

Az eltérő vetésidővel összefüggő környezeti változások hatása a kukorica termésére

Ragán Péter – Bakó Károly István – Sedlák Gergő

Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Földhasznosítási, Műszaki és Területfejlesztési Intézet, Debrecen
ragan@agr.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

Három különböző genotípusú debreceni kukoricahibridet (Debreceni 285, Debreceni 377 és a Debreceni 382) vizsgáltunk szántóföldi kísérletben csernozjom talajon. A kísérlet 2 évében (2009–2010) arra kerestük a választ, hogy hogyan reagálnak a debreceni hibridek az eltérő vetésidőre, milyen hatással van a termésre a korai, optimális és késői vetés.

A kiegyenlített talaj- és léghőmérséklet 2009-ben egyenletes kelést eredményezett. Ezzel szemben 2010-ben az április eleji alacsony hőmérséklet és a május közepi lehülés elhúzódó kelést okozott.

A betakarításkori szemnedvesség-tartalom, valamint a termésadatok nagy évráthatalást mutattak. 2010-ben 2009-hez viszonyítva jelentősen kevesebb (1,664 t/ha) volt a termés, lényegesen nagyobb (34%) szemnedvességgel.

2009-ben a korai vetés terméscsökkenést ($P < 0,05$) eredményezett, azonban a betakarításkori szemnedvességet lényegesen csökkentette ($P < 0,05$). A késői vetés kismértékben ugyan növelte a termést (nem szignifikáns), azonban a betakarításkori szemnedvesség-tartalom 9,2%-kal nőtt. 2010-ben az optimális vetésidő bizonyult a legjobbnak a termésmennyiség szempontjából, ez azonban nem volt szignifikáns különbség a korai és a késői vetéshez viszonyítva. A betakarításkori szemnedvesség-tartalom erőteljesen növekedett (13,3%).

A Debreceni 382 kukoricahibrid mindkét évben rugalmasan reagált a vetésidőkre, a korai és a késői vetés a termést egyik évben sem befolyásolta szignifikánsan, a betakarításkori szemnedvesség a késői vetésidőben 12%-os növekedést mutatott. A Debreceni 285 és a Debreceni 377 kukoricahibridek 2009-ben az optimálisnak bizonyult vetésidőben (április 23.) érték el a legnagyobb termésüket, míg 2010-ben az eltérő vetésidők nem befolyásolták a termésük nagyságát.

Kulcsszavak: vetésidő, abiotikus tényezők, termés, szemnedvesség

SUMMARY

Three Debrecen maize hybrids of different genotypes (Debreceni 285, Debreceni 377 and Debreceni 382) were examined on chernozem soil in a field experiment. During the two years of the experiment (2009–2010), we wanted to get to know how the examined hybrids reach to different sowing dates and what impact early, optimal and late sowing has on yield.

In 2009, balanced soil and air temperature resulted in steady emergence. However, the low temperature in early April and the cooling down in mid-May 2010 caused a delayed emergence.

The grain moisture content at harvesting and the high yield showed a strong crop year effect. In 2010, yield was much lower (1.664 t ha⁻¹) and grain moisture was significantly higher (34%) than in 2009.

In 2009, early sowing resulted in yield decrease ($P < 0,05$), but it also significantly reduced grain moisture at harvesting ($P < 0,05$). Although late sowing slightly increased yield (not significantly), but grain moisture at harvesting increased by 9.2%. In 2010, optimal sowing date was shown to be the best alternative from the aspect of yield, but there was no significant difference in comparison with early and late sowing. Grain moisture at harvesting greatly increased (13.3%).

The Debreceni 382 maize hybrid reacted to sowing dates flexibly, neither early, nor late sowing affected its yield significantly and the grain moisture at harvesting showed 12% increase in the case of the late sowing date. In 2009, maize hybrids Debreceni 285 and Debreceni 377 reached their highest yield in the case of the sowing date which was shown to be optimal (23rd April), while the different sowing dates had no effect on yield in 2010.

Keywords: sowing date, abiotic factors, yield, grain moisture

BEVEZETÉS

A kukorica csírázását és fejlődését számos tényező befolyásolja egyik ilyen a talajhőmérséklet. A kukorica csírázási hőmérséklete eléggé tág határok között mozog, szántóföldi körülménynek között 8–12 °C közötti ez az érték. Anderejko és Kuperman (1961) szerint a csírázás már 6 °C-on is megindul. Minél alacsonyabb a talajhőmérséklet a csírázás annál jobban el fog húzódni ezen időszak alatt. Surányi és Mándy (1955) szerint a csírázás tartamát a talaj hőmérséklete a következőképpen befolyásolja. Ha a talajhőmérséklet 21 °C, akkor a kelés a vetés után 5–6 nap múlva, ha 16–18 °C, akkor 8–10 nap múlva, ha ennél hidegebb a talaj, akkor csak 18–20 nap múlva következik be.

A vetés előtti és vetéskori talajhőmérséklet figyelembevétele elfogadott. Ezt támasztja alá kutatásaival Grábner (1948), Bittera (1922) és Menyhért (1979), javaslatuk 8–10 °C. Nagy és Sárvári (2005) 8 és 12 °C közé teszi az optimális talajhőmérsékletet. Győrfly és I'só (1970), Pásztor (1981) 10–12 °C-ot, Láng (1976) 12 °C talajhőmérsékletet jelöl meg ideálisnak a vetéskor. A talajhőmérséklet hatással van továbbá a növények transzspirációjára is. Szlovák (1975) megállapította, hogy a talajhőmérséklet és a transzspiráció közötti összefüggés szorosságát a vetés ideje a számítás módja és a talajban lévő növények számára felvehető víz mennyisége jelentősen befolyásolja. A talajban lévő nedvesség viszkozitása nagyban függ a talajhőmérséklettől, alacsonyabb hőmérsékleten a növények számára

nehezebb felvenni a vizet. A talajhőmérséklet nagyban befolyásolja a növény gyökérzetének fejlődését. A talaj lassabban hűl le, lassabban melegszik fel így a gyökereknek szűkebb az intervallum, ahol optimálisan tudnak fejlődni. Pethő (1993) szerint a talajhőmérséklet a gyökér növekedését közvetlenül, a hajtását közvetett úton, a gyökér fiziológiai aktivitásán keresztül határozza meg. A talaj hőmérsékletének változását befolyásolja a talaj kötöttsége, színe és a talaj növényvel való fedettsége is. Több hazai és nemzetközi kutatás rámutatott arra, hogy a tenyészidőszak kezdetének talajhőmérséklete és a vetésidő hatással van a kukorica szemtermésére, a levélterületre és a növény fejlődésére (Ványiné, 2010; Ványiné et al., 2011; Ványiné et al., 2012ab). A tenyészidőszak kezdetén a melegebb talaj lineárisan növelte a kukorica szemtermését, főként a felső levélszintek nagyobb levélterületének tulajdoníthatóan (Bollero et al., 1996). Stoll (2011) kimutatta, hogy a talajfelszín növényi maradványokkal való fedése eredményezhet egyenetlen kelést az állományban, mivel a talajhőmérséklet a növényi maradványokkal borított területen alacsonyabb, így ott a kukorica fejlődése elhúzódhat.

Az időjárás is hatással van a talajban lejátszódó anyagátalakulásokra, a növények növekedésére, tápanyagfelvételére, mivel szabályozza a termőhely hő- és nedvességellátottságát (Kramer, 1963; Kovács, 1982; Dobos et al., 2012; Nagy, 2012; Ványiné és Nagy, 2012).

A kukorica hibridek vetése amennyiben eltér az optimumtól (korai, illetve késői vetés), nagyobb a termés-csökkenés (Ványiné et al., 2010; Sárvári és Futó, 2001; Berzsenyi és Dang, 2001). A kukoricatermesztés biztonságát és hatékonyságát növeli, ha 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).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatokat a Debreceni Egyetem ATK Látóképi Kísérleti Telepén, középkötött mészlepedékes csernozjom talajon végeztük 2009 és 2010 években.

Talaj: A talaj átlagos pH_{KCl} értéke 6,6 (gyengén savanyú kémhatású), ami a növények tápanyagfelvétele szempontjából optimális. A talaj felső (20 cm) rétegében az Arany-féle kötöttségi szám 39, a vízben oldható sók (anionok és kationok) összes mennyisége 0,04%, amely kis sótartalmat jelent. A szénsavas mésztartalom a talaj felső 80 cm-ében 0% körül van (mészhiányos), de 100 cm-től a 12% (közepesen meszes). A szervesanyag-tartalom a talaj felső 20 cm-es rétegében 2,3%, a 120 cm-es mélységében nem haladja meg az 1,00%-ot. A talaj kálium ellátottsága jó, P-ellátottsága közepes.

Időjárás: Az időjárást a kísérleti területen elhelyezett automata időjárás állomás által mért és rögzített – a levegő és a talaj hőmérséklet (°C), a levegő relatív páratartalma (%), a szélsebesség (m/s), a beérkező sugárzás (W/m), a csapadék mennyiség (mm) – adatok alapján értékeltük.

Agrotechnika: A vetésidő-kezelés három időpontban volt: az optimális időpontnál tizennégy nappal ko-

rábban (korai), az optimális időpontban (április 23.) és az optimális időpont után 17 nappal (késői). A vizsgálatba a Debreceni 285, a Debreceni 377 és a Debreceni 382 hibrideket vontuk be. A száraz időjárásra való tekintettel 2009-ben öntözést is végeztünk, május 4-én 25 mm és május 16-án 25 mm öntözővizet juttattunk ki. Az öntözést Valmont típusú lineár öntözőberendezéssel végeztük. A növényszámot 70 ezer növény/ha-ra állítottuk be. A kukoricát mindkét évben október első hetében takarítottuk be. A betakarított szemtermést 14%-os nedvességtartalommal adtuk meg. Az elővetemény (őszi búza) lekerülése után az alpművelést 27 cm mély őszi szántással végeztük.

Statisztikai értékelés: A kiértékelést az SPSS for Windows 13.0 statisztikai programcsomaggal végeztük. A kezelések termésre gyakorolt hatásának kimutatására általános lineáris modellt (GLM) alkalmaztunk. A kezelés középértékek összehasonlításához meghatároztuk az 5%-os szignifikáns differenciát ($SzD_{5\%}$), valamint többszörös középérték összehasonlító teszttel, Duncan módszerével homogén csoportokat képeztünk. A többszörös összehasonlítás során a konfidencia intervallumokat Bonferroni módszerével korrigáltuk az elsőfajú hiba halmozódásának elkerülése céljából. A homogén csoporton belüli termések 5%-os szignifikancia szint mellett nem különböznek egymástól.

EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

Vetéskori talaj- és léghőmérséklet

2009-ben a száraz és az átlagosnál több mint 3 °C-kal melegebb áprilisi időjárás hatására a talaj felmelegedése gyorsabb volt az előző évben tapasztaltnál. Április 6-tól a talaj hőmérséklete tartósan meghaladta a 12 °C-ot, így már a korai vetési időpontban is optimális feltételekkel lehetett elvetni a kukoricát (1. ábra).

1. ábra: A talajhőmérséklet alakulása a felső 10 cm-es rétegben (Debrecen, 2009)

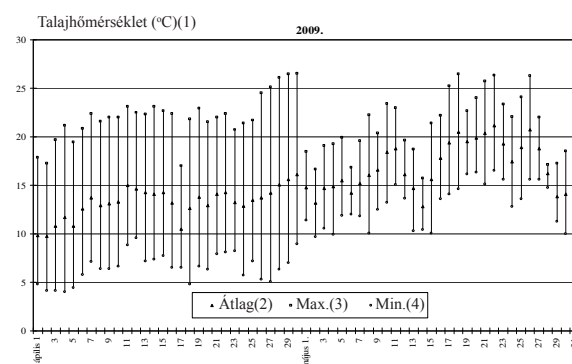


Figure 1: Soil temperature in the upper 10 cm layer (Debrecen, 2009)

Soil temperature (°C)(1), Average(2), Maximum(3), Minimum(4)

A 2010-es évben mind vetéskor mind a vetést megelőző napokban a 2009. évvel összehasonlítva szignifikánsan alacsonyabb hőmérsékletet mértünk. Az átlagnál csapadékosabb és hűvösebb kora tavasz következtében a korai vetéskor mért talajhőmérséklet (10,2 °C), a vetés előtti napok átlaga (9,8 °C) nem érte el a vetéshez szükséges 12 °C-os minimumhőmérsékletet. A ta-

laj csak április 24-től kezdődően melegedett fel olyan mértékben, hogy a hőmérséklet tartósan is meghaladta a küszöbértéket (2. ábra).

2. ábra: A talajhőmérséklet alakulása a felső 10 cm-es rétegben (Debrecen, 2010)

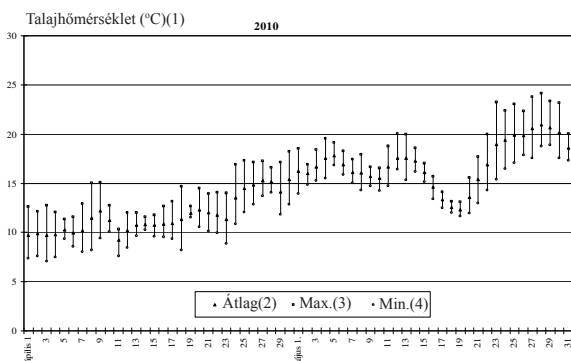


Figure 2: Soil temperature in the upper 10 cm layer (Debrecen, 2010)

Soil temperature (°C)(1), Average(2), Maximum(3), Minimum(4)

2009-ben a középhőmérséklet a korai vetés időpontjában 15,7 °C volt, a következő 10 napban elérte a 17,5 °C-ot is. A vetés optimális időpontjában 11,6 °C, majd az elkövetkező 10 napban az átlagos középhőmérséklet 13,7 °C volt. A késői vetés időpontjában 12,6 °C-ot mértünk, majd a hőmérséklet 20 °C felé emelkedett. A tenyészidőszakban a kukorica számára nem volt elegendő mennyiségű csapadék (169 mm). A csapadék eloszlása is kedvezőtlen volt. Június hónapban ugyan volt elegendő csapadék (97 mm), de július és augusz-

tus hónapokban összesen 21 mm csapadék hullott. Ebben az évben az 50 éves átlagtól 171 mm-rel kevesebb csapadék volt. A hőmérséklet tekintetében sem volt kedvező a helyzet, ugyanis júliusban – a kukorica virágzásának időszakában – 2,2 °C-kal volt melegebb, mint az 50 éves átlag. Augusztus hónapban is átlag feletti (2,2 °C-kal) hőmérsékletet mértünk. Összességében elmondható, hogy 2009. év száraz, aszályos volt (3. ábra).

Az elővetemény lekerülésétől a vetésig eltelt időszak 2010-ben csapadékos volt, 328 mm csapadék hullott, amely 85 mm-rel több, mint az 50 éves átlag. A középhőmérséklet a korai vetés időpontjában 13 °C volt, azonban a következő 10 napban alig érte el a 10 °C-ot. A vetés optimális időpontjában 15 °C volt, majd az elkövetkező 10 napban is maradt ez a középhőmérséklet. A késői vetés időpontjában 20 °C-ot mértünk, majd a hőmérséklet 16,7 °C-ra esett vissza. Májusban a csapadék mennyisége közel kétszerese volt a sokévi átlagnak (111 mm), a középhőmérséklet az átlagnak megfelelően alakult, azonban a napsütéses órák számát tekintve – a tenyészidőszak folyamán – ebben a hónapban volt a legnagyobb az eltérés, a Nap 95 órával sütött kevesebbet az 50 éves átlagtól. A június hasonlóan csapadékos (101 mm) volt, 32 mm-rel hullott több, mint az 50 éves átlag. A napsütéses órák száma is emelkedett, az eltérés 14 óra volt. Július, augusztus és szeptember hónapokban is jelentős volt a csapadék mennyisége. A tenyészidőszakban a lehullott csapadék mennyisége meghaladta ezen időszak 50 éves átlagát, az eltérés 250 mm volt. Összességében 2010. év időjárása a növénytermesztés szempontjából szélsőségesnek tekinthető (3. ábra).

3. ábra: A tenyészidőszakban lehullott csapadék és hőmérséklet alakulása (Debrecen, 2009–2010)

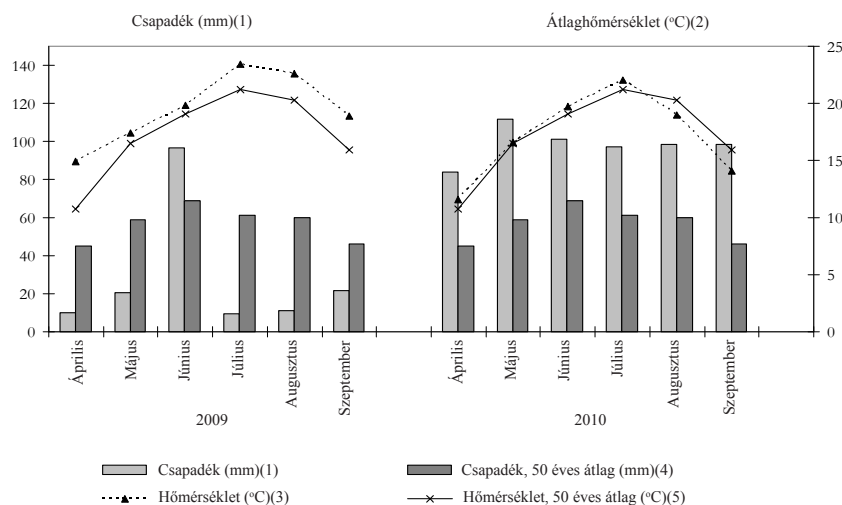


Figure 3: Precipitation and temperature during the growing season (Debrecen, 2009–2010)

Precipitation(1), Mean temperature (°C)(2), Temperature (°C)(3), 50-year-average precipitation (mm)(4), 50-year-average temperature (°C)(5)

Vetésidő hatása a termésre

A két vizsgált évjáratban a tényezők hatását összehasonlítva megállapítható, hogy az MQ értékek alapján az év hatása a legjelentősebb ($P < 0,001$), ami azt mutatja, hogy a termés szempontjából az évjáratok nagyobb

környezeti varianciát jelentettek, mint az éven belüli különböző vetésidők. A kezelések átlagában a hibridek között nem volt megbízhatóan kimutatható különbség. A hibrid \times év kölcsönhatás ($P < 0,05$) a vizsgált genotípusok eltérő érzékenysége utal (1. táblázat).

1. táblázat

A vetésidő kísérlet varianciaanalízise az évek figyelembevételével (termés t/ha)
(Debrecen, 2009–2010)

Tényezők(1)	MQ	DF	F-érték(2)
Hibrid [A](3)	0,260	2	0,420 ^{nsz}
Vetésidő [B](4)	4,374	2	7,006**
Év [C](5)	62,496	1	100,101***
A × B	0,763	4	1,221 ^{nsz}
A × C	4,378	2	7,013**
B × C	2,954	2	4,731 ^{nsz}

***P=0,1%-os szinten szignifikáns, **P=1%-os szinten szignifikáns, nsz= nem szignifikáns

Table 1: ANOVA of the sowing date experiment in consideration of the different years (yield t ha⁻¹) (Debrecen, 2009–2010)

Factors(1), F value(2), Hybrid [A](3), Sowing date [B](4), Year [C](5), ***significant at the P=0.1% level, **significant at the P=1% level, nsz=not significant

A kéttényezős, sávos kísérleti elrendezés varianciaanalízisét a szemtermésre évenként is elvégeztük. A közepes négyzetes eltérés (MQ) értékek alapján a tényezők közül 2009. évben a vetés idejének, míg 2010. évben a hibridek hatása volt jelentős. A hibrid×vetésidő kölcsönhatás egyik évben sem volt szignifikáns, vagyis a hibrid hatása nem változott a vetésidőtől függően (2–3. táblázat).

2. táblázat

A vetésidő kísérlet varianciaanalízise (termés t/ha)
(Debrecen, 2009)

Tényezők(1)	MQ	DF	F-érték(2)
Hibrid [A](3)	2,085	2	3,048 ^{nsz}
Vetésidő [B](4)	6,913	2	10,104**
A × B	1,677	4	2,452 ^{nsz}

*P=1%-os szinten szignifikáns, nsz= nem szignifikáns

Table 2: ANOVA of the sowing date experiment (yield t ha⁻¹) (Debrecen, 2009)

Factors(1), F value(2), Hybrid [A](3), Sowing date [B](4), **significant at the P=1% level, nsz=not significant

3. táblázat

A vetésidő kísérlet varianciaanalízise (termés t/ha)
(Debrecen, 2010)

Tényezők(1)	MQ	DF	F-érték(2)
Hibrid [A](3)	2,319	2	6,575*
Vetésidő [B](4)	0,415	2	1,176 ^{nsz}
A × B	0,172	4	0,488 ^{nsz}

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

Table 3: ANOVA of the sowing date experiment (yield t ha⁻¹) (Debrecen, 2010)

Factors(1), F value(2), Hybrid [A](3), Sowing date [B](4), *significant at the P=5% level, nsz=not significant

Az optimális vetésidőben volt a legnagyobb termés (9,892 t/ha) – vizsgált évek átlagában –, ami megbízhatóan (P<0,05) a korai vetés eredményétől tért el. 2009. évben a termés a késői vetésidőben volt a legnagyobb (11,025 t/ha), a korai vetés szemtermésétől 1371 kg/ha-ral (P<0,05), az optimális vetés szemtermésétől 121 kg/ha-ral termett többet, ez a terméstöbb-

let azonban nem volt szignifikáns. A korai vetés termése szignifikánsan (P<0,05) kevesebb (1250 kg/ha-ral) volt, mint a késői vetésé. 2010. évben az optimális vetéssel értük el a nagyobb terméseredményt (8,879 t/ha), azonban a Duncan-féle teszttel 5%-os szignifikancia szint mellett az eltérő vetésidőpontok terméseredményei között nem volt szignifikáns különbség (4. ábra).

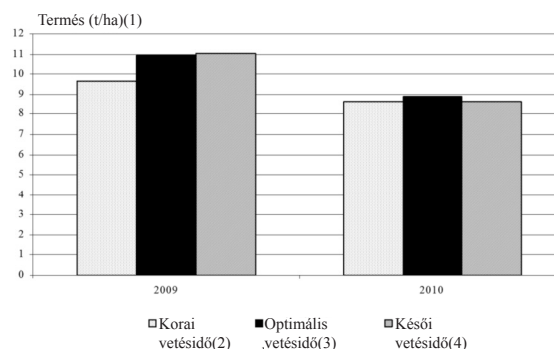
4. ábra: A vetésidő hatása a kukorica terméseredményére
(Debrecen, 2009–2010)

Figure 4: The impact of sowing date on maize yield (Debrecen, 2009–2010)

Yield (t ha⁻¹)(1), Early sowing date(2), Optimal sowing date(3), Late sowing date(4)

A legnagyobb szemtermést – a három vetésidő átlagában – 2009-ben a Debreceni 285 hibrid (10,938 t/ha) érte el, meghaladva 396 kg/ha-ral a Debreceni 377 hibrid és 834 kg/ha-ral a Debreceni 382 hibrid terméseredményét. A Debreceni 382 hibrid 4,3%-kal termett kevesebbet, mint a Debreceni 377. 2010-ben a Debreceni 382 hibrid bizonyult a legjobbnak 9,072 t/ha-os termésével, a Debreceni 285 hibrid 10,7%-kal és a Debreceni 377 hibrid 4,0%-kal kevesebb hozamot ért el. A Debreceni 377 hibrid 525 kg/ha-ral ért el nagyobb hozamot, mint a Debreceni 285 hibrid (5. ábra).

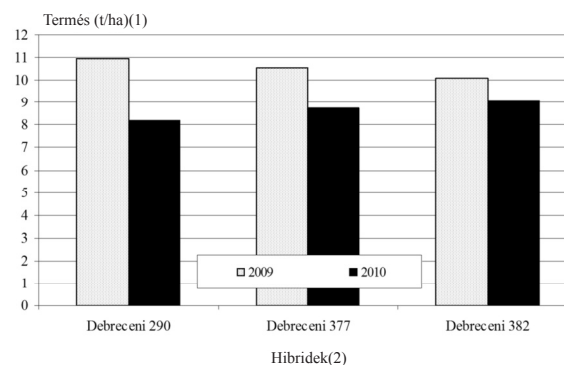
5. ábra: Az évjárat hatása a kukorica terméseredményére
(Debrecen, 2009–2010)

Figure 5: The impact of crop year on maize yield (Debrecen, 2009–2010)

Yield (t ha⁻¹)(1), Hybrids(2)

2009-ben a Debreceni 285 hibrid termése korai vetésben 2413 kg/ha-ral maradt el az optimális időben vetettekétől (P<0,05), a késői vetés hátránya 888 kg/ha (az eltérés nem szignifikáns). A Debreceni 377 hibrid

a késői vetésben 20,2%-kal növelte termését a korai vetéshez ($P < 0,05$) és 6,2%-kal az optimális vetéshez viszonyítva (nem szignifikáns). A korai vetés 1250 kg/ha-os veszteséget ($P < 0,05$) eredményezett az optimális vetéshez képest. A Debreceni 382 hibrid a késői vetésben (10,525 t/ha) érte el a legnagyobb terméseredményét, azonban a vetésidők között lényeges különbség nem volt. A 2010. évben mindhárom debreceni hibridnél a késői vetés eredményezte a legnagyobb termést, de a hibridek termésátlagai között szignifikáns eltérés nem alakult ki (6. ábra).

6. ábra: A vetésidő hatása a kukoricahibridek szemtermésére (Debrecen, 2009 és 2010)

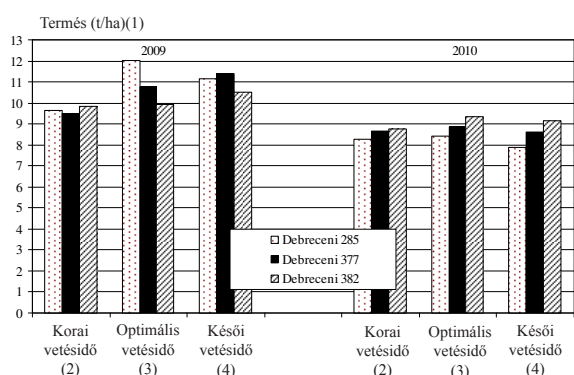


Figure 6: The impact of sowing date on the grain yield of maize (Debrecen, 2009 and 2010)

Yield ($t\ ha^{-1}$)(1), Early sowing date(2), Optimal sowing date(3), Late sowing date(4)

Az évjárat nagymértékben befolyásolta a debreceni hibridek termését. A 2009. évben a kezelések átlagában a termésátlag 10,528 t/ha volt, a 2010. évben 18,8% csökkenés ($P < 0,001$) mutatkozott. Az évjárat hatása legnagyobb mértékben a késői vetésidőben mutatkozott meg, ugyanis 2010-es év terméseredménye 2009-hez viszonyítva 2471 kg/ha csökkenést okozott. A csökkenés mértéke kisebb volt az optimális (2025 kg/ha) és a korai (1094 kg/ha) vetésben.

A hibridek külön-külön is érzékenyen reagáltak a környezeti változásra. A vetésidő átlagában a legérzékenyebben a Debreceni 285 hibrid reagált, termése 2010-ben 33,4%-kal maradt alatta a 2009 évének, a Debreceni 377 20,8%-kal, míg a Debreceni 382 11,4%-kal. Mindhárom hibridnél a késői vetésben csökkent a termés a legnagyobb mértékben.

Vetésidő hatása szemnedvességre

A háromtényezős varianciaanalízis eredménytáblázatának MQ értékei alapján megállapítható, hogy az év hatása a legjelentősebb. A vizsgált évek átlagában a késői vetés szemnedvessége ($P < 0,05$) tért el az optimális és a korai vetés szemnedvességétől (4. táblázat). A Duncan-féle teszt 5%-os szignifikancia szint mellett igazolta 2009-ben mindhárom vetésidő, és 2010-ben a késői vetésidő szemnedvességének eltérését (7. ábra). Az év hatása legnagyobb mértékben a korai vetésnél mutatkozott meg, 2010-ben ugyanis – 2009. évhez viszonyítva – a betakarításkori szemnedvesség-tartalom

39,7%-kal nőtt, míg az optimális vetésnél 28,1%-kal, a késői vetésnél 32,9%-kal.

4. táblázat

A vetésidő kísérlet varianciaanalízise az évek figyelembevételével [betakarításkor szemnedvesség-tartalom, (%)] (Debrecen, 2009–2010)

Tényezők(1)	MQ	DF	F-érték(2)
Hibrid [A](3)	21,536	2	98,862***
Vetésidő [B](4)	58,599	2	268,998***
Év [C](5)	464,617	1	2132,826***
A × B	0,946	4	4,431*
A × C	0,064	2	0,295 ^{nsz}
B × C	2,457	2	11,278***

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

Table 4: ANOVA of the sowing date experiment in consideration of the different years [grain moisture at harvesting (%)] (Debrecen, 2009–2010)

Factors(1), F value(2), Hybrid [A](3), Sowing date [B](4), Year [C](5), ***significant at the $P=0.1\%$ level, *significant at the $P=5\%$ level, nsz=not significant

7. ábra: A vetésidő hatása a kukorica betakarításkori szemnedvesség-tartalmára (Debrecen, 2009 és 2010)

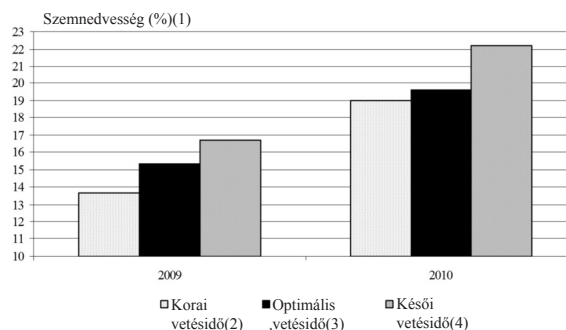


Figure 7: The impact of sowing date on the grain moisture of maize at harvesting (Debrecen, 2009 and 2010)

Grain moisture (%)(1), Early sowing date(2), Optimal sowing date(3), Late sowing date(4)

2009-ben az optimális vetéshez viszonyítva a Debreceni 285 kukoricahibrid szemnedvesség-tartalma növekedett a legkisebb mértékben a késői vetésnél (4,9%), míg legnagyobb mértékű volt a növekedés a Debreceni 382 kukoricahibridnél (12,3%). A korai és az optimális vetésidő szemnedvesség-tartalma között a legnagyobb különbség a Debreceni 377 kukoricahibridnél volt (13,5%). 2010-ben a Debreceni 285 kukoricahibrid szemnedvesség-tartalma mindhárom vetésidőben szignifikánsan ($P < 0,05$) eltért egymástól, a legkisebb különbség a korai és az optimális vetésnél volt (4,4%). A Debreceni 377 és a Debreceni 382 hibrideknél megbízható ($P < 0,05$) különbség az optimális és a késői vetés között volt, mértéke 16,9 és 12,0% (8. ábra).

8. ábra: A vetésidő hatása a kukoricahibridek betakarításkori szemnedvesség-tartalmára (Debrecen, 2009 és 2010)

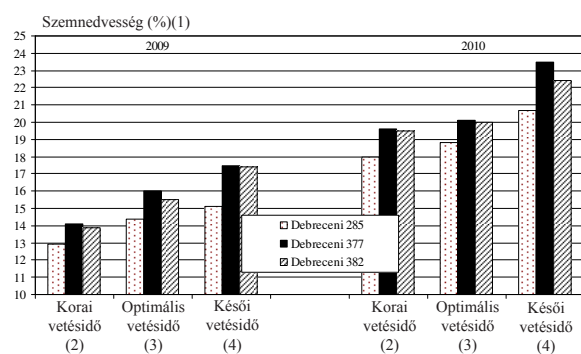


Figure 8: The impact of sowing date on the grain moisture of maize hybrids at harvesting (Debrecen, 2009 and 2010) Grain moisture (%) (1), Early sowing date (2), Optimal sowing date (3), Late sowing date (4)

KÖVETKEZTETÉSEK

Az évjárat hatása nagyon jelentős volt, ami a 2010. év hűvös és nagyon csapadékos időjárásának tulajdonítható. A jelentős mennyiségű csapadék következtében a talaj pórustérfogata az optimálisnál nagyobb mértékben telítődött vízzel. Következésképpen a kukorica gyökérzetének levegőellátottsága rosszabb volt, amely a tápanyag-felvétel lehetőségét kedvezőtlenre tette.

Szell et al. (2010) kutatási eredményeihez hasonlóan megállapítható, hogy a kukorica vetésidejének megválasztásánál nem elegendő csak egy tényezőt figyelembe venni. Az általános felmelegedés mellett szem előtt kell tartani az adott talaj tulajdonságát (lassan vagy gyorsan felmelegedő talaj), valamint az időjárást, mint a legnagyobb bizonytalansági tényezőt.

IRODALOM

- Anderejko, Sz. Sz.–Kuperman F. M. (1961): A kukorica élettana. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Berzsenyi Z.–Dang, Q. L. (2001): A vetésidő és a N- műtrágyázás hatása a kukorica – (*Zea mays* L.) hibridek termésére és terméshabórástására 1991–2000 között. Növénytermelés. 50. 2-3: 309–331.
- Berzsenyi Z.–Szundy T. (1998): Vetés. [In: Széll E.–Szibereth D. (szerk.) Amit a kukoricatermesztésről a gyakorlatban tudni kell.] Mezőmag Kft. Székesfehérvár. 96–104.
- Bittera M. (1922): Növénytermesztés. „Pátria” Irodalmi Vállalat és Nyomdai Részvénytársaság. Budapest. 2: 59–60.
- Bollero, G. A.–Bullock, D. G.–Hollinger, S. E. (1996): Soil temperature and planting date effects on corn yield, leaf area and plant development. Agron. J. 88: 385–90.
- Dobos, A.–Víg, R.–Nagy, J.–Kovács, K. (2012): Evaluation of the correlation between weather parameters and the normalized difference vegetation index (NDVI) determined with a field measurement method. Időjárás. 116. 1: 65–75.
- Grábner E. (1948): Szántóföldi növénytermesztés. Pátria Kiadó. 303.
- Gyórfy B.–I’só I. (1970): A kukorica. [In: Láng G. (szerk.) A Növénytermesztés kézikönyve.] Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Kovács G. J. (1982): A kukorica víz- és tápanyag-dinamikájának kritikus ökológiai kapcsolata. Növénytermelés. 31. 4: 355–365.
- Kramer, P. I. (1963): Water stress and plant growth. Agron. J. Madison. 55: 31–35.
- Láng G. (1976): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 142–146.
- Máté A. (2002): A kukorica termesztéséről. Agrárágazat. 2. 4: 6–7.
- Menyhért Z. (1985): A kukoricatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 273–278.
- Nagy J.–Sárvári M. (2005): Kukorica. [In: Antal J. (szerk.) Növénytermesztés 1.] Mezőgazda Kiadó. Budapest. 319–321.
- Nagy, J. (2012): The effect of fertilization and precipitation on the yield of maize (*Zea mays* L.) in a long-term experiment. Időjárás. 116. 1: 39–52.
- Pásztor K. (1981): Kukorica. [In: Kovács A. (szerk.) Növénytermesztési Praktikum.] Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 156.
- Pethő M. (1993): Mezőgazdasági növények élettana. Akadémiai Kiadó. Budapest. 381.
- Sárvári M. (2005): Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica adaptációs képességére és terméshabórástására. [In: Nagy J. (szerk.) Kukorica hibridek adaptációs képességének és terméshabórástásának javítása.] Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum. Debrecen. 183–203.
- Sárvári M.–Futó Z. (2001): A vetésidő hatása a különböző genetikai adottságú kukoricahibridek termésére. Növénytermelés. 50. 1: 43–60.
- Stoll, M.–Saab, I. (2011): Crop insights: soil temperature and corn emergence. <https://www.pioneer.com/home/site/us/agronomy/soil-temp-corn-emergence>
- Surányi J.–Mándy Gy. (1955): A kukorica. Akadémia Kiadó. Budapest. 183.
- Szell E.–Muzsik F.–Virág B.–Süli A.–Kovács Gy.–Szel Á. (2010): A kukorica vetésidejéről. <http://www.farmit.hu/partnerek-szakmai-cikkei/szantofold/kukorica-vetesidejerol>
- Szlovák S. (1975): A talajhőmérséklete és a kukorica transzspirációja közötti kapcsolat vizsgálata. Agrokémia és Talajtan. 24. 3–4: 347.
- Ványiné Széles, A. (2010): Evaluation of the level of N supply in maize hybrids at different nutritional levels. Acta Agronomica Hungarica. 58: 89–94.
- Ványiné Széles A.–Megyes A.–Nagy J. (2010): Vetésidő és az évjárat hatása a kukoricahibridek terméshabórástására és minőségére. Növénytermelés. 59. 4: 63–88.
- Ványiné Széles, A.–Megyes, A.–Nagy, J. (2011): Effect of N fertilisation on the chlorophyll content and grain yield of maize in different crop years. Növénytermelés. Suppl. 60: 161–164.
- Ványiné Széles, A.–Megyes, A.–Nagy, J. (2012a): Irrigation and nitrogen effects on the leaf chlorophyll content and grain yield of maize in different crop years. Agricultural Water Management. 107: 133–144.
- Ványiné Széles, A.–Nagy, J. (2012): Effect of nutrition and water supply on the yield and grain protein content of maize hybrids. Australian Journal of Crop Science. 6. 3: 381–290.
- Ványiné Széles, A.–Tóth, B.–Nagy, J. (2012b): Effect of nitrogen doses on the chlorophyll concentration, yield and protein content of different genotype maize hybrids in Hungary. African Journal of Agricultural Research. 7. 16: 2546–2552.