

УДК 663.88  
DOI 10.35547/IM.2021.23.2.012

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

## Получение концентрата из клеточного сока новых сортов сахарного сорго

Романенко Е.С.<sup>1</sup>, Миронова Е.А.<sup>1</sup>, Айсанов Т.С.<sup>1</sup>, Селиванова М.В.<sup>1</sup>, Есаулко Н.А.<sup>1</sup>, Герман М.С.<sup>1</sup>, Володин А.Б.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет, Ставропольский край, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12, Российская Федерация;

<sup>2</sup>ФГБНУ Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, Ставропольский край, г. Михайловск, ул. Никонова, 49, Российская Федерация

**Аннотация.** Представлены результаты исследования новых линий сортов сахарного сорго селекции ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» для создания качественно новой комплексной безотходной технологии переработки экологически безопасной продукции растениеводства для производства функциональных напитков с улучшенными потребительскими свойствами. В зависимости от вида используемого сырья, можно получить новые интересные вкусовые характеристики напитка. В качестве натуральных ингредиентов использовали нетрадиционное растительное сырье – сахарное сорго. В статье представлены данные по морфологическим признакам и показатели содержания сахаров в соке стеблей новых линий сахарного сорго: Л.7812 (57), Л.8611 (58), Л.7813 (56), Л.7859 (60), Ларец 63 и расчетный выход сиропа с 1 га посева. Авторами подробно описана технология переработки растительного сырья и получения концентрированного сиропа. Впервые в практике научных исследований разработана комплексная, безотходная технология переработки сахарного сорго для производства концентрированного сахарного сиропа и дальнейшего его использования с целью получения функциональных напитков с улучшенными функциональными потребительскими свойствами. Актуальность работы и научно-техническая значимость состоит в подборе новых сортов сахарного сорго, технологии выделения клеточного сока из стеблей и приготовления концентрированного сахарного сиропа. Таким образом, на основании проведенных исследований были получены результаты, которые представляют интерес для использования сахарного сорго в сельскохозяйственном производстве (для корма животных и перерабатываемой промышленности, для производства продуктов питания, в том числе функционального назначения). Вся информация представлена в табличном виде с разделением изучаемых сортов, указаны основные морфологические признаки и показатели содержания сахаров в соке стеблей сортов сахарного сорго и расчетный выход сиропа с 1 га.

**Ключевые слова:** сорго; сироп; растительное сырье.

**Для цитирования:** Романенко Е.С., Миронова Е.А., Айсанов Т.С., Селиванова М.В., Есаулко Н.А., Герман М.С., Володин А.Б. Получение концентрата из клеточного сока новых сортов сахарного сорго // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2021;23(2): 178-181. DOI 10.35547/IM.2021.23.2.012

ORIGINAL RESEARCH

## Obtaining a concentrated sugar syrup from cell juice of new sugar sorghum varieties

Romanenko E.S.<sup>1</sup>, Mironova E.A.<sup>1</sup>, Aysanov T.S.<sup>1</sup>, Selivanova M.V.<sup>1</sup>, Esaulko N.A.<sup>1</sup>, German M.S.<sup>1</sup>, Volodin A.B.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Stavropol State Agrarian University, 12 Zootekhnicheskiiy per., 355017 Stavropol, Stavropol Territory, Russian Federation;

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Scientific Institution North Caucasus Federal Scientific Agrarian Center, 49 Nikonova str., 356241 Mikhailovsk, Stavropol Territory, Russian Federation

**Abstract.** This paper provides information about research on new lines of sugar sorghum varieties selected by the North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center to create a brand new, innovative, integrated, waste-free technology for processing environmentally friendly crop products for the production of functional drinks with improved consumer properties. Depending on the type of raw materials used, you can get completely new interesting flavor characteristics of the drink. In the study, an unconventional plant raw material, sugar sorghum, was used as a natural ingredient. The paper presents data on morphological characteristics and indicators of sugar content in the juice of stems of new lines of sugar sorghum: L. 7812 (57), L. 8611 (58), L. 7813 (56), L. 7859 (60), Larets 63 and estimated yield of syrup from 1 hectare of sowing. The authors of the article described in details the technologies for processing plant raw materials and obtaining concentrated syrup. For the first time in the practice of scientific research, a comprehensive, waste-free technology for processing sugar sorghum has been developed for the production of concentrated sugar syrup and its further use for functional drinks with improved functional consumer properties. The relevance of the work and the scientific and technical significance lies in the selection of new varieties of sugar sorghum, technology for isolation of cell juice from stems of sugar sorghum and preparation of concentrated sugar syrup. Thus, on the basis of the studies carried out, promising results for the use of sugar sorghum in agricultural production for animal forage and the processing industry for food production, including functional purposes, were obtained. All information is presented in tabular form with the division of the studied varieties. Main morphological signs and indicators of sugar content in the juice of stems of sugar sorghum varieties and the estimated yield of syrup per hectare are indicated.

**Key words:** sorghum; syrup; vegetable raw materials.

**For citation:** Romanenko E.S., Mironova E.A., Aysanov T.S., Selivanova M.V., Esaulko N.A., German M.S., Volodin A.B. Obtaining a concentrated sugar syrup from cell juice of new sugar sorghum varieties. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2021;23(2): 178-181. (in Russian). DOI 10.35547/IM.2021.23.2.012

## Введение

Мировой рынок ежегодно пополняется новыми продуктами питания с заявленными свойствами их пользы для здоровья. Особенно ускоренными темпами развивается рынок функциональных напитков, которые являются самым удобным объектом для введения в состав практически любого, в том числе функционального, ингредиента, без принципиальных изменений технологического процесса.

С каждым днем растет научный интерес к созданию ресурсосберегающих технологий переработки растительного сырья, в том числе нетрадиционного. Такие технологии позволяют использовать растительные ресурсы Российской Федерации и создать экономически обоснованные комплексные технологии переработки растительного сырья.

Перспективным и многообещающим направлением в создании напитков остается применение нетрадиционных видов растительного сырья с высоким содержанием биологически активных веществ, которые задают различную функциональную направленность и дифференцируются в зависимости от исторических и местных предпочтений.

Производство функциональных напитков на основе сорго позволит расширить ассортимент подбора и переработки нетрадиционного растительного сырья для получения продуктов питания с высокой пищевой и биологической ценностью. Создание комплексной технологии переработки растительного сырья сахарного сорго и разработка рецептуры напитка на основе концентрированного сиропа сорго включает решение двух основных задач: создание экономически обоснованной комплексной технологии переработки растительного сырья и расширение ассортимента функциональных напитков.

В ФГБНУ «Ставропольский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» под руководством Володина А.Б. выводятся и изучаются новые линии сахарного сорго, которые представляют особый интерес для перерабатывающей промышленности и производства кормов для животных.

Разработана комплексная, безотходная технология переработки сахарного сорго для производства концентрированного сахарного сиропа и дальнейшего получения функциональных напитков с улучшенными функциональными потребительскими свойствами.

**Целью исследования** работы является изучение новых сортов сахарного сорго: Л.7812 (57), Л.8611 (58), Л.7813 (56), Л.7859 (60), Ларец 63.

## Материалы и методы исследований

На основе договора о творческом и научно-техническом сотрудничестве, сотрудники кафедры производства и переработки продуктов питания из растительного сырья Ставропольского государственного аграрного университета совместно с коллективом сотрудников лаборатории селекции и первичного семеноводства сорго ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный агрономический центр» (г. Михайловск) провели опыты по получению и выделению клеточного сока из новых линий образцов сахарного сорго.

Объектом исследования явились новые сорта сахарного сорго Л.7812 (57), Л.8611 (58), Л.7813 (56), Л.7859 (60), Ларец 63. В ходе развития новых линий сахарного сорго были проведены основные методы морфологии растений (табл.1): наблюдение, описание и сравнение.

Для определения содержания сахаров в соке стеблей растения использовали рефрактометрический метод анализа на приборах – рефрактометр МЕГЕОН 72003 к 0000018689 и рефрактометр ИРФ-454 Б2М, которые определяют концентрацию сахарозы и подходят для исследования вещества на основе определения коэффициента преломления света (табл. 2).

## Результаты и обсуждение

Во время проведения наблюдений было выяснено, что по группе спелости к раннеспелым относится сорт Л.7813 (56), количество дней до созревания – 98. К среднеранним сортам относятся Л.7812 (57), Л.7859 (60) – 93 и 95 дней соответственно. К среднеспелым – сорт Л.8611 (58) – 108 дней; к среднепоздним – сорт Ларец 63 – срок созревания 112 дней.

Лучший, средний показатель толщины стебля (16 мм) был отмечен у сорта линии Л.7812 (57), а наименьший, тонкий показатель (14 мм) имел сорт сахарного сорго линии Л.7813 (59). Показатели характера сердцевинки у всех линий соответствуют 7 баллам, что является показателем сочности. На основании морфологических данных новых линий сахарного сорго определено, что высота растений при созревании семян имеет незначительные изменения от 224 до 240 см.

В результате исследований по изучению новых сортов сахарного сорго, полученных А.Б. Володиным, выделены линии растения, которые в дальнейшем могут использоваться для переработки в пищевой промышленности.

Также необходимо учитывать линии сорго, которые можно применять на зеленый корм для животных – сено, сенаж, силос, травяную муку, гранулы, зернофураж, выпас.

Определение содержания сахаров в соке стеблей проводилось в периоды молочной, восковой и технической спелости. В ходе исследований установлено, что в период молочной восковой спелости наибольшее содержание сахаров было у сорта Л.8611 (58). Это на 4,9 % больше, чем у сорта Ларец 63. В период технической зрелости сорт Л.8611 (58) обладал самым большим показателем сахаров среди всех испытуемых сортов – 20,8 %. Наименьшее содержание зафиксировано у сорта Ларец 63 – 15,5%. Следовательно, наибольший показателей среднего содержания сахаров (19,9 %) в соке стеблей сахарного сорго показал сорт Л.8611 (58), а наименьший показатель 14,3% – сорт Ларец 63.

Был проведен учет урожайности зеленой массы и стеблей новых линий сахарного сорго. Наибольший показатель урожайности зеленой массы (63,9 т/га) и стеблей (46,1 т/га) показал сорт Ларец 63, но расчетный выход сиропа из этого сорта оказался незначительным и составил 2,72 т/га.

Таким образом, рекомендуется использовать новый сорт сахарного сорго Ларец 63 в качестве кормового баланса животных на зеленый корм, сено, сенаж,

**Таблица 1.** Основные морфологические признаки новых сортов сахарного сорго  
**Table 1.** Main morphological features of new varieties of sugar sorghum

Сорт, линия (номер делянки)	Группа спелости: число дней от всходов до		Толщина стебля, мм	Стебель, характер сердцевинки, балл	Высота растения, см	
	цветения	созревания			на 30 день вегетации	при созревании семян
Л.7812 (57)	58	93	16	7	61	230
Л.8611 (58)	77	108	15	7	57	240
Л.7813 (59)	55	88	14	7	60	218
Л.7859 (60)	62	95	15	7	55	228
Ларец 63	78	112	15	7	69	224

**Таблица 2.** Показатели содержания сахаров в соке стеблей сортов сахарного сорго и расчетный выход сиропа с 1 га посева**Table 2.** Indicators of sugar content in the juice of stems of sugar sorghum varieties and the estimated yield of syrup per 1 ha of sowing

Сорт, линия (номер делянки)	Содержание сахаров в соке стеблей в период, %		Среднее содержание сахаров, %	Урожай, т/га		Расчетный выход сиропа с 1 га посева, т/га
	молочной восковой спелости	технической спелости		зеленой массы	стеблей	
Л.7812 (57)	17,3	19,6	18,4	56,3	40,3	2,97
Л.8611 (58)	19,1	20,8	19,9	58,1	42,6	3,39
Л.7813 (59)	15,9	18,1	17,0	48,9	32,2	2,19
Л.7859 (60)	14,8	19,0	16,9	60,0	40,9	2,83
Ларец 63	14,2	15,5	14,8	63,9	46,1	2,72

силос, травяную муку.

В качестве сырья для производства сиропа наиболее эффективны сорта сорго Л.8611 (58) с расчетным выходом сиропа 3,39 т/га и Л.7812 (57) с показателем 2,97 т/га.

Исследования по выделению клеточного сока и получению концентрированного сиропа проводились в учебно-научной лаборатории технологии виноделия и продуктов питания из растительного сырья Ставропольского государственного аграрного университета оснащенной современным оборудованием и приборами. В лабораторных условиях сироп получали простым, доступным методом на простой установке – вальцевом станке из стеблей сорго.

В станке под вальцами устанавливают корыто-сборник, куда стекает отжатый сок. По мере накопления сока проводится фильтрование (процеживали через металлическое сито) для того, чтобы очистить его от мелких частиц листьев и стеблей.

Процеженному соку дают отстояться в течение 2–3 ч, чтобы осели мелкие примеси, которые невозможно уловить при фильтрации. После отстоя сок через кран, чтобы не захватить осевшую ниже крана муку, спускают на испаритель. В лабораторных условиях сок отстаивался в стеклянных кувшинах, по завершению отстоявшийся сок сливали в алюминиевую емкость для выпаривания, для чего использовали открытые, неглубокие сковороды-выпариватели, имеющие металлическое дно.

Для получения готового сиропа сок уваривали в два приема. Вначале его выпаривали до полусиропа (плотность около 45 %, или 450 г сахара в 1 кг полусиропа). После отстоя в течение 5–8 ч, удалив пену, полусироп сливали без мути в выпариватель и уваривали до плотности 75 %. Выше этой плотности уваривать не

следует, так как чем плотнее становится сироп, тем он труднее уваривается, может подгорать, темнеть и приобретать запах подгоревшего сахара.

Готовый сироп после охлаждения упаковывали в тару, обязательно целиком заполняя бутылку. В лабораторных условиях для хранения полученного сиропа использовали стеклянные колбы на 200 мл.

### Выводы

В результате работ установлены и выделены новые сорта сахарного сорго Л.8611 (58) с расчетным выходом сиропа 3,39 т/га и Л.7812 (57) с показателем 2,97 т/га. Были определены группы спелости сахарного сорго: раннеспелые – сорт Л.7813; среднеранние – сорта Л.7812, Л.7859; среднеспелый – сорт Л.8611; среднепоздний – сорт Ларец 63. Разработана ресурсосберегающая технология переработки стеблей сахарного сорго. Разработана технология получения концентрированного сахарного сиропа из клеточного сока растений.

В дальнейшем планируется разработка рецептур и технологий производства пищевых продуктов, в том числе напитков функционального назначения на основе концентрированного сока новых линий сахарного сорго, а также разработка безотходной технологии переработки отходов растительного сырья сахарного сорго.

Проблема полноценного, сбалансированного питания важна как никогда ранее. Ухудшение экологической ситуации в стране, ускорение ритма жизни, производство продуктов, содержащих большое количество искусственных добавок, приводят к развитию различных заболеваний, связанных с нарушением обмена веществ. Разработанные напитки относятся к группе специальных функциональных напитков и могут быть рекомендованы для потребления любыми

категориями населения России.

**Источник финансирования**

Не заявлен.

**Financing source**

Not declared.

**Конфликт интересов**

Не заявлен.

**Conflict of interest**

Not declared.

**Список литературы**

1. Драпкина Г.С., Кравченко С.Н., Постолова М.А. Технология производства функциональных напитков // Современные наукоемкие технологии. 2007;9:68–69.
2. Барашкин Д.А., Тихомирова Н.А., Корнева О.А., Барашкина Е.В. Новые подходы к производству соков и напитков функционального назначения // Новые технологии. 2008;5: 8–14.
3. Степовой А.В. Развитие безалкогольной промышленности в России в направлении производства функциональных напитков // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2010;1(313):20.
4. Аванесов В.М., Плаксин Ю.М., Стрелюхина А.Н., Ларин В.А. Применение растительных экстрактов при производстве напитков функционального назначения // Хранение и переработка сельхозсырья. 2016;7:28–32.
5. Рядинская А.А., Смирнова В.В., Сидельникова Н.А. Использование растительного сырья при разработке продуктов функционального назначения // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2016;4(12):105–112.
6. Миронова Е.А., Селиванова М.В., Айсанов Т.С., Герман М.С. Установление параметров извлечения биологически активных веществ из растительного сырья для использования в технологии производства напитков функционального назначения // В сборнике: Юность и знания – гарантия успеха-2020. Сборник научных трудов 7-й Международной молодежной научной конференции. 2020:79–84.
7. Соболев И.В., Гах А.В. Новые напитки специального назначения // Электронный сетевой политематический журнал "Научные труды КубГТУ". 2016;14:754–758.
8. Миронова Е.А., Романенко Е.С., Есаулко Н.А., Селиванова М.В., Герман М.С. Оценка показателей качества натурального плодово-ягодного сырья и продуктов его переработки для производства напитков функционального назначения // Вестник АПК Ставрополя.

2020;2–3(38–39):44–48.

9. Поверин А.Д., Филонова Г.Л., Соболева О.А. Новые функциональные продукты питания на основе натуральных сырьевых субстратов // Хранение и переработка сельхозсырья. 2008;10:60–64.

**References**

1. Drapkina G.S., Kravchenko S.N., Postolova M.A. Technology of production of functional drinks. Modern high-tech technologies. 2007;9:68–69 (in Russian).
2. Barashkin D.A., Tikhomirova N.A., Korneva O.A., Barashkina E.V. New approaches to the production of juices and beverages of functional purpose. New technologies. 2008;5:8–14 (in Russian).
3. Stepovoy A.V. Development of the non-alcoholic industry in Russia in the direction of the production of functional beverages. News of higher educational institutions. Food technology. 2010;1(313):20 (in Russian).
4. Avanesov V.M., Plaksin Yu.M., Strelyukhina A.N., Larin V.A. The use of plant extracts in the production of functional drinks. Storage and processing of agricultural supplies. 2016;7:28–32 (in Russian).
5. Ryadinskaya A.A., Smirnova V.V., Sidelnikova N.A. The use of plant raw materials in the development of functional products. Innovations in AIC: problems and prospects. 2016;4(12):105–112 (in Russian).
6. Mironova E.A., Selivanova M.V., Aisanov T.S., Herman M.S. Determination of parameters of extraction of biologically active substances from plant raw materials for use in the technology of production of functional beverages. In the collection: Youth and knowledge—a guarantee of success-2020. Collection of scientific papers of the 7th International Youth Scientific Conference. 2020:79–84 (in Russian).
7. Sobol I.V., Gakh A.V. New special purpose drinks. Electronic network polythematic journal Scientific Works of KubSTU. 2016;14:754–758 (in Russian).
8. Mironova E.A., Romanenko E.S., Esaulko N.A., Selivanova M.V., Herman M.S. Evaluation of quality indicators of natural fruit and berry raw materials and products of its processing for the production of functional beverages. Bulletin of AIC of Stavropol Territory. 2020;2–3 (38–39):44–48 (in Russian).
9. Poverin A.D., Filonova G.L., Soboleva O.A. New functional food products based on natural raw materials substrates. Storage and processing of agricultural supplies. 2008;10:60–64 (in Russian).

**Информация об авторах**

Елена Семёновна Романенко, канд. с.-х. наук, доцент, elena\_r65@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6514-414X>;  
Елена Алексеевна Миронова, канд. техн. наук, доцент, elena\_st\_86@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2425-0528>;  
Тимур Солтанович Айсанов, канд. с.-х. наук, доцент, aysanov\_timur@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2525-7465>;  
Мария Владимировна Селиванова, канд. с.-х. наук, доцент, selivanowa86@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5770-6272>;  
Наталья Александровна Есаулко, канд. с.-х. наук, доцент, esaulko70@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1901-3616>;  
Мария Сергеевна Герман, masha.german.93@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6958-5815>;  
Александр Борисович Володин, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр., info@fnac.center, <https://orcid.org/0000-0002-9688-1581>.

**Information about authors**

Elena S. Romanenko, Cand.Agric.Sci., Assistant Professor, elena\_r65@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6514-414X>;  
Elena A. Mironova, Cand.Techn.Sci., Assistant Professor, elena\_st\_86@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2425-0528>;  
Timur S. Aysanov, Cand.Agric.Sci., Assistant Professor, aysanov\_timur@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2525-7465>;  
Maria V. Selivanova, Cand.Agric.Sci., Assistant Professor, selivanowa86@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5770-6272>;  
Natalia A. Esaulko, Cand.Agric.Sci., Assistant Professor, esaulko70@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1901-3616>;  
Maria S. German, masha.german.93@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6958-5815>;  
Aleksander B. Volodin, Cand.Agric.Sci., Senior Staff Scientist, info@fnac.center, <https://orcid.org/0000-0002-9688-1581>.

Статья поступила в редакцию 03.02.2021, одобрена после рецензии 15.04.2021, принята к публикации 20.05.2021