

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОРГО САХАРНОГО В КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКА ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

**Н.А. Ковтунова**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго кормового, n-beseda@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0409-5855;

**В.В. Ковтунов**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго зернового, ORCID ID: 0000-0002-7510-7705

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

В настоящее время многие страны активно ведут работу по использованию сорго в пищевой промышленности – сок, сироп, патока, а также получение спирта и биоэтанола. Использование растений сорго сахарного в качестве заменителя сахара в пищевой промышленности и источника возобновляемой энергии в России не рассматривается. Главное назначение сорго, до последнего времени, было кормовое. Зеленую массу сахарного сорго можно использовать для получения зеленого корма, сена, сенажа, силоса, травяной муки, гранул и др. По питательности сорговый сироп не уступает сахаросодержащим продуктам из сахарной свеклы, тростника, при том что его возделывание более экономично и получение урожая основного сырья стабильно в любых условиях возделывания. Сироп из сорго сахарного в чистом виде легче усваивается организмом человека, чем кристаллический, и может быть полезным в производстве продуктов оздоровительного питания, которые можно употреблять больным сахарным диабетом. Это позволяет сделать вывод об актуальности данных исследований. Так, при возделывании сортов селекции АНЦ «Донской» при урожайности зеленой массы, убранной в фазе восковой спелости зерна, 37–46 т/га и содержании сахаров в соке стеблей 13–16%, выход «жидкого» сахара составляет 2,86–3,81 т/га. В нашей стране культуре сорго незаслуженно отводится слишком мало внимания со стороны как науки, так и производства. Посев в кормовом клине сахарного сорго на 10–20 га не является затруднительным, а эффективность такого посева вполне очевидна: только с площади 10 га можно получить около 25 т семян сахарного сорго, около 65 т листьев, стеблей для силоса или сена, около 10 т сиропа для питания населения и более 100 т отходов мезги-багассы, идущей на приготовление высококачественного силоса. Сорговый сироп – ценнейший продукт, который может быть использован в кондитерской промышленности и в подкормке всех животных.

**Ключевые слова:** сорго сахарное, сироп, патока, спирт, углеводы, питание.



## THE USE OF SWEET SORGHUM AS A SOURCE OF NUTRITIOUS SUBSTANCES FOR HUMAN (LITERATURE REVIEW)

**N.A. Kovtunova**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of forage sorghum breeding and seed-growing, n-beseda@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0409-5855;

**V.V. Kovtunov**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of grain sorghum breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-7510-7705

FSBSI «Agricultural Research Center «Donskoy»,

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

At present many countries are actively working over the use of sorghum in the food industry as juice, syrup, as well as for the production of alcohol and bioethanol. We do not consider the use of sweet sorghum as a sugar substitute in the food industry and a source of renewable energy in Russia. The main purpose of sorghum, until recently, was fodder. Green mass of sweet sorghum can be used to produce green fodder, hay, haylage, silage, grass meal, granules, etc. In terms of nutritional value, sorghum syrup is next best to sugar-containing products from sugar beet, sugar cane, while its cultivation is more economical and its yields are more stable in any conditions of cultivation. Sweet sorghum syrup in its pure form is more easily digested by the human body than in crystals, and may be used in the production of healthy food consumed by everyone including people with diabetes. This allows us to conclude about the relevance of these studies. Thus, the ARC «Donskoy» varieties, harvested in the phase of 'wax ripeness of kernels', produced 37–46 t/ha of green mass with 13–16% sugar in the juice of the stems, and the yield of 'liquid' sugar was 2.86–3.81 t/ha. In this country sorghum is unfortunately paid too little attention from both science and production. To sow fodder sweet sorghum on 10–20 hectares is not difficult, and the efficiency of such sowing is quite obvious: about 25 tons of seeds of sweet sorghum, about 65 tons of leaves, stems for silage or hay, about 10 tons of food syrup and more than 100 tons of pulp or bagasse used for making high-quality silage can be obtained from 10 hectares. Sorghum syrup is the most valuable product that can be used in the confectionery industry and in the feeding of all animals.

**Keywords:** sweet sorghum, syrup, molasses, alcohol, carbohydrates, nutrition.

**Введение.** Глобальное изменение климата, которое сопровождается увеличением температуры, уменьшением водных ресурсов, снижением выпадения атмосферных осадков, расширением площадей районов засух и опустыниванием, является серьезным основанием для поиска и выявления наиболее засухоустойчивых, жаростойких и в то же время высокопродуктивных культур для обеспечения потребностей пищевой, кормовой промышленности и альтернативной возобновляемой энергии. Кроме того, в наше время общество обеспоко-

ено состоянием пищевой промышленности: не хватает продуктов из натурального сырья, а имеющаяся продукция не соответствует требованиям по количеству минеральных веществ и витаминов. Чтобы дополнить свой рацион необходимыми организму элементами, люди употребляют химические добавки и витамины.

В настоящее время многие страны активно ведут работу по использованию сорго в пищевой промышленности – сок, сироп, патока, а также получение спирта и биоэтанола. Использование растений сорго

сахарного в качестве заменителя сахара в пищевой промышленности и источника возобновляемой энергии у нас в стране не рассматривается. Однако по питательности сорговый сироп не уступает сахаросодержащим продуктам из сахарной свеклы, тростника, при том что его возделывание более экономично и получение урожая основного сырья (зеленой массы) стабильно в любых условиях возделывания. Кроме того, сироп из сорго сахарного в чистом виде легче усваивается организмом человека, чем кристаллический, и может быть полезным в производстве продуктов оздоровительного питания, которые можно употреблять больным сахарным диабетом. Это позволяет сделать вывод об актуальности данных исследований.

**Обзор вопроса в мире и России.** Культура сорго отличается высокой устойчивостью к почвенной и воздушной засухе благодаря физиологическим особенностям (хорошо развитая корневая система, восковой налет на листьях и стеблях, размер устьиц и др.). Поэтому сорго способно давать высокие урожаи зеленой массы в условиях, когда другие кормовые культуры не способны реализовать своей потенциальной урожайности. В засушливые годы урожайность зеленой массы сорго сахарного составляет до 45 т/га, во влажные годы и при орошении – до 100 т/га, а содержание сахаров в соке стеблей – 14–18%.

Главное назначение сорго, до последнего времени, было кормовое. Зеленую массу сахарного сорго

можно использовать для получения зеленого корма, сена, сенажа, силоса, травяной муки, гранул и др. Однако в связи со слабой развитостью животноводства в РФ необходим поиск новых возможностей использования данной культуры. Сорты сахарного сорго с высоким содержанием сахара в соке были выведены в США в начале 1940-х гг. в связи с тем, что во время Второй мировой войны снизилось производство сахара из сахарного тростника и сахарной свеклы. В настоящее время интерес к сахарному сорго как резервной культуре для производства сахара, спирта и использования его в качестве горючего возрос (Аскарбеков и Байгазиева, 2015; Nahar, 2011; Oyier et al, 2017; Woods, 2001). Сахар из сорго является диетическим продуктом, который можно употреблять больным сахарным диабетом.

В природе нет другого такого растения, которое способно так быстро синтезировать сахарозу. В связи с тем, что оно может возделываться в засушливых регионах, где сахарную свеклу невыгодно выращивать либо невозможно, интерес к сорго бесспорен (Володько и др., 2012; Товолдиев и др., 2014). При сравнении с сахарным тростником по технологическим показателям сорго практически не уступает. В зонах, где возделывают сахарный тростник, возможно получение двух урожаев сорго при значительно меньших затратах на возделывание, так как внесение удобрений под сорго не обязательно (табл.1).

### 1. Сравнение сахарного сорго и тростника по технологическим показателям (Индия) 1. Comparison of sweet sorghum and cane according to their technology indicators (India)

Параметры	Сахарный тростник	Сахарное сорго
Потребность в удобрениях, %	100	35–40
Продуктивность биомассы, т/га за сезон	65–80	45–55 (1 урожай в год) 84–120 (2 урожая в год)
Концентрация ферментируемых сахаров в стебле, %масс.	10–14	9,2–12,0
Выход ферментируемых сахаров, т/га за сезон	6,0–10,5	3,6–6,2 (1 урожай) 7,2–12,4 (2 урожая в год)
Багасса влажностью 50%масс., т/га за сезон	19–24 (30% от массы стебля)	10–14 (1 урожай, 25% от массы стебля) 20–28 (2 урожая в год)

По содержанию сахаров сорго сахарное не уступает сахарному тростнику, однако отличается по составу. Сахарный тростник в своем соке содержит только глюкозу, а сок сорго, помимо сахарозы, глюкозы и крахмал, который препятствует кристаллизации. Так, в соке сахарного тростника содержится 12% сахарозы и 0,5% глюкозы, в корнеплодах сахарной свеклы – 17% сахарозы и 0,1% глюкозы, в соке сорго сахарного – 15–17% сахарозы и 1,5–2% глюкозы (Вахрушев, 1996; Смиловенко и Соколов, 2003). Поэтому из сорго получают не кристаллический сухой сахар, а сорговый мед («жидкий» сахар) и патоку, которые обладают питательной ценностью в связи с повышенным содержанием глюкозы. Именно поэтому ежегодно возрастает актуальность таких исследований.

Сироп из сорго и булочки – традиционный завтрак в южных штатах США. В США налажено промышленное производство сиропа из сорго. Сироп применяют для приготовления блинов, хлопьев, пива. Он является безглютеновым натуральным подсластителем (как кленовый сироп) (Helm and Beas, 1942; Hurst, 1990). В Египте сироп из тростника – очень популярный продукт. Однако непрерывное увеличение спроса на сироп обусловило привлечение внимания к сладкому сорго как дополнительному источнику сиропа. Кроме того, сок сорго с высоким процентом простого сахара может служить для производства алкоголя (Abd El-Razek and Beshet, 2009). В Австралии производство

сиропа из сорго организовано на заводах по усовершенствованной технологии. В Италии, Венгрии, Румынии проводятся исследования по получению сахаросодержащих продуктов, кристаллического сахара и спирта из сорго.

Изучение сиропа сорго в Турции («rekmez») показало, что он состоит из 91%-го инвертного сахара (глюкоза и фруктоза). Этот сахар легко переваривается и является легкодоступным источником энергии (Kavas, 1990). В сиропе сорго сахарного содержание HMF (HMF – гидроксиметилфурфурол – индикатор ухудшения качества, которое происходит в результате нагревания продуктов, содержащих углеводы – продукт разрушения сахаров) оставляет 15,3 мг/л – низкое. В Турции по стандарту максимальное значение HMF для качественных продуктов составляет 75 мг/л, в Европе для соков допустимое содержание не должно превышать 10 или 20 мг/л в зависимости от вида (Akbulut and Ozcan, 2008).

Установлено, что сироп сорго сахарного рафинадной чистоты и приближен к высшей шкале сахара – инвертный сахар. Глюкоза и фруктоза не только высокопитательные вещества, но и повышают защитную, обезвреживающую функцию печени, тонус сердечной мышцы (Дронов и др., 2013). Был получен сироп сорго сахарного со следующим соотношением углеводов: сахарозы – 50,55%, глюкозы – 15,30%, фруктозы – 10,15% к массе общего количества сахаров, наличие которых

дает возможность характеризовать полученный продукт как сахаропродукт повышенной пищевой ценности. По степени усвоения организмом человека на первом месте находятся простые углеводы (моносахариды). Сложные углеводы – свекольный и тростниковый сахар, прежде чем усвоиться в организме, должны разложиться на простые сахара. Таким образом, сироп из сорго сахарного легче усваивается организмом человека, чем кристаллический, и может быть полезным в производстве продуктов оздоровительного питания, которые можно употреблять больным сахарным диабетом.

В состав сиропа входят 19 аминокислот, 8 микроэлементов, в том числе железо, никель, кобальт, марганец, хром. Наличие в сиропе незаменимых аминокислот и минеральных веществ свидетельствует о значительной пищевой и биологической ценности полученного продукта. Эти факторы позволяют использовать сироп сорго в хлебопекарной, кондитерской, молочной промышленности. Экономическим рычагом внедрения в производство пищевого сиропа из сахарного сорго есть тот факт, что 1 т сахара в сиропе сорго дешевле 1 т сахара сахарной свеклы на 20%. Если свекловичный сахар заменить на сироп сорго в кондитерских изделиях и производстве безалкогольных напитков, это даст возможность удешевить пищевые изделия за счет снижения себестоимости их сахарной составляющей (Григоренко, 2016).

Информация по изучению питательности сиропа сорго в США и Украине приведена в таблицах 2 и 3.

В РФ предпринимались попытки получения сахарного сиропа из сорго. Первый шаг в этом направлении был сделан в 1930-е гг. в Крыму, Поволжье и на Северном Кавказе. Здесь кустарным способом была получена сорговая патока, которую применяли при варке варений. Однако высокая трудоемкость подготовки сырья, отсутствие машин, затруднения с хранением и короткий период переработки не позволили сахароварению из сорго конкурировать с базирующимся на индустриальной основе свеклосахарным производством. К тому же выход конечного продукта к массе стеблей сорго составляет 3,3–5%.

Ряд нерешенных проблем, возникающих при переработке сахарного сорго (разработка машин и оборудования по уборке и очистке стеблей перед их промышленной переработкой, оборудования для измельчения стеблей и отжима сока в промышленных масштабах, сезонность использования основных фондов перерабатывающего предприятия и рабочей силы), не позволил рассматривать данную культуру как дополнительный источник производства сахара.

В середине 1980-х гг. был сделан еще один шаг в решении этой проблемы. Начались работы по консервации и стерилизации сока, полученного из стеблей сахарного сорго, для кормления животных. Такие пункты были построены в Ростовской и Саратовской областях. В эту работу включались селекционеры, специалисты перерабатывающей промышленности.

## 2. Питательная ценность сиропа сорго\*

### 2. Nutritional value of sorghum syrup\*

Вещество	Единица измерения	Содержание в 100 г
Вода	г	22,7
Энергетическая ценность	Ккал	290
Сахара	г	247,17
Кальций	мг	150
Железо	мг	3,8
Магний	мг	100
Фосфор	мг	56
Калий	мг	1000
Натрий	мг	8
Цинк	мг	0,41
Тиамин	мг	0,33
Рибофламин	мг	0,51
Ниацин	мг	0,33
Витамин B6	мг	2,21

\* USDA National nutrient database for Standard reference, 2011

## 3. Состав сока и сиропа сорго\*

### 3. Composition of juice and sorghum syrup\*

Показатель	Сок	Сироп
Вода, % масс	86,7	23,81
Сырая зола, % в сухом веществе	1,2	3,92
Общий сахар, %	9,7	51,06
Доброкачественность, %	73	67
Моносахариды, %	2,4	16,23
Кальций, г/кг	0,32	1,63
Нитраты, г/кг	0,30	1,51
Азот общий, г/кг	0,5	2,6
Фосфор, мг/кг	38,1	220,2

\* USDA National nutrient database for Standard reference, 2011

Сопоставимый расчет производства сахаристых веществ и кормов с 1 га сахарной свеклы, кукурузы на зерно и силос и сорго сахарного на пищевой сироп, произведенный совместно с НПО «Сахар» и НПО «Ростовсорго», показал, что при урожайности зеле-

ной массы 14 т/га из сорго сахарного возможно получение 2 т/га глюкозо-фруктозного сиропа (табл. 4).

В настоящее время разработана схема поэтапного получения сиропа из сорго сахарного (см. рисунок).

#### 4. Производство сахаристых веществ и кормов\* 4. The production of sugary substances and feeds\*

Культура	Урожайность, т/га	Урожайность, т/га	Сбор к.е., кг/га
Сахарная свекла	9,1	2,2 сахар	3401
Кукуруза на зерно (стебли)	6,4	1,6 глюкозо-фруктозного сиропа	4174
Сахарно сорго	14	2 глюкозо-фруктозного сиропа	5600

\*Данные Института пищевой биотехнологии и геномики НАН Украины (Володько и др., 2012)

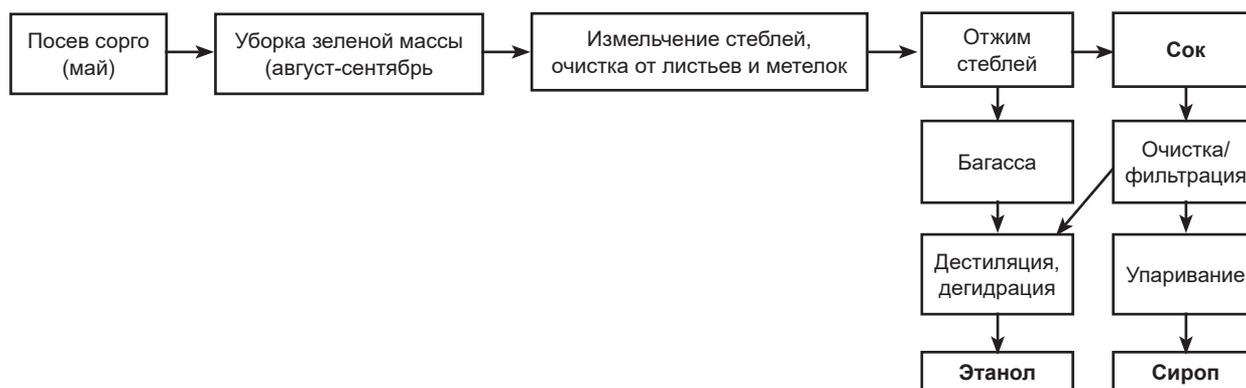


Рис. 1. Этапы получения сиропа из сорго сахарного  
Fig. 1. The stages of syrup production from sweet sorghum

Первый этап – посев сорго. Сорго – неприхотливая к почвам культура, даже на засоленных почвах она дает неплохие урожаи зеленой массы (Коробко и Волков, 2013; Rania et al, 2007). Посев сорго проводится при температуре почвы на глубине заделки семян 14 °С (май). Высокий урожай зеленой массы можно получить только при соблюдении необходимой агротехники, отвечающей местным почвенно-климатическим условиям и требованиям этой культуры. Способ подготовки почвы – по типу полупара. Уборку зеленой массы сорго сахарного проводят в фазе восковой спелости зерна.

При получении сока и сиропа из стеблей сорго важным моментом является необходимость отделения от стеблей листьев и метелки. Установлено, что с 1 га урожай зерна у сорго составляет около 20 ц, листьев – 15 ц, стеблей – 150 ц. Количество сока составляет 80–85% от массы стеблей. Поэтому для получения сиропов рекомендуются сорта не только с высоким содержанием сахаров в соке стеблей, но и со слабой облиственностью.

При производстве сиропа, соков и этанола необходимо подбирать сорта сорго, которые не только позволяют получать высокий выход сока, но и имеют высокое содержание сахаров (Abdel-Tawab et al, 2004).

Известно, что накопление сахаров в растениях сорго идет в течение всей вегетации и наибольший их прирост отмечен в фазе восковой и полной спелости зерна. После первых заморозков, которые убивают растения сорго, сок в стеблях начинает сбрасываться (Аскарбеков и Байгазиева, 2015).

Так, при возделывании сахарного сорго в Ростовской области, Краснодарском и Ставропольском краях при урожайности зеленой массы до 50 т/га можно получать 3,4–5,4 т/га сбрасываемых углеводов при содержании сахаров 15% (Колов и др., 2011). Из сортов селекции АНЦ «Донской» при урожайности зеленой массы, убранной в фазе восковой спелости зерна, 37–46 т/га и содержании сахаров в соке стеблей 13–16% выход «жидкого» сахара составляет 2,86–3,81 т/га (табл. 5).

#### 5. Выход сахара из сортов сорго сахарного селекции «АНЦ «Донской» 5. Sugar yield from sweet sorghum varieties developed by the ARC «Donskoy»

Сорт	Урожайность зеленой массы, т/га	Урожайность стеблей, т/га	Содержание сахаров, %	Выход сока, т/га	Выход сахара, т/га
Зерноградский янтарь	37	26,2	16	21,0	3,36
Дебют	38	25,3	14	20,4	2,86
Лиственит	42	29,0	13	23,2	3,02
Южное	46	31,7	15	25,4	3,81

Сахар из стеблей сорго в виде сиропа можно получить доступным способом на простейшей установке. Этот способ сводится к трем основным моментам:

- 1) получение из стеблей сорго сока;
- 2) очистка сока;
- 3) выпаривание и упаривание сока до полусиропа и сиропа.

Так, например, сок из стеблей сорго получают на двухвальном вальцевом станке, где можно получить до 25–30% сока от веса перерабатываемых качественных стеблей. Стебли сорго падают на вальцы в целом виде. В станке под вальцами устанавливают корыто-сборник, куда стекает отжатый сок. По мере накопления сока его фильтруют, чтобы очистить от механических примесей: мелких частиц листьев, стеблей, земли. Процеженному соку дают отстояться в течение 2–3 часов, чтобы осели мелкие примеси, которые невозможно уловить при фильтрации. После отстоя сок спускают на испаритель. Сорговый сок способен быстро сбразиваться (закисать), поэтому необходимо стремиться к сокращению времени на проведение всех операций – от отжатия сока до получения готового сиропа.

Далее проводят выпаривание сока до получения сиропа. Готовый сироп упаковывают в бочкотару. Бочки перед употреблением нужно обрабатывать таким же способом, как под вино (Технология комплексной переработки сорго; Таршилов и Федькин, 1990).

Сок сорго – зелено-серая жидкость, состоящая из белков и мезги. Сироп, получаемый на кустарной установке, часто бывает невысокого товарного качества: цвет его темнее нормального, при неумелой работе сироп может иметь запах подгорелого сахара и горьковатый привкус, но питательная ценность его от этого мало снижается.

Экспериментальные исследования показали, что в сиропе, помимо сахаров, содержатся высокомолекулярные полимеры, а также микро- и макроэлементы, обладающие биологической активностью. Поэтому полученный сироп представляет большой интерес при создании напитков специального назначения (профилактических, общеукрепляющих). При этом специфический аромат и вкус соргового сиропа могут послужить основой для создания новой оригинальной вкусовой гаммы безалкогольных напитков. В результате экспериментов установлено, что сироп из сорго

сахарного перспективен в качестве заменителя сахара при производстве безалкогольных напитков, квасов, концентратов, а также пива.

Работы, проводимые в Киевском технологическом институте пищевой промышленности по использованию сиропа в хлебопекарной и кондитерской промышленности, показали, что им можно полностью заменить сахар в булочных изделиях и в массовых сортах хлеба, готовящихся из смеси ржаной и пшеничной муки. При выработке кондитерских изделий максимальная замена сахара может составлять: для мармелада – 10%, фруктово-желейных конфет – 6% и начинок для карамелей – 15%. Химический состав сиропа из сахарного сорго близок к составу пчелиного меда, что позволит использовать сироп в подкормках пчел (Метлин, 1990).

Были проведены совместные исследования ученых из России и Украины по изучению влияния сиропа на уровень цезия в организме животных (крыс). Исследования проводили 20 дней, ежедневно вводя цезий в организм и лечение сиропом дважды в день (10 мл/кг). Установлено, что при применении сиропа сорго возрастает снижение содержания цезия в крови, кишечнике, мозге и т. д. и возрастает экскреция цезия с мочой и калом, тем самым сироп способствует снижению содержания радиоактивного цезия и после более детального изучения может использоваться в фармакологии (Жила и др., 1992).

Из отходов биомассы сорго (багасса) готовят брикеты и используют в качестве твердого топлива.

**Заключение.** Необходимо отметить, что в нашей стране культуре сорго неслаженно отводится слишком мало внимания со стороны как науки, так и производства. Посев в кормовом клине сахарного сорго на 10–20 га не является затруднительным и не требует большого напряжения труда при его обработке. А эффективность такого посева вполне очевидна: только с площади 10 га можно получить около 25 т семян сахарного сорго, около 65 т листьев, стеблей для силоса или сена, около 10 т сиропа для питания населения и более 100 т отходов мезги-багассы, идущей на приготовление высококачественного силоса. Сорговый сироп – ценнейший продукт, который может быть использован в кондитерской промышленности и в подкормке всех животных.

#### Библиографические ссылки

1. Аскарбеков Э.Б., Байгазиева Г.И. Использование сахарного сорго в производстве спирта // Вестник Алма-тинского технологического университета. 2015. № 4 (109) [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://readera.ru/140204827>.
2. Аскарбеков Э.Б., Байгазиева Г.И. Основы получения спирта из сиропа сорго // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. 2015. № 4. С. 30–35.
3. Вахрушев Н.А. Сахар из сорго // Кукуруза и сорго. 1996. № 6. С. 16–17.
4. Володько А.И., Новак А.Г., Цыганков С.П. Сахарное сорго – энергетическая культура для производства биоэтанола в Украине // Відновлююча енергетика. 2012. № 2. С. 88–93.
5. Григоренко Н.О. Сорго сахарное и перспективное направление его использования // Вестник пищевой промышленности «Сахарная отрасль». 2016. № 5. С. 5–7.
6. Дронов А.В., Дышлюк М.Ю., Обложко Е.М. Ресурсный потенциал сорго всех видов при производстве кормов и продуктов переработки в условиях Брянской области // Вестник ФГБОУ «Брянская ГСХА». 2013. № 2. С. 3–7.
7. Жила В.А., Губский Ю.И., Гаценко Г.Н., Метлин В.В. Сироп сорго сахарного – продукт переработки растительного сырья, способствующий выведению радионуклидов из организма // Проблемы биологии, селекции и технологии возделывания и переработки сорго : тезисы докладов. Зерноград: ВНИПТИМЭСХ, 1992. С. 40–41.
8. Колов О.В., Буенков А.Ю., Горбунов В.С., Семин Д.С. Новый прием повышения содержания сахаров в растениях сахарного сорго в условиях Нижнего Поволжья // Агро XXI. 2011. № 4–6. С. 34–35.
9. Коробко В.В., Волков Д.П. Устойчивость некоторых сортов зернового сорго к разноразнообразному засолению // Известия Саратовского университета. Серия «Химия. Биология. Экология». 2013. № 2 [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ustoychivost-nekotoryh-sortov-zernovogo-sorgo-k-raznokachestvennomu-zasoleniyu>.
10. Метлин В.В. Использование сахарного сорго в народном хозяйстве // Технология создания сортов, возделывания и использования сорго: сб. научных трудов. 1990. С. 15–20.

11. Смиловенко Л.А., Соколов С.Л. Исходный материал для селекции сорго сахарного // Генетика и селекция растений на Дону /под ред. В.Г. Картамышева. Ростов-на-Дону, 2003. Вып. 3. С. 164–169.
12. Таршилов С.Л., Федькин С.И. Исследования прессов для отжима сока из листостебельной массы сахарного сорго // Технология создания сортов, возделывания и использования сорго : сборник научных трудов. 1990. С.131–132.
13. Технология комплексной переработки сорго [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: [http://www/sergeyosetrov.narod.ru/Projects/Starch/Complex\\_processing\\_of\\_sorghum.htm](http://www/sergeyosetrov.narod.ru/Projects/Starch/Complex_processing_of_sorghum.htm).
14. Товолдиев Т., Рустамова Г., Хусанов Б., Набиева Н. Изучение сахара в стеблях сорго // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. 2014. № 4. С. 62–64.
15. Abd El-Razek A.M., Besheit S.Y. Potential of some sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) varieties for syrup and ethanol production in Egypt // Sugar Tech. 2009. № 11(3). P. 239–245.
16. Abdel-Tawab F.M., Abo-Doma A., Allam A., Hussein M.H., Abdel-Aziz S.H. Molecular genetic characterization of some controlling total biomass and brix in sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) // Proceed. Int. Conf. Genet. Eng. & Appl. 2004. P. 239–250.
17. Akbulut, Ozcan M.M. Some Physical, chemical, and rheological properties of Sweet Sorghum (*Sorghum Bicolor* (L) Moench) Pekmez (Molasses) // International Journal of Food Properties. 2008. №11. P. 79-91. DOI: 10.1080/10942910701233389.
18. Helm C.A., Beasley R. Growing Sorghum and Making Sorghum Syrup // Univ. of Mo. Circular 235, 1942. P. 1123–1140.
19. Hurst W. C. Making Syrup for Profit // Univ. of Ga. Bulletin 686, 1990. P. 621–630.
20. Nahar K. Sweet Sorghum: an Alternative Feedstock for Bioethanol // Iranica Journal of Energy & Environment. 2011. № 2(1). P. 58–61.
21. Kavas A. Üzüm ve Incirin Beslenme Yeri ve Önemi. Sağlıklı Beslenme Kuru Incir ve Çekirdeksiz Kuru Üzümün Önemi Semineri (The Important in Health Nutrition of Raisin and Fig Fruit in Turkish) // Tebliği. 1990. № 4. P. 53–65.
22. Oyier M.O., Owuochi J.O., Oyoo M.E., Cheruiyot E., Mulianga B., Rono J. Effect of Harvesting Stage on Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) Genotypes in Western Kenya // The Scientific World Journal. 2017. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://www.hindawi.com/journals/tswj/2017/8249532/>. doi.org/10.1155/2017/8249532.
23. Rania A.A., Younis, Ahmed M.F., Mervat M. EL-Menshawi. Molecular genetic markers associated with salt tolerance in grain sorghum // Arab J. Biotech. 2007. Vol. 10. № (2). P. 249–258.
24. USDA National nutrient database for Standard reference. Release 24. 2011. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: [http://www.greenharvest.eu/\\_rsrc/1449819982751/wondergrain/voedingswaarde-sorghum/Sorghum%20Nutritional%20comparisons\\_Pagina\\_1.jpg](http://www.greenharvest.eu/_rsrc/1449819982751/wondergrain/voedingswaarde-sorghum/Sorghum%20Nutritional%20comparisons_Pagina_1.jpg).
25. Woods J. The potential for energy production using sweet sorghum in southern Africa // Energy Sustain. 2001. № 5. P. 31–38.

#### References

1. Askarbekov E.B., Bajgazieva G.I. Ispol'zovanie saharного sorго v proizvod-stve spirta [The use of sweet sorghum in the production of alcohol] // Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta. 2015. № 4 (109) [Elektronnyj resurs]. Rezhim do-stupa: URL: <https://readera.ru/140204827>.
2. Askarbekov E.B., Bajgazieva G.I. Osnovy polucheniya spirta iz siropa sorго [Methods of obtaining alcohol from sorghum syrup] // Izvestiya Nacional'noj akademii nauk Respubliki Kazahstan. 2015. № 4. S. 30–35.
3. Vahrushev N.A. Sahar iz sorго [Sorghum Sugar] // Kukuruzna i sorго. 1996. № 6. S. 16–17.
4. Volod'ko A.I., Novak A.G., Cygankov S.P. Saharnoe sorго – energeticheskaya kul'tura dlya proizvodstva bioetanolu v Ukraine [Sweet sorghum is energy cereal for the production of bioethanol in Ukraine] // Bidnovlyunova energetika. 2012. № 2. S. 88–93.
5. Grigorenko N.O. Sorго saharное i perspektivnoe napravlenie ego ispol'zova-niya [Sweet sorghum and promising direction of its use] // Vestnik pishchevoj promyshlennosti «Saharnaya otrasl'». 2016. № 5. S. 5–7.
6. Dronov A.V., Dyshlyuk M.YU., Oblozhko E.M. Resursnyj potencial sorго vsekh vidov pri proizvodstve kormov i produktov pererabotki v usloviyah Bryanskoj oblasti [Resource potential of sorghum of all kinds in the production of food and processed products in the Bryansk region] // Vestnik FGBOU «Bryanskaya GSKHA». 2013. № 2. S. 3–7.
7. Zhila V.A., Gubskij YU.I., Gacenko G.N., Metlin V.V. Sirop sorго saharного – produkt pererabotki rastitel'nogo syr'ya, sposobstvuyushchij vyvedeniyu radionuklidov iz organizma [Sweet sorghum syrup is a product of plant processing that promotes the elimination of radionuclides from the body] // Problemy biologii, selekcii i tekhnologii vozdel'yvaniya i pererabotki sorго: Tezisy dokladov. Zernograd: VNIPTIMESKH, 1992. S. 40–41.
8. Kolov O.V., Buenkov A.YU., Gorbunov V.S., Semin D.S. Novyj priem povyshe-niya soderzhaniya saharov v rasteniyah saharного sorго v usloviyah Nizhnego Povolzh'ya [A new method to increase sugar content in sweet sorghum plants in the Lower Volga region] // Agro XXI. 2011. № 4–6. S. 34–35.
9. Korobko V.V., Volkov D.P. Ustojchivost' nekotoryh sortov zernovogo sorго k raznokachestvennomu zasoleniyu [Resistance of some grain sorghum varieties to different salinization] // Izvestiya Saratovskogo universiteta. Seriya «Himiya. Biologiya. Ekologiya». 2013. № 2 [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ustoychivost-nekotoryh-sortov-zernovogo-sorго-k-raznokachestvennomu-zasoleniyu>.
10. Metlin V.V. Ispol'zovanie saharного sorго v narodnom hozyajstve [The use of sweet sorghum in the national economy] // Tekhnolo-giya sozdaniya sortov, vozdel'yvaniya i ispol'zovaniya sorго: sb. nauchnyh trudov. 1990. S. 15–20.
11. Smilovenko L.A., Sokolov S.L. Iskhodnyj material dlya selekcii sorго sahar-nogo [The initial material for sweet sorghum breeding] // Genetika i selekciya rastenij na Donu (pod red. V.G. Kartamysheva). Rostov-na-Donu, 2003. Vyp. 3. S. 164–169.
12. Tarshilov S.L., Fed'kin S.I. Issledovaniya pressov dlya otzhima soka iz listo-stebel'noj massy saharного sorго [The study of the presses extracting juice from leafy mass of sweet sorghum] // Tekhnologiya sozdaniya sortov, vozdel'yvaniya i ispol'zovaniya sorго: sb. nauchnyh trudov. 1990. S. 131–132.
13. Tekhnologiya kompleksnoj pererabotki sorго [Technology of complex sorghum processing] [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: URL: [http://www/sergeyosetrov.narod.ru/Projects/Starch/Complex\\_processing\\_of\\_sorghum.htm](http://www/sergeyosetrov.narod.ru/Projects/Starch/Complex_processing_of_sorghum.htm).

14. Tovoldiev T., Rustamova G., Husanov B., Nabieva N. Izuchenie sahara v steblyah sorgo [Study of sugar in sorghum stalks] // Teoreticheskie i prikladnye aspekty sovremennoj nauki. 2014. № 4. S. 62–64.
15. Abd El-Razek A.M., Besheit S.Y. Potential of some sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) varieties for syrup and ethanol production in Egypt // Sugar Tech. 2009. № 11(3). R. 239–245.
16. Abdel-Tawab F.M., Abo-Doma A., Allam A., Hussein M.H., Abdel-Aziz S.H. Molecular genetic characterization of some controlling total biomass and brix in sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) // Proceed. Int. Conf. Genet. Eng. & Appl. 2004. R. 239–250.
17. Akbulut, Ozcan M.M. Some Physical, chemical, and rheological properties of Sweet Sorghum (*Sorghum Bicolor* (L) Moench) Pekmez (Molasses) // International Journal of Food Properties. 2008. № 11. R. 79–91. DOI: 10.1080/10942910701233389.
18. Helm C.A., Beasley R. Growing Sorghum and Making Sorghum Syrup // Univ. of Mo. Circular 235, 1942. P. 1123–1140.
19. Hurst W. C. Making Syrup for Profit // Univ. of Ga. Bulletin 686, 1990. P. 621-630/
20. Nahar K. Sweet Sorghum: an Alternative Feedstock for Bioethanol // Iranica Journal of Energy & Environment. 2011. № 2 (1). R. 58–61.
21. Kavas A. Üzüm ve Incirin Beslenmedeki Yeri ve Önemi. Sağlıklı Beslenme Kuru Incir ve Çekirdeksiz Kuru Üzümün Önemi Semineri (The Important in Health Nutrition of Raisin and Fig Fruit in Turkish) // Tebliği. 1990. № 4. R. 53–65.
22. Oyier M.O., Owuochi J.O., Oyoo M.E., Cheruiyot E., Mulianga B., Rono J. Effect of Harvesting Stage on Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) Genotypes in Western Kenya // The Scientific World Journal. 2017. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: URL: <https://www.hindawi.com/journals/tswj/2017/8249532/>. doi.org/10.1155/2017/8249532
23. Rania A.A., Younis, Ahmed M.F., Mervat M. EL-Menshawī. Molecular genetic markers associated with salt tolerance in grain sorghum // Arab J. Biotech. 2007. Vol. 10. № (2). R. 249–258.
24. USDA National nutrient database for Standard reference. Release 24. 2011. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: URL: [http://www.greenharvest.eu/\\_rsrc/1449819982751/wondergrain/voedingswaarde-sorghum/Sorghum%20Nutritional%20comparisons\\_Pagina\\_1.jpg](http://www.greenharvest.eu/_rsrc/1449819982751/wondergrain/voedingswaarde-sorghum/Sorghum%20Nutritional%20comparisons_Pagina_1.jpg).
25. Woods J. The potential for energy production using sweet sorghum in southern Africa // Energy Sustain. 2001. № 5. R. 31–38.

**Критерии авторства.** Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.