

**Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei**

**A KUKORICA TERMÉSBIZTONSÁGÁT MEGHATÁROZÓ  
NÉHÁNY AGROTECHNIKAI TÉNYEZŐ VIZSGÁLATA**

**Molnár Zsuzsa**

**Témavezető: Dr. Sárvári Mihály  
egyetemi tanár**



**DEBRECENI EGYETEM**  
Hankóczy Jenő Növénytermesztési, Kertészeti és Élelmiszertudományok  
Doktori Iskola

Debrecen, 2009

## BEVEZETÉS, A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI

A kukorica a világ egyik legjelentősebb gabonanövénye. Meghatározó jelentőséggel bír az emberi étkezésben és az állatok takarmányozásában, de egyre nagyobb szerepet kap az ipari felhasználásban is. Az összes termés az elmúlt években már megközelítette a 800 millió tonnát (Forrás: USDA).

Magyarország vetésszerkezetében elsődleges helyet foglal el a kukorica a búza mellett, vetésterületük 1-1,2 millió hektár között változik. A hozamok és ezzel együtt az összes termés azonban évről-évre erőteljesen ingadozik az időjárás függvényében. Hazánkban a hozamok relatív szórása Franciaországhoz (7,91%), Németországhoz (11,07%) és Olaszországhoz (8,1%) képest 2-4-szer nagyobb, 25,65%.

Átlagos körülmények között Magyarországon a hazai szükségletnél jóval nagyobb mennyiségben állítunk elő kukoricát. A hazai túlkínálat levezetésében döntő szerepet tölt be az export, az ingadozó termés azonban erősen befolyásolja a külpiaci értékesítési lehetőségeket. Stabilabb hozamok biztosításával kiszámíthatóbbá válik a termelés, ami véd a piaci szélsőségek kialakulásától, erősödésétől.

A műtrágya-felhasználás volumene Magyarországon jelentős változásokon ment át az elmúlt fél évszázadban. A szakma és a technológia fejlődésével egyre tudatosabbá vált a tápanyagellátás. A '80-as évek közepére a növekvő és magas szintű műtrágyázás hatására a talajok tápanyagokkal feltöltődtek, és a kukorica országos termésátlaga egyedülálló ütemben 6 t/ha-ra nőtt. A '90-es évek elejétől azonban, a műtrágyák áremelkedése, valamint az alacsony felvásárlási árak miatt drasztikusan, 30-40 kg/ha-ra csökkent a kijuttatott műtrágya-hatóanyag mennyisége. Ennek hatása már a termésben, elsősorban a termésszórás mértékének növekedésében, illetve a termés nagyságának évszámától való függésében mutatkozott meg. A növények folyamatos táplálása szempontjából fontos a makro- és mikroelemek rendszeres és harmonikus kijuttatása, hiszen ez hozzájárul a termésbiztonság fokozásához, az ellenálló-képesség növeléséhez.

A vetés idejének pontos megválasztása a termésbiztonság növelésén, a gyorsabb vízleadás-dinamikán, az alacsonyabb betakarításkori szemnedvesség-tartalmon keresztül biztosítja a nagyobb termést és kisebb szárítási költséget. Szem előtt kell tartanunk, hogy a globális felmelegedéssel az időjárási szélsőségek gyakorisága is nő, ami különböző formákban jut kifejezésre (jégesők, viharok, aszályos és szélsőségesen csapadékos időszakok, évszámok váltják egymást). Korán, de legalább optimális időben végzett vetés a kukorica esetében számos előnnyel jár. Korábban vetett állomány

hamarabb növekszik, hamarabb erősödik jobban ellenáll a szélsőségesen száraz tavaszi, nyári időnek, így biztosabb a termés is. A gyorsabb fejlődés előnye a betakarításkor is érezhető, ugyanis az alacsonyabb betakarításkori szemnedvesség-tartalom miatt kisebb lehet a szárítási költség, gazdaságosabb a termesztés.

Az állománysűrűség szintén alapvetően befolyásolja a termés nagyságát illetve a termesztés biztonságát. Az utóbbi néhány évtizedes kutatások során mutattak rá arra a kutatók, hogy a kukorica bírja a sűrű állományt, ami ráadásul a termés nagyságára is kedvezően hat. A tőszám növelése és a termésnövekedés egy határig szoros pozitív összefüggést mutat. Egy ponton túl azonban a sűrítésnek már terméscsökkentő hatása van.

A termésbiztonság és a hatékonyság növelése érdekében fontos tehát a szakmai háttér, vagyis az a képesség, hogy eldöntsük, adott ökológiai és ökonómiai feltételek mellett milyen agrotechnika alkalmazásával érhető el mennyiségileg, minőségileg, gazdaságilag a legkedvezőbb hozam.

## **A KUTATÁS CÉLKITŰZÉSEI**

A kísérletek célja az volt, hogy megfigyeljük és elemezzük a termés és a termésbiztonság növelésének, a termőhely- és hibridspecifikus termesztéstechnológia fejlesztésének lehetőségeit, hogy számszerűsítsük az NPK tápanyagellátás, a vetésidő, a tőszám valamint a termés és a minőség közötti összefüggéseket. További cél volt a LAI-index és a fotoszintetikus aktivitás termésre gyakorolt hatásának pontosítása eltérő tápanyagellátás, változó vetésidő és különböző hektáronkénti tőszám mellett, valamint a termesztés hatékonyságának növelése.

## **A KUTATÁS MÓDSZEREI**

A kísérleteket 2005-ben, 2006-ban és 2007-ben is a DE AMTC MTK Növénytudományi Intézet Bemutatókertjében állítottuk be mészlepedékes csernozjom talajon. Három kiemelkedő jelentőséggel bíró agrotechnikai tényező, a műtrágyázás, az állománysűrűség és a vetésidő változásának hatását vizsgáltuk hat különböző tenyészedjű és genetikai adottságú kukorica hibridnél. Értékeltek az egyes tényezőket a levélterület, a fotoszintetikus aktivitás (tőszám), a beltartalmi paraméterek (műtrágyázási, vetésidő), a termés szempontjából. A kísérletek három (vetésidő) illetve négy ismétlésben (műtrágyázási, tőszám), véletlen blokk elrendezésben kerültek beállításra.

## 1. A kísérleti évek időjárásának értékelése

2005 rendkívül csapadékos év volt. A kukorica tenyészidejében 152,2 mm-rel esett több eső a 30 éves átlaghoz viszonyítva (1. táblázat). A csapadékos augusztusi és szeptemberi időjárásnak köszönhetően elhúzódott a növények fejlődése, a tenyészidő kitolódott. A hőmérséklet alakulása nem mutatott lényeges eltérést a 30 éves átlaghoz viszonyítva. 2005-ben mind az áprilisi, mind a májusi talajhőmérséklet a növekvő tendencia mellett kisebb-nagyobb lehűlésekkel volt jellemezhető. A felmelegedést április 11-12-én (10-11°C), majd április 21-22-én (8-9°C) bekövetkezett jelentősebb hőmérsékletcsökkenés akadályozta. Május első dekádjában 21°C-ról egy hét alatt 14°C alá süllyedt a talajhőmérséklet, ami május 16-20. között megismétlődött.

1. táblázat: A csapadékmennyiség és az átlaghőmérséklet alakulása, Debrecen (2005-2007)

	Csapadék (mm)				Átlaghőmérséklet (°C)			
	2005	2006	2007	30 éves átlag (1968-1997)	2005	2006	2007	30 éves átlag (1968-1997)
<b>I.</b>	5,0	26,5	14,0	37,0	-0,9	-3,4	3,7	-2,6
<b>II.</b>	40,5	67,7	58,1	30,2	-3,7	-1,4	4,1	0,2
<b>III.</b>	12,0	65,0	14,3	33,5	2,2	3,2	9,1	5,0
<b>IV.</b>	96,0	92,5	0,0	42,4	10,8	12,1	12,6	10,7
<b>V.</b>	59,2	66,7	52,6	58,8	16,2	15,4	18,4	15,8
<b>VI.</b>	52,0	71,6	16,7	79,5	18,4	18,6	22,2	18,7
<b>VII.</b>	89,5	34,9	70,0	65,7	21,1	23,2	23,3	20,3
<b>VIII.</b>	135,1	75,7	42,4	60,7	19,7	19,0	22,3	19,6
<b>IX.</b>	65,5	6,0	83,0	38,0	16,5	17,0	14,0	15,8
<b>Összesen/Átlag</b>	<b>554,8</b>	<b>506,6</b>	<b>351,1</b>	<b>445,8</b>	<b>11,1</b>	<b>11,5</b>	<b>14,4</b>	<b>11,5</b>
<b>Eltérés a 30 éves átlagtól</b>	109,0	60,8	-94,7	-	-0,4	0,0	2,9	-
<b>Tenyészidő (IV-IX.)</b>	<b>497,3</b>	<b>347,4</b>	<b>264,7</b>	<b>345,1</b>	<b>17,1</b>	<b>17,6</b>	<b>18,8</b>	<b>16,8</b>
<b>Eltérés a 30 éves átlagtól (IV-IX.)</b>	152,2	2,3	-80,4	-	0,3	0,7	2,0	-

2006-ban a kukorica tenyészidőszakában (április-szeptember) 347,4 mm volt a lehullott csapadék mennyisége, ami alig több 2 mm-rel a 30 éves átlagtól. Eloszlása a tenyészidőszakban viszonylag kedvezően alakult. Július 22-én egy heves jégeső volt a kísérleti területen. A diónyi nagyságú jégdarabok nagymértékben károsították a növények asszimiláló felületét, melynek hatása a terméseredményeken is érezhető. A kedvező szeptemberi idő megfelelő feltételeket biztosított a vízleadás folyamatához. Az állomány viszonylag jól viselte a különösen meleg júliusi időt. 2006-ban április első felében 6-12°C között ingadozott a talajhőmérséklet, amely a hónap második felében folyamatosan emelkedett. Április végén a 20°C-t is elérte, ami megalapozta az áprilisi vetésű kukorica kedvező fejlődési esélyeit. Május végére azonban 14°C alá süllyedt, ami megviselte a májusi vetésű állományok kelését, fejlődését.

2007 kedvezőtlenül aszályos év volt. A csapadék összes mennyisége a kukorica tenyészidejében 265 mm-t ért el, ami 80 mm-rel kevesebb a sokéves átlagnál. A hőmérséklet tekintetében rendkívüli év volt. Az enyhe tél után a sokéves átlagtól lényegesen (2-3°C-kal) magasabb átlaghőmérsékletet mértünk szeptemberig. A terméskötődés, szemtelítődés időszakában (július-augusztus) a tartós hőség (>25°C) a kukorica számára jelentős stresszhatást okozott. Már április elején 12°C körül alakult a talajhőmérséklet. Ezután folyamatos növekedés figyelhető meg április végéig. Május második felében erőteljesen csökkent a talajhőmérséklet, ami a májusi vetéseket az előző évhez hasonlóan megviselte.

## 2. A kísérletek talajának jellemzése

A kísérlet talaja mészlepedékes csernozjom talaj. Jellemző a humuszanyagok felhalmozódása, valamint a könnyű művelhetőség. A feltalajban mész nem található, ezért száraz periódusokban cserepesedésre hajlamos. A talaj tápanyagtartalma közepes (N: 0,12%; AL-oldható P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 100 mg/kg; K<sub>2</sub>O: 165 mg/kg), tápanyag-dinamikája jó, szervesanyag-tartalma 2,7%. Az „A” szint humuszvastagsága 50-70 cm. Az Arany-féle kötöttségi szám 45, a pH 7,0 (H<sub>2</sub>O).

## 3. A kísérletekben alkalmazott agrotechnika

A legfontosabb agrotechnikai adatokat a 2-4. táblázatok tartalmazzák. 2005-ben a harmadik, megkésett vetésidőben jelentős töhiány alakult ki az állományban, ezért a harmadik vetésidő eredményeit ebben az évben nem tudtam megbízhatóan értékelni.

2. táblázat: A műtrágyázási kísérletek agrotechnikai adatai

	2005	2006	2007
<b>Talajelőkészítés</b>	2004. XI. 17. szántás 2005. IV. 08. kombinátorozás	2005. X. 26. szántás 2006. IV. 18. kombinátorozás	2006. X. 20. szántás 2007. III. 28. kombinátorozás
<b>Tápanyagellátás</b>	kontroll (műtrágyázás nélküli) kezelés 1. kezelés: 40 kg/ha N, 25 kg/ha P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 30 kg/ha K <sub>2</sub> O hatóanyag 2. kezelés: 80 kg/ha N, 50 kg/ha P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 60 kg/ha K <sub>2</sub> O hatóanyag 3. kezelés: 120 kg/ha N, 75 kg/ha P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 90 kg/ha K <sub>2</sub> O hatóanyag 4. kezelés: 160 kg/ha N, 100 kg/ha P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 120 kg/ha K <sub>2</sub> O hatóanyag 5. kezelés: 200 kg/ha N, 125 kg/ha P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 150 kg/ha K <sub>2</sub> O hatóanyag		
<b>Tőszám</b>	FAO 200-300: 79 ezer tő/ha (Szegedi 269, DK 440, PR37D25) FAO 400-500: 71 ezer tő/ha (NK Cisco, Mv Maraton, PR34B97/PR36K67)		
<b>Vetésidő</b>	V. 01-03.	IV. 26.	IV. 19-20.
<b>Kelésidő</b>	V. 14.	V. 8-10.	V. 05.
<b>Növényvédelem</b>	talajfertőtlenítés: IV. 15. vegyszeres gyomirtás: V. 31.	talajfertőtlenítés: IV.18. vegyszeres gyomirtás: V. 29.	talajfertőtlenítés: IV. 16. vegyszeres gyomirtás: VI. 10.
<b>Betakarítás</b>	X. 12-13.	X. 13.	IX. 28.

3. táblázat: A vetésidő kísérletek agrotechnikai adatai

	2005	2006	2007
<b>Talajelőkészítés</b>	2004. XI. 17. szántás 2005. IV. 08. kombinátorozás	2005. X. 27. szántás 2006. IV. 09. kombinátorozás	2006. X. 20. szántás 2007. III. 28. kombinátorozás
<b>Tápanyagellátás</b>	130 kg/ha N, 90 kg/ha P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 110 kg/ha K <sub>2</sub> O hatóanyag		
<b>Tőszám</b>	FAO 200-300: 79 ezer tő/ha (Szegedi 269, DK 440, PR37D25) FAO 400-500: 71 ezer tő/ha (NK Cisco, Mv Maraton, PR34B97/PR36K67)		
<b>Vetésidő</b>	I. vetésidő: IV. 08. II. vetésidő: IV. 25. III. vetésidő: VI. 02.	I. vetésidő: IV. 10. II. vetésidő: IV. 24. III. vetésidő: V. 15.	I. vetésidő: IV. 10. II. vetésidő: IV. 25. III. vetésidő: V. 16.
<b>Kelésidő a vetésidők sorrendjében</b>	IV. 23. V. 05. VI. 14.	IV. 28-29. V. 04. V. 23-24.	IV. 21. V. 06. V. 31.
<b>Növényvédelem</b>	vegyszeres gyomirtás: V. 31., VII. 28.	vegyszeres gyomirtás: V. 29.	vegyszeres gyomirtás: VI. 10.
<b>Betakarítás</b>	X. 25.	X. 11.	IX. 28.

4. táblázat: A tőszámsűrítési kísérletek agrotechnikai adatai

	2005	2006	2007
<b>Talajelőkészítés</b>	2004. XI. 17. szántás 2005. IV. 08. kombinátorozás	2005. X. 26. szántás 2006. IV. 18 kombinátorozás	2006. X. 20. szántás 2007. III. 28. kombinátorozás
<b>Tápanyagellátás</b>	130 kg/ha N, 90 kg/ha P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 110 kg/ha K <sub>2</sub> O hatóanyag		
<b>Tőszám</b>	45 000 tő/ha, 60 000 tő/ha, 75 000 tő/ha, 90 000 tő/ha		
<b>Vetésidő</b>	V. 03.	IV. 26.	IV. 16.
<b>Kelésidő</b>	V. 16.	V. 08-10.	IV. 28.
<b>Növényvédelem</b>	talajfertőtlenítés: IV. 15. vegyszeres gyomirtás: V. 31.	talajfertőtlenítés: IV. 18. vegyszeres gyomirtás: V. 29.	vegyszeres gyomirtás: VI. 10.
<b>Betakarítás</b>	X. 18.	X. 11.	IX. 27.

2005-ben a vetésidő, a tőszámsűrítési és a trágyázási kísérletek területén is jelentős volt az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera*) jelenléte. Kártétele elsősorban a PR34B97 hibrid eredményein látszott, sok volt a hiányosan termékenyült cső. Ezért a terméseredmények értékelésénél ezt a hibridet nem vettük figyelembe.

#### 4. A kísérletekben tesztelt hibridek

5. táblázat: A tesztelt hibridek

2005	2006	2007
Szegedi 269 (FAO 304) DK 440 (FAO 320) PR37D25 (FAO 330) NK Cisco (FAO 430) Mv Maraton (FAO 450) PR34B97 (FAO 590)	Szegedi 269 (FAO 304) DK 440 (FAO 320) PR37D25 (FAO 330) NK Cisco (FAO 430) Mv Maraton (FAO 450) PR34B97 (FAO 590)	Szegedi 269 (FAO 304) DK 440 (FAO 320) PR37D25 (FAO 330) NK Cisco (FAO 430) Mv Maraton (FAO 450) PR36K67 (FAO 490)

2005-ben és 2006-ban, mindhárom agrotechnikai kísérletben ugyanazt a hat különböző tenyészidejű és nemesítésű hibridet teszteltük. 2007-ben, az előző két év kedvezőtlen tapasztalatai miatt egy hibrid váltására kényszerültünk. A leghosszabb tenyészidejű PR34B97 (FAO 590) hibrid helyett ebben az évben a PR36K67 (FAO 490) szerepelt a kísérletekben.

## **5. Mérések, vizsgálatok**

Mindhárom kísérletben, mindhárom évben sor került a levélterület-mérésre. A kézi mérésnél a Montgomery-képletet alkalmaztuk a LAI-index megállapításához, a műszeres mérést pedig a LAI 2000 elnevezésű levélterület-mérővel végeztük.

A fotoszintetikus-aktivitást mindhárom évben a tőszámsűrítési kísérletben mértük a LICOR 6400 hordozható szántóföldi fotoszintézis-mérő műszerrel. A műszer által rögzített legfontosabb paraméterek: fotoszintézis ( $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{sec}$ ), sztómanyitottság ( $\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ ),  $\text{CO}_2$ -kötés hatékonysága, intercelluláris  $\text{CO}_2$ -szint ( $\text{mmol}/\text{mol}$ ), transzspiráció ( $\text{mmol}/\text{m}^2/\text{sec}$ ).

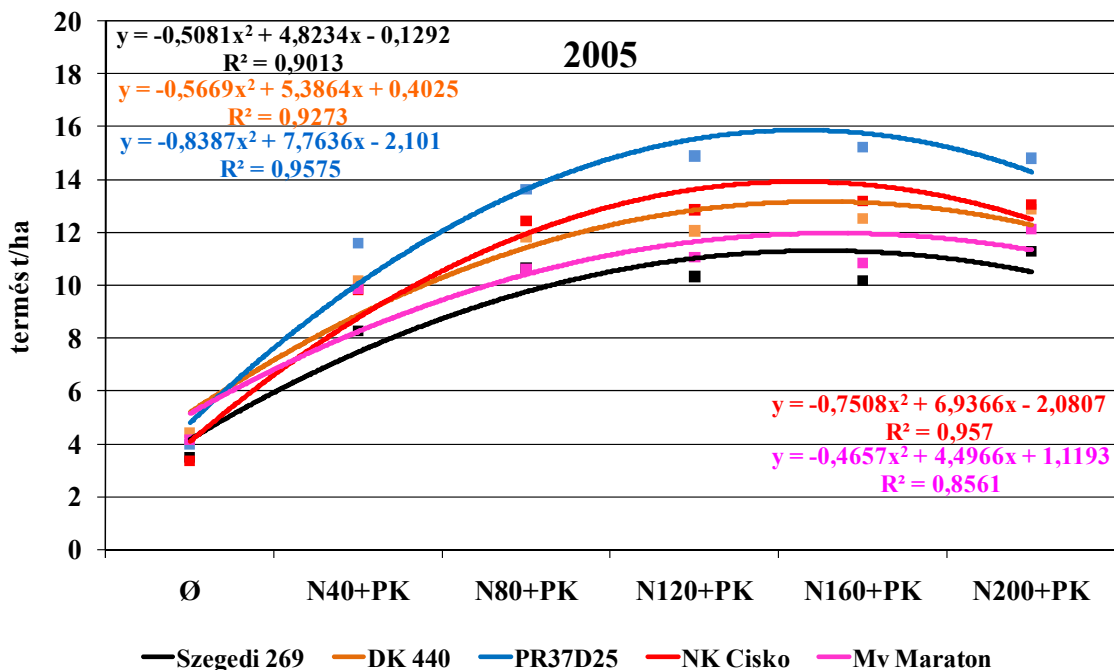
Figyeltük a hibridek vízleadásának ütemét az érés időszakában, valamint a betakarításkori szemnedvesség-tartalmat is. A vízleadás-dinamika vizsgálatához heti rendszerességgel végeztük a méréseket.

A kukoricaszem beltartalmi paraméterei közül a fehérje-, olaj- és keményítő-tartalmat vizsgáltuk a tápanyagellátási és vetésidő kísérlet kiválasztott kezeléseiből vett mintákban. A beltartalmi paraméterek meghatározása a Magyar Szabvány előírásai szerint történt. A laboratóriumi vizsgálatok elvégzésében a DE AMTC Élelmiszertudományi, Minőségbiztosítási és Mikrobiológiai Intézet munkatársai nyújtottak segítséget.

## EREDMÉNYEK

### 1. Az vizsgált agrotechnikai tényezők és a kukorica termése közötti összefüggések

#### 1.1. A műtrágyázás és a kukorica termés közötti összefüggés, 2005-2007

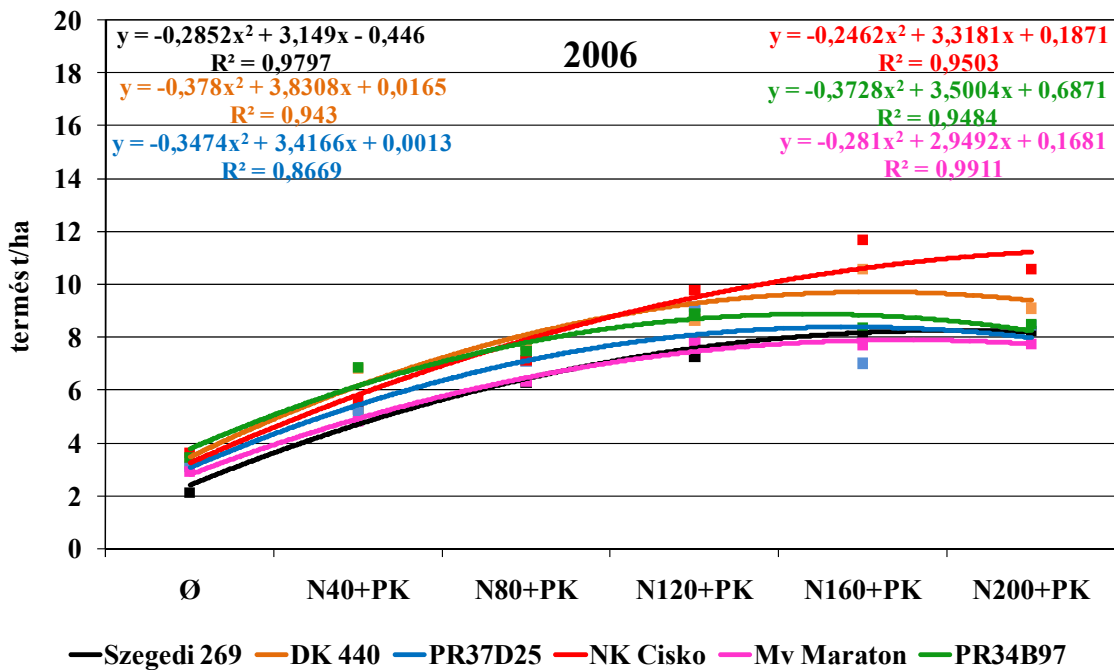


1. ábra: A műtrágyázás hatása a termésre, 2005

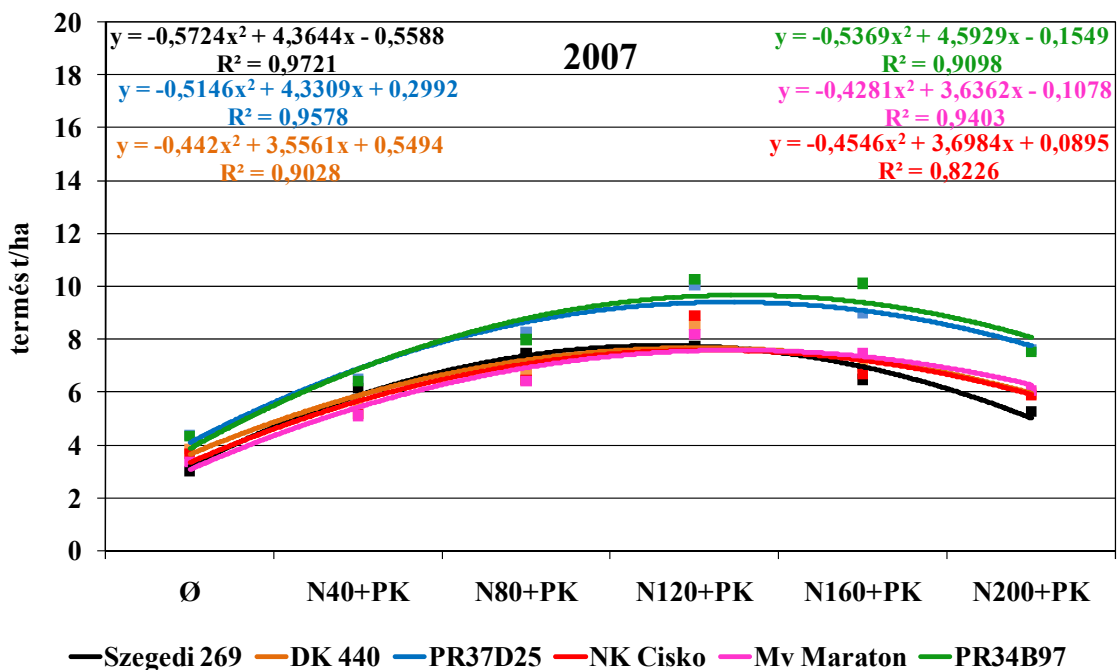
A tesztelt kukorica hibridek termése 2005-ben a kontroll kezelésben, műtrágyázás nélkül 3,4-4,44 t/ha között változott (1. ábra). Legjobb a DK 440 és az Mv Maraton természetes tápanyagfeltáró-képessége volt. Az 1. kezelésben mindegyik hibrid hozama legalább kétszeresére nőtt a kontroll parcellák terméséhez képest. A legnagyobb terméshozadékot a PR37D25 esetében tapasztaltuk (191%), ami kiváló műtrágya-reakcióra utal. A hibridek termése a 3-4. kezelésig nőtt, majd a legnagyobb kezelésnél csökkenő trend figyelhető meg. Minden műtrágyaszinten a PR37D25 termése volt a legnagyobb (11,8-15,22 t/ha). Ezt követte az NK Cisko, majd a DK 440.

2006-ban a kontroll kezelésben a legkisebb termés alig haladta meg a 2 t/ha-t (Szegedi 269: 2,13 t/ha), a maximális pedig 4 t/ha alatt maradt (NK Cisko: 3,62 t/ha). A csapadékos időjárás hatására jól érvényesült a növekvő intenzitású műtrágyázás, azonban a termések alulmúlták az előző évet (2. ábra). A 2005. évhez hasonlóan a legkisebb műtrágyaadag növelte legnagyobb mértékben a termést, a kontrollhoz viszonyítva a Szegedi 269 és a DK 440 esetében több mint 100%-kal (149%; 109%), de a többi hibridnél is 50-100%-kal. A hibridek termése a 3. műtrágyaszintig növekvő

tendenciát követett, ezután jelentősen mérséklődött, vagy nem változott. A hibridek közötti különbségek kevésbé tűnnek fel ebben az évben. A legnagyobb termőképességű hibridek 2006-ban az NK Cisco és a DK 440 voltak. A PR34B97 is jó eredményt ért el. Legalacsonyabb termése az Mv Maratonnak volt.



2. ábra: A műtrágyázás hatása a termésre, 2006



3. ábra: A műtrágyázás hatása a termésre, 2007

2007-ben műtrágyázás nélkül a hibridek 3,03-4,39 t/ha termést értek el (3. ábra). A legkisebb adagú tápanyagellátás hatására különböző mértékben növekedett a produktum. A Szegedi 269-é kétszeresére nőtt, a többi hibridnél 40-50%-kal kaptunk nagyobb termést a műtrágyázatlan parcellákhoz viszonyítva. Az aszályos évjárat miatt már a legkisebb trágyaadag sem tudott olyan mértékben hasznosulni, mint az előző években. A trágyaadagok emelésével a termés a 3. trágyaszintig szignifikánsan növekedett, majd jól láthatóan csökkentek a hozamok. A 2007. évi eredmények nagyon jól alátámasztják azt a feltevést, miszerint a növekvő trágyaadagok csak bizonyos szintig járulnak hozzá a termésnövekedéshez, túltrágyázás hatására pedig terméscsökkenés következik be. Ez igen szoros összefüggésben van az adott év időjárásával, elsősorban a csapadékellátással, a csapadék hasznosulásával, és ezen keresztül a tápanyagok mozgékonyásával a talajban. A legnagyobb termést a két Pioneer hibrid érte el minden kezelésben.

6. táblázat: Statisztikai analízis

	2005	2006	2007
<b>SzD<sub>5%</sub> trágyázás (t/ha)</b>	<b>1,14</b>	<b>1,01</b>	<b>0,41</b>

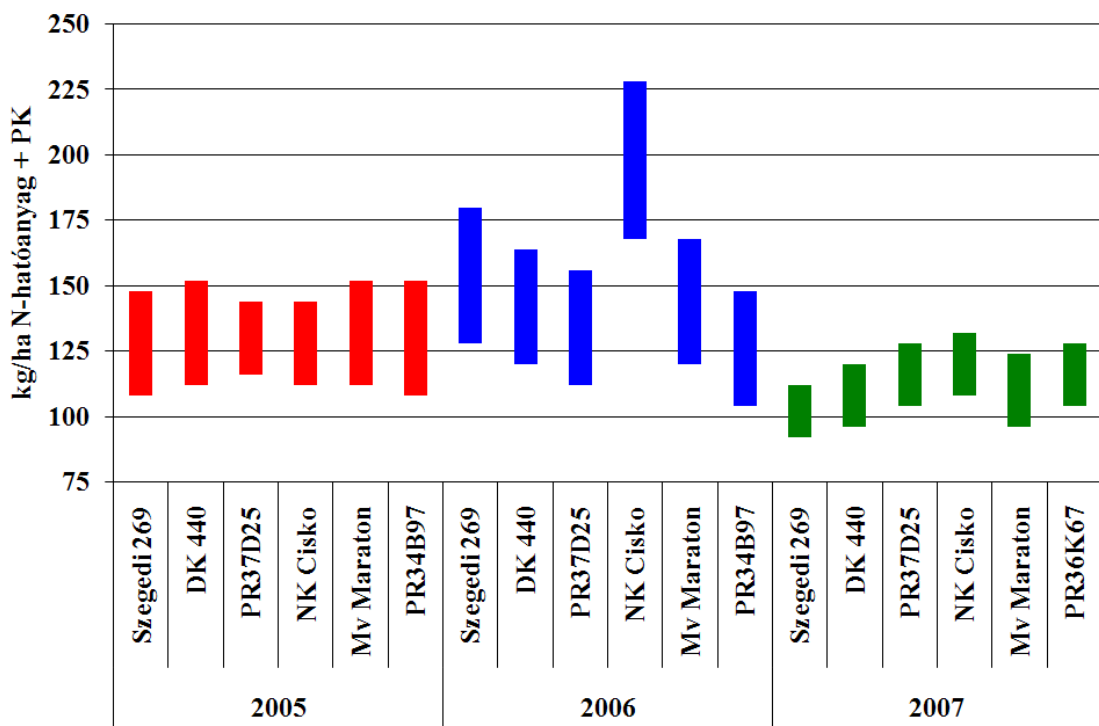
<i>r</i>	termés
<b>trágyázás</b>	<b>0,556**</b>
<b>LAI</b>	<b>0,584** -0,770**</b>
<b>csapadék VII.</b>	<b>0,346**</b>
<b>csapadék VIII.</b>	<b>0,470**</b>
<b>hőmérséklet IV.</b>	<b>-0,479**</b>
<b>hőmérséklet VII.</b>	<b>-0,487**</b>

A kapott terméseredmények és SzD<sub>5%</sub> értékek segítségével meghatároztuk a hibridek optimális műtrágyaigényét, műtrágyaoptimum-intervallumát (4. ábra). A 2005. bőséges csapadék-ellátottságú évben a hat hibrid optimális műtrágyaigényében lényeges különbség nem mutatkozott, 110-150 kg/ha N+PK hatóanyag kijuttatása elegendő volt számukra a maximális termés eléréséhez. Az ennél nagyobb adagok már nem hasznosultak, inkább a környezetet terhelték. Kedvezően tág volt a műtrágya-optimuma a Szegedi 269, DK 440 és Mv Maraton hibrideknek.

2006-ban, amikor a tenyészidőszak csapadékmennyisége és eloszlása is közel optimálisan alakult, a hibridek közötti különbségek is megmutatkoztak. A termésmaximum eléréséhez szükséges tápanyagoptimum a könnyű felvehetőség, mozgékonyág következtében mindegyik vizsgált hibridnél igen tág határok között

mozgott. Kiugró az NK Cisko esetében kapott érték, ami azt jelenti, hogy a hibrid optimális környezeti feltételek mellett a szokásosnál nagyobb adagú műtrágyát is képes megfelelően hasznosítani. Ez különösen fontos a környezet tehermentesítése szempontjából. Kedvezően hasznosította a nagy adagokat a korai érésű Szegedi 269 is.

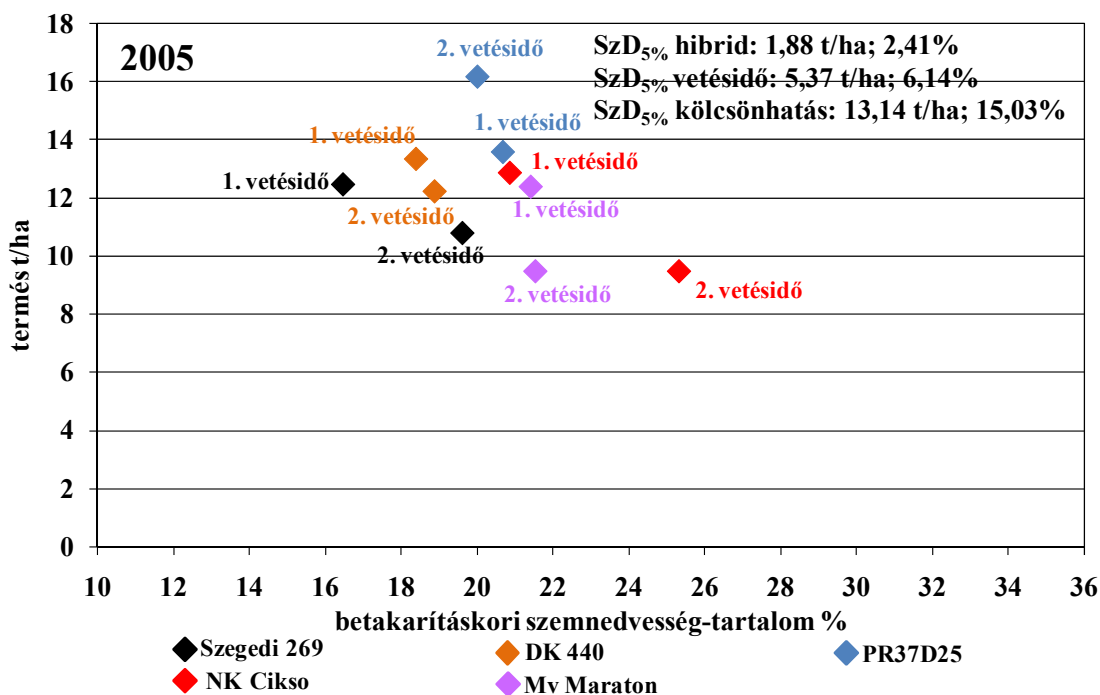
A 2007. kísérleti év szélsőségesen vízhiányos volt, amit a műtrágyaoptimumok is tükröznek. A talaj alacsony víztartalma, az elemek nehéz hozzáférhetősége és csekély mozgékonyága következtében igen szűk volt az optimális műtrágya-intervallum a vizsgált hibrideknél, a nagyobb adagok nem hasznosultak kellően. Az aszályos évben a hibridekre általánosan elmondható, hogy legfeljebb 90-130 kg/ha N+PK hatóanyag kijuttatása mellett még tudták növelni termésüket.



4. ábra: A hibridek műtrágya-optimuma a kísérleti évek eredményei alapján

### 1.2 A vetésidő és a kukorica termése közötti összefüggés, 2005-2007

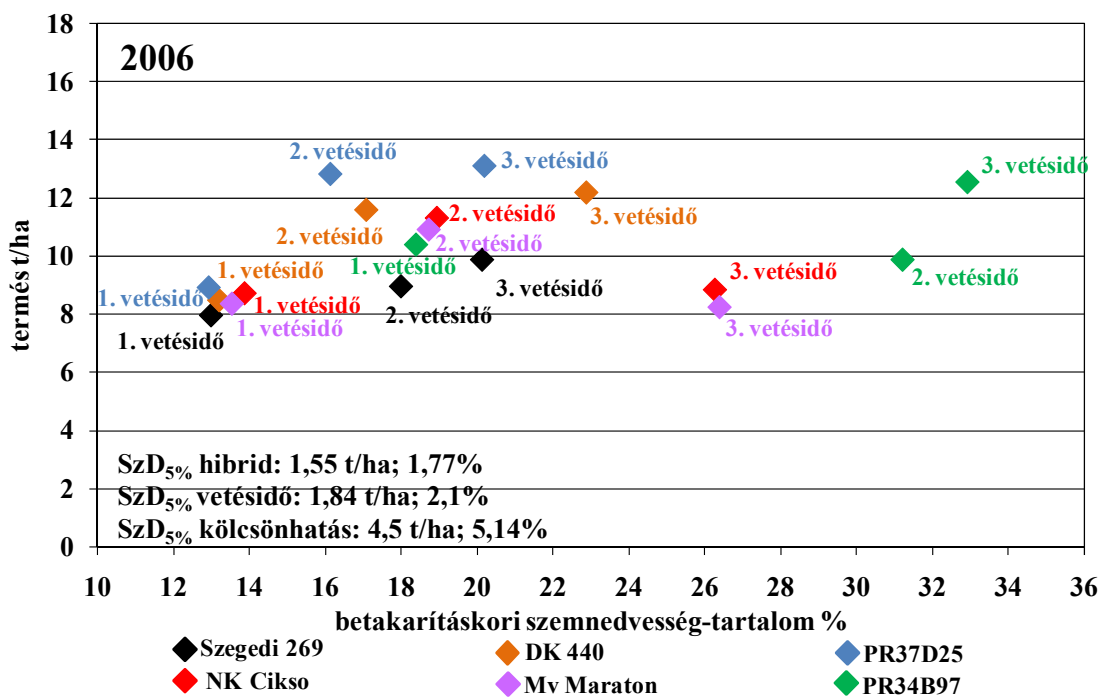
2005-ben a hibridek termése a második vetésidőben lényegesen alacsonyabb volt, mint az első vetésidőben (5. ábra). Kivételt képez ez alól a PR37D25 hibrid, melynek fejlődését és produktumát az optimálisnak számító második vetésidő kedvezőbben befolyásolta. A betakarításkori szemnedvesség-tartalom tekintetében jelentősebb változás a Szegedi 269 és az NK Cisko hibrideknél következett be, ahol a későbbi vetésidő hatására nőtt az érték. Minimális mértékben a DK 440 és Mv Maraton szemnedvessége is emelkedett.



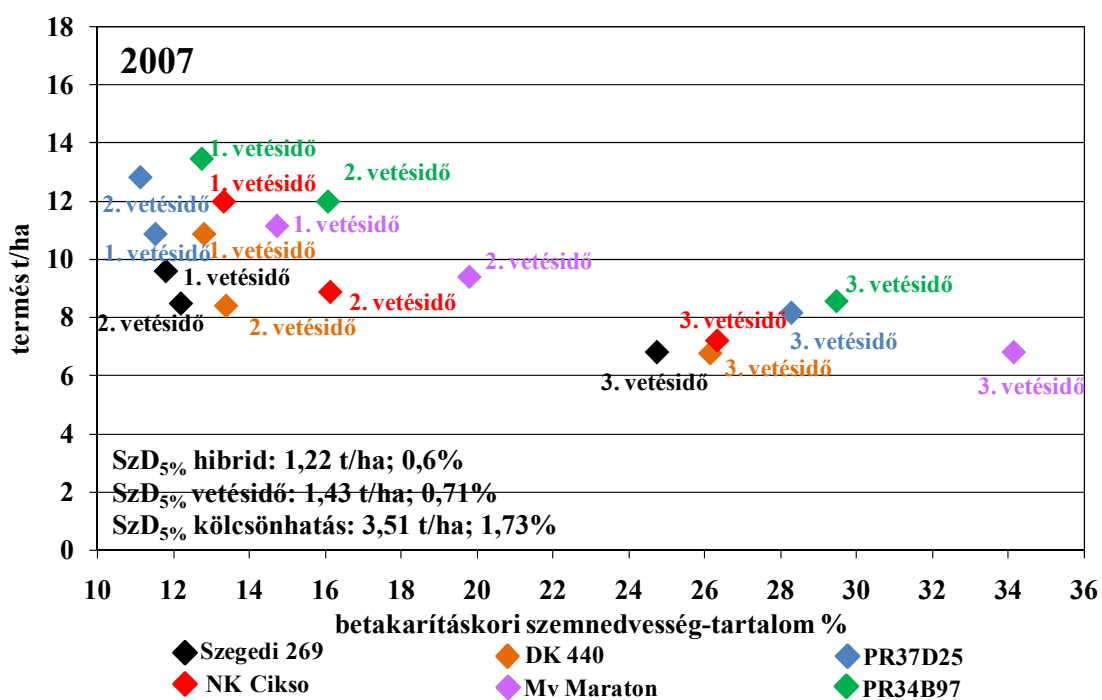
**5. ábra: A vetésidő hatása a hibridek termésére és betakarításkori szemnedvesség-tartalmára, 2005**

2006-ban az első vetésidőben volt a legalacsonyabb a hibridek termése (6. ábra). Az állomány fejlődését valószínűleg jobban visszavetette a július 22-i jégeső, mivel ez fejlődésében már előrébb tartott a későbbi vetésű állományokhoz képest. A Szegedi 269, a DK 440 és a PR37D25 esetében vetésidő késésével folyamatosan nőtt a termés, addig az NK Cisko-é és az Mv Maratoné a harmadik vetésidőben jelentősen csökkent. A betakarításkori szemnedvesség-tartalom a vizsgált hibrideknél a korai vetésidőben volt a legalacsonyabb és nőtt a vetésidő késésével.

2007-ben mind a szemnedvesség-tartalom, mind a termés tekintetében érzékelhető a késői vetés kedvezőtlen hatása (7. ábra). Az aszályos évjárat miatt csak azok az állományok tudtak megfelelően fejlődni, amelyeket időben vetettünk, és elegendő nedvesség volt még a talajban a kezdeti fejlődéshez. Mindegyik vizsgált hibrid termése az első vetésidőben volt a legnagyobb, és szignifikánsan csökkent a vetésidő kitolódásával. A betakarításkori szemnedvesség-tartalom ezzel ellentétesen változott, vagyis a későbbi vetésidő magasabb értékeket eredményezett.



6. ábra: A vetésidő hatása a hibridek termésére és betakarításkori szemnedvesség-tartalmára, 2006



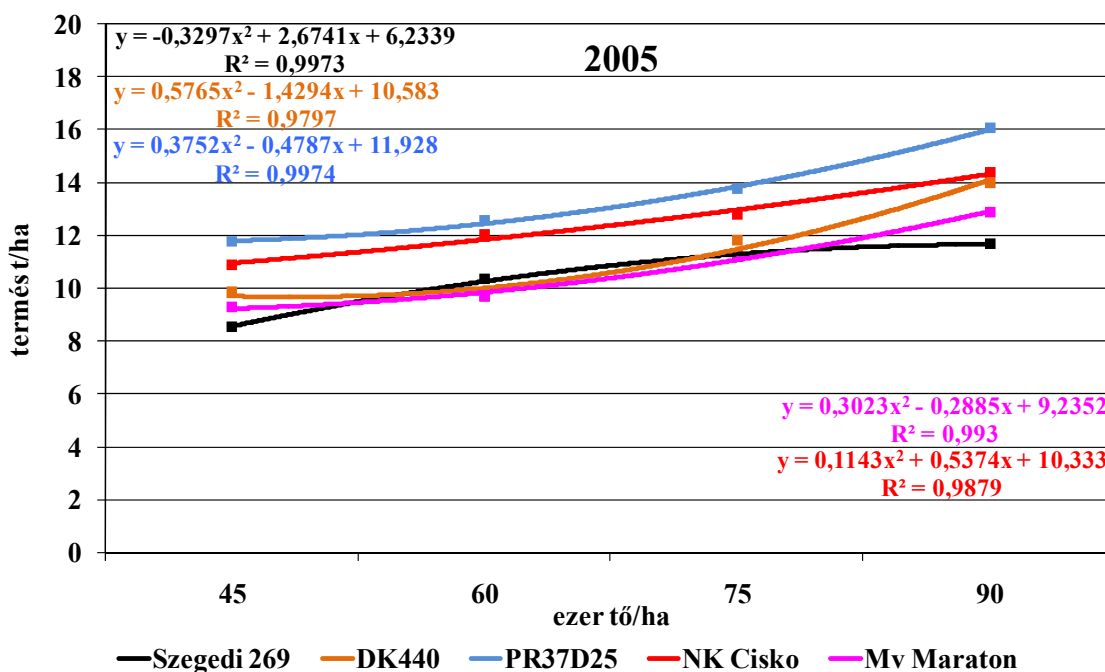
7. ábra: A vetésidő hatása a hibridek termésére és betakarításkori szemnedvesség-tartalmára, 2007

7. táblázat: Statisztikai analízis

<i>r</i>	betak. szemnedv.	termés
hibrid	0,385**	-
vetésidő	0,666**	-0,332**
csapadék IV.	-	0,274**
csapadék VII.	-	0,385**
csapadék VIII.	-	0,385**
hőmérséklet IV.	-0,387**	-
hőmérséklet VII.	-0,376**	-
hőmérséklet VIII.	-0,209*	-

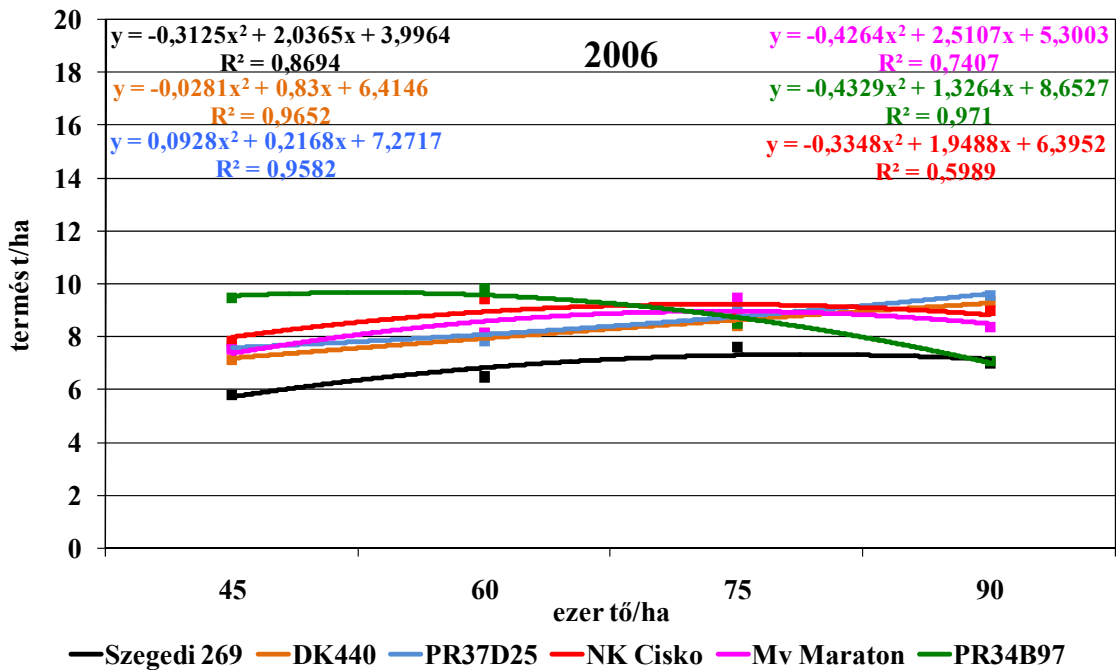
### 1.3. A tőszámsűrítés és a kukorica termése közötti összefüggés, 2005-2007

2005-ben a tenyészidőszak bőséges csapadékellátottságának köszönhetően a növények zavartalanul fejlődhettek még a sűrűbb állományban is. A kedvező tápanyag- és a megfelelő vízellátás biztosította számukra a tápanyagokhoz való könnyű és elégséges hozzáférést. Az állománysűrűség növelésével szinte minden esetben szignifikánsan nőtt a hibridek termése a legnagyobb tőszámig (8. ábra). A legkisebb hozamot a hibridek többségénél a 45 ezres állományban kaptuk, 8,55-11,79 t/ha között változott. Minden hibrid maximális termését a 90 ezres tőszámon érte el 11,68-16,05 t/ha közötti értékekkel. Kiemelkedő volt a teljesítménye valamennyi tőszámon a PR37D25-nek. Sorrendben ezt az NK Cisco, a DK 440, az Mv Maraton és a Szegedi 269 követte.



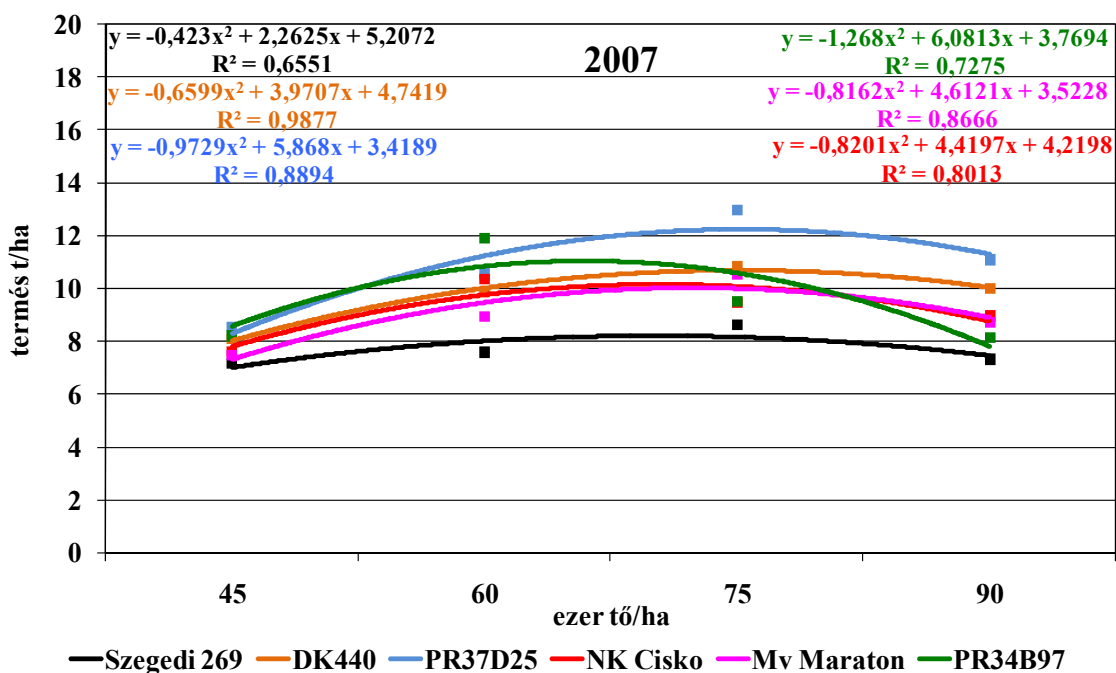
8. ábra: A tőszámsűrítés hatása a termésre, 2005

2006-ban a hibridek termése alacsonyabb volt, mint az előző évben (9. ábra). A legjobb eredményt a PR34B97 érte el a 60 ezres állománysűrűségeknél (9,81 t/ha). A Szegedi 269 termése volt a legkisebb minden kezelésben, 5,83-7,61 t/ha között változott. A Szegedi, a Dekalb, a PR37D25 hibridek a 75-90 ezer tő/ha állományig több esetben szignifikánsan növelték a termésüket, ellenben az NK Cisco és a PR34B97 hibrideknél 60 ezer tő/ha, az Mv Maratonnál 75 ezer tő/ha felett szignifikáns terméscsökkenés következett be.



9. ábra: A tőszámsűrítés hatása a termésre, 2006

Az aszályos évjárat ellenére 2007-ben a vizsgált hibridek némelyike kiemelkedő eredményt produkált, bizonyítva ezzel genetikai stabilitását és kiváló alkalmazkodóképességét a szélsőségesen száraz időjárási körülményekhez (10. ábra). A maximális termést a mindig élvonalban szereplő PR37D25 érte el a 75 ezres állományban (12,96 t/ha). A korábbi eredményekhez hasonlóan a Szegedi 269 termése volt a legalacsonyabb minden kezelésben, melyet elsősorban koraiságából fakadó kisebb potenciális termőképessége magyaráz. A kapott eredményeken jól nyomon követhető az egyes hibridek szárazságot toleráló képessége is. A vizsgált hibridek termése a 75 ezer tő/ha állományig több esetben szignifikánsan növekedett, míg a 90 ezres tőszámon már trendjellegű csökkenés tapasztalható.



10. ábra: A tőzsámsűrítés hatása a termésre, 2007

8. táblázat: Statisztikai analízis

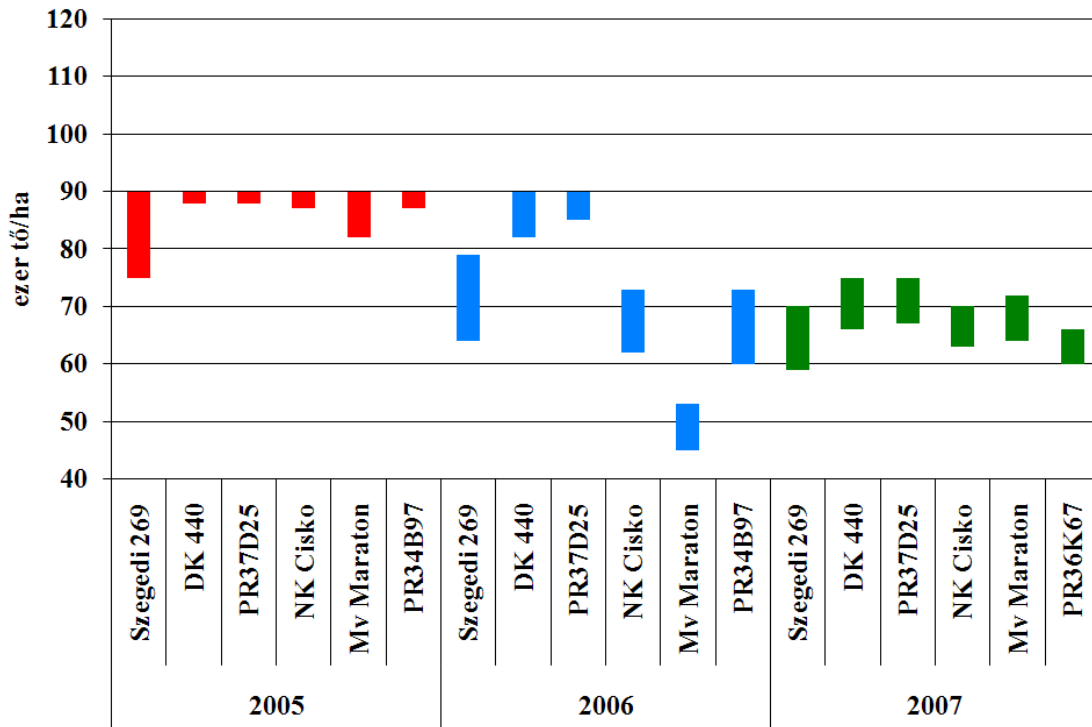
	2005	2006	2007
<i>SzD<sub>5%</sub> tőzsám (t/ha)</i>	0,85	0,62	0,54

<i>r</i>	termés
tőzsám	0,319**
LAI	0,284*-0,515**
fotoszintézis VII.	-0,309*
csapadék VII.	0,563**
csapadék VIII.	0,457**
hőmérséklet IV.	-0,485**
hőmérséklet VII.	-0,556**

A hektáronkénti hozamok és az  $SzD_{5\%}$ -értékek alapján meghatároztuk a hibridek tőzsámoptimum-intervallumát a három kísérleti évben (11. ábra). 2005-ben a kiválasztott hibridek a tőzsám emelésére termésnövekedéssel reagáltak. Kedvező csapadék-ellátás és -eloszlás mellett is inkább az optimális 70-80 ezer tő/ha tőzsámra törekedjünk, ami biztosabb eredményt hoz, és így az állomány is kevésbé érzékeny az időjárási szélsőségekre.

2006-ban a hibridek közötti különbség megmutatkozott. Kedvezően széles volt az optimum-intervalluma a Szegedi 269 hibridnek, ami újra kiváló alkalmazkodóképességét bizonyítja. Szintén jó eredményt kaptunk a PR34B97 és az NK

Cisko esetében. Szűk volt az intervallum és igen alacsony tőszámon alakult ki az Mv Maraton hibridnél. Ez azt bizonyítja, hogy átlagos évjáratban nincs szükség nagy tőszám alkalmazására a maximális termés eléréséhez.



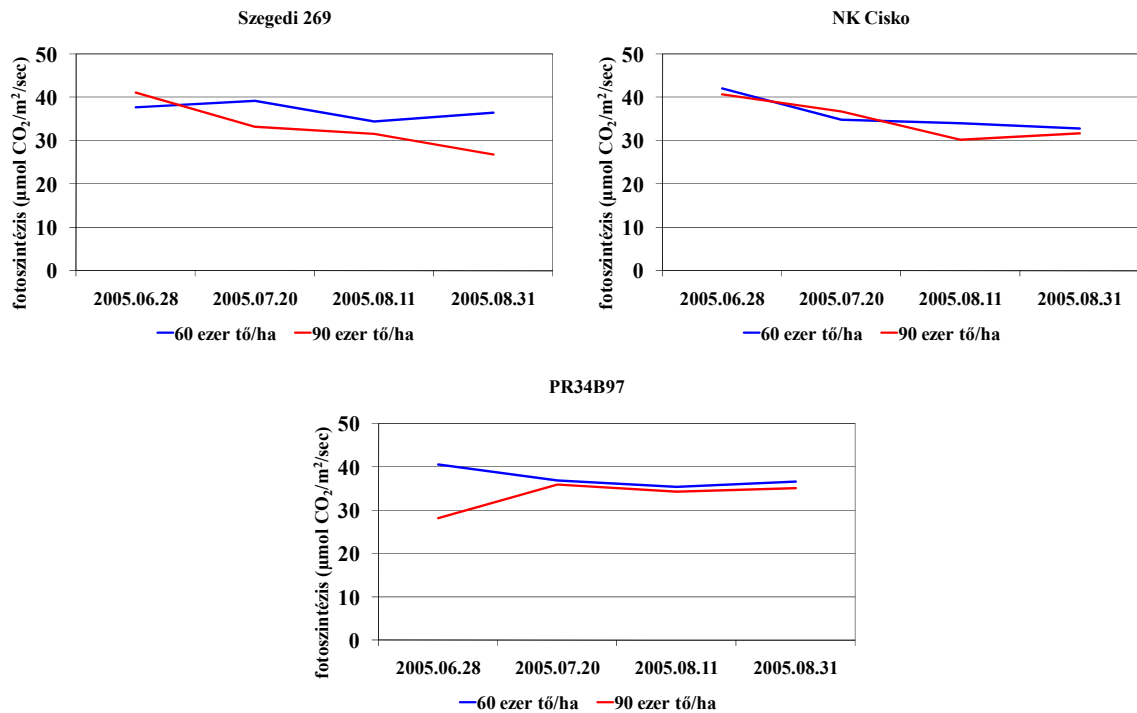
**11. ábra: A hibridek tőszámszámoptimum-intervalluma a kísérleti évek eredményei alapján**

2007-ben a hibridek optimális tőszáma 60-75 ezer tő/ha között alakult. A Szegedi 269 tolerálta legnagyobb mértékben a változó tőszámszámot. A DK 440 és a PR37D25 esetében már szűkebb volt az intervallum, de a nagyobb tőszámszámra is még kedvezően reagáltak. Kevésbé viselete jól a vízhiányos feltételeket az NK Cisko és a PR36K67, igen szűk volt az optimum-intervallum. Az utóbbi hibrid hosszú tenyészidejével függ össze, hogy a száraz évjáratban a ritkább állományban ad biztosabb termést. Az Mv Maraton maximális termésének eléréséhez 2007-ben a magasabb tőszámszám kedvezett, ami arra utal, hogy az aszály következtében kisebb az egyedi produkció.

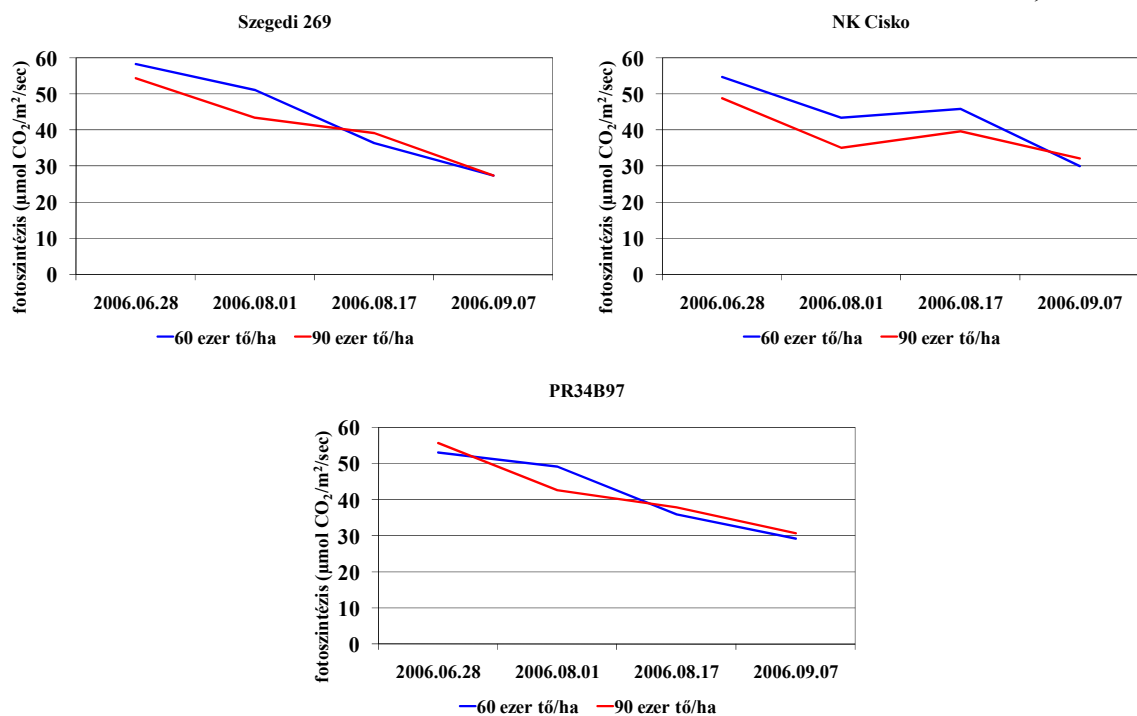
## 2. A fotoszintetikus aktivitás változása a tőszámszám függvényében, 2005-2007

A tőszámszámúrási kísérletekben vizsgáltuk a hibridek fotoszintetikus aktivitását is. 2005-ben a *Szegedi 269* esetében a 60 ezres állomány fotoszintézise intenzív volt a vegetációs időszakban, a mért értékek 35-40  $\mu\text{mol}/\text{CO}_2/\text{m}^2/\text{sec}$  között alakultak (12. ábra). Ezzel szemben a nagyobb tőszámszámra a tenyészidő előrehaladtával folyamatosan mérséklődött a fotoszintézis, amit a sűrűbb állományban fellépő vízhiány magyaráz. A *PR34B97* hibridnél szintén a 90 ezres tőszámszámra volt alacsony a fotoszintetikus aktivitás

júniusban, ami az igen meleg, csapadékszegény júniusi időjárás okozta fokozott vízhiánnyal, a sztómák záródásával függ össze.



12. ábra: A tőszámsűrítés hatása a hibridek fotoszintetikus aktivitására, 2005

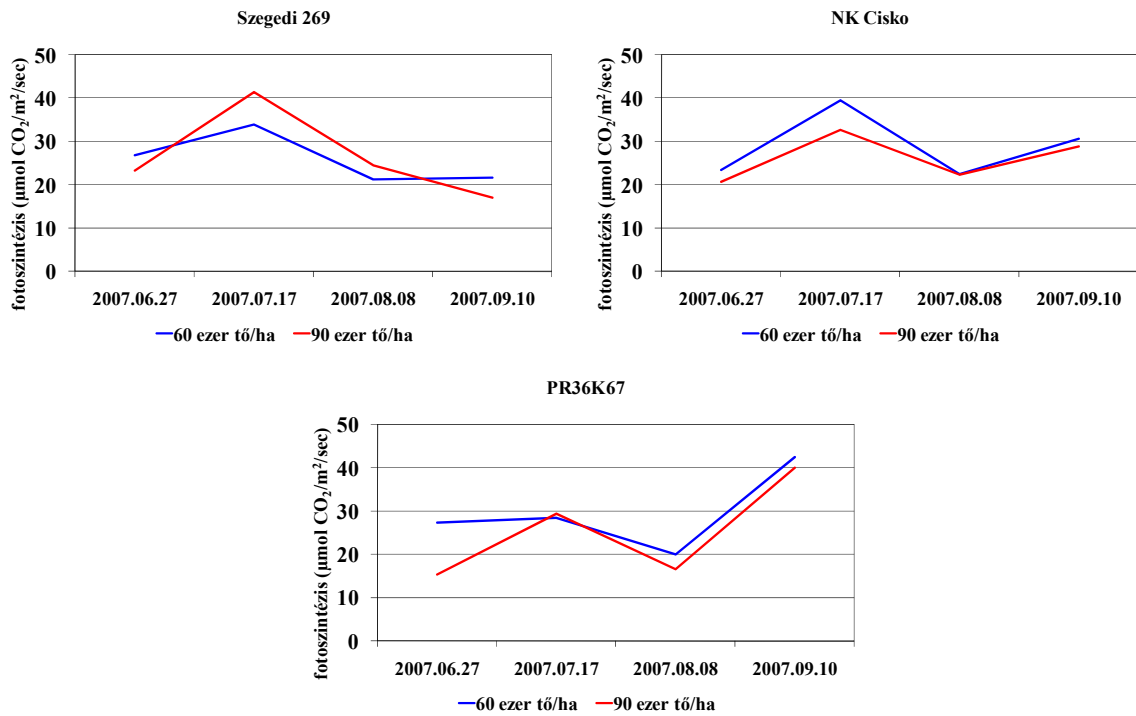


13. ábra: A tőszámsűrítés hatása a hibridek fotoszintetikus aktivitására, 2006

2006-ban a *Szegedi 269* nettó fotoszintézise mindkét denzitáson júniusban volt a legnagyobb, 55-60  $\mu\text{mol}/\text{CO}_2/\text{m}^2/\text{sec}$  (13. ábra). A forró csapadékszegény júliusi időjárás miatt az állományok fotoszintézise csökkent. Az *NK Cisko* fotoszintetikus

aktivitása szintén júniusban volt a legnagyobb és a 60 ezres tőszámon fotoszintetizáltak intenzívebben a növények, a sűrűbb állományt érzékenyebben érintette a vízhiány.

Meglehetősen hektikusan alakult a vizsgált hibridek fotoszintézise 2007-ben, amit leginkább a mérés időpontjában uralkodó időjárási sajátosságok és az aszályos évszázad hatásai alakítottak (14. ábra). A júniusi vízhiány korlátozta a növények fejlődését, ezzel együtt a fotoszintézist is.



14. ábra: A tőszámsűrítés hatása a hibridek fotoszintetikus aktivitására, 2007

9. táblázat: Statisztikai analízis

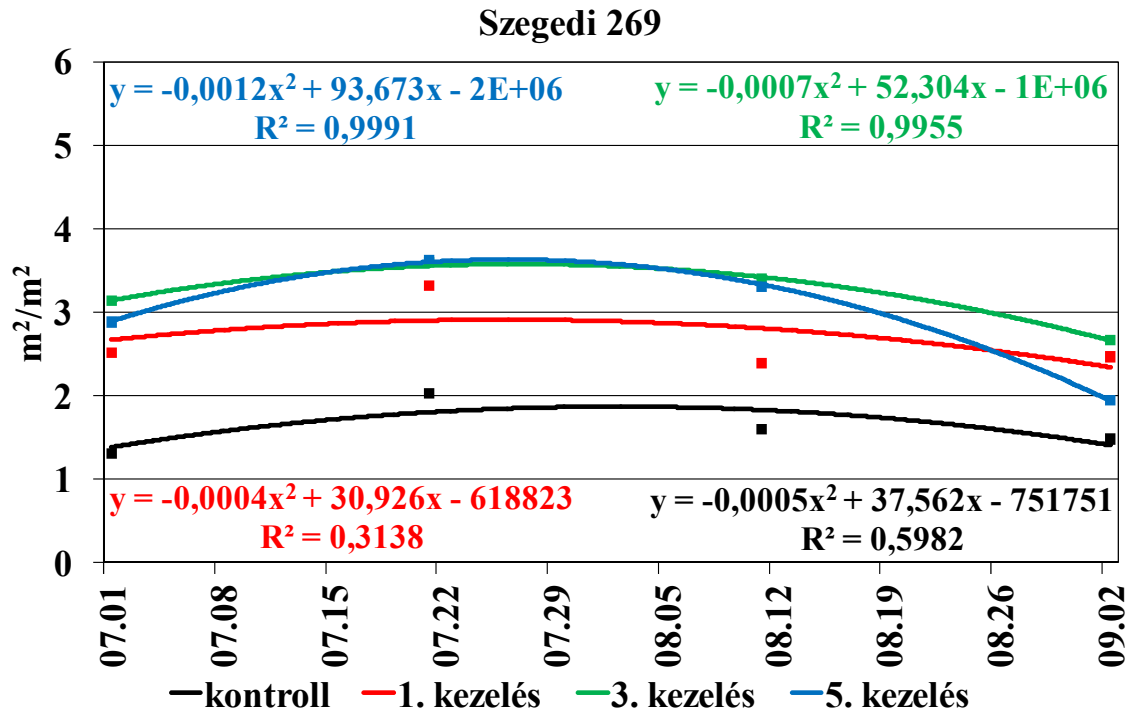
<i>r</i>	fotoszintézis VI.	fotoszintézis VII.
hibrid	-	-
csapadék	0,885**	-0,442**
hőmérséklet	-0,754**	-

<i>r</i>	fotoszintézis VIII.	fotoszintézis IX.
hibrid	-	0,430**
csapadék	0,429**	-
hőmérséklet	-0,799**	-

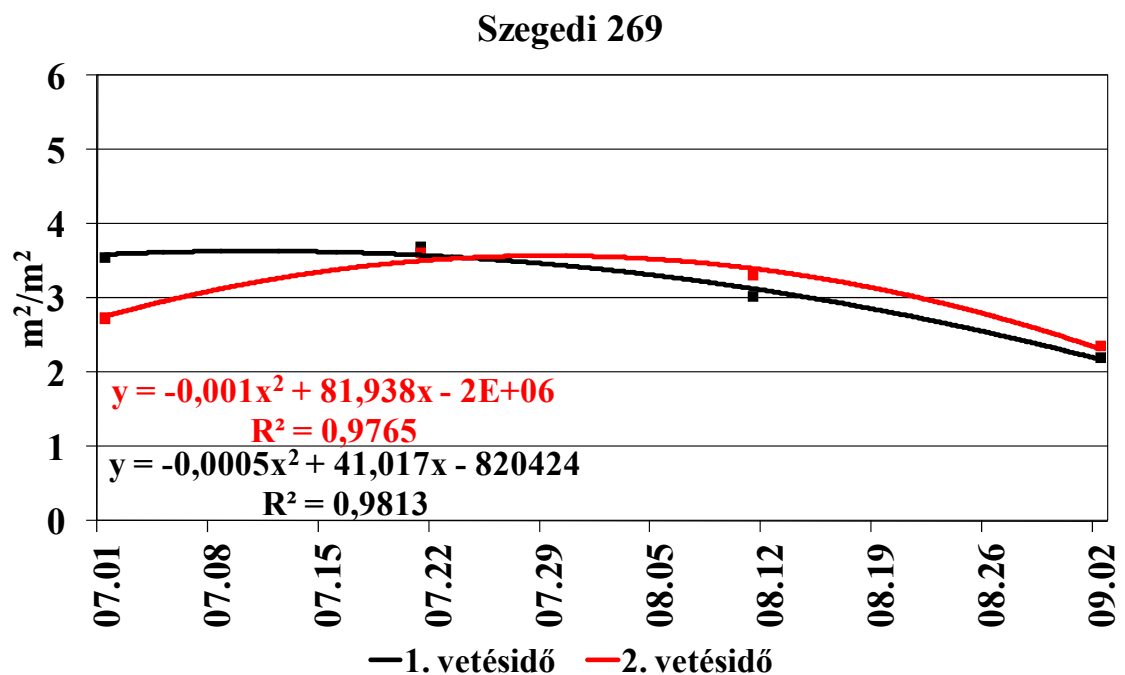
### 3. A vizsgált agrotechnikai tényezők és a LAI közötti összefüggések, 2005-2007

A vizsgált agrotechnikai tényezők eltérően befolyásolták a levélterület tenyészedőbeni alakulását, amit a Szegedi 269 példáján mutatunk be.

A növekvő intenzitású műtrágyázás következtében nőtt a levélfelület, a különböző adagok hatása azonban eltérő (15. ábra). A 200 kg/ha N+PK hatóanyag már nem minden esetben okozott további levélfelület növekedést, sőt, egyes esetekben csökkent a LAI a legnagyobb dózis hatására.

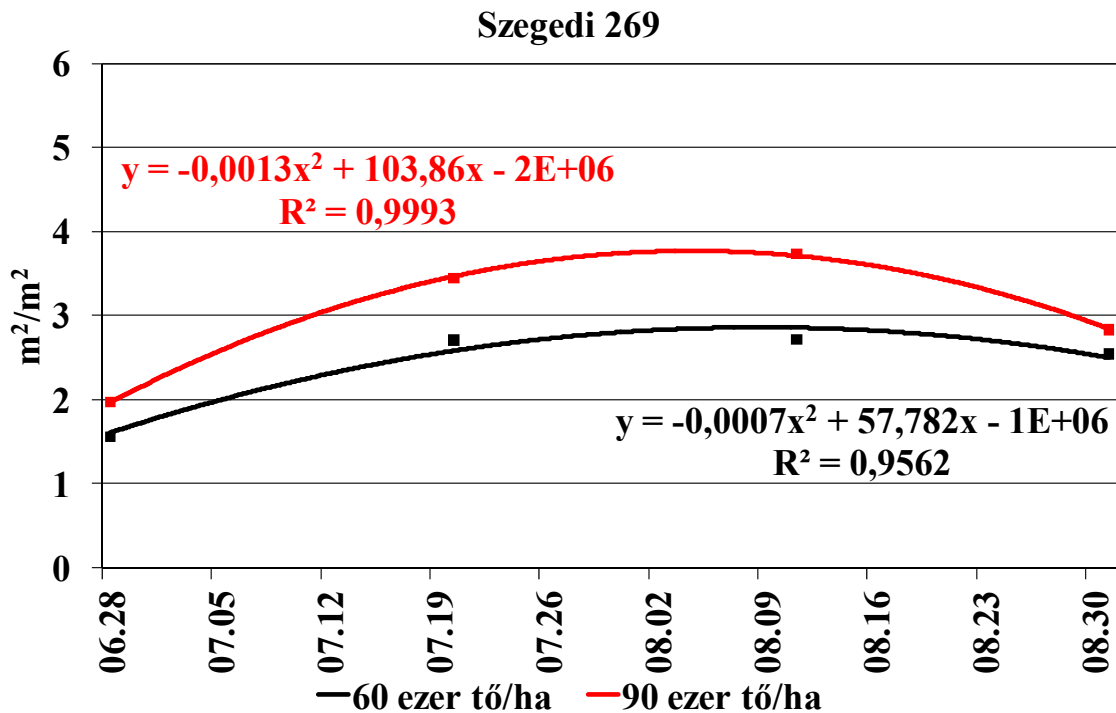


15. ábra :A műtrágyázás hatása a levélfelület-indexre (Szegedi 269, 2005)



16. ábra: A vetésidő hatása a levélfelület-indexre, (Szegedi 269, 2005)

Az állomány sűrítése mindhárom kísérleti évben pozitívan befolyásolta a területegységre vetített levélterületet (17. ábra). A LAI-növekedés mértéke azonban évjáratonként eltérő.



17. ábra: A tőszámsűrítés hatása a levélterület-indexre, (Szegedi 269, 2005)

A korai vetésidőben nagyobb a hibridek levélterülete a tenyészidőszak elején, ami alapvetően meghatározza a növények későbbi fejlődését (16. ábra). A fejlett lombzat hozzájárul ahhoz, hogy az állomány könnyebben, kisebb károsodással vészelve át a száraz, vízhiányos időszakokat, ezáltal nő az elérhető termés nagysága, végső soron a termésbiztonság.

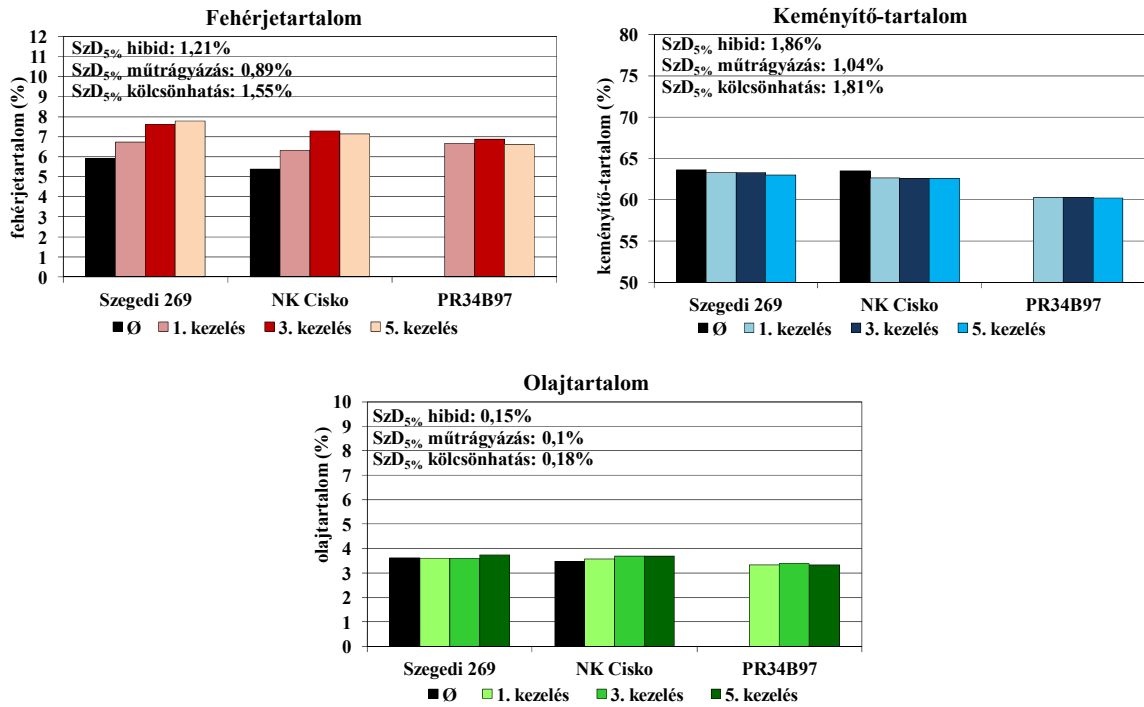
#### 4. A vizsgált agrotechnikai tényezők és a minőség közötti összefüggések

##### 4.1. A tápanyagellátás hatása a kukorica hibridek minőségére, 2005-2007

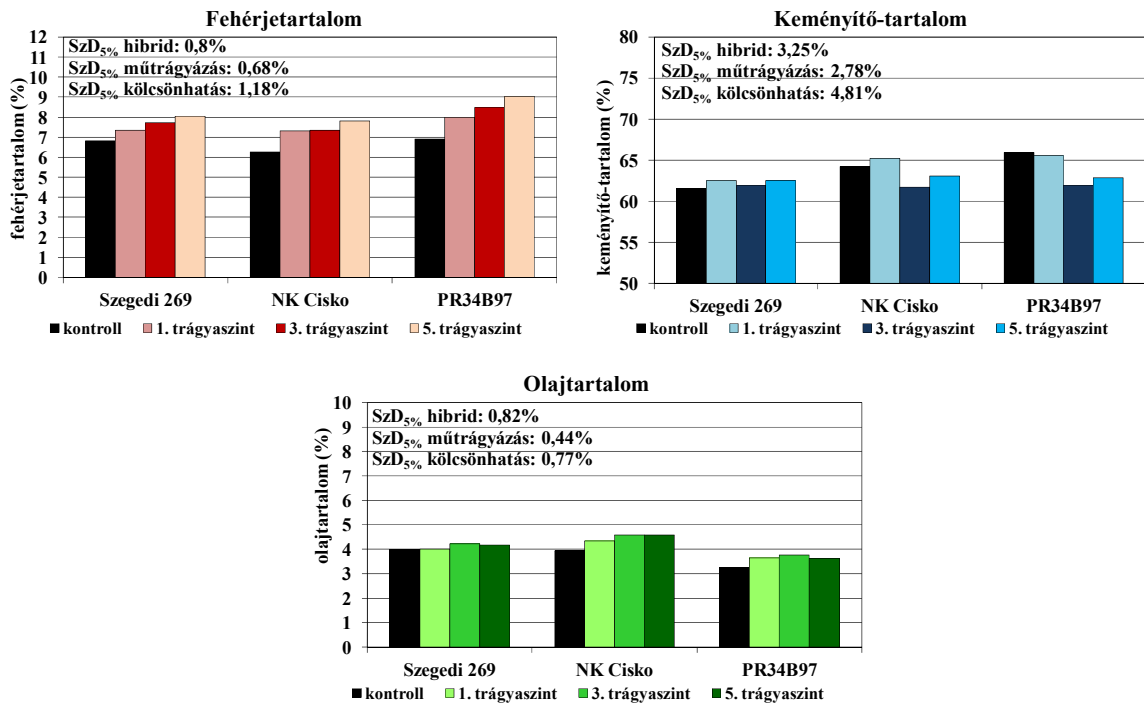
A Szegedi 269, NK Cisko és PR34B97 hibrideknél vizsgáltuk a beltartalmi paraméterek alakulását. 2005-ben a tápanyagadagok növelésével emelkedett a hibridek fehérje- és olajtartalma, a keményítő-tartalom ellenben csökkent (18. ábra).

2006-ban a fehérje frakció aránya a kisadagú műtrágya hatására jelentős mértékben, az NK Cisko és a PR34B97 esetében szignifikánsan növekedett a kontrollhoz viszonyítva (19. ábra). Az NK Cisko és a PR34B97 hibridek keményítő-tartalma szignifikánsan csökkent a nagyobb adagok hatására, és az optimális trágyaszinten volt a

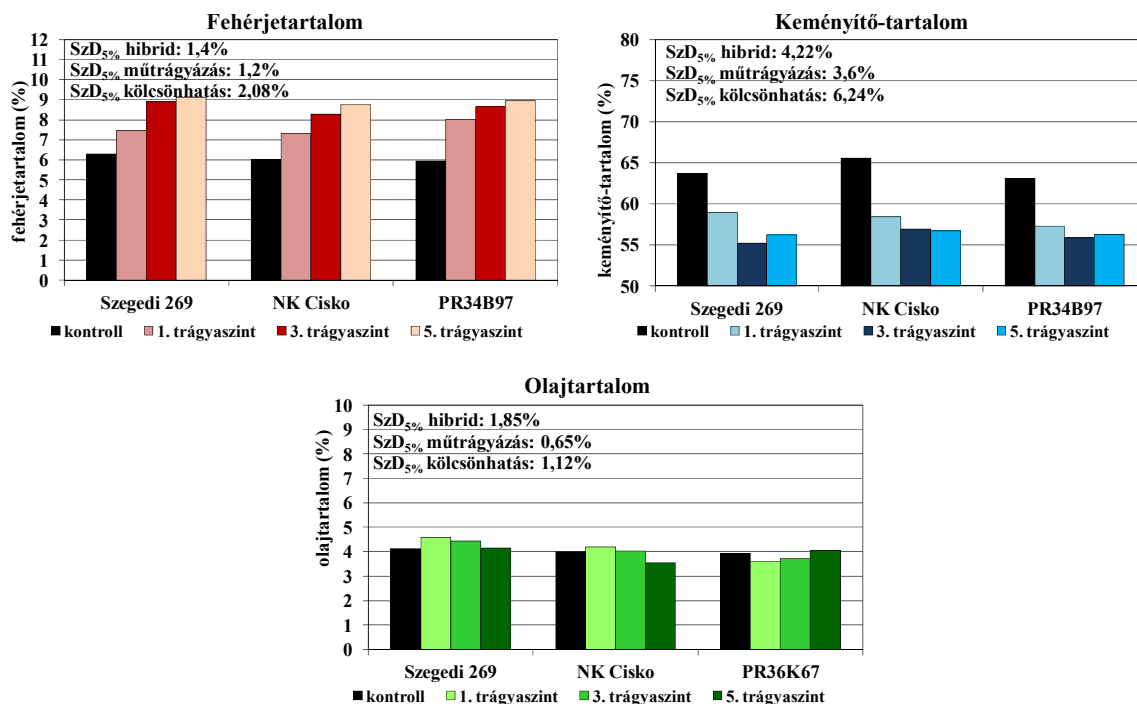
legalacsonyabb. Az olajtartalom – az előző évhez hasonlóan – nőtt a tápanyagellátás következtében.



18. ábra: A műtrágyázás hatása a beltartalomra, 2005



19. ábra: A műtrágyázás hatása a beltartalomra, 2006



20. ábra: A műtrágyázás hatása a beltartalomra, 2007

2007-ben a vizsgált hibridek fehérjertartalma a növekvő adagok hatására a keményítő-tartalom rovására emelkedett (20. ábra), az olajtartalom viszont a korábbi évek tendenciájával ellentétben az intenzívebb tápanyagellátás mellett alacsonyabb volt.

10. táblázat: Statisztikai analízis

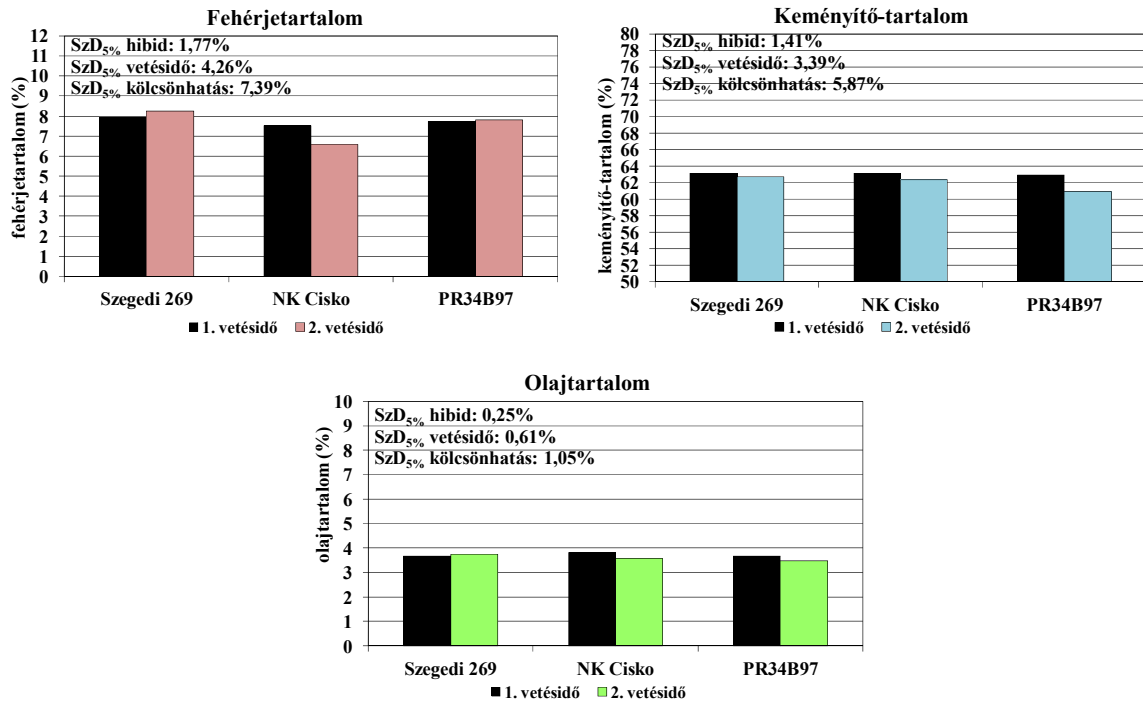
<i>r</i>	fehérje	keményítő	olaj
betak. szemnedv.	<b>-0,588**</b>	<b>0,591**</b>	-
fehérje	-	<b>0,996**</b>	<b>-0,420**</b>
keményítő	-	-	<b>0,395**</b>
csapadék VII.	-	-	<b>-0,923**</b>
csapadék VIII.	<b>-0,742**</b>	<b>0,764**</b>	-
csapadék IX.	-	-	<b>-0,901**</b>
hőmérséklet VII.	-	-	<b>0,532**</b>
hőmérséklet VIII.	<b>0,983**</b>	<b>-0,980**</b>	-
hőmérséklet IX.	-	-	<b>0,518**</b>

## 2.2. A vetésidő hatása a kukorica hibridek minőségére, 2005-2007

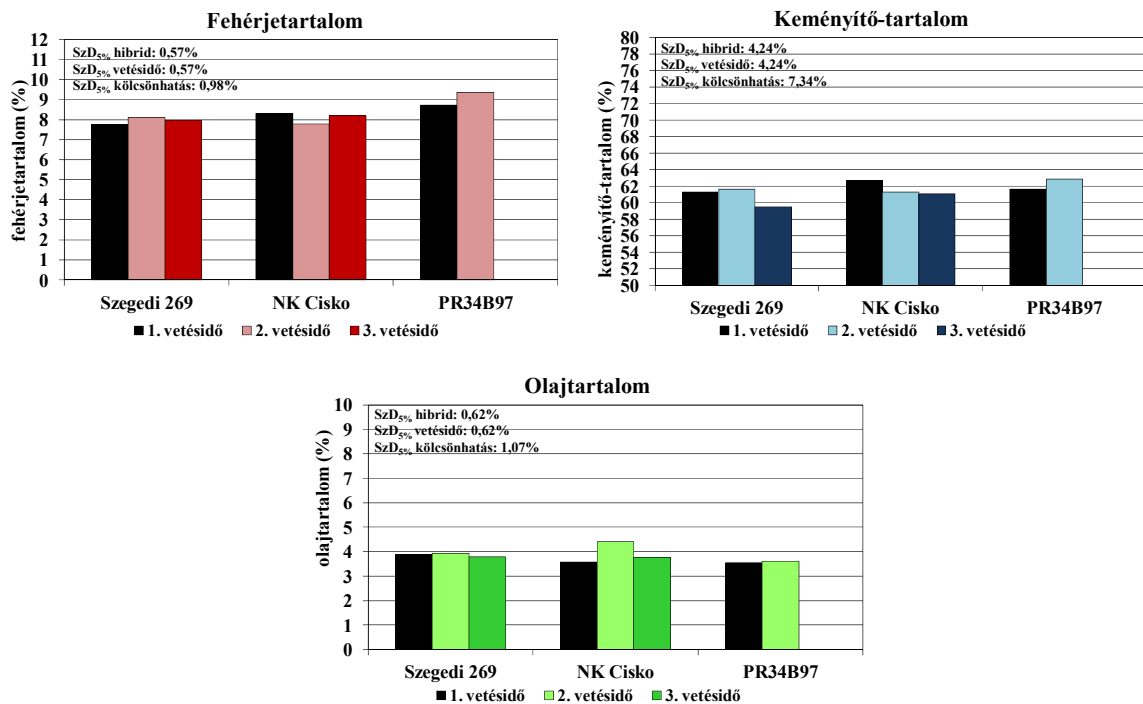
A későbbi vetésidő magasabb *fehérjertartalom* kialakulását idézte elő a Szegedi 269 és a PR34B97 hibrideknél 2005-ben, míg az NK Cisco esetében csökkent (21. ábra), továbbá a szem keményítő- és olajtartalma is a második vetésidőben volt kisebb.

A hibridek fehérjertartalma eltérő volt a vetésidőtől függően 2006-ban (22. ábra). Míg a Szegedi 269 esetén a másodikban volt a legmagasabb a koncentráció, addig az

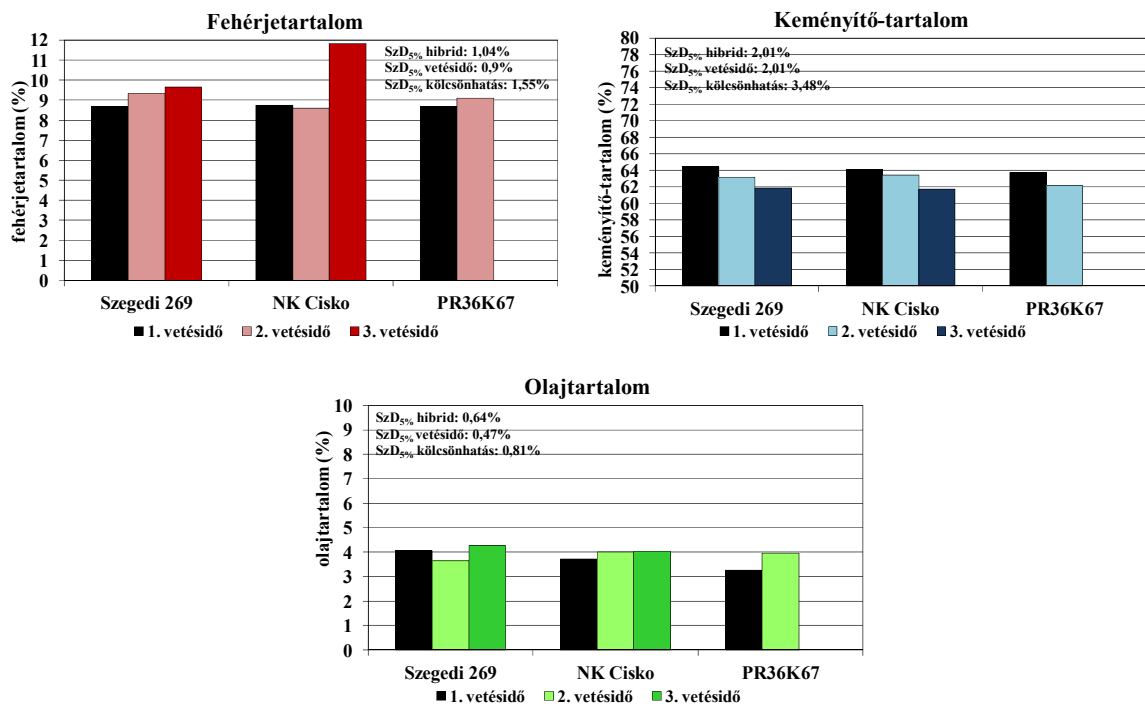
NK Cisko-nál a korai és késői vetés hatása volt pozitív. Statisztikailag igazolható mértékben nőtt a PR34B97 fehérjetartalma a második vetésidőben. A Szegedi és az NK Cisko keményítő-tartalma jelentősen csökkent a harmadik vetésidőben. Az olajtartalom az NK Cisko esetében változott számottevően.



21. ábra: A vetésidő hatása a beltartalomra, 2005



22. ábra: A vetésidő hatása a beltartalomra, 2006



23. ábra: A vetésidő hatása a beltartalomra, 2007

2007-ben a vetésidő kitolódásával emelkedett a hibridek fehérje- és olajtartalma, csökkent ellenben a keményítő aránya (23. ábra).

11. táblázat: Statisztikai analízis

<i>r</i>	fehérje	keményítő	olaj
hibrid	-	-	<b>-0,279**</b>
vetésidő	<b>0,339**</b>	<b>-0,379**</b>	<b>0,289*</b>
betak. szemnedv.	-	<b>-0,266**</b>	-
csapadék VII.	-	<b>0,345**</b>	-
csapadék VIII.	<b>-0,618**</b>	-	<b>-0,264*</b>
csapadék IX.	-	<b>0,432**</b>	-
hőmérséklet VII.	<b>0,504**</b>	-	-
hőmérséklet VIII.	<b>0,552**</b>	-	-
hőmérséklet IX.	<b>-0,564**</b>	<b>-0,386**</b>	-

## ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Csapadékos évjáratban (2005) a DK 440 és az Mv Maraton hibridek, átlagos évjáratban (2006) az NK Cisco és a PR34B97, aszályos évjáratban (2007) pedig a PR37D25 és a PR6K67 termése műtrágyázás nélkül is kiemelkedő volt a többi hibridhez viszonyítva. A legkisebb, 40 kg N+PK műtrágyaadag hatására évjárattól függően 41-191%-os termésnövekedés érhető el. Kiváló műtrágya-reakció jellemzi a PR37D25 és a Szegedi 269 hibrideket.
2. A műtrágya agroökológiai optimumát jelentősen befolyásolja az évjárat is. Csapadékos évben a hibridek optimális műtrágyaigényében kísérleti körülmények között lényeges különbség nem tapasztalható, kb. 110-150 kg/ha N+PK hatóanyag kijuttatása elegendő volt a maximális termés eléréséhez. Átlagos évjáratban a genetikai variabilitás a műtrágya-optimumban jobban érvényre jutott. A nagyobb agroökológiai műtrágyaoptimum (NK Cisco: 168-228 kg/ha N+PK) azt jelenti, hogy a hibrid optimális környezeti feltételek mellett a szokásosnál nagyobb adagú műtrágyát is képes megfelelően hasznosítani. Ez a környezet tehermentesítése, a tápanyagok megfelelő hasznosulása szempontjából igen fontos tulajdonság. Aszályos évben szűkült az optimális műtrágya-intervallum, és alacsonyabb szintű tápanyag-ellátást igényeltek a hibridek.
3. A javuló tápanyagellátás következtében nő a hibridek fehérjetartalma és csökken a keményítő-tartalom. A fehérje beépülését hátráltatja a csapadékos június és augusztus. Az olaj koncentrációját segíti a meleg júniusi, a csapadékszegény júliusi és szeptemberi időjárás. A nagyobb szemnedvesség alacsonyabb fehérje- és magasabb keményítő-tartalommal párosul.
4. Csapadékos évben a kukorica hibridek a tőszám növelésére folyamatos termésnövekedéssel reagáltak. Átlagos évjáratban a hibridek közötti reakciókülönbség jobban megmutatkozott. Széles a Szegedi 269, PR34B97 és NK Cisco hibridek optimum-intervalluma, szűk és igen alacsony tőszám jellemzi az Mv Maraton hibridet. Aszályos évben az optimális tőszám 60-75 ezer tő/ha. A Szegedi 269 jól tolerálja a változó tőszámot, a vízhiányt kevésbé bírja az NK Cisco és a PR36K67.
5. Az optimálisnál későbbi vetés szignifikáns mértékben csökkenti a keményítő-tartalmat, növeli a fehérje- és az olajfrakció arányát. Az olajtartalom a hosszabb tenyészidejű hibridekben jellemzően kisebb. A csapadékos április-júniusi időszak

kedvezőtlen a szem keményítő-tartalma szempontjából, pozitív hatású a csapadékos július és szeptember. A fehérje és az olaj koncentrációját a meleg, napos nyári időjárás segíti.

6. A LAI-index alakulását a hibridek genetikai tulajdonságain kívül az ökológiai és agrotechnikai tényezők is meghatározzák. A növekvő műtrágyaadag és denzitás szignifikánsan növeli a kukorica hibridek maximális levélterületét. A korábban vetett állományok LAI-indexe a tenyészidőszak elején lényegesen nagyobb, mint a késői vetések esetében. A LAI-index és a termés közötti összefüggés kedvező évjáratban jut jobban érvényre.

## **GYAKORLATNAK ÁTADHATÓ EREDMÉNYEK**

1. A vizsgálati eredmények lehetővé teszik a termőhely és hibridspecifikus technológiák mellett a hatékonyság növelését.
2. A kukorica hibridek vízleadása az érés időszakában az optimális NPK kezelésnél a tőszámoptimum-intervallum alsó értékénél és a korábbi vetésnél kedvezőbb.
3. Az optimálistól eltérő tőszám, műtrágyaadag és vetésidő alkalmazása a termésbiztonság csökkenésén túl növeli a betakarításkori szemnedvesség-tartalmat, a szemtermés biológiai és fizikai vízleadásának akadályozásán keresztül.
4. A vizsgált hibridek fontosabb agronómiai tulajdonságának meghatározása az eredmények adaptálása elősegíti a hibridspecifikus termesztéstechnológiák alkalmazását, a hatékonyság növelését, továbbá a fenntartható fejlődést a kukoricatermesztésben.
5. A kukorica termésbiztonságát csak az ökológiai-, biológiai- és agrotechnikai tényezők közötti kapcsolatrendszer optimalizálásával tudjuk biztosítani.
6. A termőhely és hibridspecifikus termesztéstechnológia alkalmazása előfeltétele a hatékonyságnak és a környezetvédelemnek egyaránt.

## Az értekezés témakörében megjelent főbb publikációk

### IF-os tudományos közlemények:

1. Molnár, Zs. – Sárvári, M. (2005): Effect of plant density on the maize yield. In: Cereal Research Communications, Vol. 33. No. 1. Ed.: Hidvégi, Sz. 275-278. p.
2. Molnár, Zs. – Sárvári, M. (2006): Agronomic impacts on maize (*Zea mays* L.) yield formation. In: Cereal Research Communications. Vol. 34. No. 1./II. Ed.: Hidvégi, Sz. 581-584. p.
3. Molnár, Zs. – Sárvári, M. (2007): Relationship between sowing time and yield of maize hybrids with different genetic characteristics. In: Cereal Research Communications. Vol. 35. No. 2. Part II. Ed.: Kertész, Z. 797-800. p.
4. Sárvári, M. – El Hallof, N. – Molnár, Zs. (2007): Effect of determining factors on maize yield with special regards to plant density. In: Cereal Research Communications. Vol. 35. No. 2. Part II. Ed.: Kertész, Z. 1037-1040. p.

### Nem IF-os, de lektorált közlemények:

1. Molnár Zs. – Sárvári M. (2005): A vetésidő és a tőszám hatása a kukoricahibridek termésére. In: Agrártudományi Közlemények. Szerk.: Jávor A. 2005/16. Különszám. 95-104. p.
2. Molnár Zs. – Sárvári M. (2005): A vetésidő hatása az eltérő genetikai tulajdonságú hibridek produkciójára. In: XI. Ifjúsági Tudományos Fórum. Keszthely, 2005. március 24. (311. pdf.) (CD-kiadvány)
3. Molnár Zs. – Sárvári M. (2006): A vetésidő hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termésére és a betakarításkori szemnedvesség-tartalom változására. In: Agrártudományi Közlemények. 2006/23. Különszám. Szerk.: Jávor A. 39-50. p.
4. Molnár Zs. – El Hallof N. (2006): A termesztéstechnológia kritikus elemeinek hatása a kukorica termésmennyiségére és termésminőségére. In: V. Alföldi Tudományos Tájgazdálkodási Napok. 2006. október 26-27. (CD-kiadvány)
5. Sárvári M. – El Hallof N. – Molnár Zs. (2006): A kukorica termesztéstechnológiájának meghatározó elemei. In: V. Alföldi Tudományos Tájgazdálkodási Napok. 2006. október 26-27. (CD-kiadvány)
6. Sárvári, M. – Molnár, Zs.– El Hallof, N. (2007): LAI, photosynthetic activity and yield formation of maize hybrids depending on nutrient supply. 10<sup>th</sup> International Symposium on Soil and Plant Analysis. Abstract. Ed.: Németh, T. – Koós, S. 27. p.
7. Molnár Zs. – Sárvári M. (2007): Az évjárat és a vetésidő hatása a kukorica vízleadás-dinamikájára és termésére. In: Agrártudományi Közlemények. 2007/26. Különszám. Szerk.: Jávor A. 255-265. p.
8. Molnár Zs. – Sárvári M. (2008): A vetésidő meghatározó szerepe a kukoricatermesztésben. In: Környezetvédelem és élelmiszerbiztonság a szántóföldi növénytermesztésben. Szlovák-Magyar TÉT. Szerk.: Pepó Pé. 149-158. p.
9. Molnár Zs. – Sárvári M. (2006): A vetésidő hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termésére és a betakarításkori szemnedvesség tartalomra. In: Rationalization of Cropping Systems and Their Effect on The Effective Utilisation of Yield Potential and Quality of Field Crop Production under Sustainable Development. Slovak-Hungarian Project. Szerk.: Pepó Pé. – Vladimír P. 156-165. p. (CD-kiadvány)

### **Egyéb közlemények:**

1. Molnár Zs. – Sárvári M. (2002): A vetésidő hatása a kukorica termésére és betakarításkori szemnedvesség-tartalmára. In: Innováció, a tudomány és a gyakorlat egysége az ezredforduló agráriumában. Szerk.: Jávor A. – Sárvári M. 360-366. p.
2. Molnár Zs. (2003): A vetésidő és a kukorica produkciója közötti összefüggés újabb eredményei. In: A Debreceni Egyetem Tehetséggondozó Programjának I. Konferenciája. Tanulmányok. Szerk.: Balogh L. – Mező F. – Tóth L. 32-36. p.
3. Sárvári M. – El Hallof N. – Molnár Zs. (2007): A klimatikus tényezők változása és hatása a kukorica produkciójára. Globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok. KvVM – MTA „VAHAVA” projekt. novterm7.pdf (CD-kiadvány)
4. Sárvári M. – Molnár Zs. (2005): Fajtaspecifikus kukoricatermesztési technológiák. In: Értékálló Aranykorona. 2005. február. V. évf. 1. sz. 6-8. p.
5. Sárvári M. – El Hallof N. – Molnár Zs. (2005): Összefüggés a tőszám, a vetésidő és a kukorica termésbiztonsága között. In: Agro napló IX. évf. 2005/4. 30-32. p.
6. Sárvári M. – El Hallof N. – Molnár Zs. (2005): Kukorica vetőmagtermesztés technológiája Magyarországon. In: Értékálló Aranykorona. 2005. november-december. V. évf. 10. sz. 4-6. p.
7. Sárvári M. – El Hallof N. – Molnár Zs. – Pálovics B. (2005): Magyarország 2005. évi kukoricatermesztési tapasztalatai, a jövő fejlesztési feladatai. In: Agro Napló. IX. évf. 2005/11-12. 27-31. p.
8. Sárvári M. – Molnár Zs. (2006): A kukorica tápanyagellátása, trágyázása. In: Östermelő. 2006/1. február-március. 21-23. p.
9. El Hallof N. – Molnár Zs. (2006): A kukorica tápanyagellátása gyengébb vagy jobb adottságú területeken eltérő évjáratokban. In: Agrárágazat. VII. évf. 3. sz. 2006. április. 56-60. p.
10. Sárvári M. – El Hallof N. – Molnár Zs. (2006): A kukorica termesztése. In: Östermelő. 2006/2. április-május. 60-62. p.
11. Sárvári M. – El Hallof N. – Molnár Zs. (2006): Az amerikai kukoricabogár 2006. évi kártétele és az ellene való védekezés. In: Östermelő. 2006/4. sz. augusztus-szeptember. 32. p.
12. Sárvári M. – El Hallof N. – Molnár Zs. (2006): Hibridspecifikus kukoricatermesztés. In: Magyar Mezőgazdaság. 61. évf. 2006. november 2. 12-14. p.
13. Sárvári M. – El Hallof N. – Molnár Zs. (2006): A kukoricahibridek tápanyagigénye, trágyázása. In: Östermelő. 2006/6. december-január. 24-26. p.
14. Sárvári M. – El Hallof N. – Molnár Zs. (2007): A tőszám hatása a kukoricahibridek termésére. In: Agrofórum Extra 17. 7-9. p.
15. Sárvári M. – El Hallof N. – Molnár Zs. (2007): A kukoricahibridek jelentősége a hibridspecifikus technológiákban. In: Értékálló Aranykorona. VII. évf. 1. sz. 2007. február. 7-9. p.
16. Sárvári M. – El Hallof N. – Molnár Zs. (2007): Magyarország 2006. évi kukoricatermesztési eredményei. In: Agro Napló. XI. évf. 2007/2. sz. 25-27. p.
17. Sárvári M. – El Hallof N. – Molnár Zs. (2007): A kukorica alternatív hasznosítása. In: Östermelő. 2007/1. február-március. 32-33. p.
18. Sárvári M. – El Hallof N. – Molnár Zs. (2007): A napraforgó hozamát befolyásoló agrotechnikai tényezők. In: Értékálló Aranykorona. 2007. március. VII. évf. 2. sz. 17-19. p.

19. Sárvári M. – El Hallof N. – Molnár Zs. (2007): Kukoricatermesztés helyzete, 2007. évi kilátások Magyarországon. Agrárunió VIII. évf. 5. sz. 32-33. p.
20. Sárvári M.-El Hallof N.-Molnár Zs. (2007): Az őszi kalászosok vetőmag csávázása, fajtaválasztás. In: Értékálló Aranykorona. 2007. július-augusztus. VII. évf. 6-7. sz. 4-6. p.
21. Sárvári, M. – Molnár, Zs. – El Hallof, N. (2006): Effect of sowing time and nutrient supply on the productivity of maize hybrids. In: Natural Resources and Sustainable Development. International Symposium. Oradea, 10-11 October 2006. Szerk.: Prof. dr. Maghiar Traian Teodor. 355-362. p.
22. Sárvári M. – El Hallof N. – Molnár Zs. (2007): A hibridválasztás szerepe a kukoricatermesztésben, a klimatikus tényezők alakulása, a kukoricahibridek értékmérő tulajdonságai. In: Agrárunió VIII. évf. 12-1. sz. 17-20. p. (GAK)
23. Sárvári M. – El Hallof N. – Molnár Zs. (2007): A hibridválasztás szerepe a kukoricatermesztésben, a klimatikus tényezők alakulása, a kukoricahibridek értékmérő tulajdonságai. In: Agro Napló. XI. évf. 2007/12. sz. 16-20 p.
24. Dr. Sárvári M. – El Hallof N. – Molnár Zs. (2008): A klimatikus tényezők és változásuk hatása a kukoricatermesztés biztonságára. In: Agrofórum Extra 22. 8-12. p.
25. Dr. Sárvári M. – El Hallof N. – Molnár Zs. (2008): Felértékelődő biológiai alapok. In: Magyar Mezőgazdaság. 63. évf. 6. sz. 18-20. p.

#### **Nem az értekezés témakörében készült publikációk**

1. Sárvári M. – Molnár Zs. (2006): Dohánytermesztés. In: Östermelő. 2006/2. április-május. 94-95. p.
2. Molnár Zs. (2008): Csökkenő gabonaárak. In: Magyar Mezőgazdaság. 63. évf. 20. sz. 44. p.
3. Molnár Zs. (2008): A gabonafélék termelői és fogyasztói ára. In: Magyar Mezőgazdaság. 63. évf. 24. sz. 36. o.
4. Molnár Zs. (2008): Gabonapiac: termelői és piaci árak. In: Magyar Mezőgazdaság. 63. évf. 28. szám. 60. o.
5. Molnár Zs. (2008): Árak – betakarítás után. In: Magyar Mezőgazdaság. 63. évf. 33. sz. 44. o.
6. Molnár Zs. (2008): Gabonapiaci körkép. In: Magyar Mezőgazdaság. 63. évf. 37. sz. 46. o.
7. Molnár Zs. (2008): A gabonafélék értékesítési ára. In: Magyar Mezőgazdaság. 63. évf. 41. sz. 44. o.
8. Molnár Zs. (2008): Gabonapiaci helyzetkép. In: Magyar Mezőgazdaság. 63. évf. 46. sz. 44. o.
9. Molnár Zs. (2008): Továbbra is alacsony a hazai kukorica piaci ára. In: Magyar Mezőgazdaság. 63. évf. 50. sz. 44. o.
10. Molnár Zs. (2008): Takarmánypiac – Főbb jellemzők 2008-ban. In: Magyar állattenyésztők lapja. XXXVI. évf. 6. sz. 21. o.
11. Molnár Zs. – Kemény G. (2008): Csökkenő takarmányárak. In: Magyar állattenyésztők lapja. XXXVI. évf. 11. sz. 21. o.
12. Monar, Z. – Gruber, S. – Claupein, W. (2008): Electrostatic treatment for seed improvement – does it work? In: Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften Band 20, Vorträge für Pflanzenzüchtung Heft 77. 81-82. p.

13. Isépy A. – Kemény G. – Mándi-Nagy D. – Monár Zs. – Stummer I. – Thury E. – Tunyoginé Nechay V. (2009): A fontosabb termékpályák 2008. évi piaci folyamatai. 2009. In: Agrárgazdasági Információk. 2009. 1. sz. Szerk.: Tunyoginé Nechay V. 90 pp. (társzerző)
14. Molnár Zs. – Medináné Lázár V. (2009): Kukorica és szója: Az árváltozások hatása a takarmánypiacra. In: Magyar állattenyésztők lapja. XXXVII. évf. 2. sz. 21. p.
15. Molnár Zs. – Medináné Lázár V. (2009): Növekvő takarmány-felhasználás. In: Magyar állattenyésztők lapja. XXXVII. évf. 6. sz. 21. p.
16. Molnár Zs. (2009): Piaci helyzetkép: Csökkenő gabonaárak. In: Haszon Agrár. 2009/2. 20-21. p.
17. Molnár Zs. (2009): Emelkedő takarmánykukorica árak. In: Magyar Mezőgazdaság. 64. évf. 7. sz. 46. p.
18. Molnár Zs. (2009): Dél-Amerika a figyelem középpontjában. In: Magyar Mezőgazdaság. 64. évf. 11. sz. 46. p.
19. Molnár Zs. (2009): Csökkenő búza-, stabil kukoricaexport. In: Magyar Mezőgazdaság. 64. évf. 17. sz. 46. p.
20. Molnár Zs. (2009): Romló terméskilátások. In: Magyar Mezőgazdaság. 64. évf. 21. sz. 44. p.
21. Molnár Zs. (2009): A magyar búza versenyképessége. In: Magyar Mezőgazdaság. 64. évf. 25. sz. 46. p.
22. Molnár Zs. (2009): Csökkenő gabonaárak. In: Magyar Mezőgazdaság. 64. évf. 29. sz. 38. p.
23. Molnár Zs. (2009): Ingadozó búzahozamok. In: Magyar Mezőgazdaság. 64. évf. 33. sz. 38. p.
24. Molnár Zs. (2009): Csökken a világ gabonatermése. In: Magyar Mezőgazdaság. 64. évf. 37. sz. 46. p.