

A vetésidő hatása a kukorica- (*Zea mays* L.) hibridek terméshozamára és minőségére

NAGY JÁNOS

Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma, Debrecen

Összefoglalás

Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma Látóképi Kísérleti Telepén, közép-kötött mészlepedékes csernozjom talajon, két eltérő évjáratban – aszályos (2007) és kedvező vízellátottságú (2008) években – korai, optimális és késői vetésidőben beállított kísérletben vizsgáltuk a kukorica terméshozamát, fehérje- és keményítő-tartalmát.

A kísérleti terület talajának pH értéke 6,6, Arany-féle kötöttsége 37. A talaj nitrogén és kálium ellátottsága jó, P-ellátottsága közepes. Az alapadatokhoz fenológiai, illetve fitometriai megfigyelések, talajtani vizsgálatok kapcsolódnak. A termés, fehérje- és keményítőtartalom adatok a tenyészcsoportban köztermesztésben szereplő 24 hibrid eredményei. A kiértékelést az SPSS for Windows 13.0 statisztikai programcsomaggal végeztük.

A vetésidőnek mindkét évben jelentős, eltérő mértékű hatása volt a termésre. A tényezők (vetésidő, hibrid) közül 2007. évben a vetés idejének hatása volt a legjelentősebb, míg 2008. évben a hibrid hatása felülmúlta a vetésidő hatását.

A száraz, aszályos évjáratban (2007. év) a termés az optimális vetésidőben volt szignifikánsan a legnagyobb (6,111 t/ha). A kedvező vízellátottságú évjáratban (2008. év) a korai vetéssel értük el a nagyobb terméseredményt (8,910 t/ha), az eltérő vetésidőpontok terméseredményei között azonban nem volt szignifikáns különbség.

A hosszabb tenészcsoportú hibridek szemtermése – mindkét évben – szignifikánsan nagyobb ($P < 0,05$) volt, mint a rövidebb tenészcsoportúké. Aszályos évjáratban (2007. év) a legnagyobb szemtermése a középérésű (FAO 400) (6,596 t/ha), míg a kedvező vízellátottságú évjáratban (2008. év) a késői (FAO 500) érésű hibrideknek (9,864 t/ha) volt.

A kedvező évjáratban (2008) a nagy termésekben alacsonyabb fehérjetartalmat mértünk, mint a vízhiányos kisebb termésekben, 2007 évben. A kukoricaszem fehérjetartalma 2007 évben a késői vetésidőben ($11,9 \text{ g} \times 100 \text{ g}^{-1} \text{ sza.}$) volt a legnagyobb. A vetésidő 2008-ban szignifikánsan nem befolyásolta a fehérjetartalmat. Az igen korai (FAO 200) csoportba tartozó hibridek fehérjetartalma minden vetésidőben és mind két évben ($P < 0,001$) szignifikánsan nagyobb volt, mint a korai (FAO 300), középérésű (FAO 400) és késői (FAO 500) hibrideké. A fehérjetartalomban a legnagyobb különbség az aszályos évjáratban (2007) a korai és a késői vetésidő között volt. A jó vízellátottságú évjáratban (2008) a vetésidők hatására egyik FAO csoport fehérjetartalma sem változott szignifikánsan.

A terméshozam és a fehérjetartalom között negatív összefüggés igazolódott, a nagy terméshozamú évben (2008) a fehérjetartalom kisebb, mint a gyengébb termésű évben (2007).

A vetésidő mindkét évben szignifikánsan befolyásolta a kukoricaszem keményítőtartalmát ($P < 0,001$). Mind az aszályos mind a kedvező évjáratban a hibridek keményítőtartalma között (2007-ben $P < 0,001$, 2008-ban $P < 0,05$) jelentős különbség mutatkozott. 2007 évben a vetésidő \times hibrid kölcsönhatás szignifikáns és a keményítőtartalom is magasabb volt. A száraz (2007) évben nagyobb keményítőtartalmat mértünk, mint a jó vízellátottságú (2008) évben. Ugyanakkor mindkét évben a késői vetésidőben mértük a legnagyobb keményítőtartalmat ($74,4 \text{ g} \times 100 \text{ g}^{-1} \text{ sza.}$, $72,1 \text{ g} \times 100 \text{ g}^{-1} \text{ sza.}$). A késői tenyészidejű (FAO 500) hibridek keményítőtartalma szignifikánsan nagyobb volt ($P < 0,05$), mint a rövidebb tenyészidejűeké.

A felhasználás szempontjából fontos beltartalmi értékek csak kiváló genetikai háttérrel és termesztéstechnológiával (vetésidő) valósulhatnak meg.

Kulcsszavak: kukorica, vetésidő, termés, minőség

The effect of sowing date on the yield and quality of maize (*Zea mays* L.) hybrids

J. NAGY

University of Debrecen, Centre of Agricultural Sciences and Engineering, Debrecen

Summary

We examined the yield, protein- and starch content of maize in the Látókép Experimental Station of the University of Debrecen, Centre of Agricultural Sciences and Engineering

on a medium-heavy calcareous chernozem soil in two different crop years – a drought year (2007) and a year with favourable water supply (2008) – in experiments sown at early, optimal and late sowing dates.

The pH value of the experimental area is 6.6, whereas the value of soil texture (KA) is 37. The level of nitrogen and potassium supply of the soil is good and the level of P supply is average. The basic data were supplemented by pheno-, phytometric observations and soil analyses. The yield, protein- and starch content data are the results of the 24 hybrids that are listed among hybrids authorised for common production. We evaluated the data with the statistical software SPSS for Windows 13.0.

Sowing date had a significant effect on yield in both years but its magnitude was different in each year. Of the main factors, (sowing date, hybrid), the date of sowing had the highest effect in 2007, whereas the effect of the given hybrid was stronger than that of sowing date in 2008.

The significantly highest yield (6.111 t ha⁻¹) was observed in the case of optimal sowing date in the drought year (2007). In the year with favourable water supply (2008), we managed to achieve the highest yield result (8.910 t ha⁻¹) in the case of early sowing, but there was no significant difference between the yield results of the different sowing dates.

In both years, the grain yields of the hybrids with longer growing periods was significantly higher ($P < 0.05$) than those with shorter ones. In the drought year (2007), mid-ripening (FAO 400) hybrids had the highest grain yield (6.596 t ha⁻¹), whereas in the year with favourable water supply (2008), the highest yields (9.864 t ha⁻¹) were observed in the case of late-ripening (FAO 500) hybrids.

In the favourable year (2008), we measured lower protein content in high yields in comparison with lower yields in the drought year (2007). The highest protein content was measured in the case of late sowing date in 2007 (11,9 g × 100 g⁻¹ dry matter). In 2008, sowing date did not significantly influence protein content. The starch content of hybrids belonging to the very early-ripening (FAO 200) group was significantly ($P < 0.001$) higher in the case of all sowing dates and both years than those of early- (FAO 300), mid- (FAO 400) and late-ripening (FAO 500) hybrids. As for protein content, the biggest difference was observed between early and late sowing dates. In the year with favourable water supply (2008), none of the FAO groups' protein contents changed significantly as a result of different sowing dates.

There was a negative correlation between yield and protein content; protein content was lower in the year when we observed higher yield (2008), as opposed to the poorer year (2007). Sowing date significantly affected ($P < 0.001$) the starch content of maize

grain in both years. Both in the drought year and the favourable one, there was a significant difference between the starch content values of hybrids ($P < 0.001$ in 2007, $P < 0.05$ in 2008). In 2007, the sowing date \times hybrid interaction was significant and the starch content was higher, too. We measured a higher starch content in the dry year (2007) than in the year with favourable water supply (2008). At the same time, the highest starch content was measured in the case of late sowing date in both years ($74.4 \text{ g} \times 100 \text{ g}^{-1}$ dry matter, $72.1 \text{ g} \times 100 \text{ g}^{-1}$ dry matter). The starch content of late-ripening (FAO 500) hybrids was significantly higher ($P < 0.05$) than that of those with a shorter growing period.

The content values important from the aspect of utilisation can only be achieved with outstanding genetic background and production technology (sowing date).

Key words: maize, sowing date, yield, quality

Bevezetés és irodalmi áttekintés

A kukorica helyes vetésidő megválasztásánál *Balás és Hensch* (1889), *Fleischmann* (1938), *Isó* (1959) és *Pásztor* (1958) kísérleti eredményei alapján a következő tényezők figyelembevétele szükséges: a hőmérséklet tenyészidőnkénti alakulása, a talaj összetétele, fekvése, gyomossága, kártevőktől és kórokozóktól való fertőzöttsége, a vetőmag minősége, csírázási és fejlődési hőigénye, ellenálló képessége a káros tényezők hatásával szemben, a természetendő hibrid tenyészideje, a termesztés célja, a vetési munkák gépesítésének foka, a vetés módja. Az eltérő vetésidővel összefüggő környezeti változás (napsugárzás, hőmérséklet) módosítja a kukoricanövény növekedését és fejlődését. A kukorica hibridek vetésének van egy optimális időpontja. Minél nagyobb az eltérés az optimumtól (korai, illetve késői vetés), annál nagyobb a terméseszkökenés (*Sárvári és Futó* 2000, *Berzsenyi és Dang* 2001). A kukoricatermesztés biztonságát és hatékonyságát növeli, ha jó termőképességű korai tenyészidejű (FAO 300-as) hibridet termesztünk, és az eddig optimálisnak számító (IV. 25–26.) vetésidőnél 10–15 nappal korábban vetünk (*Sárvári* 2005). A korán vetett kukoricának nagyobb lesz a gyökértömege, így jobb a tápanyag- és vízfelvétele, rövidül a tenyészideje, nagyobb lehet a termése (*Máté* 2002).

Martonvásáron végzett többéves vetésidő kísérletek eredményeiből megállapítható, hogy több év átlagában 7%-os terméstöbblet mutatkozik az április közepén vetett kukorica javára, a május közepén vetett kukoricával szemben.

A kísérletek adataiból az is kiderül, hogy az egy hónappal későbbi vetés 11–16 nappal, átlagosan 14 nappal későbbi érést okoz (*Berzsenyi et al.* 1998).

Vetésidő kísérletek eredményei bizonyítják, hogy a vetési idő átlagos hőmérséklete hatással van a kelés időtartamára (*Győrffy et al.* 1965). A genotípusok hidegtűrésének és alacsony hőmérsékleten való növekedésének vizsgálatára *Marton* (1991) a 9–18 °C hőmérsékleti tartományt tartja megfelelőnek, amely alkalmas különböző genotípusok hidegtűrésének értékelésére és összehasonlítására. A kelés és a csíranövény fejlődésének időszakában uralkodó hideg a kukorica sárgulását, fiatalkori fejlődésének elhúzódását okozza, a kukorica virágzása, terméskötődése, a csövek érése később jelentkezik (*Keszthelyi* 2005).

A hibridek genetikai alkata meghatározza a tenyészidőt is. Vannak olyan hibridek, amelyek viszonylag hidegebb talaj- és levegő-hőmérséklet ellenére is viszonylag gyorsan csíráznak, növekednek, azaz jól tűrik a korai vetést. A genetikailag hidegtűrőbb hibridek csírázása és növekedése már megindulhat, ha a talaj hőmérséklete a vetés mélységében naponként csak pár órára haladja meg a 10 °C-ot. A Cold-teszt értékétől függő terméshozadék csak akkor jelentkezik, ha vetéskor a szem kedvezőtlen körülmények közé kerül, vagy a vetésidő után lehűl a talaj hőmérséklete (*Menyhért* 1985).

A kukorica keményítőtartalma 70–75%, ezért elsősorban energiahordozó. A minőségét, takarmányozás-biológiai értékét alapvetően a szem fehérje- és olajtartalma, valamint aminosav- és zsírsav-összetétele határozza meg. Bár a minőségi paraméterek örökletesen meghatározottak, az ökológiai és agrotechnikai tényezők azt módosíthatják (*Gundel et al.* 1981, *Kissné* 1982, *Pásztor és Kováts* 1985, *Nagy* 1997, *Izsáki* 2006).

A szemben egyetlen a fehérje és a fehérjefrakciók megoszlása, így mindazon tényezők, amelyek megváltoztatják a szem tömegét, a szem morfológiai részeinek tömegarányát, befolyásolják a szem fehérjetartalmát (*Izsáki* 2006). A szemtermés mennyisége és fehérjetartalma között – a többi gabonaféléhez hasonlóan – negatív összefüggés van (*Bhatia és Rabson* 1987, *Sander et al.* 1987). Az élelmiszerek és takarmányok alapanyagául szolgáló növényi termékek minőségét számos tényező befolyásolja. Ezen tényezők közül kiemelkedő a fajta/hibrid, mint biológiai tényező, a klimatikus tényezők, valamint az alkalmazott agrotechnika és azok részlegeinek jelentősége.

Bocz és Pekáry (1974), *Muszijko et al.* (1961), valamint *Szirtes et al.* (1977) szerint a szemtermés nyersfehérje-tartalmát az időjárás is jelentősen befolyá-

solja. Ez a változás szorosan összefügg a termés mennyiségének ingadozásával. A kukorica termésátlaga és nyersfehérje-tartalma között gyengén negatív, a termésátlag és a nyersfehérje-hozam között pedig erősen pozitív lineáris összefüggést közöl *Kralovánszky* (1975) és *Bálint* (1977).

Csapadékos évben alacsonyabb, aszályos évben magasabb fehérjetartalomról számolnak be az irodalmi hivatkozások (*Szániel et al.* 1980, *Lilburn et al.* 1991), elsősorban a hőegység, a júniusi, júliusi és augusztusi csapadékmennyiség és -megoszlás hatása jelentős (*Asghari és Hanson* 1984). *Győri és Sipos* (2005) különböző genotípusú hibridek szemtermés fehérjetartalmát vizsgálta a 2002–2004. években. Megállapították, hogy magasabb vízellátási szinten (amit csapadékos évjárat vagy öntözés biztosíthat) a fehérjetartalom csökkenésére lehet számítani, ami megfelelő tápanyagellátással korrigálható, hiszen a vizsgált időszakban hígulási effektus nem volt megfigyelhető a vizsgált hibridek esetében.

Anyag és módszer

A vizsgálatokat a Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma Látóképi Kísérleti Telepén, középkötött mészlepedékes csernozjom talajon végeztük 2007 és 2008 években.

A kísérlet talaja

A 2002-ben végzett talajvizsgálati eredmények alapján a talaj átlagos pH értéke 6,6 (gyengén savanyú kémhatású), ami a növények tápanyagfelvétele szempontjából optimális. A fizikai talajféleség közép kötött vályog. A talaj felső (20 cm) rétegében az Arany-féle kötöttségi szám 37, az összeső-tartalom 0,05 m/m%. A szénsavas mésztartalom a talaj felső 80 cm-ben 0 m/m% (mészhiányos), de 100 cm-től 160 cm-ig meredeken emelkedik és eléri a 11 m/m%-ot (közepesen meszes). Az 1984-es talajvizsgálati eredményekhez képest a szénsavas mésztartalom kimosódása folyamatos és egyre mélyebb rétegekben jelenik meg. A talaj humusztartalma is az intenzív művelés miatt csökkent, az elmúlt 23 évben a talaj felső 20 cm-es rétegben 2,4 m/m%, a 120 cm-es mélységében már nem haladja meg az 1,00 m/m%-ot. A talaj nitrogén és kálium ellátottsága jó, P-ellátottsága közepes.

Időjárás

A környezeti paramétereket automata mérő és adatgyűjtő-állomás folyamatosan méri és rögzíti. Hat másodpercenként méri, 0,5, 1 és 2 m magasságban a levegő hőmérsékletét (°C), relatív páratartalmát (%), a talaj hőmérsékletét (°C) öt-, huszonöt és ötven cm-es mélységben, valamint a beérkező sugárzást (W/m²) és a csapadék mennyiségét (mm). Az adatokból nyert statisztikai mutatók (átlag, szórás) negyedórás gyakorisággal kerülnek tárolásra. Az alapadatokhoz feno-, illetve fitometriai megfigyelések, talajtani vizsgálatok kapcsolódnak.

A kukoricatermesztés egyik legfontosabb kritériumának számító, a teljes tenyészidőszakra vonatkoztatott hőösszeg kiszámítását az alábbi képlet alapján végeztük el:

$$\text{hőösszeg (Heat Unit)} = \sum_{i=1}^n \frac{(T_{\max} - T_{\min})}{2} - T_{\text{bázis}}, \text{ ahol}$$

T_{\max} a napi maximális hőmérsékletet, a T_{\min} a napi minimális hőmérsékletet jelöli. A $T_{\text{bázis}}$ azt a hőmérsékletet jelenti, amely alatt a fejlődési folyamatok annyira lelassulnak, hogy nem érdemes számításba venni az ez alatti értékeket. A kukorica esetében ez az érték 10 °C.

A potenciális evapotranszpiráció értékét Szász (1973) módszere alapján számítottuk. Ez a Magyarországon elismert és leginkább elterjedt módszer a víz párolgását döntő módon meghatározó légköri elemeket és a folyamatokat – a levegő hőmérsékletét, a vízgőz relatív nedvességtartalmát, a szélesebbeséget és mikroadvekciós hatásokat – veszi figyelembe.

A vízzel töltött 3 m²-es kád párolgása:

$$\text{PET} = \beta [0,0095(T-21)^2(1-R)^{2/3} f(v)]$$

ahol:

PET: potenciális evapotranszpiráció [mm nap⁻¹]

T: a napi középhőmérséklet [°C]

R: a relatív páratartalom

$f(v)$: a szélesebbesség hatásfüggvénye

β : az oázishatás kifejezésére szolgáló tényező

2007 év extrém időjárása szélsőséges termesztési körülményeket teremtett a kukorica számára. Júliusban a több napon keresztül tartó 40 °C-os hőség erőteljesen károsította a kukoricát. A hőséghez hosszan tartó csapadékhiány

társult. 2006. szeptember és 2007. augusztus között egy teljes éven keresztül (megszakítás nélkül) minden hónap középhőmérséklete magasabb volt a sokévi átlagnál. Ebben az évben a tenyészidőszak effektív hőösszeg értéke: 1624 °C. Az évi potenciális evapotranszspiráció 899 mm, amelyből a tenyészidőszakban a párologtatásához 651 mm-re lett volna szükség. Az áprilistól szeptemberig lehullott csapadék mennyiség értékét a PET érték 370 mm-rel haladta meg. Az évi csapadék és a PET értéke közötti különbség -453 mm volt. Összességében elmondható, hogy 2007 év aszályos volt, nem kedvezett a kukoricatermesztésnek (1. ábra).

2008-ban a tenyészidőszakban a kukorica számára elegendő mennyiségű csapadék (484 mm) hullott. A csapadék eloszlása is kedvező volt. Június és július hónapokban is volt elegendő csapadék. A két hónap alatt összesen 286 mm csapadék hullott. Ennek eredményeként ez az év az átlagosnál csapadékosabb volt. A kukorica a tenyészidőszakban a termésképzéshez 1677 °C-ot hasznosított. Az éves potenciális evapotranszspiráció 721 mm volt, ami csak 22 mm-rel volt több, mint az évi lehullott csapadék mennyisége (699 mm). A tenyészidőszakban lehullott csapadék mennyiségét nagymértékben meghaladta ezen időszak PET értéke (580 mm). A 2008-as év a kukoricatermesztés szempontjából optimálisnak tekinthető (1. ábra).

A vetésidő-kezelés három időpontban volt: az optimális időpontnál tíz nappal korábban (korai), az optimális időpontban (április 24.) és az optimális időpont után 15 nappal (késői). Az elővetemény (őszi búza) lekerülése után az alapművelést 27 cm mély őszi szántással végeztük.

Az alapadatokhoz fenó-, illetve fitometriai megfigyelések, talajtani vizsgálatok kapcsolódnak. A termés, fehérje- és keményítőtartalom adatok a tenyészidőcsoportban köztermesztésben szereplő 24 hibrid eredményei.

A szem keményítő- és fehérjetartalmát közeli infravörös spektroszkópia (NIR/NIT) mérési elvre épülő Foss Infratec műszerrel végeztük. Ez a mérés-technika lehetővé teszi, hogy egész magból - 1 perc mérési idő alatt - a legfontosabb minősítő paraméterekhez jussunk, mint például: nedvesség-, keményítő-, fehérje- és olajtartalom.

A kiértékelést az SPSS for Windows 13.0 statisztikai programcsomaggal végeztük. A kezelések termésre, fehérje- és keményítőtartalomra gyakorolt hatásának kimutatására általános lineáris modellt (GLM) alkalmaztunk (Huzsvai 2001).

1. ábra. A lehullott csapadék mennyiség és az effektív hőmérséklet alakulása a tenyészidőszakban (Debrecen, 2007 és 2008)

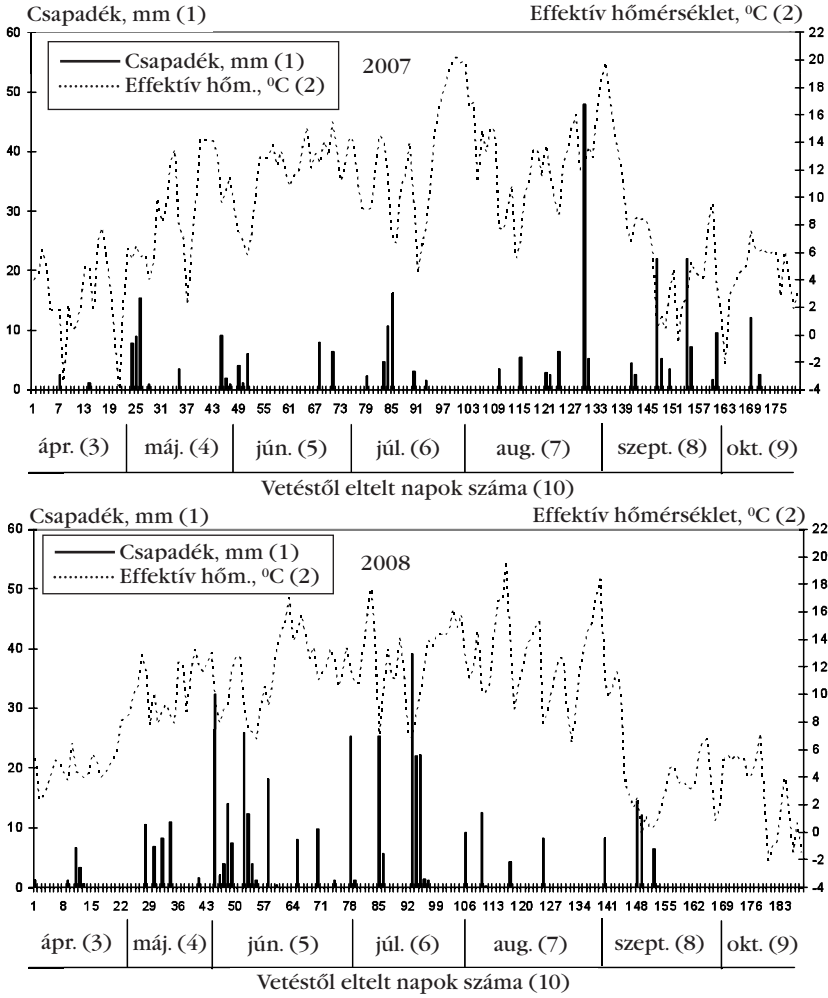


Figure 1. Precipitation and effective temperature during the growing period (Debrecen, 2007 and 2008). (1) Precipitation (mm), (2) Effective temperature (°C), (3) April, (4) May, (5) June, (6) July, (7) August, (8) September, (9) October, (10) Number of days after sowing.

A kezelés középértékek összehasonlításához meghatároztuk az 5%-os szignifikáns differenciát ($SzD_{5\%}$), valamint többszörös középérték összehasonlító

tesztel, Duncan módszerével homogén csoportokat képeztünk. A többszörös összehasonlítás során a konfidencia intervallumokat Bonferroni módszerével korrigáljuk az elsőfajú hiba halmozódásának elkerülése céljából. A homogén csoporton belüli termések 5%-os szignifikancia szint mellett nem különböznek egymástól.

Eredmények, következtetések

A vetésidő hatása a kukorica termésére

Vizsgáltuk a vetésidő és a genotípus hatását és kölcsönhatását a kukorica termésére két igen jelentősen eltérő évjáratban (2007. és 2008. évek). A 2007 év időjárása rendkívül kedvezőtlen volt a kukorica termésképződése szempontjából, ezzel szemben a 2008. év időjárása a kukorica vegetatív és generatív fejlődése szempontjából is optimális volt.

A vizsgált két évjáratban a tényezők hatását összehasonlítva megállapítható, hogy az MQ értékek alapján az év hatása a legjelentősebb, majd sorrendben a hibrid és a vetésidő hatása következik. Mindkét kölcsönhatás az évvel szignifikáns, ami azt jelzi, hogy a kezelések (vetésidő, hibrid) hatása a két évben eltérő volt (1. táblázat).

1. táblázat. *A vetésidő kísérlet varianciaanalízise az évek figyelembevételével, termés t/ha (Debrecen, 2007–2008)*

Tényezők (1)	MQ	DF	F-érték (2)
Hibrid [A] (3)	11,2	23	19,2***
Vetésidő [B] (4)	6,6	2	11,4***
Év [C] (5)	968,6	1	1660,5***
A × B	1,1	46	1,9***
A × C	5,8	23	10,0***
B × C	4,1	2	7,0***

***P=0.1%-os szinten szignifikáns

Table 1. Variance analysis of sowing date experiment considering years, yield t ha⁻¹ (Debrecen, 2007–2008). (1) Factors, (2) F value, (3) Hybrid [A], (4) Sowing date [B], (5). ***Level of significance: P=0.1%.

A kéttényezős, sávós kísérleti elrendezés varianciaanalízisét a szemtermésre évenként is elvégeztük (2. táblázat).

2. táblázat. A vetésidő és a hibrid hatásának varianciaanalízis eredménye, termés t/ha (Debrecen, 2007 és 2008)

Tényezők (1)	2007			2008		
	MQ	DF	F-érték (2)	MQ	DF	F-érték (2)
Hibrid (3)	4,9	23	9,7***	12,0	23	33,4***
Vetésidő (4)	8,5	2	16,7***	2,1	2	6,0***
Hibrid × vetésidő (5)	1,3	46	2,5***	0,7	46	1,9***

***P=0.1%-os szinten szignifikáns

Table 2. Variance analysis results of the effect of sowing date and hybrid, yield t ha⁻¹ (Debrecen, 2007 and 2008). (1) Factors, (2) F value, (3) Hybrid, (4) Sowing date, (5) Hybrid x sowing date. *** Level of significance: P=0.1%.

Mindkét évben 2007-ben és 2008-ban mindkét tényező (vetésidő, hibrid) szignifikáns volt. A közepes négyzetes eltérés (MQ) értékek alapján a tényezők közül az aszályos 2007. évben a vetés idejének hatása volt a legjelentősebb, míg a kedvező időjárású évjáratban (2008. év) a hibrid hatása felülmúlta a vetésidő hatását. A hibrid × vetésidő kölcsönhatás mindkét évben szignifikáns volt, vagyis a hibrid hatása változott a vetésidőtől függően.

A vetésidő kísérletek eredményeit LSD-teszttel elemezve a száraz, aszályos évjáratban (2007. év) megállapítható, hogy a termés az optimális vetésidőben volt a legnagyobb (6,461 t/ha), a korai vetés szemtermésétől 349 kg/ha-ral (P<0,05), a késői vetés szemtermésétől 592 kg/ha-ral (P<0,001) termett többet (2. ábra). A korai vetés termése szignifikánsan nagyobb (6,111 t/ha) volt, mint a késői vetésé (5,868 t/ha). Az optimális vízellátottságú évjáratban (2008. év) a korai vetéssel értük el a nagyobb terméseredményt (8,910 t/ha), azonban a Duncan-féle teszttel 5%-os szignifikancia szint mellett az eltérő vetésidőpontok terméseredményei között nem volt szignifikáns különbség.

Az eltérő tenyészidejű kukorica hibrideket vizsgálva megállapítottuk, hogy a hosszabb tenyészidejű hibridek szemtermése - mindkét évben - szignifikánsan nagyobb (P<0,001) volt, mint a rövidebb tenyészidejűeké (3. ábra). Aszályos évjáratban (2007. év) a legnagyobb szemtermése a középérésű (FAO 400) (6,596 t/ha), míg a kedvező vízellátottságú évjáratban (2008. év) a késői (FAO 500) érésű hibrideknek (9,864 t/ha) volt. A középérésű (FAO 400) és a késői érésű (FAO 500) hibridek terméseredménye között egyik évben sem volt megbízható különbség.

2. ábra. A vetésidő hatása a kukorica termésereedményére
(Debrecen, 2007 és 2008)

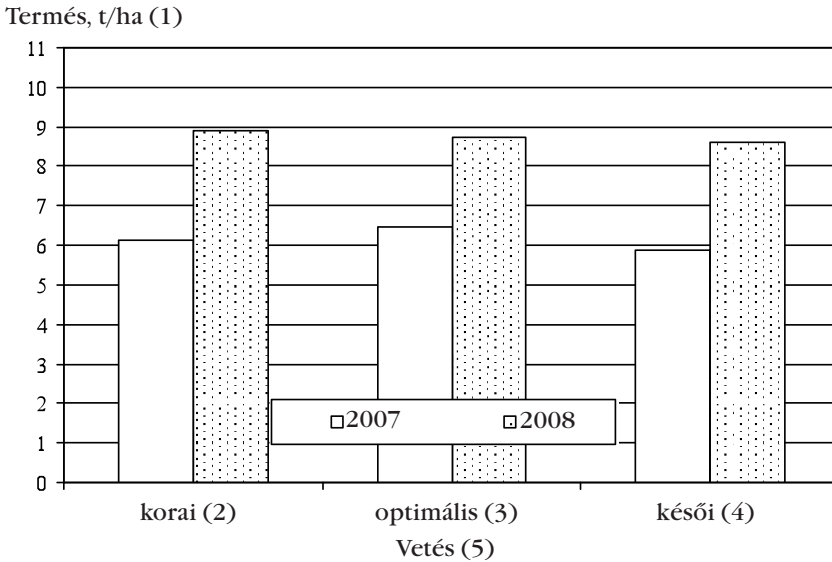


Figure 2. The effect of sowing date on maize yield (Debrecen, 2007 and 2008). (1) Yield, t ha⁻¹, (2) Early, (3) Optimal, (4) Late, (5) Sowing.

A különböző tenyészidejű kukorica hibridek termésére a vetésidő hatása az évjáratról függően eltérő volt (4. ábra). Az aszályos évjáratban (2007. év) legnagyobb volt a termés – minden éréscsoportban – az optimális vetésidőben (április 24.). Az igen korai (FAO 200) érésű hibridek korai vetésben 155 kg/ha-ral, a késői vetésben 679 kg/ha-ral kevesebb termésmennyiséget értek el, mint optimális vetésidőben, azonban ezek az eltérések nem szignifikánsak. A korai vetésidő negatív hatása a korai (FAO 300) éréscsoport hibridjeit is érintette, a csökkenés mértéke az optimális vetésidőhöz képest 538 kg/ha ($P < 0,05$). A rövidebb tenyészidejű hibrideknél a tavaszi csapadék hiánya hatása jelentősebb volt, ami alacsonyabb terméseket eredményezett.

A középérésű (FAO 400) hibridek termése korai vetésben 160 kg/ha-ral maradt el az optimális időben vetettektől (az eltérés nem szignifikáns), a késői vetés hátránya nagymértékű (659 kg/ha, $P < 0,05$). A termés legnagyobb mértékben a késői érésű (FAO 500) hibrideknél csökkent ($P < 0,05$). A kedvező vízellátottságú évjáratban (2008. év) a tenyészidőszakban lehullott csapadék eloszlásának köszönhetően a vetés időpontja nem módosította a kukorica hibridek teljesítményét.

3. ábra. A kukorica tenyészidejének hatása a kukorica szemtermésére (Debrecen, 2007 és 2008.)

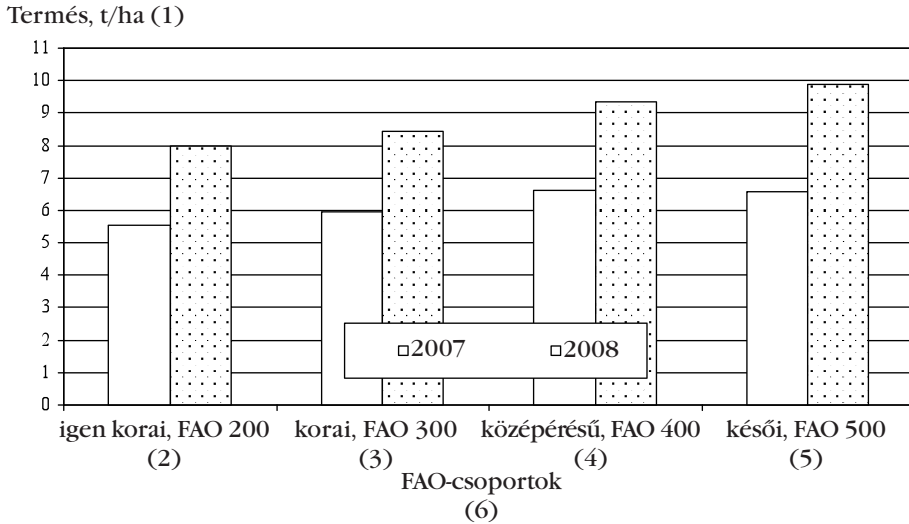


Figure 3. The effect of the sowing date of maize on its grain yield (Debrecen, 2007 and 2008.). (1) Yield, t ha⁻¹, (2) Very early, FAO 200, (3) Early, FAO 300, (4) Mid-ripening, FAO 400, (5) Late, FAO 500, (6) FAO groups.

4. ábra. A vetésidő és a kukorica tenyészidejének hatása a kukorica szemtermésére (Debrecen, 2007 és 2008)

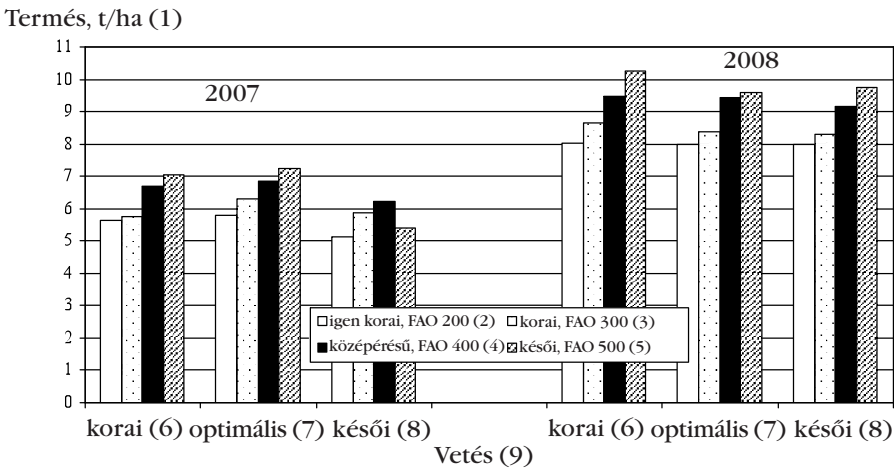


Figure 4. The effect of sowing date and the growing period of maize on its grain yield (Debrecen, 2007 and 2008). (1) Yield t ha⁻¹, (2) Very early, FAO 200, (3) Early, FAO 300, (4) Mid-ripening, FAO 400, (5) Late, FAO 500, (6) Early, (7), Optimal, (8) Late, (9) Sowing.

Megvizsgáltuk éréscsoportonként a hibridek terméseredményeit és megállapítottuk, hogy 2007-ben a korai (FAO 300) éréscsoportban – mindhárom vetésidőpontban – a hibridek között jelentős különbségek ($P < 0,05$) voltak. Az optimális vetésidőnek ($P < 0,05$) volt a legnagyobb hatása a különböző érésdejű hibridekre. A kedvező vízellátottságú évben (2008) minden éréscsoportban vetésidőtől függetlenül a hibridek termésátlagai között szignifikáns ($P < 0,05$) eltérés alakult ki, kivéve az igen korai (FAO 200) hibrideket korai vetésben.

A vetésidő hatása a kukoricaszem fehérje- és keményítőtartalmára

A kukoricaszem fehérjetartalma a vetésidőtől és az évjáratától függően 9,3–11,9 g × 100 g⁻¹ szá. között változott. A kedvező évjáratban nagy termésekben (2008) alacsonyabb fehérjetartalmat mértünk, mint a vízhiányos kisebb termésekben 2007 évben. A vetésidő hatását értékelve megállapítható, hogy a kukoricatermesztés szempontjából kedvezőtlen (2007) évben a késői vetésidő (11,9 g × 100 g⁻¹ szá.) kukoricaszem fehérjetartalma volt a legnagyobb, amely szignifikáns ($P < 0,05$) különbséget mutatott a korai és az optimális vetésidőhöz képest. A korai és az optimális vetésidő között nem volt jelentős különbség. A kedvező (2008) évben a három vetésidő kukoricaszem fehérjetartalmát – a Duncan-teszt alapján – nem tudtuk megbízhatóan elkülöníteni (5. ábra).

A kísérleti adatokból megállapítható, hogy az igen korai (FAO 200) csoportba tartozó hibridek fehérjetartalma minden vetésidőben és mindkét évben ($P < 0,001$) szignifikánsan nagyobb, mint a korai (FAO 300), középérésű (FAO 400) és késői (FAO 500) hibrideké (6. ábra).

Az aszályos 2007 évben mind a négy FAO csoportban a korai vetésidőben alacsonyabb fehérjetartalmat mértünk, mint az optimálisban. A különbség statisztikailag nem igazolt. A fehérjetartalomban a legnagyobb különbség a korai és a késői vetésidő között volt. A késői vetésidőben szignifikánsan nagyobb volt a fehérjetartalom, az igen korai (FAO 200) hibridek esetében 0,1%, a korai érésűeknél (FAO 300) 1%, míg a közép- és késői érésű (FAO 400, FAO 500) csoportnál 5%. A hosszabb tenyészidejű csoportok fehérjetartalmát a megkésített vetés az optimális vetésidőhöz viszonyítva nem befolyásolta, azonban az igen korai (FAO 200) és a korai tenyészidő (FAO 300) csoportok fehérjetartalma szignifikánsan ($P < 0,01$, $P < 0,05$) nagyobb. A jó vízellátottságú évjáratban (2008) a vetésidők hatására egyik FAO csoport fehérjetartalma sem változott szignifikánsan.

5. ábra. A vetésidő hatása a kukoricaszem fehérjetartalmára
(Debrecen, 2007 és 2008)

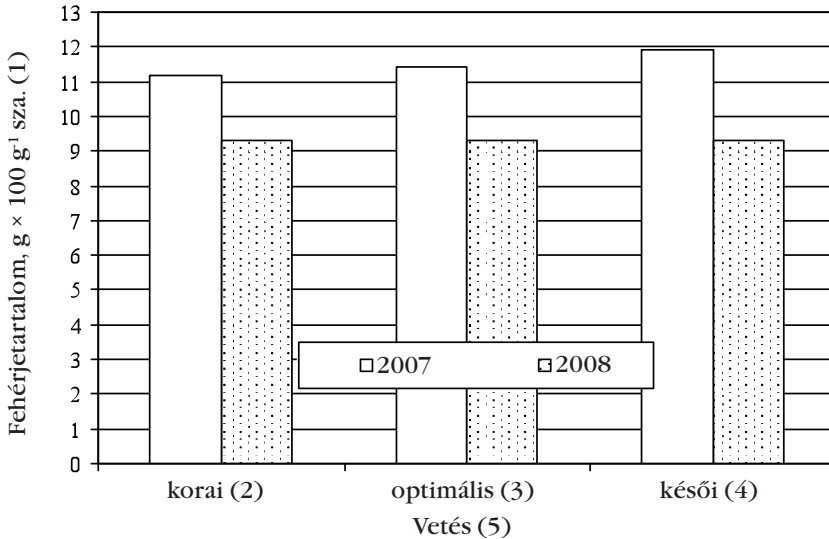


Figure 5. The effect of sowing date on the protein content of maize grain (Debrecen, 2007 and 2008). (1) Protein content, $\text{g} \times 100 \text{g}^{-1}$ dry matter, (2) Early, (3) Optimal, (4) Late, (5) Sowing.

Varianciaanalízissel megvizsgáltuk a vetésidő, a hibrid és az évjárat hatását a kukorica fehérjetartalmára. Az MQ értékek jelzik, hogy a kísérlet körülményei között az évjárat-hatás volt a legnagyobb. A vetésidő hatása is megbízható különbséget mutatott. A hibridek között jelentős különbségek voltak. Az évjárat hatását bizonyította, hogy mindkét tényező kölcsönhatása (év \times vetésidő, év \times hibrid) szignifikáns. A vetésidő és a hibridek hatása a fehérjetartalomra mindkét évben eltérő volt (3. táblázat).

A terméshozam és a fehérjetartalom között negatív összefüggést állapított meg Kralovánszky (1975), Bálint (1977) és Izsáki (2006). Kísérleteink is azt igazolták, hogy a nagy terméshozamú évben (2008) a fehérjetartalom kisebb, mint a gyengébb termésű 2007 évben (7. ábra).

A száraz (2007) évjáratban nagyobb keményítő-tartalmat mértünk, mint a kedvező (2008) évjáratban. A Duncan-féle teszttel 5%-os szignifikancia szint mellett igazoltuk, hogy mind a száraz évjáratban (2007), mind a kedvező évjáratban (2008) a késői vetésidőben mértük a legnagyobb keményítő-tartalmat.

6. ábra. A vetésidő és a kukorica tenyészidejének hatása a kukoricaszem fehérjetartalmára
(Debrecen, 2007 és 2008)

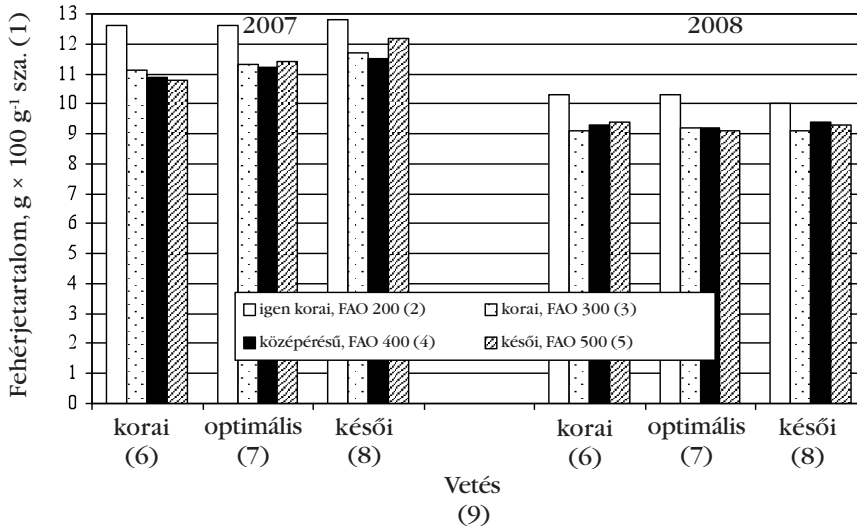


Figure 6. The effect of sowing date and the growing period of maize in the protein content of maize grain (Debrecen, 2007 and 2008). (1) Protein content, $g \times 100 g^{-1}$ dry matter, (2) Very early, FAO 200, (3) Early, FAO 300, (4) Mid-ripening, FAO 400, (5) Late, FAO 500, (6) Early, (7) Optimal, (8) Late, (9) Sowing.

3. táblázat. A vetésidő kísérlet varianciaanalízise az évek figyelembevételével, fehérjetartalom $g \times 100 g^{-1}$ szá.
(Debrecen, 2007–2008)

Tényezők (1)	MQ	DF	F-érték (2)
Hibrid [A] (3)	13,6	23	67,4***
Vetésidő [B] (4)	5,4	2	26,5***
Év [C] (5)	682,9	1	3377,2***
A × B	0,2	46	1,2 ^{nsz}
A × C	2,1	23	10,3***
B × C	6,3	2	31,4***

***P=0.1%-os szinten szignifikáns, nsz= nem szignifikáns

Table 3. Variance analysis of sowing date, considering years; protein content $g \times 100 g^{-1}$ dry matter (Debrecen, 2007–2008). (1) Factors, (2) F value, (3) Hybrid [A], (4) Sowing date [B], (5). *** Level of significance: P=0.1%, nsz = Not significant.

7. ábra. Összefüggés a kukorica termése és a fehérjetartalom között
(Debrecen, 2007 és 2008)

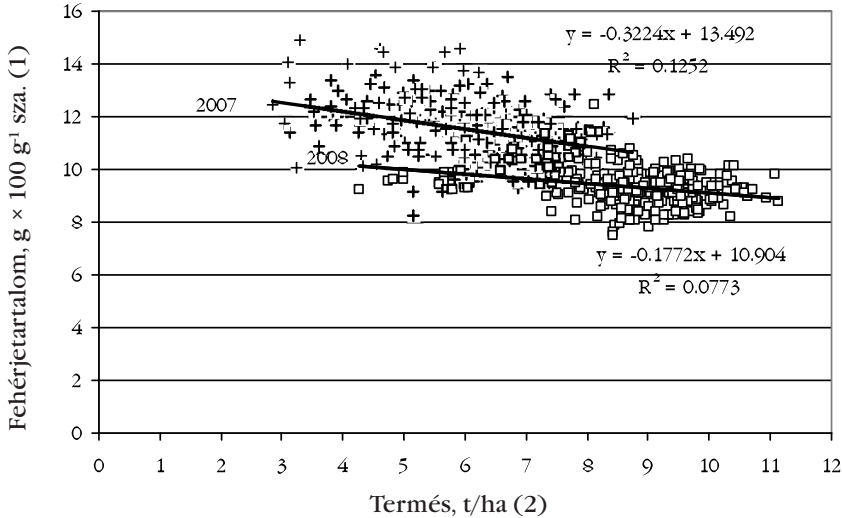


Figure 7. Correlation between maize yield and protein content (Debrecen, 2007 and 2008). (1) Protein, $g \times 100 g^{-1}$ dry matter, (2) Yield, $t ha^{-1}$.

Az aszályos (2007) és a kedvező (2008) évben egyaránt a korai és az optimális vetésidő között nem volt szignifikáns különbség. A különböző tenyészidejű kukorica hibridek közötti különbségre (vetésidő átlagában) az volt a jellemző, hogy a késői tenyészidejű (FAO 500) hibridek keményítőtartalma szignifikánsan nagyobb ($P < 0,05$) volt, mint a rövidebb tenyészidejűeké (4. táblázat).

A varianciaanalízis eredménye alapján megállapítottuk, hogy a vetésidő mindkét évben szignifikánsan befolyásolta a kukoricaszem keményítőtartalmát ($P < 0,001$). Mind az aszályos mind a kedvező évjáratban a hibridek keményítőtartalma között (2007-ben $P < 0,001$, 2008-ban $P < 0,05$) jelentős különbség mutatkozott. 2007 évben a vetésidő \times hibrid kölcsönhatás szignifikáns és a keményítőtartalom is magasabb volt (5. táblázat).

Száraz évjáratban (2007) minden vetésidőben és mindegyik éréscsoportban magasabb ($P < 0,001$) keményítőtartalmat mértünk, mint a kedvező vízellátottságú (2008) évben (8. ábra). Az aszályos (2007) évben a késői vetésidőben – FAO 500-as éréscsoport kivételével – minden FAO csoportban szignifikánsan nagyobb keményítőtartalmat mértünk, mint az optimális és a korai vetésidőben.

4. táblázat. A vetésidő hatása a kukoricaszem keményítőtartalmára
(Debrecen, 2007 és 2008)

Vetésidő és FAO csoportok (1)	Kukoricaszem keményítőtartalma, g/100 g ⁻¹ sza.	
	(2)	
	2007	2008
A vetésidő hatása (a hibridek átlagában) (3)		
Korai (5)	73,1a	70,9a
Optimális (6)	73,3a	71,2a
Késői (7)	74,4b	72,1c
	73,6	71,4
Hibridek hatása (vetésidő átlagában) (4)		
Igen korai (8)	73,0a	71,0a
Korai (5)	73,8ab	71,2a
Közép érésű (9)	73,4ab	71,3a
Késői (10)	74,3b	73,1b
	73,6	71,4

Az egy oszlopon belül azonos betűvel jelzett kezelések szignifikánsan nem különböznek egymástól a Duncan-teszt alapján.

Table 4. The effect of sowing date on the starch content of maize grain (Debrecen, 2007 and 2008). (1) Sowing date and FAO groups, (2) Starch content of maize grain, g × 100 g⁻¹ dry matter, (3) Effect of sowing date (in the average of hybrids), (4) Effect of hybrids (in the average of sowing date), (5) Early, (6) Optimal, (7) Late, (8) Very early, (9) Mid-ripening, (10) Late. On the basis of Duncan test, treatments indicated with the same letter in the same column do not significantly differ from each other.

5. táblázat. A vetésidő és a hibrid hatásának varianciaanalízis eredménye,
keményítőtartalom g × 100 g⁻¹ sza.
(Debrecen, 2007 és 2008)

Tényezők (1)	2007			2008		
	MQ	DF	F-érték (2)	MQ	DF	F-érték (2)
Hibrid (3)	9,5	23	4,6 ^{***}	5,3	23	1,7 [*]
Vetésidő (4)	47,1	2	22,7 ^{***}	33,8	2	10,6 ^{***}
Hibrid × vetésidő (5)	3,3	46	1,7 [*]	2	46	0,62 ^{nsz}

***P=0.1%-os szinten szignifikáns, *P=5%-os szinten szignifikáns, nsz= nem szignifikáns

Table 5. Variance analysis result of the effect of sowing date and hybrid, starch content g × 100 g⁻¹ dry matter (Debrecen, 2007 and 2008). (1) Factors, (2) F value, (3) Hybrid, (4) Sowing date, (5) Hybrid × sowing date. ***Level of significance: P=0.1%, *Level of significance: P=5% nsz = Not significant.

8. ábra. A vetésidő és a kukorica tenyészcsoportjának hatása kukoricaszemek keményítőtartalmára (Debrecen, 2007 és 2008)

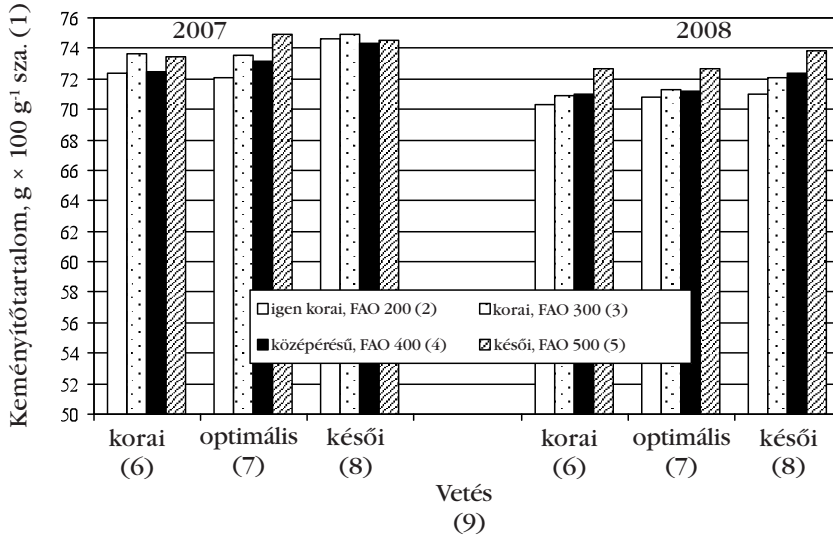


Figure 8. The effect of sowing date and growing period on the protein content of maize grains (Debrecen, 2007 and 2008). (1) Protein content, $\text{g} \times 100 \text{g}^{-1}$ dry matter, (2) Very early, FAO 200, (3) Early, FAO 300, (4) Mid-ripening, FAO 400, (5) Late, FAO 500, (6) Early, (7) Optimal, (8) Late, (9) Sowing.

A keményítőtartalom kedvező évjáratban is (2008) a késői vetésidőben volt a legmagasabb – a FAO csoportok mindegyikében – a korai és az optimális vetésidőhöz képest. Statisztikailag azonban megbízható különbség a korai (FAO 300; $P < 0,001$) és a középérésű (FAO 400; $P < 0,01$) tenyészcsoport korai és késői vetésű kukorica hibridek keményítőtartalma között volt.

IRODALOM

- Asghari, M.–Hanson, R. G.: 1984. Climate, management and N effect on corn leaf N, yield and grain N. *Agronomy Journal*. 76. 6: 911–916.
- Balás Á.–Hensch Á.: 1889. Általános és különleges mezőgazdasági növénytermelés. II. kötet. Magyaróvár. 92.
- Bálint A.: 1977. A kukorica jelene és jövője. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

- Berzsenyi Z.–Dang, Q. L.*: 2001. A vetésidő és a N-műtrágyázás hatása a kukorica- (*Zea mays* L.) hibridek termésére és termésstabilitására 1991 és 2000 között. Növénytermelés. 50. 3: 309–331.
- Berzsenyi Z.–Ragab, A. Y.–Dang, Q. L.*: 1998. A vetésidő hatása a kukoricahibridek növekedésének dinamikájára 1995-ben és 1996-ban. Növénytermelés. 47. 2: 165–180.
- Bhatia, C. R.–Rabson, R.*: 1987. Relationship of Grain Yield and Nutritional Quality 11–44. [In: Olson, R. A.–Frey, K. J. (eds.) Nutritional Quality of Cereal Grains.] ASA, CSSA, Madison, Wisc., USA.
- Bocz E.–Pekáry K.*: 1974. Trágyázási kutatások eredményei 2. [In: Denke J. (szerk.) Kukorica 1966–1970.] Agrártudományi Egyetem. Keszthely.
- Fleischmann R.*: 1938. Amikor rosszul csírázik a kukorica. Köztelek. 48. 23–24: 235.
- Gundel J.–Babinszky L.–Kemenes M.*: 1981. A silózással tartósított szemes kukorica takarmányértéke hízó sertések részére. Állattenyésztés és takarmányozás. Budapest. 30. 2: 107–115.
- Győrffy B.–Iső I.–Böloni I.*: 1965. Kukoricatermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 411.
- Győri Z.–Sipos P.*: 2005. Kukoricahibridek minőségének változása agrotechnikai kísérletben. [In: Nagy J. (szerk.) Kukoricahibridek adaptációs képessége és termésbiztonsága.] Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum. 101–114.
- Huzsvai L.*: 2001. Tartamkísérletek kiértékelése új szemszögből. Debreceni Egyetem Agrártudományi Közlemények. Debrecen. 2: 55–60.
- Iső I.*: 1959. A kukorica vetésidőjéről. Magyar Mezőgazdaság. 14. 7: 8–9.
- Izsáki Z.*: 2006. A kukorica minőségorientált tápanyag-ellátása. Szántóföld. 10. 1: 7–12.
- Keszthelyi S.*: 2005. A 2004. év klimatikus tényezőinek hatása a kukorica fejlődésére, kártevőinek megjelenésére és kártételére. Agroforum Extra. 10: 3–7.
- Kiss I.-né*: 1982. A fajtakérdés modern értelmezése. IKR. Bábolna.
- Kralovánszky U. P.*: 1975. A fehérjeprobléma. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Lilburn, M. S.–Ngidi, E. M.–Ward, N. E.–Llames C.*: 1991. The influence of severe drought on selected nutritional characteristics of commercial corn hybrids. Poultry Science. 70. 11: 2329–2334.
- Marton L. Cs.*: 1991. Kukorica beltenyésztett törzsek kelése és kezdeti fejlődése hőmérséklet gradiens kamrában. II. A beltenyésztett törzsek kezdeti fejlődése. Növénytermelés. 40. 1: 1–10.
- Máté A.*: 2002. A kukorica termesztéséről. Agrárágazat. 2. 4: 6–7.
- Menyhért Z.*: 1985. A kukoricatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 559.
- Muszijko, A. Sz.–Kijucsko, P. F.–Szoloveva, A. A.*: 1961. Himicseszkiy szosztav zerna kukuruzü zaviszit ot uszlovij vürzscsivaniija. Vesztn. Sz/h. Nauki. Moskva. 6. 3: 28–33.
- Nagy J.*: 1997. A műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termésére öntözés nélküli és öntözéssel termesztésben. Agrokémia és Talajtan. 46. 1–4: 275–288.
- Pásztor K.*: 1958. Vetésidő és fajtakísérletek kukoricával. [In: Iső I. (szerk.) Kukorica-termesztési kísérletek 1953–1957.] Akadémia Kiadó, Budapest. 169–188.

- Pásztor, K.–Kováts, A.*: 1985. Changes in the production of maize hybrids due to mutant parent lines. *Acta Agronomica*. 34. 1-2: 189-195.
- Sander, D. H.–Allaway, W. H.–Olson, R. A.*: 1987. Modification of nutritional quality by environment and production practices 45-82. [In: Olson, R. A.–Frey, K. J. (eds.) *Nutritional quality of cereal grains.*] ASA, CSSA. Madison. Wisc., USA.
- Sárvári M.*: 2005. Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica adaptációs képességére és terméshozzájárulására. [In: Nagy J. (szerk.) *Kukorica hibridek adaptációs képességének és terméshozzájárulásának javítása.*] Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum. Debrecen. 183-203.
- Sárvári M., Futó Z.*: 2000. Összefüggés a kukorica hibridek vetésidője, terméshozzájárulása és a betakarításkori nedvességtartalma között csernozjom talajon. *Debreceni Egyetem Agrártudományi Közlemények*. Debrecen. 1: 32-41.
- Szániel I.–Pálvölgyi L.–Dévényi K.-né*: 1980. A termőtakaró hatása különböző kukorica hibridek terméshozzájárulására és szemtermés-minőségére. *Növénytermelés*. 29. 4: 315-322.
- Szász G.*: 1973. A termesztett növények vízigényének és az öntözés gyakoriságának meteorológiai vizsgálata. *Növénytermelés*. 22. 2: 245-258.
- Szirtes V.–Pongor S.–Penczi E.*: 1977. A mikrotápanyagokkal történő műtrágyázás hatása a kukorica fehérje-termésére és lizin-arányára. *Növénytermelés*. 26. 1: 49-59.

A szerző levelezési címe – Address of the author:

Dr. Nagy János
Debreceni Egyetem AMTC
Földhasznosítási, Műszaki és Területfejlesztési Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032