

A hazai kukorica minősége

Bevezetés és irodalmi áttekintés

Hazánkban a szemes kukorica 89%-át takarmányként hasznosítják, de egyre nagyobb jelentősége van az egyéb felhasználási lehetőségeknek is (élelmiszer, ipari alapanyag, bioetanol stb.). A különböző felhasználási célok indokolják a kukoricahibridek beltartalmi jellemzőinek és az agrotechnikai tényezők minőséget befolyásoló hatásának ismeretét.

A szemtermés legnagyobb alkotórésze a keményítő. Szárazanyagra vonatkoztatott koncentrációja 69–75% között van, amelynek további növelése korlátozott, mivel a keményítőtartalom növelése csak az egyéb beltartalmi mutatók rovására történhet, így elsősorban csökken a fehérjetartalom. A termőhely és a hibridek megválasztásával, valamint a technológia összeállításával azonban jelentős beltartalmi javulást lehet elérni (Marton *et al.* 2008).

A kukorica nem tartozik a nagy fehérjetartalmú növények közé, azonban a normál endospermiumú hibridek fehérjetartalma is viszonylag széles határok között mozog (Sharobeem *et al.* 1986, Prokszáné és Harmati 1988). A kukorica-szemben a fehérje és a fehérjefrakciók megoszlása egyenetlen, így mindazon tényezők, amelyek megváltoztatják a szem tömegét, a szem morfológiai részeinek tömegarányát, befolyásolják a szem fehérjetartalmát is (Izsáki 2006, Gundel *et al.* 1981, Hegyi 2008 és Hegyi *et al.* 2008). A minőséget befolyásoló számos tényező közül kiemelkedőnek tartják a fajta/hibrid megválasztását mint biológiai tényezőt, a klimatikus tényezőket, valamint az alkalmazott agrotechnika és azok részelemeinek jelentőségét. Csapadékos évben alacsonyabb, aszályos évben magasabb fehérjetartalomról számolnak be az irodalmi hivatkozások (Lilburn *et al.* 1991, Széll és Dévényiné 2009). Elsősorban a hőegység, a júniusi, júliusi és augusztusi csapadék mennyiség és megoszlás hatása jelentős (Asghari és Hanson 1984). Az egyébként optimális vízellátás miatti (amit csapadékos évjárat vagy öntözés biztosíthat) fehérjetartalom-csökkenést megfelelő tápanyagellátással korrigálni lehet (Győri és Sipos 2005, Ványiné és Nagy 2012, Ványiné *et al.* 2012). A kukorica termésátlaga és fehérjetartalma között – a többi gabonaféléhez hasonlóan – negatív, a termésátlag és a fehérjehozam között pedig pozitív lineáris összefüggés van (Bálint 1977, Bhatia és Rabson 1987, Sander *et al.* 1987, Nagy 2009).

Anyag és módszer

A vizsgálatokat a Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma Látóképi Kísérleti Telepén, mészlepedékes csernozjom talajon, négyismétléses, véletlen blokk elrendezésű kis parcellás szántóföldi kísérletben, három év folyamán (2007–2009) végeztük. A vizsgálatba vont hibridek a Sarolta (FAO 200), Csanád (FAO 300) és Kenéz (FAO 400) hibridek voltak. A parcellák mérete 15 m² volt.

Az időjárást a kísérleti területen elhelyezett, automata időjárás-állomás által mért és rögzített adatok alapján értékeltük. A 2007. és 2009. év száraz, aszályos volt, míg a 2008. év időjárása a kukoricatermesztés szempontjából optimálisnak tekinthető.

A kukorica vetése három időpontban történt: 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 alkalmazott alapművelés 27 cm mély, őszi szántás volt.

A kukoricaszem keményítő- és fehérjetartalmát közeli infravörös spektroszkópiai technikával, transzmissziós (near-infrared-transmittance = NIT) mérési elvre épülő Foss InfratecTM 1241 műszerrel mértük.

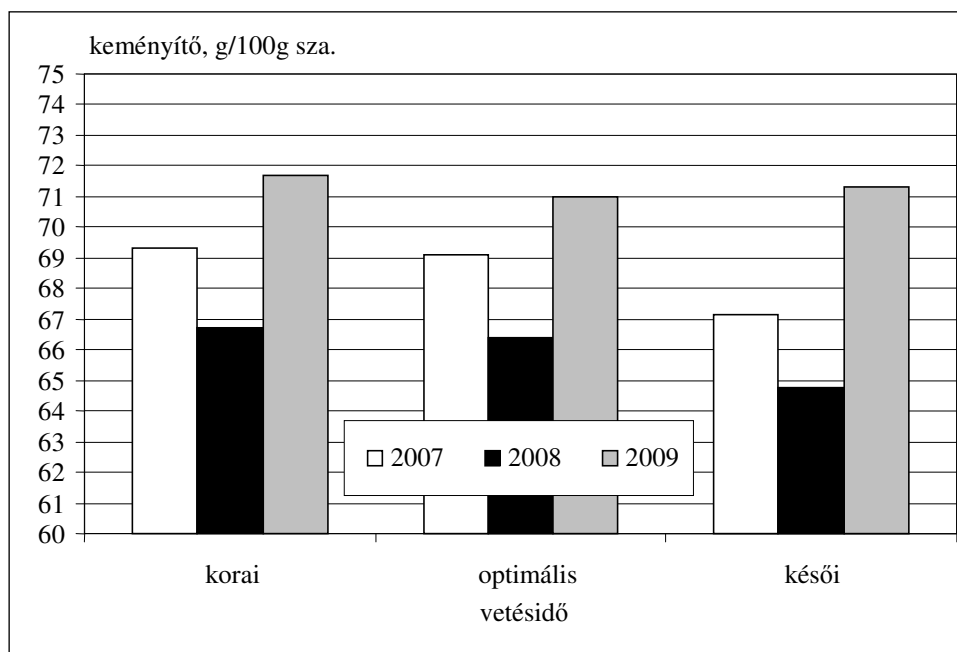
A kezelések által a kukoricaszem keményítő- és fehérjetartalmára gyakorolt hatás kimutatására (statisztikai értékelésére) általános lineáris modellt (GLM) alkalmaztunk. A kezelési középértékek összehasonlításához meghatároztuk az 5 %-os szignifikáns differenciát (SzD 5%). A többszörös összehasonlítás során a konfidencia-intervallumokat LSD módszerrel korrigáltuk az elsőfajú hiba halmozódásának elkerülése céljából. A kiértékelést az SPSS for Windows 13.0 statisztikai programcsomaggal végeztük.

Eredmények

A vetésidő hatása a kukoricaszem keményítőtartalmára különböző hibridekben

Az évenként elvégzett varianciaanalízis eredménye alapján megállapítható, hogy a kukorica keményítőtartalmára a két fő tényező (vetésidő, hibrid) közül 2007-ben és 2008-ban a vetésidőnek volt a legjelentősebb hatása, míg 2009-ben ez a tényező szignifikánsan nem volt befolyásoló hatású. A hibridek között a 2007-es évben nem, 2008-ban ($P < 0,001$) és 2009-ben ($P < 0,05$) statisztikailag is igazolható különbség volt kimutatható.

2007-ben a legnagyobb keményítőtartalom a korai vetésidőben (69,3 g/100g szá. *) volt. Statisztikailag is megbízható keményítőtartalom különbség a korai és a késői vetésidő ($P < 0,001$) (-2,2 g/100g szá.), valamint az optimális és a késői vetésidő között ($P < 0,01$) (-1,9 g/100g szá.) volt (1. ábra).



1. ábra. A vetésidő és az évjárat kölcsönhatása a kukorica szemtermésének keményítőtartalmára (Debrecen, 2007–2009)

2008-ban a 2007. évihez hasonlóan a korai vetésben volt a legmagasabb keményítőtartalom (66,7g/100g szá.). A késői vetésidőhöz képest mind az optimális ($P < 0,01$), mind a korai ($P < 0,001$) vetésidőben szignifikánsan magasabb keményítőtartalmat értünk el. A korai, valamint az optimális vetésidő keményítőtartalma között a Duncan-féle teszt nem igazolt statisztikailag megbízható különbséget.

A 2009-es évben mindhárom vetésidőben magasabb keményítőtartalmakat mértünk, mint a 2007. és 2008. évben. A hibridek ebben az évben, hasonlóan a 2007-es évhez, a korai vetésidőben érték el a legmagasabb keményítőtartalmat

* A keményítőtartalmat minden esetben a szárazanyag-tartalomra vonatkoztatva adjuk meg, erre utal a koncentrációegység nevezőjében szereplő „g.szá.” („gramm szárazanyag”) rövidítés.

(71,7 g/100g sza.). Szignifikáns különbség a korai és az optimális vetésidőben mért keményítőtartalom között volt ($P < 0,05$).

2007-ben a Sarolta hibridnél mértük a legmagasabb keményítőtartalmat (69,2 g/100g sza.), ami szignifikánsan nem különbözött a Csanád hibridétől (68,6 g/100g sza.), azonban a Kenéz hibridhez képest statisztikailag igazolható eltérést mutatott (1,5 g/100g sza., $P < 0,05$). A 2008-as évben a 2007-es évhez hasonlóan a Sarolta hibridnél mértük a legnagyobb keményítőtartalmat (67,5 g/100g sza.). A Sarolta hibridtől a Csanád és a Kenéz hibridek keményítőtartalma is 0,1%-os szignifikanciaszint mellett különbözött. A Csanád és a Kenéz hibridek szemtermésének keményítőtartalma között szignifikáns eltérés nem volt kimutatható. 2009-ben is a Sarolta hibridnek volt a legmagasabb a keményítőtartalma (71,6g/100g sza.), a Kenéz hibridétől 0,7 g/100g sza.-gal volt nagyobb, az eltérés 5%-os szignifikanciaszinten igazolható volt, a Csanád hibridtől azonban szignifikánsan nem különbözött. A Csanád és a Kenéz hibrid között az LSD teszt megbízható különbséget mutatott ($P < 0,05$).

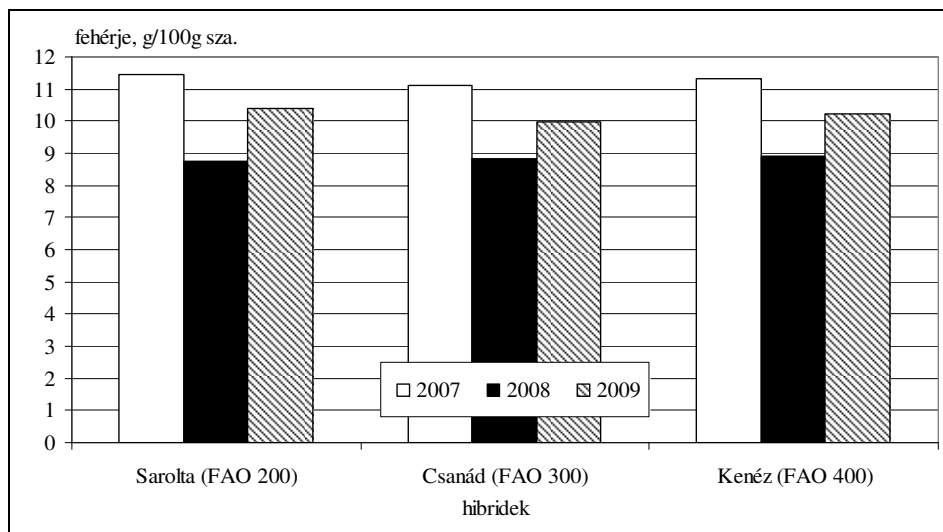
Vizsgáltuk a vetésidő hatását a hibridek keményítőtartalmára az évjáratától függően. A 2007-es évben azt tapasztaltuk, hogy a Sarolta hibridnek a keményítőtartalma a korai és az optimális vetésidőben kiegyenlített (70,2 g/100g sza.) volt, ami a késői vetésnél már statisztikailag is igazolhatóan ($P < 0,05$) 2,9g/100g sza.-gal csökkent. A Csanád hibridnél a keményítőtartalomban a vetésidők között nem volt statisztikailag igazolható különbség. A Kenéz hibridnél a késői vetésidőben mért keményítőtartalom 2,2 g/100g sza.-gal volt szignifikánsan kevesebb, mint a korai vetésidőben. 2008-ban a Sarolta hibrid keményítőtartalma – 2007-hez hasonlóan – a korai és az optimális vetésidőben megegyező volt (68,0 g/100g sza.), ami a késői vetésidőhöz képest szignifikánsan nagyobb ($P < 0,001$, 1,6 g/100g sza.) volt. A másik két hibridnél – hasonlóan a 2007-es évhez – a korai vetésidőben mértük a legnagyobb keményítőtartalmat. Míg a Csanád hibridnél a korai és a késői ($P < 0,001$), valamint az optimális és a késői vetésidő ($P < 0,001$) keményítőtartalma között volt szignifikáns különbség, addig a Kenéz hibridnél mindhárom vetésidő között változó szignifikanciaszint mellett megbízható különbséget mutattunk ki. A 2009. évben a Sarolta hibrid keményítőtartalma – hasonlóan az előző évekhez – a korai vetésidőben volt a legnagyobb (71,9 g/100g sza.), azonban egyik vetésidő között sem tudtunk megbízható különbséget igazolni. A Csanád hibrid keményítőtartalma is a korai vetésidőben volt a legmagasabb (72,2 g/100g sza.), szignifikánsan ($P < 0,05$) nagyobb, mint a késői vetésidőben mért keményítőtartalom. A Kenéz hibridnél a késői vetésidőben volt a legmagasabb a keményítőtartalom (71,2 g/100g sza.), az optimális és a késői vetésidő keményítőtartalma 5%-os szignifikancia-szinten megbízható különbséget mutatott (0,8 g/100g sza.).

Az évjárat hatása a kukoricaszem fehérjetartalmára

Az évjáratokat elemezve az irodalomban közöltekkel megegyezően (Prokszáné és Harmati 1988, Gyenesné et al. 2001) megállapítottuk, hogy mindhárom vetésidőben a legmagasabb kukoricaszem-fehérjetartalom száraz (2007), míg a legalacsonyabb egy csapadékos évben (2008) volt kimutatható.

A 2007. évben az optimális vetésidőben volt a kukoricaszem fehérjetartalma a legmagasabb (11,1 g/100g szá.), ami szignifikánsan ($P < 0,05$) eltért a korai, de nem különbözött a késői vetéstől. 2008-ban a megkésett vetés okozta a legalacsonyabb fehérjetartalmat (8,6 g/100g szá.), a korai vetéshez viszonyítva 0,4 g/100g szá.-gal ($P < 0,001$) az optimális vetéshez képest 0,3 g/100g szá.-gal ($P < 0,01$) volt kevesebb. A szemtermés fehérjetartalma 2009-ben, mindhárom vetésidőben kiegyenlített volt.

Megbízható fehérjetartalom-különbség – a vetésidő átlagában – a vizsgált hibridek között nem volt, kivéve 2007-ben, amikor a Csanád hibrid fehérjetartalma alacsonyabb volt, mint a Sarolta hibridé ($P < 0,05$) (2 ábra).



2 ábra. Az évjárat hatása a kukorica hibridek fehérjetartalmára (Debrecen, 2007–2009)

2007-ben a vizsgált genotípusok közül a Sarolta és a Csanád hibridek fehérjetartalmát a vetésidő nem befolyásolta. Ugyanakkor a Kenéz hibrid fehérjetartalma a korai vetés hatására – az optimális vetésidőhöz viszonyítva – szignifikánsan csökkent ($P < 0,05$). 2008-ban a Kenéz hibrid fehérjetartalmát a vetésidő nem befolyásolta. A Sarolta és a Csanád hibridek fehérjetartalmában a korai és a késő-

sői vetés között volt megbízható különbség, a Sarolta hibridnél ez a különbség 5 %-os szinten, míg a Csanád hibridnél 0,1 %-os szinten volt szignifikáns. 2009-ben sem a Sarolta, sem a Kenéz hibridek fehérjetartalma nem változott a vetés-idő hatására. A Csanád hibrid fehérjetartalma a késői vetésben volt a legnagyobb (10,7 g/100g sza.), azonban csökkent az optimális (1,0 g/100g sza. $P<0,001$), és korai (1,2 g/100g sza. $P<0,001$) vetésben.

Következtetések

Az összevont varianciaanalízis eredményeként megállapítottuk, hogy a három tényező (vetésidő, hibrid, évjárat) közül az évjáratnak volt a legjelentősebb hatása ($P<0,001$) a kukorica keményítőtartalmára.

A kísérlet három éve során a legnagyobb keményítőtartalmat a korai vetéssel értük el (69,2 g/100g sza.), míg a legkisebbet a késői vetéssel (67,7 g/100g sza.). A korai, valamint az optimális vetésidőben mért keményítőtartalom közötti különbség 0,4 g/100g sza. volt, ez azonban statisztikailag nem volt megbízható. A korai vetésidőben, valamint a késői vetésidőben mért keményítőtartalom közötti eltérés (1,1 g/100g sza.) statisztikailag is igazolható ($P<0,05$) volt.

A szemtermés fehérjetartalmának alakulásában – az összevont varianciaanalízis eredménye alapján – mind az évjáratnak ($P<0,001$), mind a hibridnek ($P<0,05$) nagy jelentősége volt. A vetésidő viszont a hibridek és az évek átlagában a fehérjetartalmat igazolhatóan nem befolyásolta.

A fehérjehozam alakulásában a szemtermés mennyiségétől függően jelentős ($P<0,05$) különbség az optimális és a késői vetésidő között volt. Az optimális vetésidőben 108,7 kg/ha-ral volt magasabb a fehérjehozam, mint a késői vetésben. A fehérjehozam alakulásának tekintetében kísérleti eredményeink alapján megállapítható, hogy annak nagysága erősebben függ a termésátlagtól, mint a fehérjetartalomtól.

Összességében megállapítható, hogy mind a száraz, mind a csapadékos években az optimális vetésidő (április 24.) bizonyult legjobbnak a keményítő-, és a fehérjetartalom tekintetében. A szemtermés fehérjetartalma aszályos években (2007, 2009) jelentősen nagyobb volt, mint a kedvező időjárású 2008-ban. A Sarolta és a Csanád hibridek nagyobb keményítő-, a Kenéz hibrid nagyobb fehérjetartalommal rendelkezett.

IRODALOM

- ASGHARI, M.–HANSON, R.G.: 1984. Climate, management and N effect on corn leaf N, yield and grain N. *Agronomy Journal*. 76: 911–916.
BÁLINT A.: 1977. A kukorica jelene és jövője. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

- 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.
- GUNDEL J.–BABINSZKY L.–KEMENES M.: 1981. A silózással tartósított szemes kukorica takarmányértéke hízó sertések részére. Állattenyésztés és takarmányozás. Budapest. 30: 107–115.
- GYENESNÉ HEGYI ZS.–KIZMUS L.–ZÁBORSZKY S.–MARTON L.CS.: 2001. A kukorica fehérje- és olaj tartalmának, valamint ezerszemtömegének alakulása eltérő ökológiai körülmények között. Növénytermelés. 50. 4: 385–394.
- GYÖRI Z.–SIPOS P.: 2005. Kukorica hibridek minőségének változása agrotechnikai kísérletben. [In: Nagy J. (szerk.) Kukorica hibridek adaptációs képessége és terméshozsága]. Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum. Debrecen. 101–114.
- HEGYI ZS.: 2008. Minőség, évjárat és hibridválasztás összefüggései. Az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetének és Kísérleti Gazdaságának Közleményei. 2: 16–18.
- HEGYI, ZS.–PÓK, I.–BERZY, T.–PINTÉR, J.–MARTON, L. CS.: 2008. Comparison of the grain yield and quality potential of maize hybrids in different FAO maturity groups. Acta Agronomica Hungarica. 56: 161–167.
- IZSÁKI Z.: 2006. A kukorica minőségorientált tápanyag-ellátása. Szántóföld. 10: 7–12.
- LILBURN, M.S.–NGIDI, E.M.–WARD, N.E.–LAMES, C.: 1991. The influence of severe drought on selected nutritional characteristics of commercial corn hybrids. Poultry Science. 70: 2329–2334.
- MARTON L.CS.–HADI G.–PINTÉR J.–HEGYI ZS.–NAGY E.–SPITKÓ T.–SZŐKE CS.: 2008. Kukorica: a jövő növénye. Sokhasznú kukorica hibridek, 2008. Az MTA Mezőgazdasági Kutató intézetének és Kísérleti Gazdaságának Közleményei. 1: 3–6.
- NAGY J.: 2009. A vetésidő hatása a kukorica (*Zea mays* L.) hibridek terméshozamára és minőségére. Növénytermelés. 58. 2: 85–106.
- PROKSZÁNÉ PAPLOGÓ ZS.–HARMATI I.: 1988. Kukorica hibridek keményítő-, fehérje- és olajtartalma. Növénytermelés. 37. 1: 17–26.
- 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.
- SHAROBEEEM, S.F.–HIDVÉGI M.–SIMONNÉ SARKADI L.–LÁSZTITY R.–SALGÓ A.: 1986. A kukorica mint fehérje- és aminosavforrás. Élelmezési Ipar. 40. 8: 287–292.
- SZÉLL E.–DÉVÉNYI K.–NÉ: 2009. A kukorica hasznosításának és termesztésének néhány kérdése – a racionális felhasználás és a termésingadozás mérséklésének jegyében. Agrofórum Extra. 27: 20–25.
- 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. 2012. 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.