

## Новое направление в использовании сахарного сорго

Карпутина М.В., Карпутина Д. Д., Фролова Н. Э.

### Вступление

Сахарное сорго является перспективной культурой для многих отраслей Украины. Так, если раньше сахарное сорго в основном использовали в кормопроизводстве, то сейчас все больше увеличиваются объемы его использование в сахарном, спиртовом, крохмало-патоковом производстве, кроме того для производства биотоплива. Среди важных положительных характеристик сахарного сорго является толерантность к широкому диапазону климатических и грунтовых условий, при условии отсутствия значительных повреждений, сахарное сорго выдерживает высокие температуры окружающей среды. Это культура с коротким периодом созревания, который составляет 110...130 дней, в сравнении с подобной сахаросодержащей культурой тростником, для которого данный период составляет 12...18 месяцев. За содержанием же сахаров в соке стебля сорго не уступает сахарному тростнику, но кардинально отличается за составом, в соке сахарного сорго, кроме сахарозы, содержится значительная часть глюкозы и растворимый крахмал, который препятствует кристаллизации. Поэтому во многих странах из сока сахарного сорго производят не кристаллический сахар, а сорговый мед, жидкий сахар, патоку, которые имеют высокую пищевую ценность в связи с высоким содержанием сахарозы. Такие продукты используют в кондитерской промышленности для приготовления конфет, печенья, хлебобулочных изделий.

Кроме того, производство биоэтанола очень распространено из зерна сорго, данная отрасль активно развивается с США, Мексике, а из сока сахарного сорго – в Китае, Индии и др. [1, 2].

Вдобавок, важной характеристикой является то, что сахарное сорго относится к растениям с  $C_4$  фотосинтезом, соответственно его фотосинтетический потенциал в 2...3 раза выше, чем у пшеницы, сои и

сахарной свеклы. Это свидетельствует о том, что при одинаковых затратах на выращивание сорго можно получить больше зеленой массы в г/м<sup>2</sup>/сутки в сравнении с другими сельскохозяйственными культурами, которые продуцируют сахар, такими как сахарный тростник, сахарная свекла.

Сахарное сорго содержит широкий спектр минеральных элементов, содержание отдельных из них в составе сока (Ca, P, Fe, N, K, Mg, Cu) позволяет обеспечить половину дневной потребности в них. В меньшей степени в соке сахарного сорго содержатся витамины, это витамины группы В, однако их наличие в составе сока сахарного сорго значительно повышает его ценность как сырья для продуктов оздоровительного направления.

Вышеупомянутые преимущества сахарного сорго позволяет нам рекомендовать его для использования в пищевой промышленности, а именно в пивобезалкогольной. При этом использования сахарного сорго в данной отрасли позволит получить напитки, характеризующиеся оздоровительным эффектом и может быть предложено широкому кругу потребителей.

Цель исследований была следующая: получение высококачественного напитка с оздоровительными свойствами. Для этого были подобраны расы дрожжей, исследован процесс брожения, проанализированы показатели сока и готового напитка.

### **Материалы и методы**

В работе в качестве объекта исследований был использован сок сахарного сорго гибрида Нектарный, полученный методом прессования. Сахарное сорго выращено на исследовательских станциях Селекционно-генетического института – Национального центра семеноводства и сортоизучения УААН и Института сахарной свеклы НААН. Данный гибрид характеризуется высокой продуктивностью зеленой массы, обеспечивая урожай до 43 т/га с содержанием сухих веществ в соке стебля 17...22,5%.

В исследованиях были использованы ферментный препарат грибного происхождения Tegamyl FAL с температурным оптимумом 53±2°C.

Для проведения процесса брожения были использованы пивные дрожжи расы 11 и 96, которые являются дрожжами с сильной и средней способностью к сбраживанию суслу соответственно.

В работе использовались современные методики химико-технологического контроля сахарного, спиртового, пивоваренного производства. Массовую долю сухих растворимых веществ определяли рефрактометрическим методом. рН среды – потенциометрическим методом с помощью универсального иономера ЭВ-74. Массовую долю общего азота определяли по методу Кьельдаля. Массовую долю редуцирующих веществ и общего сахара определяли методом Люффа-Шорля. Для определения крахмала в соке сорго применяли метод Морелл Ду Воил. Определение аминного азота проводили йодометрическим методом по Попу и Стивенсу. Общую кислотность сока, суслу и готового напитка на основе сахарного сорго определяли методом титрования. Содержание этилового спирта определяли рефрактометрическим методом [3].

### **Результаты и обсуждения**

Первый этап исследований заключался в определении химического состава сока сахарного сорго и подготовки его для дальнейшего сбраживания дрожжами расы 11 и 96. Химический состав сока сахарного сорго следующий (%): сухие вещества (СВ) –  $17,8 \pm 0,1$ ; сахароза –  $55 \pm 0,1$ , глюкоза и фруктоза –  $33 \pm 0,1$  к общей массе сахаров; общее содержание высокомолекулярных соединений –  $3,1 \pm 0,1$  к массе СВ.

Приготовление суслу на основе сока сахарного сорго проводили путем внесения ферментных препаратов Tegamyl FAL с целью гидролиза крахмала, которые содержится в соке сахарного сорго в количестве –  $2,9 \pm 0,1$ . Tegamyl FAL обладает альфа-амилазной и глюкоамилазной активностями. Были подобраны оптимальные режимы проведения процесса гидролиза крахмала сока сахарного сорго, который достигается уже при выдержки его на протяжении 30 минут и температуре  $55^{\circ}\text{C}$ , при дозировке Tegamyl FAL в

количестве  $0,1 \text{ дм}^3$ , что соответствует  $5,5 \pm 0,1$  ед/г альфа-амилазной активности и  $1,6 \pm 0,1$  ед/г глюкоамилазной активности. После проведения процесса гидролиза сусло пастеризовали при температуре  $80^\circ\text{C}$  и фильтровали. Данный этап подготовки сока способствует повышению содержания в составе редуцирующих сахаров за счет гидролиза крахмала, в результате было получено сусло, обогащенное сбраживающими сахарами. Оптимальное рН сусла для наших исследований составляло 4,85, для этого сусло подкисляли лимонной кислотой. Образцы сусла разбавляли подготовленной водой с целью получения оптимального содержания сухих веществ в сусле для брожения – 10%. Данные по показателям содержания сухих веществ, крахмала, общих и редуцирующих сахаров в соке и сусле сахарного сорго представлены в таблице 1.

*Таблица 1.*

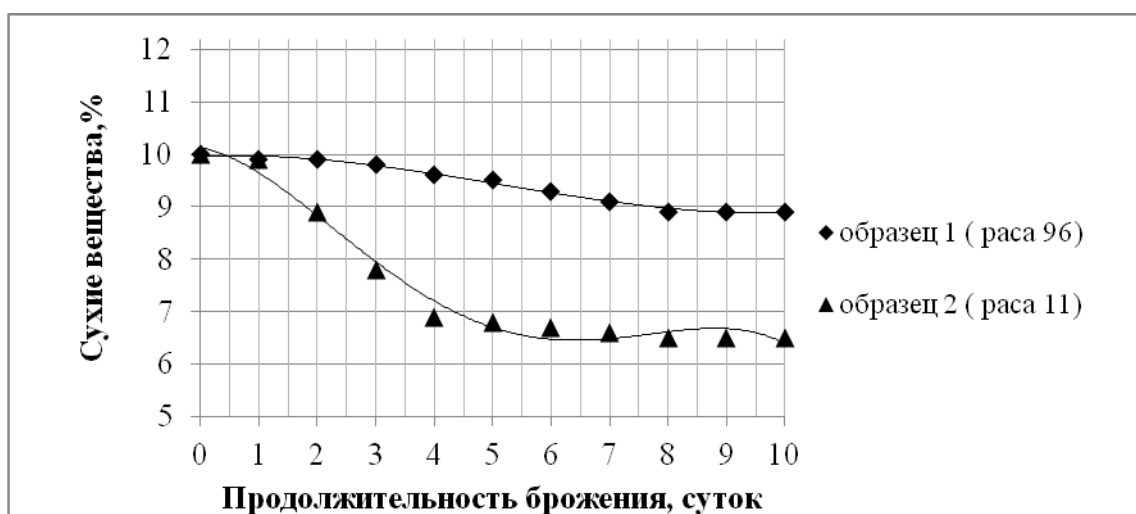
### Показатели сока и сусла сахарного сорго

**Table 1.** Indicators of sweet sorghum juice and wort

№ з/п	Образец	Содержание сухих веществ, %	Содержание крахмала, г/100 см <sup>3</sup>	Общие сахара, г/100 см <sup>3</sup>	Редуцирующие вещества (РВ), г/100 см <sup>3</sup>
1.	Сок сахарного сорго	$17,8 \pm 0,1$	$2,9 \pm 0,1$	$12,4 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,1$
2.	Прогидролизированное сусло	$17,8 \pm 0,1$	0	$13,2 \pm 0,1$	$2,6 \pm 0,1$
3.	Подготовленное сусло (рН – 4,85)	$10,0 \pm 0,1$	0	$8,25 \pm 0,1$	$1,7 \pm 0,1$

Полученное сусло имело оптимальные состав, и было сброжено дрожжами расы 11 и 96. Для проведения процесса брожения было взято два образца, в которые задавали дрожжи расы 11 и 96 в оптимальных количествах –  $5 \text{ млн/см}^3$ . Процесс брожения проводили при температуре

11±0,5°C, которая является оптимальной для выбранных рас дрожжей. Для оценки интенсивности брожения был взят показатель изменения сухих веществ, динамика его изменения представлена на рисунке 1.



**Рис. 1.** Динамика изменения сухих веществ в процессе брожения с использованием разных рас дрожжей

**Fig.2** Dynamics of change of solids during fermentation with use of different races of yeast

Полученные данные показывают, что в исследуемых образцах главное брожение заканчивается в разное время в зависимости от расы дрожжей. Так, для расы 96 главное брожение заканчивается на 7 сутки, об этом свидетельствует изменения сухих веществ в последующие сутки не более, чем на 0,1%. В образцах сусла, в которых использовали расу 11, главное брожение заканчивалось на 5 сутки. Физико-химические показатели исследуемых образцов представлены в таблице 2. При этом результаты показывают, что напитки, полученные с использованием расы 96 за количеством накопившего спирта можно отнести к безалкогольным напиткам (образец 1). Напитки, в которых использовали расу 11 в зависимости от продолжительности брожения и накопившегося спирта можно отнести, как к безалкогольным (образец 2 – продолжительность брожения 5 суток), так и к слабоалкогольным (образец 3 – продолжительность брожения 7 суток).

**Таблица 4.** Физико-химические показатели исследуемых образцов

**Table 4.** Physical and chemical indicators of investigated samples

№ образца	Продолжительность брожения, сутки	СВ, %	Общие сахара, г/100 см <sup>3</sup>	Редуцирующие вещества, г/100 см <sup>3</sup>	Содержание спирта, % об.
Образец 1	7	9,2±0,1	6,5±0,1	1,50±0,01	0,6±0,1
Образец 2	5	9,0±0,1	6,4±0,1	1,40±0,01	0,9±0,1
Образец 3	7	8,7±0,1	6,5±0,1	1,33±0,01	1,5±0,1

В результате исследований было получено образцы напитка высокого качества, которые обладают оздоровительным эффектом благодаря сырью и технологии их приготовления.

#### **Литература**

1. Syrup production from sweet sorghum. N. Nimbkar, N. Kolekar, J. Akade, A. Rajvanshi/ Nimbkar agricultural research institute. Phaltan. – 2006. – pp. 1-10.
2. Taylor J.R.N., Schober T.J. and Bean S.R. Novel food and non-food uses for sorghum and millets. Journal of Cereal Science. – 2006. – № 3. – P. 252-271.
3. Методи контролю харчових виробництв: Лаб. практикум / [Н.І. Штангеева, Л.І. Чернявська, Л.П. Рева та ін.]. – К.: УДУХТ, 2000. – 240 с.