

Bioetanol előállítás céljából termesztett kukorica hibridek összehasonlító értékelése

Bánszki Livia

Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Földhasznosítási, Műszaki és Területfejlesztési Intézet, Debrecen
banszki@agr.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A kutatásunk célja bioetanol előállítás céljára termesztett kukorica hibridek hozamának értékelése. A kukorica hibridek termését, a keményítőtartalmát és a hektáronkénti keményítőhozamát vizsgáltuk egy száraz (2007) és két optimális időjárási körülményekkel rendelkező kedvező évjáratban (2008, 2009). A rendkívül aszályos 2007-es évben a hibridek keményítőtartalma (73,0%) meghaladta ugyan a jóval kedvezőbb csapadékkellátottságú 2008-as évjáratban mért átlagos értéket (72,4%), azonban a vízstressz hatására igen alacsony átlagos keményítőhozamot mértünk (1,5 t/ha). Ezzel szemben 2008-ban – igen kedvező időjárási feltételek mellett – jóval nagyobb átlagos hektáronkénti keményítőhozamot kaptunk (7,7 t/ha). 2009-es évben az előző két évet felülmúlta a keményítőtartalom (74,5%), de a hozam (4,9 t/ha) az előző két éve eredményei közé esik.

Kulcsszavak: bioetanol, kukorica hibrid, keményítőtartalom

SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the effects of crop year on the main components of maize grown for bio-ethanol production yield, starch content and starch yield per hectare of maize hybrids were investigated in a droughty (2007) and in a favourable years with optimal weather conditions (2008, 2009). We measured very low starch yield (1.5 t ha⁻¹) in the year with unfavourable precipitation supply (2007) together with higher starch content (73%). In the case of good precipitation supply we measured a much higher starch yield per hectare (7.7 t ha⁻¹) with lower content (72.4%). In 2009 the starch content (74.5%) exceed the results of the two previous years, but on the other hand the average of starch yield was (4.9 t ha⁻¹) which falls between the other two years values.

Keywords: bioethanol, maize hybrid, starch content

BEVEZETÉS

Az utóbbi években látványosan megnőtt a kukorica ipari célú felhasználásának jelentősége, ami mögött a megújuló energiaforrások felértékelődése, a keményítő alapú etanolgyártás áll. A kukorica hibridek minőségéről, beltartalmi értékéről számos vizsgálati eredmény látott napvilágot. Az új, köztermesztésbe kerülő hibridek pontosabb megismeréséhez részletesen vizsgálni kell a mennyiség és a minőség összefüggéseit a technológiai tényezőkkel (Prokszáné et al., 1995; Rátonyi et al., 2009; Vig et al., 2010) és a talajadottságokkal (Dobos et al., 2010; Vig et al., 2011). Az egyes hibridekre vonatkozó adatok a termesztőt, illetve az integrátort segíthetik abban, hogy a felhasználási célnak és az ezzel összefüggő minőségi követelményeknek legjobban megfelelő hibrideket termesszenek (Nagy, 2008, 2010). Mivel a bioetanol előállítás során a fel-

dolgozás költségeinek döntő hányadát, mintegy 50–70%-át az alapanyag költsége teszi ki, ezért lényeges, hogy a megvásárolt szemtermésből a lehető legtöbb etanolt lehessen kinyerni. Prokszáné et al. (1995) rámutattak arra, hogy a növekvő nitrogén műtrágya adagok hatására a kukorica fehérjetartalma jelentősen emelkedik, ezzel párhuzamosan viszont bizonyíthatóan csökken a keményítőtartalom. A nagyobb keményítőhozamot a terméshez hasonlóan a nagyobb nitrogén műtrágya szintek esetén mérték. Győri et al. (2008, 2009) a kukorica minőségét, kémiai összetételét vizsgálva a fehérje- és a keményítőtartalom között szintén negatív összefüggést állapítottak meg. Felhívják a figyelmet arra, hogy a hibridek megítélésekor felül kell vizsgálni a korábbi évtizedek fehérjetartalom-növelő stratégiáját, mivel a bioetanol gyártás esetén felértékelődik a kukoricaszem szénhidrátartalma. A szerzők felvetik, hogy emiatt újra kell-e gondolni a nemesítési stratégiát vagy az alacsony fehérjetartalmú kukorica hibridek lesznek ideális nyersanyagok a bioetanolipar számára.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Jelen tanulmány célja az évjárat hatásának értékelése az bioetanol előállítás céljára termesztett kukorica-állományban a 2007–2008-as és a 2009-es években Kelet-Magyarországon. A kukorica hibridek termését, a keményítőtartalmát és a hektáronkénti keményítőhozamot vizsgáltuk egy száraz (2007) és kedvező időjárási körülményekkel rendelkező évjáratokban (2008, 2009). A vizsgálatot a Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centrumának Látóképi Kísérleti Telepén végeztük, a multifaktoriális (öntözés, talajművelés, műtrágyázás, növényesűrűség) szántóföldi tartamkísérlet részeként. A kísérleti tér talaja mészlepedékes csernozjom. A térség éghajlata mérsékelt szárazföldi, 566 mm átlagos évi csapadékmennyiséggel, melynek kb. 60%-a (345 mm) a tenyészidőszakban hullik le (áprilistól szeptemberig). 2007-ben a rendkívül száraz téli félévet (128 mm) a kora nyári időszakban is szokatlan aszály követte, aminek augusztus közepétől egy csapadékosabb periódus vetett véget. A 2008-as időjárási körülmények különösen kedvezőek voltak a kukorica számára, elegendő csapadékkal mind a téli, mind pedig a vegetációs időszakban. A 2008-as tenyészidőszak alatt a teljes csapadékösszeg 484 mm volt. Az áprilistól szeptemberig terjedő időszak alatt az 50 éves átlagnál 23%-kal több csapadék hullott. A 2009-es évben országos átlagban 598 mm csapadék hullott, ami 105%-a az 1971-2000-es átlagnak. A legtöbb csapadék júniusban esett, és az ősz végi másodmaximum is megjelent. 5 hónap volt szárazabb a vártnál,

ezek közül is az április tűnik ki leginkább, amikor a jellemző havi érték a 10 mm-t is alig érte el. A kísérletben öt kukorica hibridet vizsgáltunk: DKC 4005 (FAO 300), Kamaria (FAO 370), Mv Tarján (FAO 380), Mv Koppány (FAO 420), ED 5110 (FAO 420). A betakarított kukoricaszem nedvességtartalmát mintavétel után laboratóriumban, szárítószekrényben határoztuk meg. A nedvességtartalom ismeretében a termés mennyiségét t/ha-ban 14%-os nedvességtartalomra átszámítva határoztuk meg. A beltartalmi vizsgálatokhoz a mintavétel 1 kg-os mintavevő zacskókba történt a betakarítás időpontjában. A kukorica minták fehérje-, nedvesség- és keményítőtartalmát a Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma Földhasznosítási, Műszaki és Területfejlesztési Intézetének laboratóriumában Infratec 1241 típusú mag analízátorral határoztuk meg. A mérési módszer az összes többi spektrofotomerikus eljáráshoz hasonlóan közvetett módon határozza meg a beltartalmi jellemzőket, ezért a megfelelő mérési pontosság elérése érdekében kalibrálni kell a műszert. A műszerben egy különleges halogén lámpa a fényforrás. A monokromátorhoz a halogén lámpa fénye egy optikai szálon keresztül jut el. A monokromátor monokromatikus fényt generál, 570–1100 nm spektrum tartományban.

EREDMÉNYEK, ÉRTÉKELÉSEK

A vizsgált évjáratok csapadékellátottsága alapvetően meghatározta az egységnyi szárazanyagra vetített keményítőtartalmat és a keményítő hozamokat. A rendkívül aszályos 2007-es évben a hibridek keményítőtartalma (73,0%) meghaladta ugyan a jóval kedvezőbb csapadékellátottságú 2008-as évjáratban mért átlagos értéket (72,4%), azonban a tavaszt és a tenyészidőszak nagy részét jellemző csapadékhiány és az ennek következtében kialakuló vízhiány hatására igen alacsony átlagos keményítőhozamot mértünk (1,57 t/ha). Ezzel szemben 2008-ban – igen kedvező időjárási feltételek mellett – jóval nagyobb átlagos hektáronkénti keményítőhozamot kaptunk (7,7 t/ha). A 2009-es év az előző két évet felülmúlta, mind keményítőtartalom mind a hozam tekintetében (74,5%), de a keményítőhozam tekintetében az előző két év között produkált (4,9 t/ha).

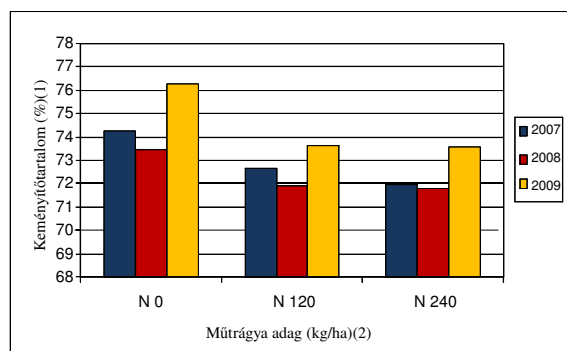
A növekvő műtrágya dózisok mindhárom évben szignifikánsan csökkentették az egységnyi szárazanyagra vetített keményítőtartalmat (1. ábra).

A legnagyobb keményítőtartalmat a trágyázatlan kontroll területen mértük, a legkisebb értékeket ezzel szemben a 240 kg/ha N dózisú parcellákon regisztráltuk. Az egy hektárra vetített keményítőhozamra viszont ellentétes hatást gyakorolt a műtrágyázás. Az egyes műtrágya adagok a szemtermés emelkedésével párhuzamosan növelték a hibridek keményítőhozamát, a maximum értéket a 240 kg/ha N dózis esetén értük el 2008-ban. A 2007-es és 2009-es évjáratban a műtrágyázás 120 kg/ha N dózissal növelte megbízhatóan a keményítőhozamot, a legnagyobb, 240 kg/ha N adag már szignifikánsan csökkentette azt (2. ábra).

A kísérletben alkalmazott műtrágya kezelések hatására hibridenként eltérő eredményt kaptunk az egy hektárról betakarítható keményítőhozam mennyiségében. Eredményeink alapján meghatározhatók azon kezeléskombinációk, melyekkel nagyobb keményítőhozamok

érhetőek el egy hektáron. A 2007-es évjáratban a legnagyobb keményítőhozamot a nedvességtakarékos tava-szi sekélyművelésben termesztett Mv Tarján és Mv Koppány hibridekkel értük el közepes 120 kg/ha N dózis mellett (2,96 ill. 2,93 t/ha). A nagyobb műtrágyadózis már szignifikánsan csökkentette a keményítőhozamokat. Mindez alátámasztja az alkalmazkodó, nedvességtakarékos műveléssel kapcsolatos eddigi megfigyeléseket, gyakorlati tapasztalatokat.

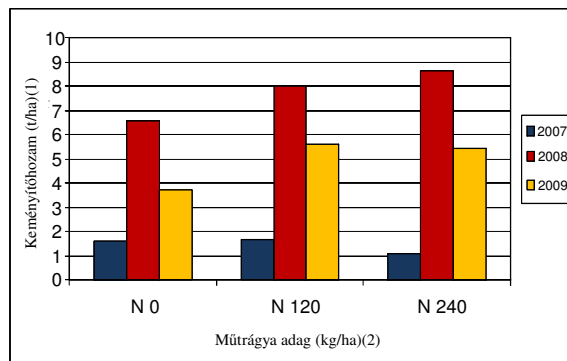
1. ábra: Kukorica keményítőtartalom változása a nitrogén műtrágyázás függvényében (Debrecen-Látókép, 2007–2008–2009)



Forrás: saját szerkesztés

Figure 1: The change of maize starch content in accordance with nitrogen fertilisation (Debrecen-Látókép, 2007–2008–2009)
Starch content (%) (1), Fertiliser dose (kg ha⁻¹) (2)

2. ábra: A vizsgált kukorica hibridek keményítőhozam a nitrogén műtrágyázás függvényében (Debrecen-Látókép, 2007–2008–2009)



Forrás: saját szerkesztés

Figure 2: Starch yield of the examined maize hybrids in accordance with nitrogen fertilisation (Debrecen-Látókép, 2007–2008–2009)
Starch content (%) (1), Fertiliser dose (kg ha⁻¹) (2)

E művelési eljárás hatására a talajban tárolt többlet nedvesség előnye a kifejezetten száraz, aszályos évjáratokban jelenik meg igazán, mivel a kukorica növekedése és fejlődése számára jóval több felvehető nedvesség áll rendelkezésre a kritikus, erősen vízhiányos időszakban. 2008-ban a legjobb kezeléskombinációnak az őszi szántáson alapuló talajelőkészítés bizonyult 120 kg/ha nitrogén műtrágya dózis alkalmazása mellett az ED 5110 hibrid termesztése esetén

(8,42 t/ha). 2009-ben az előző évhez hasonlóan az őszi szántás és a 120 kg/ha nitrogén dózis vált be a leginkább. Ebben az esetben a Kamaria produlálta a legnagyobb hozamot (6,8 t/ha). A 240 kg/ha-os műtrágya adag ugyan tovább növelte a keményítőhozamot (9,25 t/ha), de ez a dózis sem környezetvédelmi sem ökonómiai szempontból nem alkalmazható.

A 3. ábra a kukorica két legfontosabb összetevője, a fehérje- és keményítőtartalom közötti összefüggést, valamint a keményítőtartalom és a szemtermés közötti kapcsolatot mutatja. A vizsgált hibridek fehérjetartalma 9–12% között volt a vízhiányos 2007-es évben, míg 2008-ban a kedvező évjárat hatására elért nagy termések ellenére alacsonyabb, 8–10% közötti értékek voltak jellemzők. A keményítőtartalmat 2007-ben a 72–74% közötti tartományban mértük, a 2008-as évet viszont kisebb 71–73%, 2009-et pedig a 71–78% közötti értékek jellemezték.

A három év vizsgálati eredményei is megerősítik, hogy e két mutató között negatív korreláció van. A két paraméter közötti összefüggés leírására lineáris regressziót használtunk. A lineáris egyenletek megbízhatóan jellemzik a fehérje- és keményítőtartalom közötti összefüggést. A regressziós egyenes illeszkedése a magas R^2 értékek alapján (0,74, ill. 0,82) mindhárom évben jó volt (3/A. ábra).

A kukorica szemtermésátlaga és a keményítőtartalom közötti kapcsolatot értékelve megállapítottuk, hogy a két paraméter között az R^2 értékek szerint igen gyenge negatív korreláció mutatható ki a 2008-as évben. 2007-ben viszont a negatív korreláció egyáltalán nem érvényesült, azaz a kukorica hibridek termésének növekedésével párhuzamosan a szemek keményítőtartalma is emelkedett. Az adathalmazhoz tartozó regressziós egyenes illeszkedése azonban igen gyenge ($R^2=0,08$), a két tényező közötti összefüggés nem szignifikáns. A 2009-es évben szorosabb összefüggést kaptunk ($R^2=0,43$) a keményítőtartalom és a termésátlag között (3/B. ábra).

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Eredményeink alapján meghatározhatók azon kezeléskombinációk, melyekkel mind száraz, aszályos mind csapadékos évjáratban a hektáronkénti keményítőhozam maximalizálható.

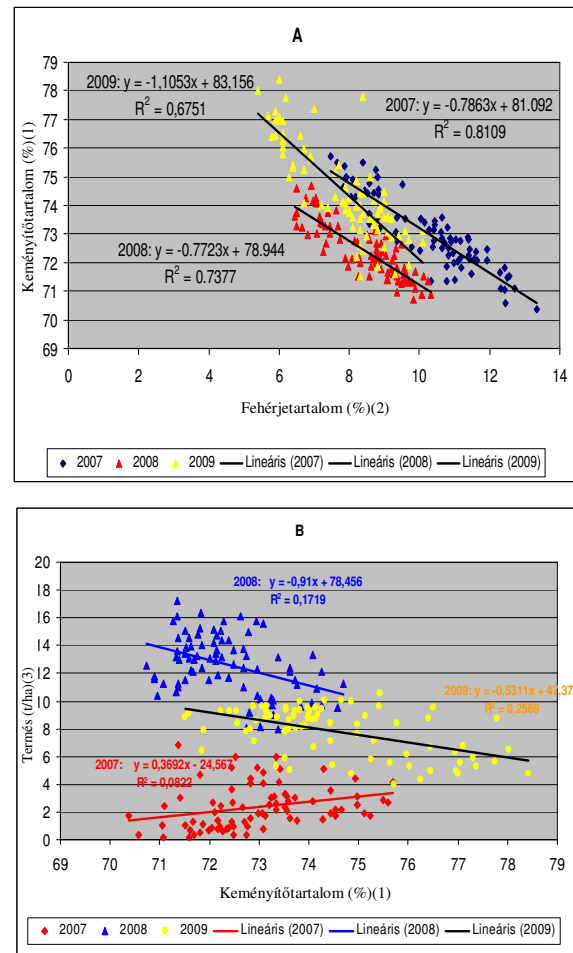
A termesztés során olyan optimális állapot fenntartására kell törekedni, amelynél a műtrágyázás terménynövelő hatása még kedvező, a fehérjetartalom emelkedése viszont nem számottevő.

Mindez fontos érvként szolgálhat egy-egy hibrid termesztésbe vonásakor, illetve a termesztés-technológiai ajánlás elkészítésekor.

IRODALOM

- Dobos A.–Nagy P.T.–Molnár K.–Vig R. (2010): Measuring the heterogeneity of yield and SPAD values of maize (*Zea mays* L.) based on plant height map. *Növénytermelés*. 59. 4: 437–440.
- Győri Z.–Sipos P.–Ungai K. (2008): A kukorica minőségének aktuális kérdései. *Agrofórum Extra*. 19. 22: 88–89.
- Győri Z.–Sipos P.–Ungai K. (2009): A kukoricaminőség agrotechnikai kérdései. *Agrofórum Extra*. 20. 27: 49–51.
- Nagy J. (szerk.) (2008): *Maize production*. Akadémiai Kiadó. Budapest. 393.

3. ábra: A kukorica fehérje- és keményítőtartalma (A), valamint a termésátlagok és a keményítőtartalom közötti összefüggés az évjárat függvényében (B) (Debrecen-Látókép, 2007–2008–2009)



Forrás: saját szerkesztés

Figure 3: Correlation between the protein and starch content of maize (A), as well as between the average yield and starch content in accordance with crop year (B) (Debrecen-Látókép, 2007–2008–2009) Starch content (%) (1), Protein content (%) (2), Yield (t ha⁻¹) (3)

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikációt támogatta a „TECH-09-A3-2009-0227, az NKTH 00210/2008, a TÁMOP 4.2.1./B-09/1 KONV-2010-0007, és a TÁMOP 4.2.2./B-10/1-2010-0024 pályázat.

- Nagy J. (2010): Impact of fertilization and irrigation on the correlation between the soil plant analysis development value and yield of maize. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 41. 11: 1293–1305.
- Prokszáné P.Zs.–Széll E.–Kovácsné Komlós M. (1995): A N-műtrágyázás hatása a kukorica termésére és néhány beltartalmi mutatójára eltérő évjáratokban réti öntéstalajon. *Növénytermelés*. 44. 1: 33–42.

Rátonyi T.–Harsányi E.–Vincze Sz. (2009): Evaluation of starch content and starch yield of maize to increase bio-ethanol production in Hungary. Abstracts of the 11th International Symposium on soil and plant analysis. 20-24. July 2009. Santa Rosa. California. USA. 74.

Víg R.–Dobos A.–Molnár K.–Nagy J. (2010): Természetes alapanyagú lombtrágyák hatékonysága szabadföldi kísérletekben: I. Kukorica (*Zea mays* L.). Növénytermelés. 59. 4: 89–105.

Víg R.–Nagy P.T.–Dobos A.–Nagy J. (2011): A talaj 0,01 M CaCl₂-oldható szerves nitrogéntartalmának összefüggése a növényi kondícióval és a terméseredményekkel. Agrokémia és Talajtan. 60. 1: 133–146.