

Kukorica (*Zea mays* L.) hibridek energetikai célú termesztése

JOLÁNKAI MÁRTON – NYÁRAI H. FERENC –
FARKAS ILDIKÓ – SZENTPÉTERY ZSOLT

Szent István Egyetem
Növénytermesztési Intézet
Gödöllő

ÖSSZEFOGLALÁS

A kukorica nagy, 65% körüli keményítőtartalma kiválóan alkalmas bioetanol-előállításra. Nemesítéssel a közelmúltban sikerült növelni egyes fajták keményítőtartalmát. A jelen kutatás tárgya a kukorica, mint etil-tercier-butil-éter (ETBE) alapanyag hatékonyabb felhasználása érdekében annak meghatározása, hogy a biológiai alapok (fajták, illetve hibridek), az agrotechnikai tényezők egyik legfontosabbika a tápanyagellátás, az eltérő ökológiai adottságok (termőhelyek), valamint a különböző évjáratok hatása hogyan befolyásolja a termésmennyiséget, a keményítő bázisán kinyerhető etilalkohol, illetve etil-tercier-butil-éter (ETBE) hozamot. A kutatás célja a különböző agrotechnikai tényezőktől függő hozamstabilitás meghatározása, illetve a tényezők közötti kölcsönhatások következményeinek feltárása, kvantifikálása. A dolgozat a kísérletek első szakaszának eredményeit foglalja össze.

Kulcsszavak: energianövény, etanol, ETBE, kukorica.

BEVEZETÉS

Az utóbbi évtizedekben az energiaválság központi kérdéssé vált. Napjainkban számos kezdeményezés látott napvilágot alternatív energiaforrások keresésére (Lawlor 2002). Ezek egyike a mezőgazdasági eredetű biomasszából előállítható üzemanyag: a biodízel, bioetanol és a biogáz. Az új energiaforrásoknak nem csak gazdasági versenyképességgel kell rendelkezniük, hanem környezetkímélőnek is kell lenniük (Hill et al. 2006). A termesztett növényekből előállítható bioetanol ilyen termék. Azon túl, hogy az ezzel az üzemanyaggal hajtott járművek károsanyag-kibocsátása kisebb a benzinüzeműeknél, a lényegi különbséget az adja, hogy csak olyan CO₂-t bocsátunk a levegőbe, amelyet a növény a fotoszintézis során, éppen onnan kötött meg, nem növelve a légkör CO₂-tartalmát. Ez az energiaforrás

rendszeresen megújítható, tehát a rendszer fenntartható. A termesztett növények közül a búza és a kukorica azzal az előnnyel is jár, hogy hosszú időn át tárolható, így a feldolgozás egész éven át, folyamatosan biztosított (Márton 2006, Sárvári 2006). A kukorica nagyobb termőképességével és energiasűrűségével a búzánál is jobban használható (Berzsenyi és Lap 2004, Jolánkai et al. 2005).

A kukorica keményítőtartalma révén kiválóan alkalmas bioetanol-előállításra. Nemesítési módszerekkel a közelmúltban sikerült mérsékelten növelni egyes fajták keményítőtartalmát. A keményítő mindkét komponense, az amilóz és az amilopektin fermentáció során cukorrá, majd élesztőgombákkal való erjesztés során etilalkohollá alakul. A keményítő bázisán kinyerhető etilalkohol, illetve annak derivátuma, az etil-tercier-butil-éter (ETBE) kinyerhető mennyiségét jelentős mértékben befolyásolja az alkalmazott genotípus, valamint a termesztés agrotechnikai körülményei.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A 2006-ban indult hároméves kutatás célja a szemeskukoricából nyerhető bioetanol-előállítás agronómiai feltételeinek vizsgálata; az eltérő genetikai alapú hibridek, a tápanyagellátás, valamint a termőhely hatásának értékelése kisparcellás, randomizált, szabadföldi 4 ismétléses kísérlet anyagán. A kísérletben FAO 200–500 tenyészidő-tartományba eső kukoricahibridek vizsgálatára került sor. Az alkalmazott kezelések:

Tápanyag:	N 0 N 80 kg/ha N 120 kg/ha
Hibrid:	1. <i>Mv 251</i> 2. <i>Maraton</i> 3. <i>Norma</i> 4. <i>Gazda</i> 5. <i>Mv 454</i> 6. <i>Mv 500</i>
Termőhely:	Nagygombos Szárítópuszta

Vizsgálatok: fenológiai, herbológiai, növénykórtani felvételezések, termés mennyiség mérése, mintázása. Terményminták laboratóriumi feldolgozása: beltartalmi mutatók (fehérje-, szénhidráttartalom meghatározása). A keményítő bázisán kinyerhető etilalkohol, illetve etil-tercier-butil-éter (ETBE) mennyiségének meghatározása. Ökológiai, termesztéstechnológiai, illetve gazdaságossági összefüggések meghatározása.

A kutatás biológiai alapanyagát képező kukoricahibrideket az MTA MgKI biztosította. A kísérlet anyagának és mintáinak feldolgozását és SZIE NTTI saját laboratóriuma, a végtermék kémiai folyamatok szerinti vizsgálatait a KÉKI, a talajminták vizsgálatát az MTA TAKI végezte.

EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A kísérletsorozat első éve 2006-ban lezárult. A terméseredményeket, valamint a fontosabb beltartalmi mutatókat az 1. táblázat adatai foglalják össze.

1. táblázat Kukoricahibridek szemtermése és beltartalmi mutatói különböző N szinteken (Nagygyombos, 2006)

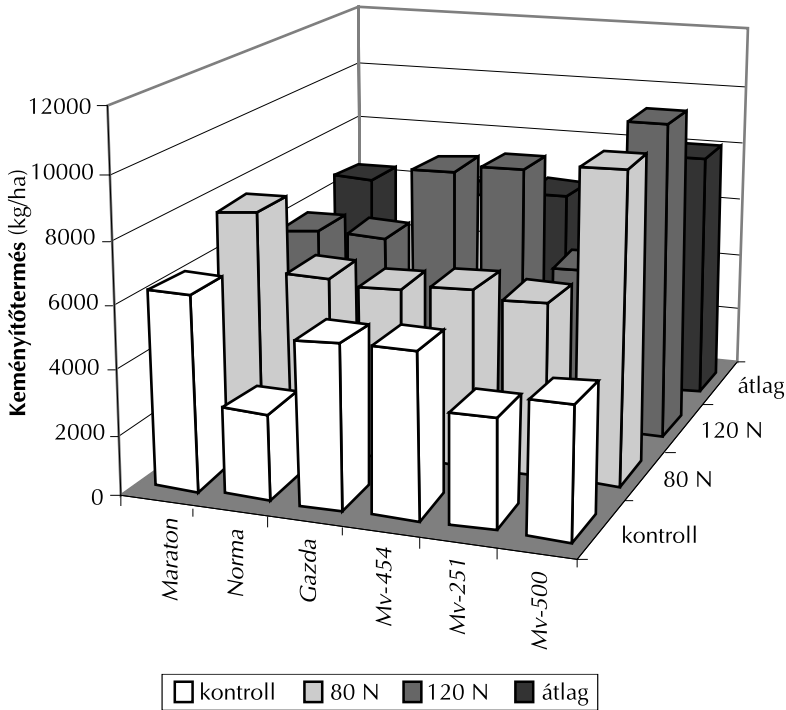
Table 1. Grain yield and quality figures of maize hybrids in different N applications (Nagygyombos, 2006)

(1) maize hybrid, (2) grain yield, (3) protein, (4) fat, (5) starch, (6) cellulose, (7) ash

Hibrid (1)	Termés t ha ⁻¹ (2)	Fehérje % (3)	Zsír % (4)	Keményítő % (5)	Cellulóz % (6)	Hamu % (7)
0 N						
<i>Mv-251</i>	0,48	5,0	5,3	72,2	1,4	4,59
<i>Maraton</i>	0,86	6,8	4,1	71,7	0,2	3,69
<i>Norma</i>	0,38	6,1	4,2	72,6	0,3	4,49
<i>Gazda</i>	0,69	5,6	4,1	74,2	0,9	3,88
<i>Mv-454</i>	0,70	5,1	4,6	74,1	1,4	3,80
<i>Mv-500</i>	0,56	5,1	4,4	73,9	1,1	4,05
80 N						
<i>Mv-251</i>	0,79	7,4	4,8	70,5	1,2	3,82
<i>Maraton</i>	1,06	7,6	4,4	71,0	0,9	3,71
<i>Norma</i>	0,79	7,0	4,5	71,9	1,2	3,64
<i>Gazda</i>	0,76	6,7	4,4	72,0	0,8	3,94
<i>Mv-454</i>	0,78	5,7	4,6	73,4	1,4	3,84
<i>Mv-500</i>	1,36	6,5	4,1	72,9	0,9	3,65
120 N						
<i>Mv-251</i>	0,83	7,2	4,6	71,5	1,3	3,57
<i>Maraton</i>	0,79	5,7	4,6	72,9	1,0	4,21
<i>Norma</i>	0,80	6,7	4,4	71,9	0,8	4,12
<i>Gazda</i>	1,14	7,1	4,3	72,0	1,1	3,30
<i>Mv-454</i>	1,17	6,2	4,6	72,4	1,0	4,27
<i>Mv-500</i>	1,43	6,9	4,5	72,1	1,2	4,00

A kísérlet eredményei alapján értékeltük az egyes hibridek keményítő kihozatalát, illetve a területre vetített keményítőtermését. A keményítőtermés adatait az 1. ábra szemlélteti. Megállapítható, hogy a növekvő nitrogénellátás pozitívan hatott a keményítő hozamra. A vizsgált hibridek ugyanakkor eltérő reakciót mutattak. Általánosságban megállapítható volt, hogy a nagyobb FAO számú hibridek nagyobb keményítőtermést adtak. A hibridek fajlagos keményítőtermése különböző volt.

1. ábra Kukoricahibridek keményítőtermése különböző N szinteken
 Figure 1. Grain starch yield of maize hybrids in different N treatments



A terményminták feldolgozása során vizsgáltuk az egyes kukoricahibridek etilalkohol kihozatalának lehetséges tartományát. A 2. ábra a vizsgált hibridek etilalkohol hozamát mutatja be. Megállapítható, hogy a vizsgált hibridek mindegyike az adott agrotechnikai körülmények között képes volt 400 l/t feletti alkohol hozamra.

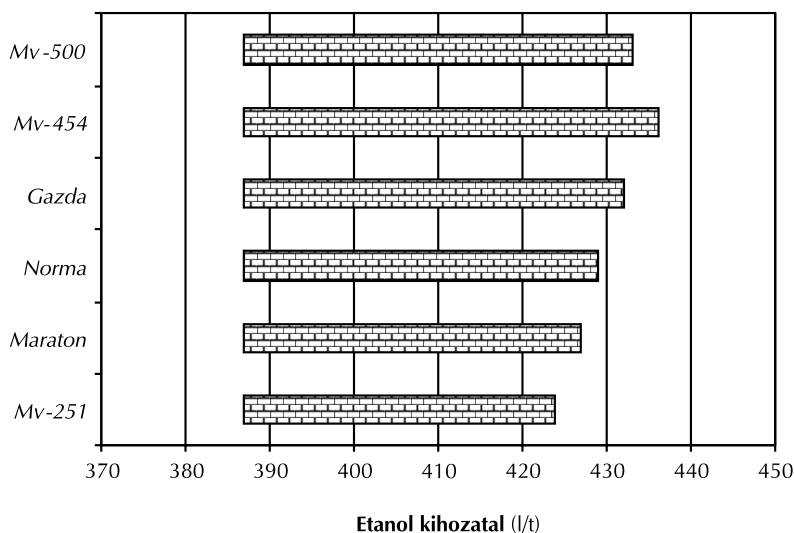
A kísérletsorozat első szakaszának eredményei alapján csak feltételes következtetések vonhatók le. Ugyanakkor néhány megállapítás bizonyítottnak látszik, és egyúttal más megvilágításba helyezi egyes korábbi ismereteinket.

- A kapott eredmények alapján igazolható, hogy a nemesítés hozzájárulása az energianövény-termesztéshez elsődlegesen meghatározó. A vizsgált kukoricahibridek átlagos keményítőtartalma 70,5–74,2%-os volt, amely 8,4–14,1%-kal nagyobb, mint a hagyományos, köztermesztett genotípusoké.
- A vizsgált hibridek termőképességét nagymértékben meghatározta a tenyészidejük hossza. A korai hibridek szemtermése mintegy 40%-kal kisebb volt a későiekhez képest.
- A nagyobb nitrogén adagok minden hibrid esetében nagyobb szemtermést eredményeztek.

- A szemtermés keményítőtartalma szerény mértékű, de konzekvens csökkenést mutatott a növekvő nitrogénellátás hatására. A vizsgált hibridek keményítőtartalmának alakulásában különbségek voltak.
- A vizsgált kukoricahibridek mindegyike, különösen a nagyobb nitrogén kezelésekben az irodalmi adatokat meghaladó mértékű etanol kihozatalra ($> 400 \text{ l t}^{-1}$) volt képes. A legnagyobb etilalkohol kihozatali képessége az *Mv-454* hibridnek volt.

2. ábra A vizsgált kukoricahibridek alkohol kihozatali tartománya

Figure 2. Estimated possible range of ethanol yield of maize hybrids



A kapott eredmények nyomán maradtak még nyitott területek, illetve további kérdések merültek fel. A dolgozat elkészülésének időpontjában még nem álltak rendelkezésre az ETBE konverzió vizsgálati eredményei. Ennek ellenére valószínűnek látszik, hogy a keményítőtartalom, az alkohol kihozatal és annak etil-tercier-butil-éter konverziója nem lineáris összefüggésben állnak. A kukorica melléktermékek, cső, szár, rost, egyéb biomasza hasznosítási lehetősége ugyancsak lényeges kérdés, amely tisztázásra szorul, vizsgálata további kutatásokat igényel.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezt a kutatást az OTKA, az NKFP és az NKTH-GAK támogatta. A szerzők köszönetet mondanak a közreműködő intézményeknek is.

Energy crop performance of maize (*Zea mays* L.) hybrids

MÁRTON JOLÁNKAI – FERENC H. NYÁRAI – ILDIKÓ FARKAS – ZSOLT SZENTPÉTERY

Szent István University, Institute of Crop Production
Gödöllő

SUMMARY

Maize (*Zea mays* L.) crop with an average 65% starch content is highly suitable for bioethanol production. Starch content of some cultivars have been slightly increased by recent plant breeding projects. A new research has been started on exploring the most characteristic agronomic impacts (biological bases, production sites, plant nutrition and crop year effects) influencing the efficiency of maize starch based bioethanol and so ethyl-tertiary-butyl-ether (ETBE) production. The aim of the research is to observe, identify and quantify agronomic impacts and their interactions that may have an influence on production efficiency and stability. The present paper provides information concerning the first year of the trial.

Keywords: energy crop, ethanol, ETBE, maize.

IRODALOM

- Berzsenyi, Z. – Dang, Q. L. (2005): Responses of maize (*Zea mays* L.) hybrids to sowing date, N fertiliser and plant density in different years. *Acta Agronomica Hungarica*, **53**, 2. 113–119.
- Hill, J. – Nelson, E. – Tilman, D. – Polasky, S. – Tiffany, D. (2006): Environmental, economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels. *PNAS*, Vol **103**, 30. 206–210.
- Jolánkai, M. – Máté, A. – Nyárai, H. F. (2005): The carbon cycle: a sink-source role of crop plants. *Cereal Research Communications*, **33**, 1. 13–17.
- Lawlor, D. W. (2002): Carbon and nitrogen assimilation in relation to yield: mechanisms are the key to understanding production systems. *Journal of Experimental Botany*, **53**, 773–787.
- Márton L. (2005): A műtrágyázás és a csapadék változékonyságának hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termésére. *Agrokémia és Talajtan*, **54**, 3–4. 309–324.
- Sárvári, M. (2005): Impact of nutrient supply, sowing time and plant density on maize yields. *Acta Agronomica Hungarica*, **53**, 1. 59–70.

A szerző levélcíme – Address of the author:

JOLÁNKAI Márton
Szent István Egyetem
Növénytermesztési Intézet
H-2103 Gödöllő, Páter Károly u. 1.
E-mail: jolankai.marton@mkk.szie.hu