

ИЗПИТВАНЕ НА ЗАХАРНО СОРГО КАТО СУРОВИНА ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА СЛАДКИ ВЕЩЕСТВА

ЦВЕТАН КИКИНДОНОВ, СТАНИМИР ЕНЧЕВ
Земеделски институт, Шумен

Test of Sweet Sorghum as a Raw Material for Production of Sweet Substances

Ts. Kikindonov, S. Enchev
Agricultural Institute, Shumen, Bulgaria

Abstract

The sweet sorghum (*Sorghum bicolor* var. *Saccharatum* H.), has been well known for more than a century in Bulgaria, used for extraction of sweet syrups. The modern varieties of sweet sorghum, except the old forms of local populations and standard varieties, include various hybrids with Sudangrass, *Sorghum bicolor* var. *technicum* and var. *eusorghum*.

The results of productivity tests of standard varieties, populations and hybrids of the breeding program of Agricultural Institute – Shumen are reported. The tested sweet forms of sorghum and their hybrids form a mean yield of 52.3 – 73.5 t/ha biomass with 53.7 – 63.4% dry matter content and 63% of stems. There have been selected populations and hybrid forms sweet sorghum with high productivity and with higher percentage in stems of keeping succulence even in the late stages of development.

The rates of yield of the pressed juice from the stems as a ratio between the mass of the juice and the biomass weight varies from 17.3% to 35.6% depending on the genotype and correlates with the higher part of the stems and the succulence at the end of vegetation.

The average values of 16.7% dry matter, 12.6% total sugars and 9.0% sucrose of the pressed juice make it effective the receipt of concentrated sweet syrups with 60 – 70% dry matter content and 14 – 18% rates of yield, or 8 – 10 t/ha of syrup, depending on the genotype and the cultivation conditions.

Key words: sweet sorghum, productivity, sweet substances

Захарното сорго (*Sorghum bicolor* var. *Saccharatum* H.), известно още като захарна метла, и камъш, вече повече от столетие се използва в България за извличане чрез пресоване на сладки сиропи (Илиев, 1921; Павлов 1938). Въпреки че е изместено от употребата на кристалната захар, захарното сорго продължава да се отглежда на малки площи за лична употреба (Костов и кол., 1950; Стефанов, 1991). Заради благоприятното съотношение на захароза и монозахари като фруктоза и глюкоза се отбелязва увеличеното му търсене като здравословна храна и за подхранване на пчелите (Върбанов, Христова, 1996). Предимство е и разнообразното му използване като фуражна и енергийна култура (Rooney, 2000). Захарното сорго е известно като една от кул-

турите в умерения пояс с най-висока ефективност за натрупване на биомаса в условията на екстремни засушавания и глобално затопляне.

Всички културни форми захарно сорго са подвидове на *Sorghum bicolor*. И до днес много от разпространените сортове са местни популации, получени в резултат на естествен и изкуствен отбор (Bantalian et al., 2004). Съвременните форми захарно сорго включват и разнообразни хибриди със суданка, техническа метла и зърнени форми. Те са със силно изразен хетерозисен ефект и оптимално съчетание на висока продуктивност, многократен подраст, съдържание на въглехидрати, белтъчини и целулоза и се използват за производство на фураж (Smith, Frederiksen, 2000). Селекцията с класическите методи на хибриди-

зация и отбор се води по продуктивност и хетерозис с използването на цитоплазмената мъжка стерилност, височина, продължителност на вегетация, качества на суровината (Stack, Pedersen, 2003).

През последните 25 години в Земеделския институт – Шумен се изпитват и поддържат местни популации и се селектират хибридни форми за зелена маса като сочен фураж и за производство на силаж (Кикиндонов и кол., 2011; Сланев и кол., 2012).

Целта на настоящето изследване беше да се демонстрират резултатите от изпитването за продуктивност на стандартни сортове, популации и хибридни форми от Селекционната програма на ЗИ – Шумен при техническа зрялост на зърното и качествата на стъблата, като суровина за извличане на сладки сокове.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследването е проведено през периода 2013 – 2014 г. като експериментите за изпитване на продуктивността са заложи на опитните полета на института край с. Царев брод, Шуменско върху почвена разновидност Излужен Чернозем, в дългогодишен сеитбооборот от ечемик, царевица, пшеница, овес и фий, цвекло.

В изпитването са включени следните форми и сортове:

Сортовете Ендже, Super sweet, Soner sweet, Biomas са хибридни форми със суданка и техническа метла с повишено съдържание на въглеhidрати. Янтар, Ставрополская и Галия са типични сортове за производство на сладки вещества. SZT, SZM, SZD са местни популации захарна метла с различна форма на метлата и произход, SZW, SZA, SZC са стабилизирани популации след хибридизация със сорго за зърно, а SZCF₁, SZ12F₁, SZ19F₁, SZ5F₁ са хибриди на с MC линии сорго за зърно.

Използвана е схемата по дългите парцели с площ от 10,8 m² на реколтната парцелка, и срок на сеитба 25 – 30 април при 70 cm междуредово разстояние със сеитбена норма за достигане след разреждане на гъстота от 50 000 растения на декар.

Коситбата е извършвана при достигане на фаза техническа зрялост на зърното на стандартните сортове. На 15 растения от всеки вариант чрез биометричен анализ са определяни височината и делът на метлите и стъблата. От обща проба на цели растения и на стъблата за

всяко повторение чрез измерване на свежото и сухото тегло преди и след изсушаване е определяно сухото съдържание на общата биомаса и на стъблата. Обща проба от стъблата се пресова и се измерва отделеният сок. Рандеманът на сока се определя като съотношение на масата на сока към масата на цялото растение в проценти. Рефрактометрично е определяно сухото съдържание на сока. Общите захари и захарозата са определяни по модифицирана методика на Стефанова.

Получените резултатите са обработени математико-статистически с програма Statistika 10.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Агрометеорологичните условия през двете години на изпитване се различават съществено. През 2013 година в продължение на месец след сеитбата не паднаха валежи, в резултат на което се забави поникването и се формираха негарнирани посеви. Значителното засушаване от средата на юли до средата август съвпадна с цъфтежа и забави развитието, но падналите по-късно валежи и високи температури поддържаха оптимална влага за натрупването на биомаса и захари до техническата зрялост на семената. Общата сума на валежите (195 mm) и на температурата (2683 °C) за 130 дни вегетация от сеитба до коситба, са близки до нормалните за Североизточна България. Условиата през 2014 година бяха изключително неблагоприятни за реализирането на агротехнологичните мероприятия и силно забавиха развитието през цялата вегетация, която за достигане до техническа зрялост на соргото продължи до 143 дни. Сумата на валежите от 536 mm почти трикратно надминава нормата, докато продължителната и хладна пролет намали температурната сума до 2500 °C.

Резултатите от табл. 1 за продуктивността на зелена и суха маса са показателни за влиянието на условията върху натрупването на биомаса от изпитваните захарни форми сорго. Средният добив на зелена маса от 52,3 t/ha през 2013 г. се увеличава до 73,5 t/ha през 2014 година. За сметка на това делът на сухото вещество намалява от 63,4% до 53,1%.

Чистите захарни форми формират сравнително стабилни добиви с по-ниско сухо съдържание, което е възможност за пресоване на повече сок. Очаквани са по-ниските добиви на зелена маса от хибридите със суданка за смет-

Таблица 1. Продуктивност на захарни форми сорго (2013 – 2014 г.)
Table 1. Productivity of sweet forms of sorghum (2013 – 2014)

Variants	2013			2014		
	yield, t/ha	dry matter, %	part of stems, %	yield, t/ha	dry matter, %	part of stems, %
Ендже 1	63.7	60.3	54.9	72.4	57.0	67.4
Super Sweet	57.1	59.0	59.6	63.6	53.8	55.4
Янтарь	43.6	66.3	58.1	73.8	52.1	64.5
Biomass	48.6	74.6	65.9	67.3	56.5	69.9
Ставрополска	55.9	65.5	64.5	70.0	52.9	65.8
Галия	55.2	65.5	64.5	59.3	56.5	69.9
SZT	60.0	62.1	67.3	70.9	55.1	67.4
SZM	45.2	61.8	68.4	84.1	51.7	58.8
SZW	58.6	63.3	65.7	70.5	49.4	53.8
SZA	41.0	64.1	69.5	72.9	58.7	58.5
SZC	51.1	63.2	66.1	68.6	58.8	66.0
SZ12F ₁	67.8	60.7	50.0	79.3	53.8	63.7
SZ19F ₁	49.8	62.0	53.6	84.3	53.3	58.4
SZ5F ₁	41.4	64.1	62.0	80.9	52.0	58.5
SZCF ₁	53.4	61.8	57.4	78.2	47.2	64.0
Mean	52.3	63.4	61.6	73.5	53.7	62.2
GD 1%	8.72			11.2		
P %	3.16			3.62		

Таблица 2. Качество на суровината от захарни форми сорго – 2014 г.
Table 2. Quality of the raw material of sweet forms of sorghum – 2014

Origin	Mass of 1 plant, g	Part of stems, %	Dry matter of stems, %	Juice randeman, %	Dry matter of juice	Total sugars, %	Sucrose, %
Ендже 1	338	67.4	36.9	28.0	16.0	14.5	8.75
Super Sweet	208	55.4	42.1	24.8	17.0	11.4	8.85
Янтарь	248	64.5	37.5	30.4	16.0	12.3	9.65
Biomass	345	65.8	31.4	35.6	19.0	14.8	10.80
Ставрополска	186	69.9	35.9	32.7	17.0	13.2	10.50
SZT	353	67.4	36.9	34.0	19.0	14.1	10.30
SZM	299	58.8	35.0	33.7	17.6	13.1	10.30
SZW	321	53.8	49.0	17.3	13.5	10.1	7.45
SZA	273	58.5	42.6	18.0	16.5	11.2	6.35
SZC	376	66.0	42.1	17.9	13.0	10.9	7.30
Mean	294.7	62.8	38.9	27.2	16.7	12.6	9.00

ка на високото сухо съдържание в тази късна фаза. Добивът на зелена маса в техническа зрялост варира най-силно за хибридите със сорго за зърно – от 41 до 67 t/ha през 2013 г. и от 68 до 84 t/ha за 2014 г. при стабилни нива на сухото съдържание от 60 – 64% и 53 – 56%, съответно.

Делът на стъблата варира по-слабо през

двете години и за отделните генотипове е в рамките на 54 до 68%, като по-високи са при захарните сортове и популации.

Тези резултати потвърждават високия продуктивен потенциал на захарните форми и техни хибриди. Въпреки че чистите захарни форми се характеризират с оптимални пара-

метри за продуктивност, сухо съдържание и дял на стъблата във фаза техническа зрялост на семената, при техни хибридни форми се отличават генотипове с висока продуктивност. Това предполага поставянето на специфични критерии за селекция на захарни форми с по-висок дял на стъблата и запазване на сочността и в късните фази на развитие.

Качествата на някои от изпитваните произходи захарно сорго са посочени в табл. 2. От най-голям ефект за получаването на повече пресован сок е високият дял на стъблата в общата биомаса и запазването на сочност в края на вегетацията. Високият дял на сухото съдържание в хибридите със суданка, като Ендже 1, Biomas и Soner sweet намалява рандемана на получения сок. Обратното се отбелязва при чистите форми, при които високият дял на стъблата и по-ниските нива на сухо вещество корелират с по-висок рандеман на пресования сок.

Общото сухо съдържание в сока, извлечен от стъблата, варира от 13,5 до 19,0%. По-високи са нивата за захарните форми, а най-ниски са в хибридите със суданка. Общият дял на разтворимите полизахариди, дизахариди и монозахариди в пресования сок варира от 10 до 14,8% и е средно 12,6%. Най-висок е делът на захарозата при чистите захарни форми, при които достига до 14,8% за Ставрополская. Тези високи нива на захароза – над 75% от общото сухо вещество на сока при захарните форми е причина за по-сладкия вкус на суровите и сгъстените сиропи от тях. След сгъстяване до използваните в практиката сиропи с 60 – 70% сухо вещество, рандеманът на сгъстен сироп варира от 14 до 18% в зависимост от гъстотата, генотипа и начина на пресоване и сгъстяване. При средни добиви от 62 t/ha биха се получили от 8 до 10 t/ha сладки сиропи.

По-малкият дял на захарозата в сока на хибридните форми ги прави по-подходящи за подхранване на пчелите и при диетично хранене. Хибридните форми със сорго за зърно, които са с висок добив на зърно са най-подходящи като суровина за спиртна ферментация и особено след ензимна хидролиза на стъблата, което увеличава с 5 – 6% общите захари.

ИЗВОДИ

Изпитаните захарни форми сорго и техни хибриди формират среден добив от 52,3 – 73,5

t/ha биомаса с 53,7 – 63,4% сухо съдържание и 63% дял на стъблата.

Селекционирани са високопродуктивни стабилизирани популации и хибридни форми захарно сорго с по-висок дял на стъблата и запазване на сочността и в късните им фази на развитие.

Рандеманът на пресования от стъблата сок, като отношение на масата на сока към масата на биомасата, варира от 17,3 до 35,6% в зависимост от генотипа и корелира с по-високия дял на стъблата и запазване на сочността в края на вегетацията.

Средните стойности от 16,7% сухо вещество, 12,6% общи захари и 9,0% захароза на пресования сок правят ефективно получаването на сгъстени сладки сиропи с 60 – 70% сухо съдържание и с 14 – 18% рандеман, или 8 – 10 t/ha сироп в зависимост от генотипа и условията на култивиране.

ЛИТЕРАТУРА

Върбанов, М., Л. Христова. 199., Захарното сорго – култура за получаване на сладки вещества, фураж и спирт. *Растениевъдни науки*, № 1, 61-64

Илиев, Д. 1921. Захарна метла. *Земеделие*, 1, 9-14

Костов, Д., И. Попов, Д. Циков. 1950. Захарната метла. Известия на Биологическия институт, БАН, № 227.

Кикиндонов, Ц., С. Енчев. 2011. Влияние на сорта и гъстотата на посева върху продуктивността на соргосуданкови хибриди във фаза млечно-восъчна зрялост. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, vol. 14, 696-706

Павлов, К. 1938. Захарната метла като захароносно растение и възможности за нейното отглеждане в България. *Земеделски опитни институти*, № 2.

Сланев, К., С. Енчев, Ц. Кикиндонов. 2012. Селекция на соргосуданкови хибриди за продуктивност на зелена маса. *Field Crops Studies*, Vol. 8-2, p. 299-303

Стефанов, Д. 1991, Как да отглеждаме захарна метла. *Земеделие*, 78, 34-36

Bantalian, M., K. Deb, L. Cowda, S. Reddy, B. Obilana, E. Evenson. 2004. Sorghum Genetic Enhancement. Patancharu, India.

Rooney, W. L. 2000. Genetics and Cytogenetics. (p. 261-307). In: Smith, C.W. (eds). Sorghum: Origin, History, Technology and Production. *John Wiley Inc.*, New York.

Smith, C. W., R. A. Frederiksen. 2000. Sorghum: Origin, History, Technology and Production. *John Wiley Inc.*, Texas University.

Stack, J. P., J. F. Pedersen. 2003. Expression of susceptibility to head blight and grain mould in A1 Cytoplasm of Sorghum. *Plant Disease*, 5: 801-823