

Talajművelési eljárások hatása a cukorcirok (*Sorghum bicolor* L. Moench) beltartalmi paramétereire

KOVÁCS GERGŐ PÉTER–MIKÓ PÉTER–NAGY LÁSZLÓ–GYURICZA CSABA
Szent István Egyetem, Növénytermesztési Intézet, Gödöllő

Összefoglalás

A Szent István Egyetem Növénytermesztési és Biomassza-hasznosítási Bemutató Központjában (Szárítópusztá) 2009-ben vizsgáltuk a műtrágyázás és a talajművelési kezelek kombinációinak hatását cukorcirokra. A kísérleti terület a Gödöllői dombvidék kistáján fekszik. A szabadföldi kísérletet kedvezőtlen adottságú, rozsdabarna erdőtalajon állítottuk be. A terület éghajlata kontinentális típusú, jellemzőek az időjárási szélsőségek. A kísérlet évében a vegetációs időben lehullott csapadék 133 mm volt. A talaj K és foszfor ellátottsága megfelelő, N-ellátottsága gyenge. A kísérletben 4 talajművelési eljárás (szántás, kultivátorozás, tárcsázás, direktvetés) és 6 különböző trágyakezelés (50, 100 kg/ha N hatóanyag; 40, 80 kg/ha K hatóanyag) szerepelt. A kísérletben használt cukorcirokhibrid a *Sucrosorgo*. A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy a talajművelés módja és a trágyakezelés is hatással volt a zöldtömeg alakulására és a hektáronkénti etanol kihozatalra. A kontrollhoz képest az 50 kg/ha N hatóanyagszinten 9,8%–47,6%; 100 kg/ha N 9,7%–32%, 40 kg/ha K hatóanyagszinten 8,5%–17,6%, 80 kg/ha K 8,5%–33,9%, és a kombinált műtrágyaszinteken 50 kg/ha N–40 kg/ha K 9,2%–34,4%; 100 kg/ha N–80 kg/ha K 9,9%–39,9% refraktrométeres szárazanyag (Brix) növekedést mértünk a cukorcirok szárában. A talajművelés módja is hatással volt a kapott eredményekre. A direktvetéshez képest kontroll tápanyag-ellátási szinten a szántásos kezelésnél 82%-os, tárcsásnál 57%, kultivátorosnál 47%-os betakarításkori zöldtömeg-többletet mértünk. A direktvetés a 2009-es aszályos évben nem bizonyult megfelelőnek a cukorcirok számára. További kísérletek szükségesek annak megállapítására, hogy az évráthatás miképpen befolyásolja a cukorcirok beltartalmi paramétereit.

Kulcsszavak: cukorcirok, talajművelés, biomassza, refraktrométeres (Brix) száraz-anyagtartalom, etanol-kihozatal

The effect of soil cultivation on chemical properties of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench)

P. G. KOVÁCS–P. MIKÓ–L. NAGY–CS. GYURICZA

Szent István University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, Gödöllő

Summary

The effects of fertilisation and cultivation treatment combinations on sweet sorghum were studied at the Biomass Utilization and Crop Production Demonstration Centre of Szent István University (Szárítópusztá) in 2009. The trial field is located in the Gödöllő hills area. The field trial was conducted on poor quality rust-brown soil. The area has a continental type climate where extreme weather conditions are typical. The vegetation period had 133 mm of precipitation. The potassium and phosphorus supply in the soil is sufficient but the nitrogen supply is poor. The trial included four cultivation treatments (ploughing, cultivating, disking and direct sowing) and six different fertiliser treatments (50, 100 kg ha⁻¹ N active ingredient; 40, 80 kg ha⁻¹ K active ingredient). The sweet sorghum variety used in the trial was *Sucrosorgo*. Both the method of cultivation and the fertilisation had an effect on the amount of foliage and ethanol output per hectare. Where the level of active ingredient N was 50 kg ha⁻¹, the refractometric (Brix) dry matter content was increased by between 9.8% and 47.6% in the stem of sweet sorghum compared to the control treatment; at 100 kg ha⁻¹ N the increase was between 9.7% and 32.0%. At 40 kg ha⁻¹ K active ingredient it was between 8.5% and 17.6%, at 80 kg ha⁻¹ K it was between 8.5% and 33.9%, whilst with combined fertilisers at 50 kg ha⁻¹ N–40 kg ha⁻¹ K it was between 9.2% and 34.4%, and at 100 kg ha⁻¹ N–80 kg ha⁻¹ K it was between 9.9% and 39.9%. The method of cultivation also affected the results. The additional foliage was 82% with ploughing, 57% with disking and 47% with cultivator treatment compared to direct sowing at control nutrient levels. Direct sowing was not successful for sweet sorghum in 2009 as the year was affected by drought. Additional experiments are necessary to show how the crop year affects the chemical properties of sweet sorghum.

Key words: sweet sorghum, soil tillage, biomass, refractometric (Brix) dry matter content, ethanol-yield

Влияние почвообрабатывающих приёмов на параметры внутреннего содержания сахарного сорго (*Sorghum bicolor* L. Moench)

Г. П. КОВАЧ–П. МИКО–Л. НАДЬ–Ч. ДЮРИЦА

Университет им. Св.Иштвана, Институт Растениеводства, Гёдёллэ

Резюме

В Демонстрационном Центре Растениеводства и Применения биомассы Университета им.Св.Иштвана (Саритопуста) в 2009 году исследовали влияние комбинаций искусственных удобрений и обработок почвы на сахарное сорго. Опытная территория расположена на холмистых окрестностях Гёдёллэ. Грунтовые опыты проводили на неблагоприятной, ржавобурой, лесной почве. Климат участка континентального типа, характерны крайности погоды.

В год опыта в вегетационный период количество выпавших осадков было 133 мм. Обеспеченность почвы К и фосфором подходящее, обеспеченность N слабая. В опыте применяли 4 почвообрабатывающих приёма (вспашка, культивация, дискование, прямой посев) и 6 различных обработок удобрениями (50, 100 кг/га N действующего вещества; 40, 80 кг/га К действующего вещества). В опыте использовали гибрид сахарного сорго *Sucrosorgo*. На основании полученных результатов можно установить, что способ обработки почвы, а также и обработка удобрениями влияли на формирование зелёной массы и на количество полученного с гектара этанола. По сравнению с контролем на уровне 50 кг/га действующего вещества N 9,8%–47,6%; при 100 кг/га N 9,7%–32%, при 40 кг/га действующего вещества К 8,5%–17,6%, при 80 кг/га 8,5%–33,9%, и при комбинированных уровнях искусственных удобрений 50 кг/га N–40 кг/га К 9,2%–34,4%; при 100 кг/га N–80 кг/га К 9,9%–39,9% измерили рефрактометричный рост сухого вещества (Brix) в стебле сахарного сорго. Способ обработки почвы также повлиял на полученные результаты. По сравнению с прямым посевом на контрольном уровне обеспеченности питательными веществами при обработке вспашкой 82%-ое, при дисковании 57%-ое, при культиваторной 47%-ое увеличение зелёной массы при уборке измерили. В засушливом 2009 году прямой посев оказался неподходящим для сахарного сорго. Необ-

ходимы дальнейшие опыты для определения каким образом влияют погодные условия на параметры внутреннего содержания сахарного сорго.

Ключевые слова: сахарное сорго, обработка почвы, биомасса, рефрактометрическое содержание сухого вещества (Brix), получение этанола.

Bevezetés és irodalmi áttekintés

A cukorcirok a szemes cirok közeli rokona, a pázsitfűfélék családjába tartozó növény. Afrika sztyeppe- és szavannaterületein őshonos. Kiváló szárazságtűrő és gyengébb talajokon való jó alkalmazkodó-képessége révén perspektivikus növénye a növénytermesztésnek (*Sakellariou-Makrantonaki et al.* 2007). A cirok szárazságtűrését nagy kiterjedésű gyökérrendszerének, nagyszámú hajszálgyökereinek, szár- és levélzete felépítésének köszönheti, amelyek közül az utóbbiak jelentősen csökkentik a transzspirációt. A gyökerek vízfelvevő aktivitása kétszerese a kukoricáénak, az ehhez tartozó levélfelület pedig lényegesen kisebb. A cirok nem csak jobb vízmegkötő-képességgel, hanem hatékony párologtatás szabályozással is rendelkezik (*Szabó* 1983). Hosszabb aszályos periódus után, amikor az időjárás újra csapadékosabbra fordul a cirok regenerálódni képes (*Antal* 2000). Szárazság alatt anyagcsere folyamatait le tudja állítani. A silócirok kiváló szárazságtűrő képességét mutatja, hogy termésingadozása az évek között nem jelentős (*Izsáki és Németh* 2008). Legnagyobb területen az USA-ban és Ázsia egyes országaiban (elsősorban Indiában) termesztik. Az afrikai kontinensen Etiópiában, a humán élelmezésben van fontos szerepe a szemes cirok termesztésének (*Mekbib* 2006). Ázsiában egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek a cukorcirok bioüzemanyag alapanyagként történő felhasználására. Kínában az élelmiszerbiztonságot erősítik azzal, hogy bioüzemanyagok nem készülhetnek élelmiszer-alapanyagokból (*Tian et al.* 2009, *Zhang et al.* 2010). A cellulózban és ligninben gazdag cirkot egyre nagyobb arányban használják biológiai úton lebomló csomagolóanyagok előállítására. Technikai szempontból kedvező tulajdonsága, hogy nem vezet a statikus elektromosságot, így kiválóan alkalmas elektronikus eszközök csomagolására is (*Késmárki* 2005). Míg a mérsékelt égövi országokban főként silótakarmánynak vetik, addig trópusi, szubtrópusi területeken elterjedt a cukorlé nyeres céljából történő termesztés. Cukortartalma nagyobb a cukor-

répánál, a 18–20%-ot is elérheti, ami azonban nem kristályosítható. A második világháború után a cukorgyártás beindulásáig a – belőle kisajtolt és besűrített – cukordús szirup helyettesítette a cukrot (Bocz 1996). Napjainkban hazai vetésterülete eléri a 20000–30000 hektárt, ennek legnagyobb részét az állattenyésztés hasznosítja silózott takarmány formájában. Hazánkban kezdetben a Sumac nevű barna cukorcirok-változat terjedt el. Az 1980-as évektől a nagyobb termőképességű (18–22 t/ha szárazanyag) hibrideket termesztették (Bocz 1996). A cukorcirok az egyik legnagyobb hozamú szántóföldi növényünk, hektáronként 80–120 tonna zöldtermés és 20–30 tonna szárazanyag-termés elérésére képes egy évben (Grabner 1942, Józsa 1976, Barabás és Faragó 1980, Szabó 1983, Gyuricza 2008). A jelenleg használt bioetanol előállítására alkalmas növények közül a cukorcirok tisztaszesz kihozatala 1000 l/ha és 5000 l/ha között mozog. A kihozatali értékeket jelentősen befolyásolják a termesztési terület klimatikus tényezői és a választott agrotechnikai eljárások. A cirok etanol kihozatala meghaladhatja a kukorica (2115 l/ha) és a búza (1767 l/ha) tisztaszesz kihozatalát. A legjobb genotípusok 6000 l/ha hozam elérésére is képesek. Ezt támasztják alá Zhao *et al.* (2009) vizsgálatai is, amelyekben a szárban található cukrokból előállított hektáronkénti bioetanol hozam elérte az 5414 l/ha-t. Bai (2004) számításai alapján a cukorcirokból előállított bioetanol önköltségi ára 60–70 Ft/l, amely a legalacsonyabb a hazánkban jelenleg is köztermesztésben lévő bioetanol előállítására alkalmas energetikai alapanyagok közül. Gnansounou *et al.* (2005) és Fogarassy (2001) arra a következtetésre jutottak, hogy bioetanol előállítás szempontjából a cukorcirok az egyik legígéretesebb a jelenleg vizsgált és kutatott ipari méretekben is hasznosítható növények közül. A cukorcirok nemcsak bioetanol előállítására alkalmas, a hidrogén alapanyaga is lehet. 1 tonna cukorcirokszár n-butil-acetátos fermentálása során 30 m³ hidrogén, 114 kg butanol és 40 kg aceton keletkezik (Pantskhava és Pozharnov 2006). A hidrogén üzemanyagcellákban való felhasználásával olcsó környezetbarát villamos energia állítható elő (Lay *et al.* 1999). A cukorcirok kukoricához hasonló, kiváló biogáztermelő képességgel rendelkezik. Biogázüzemekben való felhasználásában is jelentős potenciál rejlik (Gosse 1996, Karellas *et al.* 2010). Egy tonna cukorcirok biogáz hozama 600–1000 m³ (Weiland 2000). Egy kilogramm cukorcirok szárból 78 l metán állítható elő (Antonopoulou *et al.* 2008). A hazai és nemzetközi szakirodalom alapján megállapítható, hogy a cukorcirok jó alapanyagot jelenthet a bioetanol és biogáz üzemek számára, és alternatívát biztosít azokon a területeken, ahol a kukorica

termesztése nem gazdaságos, viszont a betakarítás, tárolás, termesztéstechnológia és biológiai alapok terén szükségesek még kutatások, hogy a növényben rejlő potenciális lehetőségeket teljes mértékben kiaknázhassuk.

Anyag és módszer

A kísérletet 2009. április 28-án állítottuk be a SZIE Növénytermesztési és Biomassza-hasznosítási Bemutató Központjában (Szárítópusztza). A kísérleti terület a Gödöllői dombvidék kistáján fekszik, a tengerszint feletti magassága 227 m. A terület az északi szélesség 47°46' és a keleti hosszúság 19°21' koordinátáinak metszéspontján található. Az éghajlat kontinentális típusú, jellemzőek az időjárási szélsőségek. Az évi középhőmérséklet sokéves átlaga 9,7 °C. Az átlagos csapadékmennyiség 550 mm, melynek kétharmada a nyári félévben (IV–IX.) hullik. A kísérleti terület időjárási viszonyait az 1. táblázat mutatja.

1. táblázat. A kísérleti terület meteorológiai adatai (2009)

Hónapok (1)	Csapadékmennyiség (mm) (2)	Átlaghőmérséklet (°C) (3)
Április (4)	2,0	15,41
Május (5)	30,4	17,62
Június (6)	54,0	18,18
Július (7)	18,0	22,60
Augusztus (8)	27,0	21,82
Szeptember (9)	4,0	18,28
Téli félév (X–III.) (10)	255,4	3,86
Sokévi átlag (11)	550,0	9,7

Table 1. Meteorological data at the experimental site (2009). (1) Months, (2) Rainfall (mm), (3) Average temperature (°C), (4) April, (5) May, (6) June, (7) July, (8) August, (9) September, (10) Winter term (11) Multi-year average.

A kísérleti tér talaja a barnaföldek típusán belül a rozsdabarna erdőtalajokhoz (*Chromic Luvisol*) sorolható. Alapköze harmadkori homok és márga, amelyet különböző vastagságban lösz takar, erre negyedkori homok rakódott, amelyet a tetőkről nagyrészt a völgyekbe sodort a szél és a víz, ezért a völgyek homokosabbak, mint a tetők. A talaj fizikai félesége homokos vályog, amely tö-

mörödésre érzékeny. A talaj felső 20 cm-es rétegében 53% homok, 26% vályog és 20% agyagfrakció található. A feltalaj (0–35 cm) agyagtartalma 26%, vízvezető-képessége jó, az altalajé gyenge. A feltalaj humusztartalma gyenge ugyanúgy, mint N-ellátottsága. K és P ellátottsága megfelelő. A kísérleti tér talajának 2009-es alapvizsgálati adatait a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat. A kísérleti tér fontosabb talajtani adatai (2009)

Genetikus talajszintek (1)	Mélység (cm) (2)	pH (H ₂ O) (3)	K _A (4)	CaCO ₃ % (5)	Humusz % (6)	Összes		
						N	AL-P ₂ O ₅	AL-K ₂ O
						mg/kg (7)		
Asz	0–40	6,76	30	0,00	1,32	16,8	371,1	184,0
B	40–60	7,08	40	0,00	1,04	11,9	33,0	112,0
BC	60–70	7,66	61	0,00	0,88	2,0	123,0	127,1
C	70–100	8,10	60	5,57	0,54	16,8	107,5	110,8

Table 2. Soil properties at the experimental site (2009). (1) Soil horizons, (2) Depth of soil, (3) pH values, (4) Plasticity limit, (5) Calcium carbonate content, (6) Humus %, (7) N-P-K content (mg kg⁻¹).

A kísérletben négy különböző talajművelési eljárást alkalmaztunk (3. táblázat), és hét különböző tápanyag-ellátási szintet (4. táblázat) állítottunk be sávos elrendezésben, három ismétlésben. A parcellák száma 84 (7 tápanyag-ellátási variáns × 4 talajművelési eljárás × 3 ismétlés). A parcellák bruttó mérete 112 m², nettó 82 m².

3. táblázat. A kísérletben szereplő talajművelési eljárások művelési mélységei

Talajművelési eljárások (1)	Szántás (2)	Kultivátor (3)	Tárcsa (4)	Direktvetés (5)
Művelési mélység (cm) (6)	22–25	10–14	16–20	0

Table 3. Depth of soil tillage. (1) Soil tillage, (2) Ploughing, (3) Cultivation, (4) Disking, (5) Direct drilling, (6) Tillage depth.

4. táblázat. Tápanyagellátási kezelések

Kezelések (1)	N ₀ K ₀	N ₁ K ₀	N ₂ K ₀	N ₀ K ₁	N ₀ K ₂	N ₁ K ₁	N ₂ K ₂
N kg/ha	0	50	100	0	0	50	100
K ₂ O kg/ha	0	0	0	40	80	40	80

Table 4. Nutrition supply treatments. (1) NK treatments.

A kísérletben használt cukorcirok hibrid a *Sucrosorgo*. A kísérlet előveteménye kukorica volt. Az alpművelést szárzúzás és a maradványok sekély talajba keverése előzte meg. A tarló kigyomosodása után mechanikai tarlóápolást végeztünk. A vegetációs időszak során sorközművelő kultivátorral, egy alkalommal történt mechanikai gyomszabályozás. A kártevők és kórokozók elleni kémiai védekezésre nem volt szükség. A betakarításra 2009. október. 4-én került sor. A vegetációs időszak során az állományban fenológiai (tőszám, növénymagasság, levélszám, szárátmérő, biomassza tömeg) méréseket végeztünk. A vegetációs időszak során a fenológiai mérések kiegészültek beltartalmi mérésekkel (refraktométeres szárazanyag-meghatározás). Az etanol kihozatal meghatározása az alábbi számítási módszerrel történt (*Zhao et al.* 2009):

$$BEY = W_{as} \times D_p \times M_s \times Bx^\circ \times CF_e \times E_{fr} \times \rho$$

BEY = bioetanol kihozatal (bioetanol yield) (l/ha)

W_{as} = átlagos szártömeg (average stalk weight) (gramm/növény)

D_p = hektáronkénti tőszám (plant density) (tő/ha)

M_s = szár nedvességtartalma (stalk moisture content) (%)

Bx° = Brix-fok (Brix-value) (g/100g)

$CF_e = 0,51$ - cukorból etanol váltószám (conversion factor of ethanol from sugar)

$E_{fr} = 0,85$ - fermentációs hatékonyság (process efficiency of ethanol from sugar)

$\rho = 1000/0,79$ - etanol sűrűség (density of ethanol) (g/mL)

A cukortartalmat a refraktométeres szárazanyag (Brix) segítségével határoztuk meg. A digitális refraktométer szárazanyagot mért, ezt azonban nem lehet egyértelműen a szacharóz tartalommal azonosítani, de nagymértékben korrelál a

teljes cukortartalommal. Minden egyes kezelésből ismétlésenként 2 növény-mintát vettünk. A cukortartalom méréseket nóduszonként végeztük. A teljes növényt szétváltuk nóduszonként, a megkapott internódiumokat egyenként kipréseltük, és az így kinyert lémintákat lemértük. A minta méréséhez az ATAGO PR-201 típusú digitális kézi refraktométert használtuk (1. ábra).

1. ábra. Refraktométeres szárazanyag meghatározás digitális refraktométerrel



Figure 1. Brix measuring.

A refraktométert minden egyes mérési sorozat megkezdése előtt desztillált vízzel kalibráltuk a mérés hitelessége és pontossága érdekében. A zöldtömeg meghatározásához minden kezelésből 10 folyóméternyi cukorcirok mintát vágunk ki. A növényeket ezután Kern De típusú ipari táramérlegen lemértük, amelynek osztásmértéke 10 gramm.

A különböző tápanyag-ellátási szintek és talajművelési eljárások zöldtömegre, etanol kihozatalra gyakorolt hatásának kimutatására a statisztikai értékelést a Microsoft Excel Analysis Toolpak program segítségével végeztük. Statisztikai értékelésre kéttényezős varianciaanalízist alkalmaztunk (Baráthné et al. 1996, Sváb 1981).

Kísérleti eredmények értékelése, megvitatása

A talajművelés és a növénytáplálás hatása a cukorcirok zöldtömegére

A kísérleti év első hónapjai csapadékban rendkívül hiányosak voltak, a január–április közötti időszakban 15 mm eső hullott. A vetés időszakára 25–30 cm

mélységig kiszáradt talajba kerültek a magok. A száraz talajállapot hatással volt a cirok csírázására és kezdeti fejlődésére. A vegetációs időszak végig aszályos volt, szeptemberig mindössze 133 mm csapadék hullott, ami csaknem 200 mm-rel maradt el a sokévi átlagtól. A klíma szélsőségek – kiszámíthatatlan téli és tenyészidei csapadék, kedvezőtlen csapadékeloszlás, a hőség- és a meleg napok nagy száma stb. – azonban arra figyelmeztetnek, hogy térségünkben nem tanácsos nedvesség pazarló gazdálkodást folytatni (Birkás 2009). A művelésnek napjainkban mind fontosabb célja a nedvesség megtartás mellett a talaj vízbefogadó képességének növelése (Várallyay 2007). A kísérlet során betakarított biomassza mennyiségét ennek ismeretében kell értékelni. Az 5. táblázat tartalmazza a talajművelés és trágyázás varianciaanalízis eredményeit, zöldtömegre. A tényezők hatását összehasonlítva megállapítható, hogy az MQ érték alapján a talajművelés hatása a legjelentősebb. A talajművelés × trágyázás kölcsönhatása is szignifikáns volt.

5. táblázat. A talajművelés és növénytaplálás zöldtömegre gyakorolt hatásának varianciaanalízis táblázata, t/ha (Gödöllő 2009)

Tényezők (1)	MQ	DF	F-érték (2)
Talajművelés (3)	2451,81	3	32,99**
Trágyázás (4)	410,94	6	3,89*
Talajművelés × Trágyázás (5)	83,93	18	1,87*

*P = 5%-os szinten szignifikáns, **P = 1%-os szinten szignifikáns.

Table 5. Variance analysis result of the effect of soil cultivation and nutrition on the biomass yield, t ha⁻¹ (Gödöllő 2009). (1) Factors, (2) F value, (3) Soil cultivation, (4) Nutrition, (5) Soil cultivation × nutrition. *P = significant at the 5% level, **P = significant at the 1% level.

A betakarításkori zöldtömeg meghatározását a cirok teljes érésekor végeztük (6. táblázat). A talajművelési eljárások közül a szántásos művelésnél mértük a legnagyobb zöldtömeget (56,11 t/ha), a direktvetés esetén pedig a legkisebbet (12,14 t/ha). A 2009-es évben a direktvetéses művelés kedvezőtlen volt a cukorcirok egyedfejlődésére. A terméshozam és a talajművelési eljárások között szoros összefüggést állapított meg Laddha és Totawat. (1997) cukorcirok állományban. Kísérletében a mélyítő művelések hatására a talaj vízbefogadó és

raktározó képessége megnövekedett, ezáltal a cukorcirok vízfelhasználását jobban elősegítő talajművelési eljárásnak köszönhetően nagyobb terméshozamokat ért el. Kísérletünk is ezt igazolta. Direktvetésnél a talaj a téli csapadékot nem képes kellő mértékben befogadni és raktározni. A kultivátoros és a tárcsás kezeléseknél hasonló értékeket kaptunk. A kontrollhoz képest szignifikáns különbség figyelhető meg a különböző tápanyagszintek között. Az N_2K_0 (100kg/ha N hatóanyag) kezelésnél mértük a legnagyobb zöldtömeget (56,11 t/ha). *Izsáki és Németh* (2008) is hasonló eredményeket kaptak a saját tartamkísérletükben. A legjelentősebb terméshozam növekedést a 80 kg/ha N - trágyázás esetén mérték a kontrollhoz képest. A nagyobb N-adagok - a 160, 240 kg/ha N-trágyázás - nem eredményeztek további érdemi termésmennyiség gyarapodást. Kísérletünkben a *Tian et al.* (2009) 60 t/ha és *Smith et al.* (1987) 115 t/ha, által közölt friss biomasz eredmények nem realizálódtak a 2009-es évben.

6. táblázat. *Betakarításkori zöldtömeg (2009. 10. 05)*
(Gödöllő 2009)

Kezelések NK (1)	Talajművelési eljárások (2)				SzD _{5%} (7)	Átlag (8)
	Szántás (3)	Kultivátor (4)	Tárcsázás Zöldtömeg (t/ha) (5)	Direktvetés (6)		
N_0K_0	26,50	21,42	22,88	14,52		21,33
N_1K_0	40,63	25,55	28,28	13,73		27,04
N_2K_0	56,11	35,23	34,07	15,15		35,14
N_0K_1	39,76	18,96	19,76	13,96		23,11
N_0K_2	37,98	22,69	26,03	14,20	3,7	25,22
N_1K_1	42,77	24,60	26,98	12,14		26,62
N_2K_2	46,17	48,96	30,23	21,19		36,64
SzD _{5%} (7)			2,6			
Átlag (8)	41,41	28,20	26,89	14,98		

Table 6. Biomass yield at harvest time (2009. 10. 05.) (Gödöllő 2009). (1) NK treatment, (2) Soil tillage, (3) Ploughing, (4) Cultivation, (5) Disking - Biomass yield (t ha⁻¹), (6) Direct drilling, (7) LSD_{5%}, (8) Average.

A refraktométeres szárazanyag (Brix) alakulása a cukorcirok szárában

A cukorcirok szárában található cukortartalom meghatározására a Brix-fokot használtuk. A méréseket négy különböző alkalommal végeztük el. Az eltérő mérési időpontok szemléltetik a cukorcirok szárában a cukortartalom változásának dinamikáját. A mérési eredményeket a 2. ábráson mutatja. Az adatok kiértékelése után a kontroll (N_0K_0) tápanyag-ellátási szinthez képest a legmagasabb Brix értékeket az N_1K_1 kezelés esetén tapasztaltuk. A 2009. szeptember 21. mérési időpontban a szántásos talajművelés esetében megközelítőleg 22-es Brix értéket mértünk. A kontrollkezelésben a direktvetésnél mind a négy mérési időpontban 12–14 Brix-fok közötti értékeket mértük. A N_2K_0 és N_2K_2 kezelések esetén megfigyelhető, hogy mind a négy talajművelési eljárás esetén 16 és 18 Brix közötti értékeket kaptunk. A jelentős mennyiségű (100 kg N, 80 kg K) tápanyag hatására a talajművelések közötti eltérések mérséklődtek. *Pholsen et al.* (2001) kísérletében a kis hatóanyag-tartalmú N és K műtrágyázás hatására a kontrollhoz képest nem növekedett a Brix-fok. A nagyobb adagokban kijutatott N (185,5 kg/ha) és K (150 kg/ha) hatására pedig 20%-kal is csökkent a cirokszár cukortartalma. Eredményeik alapján a K-nak nem volt kimutatható cukortartalom növelő hatása. *Buxton et al.* (1999) megállapította, hogy a nagy mennyiségben kijutatott N gátolja a K felszívódását a gyökereken keresztül. A különböző időben történt mérések célja a maximális hektáronkénti cukorkihozatal pontos meghatározása volt. *Tsuchihashi és Goto* (2004) szerint 3 cukorcirok hibrid (Wray, Keller, Rio) vizsgálata alapján a virágnyílás utáni 50–60. nap között volt a szárban a legmagasabb a cukortartalom. A 2. ábráson megfigyelhető, hogy kísérletünkben a 2009. szeptember 29-i mérési időpontban érte el a legmagasabb cukortartalmat a cirokszár. Összességében megállapítható, hogy mind a talajművelésnek és a tápanyagellátásnak is szerepe volt a cukortartalom alakulásában.

Etanol kihozatal

A kéttényezős sávós kísérleti elrendezés varianciaanalízisét az etanol kihozatalra is elvégeztük (7. táblázat). A közepes négyzetes eltérés (MQ) értékek alapján a tényezők közül a talajművelésnek volt a legjelentősebb hatása, ezután következett a trágyázás hatása. A talajművelés \times trágyázás kölcsönhatás szignifikáns volt a kísérlet évében.

2. ábra. Tápanyag-ellátottsági kezelések hatása a refraktométeres szárazanyag (Brix) dinamikájára

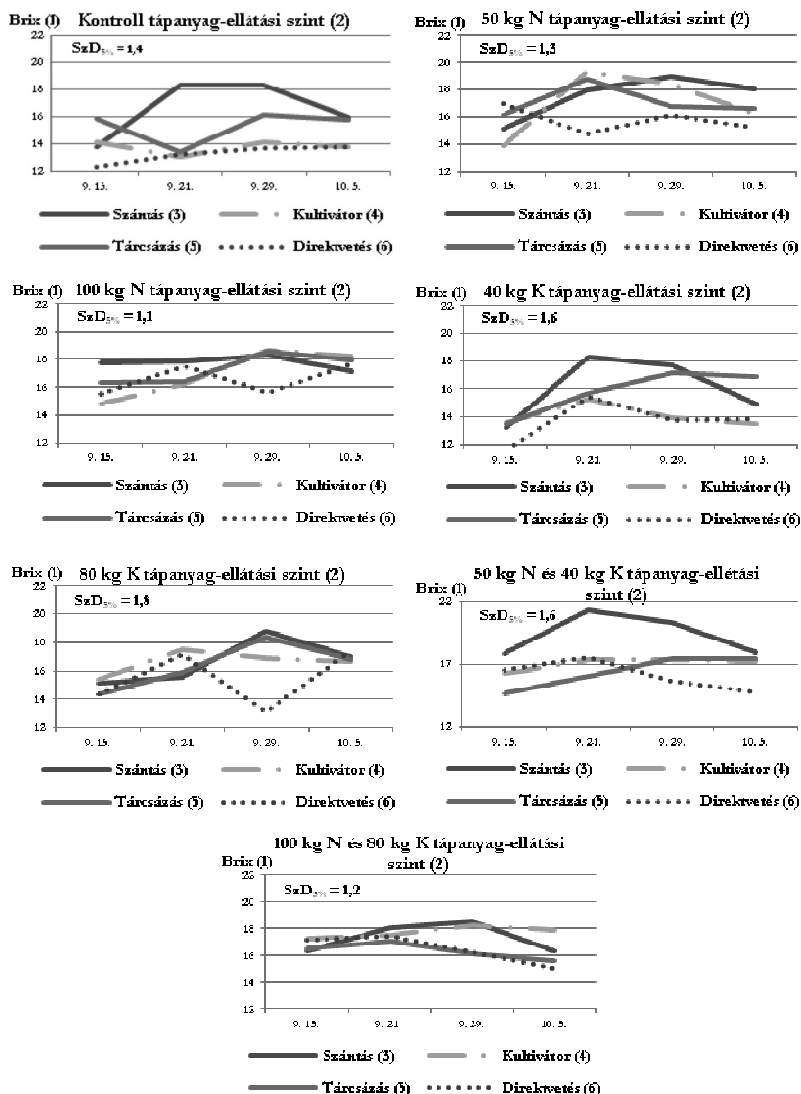


Figure 2. Effect of treatment on the sugar content of sweet sorghum. (1) Brix value, (2) Nutrition treatments, (3) Ploughing, (4) Cultivation, (5) Disking, (6) Direct drilling.

7. táblázat. A talajművelés és növénytáplálás etanol kihozatalra gyakorolt hatásának varianciaanalízis táblázata (l/ha) (Gödöllő 2009)

Tényezők (1)	MQ	DF	F-érték (2)
Talajművelés (3)	22 891 963,38	3	320,86**
Trágyázás (4)	12 000 648,46	6	109,93**
Talajművelés × Trágyázás (5)	1 244 783,97	18	10,16**

**P = 1%-os szinten szignifikáns.

Table 7. Variance analysis result of the effect of soil cultivation and nutrition on the ethanol yield (l ha⁻¹) (Gödöllő 2009). (1) Factors, (2) F value, (3) Soil cultivation, (4) Nutrition, (5) Soil cultivation × nutrition. **P = significant at the 1% level.

A 8. táblázat tartalmazza a kísérleti év etanol kihozatali értékeit. A talajművelés módja és a tápanyag-gazdálkodás is hatással volt a hektáronkénti etanol kihozatalra. Szignifikáns különbség figyelhető meg az egyes tápanyag és talajművelési kezelések között. Kontroll tápanyagszinten a szántásos talajművelésnél 1894 l/ha, kultivátorosnál 680 l/ha, tárcsásnál 1019 l/ha és direktvetésnél 169 l/ha etanol kihozatalt mértünk. A direktvetéshez képest a kontroll tápanyagszinten a szántásos művelés esetén az elméleti hozam 11-szeres volt. A legnagyobb tápanyagszinten (N₂K₂) a szántásos művelésnél 5099 l/ha, kultivátorosnál 3501 l/ha, tárcsásnál 2879 l/ha és direktvetésnél 1894 l/ha értékeket mértünk. A direktvetés kedvezőtlennek bizonyult a cukorcirok termesztése szempontjából. A kultivátoros és tárcsás művelés esetén megközelítőleg hasonló értékeket kaptunk minden tápanyagszinten, ez alól kivételt képez a N₂K₀-ás tápanyagszint, ahol a kultivátoros kezelésnél 2641 l/ha, a tárcsásnál 4045 l/ha etanol-kihozatalt számoltunk ki. A kizárólagosan K-ot tartalmazó, N₀K₁ és N₀K₂ kezelések szántásos művelésnél 1055 l/ha és 1762 l/ha, kultivátorosnál 1108 l/ha és 1407 l/ha, tárcsásnál 1238 l/ha és 1276 l/ha és direktvetésnél 170 l/ha és 223 l/ha etanol-kihozatali értékeket eredményeztek.

Csupán K műtrágyázással a hektáronkénti etanol kihozatal nem növelhető, a megfelelő eredmények érdekében ki kell egészíteni N-alapú műtrágyázással. *Macesic et al.* (2008) öt különböző cukorcirok hibridet vizsgált három éven keresztül. Az átlagos etanol-kihozatal az öt hibridnél 2447 l/ha és 3159 l/ha között alakult a három év átlagában. A kísérleti területre kijutatott 156 kg/ha N, 156 kg/ha K és 156 kg/ha P műtrágya hozzájárult a kimagasló hozamok eléréséhez.

8. táblázat. A talajművelés és tápanyag-ellátottság hatása az etanol kihozatalra (Gödöllő, 2009)

Kezelések NK (1)	Talajművelési eljárások (2)				SzD _{5%} (7)	Átlag (8)
	Szántás (3)	Kultivátor (4)	Tárcsázás			
			Etanol (l/ha) (5)	Direktvetés (6)		
N ₀ K ₀	1894	680	1019	169		940,50
N ₁ K ₀	4764	1883	2437	373		2364,25
N ₂ K ₀	4716	2641	4045	909		3077,75
N ₀ K ₁	1055	1108	1238	170		892,75
N ₀ K ₂	1762	1407	1276	223	164,3	1167,00
N ₁ K ₁	4812	2269	2508	1179		2692,00
N ₂ K ₂	5099	3501	2879	1579		3264,50
SzD _{5%} (7)			122,1			
Átlag (8)	3443,14	1927,00	2200,28	657,43		

Table 8. Effect of soil tillage and fertilization on the ethanol yield (Gödöllő 2009). (1) NK treatment, (2) Soil tillage, (3) Ploughing, (4) Cultivation, (5) Disking - Ethanol (l ha⁻¹), (6) Direct drilling, (7) LSD_{5%}, (8) Average.

A kísérlet éveinek időjárása is optimális volt a cukorcirok fejlődése szempontjából. A cukorcirok két vágásfordulóval 10 000 l/ha alkohol kihozatalra is képes, amely magasabb, mint a kukorica (3000 l/ha), cukornád (5600 l/ha) és az édesburgonya (5000 l/ha) (Liu és Lin 2009). Liu és Lin (2009) kutatásában a termőterület megválasztásánál a cukorcirok fejlődése szempontjából legmegfelelőbb területet választották ki. A kísérleti tér klímája trópusi volt, amelynél a hosszú tenyészidejű hibridek is nagy biztonsággal be tudtak érni és ezek a hibridek eredményezték a legmagasabb Brix értékeket. A magas hozamok hátterében az optimális agroökológia tényezőkön kívül, a nagy mennyiségben kijuttatott műtrágyának is jelentős szerepe volt. Az 1983-as évben Smith *et al.* (1987) kilenc különböző termőhelyen hat cukorcirok hibridet vizsgáló tartamkísérletében az elméleti etanol kihozatal 4418 l/ha-tól (michigani kísérleti tér) 9157 l/ha-ig terjedt (hawai kísérleti tér). A hawai kísérleti területen egy évben kétszer volt cukorcirok betakarítás. A kimagasló hozamok elérését elő-

segítette, hogy a hawaii kísérleti terület agroökológia adottságai feleltek meg legjobban a cukorcirok termesztési feltételeinek. Ezen területen volt a legtöbb a napsütéses órák száma, amely pozitívan befolyásolta a növény egyedfejlődését. A nagy adagokban kijuttatott N is hozzájárult az extra hozamok elérésében. Összességében megállapítható, hogy a megfelelő klimatikus tényezők és a szakszerű növénytáplálás nagymértékben befolyásolják a cukorcirok etanol kihozatali értékeit.

A N és a K trágyázás hatása a cukorcirok betakarításkori zöldtömegére.

A 9. táblázat tartalmazza 1 kg N és K hatóanyag hasznosulását eltérő talajművelési eljárások esetén. A táblázatban közölt eredmények megmutatják, hogy 1 kg N hatóanyag a szántásos kezelés esetén tudta legjobban érvényesíteni hatását. Az N_1K_0 és N_2K_0 kezelések esetén 282,6 és 296,1 kg-mal növelte meg a hektáronkénti zöldtömeget.

9. táblázat. *Egységnyi (1kg NK) hatóanyag hatása a cukorcirok betakarításkori zöldtömegére*

Kezelések	Talajművelési eljárások			
	(1)	(2)	(3)	(4)
NK	Szántás	Kultivátor	Tárcsázás	Direktvetés
(1)	(3)	(4)	(kg/ha)	(6)
			(5)	
N_1K_0	282,6	82,6	108	n.a.
N_2K_0	296,1	138,1	111,9	6,3
N_0K_1	131,5	n.a.	n.a.	n.a.
N_0K_2	143,5	15,9	39,4	n.a.

Table 9. Nutrition effect on the sorghum biomass. (1) NK treatment, (2) Soil tillage, (3) Ploughing, (4) Cultivation, (5) Disking (kg ha⁻¹), (6) Direct drilling.

A direktvetés esetén csak az N_2K_0 tápanyag-szinten kaptunk értékelhető adatot. Direktvetésben 1 kg N 6,3 kg-mal növelte meg a hektáronkénti zöldtömeget. Az N_1K_0 , N_0K_1 és N_0K_2 tápanyagszinteken a kontrollkezeléshez képest kevesebb volt a betakarításkori zöldtömeg, ezért nem tudtunk hatóanyag-hatást számítani. A kísérleti terület talaja N-nel gyengén ellátott, ezért mértünk

a csupán K műtrágyás kezeléseknél (N_0K_1 , N_0K_2) gyenge eredményeket. K-mal és P-ral viszont megfelelően ellátott a terület, ezért a N műtrágyával kezelt területeken a cukorcirok egyedfejlődéséhez szükséges K mennyiség rendelkezésre állt a vegetációs időszakban. A szántásos, kultivátoros és tárcsás talajműveléseknél megfelelő mennyiségű nedvesség állt rendelkezésre a talajban, amely hatására a cukorcirok a kijuttatott műtrágya adagokat hasznosítani tudta. A talaj alacsony nedvességtartalma gátlón hatott a tápanyagok felszívódására. Ezt támasztják alá *Ouédraogo et al.* (2007) kísérletei is, amelyekben a műveléses és művelés nélküli agrotechnikai eljárások N felvételre gyakorolt hatását vizsgálták cukorcirok állományban.

A N és a K trágyázás hatása a cukorcirok etanol kihozatalára

Amint a 10. táblázat adatai mutatják, a szántásos talajművelés N_1K_0 kezelésénél, 1 kg N hatóanyag 57,4 literrel növelte az egy hektárról lekerülő etanol hozamot. N_1K_0 hatóanyagszinten kultivátoros kezelésnél 24 literrel, tárcsás kezelésnél 28,4 literrel növelte meg a N a hektáronkénti etanol kihozatalát.

10. táblázat. *Egységnyi (1 kg NK) hatóanyag hatása a cukorcirok etanol kihozatalára*

Kezelések NK (1)	Talajművelési eljárások (2)			
	Szántás (3)	Kultivátor (4)	Tárcsázás (l/ha) (5)	Direktvetés (6)
N_1K_0	57,4	24	28,4	4,1
N_2K_0	28,2	19,6	30,3	7,4
N_0K_1	n.a.	10,7	5,5	n.a.
N_0K_2	n.a.	9,1	3,2	0,6

Table 10. Nutrition effect on the ethanol yield. (1) NK treatment, (2) Soil tillage, (3) Ploughing, (4) Cultivation, (5) Disking ($l\ ha^{-1}$), (6) Direct drilling.

Szántásos művelésnél N_0K_1 és N_0K_2 -es, direktvetésnél N_0K_1 -es hatóanyagszinten nem kaptunk értékelhető adatokat. Ennek hátterében a kísérleti terület tápanyagtökéje húzódik meg. A talaj N ellátottsága gyenge, ezért a N jobban

tudta érvényesíteni hatását. A talaj K és P-ellátottsága megfelelő, ezért a növény számára szükséges K a talajban már rendelkezésre állt, ezért az utólagos K trágyázás nem tudta kifejteni termésmenvelő hatását.

Következtetések

A talajművelés és a növénytáplálás hatásait vizsgáltuk cukorcirokban rozsdabarna erdőtalajon a 2009-es évben. Kísérletünk igazolta, hogy a kedvezőtlen adottságú termőhelyeken megfelelő talaj-előkészítéssel elegendő nedvesség őrizhető meg talajainkban. Eredményeink alapján a forgatásos alapművelés bizonyult a legjobb agrotechnikai eljárásnak. A megfelelő mértékben átforgatott és lezárt talajba a téli csapadék könnyebben beszivárog és raktározódik. Erre a vízbázisra tudott támaszkodni a cirok a szántásos kezelés esetén, és ez az egyik oka a direktvetéses technológiában mért kedvezőtlen eredményeknek. Vizsgálataink szerint a N_2K_0 (100 kg/ha N), N_1K_1 (50 kg/ha N, 40 kg/ha K) és a N_2K_2 (100 kg/ha N, 80 kg/ha K) tápanyagszintek bizonyultak a legkedvezőbbnek. A N elősegítette a vegetatív részek fejlődését, a K pedig a beltartalmi értékeken javított. A kizárólagosan K-ot használó műtrágyás (N_0K_1 ; N_0K_2) kezelések nem voltak célravezetők. Kizárólag a beltartalmi paraméterek javításával nem lehet kellő mennyiségű etanol kihozatalt elérni. Kutatásaink alapján megállapítottuk, hogy az etanol kihozatal négy legfontosabb tényezője a cirokszár tömege, a hektáronkénti tőszám, a növény szárában található oldható cukrok koncentrációja és a helyes betakarítási idő megválasztása. Az agrotechnikai eljárásoknak mindig a növény és a talaj igényeihez kell igazodniuk. A kísérleti terület ökológiai adottságai kifejezetten kedvezőtlenek, ami a vizsgálati év aszályos időjárásával párosult. A cukorcirok energetikai célú termesztésének a gyakorlatban a kedvezőtlen adottságú területeken lehet létjogosultsága, ezért a fenti eredmények iránymutatóak lehetnek kedvezőbb évjáratok esetére is. A növénytermesztési kutatások eredményei még ugyanazon termőhelyi viszonyok között is feltételesen terjeszthetők ki más időjárási feltételek közé, azonban az aszályos évek egyre valószínűbb megjelenése miatt a 2009. évi eredményeink kiindulópontjai lehetnek a cukorcirok energetikai célú termesztése során. További kísérletek szükségesek annak megállapítására, hogy az eltérő évjáratok, a tápanyagszintek és a művelési eljárások miképpen befolyásolják a cukorcirok biomassa és bioetanol hozamát.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TECH_08_A4_NTTIJM08 pályázat eredményeként az NKTH támogatásával jött létre, mely támogatás forrása a Kutatási és Technológiai Innovációs Alap.

IRODALOM

- Antal J.*: 2000. Növénytermesztők zsebkönyve. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 107–338.
- Antonopoulou, G.–Gavala, H. N.–Skiadas, I. V.–Angelopoulos, K.–Lyberatos, G.*: 2008. Biofuels generation from sweet sorghum: Fermentative hydrogen production and anaerobic digestion of the remaining biomass. *Bioresource Technology*. 99: 110–119.
- Bai A.*: 2004. A bioetanol-előállítás gazdasági kérdései. *Agrártudományi Közlemények*. 14: 30–38.
- Barabás Z.–Fragó L.*: 1980. A hibrid szemescirok. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Baráth Cs.-né–Ittész A.–Ugródy Gy.*: 1996. Biometria. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- Birkás M.*: 2009. A klasszikus talajművelési elvárások és a klímakár csökkentés kényszere. *Növénytermelés*. 58. 2: 123–134.
- Bocz E.*: 1996. Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 430.
- Buxton, D. R.–Anderson, I. C.–Hallam, A.*: 1999. Performance of sweet and forage sorghum grown continuously, double-cropped with winter rye or rotation with soybean and maize. *Agronomy Journal*. 91: 93–101.
- Gnansounou, E.–Dauriat, A.–Wyman, C. E.*: 2005. Refining sweet sorghum to ethanol and sugar: economic trade-offs in the context of North China. *Bioresour. Technol.* 96: 985–1002.
- Gosse, G.*: 1996. Overview on the different filières for industrial utilisation of sorghum. Proc. First seminar on sorghum for energy and industry. Toulouse. 1996. 04. 1–3. 10–15.
- Grábner E.*: 1942. Szántóföldi növénytermesztés (Cukor és fenyércirok). Pátria Irodalmi Vállalat és Nyomdai Részvénytársaság. 908–910.
- Fogarassy Cs.*: 2001. Energianövények a szántóföldön. SZIE GTK Európai Tanulmányok Központja. Gödöllő. 50–54.
- Gyuricza Cs.*: 2008. Cukorcirok termesztése energetikai hasznosításra. *Agronapló*. 12. 4: 75–76.
- Izsáki Z.–Németh T.*: 2008. A N-ellátottság hatása a silócirok terméshozamára és minőségére. *Agronapló*. 12. 4: 77–78.
- Józsa L.*: 1976. A takarmánycirok termesztése és felhasználása. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

- Késmárki I.*: 2005. Silócirok. [In: Antal J. (szerk.) Növénytermesztástan 2. Gyökérgümös növények, olaj- és ipari növények, takarmánynövények.] Mezőgazda Kiadó. Budapest. 553–558.
- Karellas, S.–Boukis, I.–Kontopoulos, G.*: 2010. Development of an investment decision tool for biogas production from agricultural waste. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 14: 1273–1282.
- Laddha, K. C.–Totawat, K. L.*: 1997. Effect of deep tillage under rainfed agriculture on production of (*Sorghum bicolor* L. Moench) intercropped with green gram (*Vigna radiata* L. Wilczek) in western India. *Soil & Tillage Research*. 43: 241–250.
- Lay, J. J.–Lee, Y. J.–Noike, T.*: 1999. Feasibility of biological hydrogen production from organic fraction of municipal solid waste. *Water Research*. 33. 11: 2579–2586.
- Liu, S. Y.–Lin, C. Y.*: 2009. Development and perspective of promoting energy plants for bioethanol production in Taiwan. *Renewable Energy*. 34: 1902–1907.
- Macesic, D.–Uher, D.–Stafa, Z.*: 2008. Biomass production and ethanol from sweet sorghum in Croatia. *Cereal Res. Commun.* 36. 2: 527–530.
- Mekbib, F.*: 2006. Farmer and formal breeding of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) and the implications for integrated plant breeding. *Euphytica*. 152: 163–176.
- Ouédraogo, E.–Stroosnijder, L.–Mando, A.–Brussaard, L.–Zougmore, R.*: 2007. Agro ecological analysis and economic benefit of organic resources and fertiliser in till and no-till sorghum production after a 6-year fallow in semi-arid West Africa. *Nutrition Cycle in Agro Ecosystem*. 77: 245–256.
- Pantskhava, E. S.–Pozharnov, V. A.*: 2006. Biofuel and power engineering. Russia's Capabilities. *Thermal Engineering*. 53. 3: 231–239.
- Pholsen, S.–Higgs, D. E. B.–Suksri, A.*: 2001. Effect of nitrogen and potassium fertilisers on growth, chemical components and seed yield of forage sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) grown on oxic paleustults, Northeast Thailand. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 4. 1: 27–31.
- Sakellariou-Makrantonaki, M.–Papalexis, D.–Nakos, N.–Kalavrouziotis, I. K.*: 2007. Effect of modern irrigation methods on growth and energy production of sweet sorghum (var. Keller) on a dry year in Central Greece. *Agricultural Water Management*. 90: 181–189.
- Smith, G. A.–Bagby, M. O.–Lewellan, R. T.–Doney, D. L.–Moore, P. H.–Hills, F. J.–Campbell, L. G.–Hogaboam, G. J.–Coe, G. E.–Freeman, K.*: 1987. Evaluation of sweet sorghum for fermentable sugar production potential. *Crop Science*. 27. 4: 788–793.
- Sváb J.*: 1981. Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 557.
- Szabó L.*: 1983. Melegövi növénytermesztástani ismeretek 2. Egyetemi Jegyzet. Gödöllő. 59–67.
- Tian, Y.–Zhao, L.–Meng, H.–Sun, L.–Yan, J.*: 2009. Estimation of un-used land potential for biofuels development in (the) Peoples's Republic of China. *Applied Energy*. 86: 77–85.

- Tsuchihashi, N.-Goto, Y.*: 2004. Cultivation of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) and determination of its harvest time to make use as the raw material for fermentation, practiced during rainy season in dry land of Indonesia. *Plant Production Science*. 7. 4: 442-448.
- Várallyay, Gy.*: 2007. Soil resilience (Is soil a renewable natural resource?) *Cereal Res. Commun.* 35. 2: 1277-1280.
- Weiland, P.*: 2000. Anaerobic waste digestion in Germany - Status and recent developments. *Biodegradation*. 11: 415-421.
- Zhao, L. Y.-Dolat, A.-Steinberger, Y.-Wang, X.-Osman, A.-Xie, G. H.*: 2009. Biomass yield and changes in chemical composition of sweet sorghum cultivars grown for biofuel. *Field Crops Research*. 111: 55-64.
- Zhang, C.-Xie, G.-Li, S.-Ge, L.-He, T.*: 2010. The productive potentials of sweet sorghum ethanol in China. *Applied Energy*. 87. 7: 2360-2368.

A szerzők levelezési címe - Address of the authors:

Kovács Gergő Péter-Dr. Mikó Péter-Nagy László-Dr. Gyuricza Csaba
Szent István Egyetem
Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar
Növénytermesztési Intézet
Gödöllő
Páter Károly u. 1
H-2103