

Leafy és nem-leafy silókukorica hibridek összehasonlítása agronómiai tulajdonságaik, a szemtermés minősége és a biogáz kihozatal alapján

HEGYI ZSUZSANNA-TÓTHNÉ ZSUBORI ZSUZSANNA-RÁCZ FERENC
Magyar Tudományos Akadémia Mezőgazdasági Kutatóintézet, Martonvásár

Összefoglalás

Tizenkét silókukorica hibridet vizsgáltunk szántóföldi kísérletben Martonvásáron, 2007–2008. évek folyamán. A kísérletben leafy (leveles) és nem-leafy silókukorica hibridek agronómiai tulajdonságait, a szemtermés minőségi paramétereit, valamint a biogáz kihozatalt hasonlítottuk össze. A vizsgált évek időjárása különbözött egymástól, az évszázad hatása jelentősen befolyásolta a kapott eredményeket. A 2008-ban lehullott nagy mennyiségű csapadéknak köszönhetően a hibridek elérték a genetikailag determinált magasságukat (átlagosan 274 cm), miközben a 2007-es aszályos esztendőben az átlagos magasságuk csupán 238 cm volt. Mindkét évben a leafy hibridek nagyobbra nőttek, mint a nem-leafy, hagyományos nemesítésű silókukorica hibridek. A főcső fölötti legnagyobb asszimilációs levélterületet mindkét évben a kísérletben szereplő öt leafy hibrid érte el. Két év átlagában ez az érték a leafy hibrideknél 0,53–0,84 m², a nem-leafy hibrideknél 0,35–0,45 m² közötti intervallumban változott. A leafy hibridek nagyobb levélterületét a főcső fölötti nagyobb levélszám és a szélesebb levelek eredményezték. Az ideális silókukorica hibridek a nagy zöldtömeg mellett (szár, levél) kielégítő mennyiségű szemtermést is produkálnak. A kísérletben szereplő néhány leafy és nem-leafy hibrid ebből a szempontból is kiemelkedő eredményt produkált. A legnagyobb egyedi csőtömeg produkciót egy leafy hibrid (Mv Massil) érte el mindkét évben (198; 320 g), ennél a hibridnél mértük a legnagyobb főcső fölötti levélterületet a vizsgált években. A legnagyobb keményítő tartalmakat leafy hibridek mintáiban mértük, miközben a legnagyobb fehérje- és olajtartalom a nem-leafy hibrideket jellemezte, elsősorban a korai érésűeket. Mind a hagyományos, mind a leafy silókukorica hibridekből elvégeztettük

a biogáz kihozatali vizsgálatot. Az eredmények azt mutatták, hogy 1 kg szárazanyagra vetítve az Mv Limasil (494 l/kg) és az Mv Dunasil (490 l/kg) leafy hibridekből képződött a legtöbb gáz.

Kulcsszavak: silókukorica hibridek, leafy, nem-leafy, agronómiai tulajdonságok, minőség, biogáz

Comparative analysis of leafy and non-leafy silage maize hybrids based on agronomic traits, chemical quality and biogas production

ZS. HEGYI-ZS. TÓTHNÉ ZSUBORI- F. RÁCZ

Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences, Martonvásár

Summary

Twelve silage maize hybrids were included in field (Martonvásár) experiments in 2007 and 2008 to compare the agronomic traits and chemical quality traits of leafy and non-leafy hybrids. The climatic data for the two experimental years differed considerably. The results reflect the differences in weather conditions. Owing to the plentiful rainfall in 2008, the hybrids reached their genetically determined height (274 cm on average), while in 2007, the average height was only 238 cm. In both years, a leafy hybrid was the tallest, while the shortest plants were non-leafy. The assimilation leaf area above the main ear was greatest for the five leafy hybrids in both years, with values of 0.35–0.45 m² for conventional hybrids and 0.53–0.84 m² for leafy hybrids, averaged over the two years. The larger leaf area in leafy hybrids could be attributed both to the larger number of leaves and to the fact that they were broader. In addition to large green mass (leaf, stalk), an ideal silage maize hybrid should also have satisfactory grain yield. Several of the leafy and non-leafy hybrids in the experiment produced favourable results. The greatest ear mass per plant was produced by Mv Massil (198; 320 g), a leafy hybrid which also had the greatest leaf area above the main ear. In the present experiment, the highest starch content was obtained for a leafy hybrid, while the highest protein and oil contents were characteristic of early maturing, non-leafy hybrids. Nevertheless, three of the leafy hybrids had above-average protein content. An analysis of the biogas yield from conventional and leafy silage

hybrids showed that the leafy hybrids Mv Limasil (494 l kg⁻¹) and Mv Dunasil (490 l kg⁻¹) produced significantly more gas per kg dry matter.

Key words: silage maize hybrids, leafy, non-leafy, agronomic traits, grain quality, biogas

Bevezetés és irodalmi áttekintés

A Leafy hibridek legfőbb jellemzője, hogy több levéllel rendelkeznek, mint a normál hibridek. A *Lfy1* gén átalakítja a növény architektúráját azáltal, hogy megnöveli a fotoszintézis szempontjából fontos csőfeletti levelek számát. Az ilyen típusú hibrideknél alacsonyabban helyezkedik el a fűcső, megrövidülnek az internódiumok, a szár lignintartalma és a terméspotenciáljuk is nagyobb lesz. Mindezt egy domináns gén, az *Lfy1* jelenléte okozza. Erről a génről először *Shaver* (1983) írt részletesebben, ismertetve a gén eredetét, öröklődését, és a kukorica morfológiájára, illetve termésére gyakorolt, legtöbbször pozitív hatásait.

A nagyobb cső feletti levélszám nagyobb asszimiláló levélfelületet jelent, a növény nagyobb hatékonysággal tudja megkötni a fotoszintézishez szükséges fényenergiát, így több asszimiláta termelődik a levelekben (*Dwyer et al.* 1995). A szemtelítődés és a termés szempontjából a cső feletti leveleknek van nagyobb jelentőségük, mivel ezek a levelek fiatalabbak és aktívabban fotoszintetizálnak, könnyebben szállítják a szembe a tápanyagokat, mint a cső alatti, előregedett levelek (*Subedi és Ma* 2005). A megnövekedett cső feletti levélfelület miatt a leafy genotípusok vegetatív periódusa rövidebb, a szemtelítődés időtartama pedig hosszabb (*Begna et al.* 2001, *Modarres et al.* 1997). Mindez a termésre és a szemek minőségére pozitív hatással van, ahogy arról több szerző is beszámolt (*Stewart és Dwyer* 1993, *Begna et al.* 2001, *Modarres et al.* 1997, *Dijak et al.* 1999).

A silókukorica minősége szempontjából a hektáronkénti minél nagyobb zöld- illetve szárazanyag termés mellett kiemelkedő fontosságú a szilázs beltartalma és emészthetősége. A keményítő tartalom, a fehérje mennyisége és minősége (aminosav összetétele), az emészthető zsírtartalom, a rost- és a lignintartalom, a szem/szár, szem/levél aránya, a zöld száron érés, és a lágyabb maghéjszerkezet mind a szilázs minőségét és emészthetőségét befolyásoló tényezők. A levelek teljes növényi szárazanyagban belüli nagyobb részaránya és a cső feletti levelek nagyobb szénhidrát tartalma (*Andrews et al.* 2000) szintén kedvezően befolyásolja a szilázs minőségét és emészthetőségét. Régebben az emészthetőség szempont-

jából csak a szem magas részarányát tartották kedvezőnek, mivel a szemben halmozódnak fel az értékes tápanyagok. A silókukorica hibridek minősítésekor a hazai gyakorlatban is csak ezt a tulajdonságot vizsgálták. A leafy hibridek esetében azonban a cső feletti (nagyobb számú) levelekben is magas az asszimiláták aránya, és ezek ugyanolyan jól emészthető formában vannak jelen, mint a szemben (Perry és Caldwell 1969).

A mezőgazdasághoz kapcsolódó biogáz termelés, silókukorica biomasszából biogáz előállítása már bevett gyakorlat számos európai országban. Németországban 1995. óta 274-ről 3200-ra nőtt a biogáz üzemek száma (Weiland 2006, 2007, Schittenhelm 2008), a silókukorica vetésterülete pedig 2015-re elérheti az 1,7 millió ha-t (Gömann *et al.* 2007), ami a jelenlegi vetésterület tízszerese.

Anyag és módszer

Négy ismétléses, véletlen blokk elrendezésű kísérletet állítottunk be 2007–2008. években Martonvásáron, csernozjom talajon. A kétsoros parcellák mérete 8 m² volt, soronként 31 magot vetettünk, ami 80 ezer tő/ha állománysűrűségnek felel meg. A vizsgálatba leafy és nem-leafy silókukorica hibrideket vettünk be (1. táblázat).

1. táblázat. A kísérletben vizsgált leafy és nem-leafy silókukorica hibridek

Leafy silókukorica hibridek (1)	FAO szám (2)	Nem-leafy silókukorica hibridek (3)	FAO szám (2)
Limasil	380	Mv 241	260
Dunasil	390	Mv 298	300
Kámasil	510	Mv 352	330
Mv Siloking	580	Maros	330
Mv Massil	610	Mv NK 333	390
		Mv TC 434	480
		Maxima	580

Table 1. Leafy and non-leafy silage maize hybrids tested in the experiment. (1) Leafy silage maize hybrids, (2) FAO number, (3) Non-leafy silage maize hybrids.

Szántóföldön mértük a nem-leafy (hagyományos nemesítésű) és a leafy silókukorica hibridek agronómiai tulajdonságait (növény- és fűcsőmagasság, fűcső fölötti levélszám, fűcsőnél lévő levél hossza és szélessége, egyedi csőtő-

megtermelés). A főcső fölötti levélterületet a *Montgomery* (1906) képlettel számoltuk ki. A fontosabb terméselemeket laboratóriumban mértük (főcső hossza, ezerszemtömege). A szemtermés minőségi paramétereit (fehérje, olaj, keményítőtartalom) NIR készülékkel határoztuk meg. Augusztus folyamán 4 leafy (Limasil, Dunasil, Mv Siloking, Mv Massil) és 4 nem-leafy (Maros, Mv NK 333, Mv TC 434, Maxima) fajtákból mintát vettünk (föld feletti részeit szecs-káztuk), majd ezeket a mintákat átadtuk biogáz kihozatali vizsgálatok elvégzésére. A vizsgálatokat Sopronhorpácson, a BETA Kutató Intézetben végezték el. A biogáz képződés alapvetően két szakaszból áll, egy fermentációs és egy metánképződési szakaszból. A fermentációs szakasz fázisaiban (hidrolízis, savas fázis) a nagy molekulájú szerves anyagok lebontása, feltárása történik, enzimek és fermentációs baktériumok közreműködésével. A maximális lebomlásra törekedve a különböző hibridek gázkihozatalát és a termelt biogáz mennyiségét alacsony szárazanyag tartalom mellett, mezofil körülmények között vizsgálták.

A vizsgált évek időjárása nagymértékben különbözött egymástól. A maratonvásári termőhelyen, 2007-ben a lehullott csapadék mennyisége 265 mm volt, 47 mm-rel kevesebb, mint a sokéves átlag (1. ábra). Ugyanakkor a 2008-as év ideális volt csapadék szempontjából, a kísérleti térre 482,7 mm eső esett, 170,7 mm-rel több, mint a 30 éves átlag. A virágzás előtti időszakban (május–június) 2007-ben 73,4 mm, 2008-ban 236,6 mm csapadék hullott. A kukorica virágzása idején 2008-ban (júliusban) 76,8 mm eső esett, 2007-ben csupán 25 mm. A két év átlaghőmérséklete alig különbözött egymástól, 2007-ben 18,2 °C fok, 2008-ban 18,0 °C volt az átlaghőmérséklet, a 30 éves átlag 17,7 °C. Miközben 2007-ben a sokéves átlagtól elmaradt a lehullott csapadék mennyisége, eközben a hőségnapok száma emelkedett, a vegetációs periódusban 58 nap volt (39 nap a sokéves átlag). A kritikus időszakban, virágzáskor 20 napon keresztül 30 fok felett volt az átlaghőmérséklet, a tartós légszályt megsínylették a növények. A hőségnapok száma 2008-ban mérséklődött (42 nap), júliusban (virágzáskor) csupán 14 napon keresztül volt 30 fok felett az átlaghőmérséklet.

A statisztikai elemzésekhez az AGROBASE'99 szoftver kéttényezős variancia-analízisét használtuk.

1. ábra. A lehullott csapadék mennyisége (10 naponként) a vegetációs periódusban, a vizsgált években (mm)

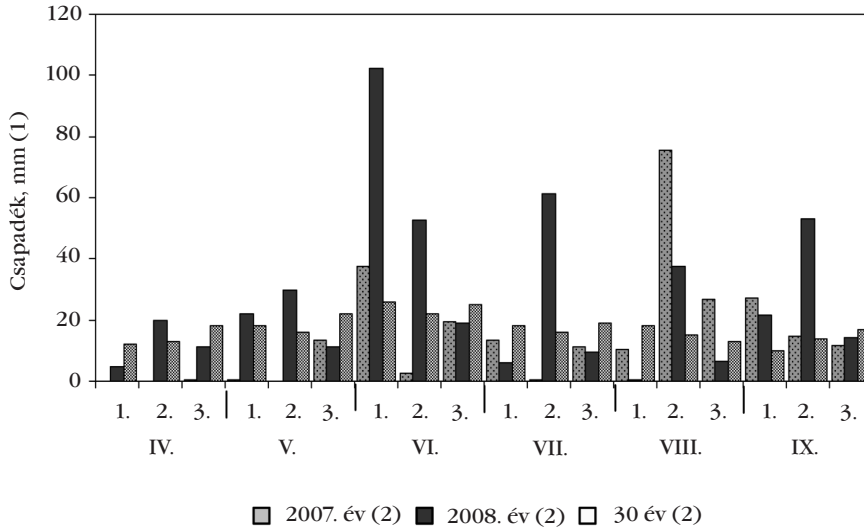


Figure 1. Rainfall quantities for each ten days of the vegetation period in the experimental years (mm). (1) Rainfall, (2) Year.

Kísérleti eredmények

1. Növény- és fűcsőmagasság

A kísérletben szereplő hibridek átlagos magassága 2007-ben 238, 2008-ban 274 cm volt (2. ábra). A 2008-ban lehullott bőséges csapadék mennyisége eredményezte, hogy a növények elérték a genetikailag determinált magasságukat. Az aszályos 2007-es évben a nem-leafy hibridek 234 cm átlagos nagyságot értek el, a leafy hibridek 243 cm-t (a különbség statisztikailag igazolható volt). 2008-ban, a hibridek növekedési időszakában (május, június) lehullott csapadék mennyiségének köszönhetően mind a leafy hibridek (283 cm), mind a nem-leafy hibridek ideális nagyságúra nőttek (267 cm). Növény- és fűcsőmagasság szorosan korreláló tulajdonságok, 2007-ben 103 cm volt a fűcsövek átlagos magassága, 2008-ban 112 cm. Az irodalmi adatokkal összehangban a leafy hibridek fűcsövei mindkét évben alacsonyabban helyezkedtek el (102; 111 cm), mint a nem-leafy hibridek fűcsövei (104; 113 cm). A különbségek statisztikailag igazolhatóak voltak.

2. ábra. A kísérletben szereplő leafy és nem-leafy silókukorica hibridek növénymagassága a vizsgált években (cm)

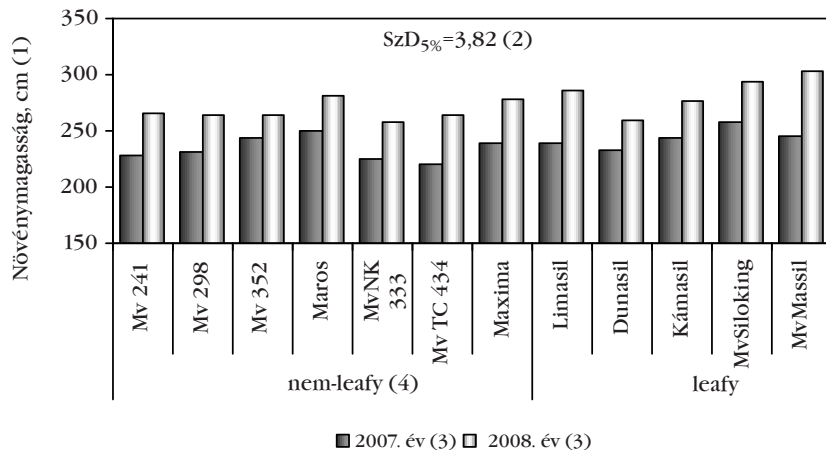


Figure 2. Plant height (cm) of leafy and non-leafy silage maize hybrids in the experimental years. (1) Plant height, (2) $LSD_{5\%}$, (3) Year, (4) Non-leafy.

2. Főcső feletti levélterület

Mindkét évben a leafy hibridek főcső feletti levélterülete volt a nagyobb, két év átlagában a konvencionális nemesítésű hibrideké $0,41 \text{ m}^2$, a leafy hibrideké $0,71 \text{ m}^2$ volt (a különbség szignifikáns volt) (3. ábra). A nagyobb asszimilációs levélterületet a leafy hibrideknél a nagyobb főcső fölötti levélszám (leafy: 9,9 db, nem-leafy: 6,4 db), valamint a szélesebb levelek eredményezték (leafy: 10,5 cm; nem-leafy: 9,4). Két év átlagában a nem-leafy hibridek főcső fölötti fiatal és aktivan fotoszintetizáló levélterülete $0,35\text{--}0,45 \text{ m}^2$, a leafy hibrideké $0,53\text{--}0,84 \text{ m}^2$ közötti intervallumban változott.

3. Egyedi csőtömeg produkció

A vizsgált hibridek egyedi csőtömeg produkcióját jelentősen módosította az évjárat. A legnagyobb egyedi csőtömeg a leafy hibrideket jellemezte mindkét évben ($174,6 \text{ g/növény}$; $306,0 \text{ g/növény}$), ennél a teljesítménynél igazolhatóan kisebb volt a nem-leafy hibridek produkciója ($162,9 \text{ g/növény}$; $274,0 \text{ g/növény}$) (2. táblázat). Mindkét évben a nagyobb hozamokhoz elsősorban a nagyobb ezerszemtömeg és a hosszabb csövek járultak hozzá. Két év átlagában a leafy hibridek ezerszemtömege igazolhatóan nagyobb volt ($353,9 \text{ g}$), mint a

nem-leafy hibrideké (338,6 g). Ugyancsak két év átlagában a leafy hibridek főcsövének hossza 19,2 cm, a nem leafy hibrideké 18,7 cm volt. A növényenkénti csőszámban ugyanakkor nem találtunk igazolható eltérést a kétféle típusú (leafy, nem-leafy) silókukorica között (leafy: 1,9; nem-leafy 1,9 db/növény).

3. ábra. A főcső feletti levélterület (m^2) és levélszám alakulása a leafy és nem-leafy hibrideknél a 2007–2008. évek átlagában

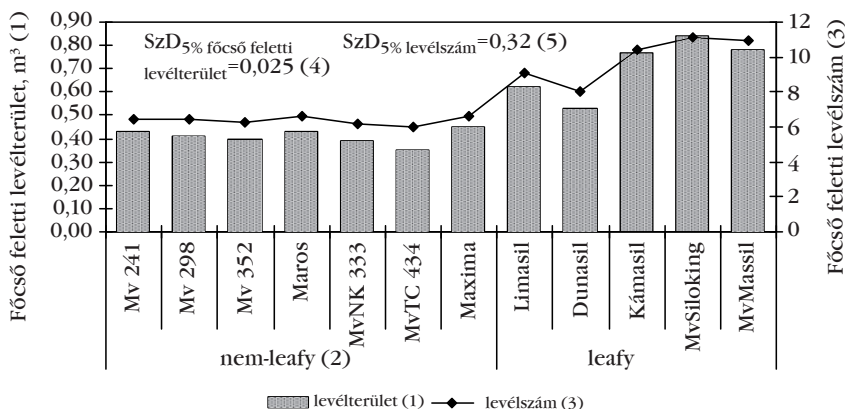


Figure 3. Leaf area (m^2 per plant) and leaf number above the main ear in leafy and non-leafy hybrids, averaged over 2007 and 2008. (1) Leaf area above the main ear, m^2 , (2) Non-leafy, (3) Leaf number above the main ear, (4) $LSD_{5\%}$ leaf area, (5) $LSD_{5\%}$ leaf number.

4. Beltartalmi minőség

A szemtermés keményítőtartalma szoros korrelációban alakult az egyedi produkcióval. A 2008-ban lehullott több csapadék hatására nagyobb mérvű volt a keményítő beépülése a szemekbe, mint az aszályos 2007-es esztendőben (4. ábra). Mindkét évben a leafy hibridek keményítőtartalma nagyobb volt (70,4; 72,4%), mint a nem-leafy hibrideké (69,3; 71,7%). Két év átlagában a nem-leafy hibridek közül a legnagyobb keményítőtartalma a Maros hibridnek (71,8%), a leafy hibridek közül a Limasil hibridnek (72,2%) volt. A szemtermés fehérjetartalma – a keményítőtartalommal ellentétben – az aszályos 2007-es évben nagyobb (9,9%), csapadékosabb évjáratban (2008) igazolhatóan kisebb (8,7%) volt. Mindkét évben a nem-leafy hibridek mintáiban nagyobb fehérjetartalmakat mértünk (10,0; 8,9%), mint a leafy hibridekében (9,6; 8,3%). A 2007-es száraz évjáratban nagyobb volt a szemek olajtartalma, mint csapadékos 2008-as évben. A nem-leafy hibridek olajtartalma 2007-ben igazolhatóan na-

gyobb volt (3,3%), mint a leafy hibrideké (2,9%), 2008-ban e paraméter tekintetében a kétféle típusú silókukorica között nem volt megbízható eltérés (4,1; 4,1%).

2. táblázat. A leafy és nem-leafy silókukorica hibridek egyedi produkciója és néhány terméseleme, 2007–2008.

Tulajdonságok (1)	2007		2008		átlag (3)	
	leafy	nem- leafy (2)	leafy	nem- leafy (2)	leafy	nem- leafy (2)
Egyedi csőtömeg, g (4)	174,6 SzD _{5%} (8)=5,64	162,9	306,0 SzD _{5%} (8)=6,89	274,0	240,3 SzD _{5%} (8)=6,26	218,5
Csőhossz, cm (5)	16,7 SzD _{5%} (8)=0,24	17,3	21,6 SzD _{5%} (8)=0,58	20,0	19,2 SzD _{5%} (8)=0,30	18,7
1000-szemtömeg, g (6)	347,1 SzD _{5%} (8)=11,23	328,3	360,6 SzD _{5%} (8)=9,85	348,9	353,8 SzD _{5%} (8)=5,64	338,6
Cső/növény, db (7)	1,8 SzD _{5%} (8)=0,07	1,8	1,9 SzD _{5%} (8)=0,08	1,9	1,9 SzD _{5%} (8)=0,08	1,9

Table 2. Yield per plant and yield components of leafy and non-leafy silage maize hybrids, 2007–2008. (1) Traits, (2) Non-leafy, (3) Average, (4) Ear mass per plant, (5) Ear length, (6) 1000-kernel mass, (7) Ear per plant, (8) LSD_{5%}.

5. Biogáz kihozatal

A silókukorica fajták anaerob fermentációja során a Limasil, a Dunasil és a Maros fajtákból termelődött a legtöbb biogáz (495, 490, 481 l/kg) 1 kg szárazanyagra vonatkoztatva (5. ábra). Mind a két leafy hibrid (Limasil, Dunasil), mind a hagyományos nemesítésű silókukorica hibrid (Maros) a korai éréscsoportba tartoznak. A termelt gáz mennyisége és a FAO szám közötti korreláció értéke -0,64, ami közepes erősségű, negatív előjelű, szignifikáns összefüggést mutatott. A vizsgált hibridek átlagában a kigázosodás átlagos mértéke 87,37% volt. A legnagyobb értékeket az Mv Limasil (89,5%), illetve a Maros (88,63%) fajtáknál mérték.

4. ábra. A leafy és nem-leafy silókukorica hibridek keményítő- és fehérjetartalma (2008)

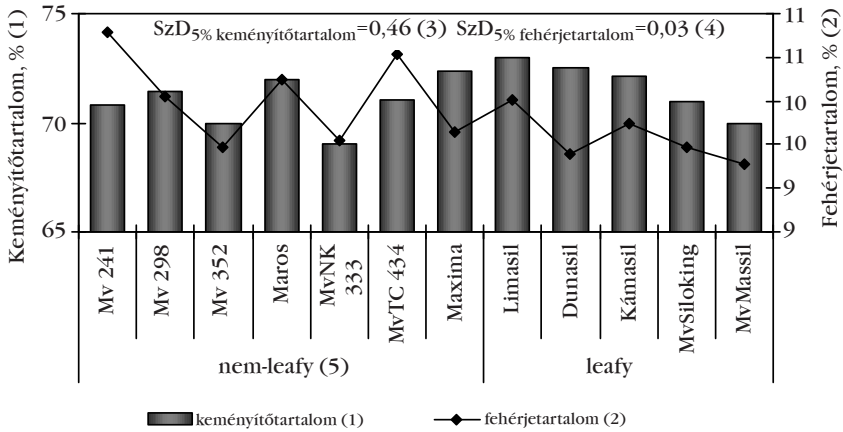


Figure 4. Starch and protein contents of leafy and non-leafy hybrids, in 2008. (1) Starch content, (2) Protein content, (3) $LSD_{5\%}$ starch content, (4) $LSD_{5\%}$ protein content, (5) Non-leafy.

5. ábra. A fajlagos biogáz kihozatal leafy és nem-leafy hibrideknél (2008)

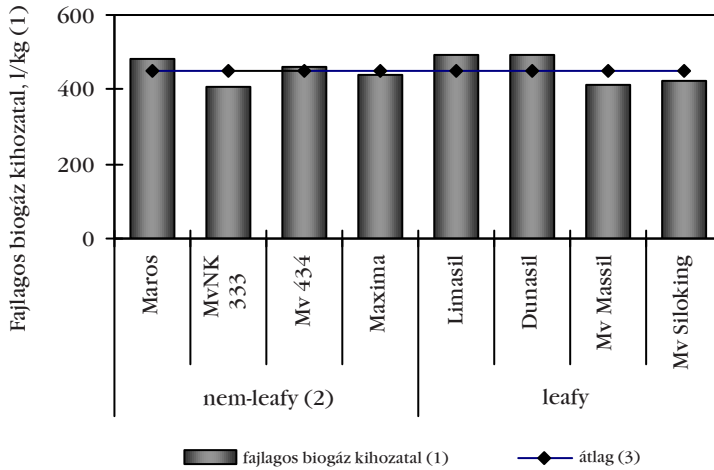


Figure 5. Specific biogas yield by leafy and non-leafy hybrids, 2008. (1) Specific biogas yield, (2) Non-leafy, (3) Average.

Következtetések

Kísérletünkben nem-leafy (hagyományos nemesítésű) és leafy silókukorica hibrideket hasonlítottunk össze agronómiai, beltartalmi tulajdonságok, valamint biogáz kihozatal alapján. Más szerzőkhöz hasonlóan megállapítottuk (*Shaver* 1983), hogy a leafy hibridek magasabbra nőttek, nagyobb volt a főcső fölötti levélterületük, mint a nem-leafy hibrideknek. Kísérletünkben – az irodalmi adatokkal megegyezően – a leafy hibridek főcsövei alacsonyabban helyezkedtek el, mint a nem-leafy hibrideké. A nagyobb, főcső fölötti asszimilációs levélterületnek köszönhetően a leafy hibridek egyedi produkciója volt a legnagyobb, ehhez elsősorban a hosszabb csövek és a nagyobb ezerszemtőmeg járult hozzá (*Stewart és Dwyer* 1993, *Begna et al.* 2001). A leafy hibridek szemtermésében nagyobb keményítőtartalmakat mértünk, mint a hagyományos nemesítésű hibridekében. A leafy hibrideknél tapasztalt nagyobb biogáz kihozatal valószínű ennek is köszönhető. Korábbi megállapításainkkal összhangban a 2007-es aszályos évben nőtt a kísérletben szereplő hibridek (leafy, nem-leafy) szemtermésének fehérje- és olajtartalma, a csapadékos 2008-as évben pedig a nagyobb keményítőbeépülés volt megfigyelhető (*Hegyi et al.* 2001).

Köszönetnyilvánítás

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósult meg. Pályázat azonosítója: GOP-1.1.1-07/1-2008-0080.

IRODALOM

- Andrews, C. J.–Dwyer, L. M.–Stewart, D. W.–Dugas, J. A.–Bonn, P.*: 2000. Distribution of carbohydrate during grainfill in Leafy and normal maize hybrids. *Can. J. Plant Sci.* 80. 1: 87-95.
- Begna, S. H.–Hamilton, R. I.–Dwyer, L. M.–Stewart, D. W.–Cloutier, D.–Assemat, L.–Foroutan-pour, K.–Smith, D. L.*: 2001. Morphology and yield response to weed pressure by corn hybrids differing in canopy architecture. *Eur. J. Agron.* 14: 293-302.

- Dijak, M. A.–Modarres, M.–Hamilton, R. I.–Dwyer, L. M.–Stewart, D. W.–Mather, D. E.–Smith, D. L.:* 1999. Leafy reduced-stature maize hybrids to short-season environments. *Crop Sci.* 39: 1100–1110.
- Dwyer, L. M.–Andrews, C. J.–Stewart, D. W.–Ma, B. L.–Dugas, J. A.:* 1995. Carbohydrate levels in field-grown leafy and normal maize genotypes. *Crop Sci.* 35: 1020–1027.
- Gömann, H.–Kreins, P.–Osterburg, B.–Breuer, T.:* 2007. Nutzungskonkurrenzen durch die Förderung von Biogas und anderen Energieträgern. *Agrarspectrum.* 40: 135–150.
- Gyenes-Hegyí, Zs.–Kizmus, L.–Záborszky, S.–Marton, L. Cs.:* 2001. Trend sin the protein and oil contents and thousand kernel mass of maize under various ecological conditions. *Növénytermelés.* 50. 4: 385–435.
- Modarres, A. M.–Hamilton, R. I.–Dwyer, L. M.–Stewart, D. W.–Dijak, M.–Smith, D. L.:* 1997. Leafy reduced-stature maize for short-season environments: Yield and yield components of inbred lines. *Euphytica* 97: 129–138.
- Montgomery, E. G.:* 1906. What is an ear of corn? *Popular Sci. Mon.* 68: 55–62.
- Perry, T. W.–Caldwell, D. M.:* 1969. Comparative nutritive value of silages made from high sugar male sterile hybrid corn and regular sterile hybrid corn and regular starch corn. *J. Dairy Sci.* 52: 1113–1117.
- Schittenhelm, S.:* 2008. Chemical composition and methane yield of maize hybrids with contrasting maturity. *Eur. J. Agron.* 29: 72–79.
- Shaver, D. L.:* 1983. Genetics and breeding of maize with extra leaves above the ear. *Proceedings of the Annual Corn and Sorghum Industries Research Conference.* 38: 161–180.
- Stewart, D. W.–Dwyer, L. M.:* 1993. Mathematical characterisation of leaf shape and area of maize hybrids. *Crop Sci.* 39: 422–427.
- Subedi, K. D.–Ma, B. L.:* 2005. Ear position, leaf area, and contribution of individual leaves to grain yield in conventional and leafy maize hybrids. *Crop Sci.* 45: 2246–2257.
- Weiland, P.:* 2006. Biomass digestion in agriculture: a successful pathway for the energy production and waste treatment in Germany. *Eng. Life Sci.* 6: 302–309.
- Weiland, P.:* 2007. Biogas. Stand und Perspektiven der Erzeugung und Nutzung in Deutschland. *Agrarspectrum.* 40: 111–122.

A szerzők levelezési címe - Address of the authors:

Dr. Hegyi Zsuzsanna-Tóthné Zsubori Zsuzsanna-RácZ Ferenc
MTA Mezőgazdasági Kutatóintézet
Martonvásár
BrunsZvik út 2.
H-2462