

A hibrid, a tápanyag-ellátás és az öntözés hatása a kukorica (*Zea mays L.*) betakarításkori szemnedvesség-tartalmára, illetve keményítő-tartalmára

Sipos Marianna

Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma,
Mezőgazdaságtudományi Kar, Agrokémiai és Talajtani Tanszék,
Debrecen
msipos@agr.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A kukorica világviszonylatban is meghatározó növényeink egyike. A mai növénytermesztési igényeknek megfelelően fontosnak tartjuk e növény esetében a termőhely-specifikus tápanyag-ellátás és egyéb termelési tényezők, mint pl. alkalmazott hibrid és az öntözés hatásának vizsgálatát és optimalizálását.

A Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma látóképi kísérleti telepén több évtizedes múltra visszatekintő kisparscellás tartamkísérletben vizsgáltuk a tápanyag-ellátás és az öntözés hatását a termés mennyiségére és különböző minőségi paramétereire. Vizsgáltuk a betakarításkor mérhető szemnedvesség-tartalmat és a keményítő-tartalmat. E dolgozatban ismertetem a kapott eredményeket.

A kísérlet területén három martonvásári nemesítésű kukorica-hibridet választottunk vizsgálataink alanyául. A kísérletben a makroelem-trágyázás hatását öt tápanyag-lépcsőben vizsgáljuk. A terület egyik felét lineár öntözőberendezéssel öntözik, míg másik felén a vízellátás csupán csapadékból származik.

A 2008-as évben a betakarításkori szemnedvesség tartalomra az alkalmazott hibrid $P=0,1\%$ -os, míg a tápanyag-ellátás $P=10\%$ -os szignifikancia szinten hatott. Az öntözés és az egyes tényezők közötti kölcsönhatás esetében nem tapasztaltunk különbséget. Megállapíthatjuk, hogy az egyes hibridek között szignifikáns különbségeket mértünk függetlenül az öntözéstől, valamint minden tápanyag-szint eredményeit tekintve. A tenyészidő növekedésével párhuzamosan fokozódott a betakarításkori szemnedvesség-tartalom.

A kukorica termésének keményítő-tartalma legnagyobb mértékben a hibrid függvénye, meghozza $P=0,1\%$ -os valószínűségi szinten. Az adatok alapján megállapítható, hogy a tenyészidőszak növekedtével csökkenő tendenciát mutat a keményítő-tartalom.

Kulcsszavak: tápanyag-ellátás, hibrid, öntözés, szemnedvesség-tartalom, keményítő-tartalom, kukorica

SUMMARY

Maize is a worldwide dominant plant. According to nowadays plant production principles it is important to investigate and optimize the site-specific nutrient-supply and other production factors, such as hybrid and irrigation, in the case of this plant as well.

At the Research Institute of the University of Debrecen, Center of Agricultural Sciences and Engineering, at Látókép the effect of nutrient-supply and irrigation on the quantity and quality parameters of different hybrids were investigated in a small plot long-term field experiment. In this paper we introduce the results regarding the corn moisture-content and the starch content of the yield.

We have chosen three maize hybrids – that have been bred in Martonvásár – for our investigations. The effect of macro-

nutrients is investigated in this experiment on five levels. The half of the experimental area can be irrigated during the vegetation period – whenever it is needed – by linear irrigation equipment, but on the other half only the water amount originating from the precipitation can be used by plants.

In the year 2008 the hybrid affected the grain moisture content at $P=0.1\%$ level, while nutrient-supply had an effect at $P=10\%$ significance level. We haven't revealed either any effect of irrigation or of interrelationship between production factors. It can be stated that there are differences between the hybrids on each nutrient-supply and on both irrigation levels. The grain moisture content increased parallel to the longer vegetation periods.

The starch content of maize is mostly affected by the hybrid, so on $P=0.1\%$ significance level. Regarding our results, it can be stated, that the starch content shows a decreasing tendency parallel to the longer vegetation periods.

Keywords: nutrient-supply, hybrid, irrigation, corn moisture-content, starch-content, maize

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A kukoricát az Antarktisz kivételével minden földrészen, nagy területen termesztik. Mindenütt, ahol termesztik, a mezőgazdaság meghatározó növénye, a lakosság megélhetésének forrása – függetlenül attól, hogy közvetlen élelmiszerként fogyasztják, takarmányként vagy ipari nyersanyagként hasznosítják.

Magyarország természeti adottságai lehetővé teszik számos olyan növény termesztését, amelyek a tőlünk délebbre elhelyezkedő országokban rentábilisak, viszont tőlünk északabbra már nem (Debreceni B-né, 1999). E növények közé tartozik a kukorica is, amely esetében a fő termesztő országok közé tartozunk (Fageria et al., 1991).

A termés mennyiségét alapvetően meghatározzák az adott kultúrnövény biológiai adottságai, valamint a termesztés körülményei, úgymint a termőhely ökológiai viszonyai és a tápanyag- és vízellátás (Kreuz, 1977; Huzsvai és Nagy, 2005; Megyes et al., 2005; Kátai et al., 2006). Az intenzív tápanyagfelvétel időszakában különös jelentőséggel bír a rendelkezésre álló tápanyag és víz mennyisége, hiszen ezek alkotják a növekedés-fejlődés szűk keresztmetszetét.

A kukorica kifejezetten vízigényes növény. A vízigény szempontjából Magyarországon a kritikus periódusokat figyelembe kell venni, és ebben az időszakban lehetőség szerint ki kell küszöbölni a vízhiány negatív hatásait.

A növényi produkciót a megfelelő tápanyag-ellátottság mellett nemcsak a csapadék mennyisége, hanem a talajban rendelkezésre álló – bármilyen eredetű – vízmennyiség is meghatározza (Dóka és Pepó, 2007; Pepó et al., 2006). Kritikus időszaknak főként a július-augusztus hónapok számítanak (Geisler, 1988), vagyis a virágzás és a szemképződés időszaka. Ez időszakban a növény vízigénye – hibridtől és egyéb abiotikus tényezőktől függően – 460 és 600 mm között változik (Fageria et al., 1991). A vízhiány akár drasztikus terméseszkökeneshez vezethet, attól függően, hogy a növény milyen fejlettségi fázisban van, milyen genetikai stressztűrő képességgel rendelkezik, valamint, hogy a stresszhatás milyen mértékben és mennyi ideig sújtja a növényállományt (Lorens et al., 1987).

Magyarországon a hivatalos állami fajtakísérletekben a tenyésztőt FAO számmal jelöljük. A FAO szám meghatározás éréscsoportonként három standard és egy ún. átfutó, a tenyésztő éréscsoportok közötti átszámítására alkalmas hibrid segítségével történik. A tenyésztő számításakor a virágzási idő, a 25%-os szemnedvesség eléréséig eltelt idő és a betakarításkori szemnedvesség súlyozottan szerepel (Marton et al., 2002).

A növények gyökereken keresztül történő tápanyag-felvételét közvetlenül a talaj tulajdonságai, a rendelkezésre álló vízmennyiség és a növény alapvető tulajdonságai befolyásolják leginkább. Azonban műtrágyázás hatására a talaj különböző tulajdonságai megváltoznak. Ezek közül kiemelendő a talajoldat tápelem koncentrációja, amelyet alapvetően az oldható vegyületek mennyisége és a vízellátottság határoz meg (Loch és Nosticzius, 2004).

Magyarországon az általánosan bevált gyakorlat szerint a kukorica tápanyag-visszapótlását többnyire műtrágyázással végzik. Tartamkísérleti eredmények bizonyítják, hogy az egyes növényi produkciót meghatározó faktorok közül leginkább a trágyázás eredményez termésobbletet. A trágyázás akár 30,7%-ban is hozzájárulhat a termésobblet eléréséhez (Berzsenyi és Györffy, 1995).

A termés mennyiségét a legnagyobb mértékben a nitrogén-ellátás határozza meg (Bocz, 1976), ezen kívül pedig a termés minőségére is hatással van. Általánosan elfogadott és ismert, hogy a nitrogén-utánpótlás leginkább a fehérje-tartalmat növeli a növény minőségi paraméterei közül (Veress, 1973; Kovács, 1994; Izsáki 2007).

Ahhoz, hogy a kijuttatott nitrogén-mennyiség kifejtsse hatását, nélkülözhetetlen a megfelelő P- és K-ellátás. A foszfor a szemképződés szempontjából kritikus elem. Ezen kívül, ha nem épül be már 4-5 leveles korban megfelelő mennyiségű foszfor a növényi szervezetbe, akkor csökken a szerves vegyületek mennyisége, ezáltal a növényi produkció mértéke, az energia megkötésére képes ATP-képzés, és a kukorica gyökérzete is hiányosan fejlődik (Debreczeni és Debreczenin, 1983).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma látóképi kísérleti telepen több évtizedes múltra visszatekintő kisparcellás tartamkísérletben vizsgáltuk a tápanyag-ellátás és az öntözés hatását a termés mennyiségére és különböző minőségi paramétereire. Ez alkalommal a betakarításkor mérhető szemnedvesség-tartalom és a keményítő-tartalom eredményeit ismertettük.

A látóképi kísérlet talaja löszön képződött mészlepedékes csernozjom, azonban az évtizedek óta tartó művelés következtében a felső 30 centiméteres művelt rétegben kilúgzott. A talaj főbb jellemző paramétereit az 1. táblázatban tüntettük fel. A talajok összes szén-tartalmát Nagy (2000) módszerével mértük meg.

1. táblázat

A kísérleti talaj főbb paraméterei

Termőhely(1)	Debrecen-Látókép
Talajtípus(2)	Mészlepedékes csernozjom(3)
Talaj textúra(4)	Vályog(5)
Arany-féle kötöttségi szám (K _A)(6)	39
pH-H ₂ O	6,05
pH-KCl	5,41
pH-CaCl ₂	5,73
Hidrolitos aciditás (y ₁)(7)	9,07
Összes C-tartalom (%)(8)	1,89
Térfogattömeg (kg dm ⁻³)(9)	1,19

Table 1: Basic parameters of the experiment soil

Soil site(1), Soil type(2), Calcereous chernozem(3), Soil texture(4), Loam(5), Hygroscopicity acc. to Arany(6), Hydrolytic acidity(7), Total C content(8), Mass volume(9)

A kisméretű parcellák területe egyenként 7,6 m². Az alkalmazott sortávolság 76, míg a tőtávolság 18 cm, így a hektáronkénti tőszám 70 000. A terület egyik felét lineár öntözőberendezéssel öntözik, míg másik felén a növény csupán a csapadékból származó nedvességre támaszkodhat.

A kísérlet területén három martonvásári nemesítésű kukorica-hibridet választottunk vizsgálatunk alapjául. Célunk volt a három hibridet úgy kiválasztani, hogy azok tenyészideje eltérő legyen. Ennek alapjául a hibridek FAO osztályozás szerinti tenyészidejét vettük. A vizsgált három hibrid a következő:

- Mv 251 (FAO 280)
- Mv Koppány (FAO 420) és
- Mv 500 (FAO 510).

Az alkalmazott hibridek főbb jellemzői a következők:

Az **Mv 251**-es hibrid (Bázismag Kft., MTA Mezőgazdasági Kutatóintézet) FAO száma 280. Tenyészidő csoportjában kiemelkedő termőképességgel és termésstabilitással rendelkező hibrid.

Kedvező évjáratokban, időben vetve a szántóföldön oly mértékben leszárak, hogy mesterséges szárítás nélkül biztonságosan betárolható. Szilárd szárú hibrid, „lábon” szárítva túlérésben állva marad, biztosítja a veszteségmentes betakarítást. Kedvezően reagál a korai vetésre, korábban betakarítható.

Az **Mv Koppány** FAO száma 420. Vízleadása gyors, betakarításkor elért szemnedvessége a FAO számának megfelelően igen kedvező, kedvezően alacsony a versenytársakhoz viszonyítva. Szára túlérésben is igen szilárd, szárfuzáriumokkal szemben jól ellenáll. Korai vetésre alkalmas, melyre nagy terméssel és alacsony szemnedvességgel reagál.

Az **Mv 500**-as hibrid a nemesítők és forgalmazók leírása alapján a következőkkel jellemezhető (Bázismag Kft., MTA Mezőgazdasági Kutatóintézet): FAO száma 510. A legnagyobb terméspotenciállal rendelkező martonvásári nemesítésű kukorica hibrid. Egyedi termőképessége kiemelkedő, csövenként igen nagy magszámmal és magas ezer-szemtömeeggel. Igen aktív vízleadás jellemzi. Erős szárú hibrid, szára túlérésben is szilárd marad, biztosítja a veszteségmentes betakarítást.

A kísérletben a makroelem-trágyázás hatását öt tápanyag-lépcsőben vizsgáljuk. Minden egyes kombinációt négy ismétlésben állítunk be. Az alkalmazott tápanyag kombinációk összetételét a 2. táblázat mutatja be.

2. táblázat

A kísérletben alkalmazott tápanyag-kezelések kódolása

Kezeléskód(1)	N (kg ha ⁻¹)	P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	K ₂ O (kg ha ⁻¹)	Összesen (kg ha ⁻¹)(2)
0	–	–	–	–
1	30	23	27	80
2	60	46	54	160
3	90	69	81	240
4	120	92	108	320
5	150	115	135	400

Table 2: Code of the used nutrient-supply levels
Number of combination(1), Total(2)

A 2008-as évben a csapadék eloszlása viszonylag kedvezőnek mondható. Ennek megfelelően a kísérletben nem kellett öntözéssel biztosítani a szükséges vízmennyiséget, vagyis az öntözött és a nem öntözött területen ugyanakkora mennyiségű víz állt a növények rendelkezésére. Abból a feltevésből kiindulva azonban, hogy a hosszú távú öntözés kumulatív hatása esetleg befolyásolta a növények termését és egyéb paramétereit, mégis külön-külön vizsgáltuk az öntözött és a nem öntözött területen kapott eredményeket.

A vetés április utolsó hetében, míg a betakarítás október közepén történt.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A kapott termésre és szemnedvesség-tartalomra vonatkozó eredményeket háromtényezős (hibrid, öntözés és tápanyag-ellátási szintek)

varianciaanalízissel értékeltük, Microsoft Excel 2003 program segítségével. A szignifikáns összefüggéseket táblázatos és diagram formátumban is összegeztük.

A kezelések hatása a növény betakarítási szemnedvesség-tartalmára

Kísérletünkben vizsgáltuk az egyes tényezők és kezelések – hibrid, tápanyag-ellátás és öntözés – hatását a szemnedvesség tartalomra. A kapott eredményeket háromtényezős varianciaanalízissel értékeltük, amelynek adatait és jellemző értékeit a 3. és 4. táblázat tartalmazza.

3. táblázat

A tápanyag-kezelések, az öntözés és a hibrid hatása a termés betakarításkor mérhető szemnedvesség-tartalmára (%)

Kezelés(1)	Öntözés(8)	Hibrid(2)			
		Mv 251	Mv Koppány	Mv 500	Átlag(3)
Kontroll(4)	öntözött(5)	18,1	26,7	30,5	25,1
	nem öntözött(6)	19,5	23,7	29,2	24,1
Átlag(3)		18,8	25,2	29,9	24,6
N30P23K27	öntözött(5)	17,6	18,6	26,6	20,9
	nem öntözött(6)	16,9	19,7	24,8	20,5
Átlag(3)		17,3	19,2	25,7	20,7
N60P46K54	öntözött(5)	17,6	21,5	28,3	22,5
	nem öntözött(6)	17,8	23,0	25,5	22,1
Átlag(3)		17,7	22,3	26,9	22,3
N90P69K81	öntözött(5)	18,1	21,3	24,9	21,4
	nem öntözött(6)	19,6	23,3	24,7	22,5
Átlag(3)		18,9	22,3	24,8	22,0
N120P92K108	öntözött(5)	16,6	21,7	29,6	22,6
	nem öntözött(6)	16,9	23,9	26,5	22,4
Átlag(3)		16,8	22,8	28,1	22,5
N150P115K135	öntözött(5)	15,8	25,1	26,7	22,5
	nem öntözött(6)	22,9	23,4	37,1	27,8
Átlag(3)		19,4	24,3	31,9	25,2
A tápanyag-kezelések átlagában(7)	öntözött(5)	17,3	22,5	27,8	22,5
	nem öntözött(6)	18,9	22,8	28,0	23,2
Átlag(3)		18,1	22,7	27,9	22,9

Table 3: Effect of nutrient-supply levels, irrigation and maize hybrid on the moisture content of the corn (%)

Factor(1), Hybrid(2), Average(3), Control(4), Irrigated(5), Non irrigated(6), The average of nutrient-levels(7), Irrigation(8)

Variancia-táblázat az egyes tényezők betakarításkori szemnedvesség tartalomra gyakorolt hatásának vizsgálatához

Tényező(1)	SQ	FG	MQ	F-arány(2)	SzD _{5%}	Szignifikancia(3)
Öntözés (A)(4)	4,77	1	4,77	0,85	1,76	n.s.
Tápanyag (B)(5)	85,66	5	17,13	3,07	3,04	+
Hibrid (C)(6)	571,26	2	285,63	51,12	2,15	***
A × B	40,64	5	8,13	1,45	4,30	n.s.
A × C	3,72	2	1,86	0,33	3,04	n.s.
B × C	38,74	10	3,87	0,69	5,27	n.s.

*** → P=0,1%-os szinten szignifikáns, + → P=10%-os szinten szignifikáns, n.s. → nem szignifikáns, SQ=négyzetes eltérések összege, FG=szabadságfokok száma, MQ=közepes négyzetes eltérés(7)

Table 4: Table of variance for the investigation of the effect of experimental factors on the corn moisture content

Factor(1), F-rate(2), Significance(3), Factor A=Irrigation(4), Factor B=Nutrient-supply(5), Factor C=Hybrid(6), *** → significant at P=0.1% level, + → significant at P=10% level, n.s. → not significant, SQ=sum of squares, FG=degree of freedom, MQ=mean of squares(7)

A 3. és 4. táblázat adatai alapján megállapítható, hogy a 2008-as évben a betakarításkori szemnedvesség tartalomra az alkalmazott hibrid P=0,1%-os, míg a tápanyag-ellátás P=10%-os szignifikancia szinten hatott. Az öntözés és az egyes tényezők közötti kölcsönhatás esetében nem tapasztaltunk különbséget.

Megállapíthatjuk, hogy az egyes hibridek között szignifikáns különbségeket mértünk mindkét öntözési szinten, valamint minden tápanyag-szint eredményeit tekintve. A tenyésztő előrehaladtával párhuzamosan növekedett a betakarításkori szemnedvesség-tartalom. A három hibrid betakarításkori szemnedvesség-tartalmában mért különbségeket mutatja az 1. ábra is, amelyen a szemnedvesség-tartalmat (%) tüntettük fel az alkalmazott tápanyag-ellátási szintek és a hibridek függvényében. A tápanyag-szintek kódolását ld. a 2. táblázatban.

1. ábra: Az egyes hibridek szemnedvesség-tartalma az egyes tápanyag-ellátási szinteken az öntözéstől függetlenül

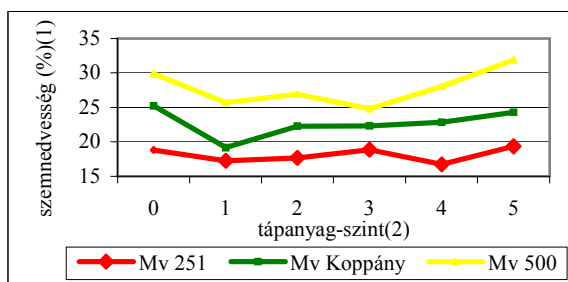


Figure 1: The corn moisture content of hybrids on each nutrient-supply levels regardless the irrigation

Corn moisture content (%) (1), Nutrient-supply level(2)

Az Mv 251 hibrid esetében az általunk mért szemnedvesség-értékek átlaga 18,1%. Ez az érték igazolja a hivatalos kísérletekben mért és a hivatalos hibridismertetőben megadott értékeket. Eszerint a hivatalos minősítő vizsgálatok folyamán (2002-2004) az Mv 251 szemnedvessége jelentősen alacsonyabb volt a standardoknál. A 2005. évi kísérletekben

56 hely átlagában 19%, 2006. évben 69 üzemi kísérlet átlagában 17,3% (I₁, I₂). A három vizsgált hibrid közül ez bizonyult a legkisebbnek, ami azzal magyarázható, hogy e hibrid tenyészideje a legrövidebb, és így a legkorábban került a biológiai érettség fázisába, és a vízleadási fázisa is e hibridnek tartott a legtovább. Ez többek között gazdasági szempontból is kedvező, hiszen szárítása kevesebb energiát, és így kisebb költségráfordítást igényel.

Az Mv Koppány szintén igazolta az ajánlásban leírtakat, amely szerint vízleadása gyors. Az OMMI kísérleteiben szemnedvessége betakarításkor 24,03% volt. Ez a FAO számának megfelelően a versenytársakhoz viszonyítva igen kedvező érték. A látóképi kísérletben a kezelési tényezők átlagát tekintve 22,66%-os szemnedvesség-tartalmat mértünk.

Az Mv 500-as hibrid esetében 27,87%-os átlagértéket mértünk a 2008-as év során. A hibridek tenyészidőszakával párhuzamosan növekedett a betakarításkor mért szemnedvesség-tartalom is. Ez nyilvánvalóan azzal magyarázható, hogy a különböző hibrideket azonos időben vetettük, ám a tenyészidejük hossza eltérő. Így a betakarításkor nem azonos érettségi, illetve – vízleadását tekintve – fiziológiai fázisban voltak az egyes hibridek.

A tápanyag-ellátás hatását tekintve megállapíthatjuk, hogy a nem öntözött kezeléseknél a kontroll parcellához képest – a hibridek átlagát figyelembe véve – minden tápanyag-szinten csökkent a betakarításkori szemnedvesség-tartalom. Ezzel szemben az öntözött kezeléseknél nem tapasztaltunk egyértelmű tendenciát.

Az Mv 251-es hibrid esetében nem mértünk szignifikáns különbséget egyik tápanyag-szinten sem, vagyis a szemnedvesség-tartalom viszonylag egyenletesen alakult, függetlenül a tápanyag-ellátási szinttől. Az Mv Koppány esetében a kontroll-kezeléshez képest az első tápanyagszint, vagyis a 30 kg ha⁻¹ N, 23 kg ha⁻¹ P és 27 kg ha⁻¹ K-ból álló tápanyag-lépcső még szignifikánsan csökkentette a betakarításkori szemnedvesség-tartalmat. Ezzel szemben az ennél nagyobb dózisu tápanyag-kezelésekben már nem mutatkozott szignifikáns különbség a kontrollhoz képest.

Az Mv 500 esetében hasonló volt a tapasztalat, vagyis a kontrollhoz képest a kisebb adagú trágyalépcsők még szignifikáns csökkenést eredményeztek, azonban a többi trágyalépcsőben nem tapasztaltunk egységes, tendenciaszerű hatást.

A kezelések hatása a kukoricaszem keményítő-tartalmára

A 2008-as tenyészidőszak végén a betakarításkori szemnedvesség-tartalom mellett vizsgáltuk azt is, hogy a termés keményítő-tartalmát milyen szinten befolyásolja a tápanyag-ellátás, az öntözés és az alkalmazott hibrid. Mivel a vetőmag ajánlása nem tartalmaz adatokat a kukorica keményítő-tartalmára, így ez esetben nem tudjuk összehasonlítani a kapott eredményekkel. A variancia-analízis elvégzésével arra az eredményre jutottunk, hogy a termés keményítő-tartalma független az alkalmazott – különböző tenyészidejű – hibridektől. Az öntözés és a tápanyag-ellátás viszont hatott a kukoricaszemek keményítő-tartalmára. Az öntözés P=5%-os, míg a tápanyag-ellátás P=10%-os szignifikancia szinten hatott. Mivel a 2008-as tenyészidőszak során nem került sor öntözésre, az öntözés esetében ezt a hatást abban valószínűsítjük, hogy a tartamkísérletben az öntözött és nem öntözött terület talaj tulajdonságaiban a korábbi évtizedekben folytatott öntözés különbséget eredményezett. Az 5. táblázatban a kapott eredményeket a kísérleti tényezők (tápanyag-ellátási szintek, hibrid és öntözés) függvényében, a 6. táblázatban pedig az elemzéshez szükséges varianciaanalízis adatait tüntettük fel.

Az 5. és 6. táblázat adatai alapján megállapíthatjuk, hogy az Mv 251 hibrid keményítő-tartalma átlagban 61,57%. E hibrid esetében a legnagyobb keményítő-tartalom értéket, azaz 63,01%-ot az 1. tápanyag-szinten mértük, míg a legalacsonyabbnak a 2. tápanyag-szint kezelése (60,12%) bizonyult. Az Mv Koppány esetében 62,09%-os átlag keményítő-értéket mértünk. E hibridnél a legmagasabb mért érték 63,42% (kontroll-kezelés), míg a legalacsonyabb érték szintén a 2. kezelésben (61,17%) volt. Az Mv 500 hibridnél 61,63%-os átlagértéket mértünk. A legalacsonyabb érték 60,40% (4. tápanyag-szint), a legmagasabb pedig 62,72% (kontroll-kezelés) volt.

5. táblázat

A tápanyag-kezelések, az öntözés és a hibrid hatása a termés keményítő-tartalmára (a sz.a. %-ában)

Kezelés(1)	Öntözés(8)	Hibrid(2)			
		Mv 251	Mv Koppány	Mv 500	Átlag(3)
Kontroll(4)	öntözött(5)	62,8	63,4	62,7	63,0
	nem öntözött(6)	61,5	62,0	62,7	62,1
	Átlag(3)	62,2	62,7	62,7	62,5
N30P23K27	öntözött(5)	63,0	62,0	61,7	62,2
	nem öntözött(6)	61,2	62,1	61,5	61,6
	Átlag(3)	62,1	62,0	61,6	61,9
N60P46K54	öntözött(5)	61,2	62,0	61,4	61,6
	nem öntözött(6)	60,1	62,2	61,5	61,3
	Átlag(3)	60,7	62,1	61,5	61,4
N90P69K81	öntözött(5)	62,4	62,2	62,1	62,2
	nem öntözött(6)	62,1	61,2	60,7	61,4
	Átlag(3)	62,3	61,7	61,4	61,8
N120P92K108	öntözött(5)	60,9	62,4	60,4	61,2
	nem öntözött(6)	61,2	62,3	61,4	61,6
	Átlag(3)	61,0	62,4	60,9	61,4
N150P115K135	öntözött(5)	61,0	62,0	62,6	61,9
	nem öntözött(6)	61,3	61,4	60,8	61,1
	Átlag(3)	61,2	61,7	61,7	61,5
A tápanyag-kezelések átlagában(7)	öntözött(5)	61,9	62,3	61,8	62,0
	nem öntözött(6)	61,3	61,8	61,4	61,5
	Átlag(3)	61,6	62,1	61,6	61,8

Table 5: Effect of nutrient-supply levels, irrigation and maize hybrid on the starch content of the grain (%of dry matter)
Factor(1), Hybrid(2), Average(3), Control(4), Irrigated(5), Non irrigated(6), The average of nutrient-levels(7), Irrigation(8)

6. táblázat

Variancia-táblázat az egyes tényezők keményítő-tartalomra gyakorolt hatásának vizsgálatához

Tényező(1)	SQ	FG	MQ	F-arány(2)	SzD _{5%}	Szignifikancia(3)
Öntözés (A)(4)	2,28	1	2,28	6,00	0,46	*
Tápanyag (B)(5)	5,49	5	1,10	2,89	0,79	+
Hibrid (C)(6)	1,97	2	0,98	2,59	0,56	n.s.
A × B	1,80	5	0,36	0,95	1,12	n.s.
A × C	0,09	2	0,04	0,11	0,79	n.s.
B × C	4,48	10	0,45	1,18	1,37	n.s.

* → P=5%-os szinten szignifikáns, + → P=10%-os szinten szignifikáns, n.s. → nem szignifikáns, SQ=négyzetes eltérések összege, FG=szabadságfokok száma, MQ=közepes négyzetes eltérés(7)

Table 6: Table of variance for the investigation of the effect of experimental factors on the starch content of yield
Factor(1), F-rate(2), Significance(3), Factor A=Irrigation(4), Factor B=Nutrient-supply(5), Factor C=Hybrid(6), * → significant at P=5% level, + → significant at P=10% level, n.s. → not significant, SQ=sum of squares, FG=degree of freedom, MQ=mean of squares(7)

A 2. ábra a tápanyag-ellátás és a keményítő-tartalom közötti összefüggést mutatja be. A tápanyag-szintek kódolását ld. a 2. táblázatban. Jól látható hogy a kontrollhoz képest a többi tápanyag-kezelés keményítő-tartalma csökkent. Ez a csökkenés a 2, a 4 és 5 kezelésben szignifikáns volt, azonban a többi kezelésben is hasonló volt a tendencia.

Meg kell jegyezni, hogy a keményítő-tartalom mellett fontos a hektárra vetített keményítő-hozam vizsgálata is. Erre remélhetőleg egy következő dolgozatban nyílik lehetőségünk.

2. ábra: A hibridek keményítő-tartalma az egyes tápanyag-ellátási szinteken az öntözéstől függetlenül

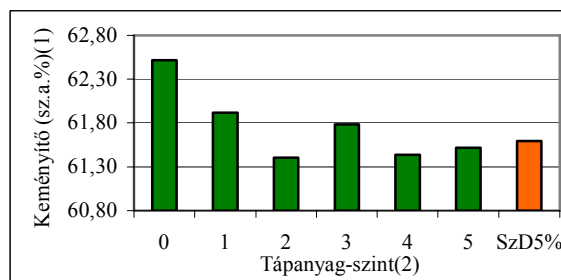


Figure 2: The starch content of hybrids on each nutrient-supply levels regardless the irrigation

Starch content (% of dry matter)(1), Nutrient-supply level(2)

IRODALOM

- Berzsényi Z.-Györfly B. (1995): Különböző növénytermesztési tényezők hatása a kukorica termésére és termésstabilitására. Növénytermelés. 44. 5-6: 507-517.
- Bocz E. (1976): Trágyázási útmutató. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 257.
- Debreczeni B.-Debreczeni B-né (1983): A tápanyagellátás és vízellátás kapcsolata. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Debreczeni B-né (1999): A tápelemek és a víz szerepe a növények életében. [In: Füleky Gy. (szerk.) Tápanyag-gazdálkodás]. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Dóka, L. F.-Pepó, P. (2007): Role of water supply in monoculture maize (*Zea mays L.*) production. Cereal Research Communications. 35. 2: 353-356.
- Fageria, N. K.-Baligar, V. C.-Jones, Ch. A. (1991): Growth and mineral nutrition of field crops. Marcel Dekker Inc. New York – Basel – Hong Kong. 205.
- Geisler, G. (1988): Pflanzenbau. Verlag Paul Parey. Berlin – Hamburg. 319.
- Huzsvai, L.-Nagy, J. (2005): Effect of weather on maize yields and the efficiency of fertilization. Acta Agronomica Hungarica. 53. 1: 31-39.
- Izsáki, Z. (2007): Quality of maize (*Zea mays L.*) kernel as affected by the NP supplies of the soil. Acta Agronomica Hungarica. 55. 1: 99-114.
- Kátai, J.-Vágó, I.-Nagy, P. T.-Lukács, V. E. (2006): Correlation between the nitrogen content of soil and element uptake of maize in a pot experiment. Cereal Research Communications. 34. 1: 215-218.
- Kovács K. (1994): A műtrágyázás és a kémiai növényvédelem hatása az őszi búza és a kukorica szemtermésének minőségére. (Effect of mineral fertilisation and plant protection on the quality of winter wheat and maize grain yield.) In: Debreczeni B.-Debreczeni B-né (szerk.): Trágyázási kutatások 1960-1990. (Fertilisation research 1960-1990.) Akadémiai Kiadó. Budapest. 65-73.
- Kreuz, E. (1977): Neue Ergebnisse zur Ernährung und zum Wasserhaushalt des Mais. Übersichtsbeitrag. Arch. Acker- und Pflanzenbau. Bodenk. Berlin. 21. 4: 327-344.
- Loch J.-Nosticzius Á. (2004): Agrokémia és növényvédelmi kémia. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- Lorens, G. F.-Bennett, J. M.-Loggale, L. B. (1987): Differences in drought resistance between two corn hybrids. Agronomy Journal. 61. 17-20.
- Marton L. Cs.-Szieberth D.-Csürös M. (2002): A kukorica (*Zea mays L.*) tenészidejének meghatározása. Növénytermelés. 51. 161-170.
- Megyes, A.-Nagy, J.-Rátónyi, T.-Huzsvai, L. (2005): Irrigation of maize (*Zea mays L.*) in relation to fertilization in a long term field experiment. Acta Agronomica Hungarica. 53. 1: 41-46.
- Nagy P. T. (2000): Égetéssel működő elemanalizátor alkalmazhatósága talaj- és növényvizsgálatoknál. Agrokémia és Talajtan. 49. 3-4: 521-534.
- Pepó, P.-Vad, A.-Berényi, S. (2006): Effect of some agrotechnical elements on the yield of maize on chernozem soil. Cereal Research Communications. 34. 1: 621-624.
- Veress I. (1973): A kukoricaszem aminosavjainak változása nitrogén műtrágyázás hatására. Növénytermelés. 22. 125-135. Bázismag Kft.: http://www.bazismag.hu/kukorica/Mv_251
- MTA Mezőgazdasági Kutatóintézet: http://www.mgki.hu/publikaciok/mv2007_1.pdf