és a csőmagasság egymással párhuzamosan változott,

a két paraméter között a kísérleti években pozitív közepes erősségű összefüggést ($r = 0,397-0,568^{**}$) mutattunk ki, ezzel szemben Gyenesné et al. (2002) szoros korrelációt mutatott ki a két magassági paraméter között.

A vegetációs időszakban több, a főbb fejlődési stádiumban végeztünk méréseket, amelyek a 4-6 leveles állapot, a szármegnyúlás, a hím- és nővirágzás, a szemtelítődés és az érés szakasza volt. A relatív klorofill tartalom és a levélterület-index a kísérleti évek során szezonális dinamikát mutatott. A mért értékük a maximum eléréséig nőtt (Berzsenyi és Lap 1989, Ahmad et al. 2010), a maximum elérésének időpontja július hónapban volt, a hím- és nővirágzás, valamint a szemtelítődés kezdeti szakaszában. A LAI és SPAD maximum elérését követően az öregedési, bomlási folyamatok következtében, a két vizsgált paraméter értéke az augusztusi mérési időpontra lecsökkent. A kísérleti években a LAI_{max} 2,9-5,6 $m^2 m^{-2}$; a $SPAD_{max}$ 53,7-66,5 között változott a vizsgált tényezőktől függően. Berzsenyi és Lap (2006) kutatása során a LAI értéke a növényszám növelésével nőtt, a maximális értékét virágzaskor érte el, amely 4,4-5,3 $m^2 m^{-2}$ között változott. A levélterület-index értékeiben az alkalmazott állománysűrűség és a hibrid minden évben, néhány mérési időpont kivételével statisztikailag igazolható különbségek kialakulásához vezetett. A relatív klorofill tartalom értékeinek alakulásában az eltérő genotípusú hibridek alkalmazása, illetve az állomány záródása után bekövetkező csökkenés okozott jelentős eltéréseket. Az állománysűrűség növelésével nőtt a levélterület-index, a relatív klorofill tartalom csökkent. A sortávolság hatását a levélterület-index értékére csak a 2015. évben tudtuk kimutatni. Nunez és Kamprath (1969), Madonni et al. (2006) nem tudták bizonyítani a sortávolság hatását a LAI értékekre, míg Dehdashti és Riahinia (2008) kutatása során a sortávolság növelésével szignifikánsan csökkent a levélterület. Az állománysűrűség növelésével a relatív klorofill tartalom csökkenését mutatta ki több kutató, így Li et al. (2011), Su et al. (2012), Tang et al. (2013) és Meng et al. (2013). A levélterület-index összefüggése a terméssel minden évben pozitív volt Bajai (1959) vizsgálataiban, azaz a LAI növekedésével nőtt a termésmennyisége, azonban a mérési időpontokban a két paraméter között csak laza és közepes összefüggés tudtuk kimutatni.

A levélterület-tartósság értéke minden kísérleti évben az állománysűrűség növelésével nőtt, a legnagyobb értéket a legsűrűbb 90 ezer növény ha^{-1} állomány érte el, ezt a tendenciát mutatta ki kísérleti eredményei alapján Berzsenyi és Lap (1989), Ahmad et al. (2010) és Chen et al. (2010). A nagyobb tőszámnál tovább maradt fenn a növényállomány levélterülete. A keskeny sortávolságú állomány tovább tartotta fenn

fotoszintetizáló területét. A LAD értéke évjárattól és a vizsgált tényezőktől függően 181-328 nap között alakult. *Berzsenyi* (2000) szerint a LAD szorosan korrelál a terméssel, ezzel szemben kutatási eredményeink alapján laza (2014. $r = 0,295^{**}$, 2015. $r = 0,156$), közepes (2013. $r = 0,493^{**}$) összefüggést mutattunk ki a levélterület-tartósság és a termés között.

A termés és a fiziológiai mutatók együttes vizsgálatára különböző mutatókat alkalmaztunk. A fotoszintetikus kapacitás (Ph. C.) minden évben a 76 cm sortávolságnál volt nagyobb, illetve mindkét sortávolságnál a 70 ezer növény ha⁻¹ állomány eredményezte a legnagyobb értéket minden kísérleti évben. Az állomány fénybefogadó képessége és a fotoszintézis hatékonysága, ezen keresztül a termés kialakítása szempontjából, figyelembe véve a levélterület-indexet és a relatív klorofill tartalmat a hagyományos sortávolságra, 70 ezer növény ha⁻¹ tőszám volt az optimális. Meghatároztuk a beeső napfényenergia hasznosításának hatékonyságát a levélterületi termés efficiencia (g cm⁻²) mutató segítségével, amely megmutatja az egységnyi levélterületre jutó termésmennyiség nagyságát. A kísérleti években az értéke a hagyományos sortávolságnál, a ritkább 50 és 70 ezer növény ha⁻¹ állományban volt nagyobb, a további sűrítés hatására viszonylag nagymértékben csökkent (az LTE értékének a csökkenése 8,53-17,38% között változott).

Sárvári et al. (2002c) kutatási eredményeik alapján megállapították, hogy a tőszám növelésével az egyedi produkció csökken, de bizonyos határig nő az egységnyi területre vetített termés. A kísérleti eredményeink igazolták ezt a megállapítást, a legnagyobb individuális produktivitást az 50 ezer növény ha⁻¹ állomány érte el (45 cm: 138-334 g növény⁻¹, 76 cm: 158-317 g növény⁻¹), a tőszám sűrítésével értéke csökkent (a 90 ezer növény ha⁻¹ állománynál a 45 cm sortávolságnál: 91-197 g növény⁻¹, a 76 cm sortávolságnál: 81-181 g növény⁻¹ között változott). A tőszám növelésével az egyedi produkció csökkent, azonban az egységnyi területre jutó nagyobb tőszám kompenzálta ezt a termés csökkenést.

A kísérleti években vizsgáltuk a termésképző elemek alakulását, ezen belül a csőhosszt, csőátmérőt, a csövenkénti sorok számát, a soronkénti szemek számát és a szem: csutka arányt. Az állománysűrűség növelés hatására a termésképző elemek csökkenése következett be, amelyet számos kutató eredménye igazol, így *Gyenesné et al.* (2002), *Sharifi et al.* (2009), *Hamidi et al.* (2010) vizsgálati eredményei is. A kutatásunk során a csőhossz és a csőátmérő között minden kísérleti évben pozitív, közepes erősségű összefüggés volt ($r = 0,440-0,482^{**}$). A csőhossz és a soronkénti

szemek száma között pozitív összefüggést tudtunk megállapítani (2014. évben szoros $r = 0,818^{**}$, 2015. évben közepes $r = 0,633^{**}$ kapcsolat volt kimutatható). *Yasari* (2012) összefüggést mutatott ki az ezerszemtömeg és csóátmérő ($r = 0,700^{**}$), a csóhossz és a csövenkénti sorok, soronkénti szemek száma ($r = 0,737^{**}$, $0,686^{**}$), valamint a csövenkénti sorok és a soronkénti szemek száma között ($r = 0,882^{**}$).

A kísérleti években a sortávolság, az állománysűrűség és az alkalmazott hibrid hatására szignifikáns különbségek voltak kimutathatók a termésmennyiségben. A kísérlet beállítása kedvező adottságú csernozjom talajon történt, az ennél rosszabb termékenységgű talajokon a terméseredmények jelentősen eltérhetnek.

A kísérleti években meghatároztuk a vizsgált hibridek tőszám optimumát, az ahhoz tartozó maximális termést, illetve a hibridek tőszám optimum intervallumát. Az évjárat meghatározó volt ezen értékek alakulásában. A 2013. évben a tőszám optimum (45 cm: 86177 növény ha^{-1} , 76 cm: 80970 növény ha^{-1}) és az optimum intervallum (45 cm: 75-90 ezer növény ha^{-1} , 76 cm: 70-87 ezer növény ha^{-1}) hasonlóan alakult a két sortávolságnál a hibridek átlagában. A keskeny sortávolságnál 10 hibrid, a hagyományos sortávolságnál 7 hibrid 80 ezer növény ha^{-1} tőszám felett érte el maximumát. A keskeny sortávolságnál nagyobb terméseredményeket értünk el (45 cm: 15,1 t ha^{-1} , 76 cm: 14,3 t ha^{-1}). Nagy jelentőséget tulajdonítottunk a tenyészidőszak előtti márciusi csapadéknak, amely a jó vízgazdálkodású csernozjom talaj vízkészletét feltöltötte. A 2014. évben a hagyományos sortávolság termése (14,4 t ha^{-1}) hasonlóan alakult az előző évihez, míg a keskeny sortávolságú állomány az előző évhez képest jóval kisebb terméseredményt ért el (12,3 t ha^{-1}). A keskeny sortávolságnál a tőszám optimum 63848 növény ha^{-1} volt, az ennél nagyobb tőszám alkalmazása már termésnövekedést váltott ki. A hagyományos sortávolságnál egy hibrid kivételével, minden hibrid 80 ezer növény ha^{-1} tőszám felett érte el termésének maximumát. A tőszám optimum 87535 növény ha^{-1} volt. A keskeny sortávolságnál tág, míg a hagyományos sortávolságnál szűk intervallumban voltak természetűk a kukorica hibridek. A 2014. tenyészévben meghatározó volt a tenyészidőszak előtti csapadékhiány, illetve a vegetációs időszak csapadék mennyiségének szélsőséges eloszlása. A 2015. évben kisebb termésátlagokat értünk el az előző évekhez képest, a hibridek termésmaximuma a 45 cm sortávolságnál 8,3-12,0 t ha^{-1} , a 76 cm sortávolságnál 8,0-12,4 t ha^{-1} között változott. A hibridek tőszám optimuma a keskeny sortávolságnál 82491 növény ha^{-1} , a hagyományos sortávolságnál 66567 növény ha^{-1} volt. A 2015. évben a tenyészidőszak előtt és alatt is jellemzően kevesebb csapadék

hullott. A vízhiány a tenyészidőszak során augusztusban több napig tartó hőséggel párosult. Kísérletünk bizonyította, hogy a szélsőséges időjárási körülmények között a keskeny sortávolságú állományban a talajfedettség, az állomány zártsága, a különleges mikroklíma kialakulása következtében hasonló terméseredmény érhető el, mint a hagyományos sortávolságnál. Zárt állományban a relatív páratartalom nagyobb, a hőmérséklet alacsonyabb, mindkettő csökkenti a párologtatás intenzitását (Pethő 2002) A hibridek széles tőszám optimum intervallumban voltak termesztetők, a 45 cm sortávolságnál 68-89 ezer növény ha⁻¹ között, a 76 cm sortávolságnál kisebb állománysűrűség mellett (57-77 ezer növény ha⁻¹).

A hibridek tőszámsűrítetősége és tőszámreakciója alapján különböző kategóriákat határoztunk meg, amely alapján elvégeztük a hibridek besorolását. Megkülönböztetünk kevésbé, közepesen és jól sűrítetű, illetve tág és szűk tőszám intervallumban termesztetű hibrideket. Az 50 ezer növény ha⁻¹ tőszámot alapul véve és ahhoz viszonyítva a 70 és 90 ezer növény ha⁻¹ tőszám termését, meghatároztuk a hibridek tőszám reakcióját, amely alapján négy kategóriát képeztünk. A relatíve nagy és kis tőszámigényű, jó és kedvezőtlen tőszám reakcióval jellemezhető hibrideket különítettünk el.

7. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Vizsgálataink szerint szoros kölcsönhatást állapítottunk meg az évjárat x sortáv x tőszám komplex rendszerben. A 76 cm sortávolság esetén a kukorica genotípusok terméseredménye kiegyenlítettebb volt az eltérő évjáratokban és állománysűrűség mellett, mint a 45 cm sortávolságnál. A tőszámok és a hibridek átlagában a terméseredmény a 45 cm sortávolságnál a 2013. évben $14,0 \text{ t ha}^{-1}$, a 2014. évben $11,6 \text{ t ha}^{-1}$, a 2015. évben $9,6 \text{ t ha}^{-1}$; a 76 cm sortávolságnál $13,6 \text{ t ha}^{-1}$, $13,3 \text{ t ha}^{-1}$, $10,1 \text{ t ha}^{-1}$ volt.
2. Meghatároztuk a különböző genotípusú kukorica hibridek optimális állománysűrűségét 45 cm és 76 cm sortávolságnál, eltérő vízellátottságú évjáratokban. A hibridek tőszám optimumát az évjárat és a sortávolság egyaránt jelentősen módosította. A hibridek átlagában a 45 cm sortávolságnál 63,8-86,2 ezer növény ha^{-1} , a 76 cm sortávolságnál pedig 66,6-87,5 ezer növény ha^{-1} között változott a kiváló víz- és tápanyag-gazdálkodású csernozjom talajon.
3. A sortávolság szűkítése (45 cm) esetén nőtt a kukorica hibridek LAI_{max} értéke, míg a SPAD_{max} csökkent a különböző állománysűrűség esetén. A 45 cm sortávolságnál a LAI_{max} értékek $3,4\text{-}5,1 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$, a SPAD - értékek 57,1-63,4; a 76 cm sortávolságnál pedig $3,1\text{-}4,4 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ és 57,7-64,4 között alakultak.
4. A nagyobb állománysűrűség növelte a kukorica hibridek levélterület-index értékeit, viszont csökkentette a relatív klorofill tartalmat mindkét sortávolságnál.
5. A kukorica hibridek intenzív növekedési szakaszukban (júniusban) a növénymagasságukat $5,7\text{-}8,8 \text{ cm nap}^{-1}$ értékkel növelték évjárattól, sortávolságtól, tőszámtól és hibridtől függően.
6. A nagyobb állománysűrűség növelte a levélterület-tartósságot (LAD). A tőszám és a LAD – értékek között pozitív, közepes erősségű ($r = 0,594\text{-}0,670^{**}$) korrelációt tudtunk megállapítani.
7. Az általunk kidolgozott individuális produktivitás (IP) mutató értékei azt bizonyították, hogy az állománysűrítés minden évben az egyedi produkció csökkenéséhez vezetett. A nagyobb tőszám ugyanakkor ezt kompenzálni tudta, így a hibridek relatíve nagyobb tőszám (70-90 ezer növény ha^{-1}) mellett érték el termésmaximumukat.

8. Az új mutatóként bevezetett levélterületi termés efficiencia (LTE) szignifikáns különbséget mutatott minden évben az eltérő sortávolságok, tőszámok és hibridek esetében.
9. Vizsgálataink alapján a kukorica hibrideket tág (optimum intervallum szélessége 20-40 ezer növény ha⁻¹) és szűk (0-20 ezer növény ha⁻¹) optimum intervallumú genotípusokra osztottuk fel.
10. Speciális koordináta rendszer alapján a kukorica hibrideket négy eltérő csoportba soroltuk, így megkülönböztettünk az alaptőszámon kis és nagy termésszintet elérő, illetve az alkalmazott tőszám tartományban jó és kedvezőtlen tőszám reakciójú hibrideket.

8. GYAKORLATBAN HASZNOSÍTHATÓ EREDMÉNYEK

1. A jelenleg termesztett korszerű kukorica genotípusok termésmaximuma az alkalmazott sortávolságtól, tőszámtól és a hibridtől függően a 2013. évben 10,8-17,7 t ha⁻¹, a 2014. évben 9,3-16,3 t ha⁻¹ és a 2015. évben pedig 6,9-12,3 t ha⁻¹ között változott a kiváló tulajdonságú csernozjom talajon, kedvező agrotechnika alkalmazása esetén.
2. Kísérleti eredményeink azt bizonyították, hogy a gyakorlati termesztésben a kukorica hibridek optimális tőszámának meghatározásakor az évjárat x sortávolság x hibrid kölcsönhatásokat komplex módon szükséges figyelembe venni.
3. A hagyományos sortávolság (76 cm) alkalmazása kiegyenlítettebb termést biztosított az eltérő vízellátottságú évjáratokban, mint a szűkített 45 cm sortávolság, ezért a gyakorlatnak ez a sortávolság javasolható.
4. A nagyobb állománysűrűség esetén csökken a kukorica hibridek egyedi produkciója, amelyet azonban a nagyobb területegységenkénti növényszám (tő ha⁻¹) jól kompenzál és így nagyobb termés érhető el.
5. A kukorica genotípusok tőszámreakciója hibridspecifikus, amelyet a gyakorlatban figyelembe kell venni. Vizsgálataink szerint a korszerű hibrideknél nincs szoros korreláció a tenyészidő hossza és a tőszám között.
6. Kiváló csernozjom talajon és korszerű agrotechnika alkalmazása mellett a hibridek optimális állománysűrűsége a gyakorlatban alkalmazott 76 cm sortávolságnál relatíve széles intervallumban (66,6-87,5 ezer növény ha⁻¹) változott évjáratától függően. A szűkített sortávolság (45 cm) esetén a hibridek optimuma hasonló értéket (63,8-86,2 ezer növény ha⁻¹) mutatott.
7. A gyakorlat számára a tág tőszám optimumú (az optimum intervallum szélesség 20-40 ezer növény ha⁻¹) kukorica hibridek a kedvezőek, amelyek a vetésegyenlőtlenségből eredő tőszámkülönbségeket jól képesek kompenzálni.
8. A kukorica hibridek terméseredményük és tőszámreakciójuk alapján négy csoportba sorolhatók. A vizsgálati években jó tőszámreakciót mutattak a P 9578, a P 9175, a PR 37N01, a P 9494 és az SY Afinity hibridek.

9. ÖSSZEFOGLALÁS

A világon és hazánkban egyre több hibrid kerül köztermesztésbe, egyre bővül a hibridválaszték. A nagy választék nehézséget jelent a hibridek tulajdonságainak objektív megítélésében. A kutatásunk során széleskörű vizsgálatokat végeztünk ezeknek a tulajdonságoknak az értékelésére. A vizsgálatok magába foglalták az eltérő genotípusú kukoricahibridek különböző sortávolság és tőszám változat hatására bekövetkező reakciójának a meghatározását eltérő évjáratokban. Az elért termésmennyiség alakulása mellett, a tenyészidőszak folyamán méréseket végeztünk a növénymorfológiai (növény- és csőmagasság, növekedésdinamika) és növényfiziológiai (LAI, SPAD, LAD) paraméterek vizsgálata érdekében. A mérési eredményekből különböző mutatókat számítottunk, amelyek a fotoszintetikus kapacitás, az individuális produkció és a levélterületi termés efficiencia volt. Ezenkívül vizsgáltuk a termésképző elemekben bekövetkező változást a termesztéstechnikai és az időjárás elemek hatására. A hibridek specifikusan reagálnak a tőszámsűrítésre, tenyészterület csökkentésre. A kísérleti években meghatároztuk a hibridek tőszám optimumát, a tőszám optimum intervallumát és a tőszámreakcióját.

A szántóföldi kísérletek beállítása a Debreceni Egyetem Agrártudományi Központ, Debreceni Tangazdaság és Tájkutató Intézet Látóképi Kísérleti Telepén történt a 2013, 2014, 2015. tenyészévben. A kísérleti terület talaja kedvező adottságokkal rendelkező mészlepedékes csernozjom talaj volt. A kísérletben egy igen korai érésű (FAO 240-299), kilenc korai érésű (FAO 300-399) és két középérésű (FAO 400-499) hibridek szerepeltek. A beállított sortávolságok a szántóföldi termesztésben hagyományosan alkalmazott 76 cm, valamint a keskeny, 45 cm sortávolság volt. A tőszámok 50, 70 és 90 ezer növény ha⁻¹ volt. A tenyészévek időjárása eltérő adottságú volt, minden kísérleti évben fellépett valamilyen időjárás szélsőség. A hőmérséklet kevés kivétellel a tenyészidőszak minden hónapjában meghaladta a sokéves átlagot. A 2013. év vízellátottságát a márciusban lehullott nagy mennyiségű csapadék (136 mm) határozta meg, amely a téli időszak folyamán lehullott csapadékkal együttesen feltöltötte a csernozjom talaj vízkészletét, így az a tavaszi és kora nyári időszakban biztosítani tudta a kukorica vegetatív fejlődéséhez szükséges vízkészletet. A 2014. évben az intenzív növekedés szakaszában a sokéves átlaghoz viszonyítva 72 milliméterrel kevesebb csapadék hullott, amely visszavetette a kukoricaállományt a vegetatív fejlődésben. A

júliusi nagymennyiségű (128 mm) csapadék, kedvező vízellátottságot eredményezett augusztus elején a szemtelítődési folyamatok szempontjából. Szeptemberben lehullott csapadék több mint kétszerese volt a sokéves átlagnak. A csapadékos időjárás hatására a kukorica érési folyamatai lelassultak, a szemtermés vízleadásának üteme is lelassult. A betakarítás időpontja október 20-ra tolódott ki. A 2013. és 2014. évben a lehullott csapadék mennyisége kedvező lett volna, azonban az eloszlása kedvezőtlenül alakult. A 2015. évben a tenyészidőszak nagy részében, illetve azt megelőző hónapokban csapadékhiány volt, amely a sokéves átlagot meghaladó hőmérsékleti értékekkel párosult. A kukorica szemtelítődési folyamatai szempontjából kifejezetten kedvezőtlen volt a július második felében kezdődő és augusztus második feléig tartó kánikulai meleg és szárazság. Ebben az időszakban a hőmérsékleti értékek rendkívül magasak voltak, amelynek következtében az állományok rohamosan elvesztették asszimilációs felületüket, ez kedvezőtlenül befolyásolta a kukorica szemtelítődési folyamatait és jelentősen lerövidítette a vegetációs periódust.

A növény- és a csőmagasság értékeinek alakulásában az alkalmazott hibridek közötti különbségek jelentek meg, emellett az adott év időjárása volt a legnagyobb hatással az alakulásukra. Az intenzív növekedés szakasza júniusban volt, az ebben az időszakban fellépő csapadékhiány a kisebb növénymagasság kialakulását vonta maga után. Az állománysűrűség hatása a növénymagasságra statisztikailag igazolhatóan csak a 2013. évben a 45 cm sortávolságnál, a 2015. évben a 76 cm sortávolságnál volt kimutatható. A 2013. évben a növény- és a csőmagasság nem jelentős mértékben, azonban növekvő tendenciát mutatott. A 2014. évben a 45 cm sortávolságnál a legritkább állomány érte el a legnagyobb növénymagasságot. A 2015. évben mindkét sortávolságnál a 70 ezer ha⁻¹ tőszámánál mértük a legnagyobb növénymagasság értékeket.

A relatív klorofill tartalom (SPAD) és a levélterület-index (LAI) egy szezonális dinamika szerint alakult. A vegetációs időszakban a főbb fejlődési stádiumban mértük, amelyek a 4-6 leveles állapot, a szármegnyúlás, a hím- és nővirágzás, a szemtelítődés és az érés szakasza volt. Megfigyelhető egy növekedési szakasz a maximum eléréséig, amelyet a hibridek virágzáskor vagy szemtelítődéskor, júliusban érnek el, majd az érés idején a növény leszáradásával lecsökken a LAI és a SPAD értéke. A SPAD és a LAI értékek maximumát a vizsgált hibridek júliusban érték el, hím- és nővirágzás, valamint a szemtelítődés időszakában. Az állománysűrűség növelésével a relatív klorofill tartalom csökkent, míg a levélterület-index nőtt. A növekvő állománysűrűséggel, csökken a tenyészterület nagysága, nő a kukoricánövények egymást árnyékoló hatása. A

levélterület-index növekedésének oka, hogy az állománysűrűség növelés hatására megnő a növényegyedek közötti versengés a vízárt, fényért és a tápanyagokért.

Meghatároztuk a levélterület-tartóságot (LAD), amely azt fejezi ki, hogy milyen hosszú ideig tartja fenn a növény, vagy növényállomány az aktív fotoszintetizáló területet (nap). A kísérleti években a legnagyobb LAD értéket a legsűrűbb állományban mértük. A sűrűbb állományban tovább maradt fenn a növényállomány levélterülete. Az alkalmazott tőszámok és hibridek között minden évben szignifikáns különbséget mutattunk ki, míg a sortávolság hatása csak a 2015. évben jelentkezett. A LAD értéke a 2013. évben 181-316 nap, a 2014. évben 197-294 nap és a 2015. évben 195-328 nap között változott sortávolságtól, tőszámtól és hibridtől függően.

A kutatási eredményekből különböző mutatókat számítottunk. A kukorica hibridek asszimilációs területének fontos szerepe van a termés kialakításában, ezért a termés, a LAI_{max} és a $SPAD_{max}$ felhasználásával meghatároztuk a fotoszintetikus kapacitást (Ph. C.). Az eltérő évjáratok fotoszintetikus kapacitás értéke jelentősen eltért. Az eltérő genotípusú hibridek között különbségek mutatkoztak. A kísérleti években a hagyományos sortávolságra vetett kukorica Ph. C. értéke meghaladta a keskeny sortávolságúét a 2013. évben nem jelentősen 5,61%-kal, a 2014. és 2015. évben szignifikáns különbségek voltak kimutathatók (17,54%, 24,46%). Az alkalmazott tőszámok hatása a 2014. és 2015. tenyészévben jelentkezett, szignifikáns különbségek voltak kimutathatók az 50 és 70, a 70 és 90 ezer növény ha^{-1} állomány fotoszintetikus kapacitása között.

A növényállomány napfényenergia hasznosításának jellemzésére kiszámítottuk az egységnyi levélterületre jutó termésmennyiséget. Az LTE értékében statisztikailag igazolható különbséghez vezetett minden évben az eltérő sortávolság, tőszám és hibrid alkalmazása. A levélterületi termés efficiencia ($g\ cm^{-2}$) értéke minden kísérleti évben a hagyományos sortávolságnál volt nagyobb. A 76 cm sortávolságú állomány a beérkező fényenergiát jobban hasznosította. A keskeny sortávolságnál a tenyészterület közelít a négyzeteshez, amely a talajfedettség, a párologtatás mérséklése szempontjából kiemelkedő jelentőségű, azonban nő a növényegyedek egymást árnyékolása. A nagyobb mértékű LTE csökkenést a területegységenként 70 ezerről 90 ezerre történő sűrítés okozta.

A termés egy hektárra vonatkoztatott mennyisége mellett, meghatároztuk az individuális produktivitás mértékét ($g\ növény^{-1}$). Ez a mutató jól mutatta az egyedi produkció csökkenését az állománysűrűség növelésével. A 2013. évben a vizsgált

sortávolságok között elhanyagolható volt a különbség, míg a tőszám és a hibrid szignifikáns különbséget eredményezett az értékében. A 45 cm sortávolságnál 129-334 g növény⁻¹, a 76 cm sortávolságnál 131-317 g növény⁻¹ között változott. A legnagyobb individuális produktivitást az 50 ezer növény ha⁻¹ növényállomány érte el, értéke tőszámtól és hibridtől függően 215-334 g növény⁻¹ volt. A 2014. és 2015. évben az értékére jelentős hatást gyakorolt minden vizsgált tényező. A hagyományos sortávolságú állomány jóval nagyobb individuális produktivitást ért el, 2014. évben 10,17%-kal (20 g növény⁻¹), 2015. évben 6,78%-kal (10 g növény⁻¹) haladta meg az értéke a keskeny sortávolságú állományét. Az állománysűrítés minden évben nagymértékű egyedi produkció csökkenéshez vezetett.

A tőszám növelésével csökken az egyedi produkció, azonban az egységnyi területre jutó nagyobb tőszám kompenzálja ezt a csökkenést. Az egyedi produktívot a termésképző elemek alakulása határozza meg. A hibridek között minden termésképző elemnél szignifikáns különbséget mutattunk ki. Az ezerszemtömegre és a csőparaméterekre nem volt hatással az alkalmazott sortávolság. Az eltérő tőszám alkalmazása az ezerszemtömeg csökkenéséhez vezetett, a 2013. év kivételével minden évben statisztikailag igazolható különbségek voltak kimutathatók. A legnagyobb ezerszemtömeg csökkenést a területegységenkénti 70 ezerről 90 ezer tőszámra növelése okozta. Az ezerszemtömeg és a csőhossz, csőátmérő között $r = 0,445-0,629^{**}$ közepes erősségű korreláció volt kimutatható.

A kísérleti évek időjárása meghatározó hatással volt a termésmennyiség alakulására. A termésmennyiség a hibridek és a tőszámok átlagában a 45 cm sortávolságnál a 2013. évben 14,0 t ha⁻¹, a 2014. évben 11,6 t ha⁻¹, a 2015. évben 9,6 t ha⁻¹; a 76 cm sortávolságnál 13,6 t ha⁻¹, 13,3 t ha⁻¹, 10,1 t ha⁻¹ volt. A 2013. évben a tőszám növelésével nőtt a termés mindkét sortávolságnál. A 2014. évben a keskeny sortávolságnál az 50 és 70 ezer tőszám termése közötti különbség elhanyagolható volt, a legkisebb termést a 90 ezer növény ha⁻¹ állomány érte el. A 2015. évben a keskeny sortávolságnál a legnagyobb termést a 70 és a 90 ezer növény ha⁻¹ állomány adta, a tőszám növelése a termésmennyiség növekedését eredményezte az időjárási szélsőségek ellenére. A keskeny sortávolságú állományban, annak a zártsága miatt, különleges mikroklíma alakult ki.

Az eltérő genotípusú kukorica hibridek optimumának és optimum intervallumának ismerete különböző évjáratokban, adott talajtípuson fontos tájékoztató adat. Másodfokú egyenlet segítségével meghatároztuk a tőszám optimumot és az ahhoz tartozó termés

maximumot. A hibrideket a tőszám optimum intervallumuk szerint sűrítetőségi kategóriákba soroltuk be, amelyek a kevésbé, közepesen és jól sűrítető kategóriák voltak, illetve meghatároztuk, hogy mely hibridek tartoztak tág és szűk tőszám intervallum mellett termesztetők közé. A 2013. évben a két sortávolság tőszám optimuma között nem volt nagy különbség, míg a 2014. évben a 45 cm sortávolság jóval kisebb tőszám alkalmazása mellett érte el a maximális termést (45 cm: 63848 növény ha⁻¹, 76 cm: 87535 növény ha⁻¹). A 2015. évben ez ellentétesen alakult, a 45 cm sortávolságnál nagyobb volt a hibridek tőszám optimuma (82491 növény ha⁻¹), mint a 76 cm sortávolságnál (66567 növény ha⁻¹).

Az 50 ezer növény ha⁻¹ tőszámot alapul véve és ahhoz viszonyítva a 70 és 90 ezer növény ha⁻¹ tőszám termését, meghatároztuk a hibridek tőszám reakcióját, amely alapján négy kategóriát képeztünk. A relatíve nagy és kis tőszámigényű, jó és kedvezőtlen tőszám reakcióval jellemezhető hibrideket különítettünk el. A minden évben jó tőszámreakcióval jellemezhető hibridek a P 9578 (FAO 320), a P 9175 (FAO 330), a PR 37N01 (FAO 380), és a P 9494 (FAO 390), SY Afinity (FAO 470) voltak. Ezek közül a minden évben jól, közepesen sűrítető, tág tőszám intervallumban termesztető hibrid a P 9494 (FAO 390) volt.

10. SUMMARY

Even more hybrids are produced both nation- and worldwide: the available hybrid portfolio has become even wider. This wide range of available hybrids can be considered as a hindrance for the objective evaluation of different hybrids' properties. In the present research work a wide range of studies has been carried out in order to evaluate these characters. These studies included the study of the reaction of different maize genotypes towards the application of different row spacings and plant densities in different crop years. Beside the registration of yield amounts, plant morphological (plant height, ear height, growth dynamics) and physiological (LAI, SPAD, LAD) parameters were measured during the whole vegetation period. Different index values were calculated from these measurement results, such as photosynthetic capacity, individual production and leaf area yield efficiency. Beside these changes in yield producing factors were monitored as affected by production technology elements and weather conditions. Hybrids showed specific reaction towards increasing plant density and decreasing production area. Optimal plant density, just as its optimal interval and the reaction of hybrids to plant density were determined in the experimental crop years.

Field experiments were set up at the Látókép Research Site of the University of Debrecen, Centre for Agricultural Sciences, Debrecen Farm and Regional Research Institute in the crop years of 2013, 2014 and 2015. The experimental soil was a calcareous chernozem soil type with favourable properties. One very early (FAO 240-299), nine early (FAO 300-399) and two medium (FAO 400-499) ripening hybrids were involved into the experiment. Applied row spacings were: 76 cm which is commonly used in production, just as the narrow spacing of 45 cm. Plant densities were set for 50 70 and 90 thousand plants per hectare. Weather conditions of the studied crop years were different: extreme weather conditions were observed in all crop years. Apart from a few exceptions registered temperature values were higher in all studied vegetation months than the respective several-years average values. Water supply of the crop year 2013 was determined by the high amount of fallen precipitation in March (136 mm), which – together with the winter precipitation amount – filled the water stock of the chernozem soil, thus the water amount was ensured for the vegetative development of maize plants during the spring and early summer months. In the intensive plant growth phase of the crop year 2014 72 mm less precipitation was registered than the several-

years average that hindered the vegetative development of the maize population. The high amount of precipitation in July (128 mm) ensured favourable water supply conditions for the grain filling processes in the beginning of August. More than two times higher amount of precipitation was measured in September than the several-years average. Due to the wet weather conditions ripening processes of maize populations, just as the drying of grain yield were slower. Thus harvest date was delayed till the 20th October. The total amount of fallen precipitation could be considered as favourable in the crop years 2013 and 2014, but its distribution was rather unfavourable in both years. Most of the vegetation period of 2015, just as the previous months were lack of precipitation with temperature values higher than the several-years average values. The heatwave and drought between the second half of July and the second half of August were explicitly unfavourable from the aspect of maize grain filling processes. Temperature values were extreme high in this period, due to which maize populations lost their assimilation area rapidly. This affected maize grain filling processes unfavourable and shortened the vegetation period significantly.

Regarding plant height and ear height development differences between the studied genotypes were determining, just as the weather conditions of the given crop year. The intensive growth phase was observed in June: the lack of precipitation in this period implied lower plant height development. The impact of plant density on plant height could be statistically verified only in case of the application of a row spacing of 45 cm in the crop year of 2013, just as in case of the row spacing of 76 cm in 2015. Plant height and ear height showed increasing tendency in 2013, however this was not that significant. In the crop year of 2014 the highest plant height was measured in case of the row spacing of 45 cm and the loosest plant density. The biggest plant height values were measured in case of the application of a plant density of 70,000 plants ha⁻¹ for both row spacings in the crop year of 2015.

Relative chlorophyll content (SPAD) and leaf area index (LAI) values showed seasonal dynamic development. These values were measured in the main development stages during the vegetation period, which were 4-6 leaves development, stem elongation, male and female flowering stage, grain filling and ripening. An increasing phase could be observed until a maximum value that was reached by the different hybrids at the flowering or grain filling stage in July; after that parallel to the drying of plants LAI and SPAD values decreased during the ripening phase. Maximal SPAD and LAI values of the studied hybrids were measured in July, during the male and female

flowering, just as in the grain filling phases. Parallel to the increasing plant density relative chlorophyll content decreased, while leaf area index increased. Production area decreased parallel to increasing plant density and maize plants shadowed each other to a higher extent. The reason for the increasing leaf area index was that individual plants competed for water, light and nutrients due to the increasing plant density.

Leaf area durability (LAD) was determined as well: this expresses the duration (days) while a plant or plant population maintains its active photosynthesizing area. The highest LAD value was measured in the densest population in the studied crop years. Leaf area of the population was maintained longer in case of the denser population. Significant differences were found between the applied plant densities and hybrids in all studied crop years, while the effect of row spacing was verified only in 2015. Depending on the applied row spacing, plant density and hybrid LAD values ranged between 181 and 316 days in 2013, 197 and 294 days in 2014, and 195 and 328 days in the crop year of 2015, respectively.

Different index values were calculated from the experimental results. Assimilation area of maize hybrids plays a determining role in yield development, therefore photosynthetic capacity (Ph.C.) value was determined using yield, LAI_{max} and $SPAD_{max}$ values. Significant differences were found between the photosynthetic capacity values calculated for different crop years. Differences were found between hybrids of diverse genotypes as well. Ph.C. value of the populations sown using the conventional row spacing were higher than that of the population sown with narrow row spacing: this difference was not significant in 2013 (5.61%), while significant differences were found in 2014 and 2015 (17.54%; 24.46%). The effect of the applied plant densities could be verified in the crop years 2014 and 2015: significant differences were detected between photosynthetic capacity for the applied plant densities of 50,000 and 70,000, just as between 70,000 and 90,000 plants ha^{-1} .

In order to describe the efficiency of plant populations' solar energy utilization yield amount per unit leaf area (Leaf area Yield Efficiency LYE) was calculated too. Statistically significant differences in LYE values were resulted by the application of different row spacings, plant densities and hybrids. Leaf area yield efficiency ($g\ cm^{-2}$) values were higher in case of the application of the conventional row spacing in all studied crop years. The population with row spacing of 76 cm utilized the incoming light energy more effective. In case of the application of the narrow row spacing the production area is similar to the square type, which is outstanding from the aspect of

soil coverage and the reduction of transpiration; however plants have higher shadowing effect to each other. Higher extent of LYE decrease was observed when plant density was increased from 70,000 to 90,000 plants ha⁻¹.

Beside the yield amount per hectare individual yield productivity (g plant⁻¹) was quantified as well. This index presented decreasing individual production parallel to the increasing plant density. Negligible difference was found between the studied crop years in 2013, while both plant density and the applied hybrids resulted in significant differences of the studied parameter. Its value ranged between 129 and 334 g plant⁻¹ in case of the row spacing of 45 cm, while in case of that of 76 cm between 131 and 317 g plant⁻¹. The highest individual productivity values were measured in case of the plant population with a density of 50,000 plants ha⁻¹: it ranged between 215 and 334 g plant⁻¹ depending on the given plant density and hybrid. All studied factors had significant impact on the individual production parameter in both 2014 and 2015. Significantly higher individual productivity was observed in case of the application of the conventional row spacing: in 2014 its value was 10.17% (20 g plant⁻¹), while in 2015 6.78% (10 g plant⁻¹) higher than that of the population with narrow row spacing. Increasing plant density resulted in significant decrease of the individual production of plants in all studied crop years.

Parallel to increasing plant density the individual production decreased, but the higher plant number per unit area compensated this decrease. Individual production was determined by the development of yield producing factors. Significant difference was found between hybrids in case of all studied yield producing factors. The applied row spacing did not affect either thousand seed weight or cob parameters. The application of different plant densities resulted in decreasing thousand kernel weight; significant differences were found in all studied crop years except for the crop year 2013. The highest extent of thousand seed weight decrement was resulted by the increasing plant density from 70,000 to 90,000 plants ha⁻¹. Medium correlation ($r = 0.445-0.629^{**}$) could be observed between thousand kernel weight and cob length, just as cob diameter.

Weather conditions of the studied crop years were determining from the aspect of yield development. Regarding the average of hybrids and plant densities the populations with row spacing of 45, just as 76 cm the measured yield amounts were 14.0 t ha⁻¹ and 13.6 t ha⁻¹ in 2013, 11.6 t ha⁻¹ and 13.3 t ha⁻¹ in 2014, just as 9.6 t ha⁻¹ and 10.1 t ha⁻¹ in 2015, respectively. Parallel to increasing plant density yield amount increased as well in case of both applied row spacings in 2013. In the crop year of 2014 regarding the

narrow row spacing negligible difference was found between the yield of populations with 50,000 and 70,000 plants ha⁻¹; the lowest yield amount was registered in case of the plant density of 90,000 plants ha⁻¹. In 2015 the highest yield was measured in the populations with densities of 70,000 and 90,000 plants ha⁻¹. Despite the extreme weather conditions increasing plant density resulted in yield increment as well. Special microclimatic conditions were observed in the population with narrow row spacing that could be attributed to the closed plant population.

Optimum and optimal interval of maize hybrids with different genotypes in case of different crop years and soil types mean important information. Optimal plant density and the corresponding yield maximum were determined using quadratic equation. Hybrids were classified into condensability groups according to their optimal plant density intervals which groups were low, medium and high condensability categories. Beside this it has been determined which hybrids could be produced with broad or even narrow row spacing intervals. No significant difference was found between the optimum plant densities of the two applied row spacings in the crop year of 2013. However in 2014 maximal yield was produced in case of the application of a far lower plant density and 45 cm row spacing (45 cm: 63,848 plant ha⁻¹, 76 cm: 87,535 plants ha⁻¹). In the crop year of 2015 this tendency proved to be the opposite: the optimal plant density was higher by the application of a row distance 45 cm (82,491 plants ha⁻¹) than in case of the row spacing of 76 cm (66,567 plants ha⁻¹).

Taking the yield amount of the population with a plant density of 50,000 plants ha⁻¹ as a basis it was compared to the yields of the populations with 70,000 and 90,000 plants ha⁻¹. Beside this the reaction of hybrids towards plant density and based on them hybrids were classified into four categories. Hybrids with relative high or low plant density demand, just as with favourable or even unfavourable reaction towards plant density changes were identified. Favourable reaction to plant density was shown in all studied crop years by the hybrids P 9578 (FAO 320), P 9175 (FAO 330), PR 37N01 (FAO 380), P 9494 (FAO 390) and SY Afinity (FAO 470). Among these the hybrid that could be condensed well or to a medium extent and that could be produced within a wide plant density interval was P 9494 (FAO 390).

IRODALOMJEGYZÉK

1. Abuzar, M. R. – Sadozai, G. U. – Baloch, M. S. – Baloch, A. A. – Shah, I. H. – Javaid, T. – Hussain, N.: 2011. Effect of plant population densities on yield of maize. *The Journal of Animal & Plant Sciences*. 21. 4: 692-695.
2. Afféri, F. S. – Martins, E. P. – Peluzio, J. M. – Fidelis, R. R. – Rodrigues, H. V. M.: 2008. Row spacing and sowing densities for late cropping maize in the Tocantins State, Brazil. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. 38. 2: 128-133.
3. Ahmad, M. – Hussain, N. – Jan, A. – Ahmad, K. – Hussain, S.: 2007. Response of maize to phosphorus levels and plant density. *Sarhad Journal of Agriculture*. 23. 1: 69-73.
4. Ahmad, M. – Ahmad, R. – Malik, U. A. – Hussain, S. – Ishaque, M.: 2010. Agro-physiological traits of three maize hybrids as influenced by varying plant density. *The Journal of Animal & Plant Sciences*. 20. 1: 34-39.
5. Ahmad, M. – Khaliq, A. – Ahmad, R. – Ranjha, A. M.: 2010. Algometry and productivity of autumn planted maize hybrids under narrow row spacing. *International Journal of Agriculture & Biology*. 12. 5: 661-667.
6. Alessi, J. – Power, J. F.: 1974. Effects of plant population, row spacing, and relative maturity on dryland corn in the Northern Plains I. Corn forage and grain yield. *Agronomy Journal*. 66. 2: 316-319.
7. Antonietta, M. – Fanello, D. D. – Acciaresi, H. A. – Guiamet, J. J.: 2014. Senescence and yield responses to plant density in stay green and earlier-senescing maize hybrids from Argentina. *Field Crops Research*. 155: 111-119.
8. Árendás T. – Bónis P. – Marton L. Cs. – Berzsényi Z.: 2008. Aszály után köpönyeg? *Martonvásár: az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetének közleményei*. 1: 10-11.
9. Árendás T. – Berzsényi, Z. – Bónis P. – Micskei Gy. – Marton L. Cs.: 2013. A kukoricatermesztés agrotechnikai elemei: lehetőségek és fejlődési stresszek csökkentésére és növelésére. *Agrofórum: a növényvédők és növénytermesztők havilapja. Extra*. 52.: 34-39.
10. Arif, M. – Jan, M. T. – Khan, N. U. – Akbar, H. – Khan, S. A. – Khan, M. J. – Khan, A. – Munir, I. – Saeed, M. – Iqbal, A.: 2010. Impact of plant populations and nitrogen levels on maize. *Pakistan Journal of Botany*. 42. 6: 3907-3913.

11. *Asim, M. – Akmal, M. – Khattak, R. A.:* 2013. Maize response to yield and yield traits with different nitrogen and density under climate variability. *Journal of Plant Nutrition*. 36. 2: 179-191.
12. *Ayman, H. A. M. – Samier, K. A. I.:* 2015. Maize productivity as affected by plant density and nitrogen fertilizer. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 4. 6: 870-877.
13. *Aziz, A. – Rehman, H. – Khan, N.:* 2007. Maize cultivar response to population density and planting date for grain and biomass yield. *Sarhad Journal of Agriculture*. 23. 1: 25-30.
14. *Bajai J.:* 1959. Összefüggés a kukorica levélfelülete és a tenyészterület különféle alakja között. *Növénytermelés*. 8. 3: 217-222.
15. *Barbieri, P. A. – Echeverría, H. E. – Sainz Rozas, H. R. – Andrade, F. H.:* 2013. Nitrogen status in maize grown at different row spacings and nitrogen availability. *Canadian Journal of Crop Science*. 93: 1049-1058.
16. *Baron, V. S. – Najda, H. G. – Stevenson, F. C.:* 2006. Influence of population density, row spacing and hybrid on forage corn yield and nutritive value in a cool-season environment. *Canadian Journal of Plant Science*. 86. 1131-1138.
17. *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.
18. *Berzsenyi Z.:* 1989. A növényszám hatása a kukorica (*Zea mays L.*) növekedésének és növekedési jellemzőinek dinamikájára I. *Növénytermelés*. 38. 5: 395-405.
19. *Berzsenyi Z. – Varga K. – Berényi Gy.:* 1994. A növényszám és az évjárat hatása a kukorica (*Zea mays L.*) szemtermésének és terméskomponenseinek alakulására az 1981-1992. években. *Növénytermelés*. 43. 1: 61-75.
20. *Berzsenyi Z. – Győrffy B.:* 1995. Különböző növénytermesztési tényezők hatása a kukorica termésére és termésstabilitására. *Növénytermelés*. 44. 5-6: 507-517.
21. *Berzsenyi Z.:* 2000. Növekedésanalízis a növénytermesztésben. *Növénytermelés*. 49. 5: 389-404.
22. *Berzsenyi Z. – Lap, D. Q.:* 2001. A kukorica N-ellátottságának monitoringja SPAD-502 típusú klorofillmérővel. *Martonvásár: az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetének közleményei*. 1: 7.

23. *Berzsényi Z. – Lap, D. Q.: 2003. Kukorica- (Zea mays L.) hibridek növényszám-reakciójának vizsgálata különböző függvényekkel kísérletsorozatban. Növénytermelés. 52. 2: 147-165.*
24. *Berzsényi Z. – Lap, D. Q.: 2005a Kukorica (Zea mays L.) hibridek vetésidő- N-műtrágya és növényszám reakciója eltérő évjáratokban. [In: Nagy J. (szerk.) Kukorica hibridek adaptációs képessége és termésbiztonsága] 74-90.*
25. *Berzsényi Z. – Lap, D. Q.: 2005b 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.*
26. *Berzsényi Z. – Lap, D. Q.: 2006a Effect of crop production factors on the yield and yield stability of maize (Zea mays L.) hybrids. Acta Agronomica Hungarica. 54. 4: 413-424.*
27. *Berzsényi Z. – Lap, D. Q.: 2006b A növényszám hatásának vizsgálata a kukorica (Zea mays L.) hibridek növekedésére a növekedésanalízis klasszikus módszerével. Növénytermelés. 55. 1-2: 71-85.*
28. *Berzsényi Z. – Lap, D. Q.: 2006c A növényszám hatásának vizsgálata különböző tenyészidejű kukorica (Zea mays L.) hibridek vegetatív és reprodukív szerveinek növekedésére Richards-függvénnyel. Növénytermelés. 55. 3-4: 255-275.*
29. *Berzsényi Z. – Lap, D. Q.: 2007. Study of effect of plant density on the growth of maize (Zea mays L.) hybrids using the Richards function. Acta Agronomica Hungarica. 55. 4: 417-436.*
30. *Berzsényi Z. – Lap, D. Q. – Micskei Gy. – Sugár E. – Takács N.: 2008. Kedvezőtlen évjáratok hatása a kukorica termésére tartamkísérletekben. Martonvásár: az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetének közleményei. 1: 13-14.*
31. *Berzsényi Z.: 2009. A kukorica termésnövekedésének agronómiai és fiziológiai összefüggései. Agrofórum: a növényvédők és növénytermesztők havilapja. Extra. 20. 27: 14-18.*
32. *Berzsényi Z. – I. Tokatlidis.: 2011. A növényszám reakció és az érésidő egyaránt fontos a hibrid kiválasztásakor a kukoricatermesztésben. Martonvásár: az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetének közleményei. 3: 10-12.*
33. *Berzsényi Z. – Árendás T. – Bónis P. – Micskei Gy. – Sugár E.: 2011. Long term effect of crop production factors on the yield and yield stability of maize (Zea mays L.) in different years. Acta Agronomica Hungarica. 59. 3: 191-200.*

34. Berzsenyi, Z. – Árendás, T. – Bónis P. – Micskei Gy. – Sugár E.: 2012. A növénytermesztési tényezők tartamhatásának vizsgálata a kukorica produktivitására eltérő évjáratokban. LIV. Georgikon Napok. 67-73.
35. Bonaparte, E. E. N. – Brawn, R. I.: 1976. Effects of plant density and planting date on leaf number and some developmental events in corn. *Canadian Journal of Plant Science*. 56: 691-698.
36. Bozorgi, H. R. – Doustan, H. Z. – Sadeghi, S. M.: 2011. Study effect of plant density and nitrogen fertilizer on yield and yield components of maize (Cultivar, SC 704). *World Applied Sciences Journal*. 13. 1: 147-151.
37. Cai, H. G. – Mi, G. H. – Chen, F. J. – Zhang, X. Z. – Gao, Q.: 2010. Genotypic variation of leaf SPAD value, nitrogen and nitrate content in maize. *Acta Metallurgica Sinica*. 16. 4: 866-873.
38. Chen, C. Y. – Hou, Y. H. – Sun, R. – Zhu, P. – Dong, Z. Q. – Zhao, M.: 2010. Effects of planting density on yield performance and density tolerance analysis for maize hybrids. *Acta Agronomica Sinica*. 36. 7: 1153-1160.
39. Dahmardeh, M.: 2011. Effect of plant density and nitrogen rate on PAR absorption and maize yield. *American Journal of Plant Physiology*. 6. 1: 44-49.
40. Daynard, T. B. – Muldoon, J. F.: 1983. Plant-to-plant variability of maize plants grown at different densities. *Canadian Journal of Plant Science*. 63: 45-59.
41. Dawadi, D. R. – Sah, S. K.: 2012. Growth and yield of hybrid maize (*Zea mays* L.) in relation to planting density and nitrogen levels during winter season in Nepal. *Tropical Agricultural Research*. 23. 3: 218-227.
42. Dehdashti, S. M. – Riahinia, S.: 2008. Effect of plant density on some growth indexes, radiation interception and grain yield in maize (*Zea mays* L.). *Journal of Biological Sciences*. 8. 5: 908-913.
43. Demétrio, C. S. – Fornasieri, F. D. – Cazetta, J. O. – Cazetta, D. A.: 2008. Performance of maize hybrids submitted to different row spacing and population densities. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 43. 12: 1691-1697.
44. Dóka L. F.: 2008. A kukorica öntözésének és állománysűrűségének hatása a vízháztartásra és a termésre. *Növénytermelés*. 57. 3: 267-273.
45. Duncan, G. W.: 1984. A theory to explain the relationship between corn population and grain yield. *Crop Science*. 24. 6: 1141-1145.
46. Eik, K. – Hanway, J. J.: 1966. Leaf area in relation to yield of corn grain yield. *Agronomy Journal*. 58. 1: 16-18.

47. Esechie, H. A.: 1992. Effect of planting density on growth and yield of irrigated maize (*Zea mays L.*) in the Batinah Coast Region of Oman. *The Journal of Agricultural Science*. 119. 2: 165-169.
48. Fanadzo, M. – Chiduza, C. – Mnkeni, P. N. S.: 2010. Effect of inter-row spacing and plant population on weed dynamics and maize (*Zea mays L.*) yield at Zanyokwe irrigation scheme, Eastern Cape, South Africa. *African Journal of Agricultural Research*. 5. 7: 518-523.
49. Farnham, E. D.: 2001. Row spacing, plant density, and hybrid effects on corn grain yield and moisture. *Agronomy Journal*. 93. 5: 1049-1053.
50. Fulton, J. M.: 1970. Relationships among soil moisture stress, plant populations, row spacing and yield of corn. *Canadian Journal of Plant Science*. 50. 31-38.
51. Genter, C. F. – Camper, H. M.: 1972. Component plant part development in maize as affected by hybrids and population density. *Agronomy Journal*. 65. 4: 669-671.
52. Giesbrecht, J.: 1969. Effect of population and row spacing on the performance of four corn (*Zea mays L.*) hybrids. *Agronomy Journal*. 61. 3: 439-441.
53. Glenn, F. B. – Daynard, T. B.: 1974. Effects of genotype, planting pattern, and plant density on plant-to-plant variability and grain yield of corn. *Canadian Journal of Plant Science*. 54: 323-330.
54. Gobeze, Y. L. – Ceronio, G. M. – Rensburg, L. D. van: 2012. Effect of row spacing and plant density on yield and yield component of maize (*Zea mays L.*) under irrigation. *Journal of Agricultural Science and Technology*. B2: 263-271.
55. Gobeze, Y. L. – Ceronio, G. M. – Rensburg, L. D. van: 2013. Ultra-fast maize (*Zea mays L.*) hybrid growth response to plant population density. *Journal of Agricultural Science and Technology*. B3: 334-343.
56. Gözübenli, H. – Kilinc, M. – Sener, O. – Konuskan, O.: 2004. Effects of single and twin row planting on yield and yield components in maize. *Asian Journal of Plant Science*. 3. 2: 203-206.
57. Gözübenli, H.: 2010. Influence of planting patterns and density on the performance of maize hybrids in the Eastern Mediterranean conditions. *International Journal of Agriculture & Biology*. 12. 4: 556-560.
58. Gyenesné H. Zs. – Kizmus L. – Záborszky S. – Marton L. Cs.: 2001. A kukorica fehérje- és olajtartalmának, valamint ezerszemtömegének alakulása eltérő ökológiai körülmények között. *Növénytermelés*. 50. 4: 385-394.

59. Gyenesné H. Zs. – Pók I. – Kizmus L. – Zsubori Z. – Nagy E. – Marton L. Cs.: 2002a Plant height and height of the main ear in maize (*Zea mays L.*) at different locations and different plant densities. *Acta Agronomica Hungarica*. 50. 1: 75-84.
60. Gyenesné H. Zs. – Pók I. – Illés O. – Szőke Cs. – Kizmus L. – Marton L. Cs.: 2002b A termőhely, a tőszám és az évjárat hatása kukoricahibridek termésselemeire. *Növénytermelés*. 51. 4: 425-435.
61. Győrffy B. – I' só I. – Bölöni I.: 1965. Kukoricatermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 41, 62.
62. Győrffy B.: 1976. A kukorica termésére ható növénytermesztési tényezők értékelése. *Agrártudományi Közlemények (MTA Agrártudományok Osztályának folyóirata)*. 35. 239-266.
63. Győrffy B.: 1979. Fajta-, növényszám- és műtrágyahatás a kukoricatermesztésben. *Agrártudományi Közlemények (MTA Agrártudományok Osztályának folyóirata)*. 38. 309-331.
64. Ion, V. – Basa, A. G. – Dumbrava, M. – Dicu, G. – Temocico, G. – Epure, L. J. – State, D.: 2014. Yield and yield components at maize under different row spacing, plant population and growing conditions. *Advances in Environmental Technology and Biotechnology*. 47-56.
65. I' só I.: 1962. Kísérleti adatok a különböző hibridek tenyészterület- igényéhez. [In: I' só I. (szerk.) Kukoricatermesztési kísérletek 1958-1960.] Akadémiai Kiadó, Budapest. 165-169.
66. I' só I.: 1969a Kísérletek a kukorica keskenysorú vetésével. [In: I' só I. (szerk.) Kukoricatermesztési kísérletek 1965-1968.] Akadémiai Kiadó, Budapest. 286-298.
67. I' só I.: 1969b Tenyészterület-, fajta. és műtrágyázási faktoriális kísérlet. [In: I' só I. (szerk.) Kukoricatermesztési kísérletek 1965-1968.] Akadémiai Kiadó, Budapest. 265-275.
68. I' só I.: 1969c Tenyészterület- kísérletek különböző hibridekkel. [In: I' só I. (szerk.) Kukoricatermesztési kísérletek 1965-1968.] Akadémiai Kiadó, Budapest. 276-283.
69. Haegele, J. W. – Becker, R. J. – Henninger, A. S. – Below, F. E.: 2014. Row arrangement, phosphorus fertility, and hybrid contributions to managing increased plant density of maize. *Agronomy Journal*. 106. 5: 1838-1846.

70. Hamidi, A. – Khodabandeh, N. – Dabbagh Mohammady-nasab, A.: 2010. Plant density and nitrogen effects on some traits of maize (*Zea mays* L.). *Plant Ecophysiology*. 2: 47-52.
71. Hashemi, A. M. – Herbert, S. J. – Putnam, D. H.: 2005. Yield response of corn to crowding stress. *Agronomy Journal*. 97. 3: 839-846.
72. Hegyi Zs. – Pintér J. – Marton L. Cs.: 2005. A hibrid és a környezet. *Martonvásár: az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetének közleményei*. 1: 20-21.
73. Heszky L.: 2007. Szárazság és a növény kapcsolata. A szárazságtűrésre nemesítés jelene és jövője. *Agrofórum: a növényvédők és növénytermesztők havilapja*. 11: 36-41.
74. Hernández, F. – Amelong, A. – Borrás, L.: 2014. Genotypic differences among Argentinean maize hybrids in yield response to stand density. *Agronomy Journal*. 106. 6: 2316-2324.
75. Hu, Q. Q. – Chen, S. Q. – Dai, H. X.: 2012. Effects of different planting densities on yield and agronomic characteristics of waxy corn variety Jingcaihuanuo No. 5. *Acta Agriculturae Jiangxi*. 24. 11: 30-32.
76. Hunter, R. B. – Kannenberg, L. W. – Gamble, E. E.: 1970. Performance of five maize hybrids in varying plant populations and row widths. *Agronomy Journal*. 62. 2: 255-256.
77. Hussein, A. T.: 1968. Különböző tényezők hatása a kukorica levélfelületének nagyságára és szemtermésére. *Növénytermelés*. 2. 139-149.
78. Huzsvai L. – Nagy J.: 1994. Kukorica (*Zea mays* L.) töszám és termés összefüggés elemzése különböző biológiai érvényességgel rendelkező modellekkel. *Növénytermelés*. 43. 6: 533-544.
79. Jakab P.: 2003. A kukoricahibridek makro-, mezo- és mikroelem tartalmának változása a tápanyagellátás függvényében. *Debreceni Egyetem Agrártudományi Közlemények. Acta Agraria Debreceniensis*. 10: 126-130.
80. Johnson, G. R.: 1974. Analysis of the genetic relationships between several yield components maize and leaf area at specific leaf positions. *Crop Science*. 14. 4: 559-561.
81. Johnson, G. A. – Hoverstad, T. R. – Greenwald, R. F.: 1998. Integrated weed management using narrow corn row spacing, herbicides, and cultivation. *Agronomy Journal*. 90. 1: 40-46.

82. *Karbasium A.* – Soleymani, A.: 2015. Effect of planting density and row spacing on light extinction coefficient, light interception and grain yield of corn (single cross 704) in Esfahan. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*. 10. 9: 146-152.
83. Khan, K. – Iqbal, M. – Shah, Z. – Ahmad, B. – Azim, A. – Sher, H.: 2003. Grain and stover yield of corn with varying times of plant density reduction. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 6. 19: 1641-1643.
84. Kiss B.: 1962. Az Iregi 12-hetes kukoricával végzett tenyésztési kísérlet eredményei 1957-ben. [In: Pó I. (szerk.) Kukoricatermesztési kísérletek 1958-1960.] Akadémiai Kiadó, Budapest. 170-172.
85. Lashkari, M. – Madani, H. – Ardekani, M. R. – Golzardi, F. – Zargari, K.: 2011. Effect of plant density on yield and yield components of different corn (*Zea mays L.*) hybrids. *American-Eurasian Journal Agricultural & Environmental Sciences*. 10. 3: 450-457.
86. Lente Á. – Pepó P.: 2009. Az évjárat és néhány agrotechnikai tényező hatása a kukorica termésére csernozjom talajon. *Növénytermelés*. 58. 3: 39-51.
87. Li, X. Y. – Li, D. Q. – Tang, Q. Y.: 2011. Effects of plant density on source-sink characteristics and grain yield of Spring maize variety Chaoshi No.1. *Journal of Hunan Agricultural University*. 37. 4: 361-366.
88. Liu, W. – Zhang, J. W. – Lü, P. – Yang, J. S. – Liu, P. – Dong, S. T. – Li, D. H. – Sun, Q. Q.: 2011. Effect of plant density on grain yield dry matter accumulation and partitioning in summer maize cultivar Denghai 661. *Acta Agronomica Sinica*. 37. 7: 1301-1307.
89. Lutz, A. J. – Camper, M. H. – Jones, D. G.: 1971. Row spacing and population effects on corn yields. *Agronomy Journal*. 63. 1: 12-14.
90. Ma, B. L. – Dwyer, L. M. – Costa, C.: 2003. Row spacing and fertilizer nitrogen effects on plant growth and grain yield of maize. *Canadian Journal of Plant Science*. 83. 2: 241-247.
91. Madonni, G. A. – Cirilo, A. G. – Otegui, M. E.: 2006. Row width and maize grain yield. *Agronomy Journal*. 98. 6: 1532-1543.
92. Marton L. Cs. – Árendás T. – Berzsenyi Z.: 2012. Martonvásári kukorica hibridek a szárazságban. *Martonvásár: az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetének közleményei*. 2: 4-7.

93. Maul F. – Pityinger O.: 1964. Az állománysűrűség hatása a kukorica asszimilációs felületére és csőtermésére Mátra-Bükk aljai csernozjom barna erdőtalajon. *Növénytermelés*. 13. 2: 131-138.
94. Megyes A. – Nagy J.: 1999. A növényszám hatásának értékelése a kukorica (*Zea mays L.*) termésére eltérő évjáratban. *Növénytermelés*. 48. 5: 535-542.
95. Mendoza-Elos, M. – Mosqueda-Villagómez, C. – Rangel-Lucio, J. A. – López-Benítez, A. – Rodríguez-Herrera, S. A. – Latournerie-Moreno, L. – Moreno-Martínez, E.: 2006. Population density and nitrogen fertilization on chlorophyll, dry matter accumulation and grain yield in normal and QPM maize. *Agricultura Técnica en México*. 32. 1: 89-90.
96. Meng, Z. Y. – Wang, Y. H. – Shen, D. F. – Xi, L. L.: 2013. Effect of row spacing on yield and its components of summer maize in western Henan province. *Journal of Henan Agricultural Sciences*. 42. 7: 19-22.
97. Menyhért Z. – Ángyán J. – Radics L.: 1980. A levélfelület-index (LAI), a fényviszonyok és a termés kapcsolata eltérő vetésidőjű és tenyészterületű kukorica állományokban. *Növénytermelés*. 29. 4: 357-367.
98. Moaveni, P. – Farahani, H. A. – Maroufi, K.: 2011. Studying of planting density on yield of maize (*Zea mays L.*). *Advances in Environmental Biology*. 5. 7: 1687-1690.
99. Molnár Zs. – Sárvári M.: 2005. A vetésidő és a tőszám hatása a kukoricahibridek termésére. *Debreceni Egyetem Agrártudományi Közlemények. Acta Agraria Debreceniensis*. 16. Különszám. 95-104.
100. Moraditochae, M. – Motamed, M. K. – Azarpour, E. – Danesh, R. K. – Bozorgi, H.: 2012. Effects of nitrogen fertilizer and plant density management in corn farming. *APRN Journal of Agricultural and Biological Science*. 7. 2: 133-137.
101. Mukhtar, T. – Arif, M. – Hussain, S. – Atif, M.: 2012. Yield and yield components of maize hybrids as influenced by plant spacing. *Journal of Agricultural Research*. 50. 1: 59-69.
102. Naderi, F. – Siadat, S. A. – Rafiee, M.: 2010. Effect of planting date and plant density on grain yield and yield components of two maize hybrids as second crop in Khorram Abad. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 12. 1: 31-41.
103. Nagy J.: 1995. A talajművelés, a műtrágyázás, a növényszám és az öntözés hatásának értékelése a kukorica (*Zea mays L.*) termésére. *Növénytermelés*. 44. 3: 251-259.

104. Nagy J. – Huzsvai L.: 1995. Az évjárat hatása a kukorica (*Zea mays L.*) termésére. *Növénytermelés*. 44. 4: 385-393.
105. Nagy J.: 2006a A vízellátás hatása a korai (FAO 300-399) éréscsoportba tartozó kukorica (*Zea mays L.*) hibridek termésére öntözés nélküli termesztésben. *Növénytermelés*. 55. 1-2: 103. 112.
106. Nagy J.: 2006b Az évjárat hatásának értékelése a kukorica termésére. *Növénytermelés*. 55. 5-6: 299-308.
107. Nagy J. – Megyes A.: 2009. A kukoricatermesztés kritikus agrotechnikai elemei. *Agrofórum: a növényvédők és növénytermesztők havilapja. Extra*. 32. 36-40.
108. Nagy J.: 2010. A kukoricatermesztés jelene és jövője. *Növénytermelés*. 59. 3: 85-111.
109. Nagy M.: 1983. A tenyészterület alak, sűrítettség, levélfelületindex és a terméseredmények alakulása különböző kukoricahibrideknél. *Debreceni Egyetem Agrártudományi Közleményei*. 23. 259-274.
110. Németh S.: 1979. Eltérő tenyészsidejű kétvonalas kukoricahibridek tenyészterület – igénye. [In: Bajai J. (szerk.) *Kukoricatermesztési kísérletek 1968-1974.*] Akadémiai Kiadó, Budapest. 43-49.
111. Nunez, R. – Kamprath, E.: 1969. Relationships between N response, plant population, and row width on growth and yield of corn. *Agronomy Journal*. 61. 2: 279-282.
112. Pásztor K.: 1959. Tenyészterület kísérletek kukoricával a Debreceni löszhát mezőszéki vályog talajain. [In: Bencsik I. et al. (szerk.)] *A Debreceni Mezőgazdasági Akadémia Tudományos évkönyve 1958. Mezőgazdasági Akadémia, Debrecen*. 245-269.
113. Pásztor K.: 1960. A vetésidő, tenyészterület és egyes művelési módok hatása a kukorica termésére. *A Debreceni Mezőgazdasági Akadémia Tudományos Évkönyve 1959*. 199-219.
114. Pásztor K.: 1962. A tenyészterület alakjának hatása a kukorica termésére. [In: I' só I. (szerk.) *Kukoricatermesztési kísérletek 1958-1960.*] Akadémiai Kiadó, Budapest. 173.
115. Pásztor K.: 1969. Újabb kísérleti adatok a kukorica tenyészterület igényéhez. [In: I' só I. (szerk.) *Kukoricatermesztési kísérletek 1965-1968.*] Akadémiai Kiadó, Budapest. 265-275.

116. *Pepó P.*: 2007. A kukorica (*Zea mays L.*) termesztés ökológiai feltételeinek és agrotechnikai elemeinek értékelése. *Acta Agronomica Óváriensis*. 49. 2. 1: 169-175.
117. *Pepó P.* – *Zsombik L.* – *Berényi S.*: 2007. A kritikus agrotechnikai tényezők elemzése a kukoricatermesztésben. *Agrofórum: a növényvédők és növénytermesztők havilapja. Extra*. 17: 5-6.
118. *Pepó P.*: 2012. Tartalékok a kukorica agrotechnikájában. *Agrofórum: a növényvédők és növénytermesztők havilapja. Extra*. 46. 47: 5-11.
119. *Pepó P.* – *Sárvári M.*: 2013. Agrotechnikai változások. *Magyar Mezőgazdaság*. 68. 14: 24-26., 31.
120. *Pepó P.*: 2014. A kukorica állományoptimalizálása. *Magyar Mezőgazdaság*. 69. 14: 22-24.
121. *Pepó P.* – *Csajbók J.*: 2014. The role of agrotechnical factors in maize (*Zea mays L.*) production. *Növénytermelés*. 63. 2: 46-68.
122. *Pepó P.* – *Murányi E.*: 2014. Plant density impact on grain yield of maize (*Zea mays L.*) hybrids on chernozem soil of the Eastern Hungary. *Columella, Journal of Agricultural and Environmental Sciences*. 1. 2: 95-100.
123. *Pepó P.* – *Murányi E.*: 2015. Tenyészterület vizsgálatok eltérő genotípusú kukorica (*Zea mays L.*) hibrideknél. *Növénytermelés*. 64. 2: 1-17.
124. *Pethő M.*: 2002. Mezőgazdasági növények élettana. Akadémiai Kiadó. Budapest. 162, 441.
125. *Pintér L.* – *Németh J.* – *Pintér Z.*: 1977. A levélfelület változásának hatása a kukorica (*Zea mays L.*) szemtermésére. *Növénytermelés*. 26. 1: 21-27.
126. *Pintér L.*: 1980. Az ötven centiméteres sortávolság hatása a kukorica (*Zea mays L.*) szárazanyag hozamára és egyéb agronómiai tulajdonságaira. *Növénytermelés*. 29. 4: 297-303.
127. *Pintér L.* – *Korom S.*: 1982. Az ötven centiméteres sortávolság hatása a kukorica (*Zea mays L.*) víz-, tápanyag- és fényellátottságára. *Növénytermelés*. 31. 1: 35-40.
128. *Pintér L.* – *Burucs Z.* – *Páldi E.*: 1994. Mire vezethető vissza a kukorica genetikailag meghatározott tőszám reakciója? *Növénytermelés*. 43. 3: 263-271.
129. *Porter, P. M.* – *Hicks, D. R.* – *Lueschen, W. E.* – *Ford, J. H.* – *Warnes, D. D.* – *Hoverstad, T. R.*: 1997. Corn response to row width and plant population in the Northern Corn Belt. *Journal of Production Agriculture*. 10. 2: 293-300.

130. Qian, C. R. – Yu, Y. – Gong, X. J. – Jiang, Y. B. – Zhao, Y. – Wang, J. H. – Yang, Z. L. – Zhang, W. J.: 2012. Response of grain yield to plant density and nitrogen application rate for maize hybrids released from different eras in Heilongjiang Province. *Acta Agronomica Sinica*. 38. 10: 1864-1874.
131. Rafiq, M. A. – Ali, A. – Malik, M. A. – Hussain, M.: 2010. Effect of fertilizer levels and plant densities on yield and protein contents of autumn planted maize. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*. 47. 3: 201-208.
132. Rehman, A. – Safdar, M. E. – Saleem, M. F. – Yasin, M. – Shahzad, M. S. – Asif, M. – Haider, S.: 2011. Effect of planting density on grain yield and yield related parameters of spring hybrid maize (*Zea mays L.*). *International Journal of Agriculture & Applied Sciences*. 3. 1: 30-34.
133. Remison, S. U. – Lucas, E. O.: 1982. Effects of planting density on leaf area and productivity of two maize cultivars in Nigeria. *Experimental Agriculture*. 18. 1: 93-100.
134. Reszkető P. – Pék K. – Szabó P.: 2001. Eltérő tenyészidejű kukoricák (*Zea mays L.*) föld feletti növényi részeinek növekedés dinamikája és levélfelületének alakulása, különböző tőszámokon. II. Növénytermesztési Tudományos Nap. 192-197.
135. Roedel, R. J. – Coulter, A. J.: 2011. Agronomic responses of corn to planting date and plant density. *Agronomy Journal*. 103. 5: 1414-1422.
136. Russel, W. A.: 1991. Genetic improvement of maize yields. *Advances in Agronomy*. 46: 245-298.
137. Sadeghi, M. – Naderi, A. – Lak, S. – Fathi, G. A.: 2012. Evaluation of plant population density on growth, grain yield and yield components of four maize hybrids. *Advances in Environmental Biology*. 6. 1: 327-333.
138. Sadeghi, M.: 2013. The determination of plant density on dry matter accumulation, grain yield and yield components of four maize hybrids. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 5. 2: 109-114.
139. Sánchez-Hernández, M. Á. – Aguliar-Marinez, C. U. – Valenzuela-Jiménez, N. Sánchez-Hernández, C. – Jiménez-Rojas, M. C. – Villeneuve-Verduzco, C.: 2011. Plant density and growth of forage maize genotypes. *Agronomia Mesoamericana*. 22. 2: 281-295.

140. Sarlangue, T. – Andrade, F. H. – Calvino, P. A. – Purcell, L. C.: 2007. Why do maize hybrids respond differently to variations in plant density? *Agronomy Journal*. 99. 984-991.
141. Sárvári M.: 1983. Kukoricahibridek optimális töállományának és terméseredményeinek összefüggései réti talajon. *Debreceni Agrártudományi Egyetem Tudományos Közleményei*. 23. 109-126.
142. Sárvári M.: 1995. A tőszám szerepe a fajtaspecifikus kukorica-termesztési technológiában. *Növénytermelés*. 44. 3: 261-270.
143. Sárvári M. – Szabó P.: 1998. A termesztési tényezők hatása a kukorica termésére. *Növénytermelés*. 47. 2: 213-221.
144. Sárvári M. – Futó Z. – Jakab P.: 2001a A kukoricahibridek alkalmazkodóképessége II. *Magyar Mezőgazdaság*. 56. 15:10-11.
145. Sárvári M. – Futó Z. – Zsoldos M.: 2001b Összefüggés a kukoricahibridek tőszáma és termése között. II. *Növénytermesztési Tudományos Nap*. 26-33.
146. Sárvári M. – Futó Z. – Jakab P.: 2002a Fejlődő termesztéstechnológia II. *Magyar Mezőgazdaság*. 57. 16: 8-9.
147. Sárvári M. – Futó Z. – Jakab P.: 2002b Fejlődő termesztéstechnológia III. *Magyar Mezőgazdaság*. 57. 17: 8-9.
148. Sárvári M. – Futó Z. – Zsoldos M.: 2002c A vetésidő és a tőszám hatása a kukorica termésére 2001-ben. *Növénytermelés*. 51. 3: 291-307.
149. Sárvári M.: 2005. Impact of nutrient supply, sowing time and plant density on maize yields. *Acta Agronomica Hungarica*. 53. 1: 59-70.
150. Sárvári M. – El Halloff N. – Molnár Zs.: 2007. A tőszám hatása a kukoricahibridek termésére. *Agrofórum: a növényvédők és növénytermesztők havilapja. Extra*. 17. 7-9.
151. Sárvári M. – Boros B.: 2009. A kukorica hibridspecifikus trágyázása és optimális tőszáma. *Agrofórum: a növényvédők és növénytermesztők havilapja. Extra*. 27: 40-45.
152. Sárvári M. – Boros B.: 2010a The effect of plant density on the yield and yield safety of maize hybrids. 45. Hrvatski i 5. Meunarodni simpozij agronoma, 15-19 veljače 2010, Opatija. 916-919.
153. Sárvári M. – Boros B.: 2010b A kukorica termésbiztonsága. *Magyar Mezőgazdaság*. 65. 43: 18-20.

154. Sárvári M. – Pepó P.: 2014. Effect of production factors on maize yield and yield stability. *Cereal Research Communications*. 43. 4: 710-720.
155. Shafi, M. – Bakht, J. – Ali, S. – Khan, H. – Khan, M. A. – Sharif, M.: 2012. Effect of planting density on phenology, growth and yield of maize (*Zea mays L.*). *Pakistan Journal of Botany*. 44. 2: 691-696.
156. Shapiro, C. A. – Wortmann, C. S.: 2006. Corn response to nitrogen rate, row spacing, and plant density in Eastern Nebraska. *Agronomy Journal*. 98: 529-535.
157. Sharifi, R. S. – Sedghi, M. – Gholipouri, A.: 2009. Effect of population density on yield and yield attributes of maize hybrids. *Research Journal of Biological Sciences*. 4. 4: 375-379.
158. Sharifi, R. S. – Zadeh, N. N.: 2012. Effects of plant density and row spacing on biomass production and some physiological indices of corn (*Zea mays L.*) in second cropping. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 10. 3&4: 795-801.
159. Silva, P. S. L. – Duarte, S. R. – Oliveira, F. H. T. – Silva, J. C. V.: 2007. Effect of planting density on green ear yield of maize cultivars bred in different periods. *Horticultura Brasileira*. 25: 154-158.
160. Song, Z. W. – Qi, H. – Zhang, Z. P. – Qian, C. R. – Guo, J. R. – Deng, A. X. – Zhang, W. J.: 2012. Effects of plant density on agronomic traits and yield in spring maize Zhongdan 909 and their regional differences in northeast China. *Acta Agronomica Sinica*. 38. 12: 2267-2277.
161. Spitzkó T. – Nagy Z. – Halmos G. – Marton L. Cs.: 2013. Tartós vízhiány hatása a kukorica virágzási idejére és a csövek termékenyülésére. *Martonvásár: az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetének közleményei*. 2: 15.
162. Stone, P. – Pearson, A. – Sorensen, I. – Rogers, B.: 2000. Effect of row spacing and plant population on maize yield and quality. *Agronomy of New Zealand*. 30. 67-75.
163. Streider, M. L. – Silva, P. R. F. – Rambo, L. – Sangoi, L. – Silva, A. A. – Endrigo, P. C. – Jandrey, D. B.: 2008. Crop management systems and maize grain yield under narrow row spacing. *Scientia Agricola*. 65. 4: 346-353.
164. Su, Y. J. – Qin, Y. T. – Zhang, S. L. – Qin, G. W. – Xu, G. J. – Lu, R. Q. – Mei, Z. J.: 2012. Effects of planting density on growth and yield of summer maize Xundan 28. *Acta Agriculturae Jiangxi*. 24. 6: 49-50, 53.

165. Szabó P.: 1998. A tőszámnövelés hatása a kukoricahibridek termésére és a termésselemeinek alakulására. *Debreceni Agrártudományi Egyetem Tudományos Közleményei*. 34. 9-20.
166. Szieberth D.: 2011. A kukorica tenyészideje. *Agrofórum: a növényvédők és növénytermesztők havilapja. Extra*. 22. 42: 42-45.
167. Szundy T. – Marton L. Cs. – Hadi G. – Berzsenyi Z.: 2002. A kukoricatermesztés jövedelmezőségét befolyásoló néhány tényező. *Martonvásár: az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetének közleményei*. 1: 8-10.
168. Sváb J.: 1981. Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 272.
169. Tajul, M. I. – Alam, M. M. – Hossain, S. M. M. – Naher, K. – Rafii, M. Y. – Latif, M. A.: 2013. Influence of plant population and nitrogen-fertilizer at various levels on growth and growth efficiency of maize. *The Scientific World Journal*. 1-9.
170. Tang, J. H. – Qi, H. – Zhang, W. J. – Yu, J. L. – Song, Z. W. – Liu, Y. – Zheng, C. Y.: 2013. Effect of density on physiological characteristics and accumulation of photosynthesis product of different maize plant type. *Journal of Shenyang Agricultural University* 44. 1: 13-19.
171. Tetio-Kagho, F. – Gardner, F. P.: 1988a Responses of maize to plant population density. I. Canopy development, light relationships, and vegetative growth. *Agronomy Journal*. 80. 6: 930-935.
172. Tetio-Kagho, F. – Gardner, F. P.: 1988b Responses of maize to plant population density. II. Reproductive development, yield, and yield adjustments. *Agronomy Journal*. 80. 6: 935-940.
173. Tokatlidis, I. S. – Koutrobas, S. D.: 2004. A review of maize hybrids' dependence on high populations and its impacts for crop yield stability. *Field Crops Research*. 88: 103-114.
174. Tokatlidis, I. S. – Koutsika-Sotiriou, M. – Tamoutsidis, E.: 2005. Benefits from using maize density independent hybrids. *Maydica*. 50. 1: 9-17.
175. Turgut, I. – Duman, A. – Bilgili, U. – Acikgoz, E.: 2005. Alternate row spacing and plant density effects on forage and dry matter yield of corn hybrids (*Zea mays L.*). *Journal of Agronomy and Crop Science*. 191. 2: 146-151.
176. Valadabadi, S. A. – Farahani, H. A.: 2010. Effects of planting density and pattern on physiological growth indices in maize (*Zea mays L.*) under nitrogenous

- fertilizer application. *Journal of Agricultural Extension and Rural Development*. 2. 3: 40-47.
177. Várallyay Gy.: 2005. Magyarország talajainak vízraktározó képessége. *Agrokémia és talajtan*. 54. 1-2: 5-24.
178. Vári E. – Pepó P.: 2011. The effect of agrotechnical factors on the agronomic features of maize in a long-term experiment. (Az agrotechnikai tényezők hatása a kukorica agronómiai tulajdonságaira tartamkísérletben). *Növénytermelés*. 60. 4: 115-130.
179. Veress I.: 1971. Az időjárás hatása a kukorica növekedésére. *Növénytermelés*. 20. 2: 117-128.
180. Wang, K. – Wang, K. R. – Wang, Y. H. – Zhao, J. – Zhao, R. L. – Wang, X. M. – Li, J. – Liang, M. X. – Li, S. K.: 2012. Effects of density on maize yield and yield components. *Scientia Agricultura Sinica*. 45. 16: 3437-3445.
181. Widdicombe, D. W. – Thelen, D. K.: 2002. Row width and plant density effects on grain production in the Northern Corn Belt. *Agronomy Journal*. 94. 5: 1020-1023.
182. Xue, J. Q. – Zhang, R. H. – Ma, G. S. – Lu, H. Dong. – Zhang, X. H. – Hao, Y. C. – Tai, S. J.: 2010. Effects of plant density, nitrogen application, and water stress on yield formation of maize. *Acta Agronomica Sinica*. 36. 6: 1022-1028.
183. Yasari, E.: 2012. Comparison of seed corn single crosses SC 704 and SC 770 response to different plant densities and nitrogen levels. *Journal of Agricultural Science*. 4. 5: 263-272.
184. Yilmaz, S. – Erayman, M. – Gözübenli, H. – Can, E.: 2008. Twin or narrow-row planting patterns versus conventional planting in forage maize production in the Eastern Mediterranean. *Cereal Research Communications*. 36. 1. 189-199.
185. Zsubori Zs. – Gyenesné H. Zs. - Illés O. – Pók I. – Rácz F. – Szőke Cs.: 2002. Inheritance of plant and ear height in maize (*Zea Mays L.*). *Debreceni Egyetem Agrártudományi Közlemények. Acta Agraria Debreceniensis*. 8: 34-38.

FAOSTAT <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>

ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra Részesezés a kukorica világtermeléséből (2014); Forrás: FAOSTAT, 2016
2. ábra A kukorica termésátlagának ($t\ ha^{-1}$) és vetésterületének (ezer ha) alakulása Magyarországon (1961-2015)
3. ábra A csapadék (mm) és a hőmérsékleti ($^{\circ}C$) értékek alakulása a tenyészidőszak előtt és az alatt (Debrecen, Látókép 2012, 2013)
4. ábra A csapadék (mm) és a hőmérsékleti ($^{\circ}C$) értékek alakulása a tenyészidőszak előtt és az alatt (Debrecen, Látókép 2013, 2014)
5. ábra A csapadék (mm) és a hőmérsékleti ($^{\circ}C$) értékek alakulása a tenyészidőszak előtt és az alatt (Debrecen, Látókép 2014, 2015)
6. ábra A kukorica fejlődési stádiumai
7. ábra A genotípus, a sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek növénymagasságára (Debrecen, Látókép 2013)
8. ábra A genotípus, a sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek növénymagasságára (Debrecen, Látókép 2014)
9. ábra A genotípus, a sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek növénymagasságára (Debrecen, Látókép 2015)
10. ábra A tőszám és az évjárat hatása a kukorica hibridek növekedés dinamikájára a 45 cm sortávolságnál hibridek átlagában (Debrecen, Látókép 2013-2015)
11. ábra A tőszám és az évjárat hatása a kukorica hibridek növekedés dinamikájára a 76 cm sortávolságnál hibridek átlagában (Debrecen, Látókép 2013-2015)
12. ábra A sortávolság és a tőszám hatása relatív klorofill tartalomra a hibridek átlagában (Debrecen, Látókép 2013)
13. ábra A sortávolság és a tőszám hatása relatív klorofill tartalomra a hibridek átlagában (Debrecen, Látókép 2014)
14. ábra A sortávolság és a tőszám hatása relatív klorofill tartalomra a hibridek átlagában (Debrecen, Látókép 2015)
15. ábra A sortávolság és a tőszám hatása a levélterület-indexre ($m^2\ m^{-2}$) a hibridek átlagában (Debrecen, Látókép 2013)
16. ábra A sortávolság és a tőszám hatása a levélterület-indexre ($m^2\ m^{-2}$) a hibridek átlagában (Debrecen, Látókép 2014)
17. ábra A sortávolság és a tőszám hatása a levélterület-indexre ($m^2\ m^{-2}$) a hibridek átlagában (Debrecen, Látókép 2015)
18. ábra A sortávolság és a tőszám hatása a termés mennyiségre ($t\ ha^{-1}$) (Debrecen, Látókép 2013)

19. ábra A sortávolság és a tőszám hatása a termésmennyiségre ($t\ ha^{-1}$) (Debrecen, Látókép 2014)
20. ábra A sortávolság és a tőszám hatása a termésmennyiségre ($t\ ha^{-1}$) (Debrecen, Látókép 2015)
21. ábra A hibridek tőszámreakciójának értékelése a 45 cm sortávolságnál (Debrecen, Látókép 2013)
22. ábra A hibridek tőszámreakciójának értékelése a 76 cm sortávolságnál (Debrecen, Látókép 2013)
23. ábra A hibridek tőszámreakciójának értékelése a 45 cm sortávolságnál (Debrecen, Látókép 2014)
24. ábra A hibridek tőszámreakciójának értékelése a 76 cm sortávolságnál (Debrecen, Látókép 2014)
25. ábra A hibridek tőszámreakciójának értékelése a 45 cm sortávolságnál (Debrecen, Látókép 2015)
26. ábra A hibridek tőszámreakciójának értékelése a 76 cm sortávolságnál (Debrecen, Látókép 2015)

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat A világ és az EU fontosabb kukorica termesztő országainak rangsora és a termelési mutatóik (2014)
2. táblázat A kísérleti terület talajvizsgálati adatai (Debrecen, Látókép 2013)
3. táblázat A kísérleti terület talajának vízgazdálkodását jellemző mutatók (Debrecen, Látókép 2013)
4. táblázat A kísérletben alkalmazott sortávolság (cm), tőszám (növény ha⁻¹), tőtávolság (cm) és tenyészterület (m²)
5. táblázat A 2013, 2014. és a 2015. évi tenyészidőszakban alkalmazott hibridek
6. táblázat A kísérletben alkalmazott agrotechnikai műveletek (Debrecen, Látókép 2013-2015)
7. táblázat A vizsgált években (2013, 2014, 2015) a tenyészidőszak alatt mért napfényes órák száma, eltérése a 30 éves átlagtól (Debrecen, Látókép 2013-2015)
8. táblázat A kísérletben végzett növénymagasság mérések időpontjai (Debrecen, Látókép 2013-2015)
9. táblázat A kísérletben végzett növénymagasság mérések időpontjai (Debrecen, Látókép 2013-2015)
10. táblázat A sortávolság, a tőszám és a növény- és csomagasság közötti összefüggés-vizsgálat (Debrecen, Látókép 2013-2015)
11. táblázat A vizsgált tényezők hatása a LAI_{max} értékeire (m² m⁻²) (Debrecen, Látókép 2013)
12. táblázat A vizsgált tényezők hatása a LAI_{max} értékeire (m² m⁻²) (Debrecen, Látókép 2014)
13. táblázat A vizsgált tényezők hatása a levélterület maximumra (m² m⁻²)
14. táblázat A sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek levélterület-tartósságára (nap) (Debrecen, Látókép 2013-2015)
15. táblázat A sortávolság, a tőszám és a levélterület-tartósság közötti összefüggés-vizsgálat (Debrecen, Látókép 2013-2015)
16. táblázat A sortávolság, a tőszám és a relatív klorofill tartalom közötti összefüggés-vizsgálat (Debrecen, Látókép 2013-2015)
17. táblázat A sortávolság, a tőszám és a levélterület-index közötti összefüggés-vizsgálat (Debrecen, Látókép 2013-2015)
18. táblázat A sortávolság, a tőszám és a hibrid hatása a fotoszintetikus kapacitás (Ph. C.) értékekre (Debrecen, Látókép 2013-2015)
19. táblázat A sortávolság, a tőszám és a relatív klorofill tartalom közötti összefüggés-vizsgálat (Debrecen, Látókép 2013-2015)
20. táblázat A sortávolság, a tőszám és a hibrid hatása a levélterületi termés efficiencia (LTE, g cm⁻²) értékekre (Debrecen, Látókép 2013-2015)

21. táblázat A sortávolság, a tőszám és a levélterületi termés efficiencia közötti összefüggés-vizsgálat (Debrecen, Látókép 2013-2015)
22. táblázat A sortávolság, a tőszám és a hibrid hatása az individuális produktivítás (IP, g növény⁻¹) értékekre (Debrecen, Látókép 2013)
23. táblázat A sortávolság, a tőszám és a hibrid hatása az individuális produktivítás (IP, g növény⁻¹) értékekre (Debrecen, Látókép 2014)
24. táblázat A sortávolság, a tőszám és a hibrid hatása az individuális produktivítás (IP, g növény⁻¹) értékekre (Debrecen, Látókép 2015)
25. táblázat A sortávolság, a tőszám és az individuális produktivítás közötti összefüggés-vizsgálat (Debrecen, Látókép 2013-2015)
26. táblázat A genotípus, a sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek ezerszemtömegére (g) (Debrecen, Látókép 2013)
27. táblázat A genotípus, a sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek ezerszemtömegére (g) (Debrecen, Látókép 2014)
28. táblázat A genotípus, a sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek ezerszemtömegére (g) (Debrecen, Látókép 2015)
29. táblázat A sortávolság, a tőszám és az ezerszemtömeg közötti összefüggés-vizsgálat (Debrecen, Látókép 2013-2015)
30. táblázat A sortávolság, a tőszám, a termésképző elemek és a termés közötti összefüggés-vizsgálat (Debrecen, Látókép 2013-2015)
31. táblázat A termés (t ha⁻¹) és a termésképző elemek (ezerszemtömeg (g), csőhossz és - átmérő (cm), sorok száma (db cső⁻¹), soronkénti szemek száma (darab sor⁻¹), szem: csutka arány) alakulása a hibridek átlagában (Debrecen, Látókép 2013-2015)
32. táblázat A sortávolság, a tőszám és az évjárat hatása a termésre a hibridek átlagában (kg ha⁻¹) (Debrecen, Látókép 2013-2015)
33. táblázat Sűrítethezőségi kategóriák (ezer növény ha⁻¹) a 2013-2015. évben
34. táblázat A sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek tőszám optimumára (növény ha⁻¹) (Debrecen, Látókép 2013)
35. táblázat A sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek tőszám optimum intervallumára (ezer növény ha⁻¹) (Debrecen, Látókép 2013)
36. táblázat A sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek tőszám optimumára (növény ha⁻¹) (Debrecen, Látókép 2014)
37. táblázat A sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek tőszám optimum intervallumára (ezer növény ha⁻¹) (Debrecen, Látókép 2014)
38. táblázat A sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek tőszám optimumára (növény ha⁻¹) (Debrecen, Látókép 2015)

39. táblázat A sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek tőszám optimum intervallumára (ezer növény ha⁻¹) (Debrecen, Látókép 2015)
40. táblázat A sortávolság, a tőszám és a termés mennyiség közötti összefüggés-vizsgálat (Debrecen, Látókép 2013-2015)
41. táblázat A sortávolság, a tőszám és a betakarításkor mért szemnedvesség közötti összefüggés-vizsgálat (Debrecen, Látókép 2013, 2014, 2015)

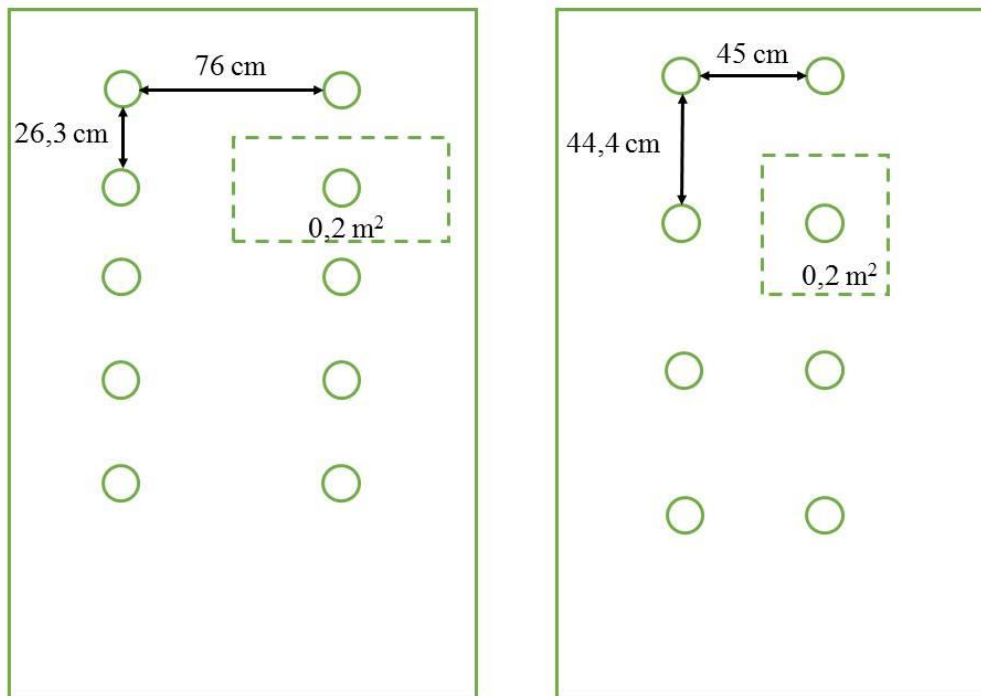
MELLÉKLETEK

1. melléklet A kísérlet elrendezése (Debrecen, Látókép 2015)

KUKORICA TŐSZÁM KÍSÉRLET 2015																																																				
Látóképi tó		76 cm sortávolság												45 cm sortávolság																																						
←		50000 növény ha ⁻¹				70000 növény ha ⁻¹				90000 növény ha ⁻¹				50000 növény ha ⁻¹			70000 növény ha ⁻¹			90000 növény ha ⁻¹																																
IV. Ismétlés	10 m	[Grid of 24 columns and 10 rows]																																																		
	2 m	[Grid of 24 columns and 2 rows]																																																		
III. Ismétlés	10 m	[Grid of 24 columns and 10 rows]																																																		
	2 m	[Grid of 24 columns and 2 rows]																																																		
II. Ismétlés	10 m	[Grid of 24 columns and 10 rows]																																																		
	2 m	[Grid of 24 columns and 2 rows]																																																		
I. Ismétlés	10 m	[Grid of 24 columns and 10 rows]																																																		
	2 m	[Grid of 24 columns and 2 rows]																																																		
		SZ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SZ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SZ
			1,52 cm																									0,9 cm																								
		A vizsgált tényezők:				Sortávolság (cm)				Tőtávolság (cm)				Tőszám (növény ha⁻¹)				Tenyészterület (m²)				A vizsgált hibridek:																														
A	Sortávolság			45 cm				44,4				50000				0,20				1.		Sarolta (FAO 290)		7.		PR 37M81 (FAO 360)																										
B	Tőszám			76 cm				31,7				70000				0,14				2.		P 9578 (FAO 320)		8.		PR 37N01 (FAO 380)																										
C	Hibrid							24,7				90000				0,11				3.		DKC 4014 (FAO 320)		9.		DKC 4490 (FAO 380)																										
										26,3				50000				0,20				4.		DKC 4025 (FAO 330)		10.		P 9494 (FAO 390)																								
		1 parcella = 2 sor								18,8				70000				0,14				5.		P 9175 (FAO 330)		11.		Kenéz (FAO 410)																								
										14,6				90000				0,11				6.		NK Lucius (FAO 330)		12.		SY Afinity (FAO 470)																								

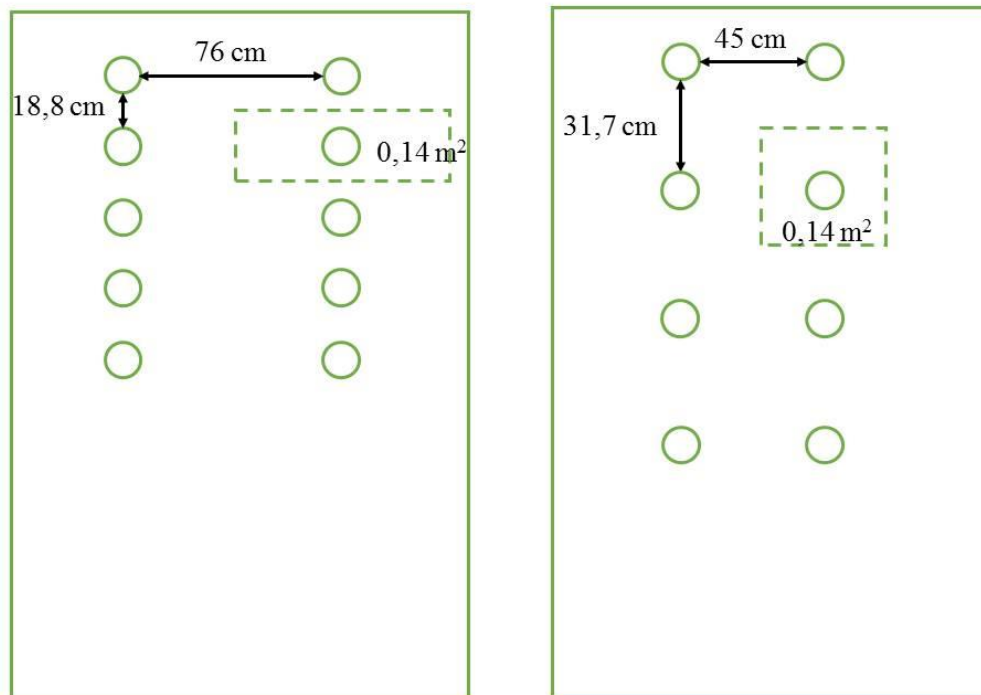
2. melléklet A tenyészt terület alakulása az 50, 70 és 90 ezer növény ha⁻¹ állománysűrűségénél

50000 növény ha⁻¹



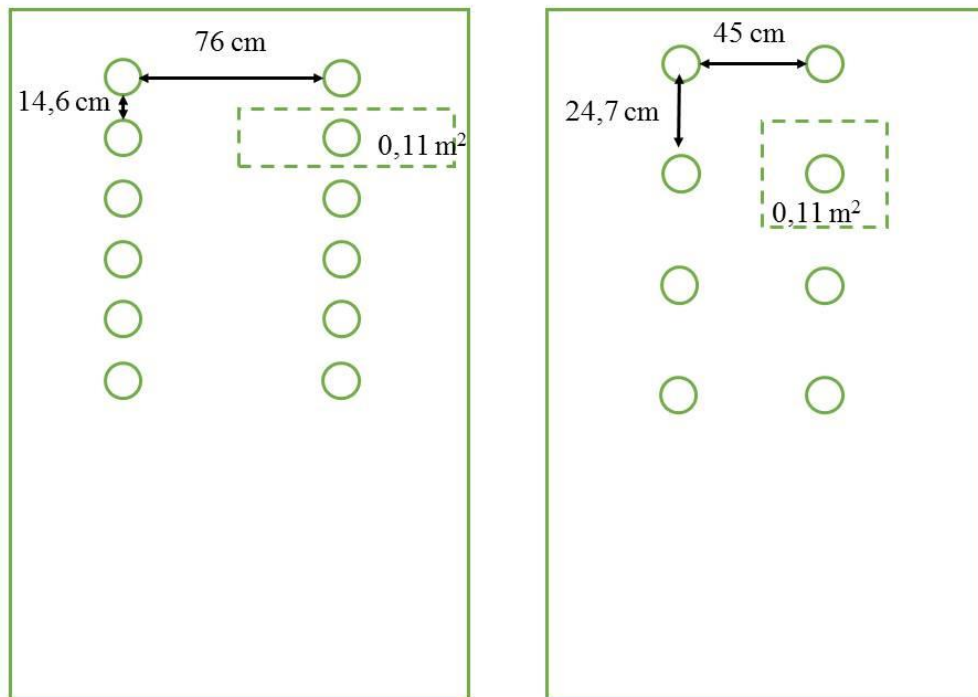
A tenyészt terület alakulása az 50 ezer növény ha⁻¹ növényállomány sűrűségénél

70000 növény ha⁻¹



A tenyészt terület alakulása az 70 ezer növény ha⁻¹ növényállomány sűrűségénél

90000 növény ha⁻¹



A tenyészterület alakulása az 90 ezer növény ha⁻¹ növényállomány sűrűségénél

3. melléklet A vizsgált években (2012-2013., 2013-2014., 2014-2015.) a tenyészidőszak előtt, és az alatt lehullott csapadékmennyiség (mm) és az alatt mért havi átlag hőmérséklet értékek (°C), valamint az eltérés a 30 éves átlagtól (1961-1990) (Debrecen, Látókép 2012-2015)

Csapadékmennyiség (mm)							
Hónap	2012-2013		2013-2014		2014-2015		30 éves átlag 1961-1990 (mm)
	Mért érték (mm)	Eltérés (mm)	Mért érték (mm)	Eltérés (mm)	Mért érték (mm)	Eltérés (mm)	
Október	22,4	-8,4	39,1	8,3	88,6	57,8	30,8
November	16,6	-28,6	51,5	6,3	20,8	-24,4	45,2
December	65,8	22,3	0,0	-43,5	37,9	-5,6	43,5
Január	38,7	1,7	39,2	2,2	39,5	2,5	37,0
Február	52,9	22,7	26,0	-4,2	18,6	-11,6	30,2
Március	136,3	102,8	11,3	-22,2	10,2	-23,3	33,5
Április	48,0	5,6	39,6	-2,8	21,9	-20,5	42,4
Május	68,7	9,9	69,4	10,6	52,9	-5,9	58,8
Június	30,8	-48,7	7,9	-71,6	60,5	-19,0	79,5
Július	15,6	-50,1	128,0	62,3	35,6	-30,1	65,7
Augusztus	32,2	28,5	44,8	-15,9	84,0	23,3	60,7
Szeptember	47,6	9,6	95,7	57,7	48,9	10,9	38,0
Tenyészidőszak előtt	332,7	112,5	167,1	-53,1	215,6	-4,6	220,2
Tenyészidőszak alatt	242,9	-102,2	385,4	40,3	303,8	-41,3	345,1
Összesen	575,6	-	552,5	-	519,4	-	565,3

Átlag hőmérséklet (°C)							
Hónap	2012-2013		2013-2014		2014-2015		30 éves átlag 1961-1990 (°C)
	Mért érték (°C)	Eltérés (°C)	Mért érték (°C)	Eltérés (°C)	Mért érték (°C)	Eltérés (°C)	
Október	11,1	0,8	11,8	1,5	11,2	0,9	10,3
November	7,2	2,7	7,6	3,1	6,4	1,9	4,5
December	-1,2	-1,0	0,5	0,7	2,4	2,6	-0,2
Január	-1,0	1,6	2,0	4,6	1,0	3,6	-2,6
Február	2,3	2,1	7,8	7,6	1,5	1,3	0,2
Március	2,9	-2,1	8,9	3,9	6,2	1,2	5,0
Április	12,0	1,3	12,3	1,6	10,1	-0,6	10,7
Május	16,6	0,8	15,4	-0,4	15,8	0,0	15,8
Június	19,6	0,9	19,0	0,3	19,9	1,2	18,7
Július	21,2	0,9	21,2	0,9	22,9	2,6	20,3
Augusztus	21,5	1,9	19,8	0,2	23,3	3,7	19,6
Szeptember	14,0	-1,8	16,7	0,9	17,8	2,0	15,8
Tenyészidőszak előtt	3,6	-	6,4	-	4,8	-	2,9
Tenyészidőszak alatt	17,5	-	17,4	-	18,3	-	16,8
Átlag	10,5	-	11,9	-	11,5	-	9,8

4. melléklet A genotípus, a sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek csőmagasságára
(cm) (Debrecen, Látókép 2013-2015)

		Csőmagasság (cm)							
Év	Hibrid	45 cm sortávolság				76 cm sortávolság			
		Tőszám (ezer növény ha ⁻¹)							
		50	70	90	Átlag	50	70	90	Átlag
2013	Sarolta	116	111	122	116	121	124	138	128
	P 9578	117	124	123	121	125	135	138	133
	DKC 4014	102	114	125	114	119	128	135	128
	DKC 4025	109	110	113	111	116	121	124	120
	P 9175	109	120	125	118	126	126	138	130
	NK Lucius	129	123	133	129	129	135	140	135
	PR 37M81	127	128	130	128	133	144	148	141
	PR 37N01	119	129	130	126	133	135	126	131
	DKC 4490	115	108	123	115	117	109	122	116
	P 9494	104	119	119	114	119	132	120	123
	Kenéz	119	120	126	122	125	132	123	126
	SY Afinity	139	134	148	141	138	145	152	145
	Átlag	117	120	126	121	125	131	134	130
		<i>SzD5% tőszám = 4,8</i>				<i>SzD5% tőszám = 3,1</i>			
		<i>SzD5% hibrid = 8,0</i>				<i>SzD5% hibrid = 5,9</i>			
		<i>SzD5% tőszám*hibrid = 13,8</i>				<i>SzD5% tőszám*hibrid = 10,2</i>			
2014	Sarolta	107	111	101	106	100	102	103	102
	P 9578	113	114	106	111	103	105	110	106
	DKC 4014	114	108	111	111	101	103	107	104
	DKC 4025	102	98	99	99	91	99	98	96
	P 9175	106	102	104	104	90	99	107	98
	NK Lucius	106	105	96	102	98	103	109	103
	PR 37M81	111	117	108	112	110	112	120	114
	PR 37N01	104	106	104	104	105	99	112	105
	DKC 4490	95	101	99	98	92	97	101	97
	P 9494	93	91	89	91	91	89	77	86
	Kenéz	110	112	109	110	102	102	100	101
	SY Afinity	110	112	102	108	107	115	112	111
	Átlag	106	106	102	105	99	102	105	102
		<i>SzD5% tőszám = 5,3</i>				<i>SzD5% tőszám = 5,6</i>			
		<i>SzD5% hibrid = 5,6</i>				<i>SzD5% hibrid = 5,8</i>			
		<i>SzD5% tőszám*hibrid = 9,7</i>				<i>SzD5% tőszám*hibrid = 10,0</i>			
2015	Sarolta	105	112	118	112	114	120	112	115
	P 9578	113	114	120	116	114	118	115	116
	DKC 4014	103	117	116	112	110	111	112	111
	DKC 4025	98	109	102	103	106	94	105	101
	P 9175	107	113	118	113	108	109	114	110
	NK Lucius	115	118	116	116	110	125	115	117
	PR 37M81	117	125	123	122	121	117	136	125
	PR 37N01	113	113	111	112	108	115	114	112
	DKC 4490	106	109	107	107	105	110	111	109
	P 9494	104	103	104	104	97	99	100	98
	Kenéz	114	124	127	122	118	129	129	125
	SY Afinity	117	122	123	121	111	125	121	119
	Átlag	109	115	116	113	110	114	115	113
		<i>SzD5% tőszám = 8,2</i>				<i>SzD5% tőszám = 6,3</i>			
		<i>SzD5% hibrid = 8,8</i>				<i>SzD5% hibrid = 8,8</i>			
		<i>SzD5% tőszám*hibrid = 15,2</i>				<i>SzD5% tőszám*hibrid = 15,2</i>			

5. melléklet A genotípus, a sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek relatív klorofill tartalmára (Debrecen, Látókép 2013)

Relatív klorofill tartalom									
Sortávolság		45 cm				76 cm			
Hibrid	Mérési időpontok	50	70	Tőszám (ezer növény ha ⁻¹)		50	70	90	Átlag
Sarolta	május 13.	33,0	35,0	34,7	34,2	34,8	35,9	36,4	35,7
	június 18.	54,9	56,5	55,7	55,7	57,7	55,9	55,3	56,3
	július 1.	58,6	58,4	55,8	57,6	62,6	59,9	57,8	60,1
	július 24.	59,7	58,1	55,9	57,9	60,8	57,0	56,0	57,9
	augusztus 22.	44,8	37,2	32,6	38,2	40,6	29,8	26,7	32,4
DKC 4025	május 13.	34,5	34,6	33,9	34,3	35,6	35,2	34,5	35,1
	június 18.	55,2	55,4	54,7	55,1	56,0	55,6	54,8	55,5
	július 1.	57,5	57,4	52,8	55,9	60,3	57,4	57,4	58,3
	július 24.	60,0	55,1	53,7	56,3	58,3	54,8	55,0	56,0
	augusztus 22.	42,8	39,4	34,2	38,8	46,2	38,8	30,4	38,5
P 9175	május 13.	37,7	36,1	37,1	37,0	37,8	38,4	38,2	38,1
	június 18.	60,2	58,7	58,0	59,0	61,0	59,4	59,2	59,9
	július 1.	58,0	59,8	57,7	58,5	59,2	59,8	60,9	60,0
	július 24.	59,4	58,4	56,8	58,2	60,7	58,9	54,5	58,0
	augusztus 22.	41,4	37,5	35,2	38,0	43,8	41,8	31,7	39,1
NK Lucius	május 13.	34,4	34,2	33,6	34,1	34,5	37,1	35,1	35,5
	június 18.	56,8	56,4	57,4	56,9	57,9	55,6	54,7	56,1
	július 1.	59,2	57,3	54,1	56,9	60,8	59,1	56,2	58,7
	július 24.	60,1	57,1	56,9	58,0	58,9	59,0	57,6	58,5
	augusztus 22.	41,4	32,3	27,9	33,9	36,2	36,5	34,5	35,7
P 9494	május 13.	36,0	35,3	35,3	35,5	36,8	37,2	37,5	37,2
	június 18.	58,2	57,3	57,6	57,7	58,5	58,1	56,7	57,8
	július 1.	57,3	57,7	56,5	57,1	58,6	58,8	57,3	58,2
	július 24.	58,5	57,1	58,0	57,9	56,1	58,3	55,1	56,5
	augusztus 22.	39,6	39,7	37,0	38,8	38,0	32,8	41,6	37,5
SY Afinity	május 13.	31,2	31,9	33,4	32,2	33,8	32,8	33,2	33,3
	június 18.	55,2	56,8	56,9	56,3	56,2	57,3	57,4	57,0
	július 1.	56,9	57,7	57,3	57,3	59,3	58,2	55,7	57,8
	július 24.	60,7	58,0	58,6	59,1	59,1	59,0	55,0	57,7
	augusztus 22.	42,0	34,5	31,0	35,8	39,3	32,3	32,8	34,8
május 13.	<i>SzD5% sortávolság = 0,88 SzD5% tőszám = 0,90 SzD5% hibrid = 1,10 SzD5% sortávolság*tőszám = 1,27 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 2,69</i>								
június 18.	<i>SzD5% sortávolság = 0,41 SzD5% tőszám = 0,85 SzD5% hibrid = 0,81 SzD5% sortávolság*tőszám = 1,20 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 1,98</i>								
július 1.	<i>SzD5% sortávolság = 1,08 SzD5% tőszám = 1,08 SzD5% hibrid = 0,96 SzD5% sortávolság*tőszám = 1,53 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 2,34</i>								
július 24.	<i>SzD5% sortávolság = 1,54 SzD5% tőszám = 0,96 SzD5% hibrid = 1,17 SzD5% sortávolság*tőszám = 1,36 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 2,87</i>								
augusztus 22.	<i>SzD5% sortávolság = 2,24 SzD5% tőszám = 2,80 SzD5% hibrid = 4,11 SzD5% sortávolság*tőszám = 3,97 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 10,06</i>								

6. melléklet A genotípus, a sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek relatív klorofill tartalmára (Debrecen, Látókép 2014)

		Relatív klorofill tartalom							
Sortávolság		45 cm				76 cm			
Hibrid	Mérési időpont	Tőszám (ezer növény ha ⁻¹)							
		50	70	90	Átlag	50	70	90	Átlag
Sarolta	május 23	40,5	40,4	38,5	39,8	41,1	38,3	41,4	40,3
	június 18.	49,5	42,4	43,9	45,3	43,5	40,6	39,3	41,2
	július 7.	58,7	60,8	60,0	59,8	61,3	61,7	60,7	61,2
	július 21.	63,1	63,2	63,4	63,2	63,9	64,9	62,0	63,6
	augusztus 19.	57,3	52,1	51,2	53,5	57,5	55,2	51,8	54,8
DKC 4025	május 23	37,7	38,4	38,4	38,2	41,0	35,7	36,4	37,7
	június 18.	45,8	43,9	44,9	44,8	42,4	41,1	42,1	41,9
	július 7.	60,3	60,6	54,8	58,6	61,6	60,4	59,6	60,5
	július 21.	62,0	60,8	59,9	60,9	64,1	60,9	62,8	62,6
	augusztus 19.	57,8	55,5	52,4	55,2	57,5	55,2	53,0	55,2
P 9175	május 23	40,7	40,7	38,5	40,0	38,0	39,4	39,3	38,9
	június 18.	47,6	48,7	46,6	47,6	46,7	44,9	43,9	45,2
	július 7.	59,4	61,0	58,4	59,6	62,4	63,4	62,2	62,7
	július 21.	63,9	61,6	61,9	62,5	65,1	66,4	63,3	64,9
	augusztus 19.	62,2	60,3	56,1	59,5	62,6	60,2	56,0	59,6
NK Lucius	május 23	37,5	38,0	35,9	37,1	37,9	36,6	38,6	37,7
	június 18.	46,1	45,6	45,8	45,8	41,4	42,9	42,6	42,3
	július 7.	61,3	62,0	59,7	61,0	62,6	62,7	63,1	62,8
	július 21.	63,7	64,5	62,5	63,5	66,5	65,1	62,6	64,7
	augusztus 19.	62,1	57,7	53,4	57,7	62,6	60,1	57,6	60,1
P 9494	május 23	39,1	37,5	36,6	37,8	41,4	41,4	37,4	40,1
	június 18.	46,6	45,5	45,2	45,8	44,0	43,6	42,1	43,3
	július 7.	59,7	63,7	58,9	60,8	62,9	63,8	60,2	62,3
	július 21.	62,1	63,6	63,9	63,2	62,3	65,5	65,2	64,3
	augusztus 19.	62,0	57,7	53,7	57,8	61,3	59,2	59,8	60,1
SY Afinity	május 23	35,0	35,2	34,7	35,0	34,1	34,9	34,3	34,4
	június 18.	44,7	45,4	46,7	45,6	40,6	40,5	42,7	41,2
	július 7.	63,2	61,5	59,8	61,5	62,1	63,4	59,2	61,6
	július 21.	65,5	62,2	62,4	63,4	62,5	62,4	64,3	63,1
	augusztus 19.	60,1	56,3	54,5	57,0	62,3	59,3	60,3	60,7
május 23	<i>SzD5% sortávolság = 3,26 SzD5% tőszám = 1,28 SzD5% hibrid = 1,80 SzD5% sortávolság*tőszám = 1,81 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 4,40</i>								
június 18.	<i>SzD5% sortávolság = 5,57 SzD5% tőszám = 0,55 SzD5% hibrid = 1,19 SzD5% sortávolság*tőszám = 0,78 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 2,93</i>								
július 7.	<i>SzD5% sortávolság = 0,97 SzD5% tőszám = 1,25 SzD5% hibrid = 1,17 SzD5% sortávolság*tőszám = 1,77 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 2,86</i>								
július 21.	<i>SzD5% sortávolság = 1,60 SzD5% tőszám = 0,94 SzD5% hibrid = 1,28 SzD5% sortávolság*tőszám = 1,33 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 3,13</i>								
augusztus 19.	<i>SzD5% sortávolság = 0,69 SzD5% tőszám = 1,27 SzD5% hibrid = 1,11 SzD5% sortávolság*tőszám = 1,80 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 2,73</i>								

7. melléklet A genotípus, a sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek relatív klorofill tartalmára (Debrecen, Látókép 2015)

Relatív klorofill tartalom									
Sortávolság		45 cm				76 cm			
Hibrid	Mérési időpont	50	70	Tőszám (ezer növény ha ⁻¹)		50	70	90	Átlag
Sarolta	május 18.	28,0	27,7	28,3	28,0	30,9	31,7	28,9	30,5
	június 18.	36,1	37,5	37,1	36,9	37,9	36,0	36,0	36,6
	július 7	57,9	58,1	57,4	57,8	61,7	56,4	57,5	58,6
	július 15.	61,5	57,8	57,8	59,0	61,0	58,8	56,7	58,8
	augusztus 12.	37,3	39,3	37,0	37,8	48,8	43,4	32,1	41,4
DKC 4025	május 18.	27,7	28,2	28,4	28,1	29,3	28,7	27,7	28,6
	június 18.	37,4	36,1	37,6	37,0	35,6	35,3	35,3	35,4
	július 7	59,4	56,8	56,3	57,5	58,5	56,5	56,1	57,0
	július 15.	58,1	58,4	57,8	58,1	58,5	57,5	56,9	57,7
	augusztus 12.	44,5	46,3	47,4	46,1	50,8	47,0	40,5	46,1
P 9175	május 18.	29,1	29,3	29,4	29,3	30,9	30,4	29,8	30,4
	június 18.	39,4	40,7	40,6	40,2	40,0	40,8	39,5	40,1
	július 7	60,2	58,9	58,4	59,2	61,1	59,2	55,8	58,7
	július 15.	61,6	58,3	58,6	59,5	61,4	59,8	58,5	59,9
	augusztus 12.	56,3	52,1	55,3	54,5	48,6	53,7	47,6	49,9
NK Lucius	május 18.	27,3	27,9	26,8	27,3	27,3	27,6	26,2	27,0
	június 18.	39,6	37,6	37,1	38,1	36,8	36,5	38,7	37,3
	július 7	60,9	59,2	57,4	59,2	61,8	57,7	58,6	59,4
	július 15.	62,1	60,3	59,3	60,6	63,5	61,4	60,3	61,7
	augusztus 12.	51,8	49,3	52,9	51,3	53,0	50,7	40,6	48,1
P 9494	május 18.	29,0	28,3	28,7	28,7	29,3	28,5	28,7	28,8
	június 18.	39,7	39,8	39,5	39,6	39,2	38,3	40,0	39,2
	július 7	58,0	59,3	57,1	58,1	59,9	59,4	56,8	58,7
	július 15.	60,0	60,4	57,9	59,4	61,4	59,8	58,9	60,1
	augusztus 12.	51,9	52,7	50,5	51,7	51,1	54,1	45,6	50,3
SY Afinity	május 18.	27,5	27,7	27,2	27,5	29,5	27,7	27,3	28,1
	június 18.	35,6	37,4	37,8	36,9	37,3	37,7	38,5	37,8
	július 7	56,7	56,5	53,7	55,7	57,6	54,7	52,3	54,9
	július 15.	58,2	58,7	56,8	57,9	60,0	58,7	56,5	58,4
	augusztus 12.	52,7	51,7	52,3	52,2	47,8	45,5	41,8	45,0
május 18.	<i>SzD5% sortávolság = 0,56 SzD5% tőszám = 0,47 SzD5% hibrid = 0,66 SzD5% sortávolság*tőszám = 0,66 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 1,61</i>								
június 18.	<i>SzD5% sortávolság = 0,85 SzD5% tőszám = 1,02 SzD5% hibrid = 1,11 SzD5% sortávolság*tőszám = 1,44 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 2,72</i>								
július 7	<i>SzD5% sortávolság = 2,19 SzD5% tőszám = 0,93 SzD5% hibrid = 0,96 SzD5% sortávolság*tőszám = 1,32 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 2,36</i>								
július 15.	<i>SzD5% sortávolság = 0,91 SzD5% tőszám = 0,70 SzD5% hibrid = 0,80 SzD5% sortávolság*tőszám = 1,00 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 1,96</i>								
augusztus 12.	<i>SzD5% sortávolság = 4,38 SzD5% tőszám = 2,16 SzD5% hibrid = 2,79 SzD5% sortávolság*tőszám = 3,06 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 6,83</i>								

8. melléklet A genotípus, a sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek levélterület-indexére (m² m⁻²) (Debrecen, Látókép 2013)

		Levélterület-index (m ² m ⁻²)							
Sortávolság		45 cm				76 cm			
Hibrid	Mérési időpont	50	70	90	Átlag	50	70	90	Átlag
		Tőszám (ezer növény ha ⁻¹)							
Sarolta	május 13.	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4
	június 18.	1,5	2,0	2,4	2,0	1,9	2,3	2,7	2,3
	július 1.	2,2	3,4	4,1	3,2	2,1	3,0	3,8	2,9
	július 24.	2,9	3,4	3,9	3,4	2,4	3,2	3,8	3,2
	augusztus 22.	1,7	2,0	2,2	2,0	1,8	2,0	2,4	2,1
DKC 4025	május 13.	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4
	június 18.	1,9	2,0	2,6	2,2	2,0	2,2	2,4	2,2
	július 1.	3,1	4,3	4,5	4,0	2,5	3,5	4,1	3,4
	július 24.	3,3	3,6	4,0	3,6	3,0	3,3	3,7	3,3
	augusztus 22.	2,2	2,3	2,4	2,3	2,1	2,3	2,7	2,4
P 9175	május 13.	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4
	június 18.	2,1	2,2	2,8	2,4	2,2	2,7	2,8	2,5
	július 1.	3,2	4,2	4,7	4,0	3,2	3,8	3,8	3,6
	július 24.	3,7	4,0	4,2	4,0	3,3	3,8	3,7	3,6
	augusztus 22.	1,9	2,2	2,2	2,1	2,2	2,6	2,4	2,4
NK Lucius	május 13.	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4
	június 18.	1,9	2,4	2,8	2,3	2,3	2,3	2,8	2,5
	július 1.	3,3	4,5	4,5	3,9	3,3	3,4	4,2	3,6
	július 24.	3,5	4,4	4,0	3,7	3,5	3,4	4,1	3,7
	augusztus 22.	2,3	2,5	2,4	2,3	2,5	2,3	2,7	2,5
P 9494	május 13.	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	június 18.	2,0	2,6	2,8	2,5	2,6	2,8	2,7	2,7
	július 1.	3,6	4,5	4,8	4,3	3,2	3,6	4,1	3,6
	július 24.	3,7	4,4	4,5	4,2	3,4	3,5	3,9	3,6
	augusztus 22.	2,5	2,5	2,3	2,5	2,4	2,5	2,7	2,5
SY Affinity	május 13.	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	június 18.	1,7	2,0	2,0	1,9	2,0	2,2	1,8	2,0
	július 1.	3,1	3,8	4,2	3,7	3,2	3,5	3,7	3,5
	július 24.	3,6	3,8	4,3	3,9	3,1	3,4	3,8	3,4
	augusztus 22.	2,2	2,3	2,2	2,2	2,3	2,4	2,6	2,4
május 13.	SzD5% sortávolság = 0,024 SzD5% tőszám = 0,018 SzD5% hibrid = 0,022 SzD5% sortávolság*tőszám = 0,026 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 0,054								
június 18.	SzD5% sortávolság = 0,13 SzD5% tőszám = 0,16 SzD5% hibrid = 0,12 SzD5% sortávolság*tőszám = 0,22 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 0,30								
július 1.	SzD5% sortávolság = 0,38 SzD5% tőszám = 0,20 SzD5% hibrid = 0,20 SzD5% sortávolság*tőszám = 0,28 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 0,48								
július 24.	SzD5% sortávolság = 0,14 SzD5% tőszám = 0,17 SzD5% hibrid = 0,19 SzD5% sortávolság*tőszám = 0,24 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 0,48								
augusztus 22.	SzD5% sortávolság = 0,18 SzD5% tőszám = 0,08 SzD5% hibrid = 0,15 SzD5% sortávolság*tőszám = 0,11 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 0,36								

9. melléklet A genotípus, a sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek levélterület-indexére (m² m⁻²) (Debrecen, Látókép 2014)

		Levélterület-index (m ² m ⁻²)							
Sortávolság		45 cm				76 cm			
Hibrid	Mérési időpont	Tőszám (ezer növény ha ⁻¹)							
		50	70	90	Átlag	50	70	90	Átlag
Sarolta	május 27.	0,8	1,0	0,7	0,8	0,7	0,8	1,0	0,8
	június 18.	2,3	2,9	3,4	2,8	1,9	2,2	2,6	2,2
	július 7.	3,1	3,3	-	3,1	2,7	3,0	3,8	3,2
	július 21.	2,8	3,3	3,7	3,3	3,0	3,7	4,5	3,7
	augusztus 22.	1,9	2,9	2,8	2,6	2,4	2,7	3,6	2,9
DKC 4025	május 27.	0,8	0,9	0,7	0,8	0,6	0,7	0,7	0,7
	június 18.	2,4	3,0	3,1	2,8	2,2	2,2	2,7	2,4
	július 7.	3,6	3,5	-	3,4	2,9	3,5	3,9	3,4
	július 21.	3,5	3,7	3,7	3,7	2,9	3,8	4,4	3,7
	augusztus 22.	2,8	3,1	3,2	3,0	2,6	3,1	3,9	3,2
P 9175	május 27.	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	0,7
	június 18.	2,3	3,0	2,7	2,7	2,1	2,1	2,7	2,3
	július 7.	4,0	3,5	-	3,7	2,9	3,3	3,8	3,4
	július 21.	3,7	3,5	4,0	3,7	3,2	4,0	4,5	3,9
	augusztus 22.	3,1	2,9	3,2	3,1	2,6	3,2	4,0	3,3
NK Lucius	május 27.	0,8	0,9	0,6	0,8	0,6	0,6	0,7	0,6
	június 18.	2,7	2,8	3,3	2,9	1,7	2,2	2,5	2,1
	július 7.	3,6	3,3	-	3,3	2,7	3,3	3,8	3,2
	július 21.	3,8	3,7	4,0	3,8	3,1	4,0	4,3	3,8
	augusztus 22.	3,2	3,2	3,3	3,2	2,7	3,1	3,4	3,1
P 9494	május 27.	0,7	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6
	június 18.	2,4	3,0	3,4	2,9	2,3	2,7	2,0	2,3
	július 7.	3,4	3,2	-	3,2	3,1	3,7	3,5	3,4
	július 21.	3,3	3,8	4,0	3,7	3,4	4,1	4,3	3,9
	augusztus 22.	3,0	3,2	3,1	3,1	2,9	3,1	3,8	3,3
SY Afinity	május 27.	0,8	0,7	0,5	0,7	0,6	0,8	0,5	0,7
	június 18.	2,4	2,8	3,2	2,8	2,0	2,4	1,8	2,1
	július 7.	3,1	3,0	-	3,0	3,0	3,2	3,4	3,2
	július 21.	2,8	3,1	3,5	3,2	3,2	3,7	4,4	3,8
	augusztus 22.	2,5	2,7	3,1	2,8	2,7	3,1	3,9	3,3
május 27.	<i>SzD5% sortávolság = 0,129 SzD5% tőszám = 0,084 SzD5% hibrid = 0,057 SzD5% sortávolság*tőszám = 0,118 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 0,140</i>								
június 18.	<i>SzD5% sortávolság = 0,31 SzD5% tőszám = 0,20 SzD5% hibrid = 0,17 SzD5% sortávolság*tőszám = 0,28 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 0,42</i>								
július 7.	<i>SzD5% sortávolság = 0,26 SzD5% tőszám = 0,18 SzD5% hibrid = 0,13 SzD5% sortávolság*tőszám = 0,25 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 0,31</i>								
július 21.	<i>SzD5% sortávolság = 0,17 SzD5% tőszám = 0,19 SzD5% hibrid = 0,23 SzD5% sortávolság*tőszám = 0,27 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 0,56</i>								
augusztus 22.	<i>SzD5% sortávolság = 0,14 SzD5% tőszám = 0,18 SzD5% hibrid = 0,20 SzD5% sortávolság*tőszám = 0,26 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 0,48</i>								

10. melléklet A genotípus, a sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek levélterület-indexére (m² m⁻²) (Debrecen, Látókép 2015)

		Levélterület-index (m ² m ⁻²)							
Sortávolság		45 cm				76 cm			
Hibrid	Mérési időpontok	50	70	90	Átlag	50	70	90	Átlag
		Tőszám (ezer növény ha ⁻¹)							
Sarolta	május 18	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2
	június 18	2,0	2,3	2,3	2,2	2,1	2,6	2,7	2,5
	július 6	3,1	3,3	3,9	3,4	2,6	3,4	3,8	3,3
	július 15	3,8	4,2	4,5	4,2	3,2	3,5	4,0	3,6
	augusztus 12	3,5	3,7	4,1	3,8	3,0	3,2	3,1	3,1
DKC 4025	május 18	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	június 18	2,4	3,2	3,1	2,9	2,3	2,5	2,9	2,5
	július 6	4,5	4,8	4,6	4,6	3,8	3,5	4,3	3,9
	július 15	4,4	5,0	5,6	5,0	3,6	3,9	4,8	4,1
	augusztus 12	3,7	4,1	4,5	4,1	2,7	3,5	3,5	3,2
P 9175	május 18	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2
	június 18	2,3	3,0	3,0	2,8	2,2	2,4	2,6	2,4
	július 6	3,7	4,7	4,8	4,4	3,5	3,8	4,1	3,8
	július 15	4,3	4,8	5,1	4,8	3,8	4,2	4,1	4,0
	augusztus 12	3,6	4,4	4,4	4,1	3,1	3,7	3,4	3,4
NK Lucius	május 18	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2
	június 18	2,8	3,0	3,3	3,0	2,4	2,5	3,0	2,6
	július 6	4,3	4,5	5,0	4,6	4,0	4,0	4,3	4,1
	július 15	4,0	4,5	5,3	4,6	4,1	4,6	4,4	4,4
	augusztus 12	3,7	4,1	4,3	4,1	3,5	3,6	3,5	3,5
P 9494	május 18	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	június 18	2,5	2,9	3,2	2,9	2,0	2,7	2,7	2,5
	július 6	4,4	4,5	4,8	4,6	3,5	4,0	4,3	3,9
	július 15	4,8	5,1	5,2	5,0	4,0	4,4	4,5	4,3
	augusztus 12	4,0	4,3	4,9	4,4	3,4	3,7	3,8	3,6
SY Afinity	május 18	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	június 18	2,2	2,7	3,3	2,7	2,0	2,4	2,6	2,3
	július 6	3,5	4,1	4,7	4,1	3,3	4,1	4,4	3,9
	július 15	4,2	4,5	5,2	4,6	3,4	4,0	4,4	3,9
	augusztus 12	3,4	4,0	4,4	3,9	3,2	3,3	3,6	3,4
május 18	<i>SzD5% sortávolság = 0,030 SzD5% tőszám = 0,021 SzD5% hibrid = 0,025 SzD5% sortávolság*tőszám = 0,030 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 0,062</i>								
június 18	<i>SzD5% sortávolság = 0,11 SzD5% tőszám = 0,16 SzD5% hibrid = 0,18 SzD5% sortávolság*tőszám = 0,22 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 0,44</i>								
július 6	<i>SzD5% sortávolság = SzD5% tőszám = SzD5% hibrid = SzD5% sortávolság*tőszám = SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid =</i>								
július 15	<i>SzD5% sortávolság = 0,11 SzD5% tőszám = 0,17 SzD5% hibrid = 0,23 SzD5% sortávolság*tőszám = 0,24 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 0,57</i>								
augusztus 12	<i>SzD5% sortávolság = 0,07 SzD5% tőszám = 0,18 SzD5% hibrid = 0,20 SzD5% sortávolság*tőszám = 0,25 SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid = 0,48</i>								

11. melléklet A genotípus, a sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek csőhosszára (cm) (Debrecen, Látókép 2013-2015)

		Csőhossz (cm)							
Év	Hibrid	45 cm sortávolság				76 cm sortávolság			
		Tőszám (ezer növény ha ⁻¹)							
		50	70	90	Átlag	50	70	90	Átlag
2013	Sarolta	19,8	20,4	19,9	20,0	20,8	18,8	19,2	19,6
	P 9578	18,4	16,9	17,0	17,4	18,8	16,8	17,1	17,5
	DKC 4014	22,1	22,5	20,2	21,6	21,1	21,4	20,2	20,9
	DKC 4025	20,3	19,4	18,7	19,5	20,8	18,9	17,5	19,0
	P 9175	21,4	20,6	19,6	20,5	20,7	20,8	20,4	20,6
	NK Lucius	19,3	17,7	17,7	18,2	19,3	18,4	18,0	18,6
	PR 37M81	17,9	17,3	16,3	17,2	17,1	17,1	16,6	16,9
	PR 37N01	21,0	21,2	19,5	20,6	20,9	20,9	17,9	19,9
	DKC 4490	20,2	18,4	18,0	18,8	20,3	19,5	19,6	19,8
	P 9494	18,7	19,6	19,4	19,2	20,3	19,2	17,7	19,1
	Kenéz	20,2	19,6	18,9	19,6	20,2	20,4	18,2	19,6
	SY Afinity	20,5	19,7	20,2	20,1	21,2	19,5	19,7	20,1
	Átlag	20,0	19,4	18,8	19,4	20,1	19,3	18,5	19,3
		<i>SzD5% tőszám = 0,6</i>				<i>SzD5% tőszám = 0,1</i>			
		<i>SzD5% hibrid = 1,1</i>				<i>SzD5% hibrid = 1,2</i>			
		<i>SzD5% tőszám*hibrid = 1,9</i>				<i>SzD5% tőszám*hibrid = 2,0</i>			
2014	Sarolta	20,7	17,9	17,1	18,6	18,2	19,6	15,6	17,8
	P 9578	17,7	17,0	16,5	17,1	16,3	17,2	15,9	16,5
	DKC 4014	20,0	20,5	18,7	19,7	18,4	22,0	19,7	20,0
	DKC 4025	19,6	18,6	16,4	18,2	21,1	21,2	19,5	20,6
	P 9175	20,1	19,9	16,5	18,8	20,6	19,5	19,1	19,7
	NK Lucius	18,2	17,2	16,9	17,4	19,1	19,6	19,2	19,3
	PR 37M81	18,1	17,2	16,1	17,1	18,6	17,7	18,3	18,2
	PR 37N01	20,1	18,4	17,6	18,7	21,0	19,9	18,9	19,9
	DKC 4490	18,6	18,9	16,2	17,9	20,8	19,7	19,3	19,9
	P 9494	18,8	18,4	17,2	18,1	19,0	19,5	18,2	18,9
	Kenéz	18,0	16,2	15,0	16,4	20,1	18,5	17,6	18,7
	SY Afinity	19,4	18,8	17,9	18,7	20,1	20,1	17,5	19,2
	Átlag	19,1	18,2	16,8	18,1	19,4	19,5	18,2	19,1
		<i>SzD5% tőszám = 1,7</i>				<i>SzD5% tőszám = 0,9</i>			
		<i>SzD5% hibrid = 1,6</i>				<i>SzD5% hibrid = 1,4</i>			
		<i>SzD5% tőszám*hibrid = 2,8</i>				<i>SzD5% tőszám*hibrid = 2,4</i>			
2015	Sarolta	20,1	19,7	18,8	19,6	19,8	19,4	18,2	19,1
	P 9578	18,2	18,7	17,2	18,0	19,0	19,1	18,8	19,0
	DKC 4014	20,8	21,3	19,6	20,6	22,4	20,9	19,7	21,0
	DKC 4025	21,1	19,6	18,2	19,6	22,1	20,0	18,8	20,3
	P 9175	20,4	19,8	17,7	19,3	20,8	20,5	19,3	20,2
	NK Lucius	18,8	17,7	18,1	18,2	20,4	17,9	17,8	18,7
	PR 37M81	18,7	19,3	18,3	18,8	20,1	19,1	18,2	19,2
	PR 37N01	20,2	20,2	17,8	19,4	20,2	19,1	17,3	18,9
	DKC 4490	20,5	18,5	18,1	19,0	21,3	19,8	17,8	19,6
	P 9494	19,7	18,4	16,8	18,3	19,9	19,8	18,3	19,4
	Kenéz	20,8	18,8	17,0	18,9	20,5	18,5	18,2	19,1
	SY Afinity	19,8	18,5	16,6	18,3	19,5	17,7	18,3	18,5
	Átlag	19,9	19,2	17,9	19,0	20,5	19,3	18,4	19,4
		<i>SzD5% tőszám = 0,90</i>				<i>SzD5% tőszám = 0,2</i>			
		<i>SzD5% hibrid = 0,87</i>				<i>SzD5% hibrid = 0,9</i>			
		<i>SzD5% tőszám*hibrid = 1,50</i>				<i>SzD5% tőszám*hibrid = 1,5</i>			

12. melléklet A genotípus, a sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek csóátmérőjére (cm) (Debrecen, Látókép 2013-2015)

		Csóátmérő (cm)							
Év	Hibrid	45 cm sortávolság				76 cm sortávolság			
		Tőszám (ezer növény ha ⁻¹)							
		50	70	90	Átlag	50	70	90	Átlag
2013	Sarolta	4,8	4,8	4,5	4,7	4,7	4,7	4,6	4,7
	P 9578	4,7	4,8	4,7	4,7	4,9	4,7	4,7	4,8
	DKC 4014	4,9	4,7	4,5	4,7	4,8	4,8	4,7	4,8
	DKC 4025	4,9	4,9	4,7	4,8	5,0	4,9	4,7	4,9
	P 9175	5,0	5,1	5,2	5,1	5,1	5,2	5,0	5,1
	NK Lucius	5,2	5,0	4,8	5,0	5,1	5,1	5,1	5,1
	PR 37M81	4,5	4,6	4,4	4,5	4,5	4,6	4,6	4,6
	PR 37N01	5,2	5,0	4,8	5,0	5,0	4,9	4,8	4,9
	DKC 4490	5,1	4,8	4,8	4,9	5,0	4,9	4,9	4,9
	P 9494	4,9	5,0	5,1	5,0	5,0	5,0	4,9	5,0
	Kenéz	5,3	5,1	4,8	5,1	5,2	5,3	4,9	5,1
	SY Afinity	5,5	5,3	5,5	5,4	5,3	5,2	5,1	5,2
	Átlag	5,0	4,9	4,8	4,9	5,0	4,9	4,8	4,9
		<i>SzD5% tőszám = 0,1</i>				<i>SzD5% tőszám = 0,01</i>			
		<i>SzD5% hibrid = 0,2</i>				<i>SzD5% hibrid = 0,2</i>			
		<i>SzD5% tőszám*hibrid = 0,4</i>				<i>SzD5% tőszám*hibrid = 0,3</i>			
2014	Sarolta	5,0	4,6	4,6	4,7	4,8	4,7	4,9	4,8
	P 9578	4,8	4,9	4,8	4,8	4,8	5,1	4,8	4,9
	DKC 4014	4,6	4,7	4,5	4,6	4,8	5,0	4,8	4,9
	DKC 4025	5,0	4,9	4,6	4,8	5,2	5,3	4,9	5,1
	P 9175	5,2	5,2	4,8	5,1	5,4	5,4	5,4	5,4
	NK Lucius	5,2	5,1	4,9	5,1	5,4	5,1	5,2	5,2
	PR 37M81	4,5	4,6	4,7	4,6	4,9	5,1	4,9	4,9
	PR 37N01	5,2	4,8	4,8	4,9	5,1	5,0	5,3	5,1
	DKC 4490	5,1	5,1	4,6	4,9	5,4	5,1	5,3	5,3
	P 9494	4,8	5,1	4,9	4,9	5,1	5,2	5,4	5,2
	Kenéz	5,2	4,9	4,9	5,0	5,4	5,4	5,2	5,3
	SY Afinity	5,3	5,2	4,9	5,1	5,5	5,6	5,4	5,5
	Átlag	5,0	4,9	4,7	4,9	5,1	5,2	5,1	5,1
		<i>SzD5% tőszám = 0,3</i>				<i>SzD5% tőszám = 0,1</i>			
		<i>SzD5% hibrid = 0,2</i>				<i>SzD5% hibrid = 0,3</i>			
		<i>SzD5% tőszám*hibrid = 0,3</i>				<i>SzD5% tőszám*hibrid = 0,5</i>			
2015	Sarolta	4,6	4,6	4,4	4,5	4,5	4,5	4,2	4,4
	P 9578	4,5	4,7	4,4	4,5	4,7	4,7	4,6	4,7
	DKC 4014	4,4	4,4	4,5	4,4	4,8	4,5	4,3	4,5
	DKC 4025	4,8	4,4	4,3	4,5	5,1	4,7	4,3	4,7
	P 9175	5,2	4,9	4,7	4,9	5,0	5,1	4,9	5,0
	NK Lucius	4,8	4,5	4,7	4,7	4,8	4,6	4,6	4,7
	PR 37M81	4,5	4,5	4,3	4,4	4,6	4,4	4,3	4,4
	PR 37N01	4,9	4,8	4,7	4,8	4,9	4,8	4,3	4,7
	DKC 4490	4,5	4,6	4,4	4,5	4,8	4,6	4,4	4,6
	P 9494	5,1	4,7	4,6	4,8	5,1	5,0	4,7	4,9
	Kenéz	5,2	4,7	4,6	4,8	5,2	4,8	4,5	4,8
	SY Afinity	5,1	4,9	4,7	4,9	5,1	4,6	4,7	4,8
	Átlag	4,8	4,6	4,5	4,6	4,9	4,7	4,5	4,7
		<i>SzD5% tőszám = 0,18</i>				<i>SzD5% tőszám = 0,1</i>			
		<i>SzD5% hibrid = 0,14</i>				<i>SzD5% hibrid = 0,2</i>			
		<i>SzD5% tőszám*hibrid = 0,24</i>				<i>SzD5% tőszám*hibrid = 0,4</i>			

13. melléklet A genotípus, a sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek sorok számára
(darab cső⁻¹) (Debrecen, Látókép 2013-2015)

		Sorok száma (darab cső ⁻¹)							
Év	Hibrid	45 cm sortávolság				76 cm sortávolság			
		Tőszám (ezer növény ha ⁻¹)							
		50	70	90	Átlag	50	70	90	Átlag
2014	Sarolta	19	17	18	18	17	16	19	17
	P 9578	15	16	15	15	16	17	16	16
	DKC 4014	17	15	15	15	16	16	15	16
	DKC 4025	18	18	17	17	18	18	17	17
	P 9175	15	15	15	15	15	15	15	15
	NK Lucius	18	17	17	17	18	18	16	17
	PR 37M81	15	15	16	15	17	15	16	16
	PR 37N01	17	16	16	16	15	16	16	16
	DKC 4490	17	19	16	17	17	17	17	17
	P 9494	15	17	17	16	16	16	17	16
	Kenéz	19	19	19	19	19	17	19	18
	SY Afinity	16	19	18	17	18	17	17	17
Átlag		16	17	16	16	17	16	16	16
<i>SzD5% sortávolság= 0,22; SzD5% tőszám= 0,33; SzD5% hibrid= 0,98</i> <i>SzD5% sortávolság*tőszám= 0,47</i> <i>SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid= 2,41</i>									
2015	Sarolta	17	18	16	17	16	15	16	16
	P 9578	16	15	14	15	16	15	14	15
	DKC 4014	15	16	16	15	16	16	16	16
	DKC 4025	17	16	16	17	19	17	17	17
	P 9175	15	14	15	15	15	15	16	15
	NK Lucius	17	15	16	16	16	19	17	17
	PR 37M81	14	15	15	15	15	16	15	15
	PR 37N01	17	16	17	17	17	17	16	16
	DKC 4490	15	15	17	16	16	16	16	16
	P 9494	18	16	17	17	16	17	15	16
	Kenéz	20	18	19	19	19	19	18	19
	SY Afinity	18	18	18	18	17	16	18	17
Átlag		16	16	16	16	17	16	16	16
<i>SzD5% sortávolság= 0,06; SzD5% tőszám= 0,51; SzD5% hibrid= 0,75</i> <i>SzD5% sortávolság*tőszám= 0,72</i> <i>SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid= 1,84</i>									

14. melléklet A genotípus, a sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek soronkénti szemek számára (darab sor⁻¹) (Debrecen, Látókép 2013-2015)

Soronkénti szemek száma (darab sor ⁻¹)									
Év	Hibrid	45 cm sortávolság				76 cm sortávolság			
		Tőszám (ezer növény ha ⁻¹)							
		50	70	90	Átlag	50	70	90	Átlag
2014	Sarolta	43	38	39	40	38	41	30	36
	P 9578	41	38	36	38	36	39	35	36
	DKC 4014	40	47	40	42	35	47	40	40
	DKC 4025	40	39	33	37	43	39	40	41
	P 9175	45	41	34	40	42	42	44	43
	NK Lucius	39	37	36	38	38	42	40	40
	PR 37M81	41	38	35	38	40	39	39	39
	PR 37N01	40	39	36	39	41	38	38	39
	DKC 4490	38	37	32	35	43	38	39	40
	P 9494	43	38	37	39	43	41	39	41
	Kenéz	39	36	34	36	42	40	38	40
	SY Afinity	40	39	39	39	40	42	35	39
Átlag	41	39	36	38	40	40	38	39	
<i>SzD5% sortávolság= 4,2; SzD5% tőszám= 1,9; SzD5% hibrid= 3,0</i> <i>SzD5% sortávolság*tőszám= 2,7</i> <i>SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid= 7,3</i>									
2015	Sarolta	41	36	34	37	38	38	35	37
	P 9578	37	38	37	37	41	42	41	41
	DKC 4014	38	39	34	37	44	41	39	41
	DKC 4025	39	36	31	36	39	38	36	37
	P 9175	44	43	34	40	42	43	40	42
	NK Lucius	37	33	34	35	42	37	36	38
	PR 37M81	39	40	39	39	42	40	38	40
	PR 37N01	39	39	33	37	39	37	33	36
	DKC 4490	39	36	29	34	40	38	33	37
	P 9494	38	38	35	37	40	42	38	40
	Kenéz	41	37	32	37	40	38	36	38
	SY Afinity	43	40	36	40	39	39	38	39
Átlag	39	38	34	37	40	39	37	39	
<i>SzD5% sortávolság= 0,3; SzD5% tőszám= 1,0; SzD5% hibrid= 1,7</i> <i>SzD5% sortávolság*tőszám= 1,5</i> <i>SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid= 4,2</i>									

15. melléklet A genotípus, a sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek szem: csutka arányára (Debrecen, Látókép 2013-2015)

		Szem: csutka arány							
Év	Hibrid	45 cm sortávolság				76 cm sortávolság			
		Tőszám (ezer növény ha ⁻¹)							
		50	70	90	Átlag	50	70	90	Átlag
2013	Sarolta	86:14	84:16	84:16	85:15	85:15	85:15	84:16	85:15
	P 9578	90:10	90:10	90:10	90:10	90:10	90:10	90:10	90:10
	DKC 4014	90:10	89:11	90:10	90:10	89:11	89:11	90:10	89:11
	DKC 4025	90:10	91:9	91:9	91:9	90:10	90:10	90:10	90:10
	P 9175	87:13	88:12	89:11	88:12	88:12	88:12	88:12	88:12
	NK Lucius	88:12	88:12	88:12	88:12	87:13	88:12	88:12	88:12
	PR 37M81	90:10	90:10	90:10	90:10	89:11	90:10	90:10	90:10
	PR 37N01	87:13	88:12	89:11	88:12	87:13	88:12	89:11	88:12
	DKC 4490	89:11	90:10	90:10	90:10	89:11	89:11	90:10	89:11
	P 9494	88:12	89:11	89:11	89:11	87:13	89:11	89:11	88:12
	Kenéz	87:13	87:13	87:13	87:13	86:14	87:13	87:13	87:13
	SY Afinity	89:11	89:11	90:10	89:11	89:11	89:11	90:10	89:11
	Átlag	88:12	89:11	89:11	89:11	88:12	88:12	89:11	88:12
2014	Sarolta	86:14	87:13	86:14	86:14	86:14	87:13	85:15	86:14
	P 9578	90:10	90:10	90:10	90:10	90:10	90:10	90:10	90:10
	DKC 4014	92:8	90:10	90:10	91:9	90:10	90:10	90:10	90:10
	DKC 4025	90:10	91:9	92:8	91:9	91:9	90:10	91:9	91:9
	P 9175	88:12	89:11	89:11	89:11	87:13	88:12	89:11	88:12
	NK Lucius	86:14	88:12	88:12	88:12	88:12	88:12	88:12	88:12
	PR 37M81	91:9	90:10	89:11	90:10	89:11	88:12	90:10	89:11
	PR 37N01	86:14	89:11	88:12	88:12	86:14	88:12	88:12	87:13
	DKC 4490	90:10	90:10	90:10	90:10	90:10	90:10	91:9	90:10
	P 9494	88:12	89:11	89:11	89:11	89:11	88:12	90:10	89:11
	Kenéz	88:12	87:13	87:13	87:13	87:13	88:12	88:12	88:12
	SY Afinity	89:11	90:10	90:10	89:11	89:11	89:11	89:11	89:11
	Átlag	89:11	89:11	89:11	89:11	88:12	89:11	89:11	89:11
2015	Sarolta	86:14	85:15	84:16	85:15	84:16	85:15	84:16	84:16
	P 9578	89:11	90:10	90:10	90:10	89:11	89:11	90:10	89:11
	DKC 4014	88:12	87:13	89:11	88:12	88:12	88:12	89:11	88:12
	DKC 4025	89:11	89:11	89:11	89:11	89:11	90:10	89:11	89:11
	P 9175	87:13	88:12	89:11	88:12	87:13	87:13	88:12	87:13
	NK Lucius	87:13	88:12	87:13	87:13	87:13	88:12	88:12	88:12
	PR 37M81	89:11	90:10	89:11	89:11	88:12	88:12	90:10	89:11
	PR 37N01	87:13	88:12	89:11	88:12	86:14	89:11	88:12	88:12
	DKC 4490	87:13	89:11	87:13	88:12	88:12	88:12	88:12	88:12
	P 9494	86:14	88:12	89:11	88:12	87:13	86:14	88:12	87:13
	Kenéz	86:14	86:14	85:15	86:14	86:14	85:15	85:15	85:15
	SY Afinity	86:14	88:12	89:11	88:12	87:13	88:12	88:12	88:12
	Átlag	87:13	88:12	88:12	87:13	88:12	88:12	88:12	88:12

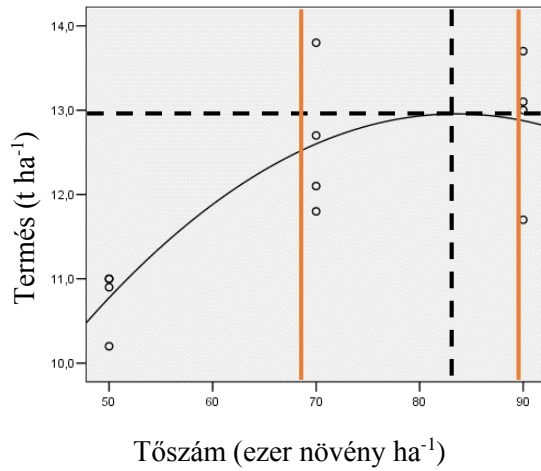
16. melléklet A genotípus, a sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek termésmennyiségére (t ha⁻¹) (Debrecen, Látókép 2013-2015)

		Termésmennyiség (t ha ⁻¹)							
Év	Hibrid	45 cm sortávolság				76 cm sortávolság			
		Tőszám (ezer növény ha ⁻¹)							
		50	70	90	Átlag	50	70	90	Átlag
2013	Sarolta	10,8	12,6	12,9	12,1	11,9	12,0	11,8	11,9
	P 9578	13,7	15,5	16,3	15,2	12,5	15,0	13,8	13,8
	DKC 4014	13,0	13,2	14,8	13,7	12,2	13,8	12,8	12,9
	DKC 4025	11,9	12,3	11,6	12,0	11,9	12,6	13,7	12,8
	P 9175	14,1	16,8	17,6	16,2	15,9	15,9	15,2	15,7
	NK Lucius	12,1	14,0	13,7	13,3	13,4	12,9	13,8	13,4
	PR 37M81	12,5	12,9	14,4	13,2	13,0	12,5	13,2	12,9
	PR 37N01	13,3	16,1	17,1	15,5	13,8	15,4	16,3	15,2
	DKC 4490	11,7	12,2	12,9	12,3	11,9	12,8	13,2	12,6
	P 9494	16,7	17,5	17,7	17,3	15,1	15,6	14,3	15,0
	Kenéz	11,3	12,4	13,9	12,5	11,4	11,9	12,4	11,9
	SY Afinity	13,6	14,6	16,9	15,0	14,7	15,4	15,9	15,3
Átlag		12,9	14,2	15,0	14,0	13,1	13,8	13,9	13,6
<i>SzD5% sortávolság= 0,65; SzD5% tőszám= 0,29; SzD5% hibrid=0,55</i>									
<i>SzD5% sortávolság*tőszám= 0,41; SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid= 1,35</i>									
2014	Sarolta	10,3	10,1	9,6	10,0	9,6	11,0	12,1	10,9
	P 9578	15,1	13,2	12,4	13,6	14,3	14,5	14,8	14,5
	DKC 4014	12,5	11,5	10,9	11,6	12,3	13,6	14,7	13,6
	DKC 4025	11,8	11,5	10,4	11,2	11,0	13,1	13,9	12,7
	P 9175	13,2	13,3	13,3	13,3	13,1	14,2	15,5	14,3
	NK Lucius	10,8	11,2	10,4	10,8	11,1	13,3	14,0	12,8
	PR 37M81	11,6	12,2	11,7	11,9	12,0	13,4	14,1	13,2
	PR 37N01	11,9	13,1	13,2	12,7	12,6	13,8	16,3	14,2
	DKC 4490	11,3	10,7	9,8	10,6	11,3	12,7	13,8	12,6
	P 9494	12,4	12,5	12,1	12,3	14,3	15,0	14,0	14,4
	Kenéz	9,8	10,1	10,2	10,0	10,2	11,3	13,1	11,5
	SY Afinity	12,5	13,3	9,3	11,7	13,2	15,1	15,3	14,5
Átlag		11,9	11,9	11,1	11,6	12,1	13,4	14,3	13,3
<i>SzD5% sortávolság= 0,79; SzD5% tőszám= 0,41; SzD5% hibrid= 0,43</i>									
<i>SzD5% sortávolság*tőszám= 0,58; SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid= 1,06</i>									
2015	Sarolta	6,9	7,7	8,2	7,6	7,9	8,0	7,3	7,7
	P 9578	11,7	11,9	12,0	11,8	12,3	12,3	11,6	12,1
	DKC 4014	8,8	8,7	9,4	9,0	9,8	10,5	9,8	10,0
	DKC 4025	8,7	9,2	8,8	8,9	9,4	11,0	10,1	10,2
	P 9175	10,2	10,9	9,9	10,3	10,7	11,3	10,3	10,7
	NK Lucius	9,7	9,5	10,5	9,9	10,1	10,8	10,3	10,4
	PR 37M81	7,9	8,3	8,7	8,3	9,3	9,8	9,6	9,6
	PR 37N01	10,7	11,6	11,8	11,4	10,5	12,0	11,3	11,2
	DKC 4490	8,2	9,0	8,7	8,6	9,3	10,3	9,2	9,6
	P 9494	10,1	10,6	9,4	10,0	10,8	11,6	10,2	10,9
	Kenéz	8,7	9,5	10,0	9,4	9,5	9,5	8,7	9,3
	SY Afinity	9,1	9,7	9,8	9,5	10,3	9,9	9,8	10,0
Átlag		9,2	9,7	9,8	9,6	10,0	10,6	9,9	10,1
<i>SzD5% sortávolság= 0,26; SzD5% tőszám= 0,35; SzD5% hibrid=0,34</i>									
<i>SzD5% sortávolság*tőszám= 0,50; SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid= 0,83</i>									

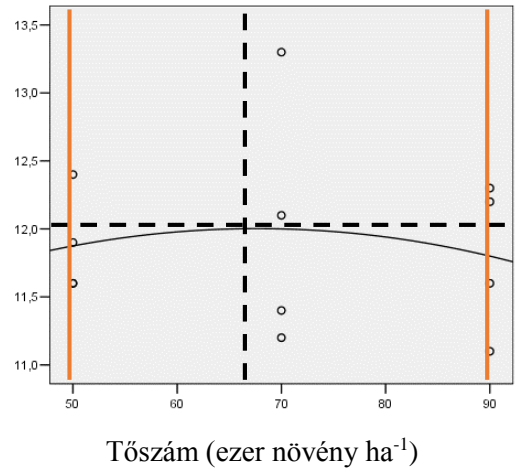
17. melléklet A Sarolta hibrid tőszám optimuma és tőszám optimum intervalluma
(Debrecen, Látókép 2013-2015)

2013

45 cm sortávolság

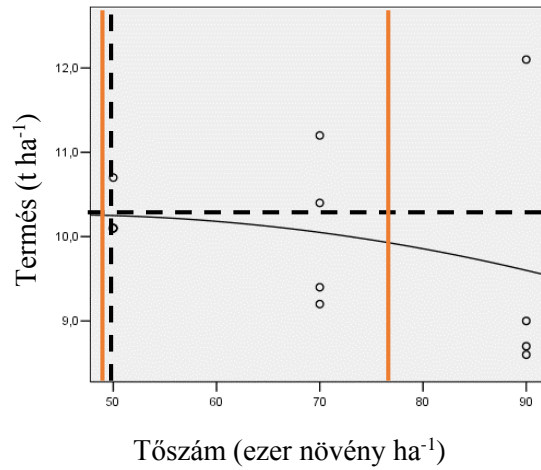


76 cm sortávolság

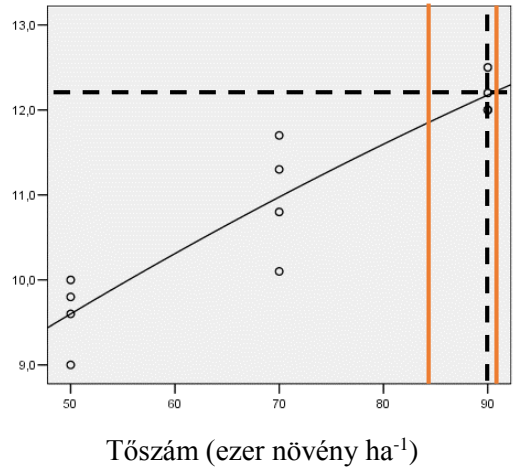


2014

45 cm sortávolság

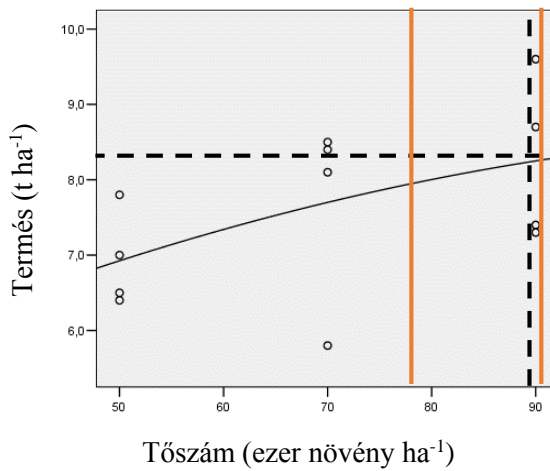


76 cm sortávolság

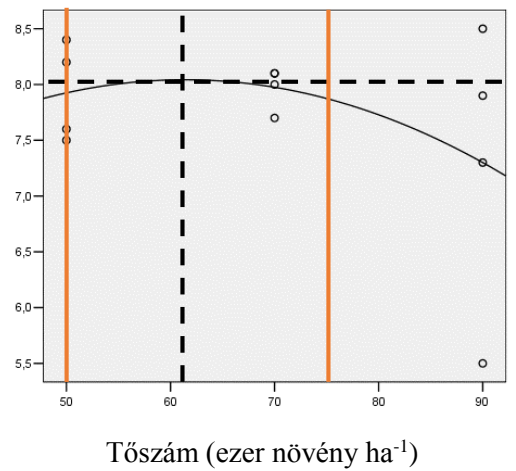


2015

45 cm sortávolság



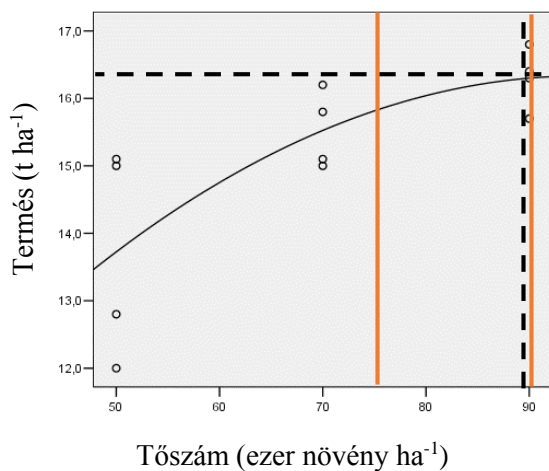
76 cm sortávolság



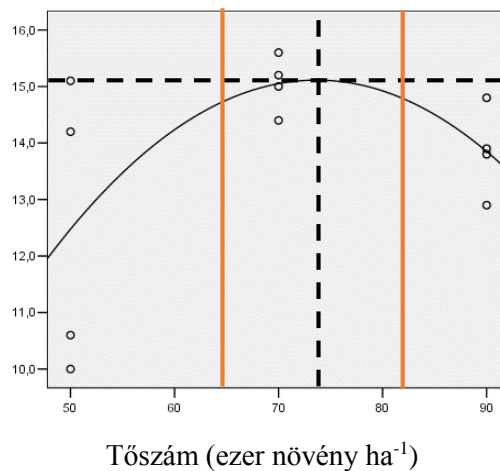
18. melléklet A P 9578 hibrid tőszám optimuma és tőszám optimum intervalluma
(Debrecen, Látókép 2013-2015)

2013

45 cm sortávolság

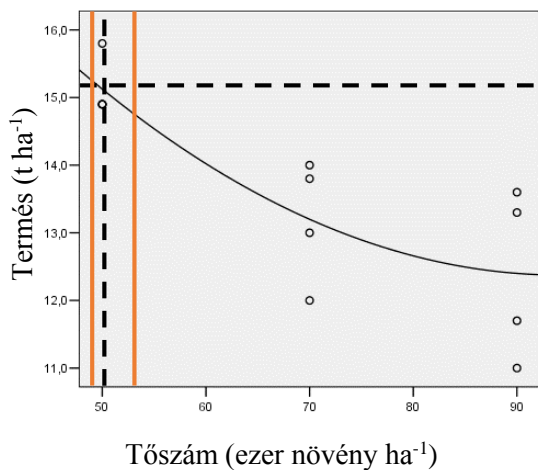


76 cm sortávolság

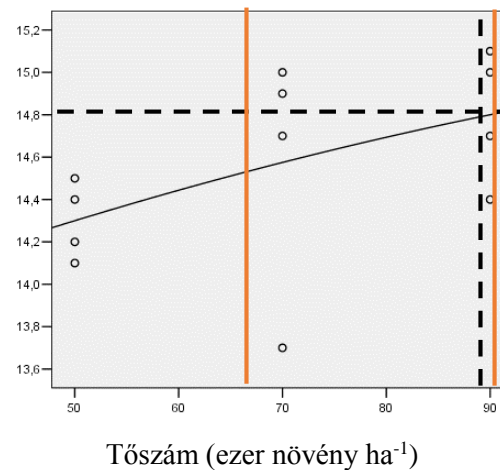


2014

45 cm sortávolság

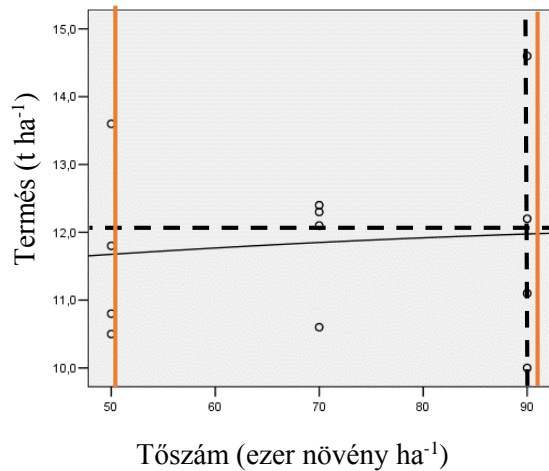


76 cm sortávolság

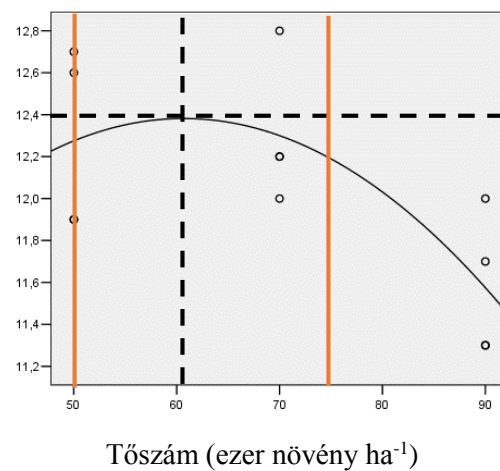


2015

45 cm sortávolság



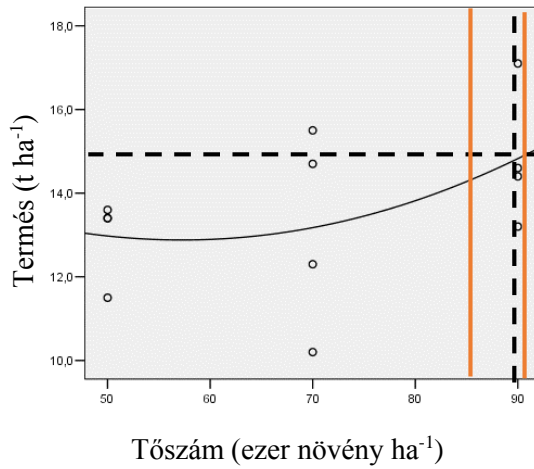
76 cm sortávolság



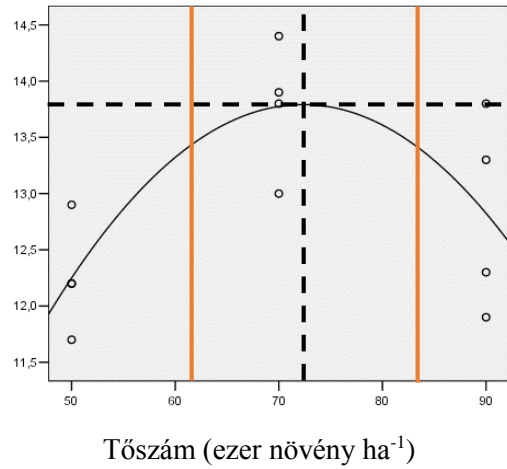
19. melléklet A DKC 4014 hibrid tőszám optimuma és tőszám optimum intervalluma
(Debrecen, Látókép 2013-2015)

2013

45 cm sortávolság

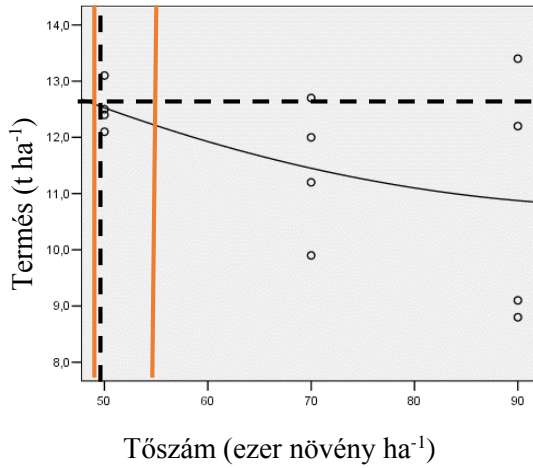


76 cm sortávolság

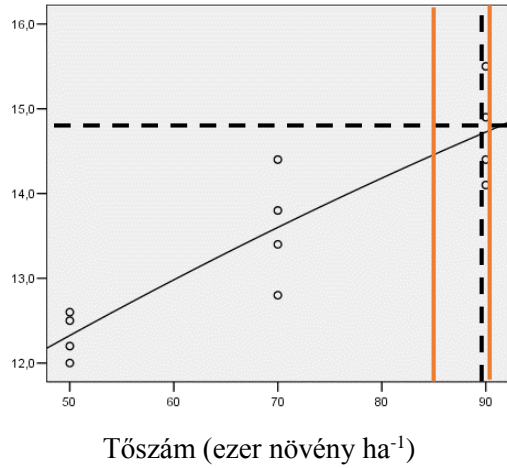


2014

45 cm sortávolság

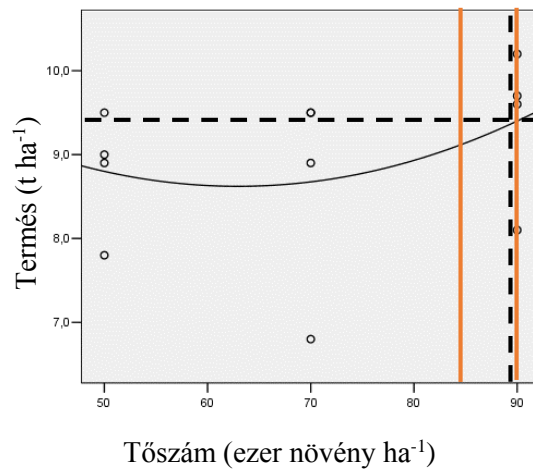


76 cm sortávolság

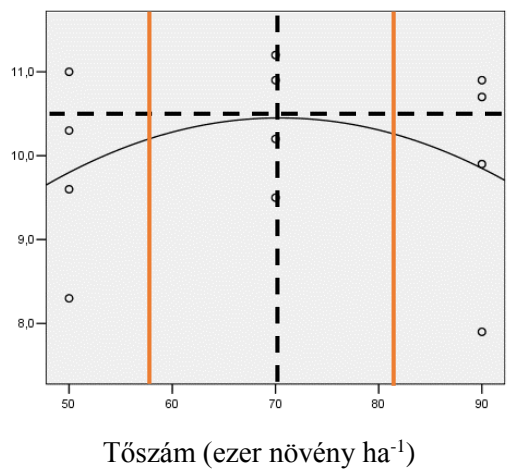


2015

45 cm sortávolság



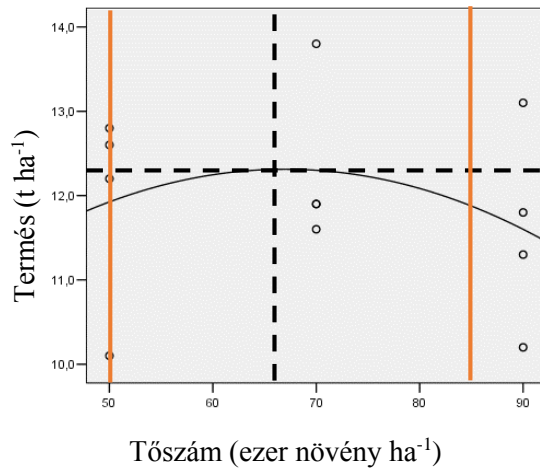
76 cm sortávolság



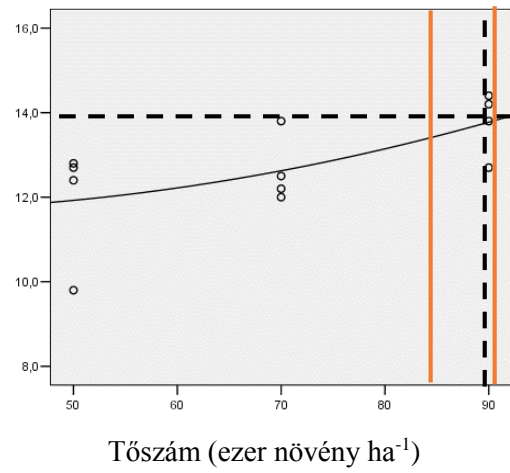
20. melléklet A DKC 4025 hibrid tőszám optimuma és tőszám optimum intervalluma
(Debrecen, Látókép 2013-2015)

2013

45 cm sortávolság

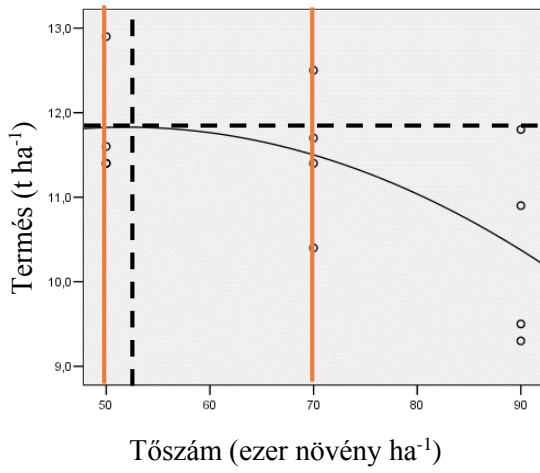


76 cm sortávolság

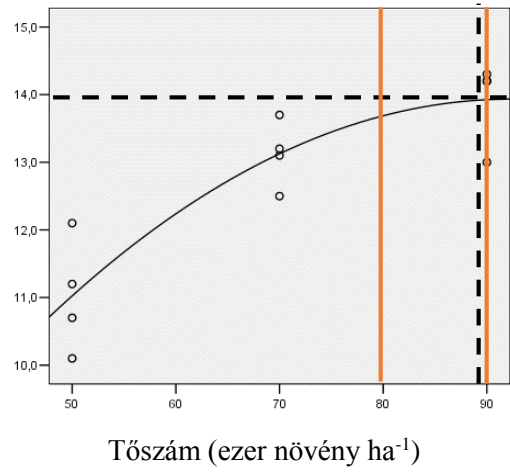


2014

45 cm sortávolság

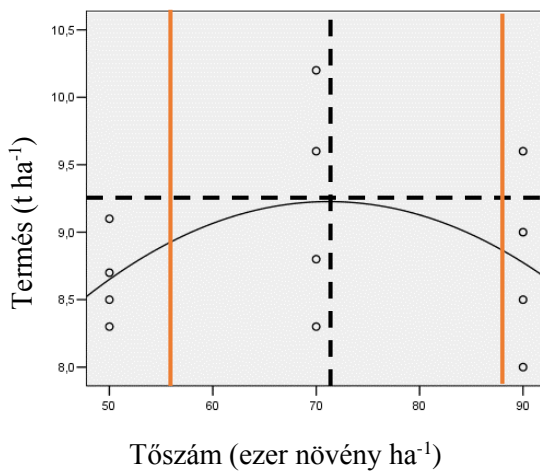


76 cm sortávolság

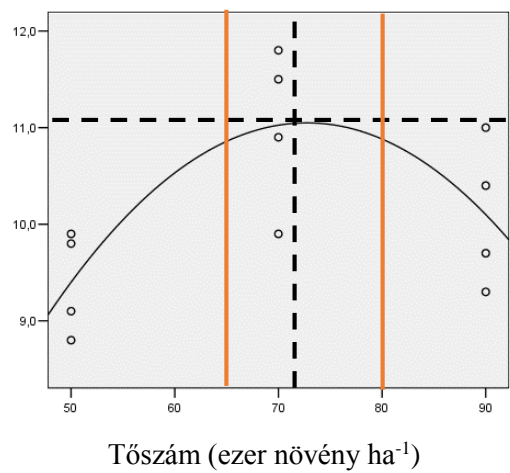


2015

45 cm sortávolság



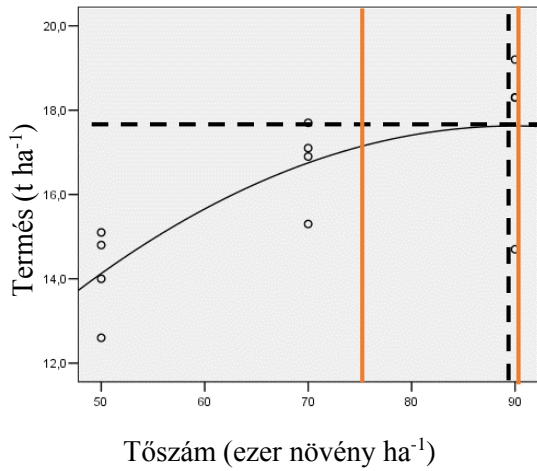
76 cm sortávolság



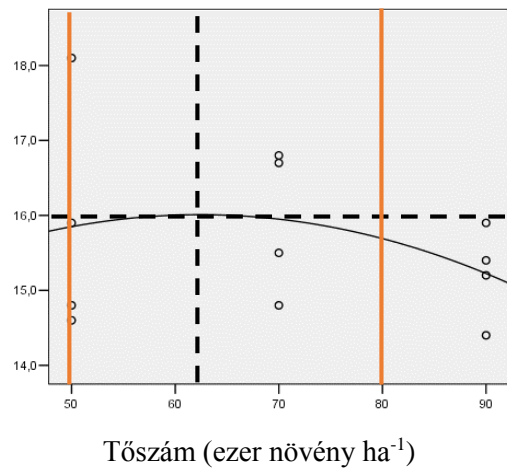
21. melléklet A P 9175 hibrid tőszám optimuma és tőszám optimum intervalluma
(Debrecen, Látókép 2013-2015)

2013

45 cm sortávolság

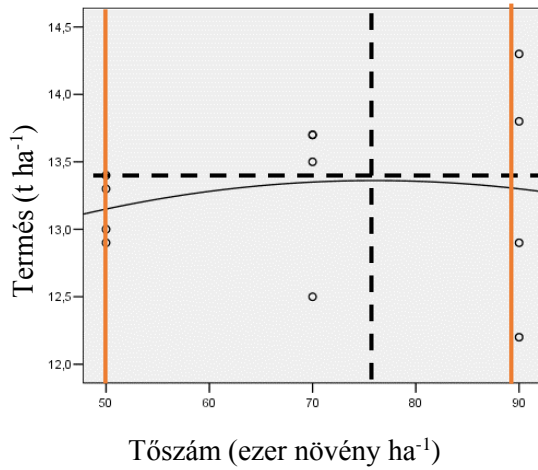


76 cm sortávolság

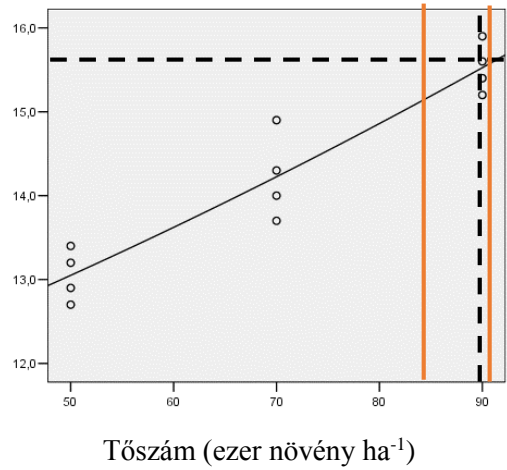


2014

45 cm sortávolság

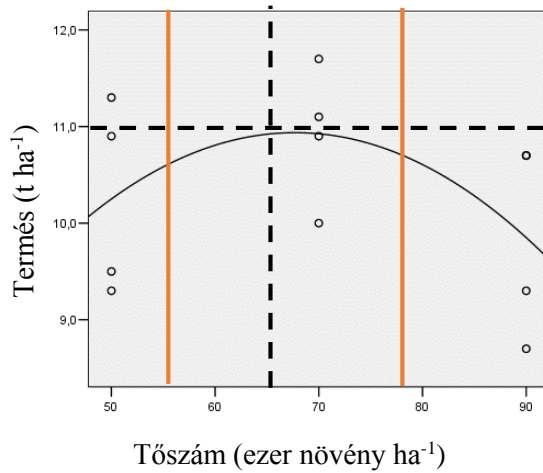


76 cm sortávolság

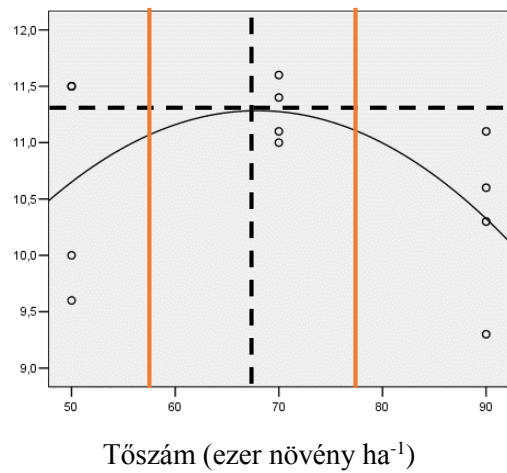


2015

45 cm sortávolság



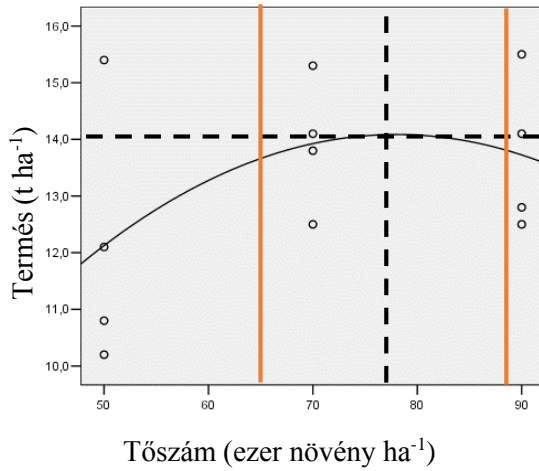
76 cm sortávolság



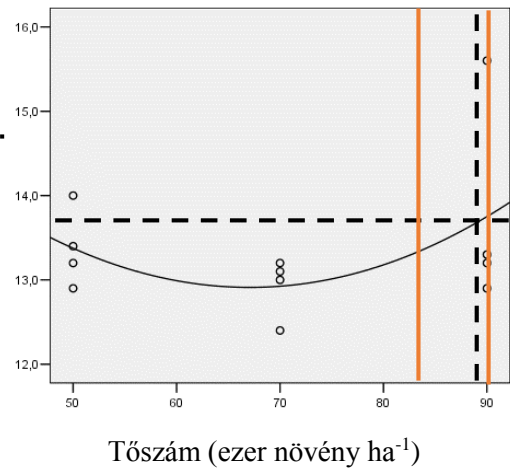
22. melléklet A NK Lucius hibrid tőszám optimuma és tőszám optimum intervalluma
(Debrecen, Látókép 2013-2015)

2013

45 cm sortávolság

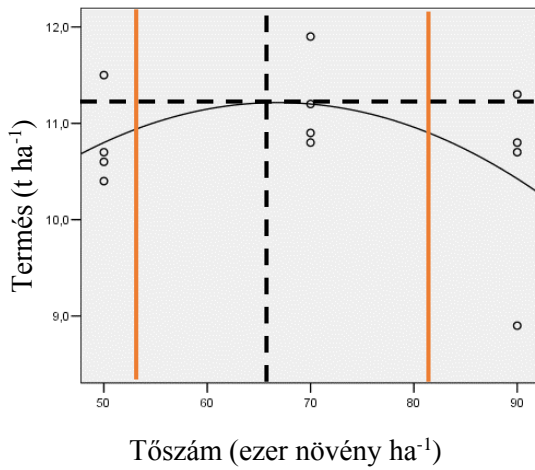


76 cm sortávolság

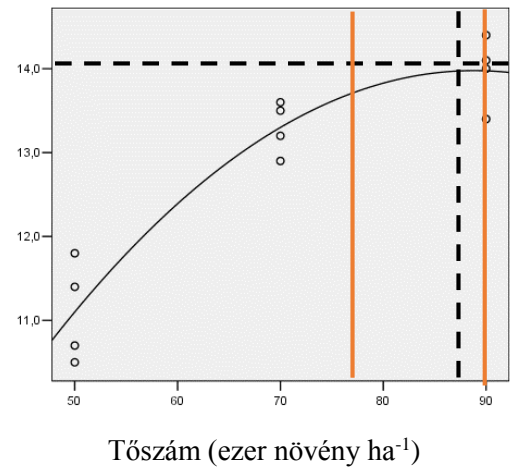


2014

45 cm sortávolság

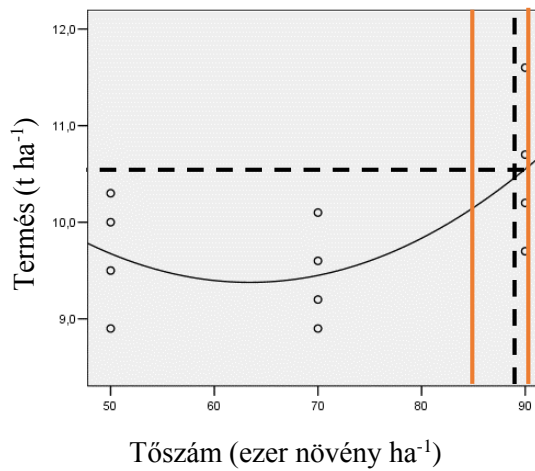


76 cm sortávolság

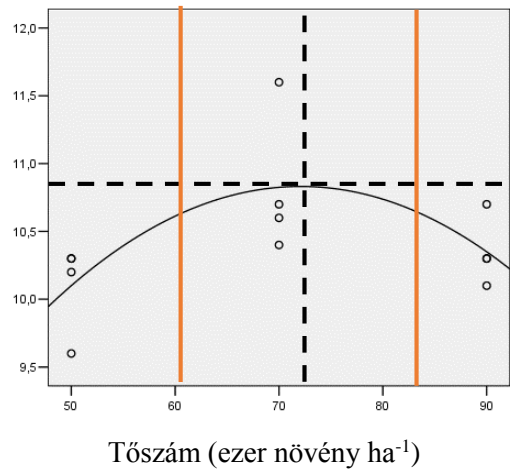


2015

45 cm sortávolság



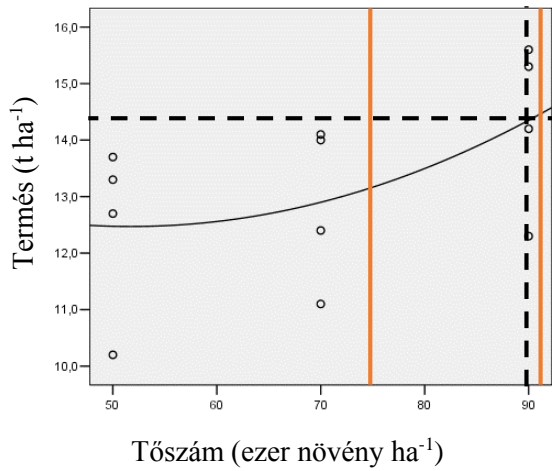
76 cm sortávolság



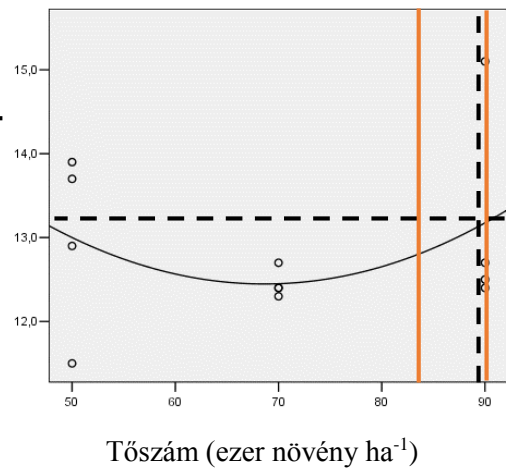
23. melléklet A PR 37M81 hibrid tőszám optimuma és tőszám optimum intervalluma
(Debrecen, Látókép 2013-2015)

2013

45 cm sortávolság

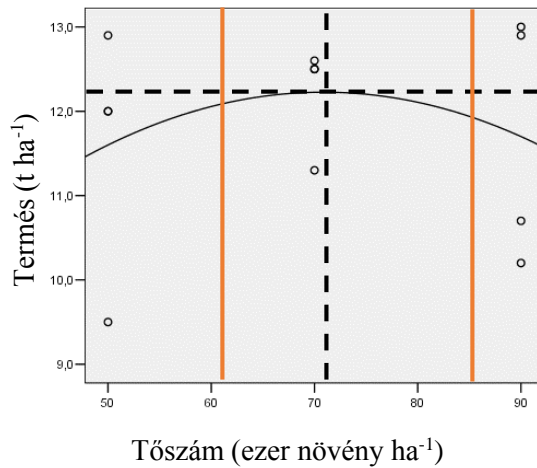


76 cm sortávolság

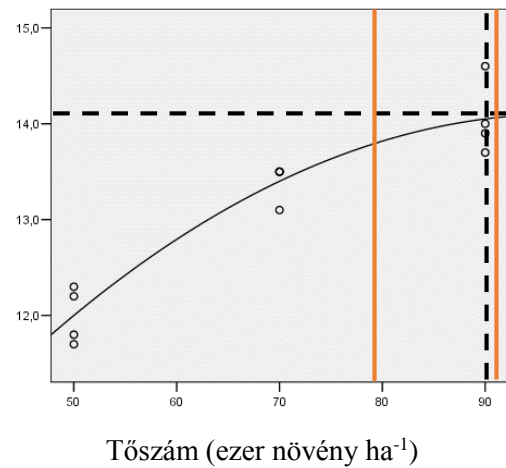


2014

45 cm sortávolság

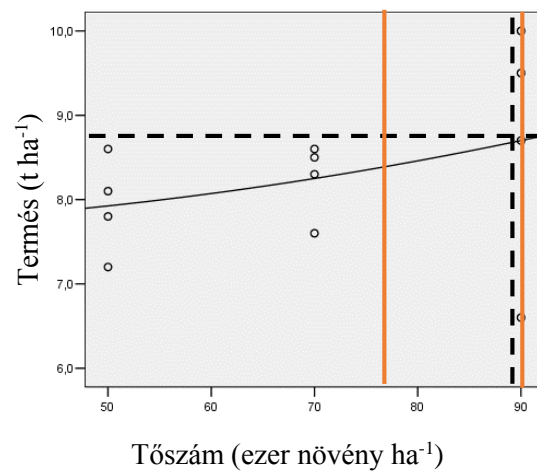


76 cm sortávolság

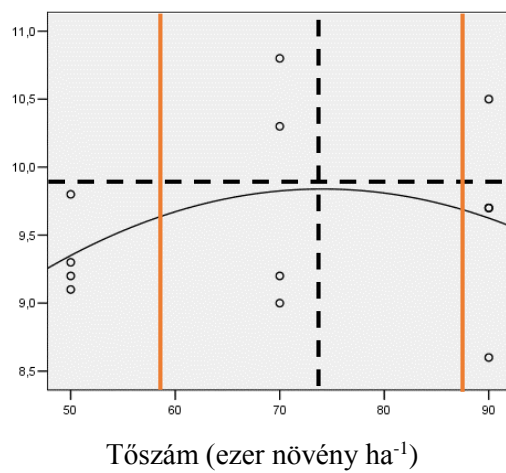


2015

45 cm sortávolság



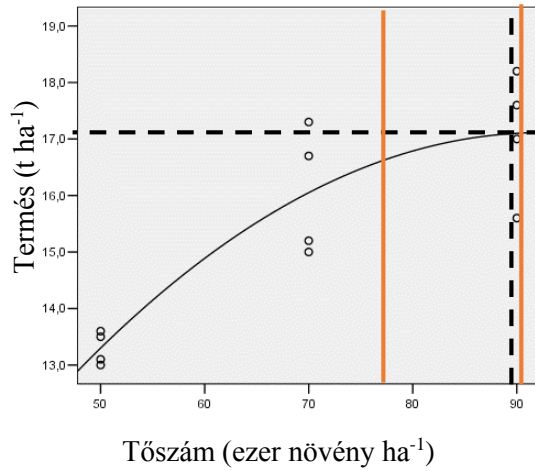
76 cm sortávolság



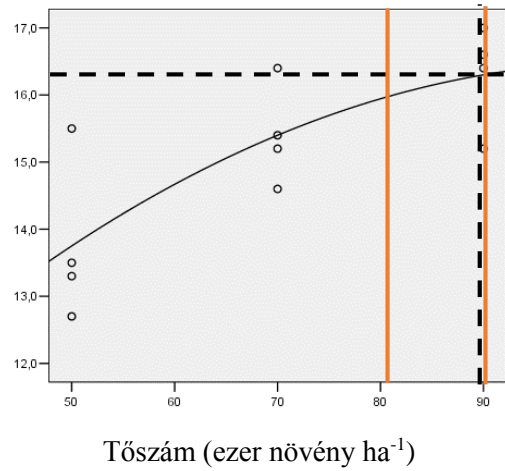
24. melléklet A PR 37N01 hibrid tőszám optimuma és tőszám optimum intervalluma
(Debrecen, Látókép 2013-2015)

2013

45 cm sortávolság

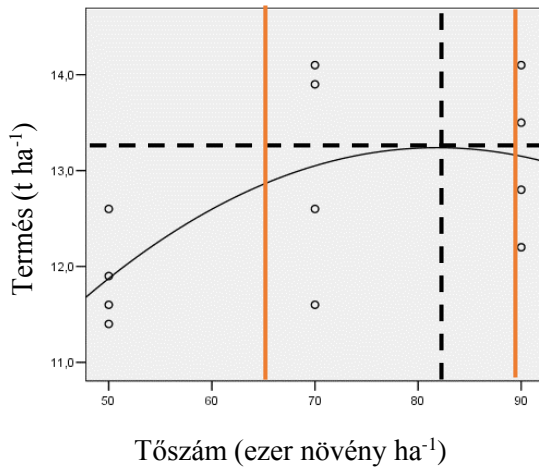


76 cm sortávolság

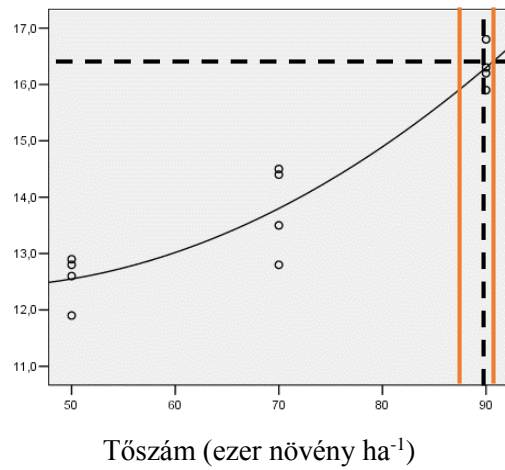


2014

45 cm sortávolság

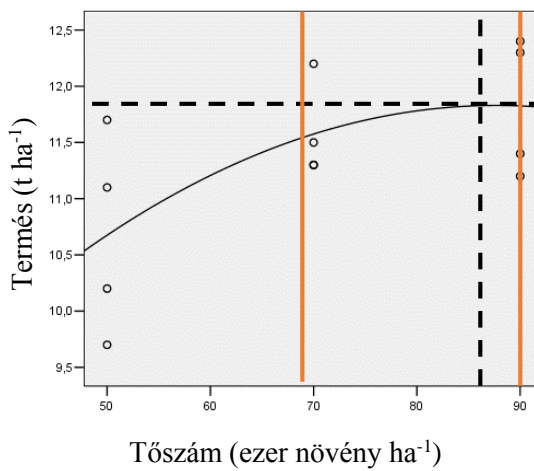


76 cm sortávolság

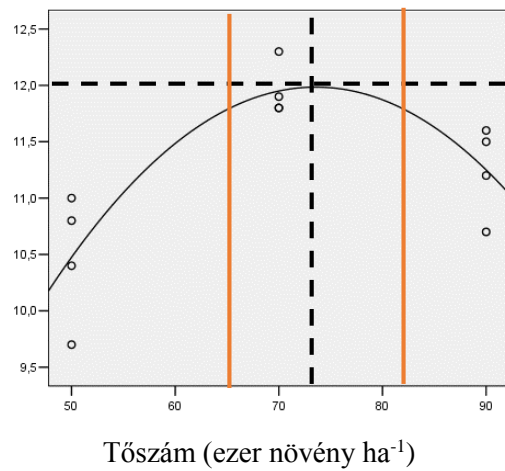


2015

45 cm sortávolság



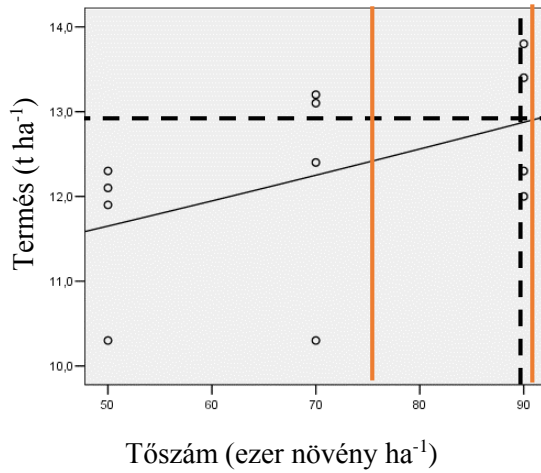
76 cm sortávolság



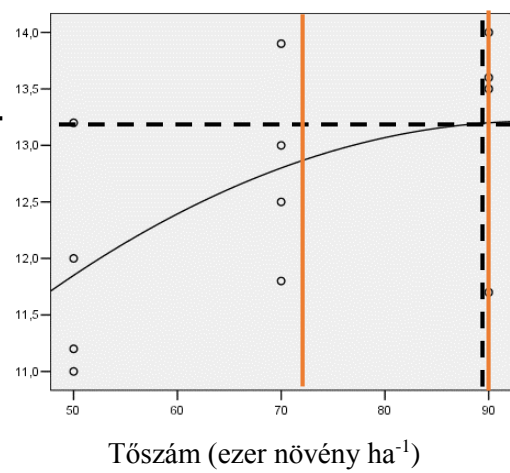
25. melléklet A DKC 4490 hibrid tőszám optimuma és tőszám optimum intervalluma
(Debrecen, Látókép 2013, 2014, 2015)

2013

45 cm sortávolság

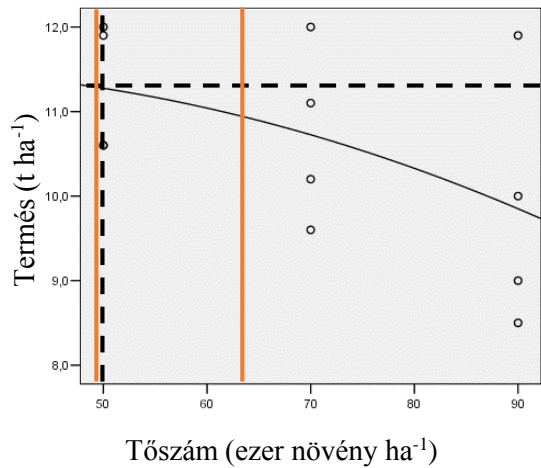


76 cm sortávolság

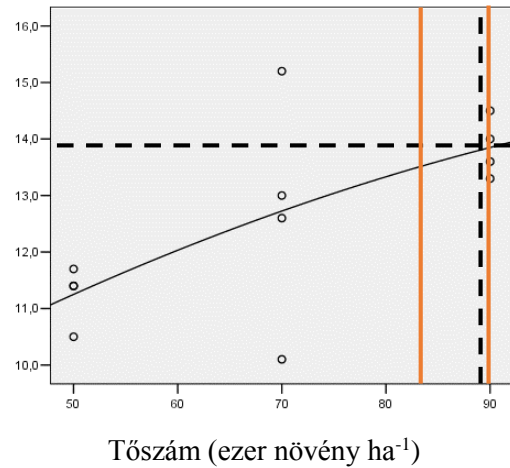


2014

45 cm sortávolság

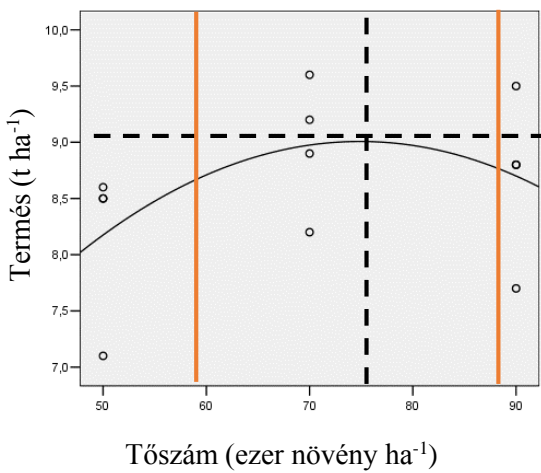


76 cm sortávolság

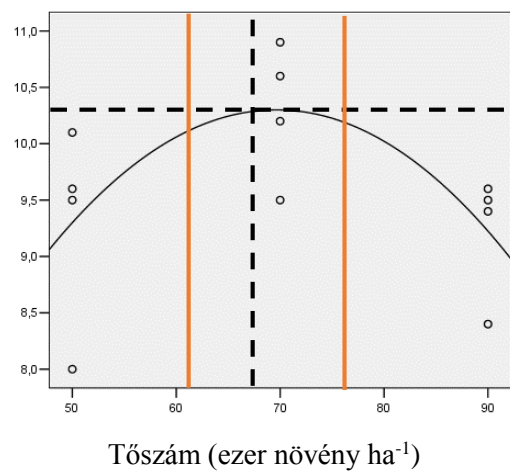


2015

45 cm sortávolság



76 cm sortávolság

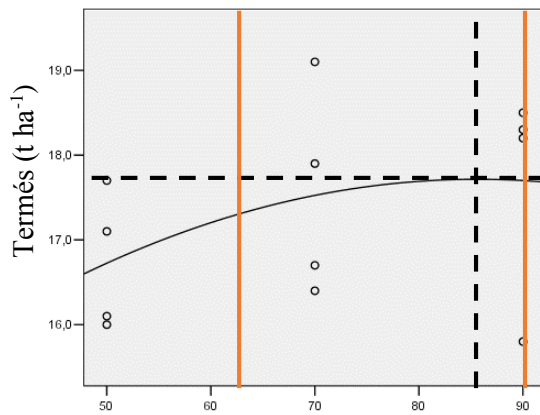


26. melléklet A P 9494 hibrid tőszám optimuma és tőszám optimum intervalluma

(Debrecen, Látókép 2013-2015)

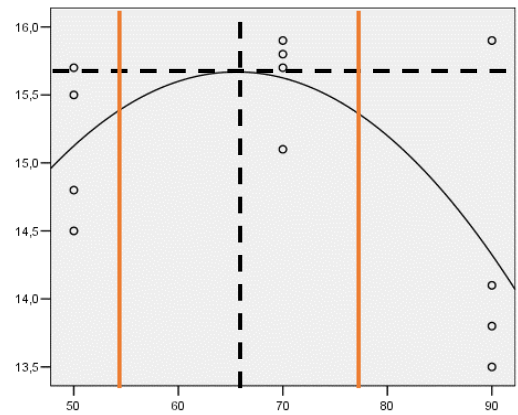
2013

45 cm sortávolság



Tőszám (ezer növény ha⁻¹)

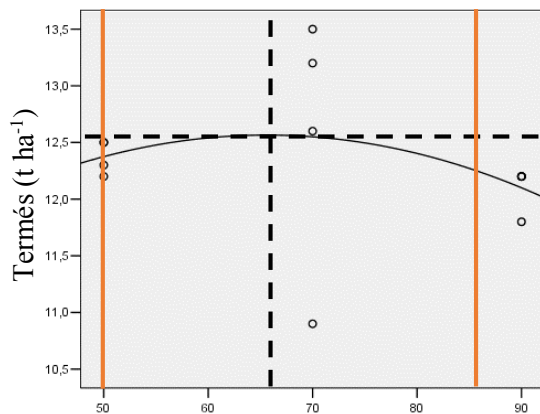
76 cm sortávolság



Tőszám (ezer növény ha⁻¹)

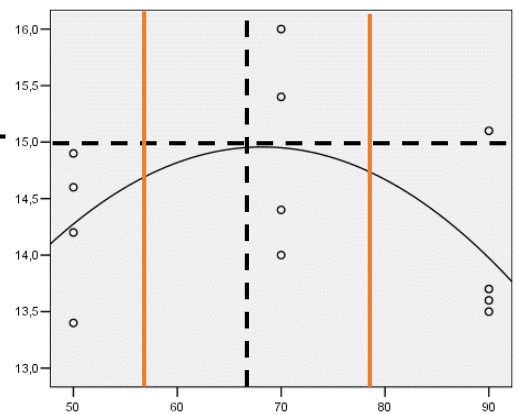
2014

45 cm sortávolság



Tőszám (ezer növény ha⁻¹)

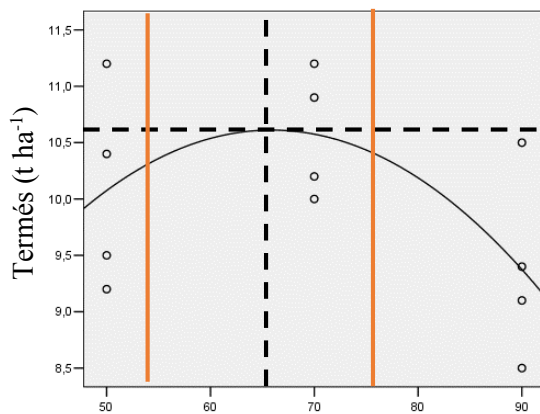
76 cm sortávolság



Tőszám (ezer növény ha⁻¹)

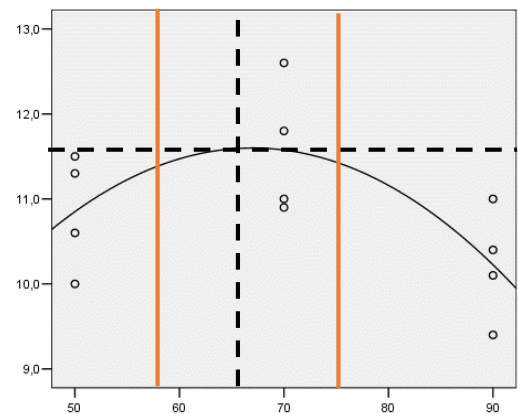
2015

45 cm sortávolság



Tőszám (ezer növény ha⁻¹)

76 cm sortávolság



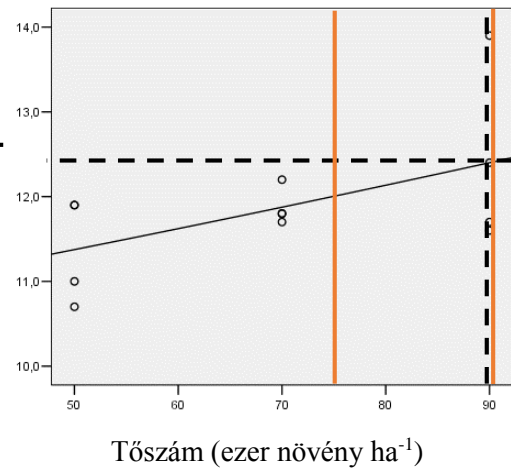
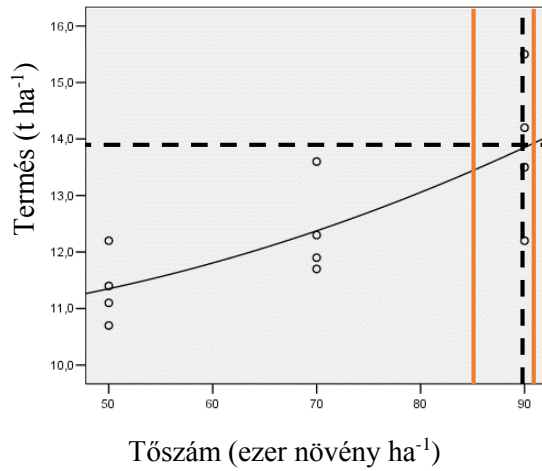
Tőszám (ezer növény ha⁻¹)

27. melléklet A Kenéz hibrid tőszám optimuma és tőszám optimum intervalluma
(Debrecen, Látókép 2013-2015)

2013

45 cm sortávolság

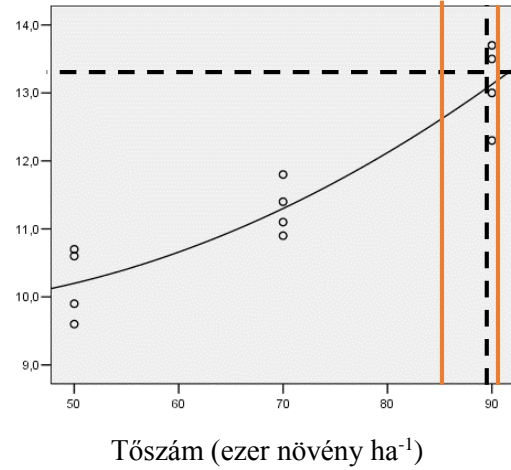
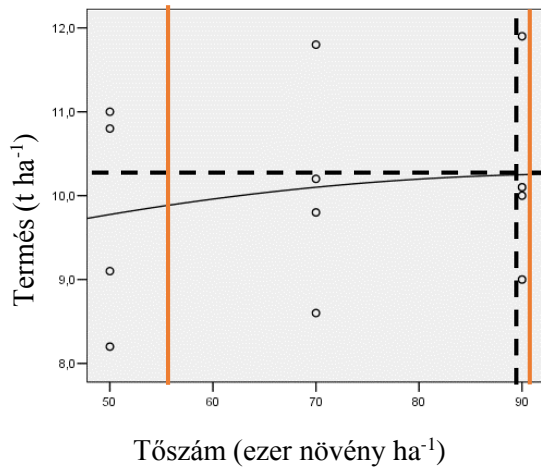
76 cm sortávolság



2014

45 cm sortávolság

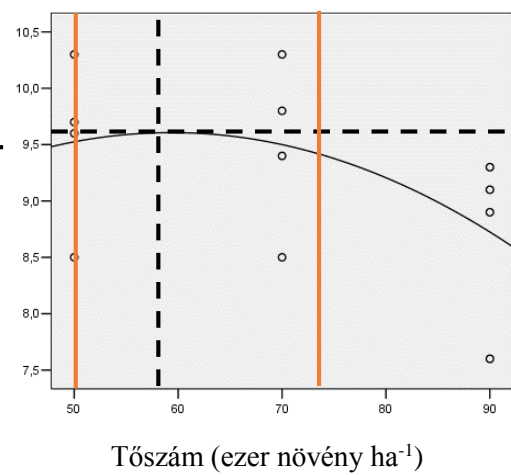
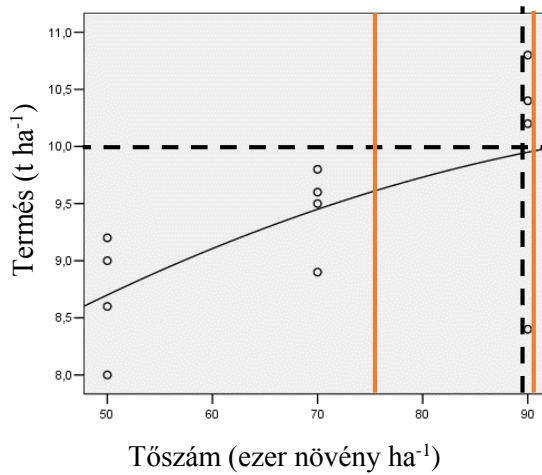
76 cm sortávolság



2015

45 cm sortávolság

76 cm sortávolság

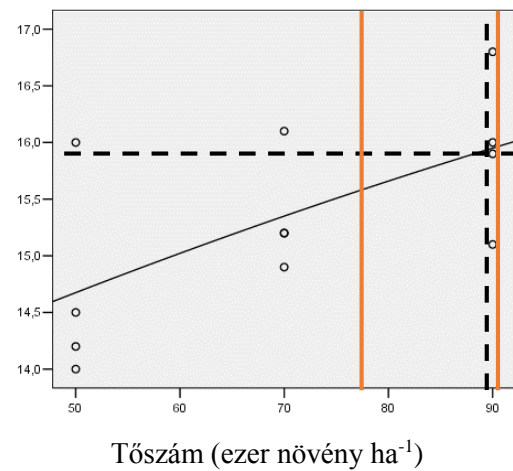
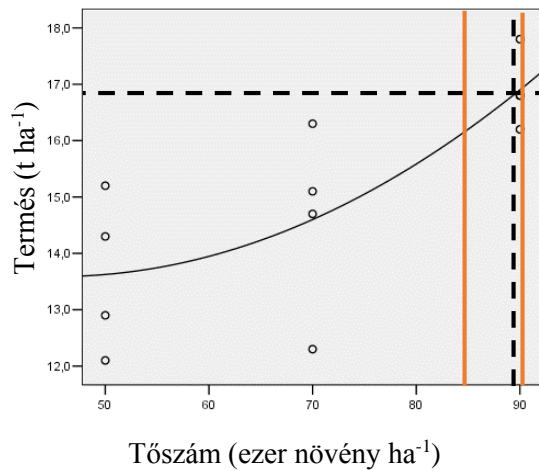


28. melléklet A SY Afinity hibrid tőszám optimuma és tőszám optimum intervalluma
(Debrecen, Látókép 2013-2015)

2013

45 cm sortávolság

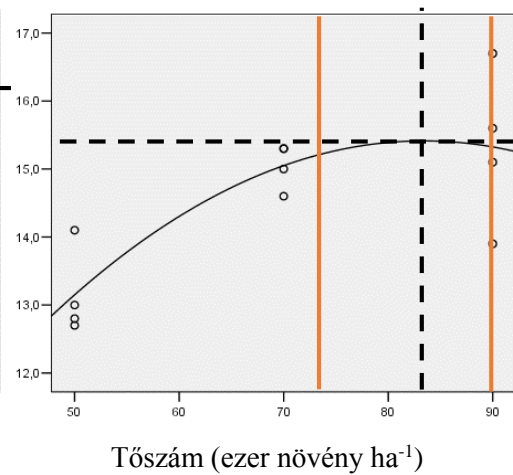
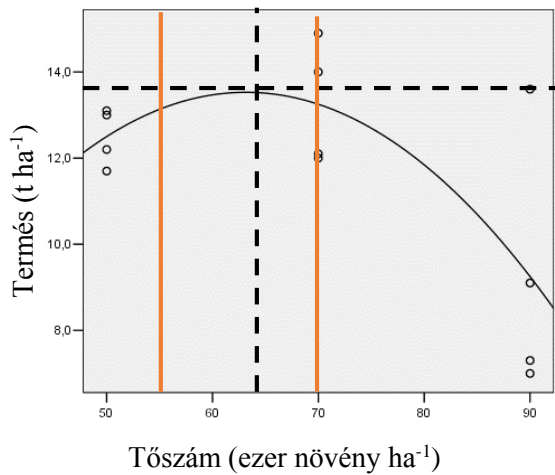
76 cm sortávolság



2014

45 cm sortávolság

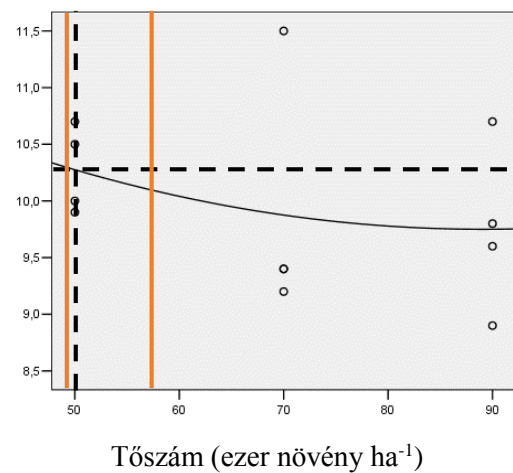
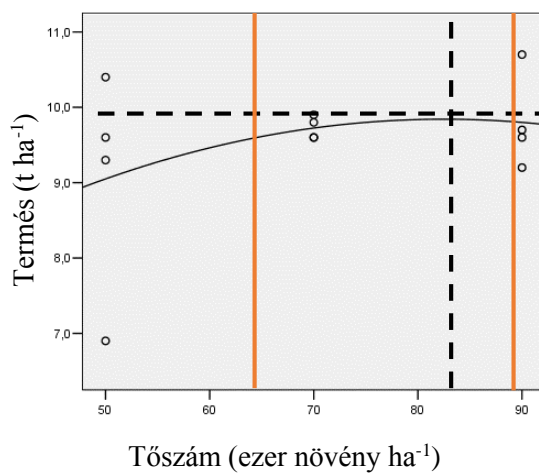
76 cm sortávolság



2015

45 cm sortávolság

76 cm sortávolság



29. melléklet A genotípus, a sortávolság és a tőszám hatása a kukorica hibridek betakarításkor mért szemnedvességére (%) (Debrecen, Látókép 2013-2015)

Betakarításkor mért szemnedvesség (%)									
Év	Hibrid	45 cm sortávolság				76 cm sortávolság			
		Tőszám (ezer növény ha ⁻¹)							
		50	70	90	Átlag	50	70	90	Átlag
2013	Sarolta	15,3	15,2	15,7	15,4	15,1	14,5	14,9	14,8
	P 9578	16,3	16,2	16,4	16,3	15,2	14,8	15,6	15,2
	DKC 4014	16,7	15,8	16,1	16,2	16,2	16,1	15,9	16,1
	DKC 4025	15,0	15,9	15,3	15,4	15,2	15,1	15,7	15,3
	P 9175	17,5	16,2	16,4	16,7	15,7	14,9	15,9	15,5
	NK Lucius	16,8	15,8	15,9	16,2	16,1	15,8	16,0	16,0
	PR 37M81	17,4	16,6	16,9	17,0	15,6	15,0	16,4	15,6
	PR 37N01	18,4	18,6	19,2	18,7	18,3	18,3	19,1	18,6
	DKC 4490	18,6	18,1	17,9	18,2	16,5	17,0	18,4	17,3
	P 9494	17,4	16,5	16,2	16,7	15,4	15,2	15,7	15,4
	Kenéz	19,2	17,6	17,2	18,0	18,3	17,0	17,3	17,5
	SY Afinity	22,9	22,7	21,2	22,3	22,6	21,5	22,4	22,2
Átlag	17,6	17,1	17,0	17,2	16,7	16,3	16,9	16,6	
<i>SzD5% sortávolság= 0,02; SzD5% tőszám= 0,35; SzD5% hibrid=0,56 SzD5% sortávolság*tőszám= 0,50; SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid= 1,38</i>									
2014	Sarolta	14,9	15,0	14,7	14,9	15,5	15,2	15,3	15,3
	P 9578	15,2	16,0	15,1	15,4	15,8	15,6	15,6	15,7
	DKC 4014	14,6	14,5	14,4	14,5	15,6	15,7	15,4	15,6
	DKC 4025	15,1	15,6	14,7	15,2	15,3	15,4	15,7	15,5
	P 9175	16,0	15,6	15,4	15,6	15,7	15,7	16,1	15,8
	NK Lucius	16,4	15,7	15,6	15,9	16,8	16,4	16,5	16,6
	PR 37M81	15,1	14,7	14,8	14,9	16,0	15,5	16,1	15,9
	PR 37N01	16,7	15,6	15,7	16,0	16,6	16,8	17,0	16,8
	DKC 4490	15,8	15,4	15,9	15,7	17,1	17,4	17,7	17,4
	P 9494	16,1	15,6	15,1	15,6	16,6	16,6	18,1	17,1
	Kenéz	15,6	14,9	14,6	15,0	16,1	16,5	17,9	16,9
	SY Afinity	17,8	16,4	15,7	16,6	18,5	18,2	18,4	18,4
Átlag	15,8	15,4	15,1	15,4	16,3	16,3	16,7	16,4	
<i>SzD5% sortávolság= 0,03; SzD5% tőszám= 0,41; SzD5% hibrid=0,35 SzD5% sortávolság*tőszám= 0,57; SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid= 0,85</i>									
2015	Sarolta	10,3	11,2	11,3	10,9	11,6	11,2	11,0	11,3
	P 9578	10,7	11,4	11,7	11,3	11,0	10,9	10,4	10,8
	DKC 4014	11,1	11,4	11,7	11,4	11,6	11,4	11,4	11,5
	DKC 4025	10,3	10,4	10,7	10,5	10,7	11,1	10,8	10,9
	P 9175	12,8	11,8	11,7	12,1	13,0	12,5	12,1	12,5
	NK Lucius	11,5	11,5	12,0	11,7	12,4	12,1	11,3	11,9
	PR 37M81	11,2	11,7	11,5	11,5	12,8	12,1	11,5	12,1
	PR 37N01	12,6	13,9	14,4	13,6	13,2	13,4	13,1	13,2
	DKC 4490	11,8	12,0	11,5	11,8	13,1	12,1	11,7	12,3
	P 9494	12,3	12,4	12,3	12,3	13,2	12,1	11,6	12,3
	Kenéz	11,6	11,6	11,9	11,7	13,5	12,4	11,2	12,4
	SY Afinity	13,2	13,9	13,4	13,5	13,9	13,0	12,3	13,1
Átlag	11,6	11,9	12,0	11,9	12,5	12,0	11,5	12,0	
<i>SzD5% sortávolság= 0,38; SzD5% tőszám= 0,33; SzD5% hibrid=0,38 SzD5% sortávolság*tőszám= 0,47; SzD5% sortávolság*tőszám*hibrid= 0,93</i>									

PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN



DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR



Nyilvántartási szám: DEENK/96/2016.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Murányi Eszter
Neptun kód: FVB2NW
Doktori Iskola: Kerpely Kálmán Növénytermesztési- és Kertészeti Tudományok Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10050841

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű könyvrészlet(ek) (1)

1. **Murányi E.**: Eltérő genotípusú kukoricahibridek tőszámreakciójának vizsgálata mészlepedékes csernozjom talajon.
In: A fenntartható növénytermesztés fejlesztési lehetőségei : Prof. Dr. Sárvári Mihály 70 éves. Szerk.: Pepó Péter, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 255-260, 2014. ISBN: 9789634737414

Magyar nyelvű tudományos közlemény(ek) hazai folyóiratban (4)

2. **Murányi E.**: A tenyésztés hatása az eltérő genotípusú kukorica hibridek (*Zea mays* L.) termésképző elemeinek alakulására.
Agrártud. Közl. 68, 67-72, 2016. ISSN: 1587-1282.
3. Pepó P., **Murányi E.**: Tenyésztés vizsgálatok eltérő genotípusú kukorica (*Zea mays* L.) hibrideknél.
Növénytermelés. 64 (3), 59-75, 2015. ISSN: 0546-8191.
4. **Murányi E.**: Az állománysűrűség hatása eltérő genotípusú kukorica (*Zea mays* L.) hibridek termésére és levélterület-index (LAI) értékeire.
Agrártud. Közl. 64, 51-56, 2015. ISSN: 1587-1282.
5. **Murányi E.**, Pepó P.: Különböző genotípusú kukoricahibridek tőszám sűrűségének vizsgálata csernozjom talajon.
Agrártud. Közl. 56, 87-92, 2014. ISSN: 1587-1282.



Cím: 4032 Debrecen, Egyetem tér 1. ☐ Postacím: 4010 Debrecen, Pf. 39. ☐ Tel.: (52) 410-443
E-mail: publikaciok@lib.unideb.hu ☐ Honlap: www.lib.unideb.hu

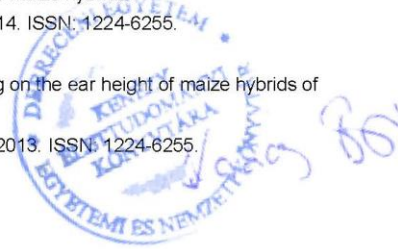


Idegen nyelvű tudományos közlemény(ek) hazai folyóiratban (5)

6. **Murányi, E.:** Effect of sowing technology on the yield and harvest grain moisture content of maize (*Zea mays* L.) hybrids with different genotypes.
Agrártud. Közl. 68, 17-22, 2016. ISSN: 1587-1282.
7. **Murányi, E.:** Effect of plant density and row spacing on maize grain yield on calcareous chernozem soil.
Növénytermelés. 64, 115-118, 2015. ISSN: 0546-8191.
8. **Murányi, E.:** Effect of plant density and row spacing on maize (*Zea mays* L.) grain yield in different crop year.
Columella. 2 (1), 57-63, 2015. ISSN: 2064-7816.
DOI: <http://dx.doi.org/10.18380/SZIE.COLUM.2015.1.57>.
9. **Murányi, E.,** Pepó, P.: Investigation of the plant number reactions of maize hybrids on chernozem soil beside site-specific fertilization.
Növénytermelés. 63 (Suppl.), 39-42, 2014. ISSN: 0546-8191.
10. Pepó, P., **Murányi, E.:** Plant density impact on grain yield of maize (*Zea mays* L.) hybrids on chernozem soil of the Eastern Hungary.
Columella. 1 (2), 95-100, 2014. ISSN: 2064-7816.

Idegen nyelvű tudományos közlemény(ek) külföldi folyóiratban (3)

11. **Murányi, E.:** Complex evaluation of yield leaf area index and relative chlorophyll content development of maize hybrids of different genotypes.
Anal. Univ. Oradea Fac. Protect. Med. 25, 43-48, 2015. ISSN: 1224-6255.
12. **Murányi, E.:** Effect of sowing technology on grain yield of maize hybrids.
Anal. Univ. Oradea Fac. Protect. Med. 22, 21-26, 2014. ISSN: 1224-6255.
13. **Murányi, E.:** The effects of plant density and row spacing on the ear height of maize hybrids of different vegetation time and genotype.
Anal. Univ. Oradea Fac. Protect. Med. 21, 145-149, 2013. ISSN: 1224-6255.





Magyar nyelvű konferencia közlemény(ek) (1)

14. **Murányi E.**, Tótin Á., Vincze É., Szilágyi G.: Az állománysűrűség hatása eltérő genotípusú kukorica (*Zea Mays L.*) hibridek termésére és relatív klorofill tartalmára.
In: "Nemzetközi összefogás a jövő agrárkutatásáért" konferencia kiadványa : 2015. június 11., Debrecen. Szerk.: szerk. Bodnár Karina Blanka, Erdős Zsuzsa, DE Tormay B. Szakkollégium, Debrecen, 49-52, 2015. ISBN: 9789634738169

Idegen nyelvű konferencia közlemény(ek) (2)

15. **Murányi, E.**, Pepó, P.: The effect of plant density on the yield and LAI values of two maize (*Zea mays L.*) hybrids.
In: 13th ESA Congress Proceedings. Szerk.: Pepó Péter, European Society for Agronomy, Debrecen, 161-162, 2014. ISBN: 9789634737230
16. **Murányi, E.**, Pepó, P.: The effects of plant density and row spacing on the height of maize hybrids of different vegetation time and genotype.
World Academy of Science, Engineering and Technology. 83, 60-63, 2013. ISSN: 2010-376X.





További Közlemények

Idegen nyelvű konferencia közlemény(ek) (2)

17. Szilágyi, G., **Murányi, E.**, Tótin, Á., Vincze, É.: Effect of grain maize forecrop and fertilization on values of leaf area index and on the yield of winter wheat.
Anal. Univ. Oradea Fac. Protect. Med., 1-4, 2015. ISSN: 1224-6255.
18. Szilágyi, G., **Murányi, E.**, Vincze, É., Tótin, Á.: The effect of fertilization and previous cropping of sunflower on the yield and the values of spad values of winter wheat.
ProEnvironment Promediu, 8, 352-354, 2015. ISSN: 1844-6698.

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2016.04.25.



KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnék a disszertációm elkészítésében nyújtott segítségéért köszönetet nyilvánítani témavezetőmnek, Dr. Pepó Péter intézetigazgató, egyetemi tanárnak, opponenseimnek Dr. Sárvári Mihály egyetemi tanárnak, Dr. Jakab Péter főiskolai docensnek, a Debreceni Egyetem Agrártudományi Központ, Debreceni Tangazdaság és Tájkutató Intézet, Látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telep dolgozóinak és a tanszéki kollegáknak.

NYILATKOZAT

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem, Kerpely Kámán Növénytermesztési és Kertészeti Tudományok Doktori Iskola keretében készítettem el a Debreceni Egyetem doktori (PhD) fokozatának elnyerése céljából.

Debrecen, 2016.

.....

a jelölt aláírása

NYILATKOZAT

Tanúsítom, hogy **Murányi Eszter** doktorjelölt 2013. február 01.-2016. január 31. között a fent megnevezett Doktori Iskola keretében irányítással végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult, az értekezés a jelölt önálló munkája. Az értekezés elfogadását javaslom.

Debrecen, 2016.

.....

a témavezető aláírása