

СОРГО КАК ПИЩЕВАЯ КУЛЬТУРА
SORGO AS A FOOD CULTURE



УДК: 633.174:631.5

DOI:10.24411/2588-0209-2020-10187

Матвиенко Евгений Владимирович

Кандидат биологических наук, Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова, г. Кинель

Matvienko Evgenij Vladimirovich

Candidate of Biological Sciences, Samara Federal Research Center, Russian Academy of Sciences, Volga Research Institute of Breeding and Seed named after P.N. Konstantinova, Kinel

Аннотация

Цель исследований – анализ применения и оценки инорайонных и местных сортов сорго на пищевые цели. Объект исследований – сорго зерновое и сахарное. Зерно сорго является хорошей крупяной культурой. Сорговая крупа, как основа для приготовления разнообразных блюд, может быть использована в виде различных каш, гарниров, супов, пудингов, хлопьев. В крупе сорго содержится: крахмала 69-73 г на 100 г крупы, жира – в пределах 2,5-3,5 г. На инорайонных сортах и гибридах проведены исследования по получению крахмала, который служит сырьем для производства сахаристых веществ. Совершенствование технологии производства пшеничного хлеба за счёт введения в рецептуру добавок в качестве сорговой муки, а также изучение возможности применения муки из сорго в технологии мучных кондитерских изделий (печенье, кексы и др.). Местные сорта зернового сорго Рось и Славянка которые созданы в Поволжском НИИСС – филиале СамНЦ РАН, использовали в качестве соложенного и несоложенного сырья при производстве пива, а также проводили оценку качества выпечки пшеничного хлеба с добавлением примеси муки зернового сорго. Исследования, которые проводили в Буркина-Фасо (Западная Африка), США и Индии показали, что из сорго производят безглютеновый хлеб, а также спиртные напитки и натуральный сироп. Результат

обзора проводимых исследований в России и в других странах показал, что показаны направления использования зерна и стеблей зернового и сахарного сорго в продуктах его переработки. Но в связи с расширением пищевого использования зерна сорго необходимо создавать новый исходный материал на пищевые цели, и на этой основе вывести новые сорта сорго зернового например для крахмало-паточной промышленности с улучшенными качествами зерна.

Summary

The purpose of the research is to analyze the application and evaluation of foreign and local varieties of sorghum for food purposes. The object of research is sorghum grain and sugar. Sorghum grain is a good cereal crop. Sorghum, as the basis for preparing a variety of dishes, can be used in the form of various cereals, side dishes, soups, puddings, cereals. Sorghum cereal contains: 69-73 g of starch per 100 g of cereal, fat - in the range of 2.5-3.5 g. Studies on the production of starch, which serves as a raw material for the production of sugary substances, were conducted on foreign varieties and hybrids. Improving the technology for the production of wheat bread by introducing additives as sorghum flour in the recipe, as well as studying the possibility of using sorghum flour in the technology of flour confectionery products (cookies, muffins, etc.). Local varieties of grain sorghum Ros and Slavyanka, which were created in the Volga NIISS branch of SamNTs RAS, were used as malted and unmalted raw materials in beer production, and the quality of baking wheat bread with the addition of impurities of grain sorghum was assessed. Studies conducted in Burkina Faso (West Africa), the United States, and India have shown that gluten-free bread, as well as alcohol and natural syrup, are made from sorghum. But in connection with the expansion of the food use of sorghum grain, it is necessary to create a new source material for food purposes, and on this basis to develop new varieties of grain sorghum, for example, for the starch and syrup industry with improved grain qualities.

Ключевые слова: сорго, мука, хлеб, кондитерские изделия, крахмал, пиво.

Keywords: sorghum, flour, bread, confectionery, starch, beer.

Введение. Большое значение приобретает правильный подбор засухоустойчивых культур, способных формировать высокие и, главное, стабильные, устойчивые урожаи зерна и зеленой массы. К числу таких культур относится сорго, являясь ценным кормовым, техническим и пищевым растением, способным формировать высокие урожаи не только в зоне сухих степей, но и в полупустынных зонах, где выпадает 200-300 мм осадков в год [11]. Всё шире используют сорго в пищевой промышленности: из него готовят пиво, например, в Африке зерно сорго используется для производства традиционного "непрозрачного" пива. Однако, только некоторые сорта сорго (например, красное зерно) специально подходят для производства пива сорго. Эти сорта пива известны как икигаге в Руанде, тчукуту в Бенине и Того, доло в Буркино-Фасо, пито или буркуту в Нигерии и Гане, амгба в Камеруне, доро или чибуку в Зимбабве, мерисса в Судане, мтама в Танзании, били в Чаде и каффир в Южной Африке [17], а также крупу, муку, крахмал. Кроме использования на кормовые цели, зерно сорго применяется как сырьё для спиртовой и крахмало-паточной промышленности [9].

Статус продовольственной культуры сорго зерновое сохранило лишь в Юго-Западной Азии (Индия), в Экваториальной и Южной Африке. Здесь сорго – основное хлебное растение, с которым связана жизнь миллионов людей [16]. Наиболее широко распространённым продуктом переработки сорго зернового в странах с традиционно высоким потреблением зерна являются сорговая мука. Во многих странах мира мука из зерна сорго используется при выработке хлебобулочных и мучных кондитерских изделий (пряников, кексов) взамен части пшеничной муки [8]. В странах, где сорго в большей степени выступает как техническая и кормовая культура, основными продуктами переработки являются глюкозо-фруктозные сиропы, спирт и сорговый крахмал. Для изготовления некоторых продуктов предпочтение отдается белому крахмалу. Поэтому, при производстве крахмала для пищевых целей предпочитают использовать в качестве сырья сорта сорго со светлыми семенными оболочками и белым эндоспермом [3, 6]. По данным Н.А. Шепеля, из 100 кг зерна сорго можно получить 65 кг крахмала, который по своей структуре мало отличается от картофельного и значительно лучше кукурузного [14]. Крахмал из сорго является хорошим сырьём для производства сахаристых веществ. На его основе вырабатывают глюкозо-фруктозные сиропы и спирт [3, 6]. Сухой сорговый зародыш содержит до 55% жира и служит сырьём для получения масла. Это масло относится к пищевым растительным маслам, ко-торое по своим физико-химическим показателям и кислотному составу подобно кукурузному [15]. Зерно сорго является хорошей крупяной культурой. Сорговая крупа, как основа для приготовления разнообразных блюд, может быть использована в виде различных каш, гарниров, супов, пудингов, хлопьев. В крупе сорго содержится крахмала 69-73 г на 100 г крупы, жира – в пределах 2,5-3,5 г. Важными элементами в сорговой крупе являются витамины, минеральные соли и микроэлементы, которые в организме выполняют функции регуляторов обмена веществ [15].

Цель исследований – анализ применения и оценки инорайонных и местных сортов сорго на пищевые цели.

Объект исследований – сорго зерновое и сахарное.

На инорайонных сортах и гибридах.

Исследования проведены в 2013-2015 гг. на базе ВНИИЗК им. И.Г. Калининко. Объект исследований – сорта сорго зернового: Хазине 28, Зерноградское 53, Лучистое, Орловское, Зерноградское 88 и Великан. В среднем за 3 года исследований сорт Великан характеризуются высоким содержанием крахмала – 74,1-76,1%. Содержание сырого белка менее 12,5% отмечено у сортов Орловское (11,4%), Великан (12,0%), Хазине 28 (12,2%), Зерноградское 88(12,2%) и Зерноградское 53 (12,2%). Наименьшая величина – содержание жира отмечена у сортов Лучистое (3,45%), Орловское (3,69%), Зерноградское 88 (3,76%) и Великан (3,87%). Данные образцы можно использовать при производстве крахмала, который служит сырьем для производства сахаристых веществ [1].

Исследования, проводимые на базе кафедры «Технология хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный аграрный университет» с целью совершенствования технологии производства пшеничного хлеба за счёт введения в рецептуру функциональных добавок в качестве сорговой муки показали, что применение муки, именно сахарного сорго, связано с тем, чтобы вкусовые качества хлеба не были горькими, как при использовании муки зернового сорго. В результате проведенного исследования разработана рецептура приготовления пшеничного хлеба с сорговой мукой в количестве 5, 10 и 15%. Предложен непродолжительный период брожения теста перед разделкой (30-50 мин.), что приводит к улучшению его качества, выражающегося в увеличении объема и пористости хлеба, улучшении свойств мякиша, аромата, вкуса и

замедлении черствения. На основании проведенного эксперимента лучшие органолептические показатели при выпечке пшеничного хлеба оказались у образца с содержанием 5% сорговой муки. Пористость становилась более развитой, равномерной, без уплотнений, мякиш — более эластичный с приятным ароматом, очерствение замедлялось, увеличивался удельный объём формового хлеба. Из-за отсутствия клейковины в сорговой муке рекомендуется проводить выпечку хлеба пшеничного с добавлением именно 5% сорговой муки. Наличие в сорговой муке витаминов и минеральных веществ активизирует деятельность дрожжевых клеток, ускоряя при этом процесс брожения и сокращая созревание теста, что снижает оптимальные затраты энергии на замес теста на 20-25% [4].

В 2014-2015 гг. на базе ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» проводилось изучение возможности замены при выпечке хлеба части муки пшеничной мукой сорго зернового сортов Зерноградское 88 и Великан в следующих соотношениях: 5:95, 10:90, 15:85. В качестве контроля принят хлеб, испеченный из 100% муки мягкой озимой пшеницы сорта Аскет. Отмечено влияние сортовых особенностей на белизну муки и показатели качества хлеба. Оценка образцов сорговой и пшеничной муки выявила их различия по цвету. Белизна муки из сорго сорта Великан соответствует II сорту (27,1 у.ед.), сорта Зерноградское 88 – I сорту (36,4 у.ед.). Проведена оценка качества хлеба по эластичности и пористости мякиша, его цвету, вкусу и запаху, форме и объемному выходу хлеба. Во всех вариантах опыта общая хлебопекарная оценка образцов с использованием муки сорго сорта Зерноградское 88 была выше по сравнению с сортом Великан. Проведенными исследованиями выявлена возможность включения сорговой муки в рецептуру при выпечке хлеба [2].

Исследования на тему: «Изучение возможности применения муки из сорго в технологии мучных кондитерских изделий», проводили на базе кафедры «Технология пищевых производств и парфюмерно-косметических продуктов» СамГТУ. Цели данного исследования – поиск культуры для замены зерна пшеницы и разработка рецептур кондитерских изделий на основе безглютеновой муки. В качестве безглютенового сырья авторы предлагают использовать сорго. Полученное сахарное печенье было умеренно сладким, очень мягким по консистенции, имело приятный аромат и пропечённую структуру. Песочное печенье имело сладкий вкус, характерные аромат и консистенцию. У бисквита были те же показатели. Кроме того, была получена приятная хрустящая корочка. Все изделия по физико-химическим и органолептическим показателям качества соответствовали требованиям государственных стандартов. Таким образом, применение муки из сорго достаточно перспективно в производстве кондитерских изделий. Однако, особенности данного сырья требуют проведения дополнительных исследований с целью поиска оптимальной рецептуры и совершенствования технологии [12].

Исследования на местных сортах Поволжского НИИСС – филиал Самарского научного центра РАН.

В 2018 году проводилось исследование на тему: «Использование зернового сорго в качестве соложенного и несоложенного сырья при производстве пива» в СамГТУ. В работе использовались два сорта зернового сорго: Рось и Славянка. В работе проводится физико-химические показатели полученных образцов пиво (соложёного и несоложёного) и 25-ти бальная система органолептической оценки пива. Перспективность применения зернового сорго при производстве пива объясняется стабильно высокой урожайностью в условиях засухи, повышенным содержанием крахмала, отсутствием белков, токсичных для больных целиакией (возможность производства безглютенового пива). Показатели зернового сорго

(способность прорастания, %; влажность, %; масса 1000 зерен, г; натура зерна, г/л; кислотность, °Т; плёнчатость, %; содержание крахмала, %; содержание белка, %) сортов Славянка и Рось и сравнение их с нормами для пивоваренного ячменя показал, что оба образца имели повышенное содержание крахмала, что важно для дальнейшей переработки. На основании полученных данных был сделан вывод о перспективности использования зернового сорго для производства пивоваренного солода. Наилучшие показатели получены при анализе солода из зернового сорго сорта Рось. Следующим этапом работы было производство пива с использованием соложённого и несоложённого сорго. Использование зернового сорго сорта Рось (без танинов в оболочке) наиболее перспективно при производстве пива, по причине высокого содержания крахмала в эндосперме [13].

На кафедре «Технология производства и экспертизы продуктов из растительного сырья», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ проведены опыты по «применению зерна сорго различных сортов при производстве неохмеленного суслу светлых сортов пива». В работе использовались два сорта зернового сорго: Рось и Славянка. Цель – определить влияние не соложенного сырья (зерна сорго различных сортов) на качество суслу при производстве пива светлых сортов. Для исследований для производства не охмеленного суслу были составлены композитные смеси: 1. Ячменный солод высокого качества (100%); 2. Ячменный солод высокого качества (90%) + зерно сорго сорта Рось (10%); 3. Ячменный солод высокого качества (80%) + зерно сорго сорта Рось (20%); 4. Ячменный солод высокого качества (90%) + зерно сорго сорта Славянка (10%); 5. Ячменный солод высокого качества (80%) + зерно сорго сорта Рось (20%); Приведены результаты исследований по изучению изменений физико-химических показателей качества 5-ти видов не охмеленного суслу для производства пива светлых сортов, произведенного как из чисто ячменного солода, так и с замещением солода на зерно сорго сорта Рось и Славянка в количестве до 20%. Таким образом, при приготовлении неохмеленного суслу для производства пива светлых сортов рекомендуется использовать зерно сорта Славянка в количестве 10% [7].

В 2018 году проводились исследования на базе ФГБНУ «Поволжский НИИСС» им. П.Н. Константинов на тему: «Оценка качества выпечки пшеничного хлеба с добавлением примеси муки зернового сорго». Физико-химические показатели качества определяли в научно - исследовательской лаборатории» на базе СамГАУ. Сырьем для приготовления хлеба опарным способом служило сырье: пшеничная мука сорта Поволжская 86, мука из зернового сорго сорта Рось и перспективных сортов Л- 28/14 и Л- 267/17. В результате добавления сортов пищевого сорго, по всем показателям качества, наилучшим оказался вариант выпеченного хлеба с добавлением сорговой муки сорта Рось в количестве 25%. В исследуемых образцах массовая доля белка повысилась с 11,27-11,77 %, массовая доля жира составила от 3,68-3,90 %, влажность варьируется от 35,20-37,40 %, это свидетельствует о том, что данные показатели находятся в пределах нормы по отношению к контролю. Исходя из органолептических и физико - химических показателей качества было установлено, что добавление сорговой муки в количестве 25% благоприятно влияет на качество выпеченного хлеба [10].

Исследования за рубежом

В 2009 году были проведены исследования на 30 образцах сорго зернового для традиционного производство пиво "dolo" из Буркина-Фасо (Западная Африка). Образцы "dolo" были подвергнуты скринингу на их общее содержание фенола и качество солода в сравнение с традиционными видами пиво и винами. Общее количество фенолов измеряли с использованием метода Folin-Ciocalteu.

Содержание проантоцианидинов известны также как процианидин, олигомерный проантоцианидин, лейкоцианидин и конденсированные танины – класс флавоноидов, мощные антиоксиданты определяют методом гидролиза HCl-бутанола. Основными критериями качества для оценки качества солода вкус и наличие или отсутствие горечи в солоде. Вкус, содержание алкоголя и достаточно приготовленное сусло были восприняты как основные критерии для оценки качества "dolo". Основными параметрами, влияющими на качество солода, считались период производства солода, пропорции зерна и количество воды, поступающей в солод, наличие остатков пестицидов в солодовых зернах и возраст зерна. Результаты показали, что красные вина от разных марок имели более высокий уровень фенола содержание и антиоксидантные способности по сравнению с другими образцами "dolo" [18].

В 2000-2006 гг. проводились исследования на тему: "Безглютеновый хлеб из сорго: различия в качестве среди гибридов". Десять гибридов сорго и ингредиенты для выпечки безглютенового хлеба получили от коммерческих семеноводческих компаний и Университета штата Канзас (США). Они отличаются по цвету зерна – белое и красное. Была составлена рецептура безглютенового хлеба из сорго. Определялись показатели качества хлеба и физико-химические свойства и критерии между гибридами сорго зернового. В результате исследований были выявленные различия между гибридами по ряду показателей – по внешнему виду изделия (поверхность, форма корки, цвет корки), по характеру мякиша (цвет, пористость, эластичность, вкус), а также по физико-химическим показателям качества хлеба (объемный выход хлеба, пористость мякина хлеба, кислотность мякиша хлеба и влажность мякиша хлеб). Цвет зерна имеет также значения, из белого зерна мука и хлеб более приятный цвет имеют, а вкусовые качества соответствуют обычному хлебу [19].

В 2005-2007 гг. в Индии проводили исследования на шести перспективных генотипах сахарного или сладкого сорго – RSSV 9, RSSV 47, NSSH 104, Wray, Kellar, SSV 84 в сравнение с многоцелевым гибридом "Madhura" при производстве натурального сиропа из сладкого сока стеблей сорго сахарного. Концентрированный и стерилизованный сок для приготовления натурального сиропа можно использоваться в молочной и кондитерской промышленности в качестве подсластителя. Этот сироп можно использовать вместо меда и подаваться вместе с завтраком; он имеет также названия «мед сорго». Полученный сироп имеет большой потенциал и распространен в азиатских и африканских странах. В годы проведения исследования проводилась оценка химического состава сладкого сиропа сорго у разных генотипов по сравнению с медом, и в сравнение с сиропом, полученным из стебля гибрида "Madhura". Сироп шести перспективных генотипов также анализировали на полифенолы, кальций, железо и фосфор. В результате проведенных опытов стоит отметить, что полученный сироп из стеблей сахарного сорго перспективных генотипов, имел разный химический состав и он похож на мед. Богат минералами, такими как: железо, кальций, цинк. Наименьшее содержание полифенолов было зарегистрировано в Wray. RSSV 9, а самое высокое содержание железа и содержание кальция в SSV 84, RSSV 9 и Kellar. Также на этих образцах зафиксировали наибольшее содержание фосфора [20].

Выводы.

Таким образом, в результате обзора литературы выявлены современные направления использования зерна сорго и продуктов его переработки в технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий. Несмотря на многообразие решений в этой области, многие технологии находятся на начальном этапе разработки и требуют дальнейших исследований и внедрения в производство. На инорайонных сортах и гибридах проведены исследования по

получению крахмала, который служит сырьем для производства сахаристых веществ. Совершенствование технологии производства пшеничного хлеба за счёт введения в рецептуру добавок в качестве сорговой муки, а также изучение возможности применения муки из сорго в технологии мучных кондитерских изделий (печенье, кексы и др.).

Местные сорта зернового сорго Рось и Славянка, которые созданы в Поволжском НИИСС – филиале СамНЦ РАН, использовали в качестве соложенного и несоложенного сырья при производстве пива, а также проводили оценку качества выпечки пшеничного хлеба с добавлением примеси муки зернового сорго. Сорта Рось и Славянка являются перспективным сырьем для производства различных продуктов по причине неприхотливости к условиям внешней среды в частности в условиях засушливого климата и местные сорта характеризуется стабильно высокой урожайностью, а так же обладает массой полезных свойств.

Исследования, проводимые в других странах, показали, что из сорго производят безглютеновый хлеб, а также спиртные напитки и натуральный сироп.

В связи с расширением пищевого использования зерна сорго необходимо создать новый исходный материал для селекции, и на этой основе вывести новые сорта сорго зернового для крахмало-паточной промышленности с улучшенными качествами зерна.

Список использованной литературы

1. Алабушев А.В., Ковтунов В.В., Лушпина О.А. Сорго зерновое – перспективное сырье для производства крахмала // Достижения науки и техники АПК. 2016. № 7. С. 64-66.
2. Алабушев А.В., Ковтунов В.В., Кравченко Н.С. и др. Оценка новых сортов сорго зернового при использовании в хлебопечении // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2017. № 3 (54). С. 144-150.
3. Большаков А.З., Кадыров С.В., Клепко Ю.Н. и др. Время чествовать сорго – Ростов-на-Дону: ЗАО «Рост-издат», 2008. – 60 с.
4. Ефремова Е.Н. Влияние сорговой муки на показатели пшеничного хлеба // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. № 3 (113). С. 125-129
5. Казакова А.С., Лихопой В.И., Клепко Ю.Н. Биохимические характеристики коллекции зернового сорго пищевого направления // Тезисы докладов региональной научно-практической конференции «Биотехнология и производство экологически чистой продукции сельского хозяйства». – Персиановка, 1994. – С. 87-88.
6. Кадыров С.В., Федотов В.А., Большаков А.З. и др. Сорго в ЦЧР. Ростов-на-Дону: ЗАО «Ростиздат», 2008. – 80 с.
7. Макушин А.Н. Применение зерна сорго различных сортов при производстве неохмеленного суслу светлых сортов пива // Вклад молодых ученых в аграрную науку : сборник научных трудов. – Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2019. – С. 549-552.
8. Малиновский, Б.Н. Сорго на Северном Кавказе. Ростов-на-Дону.: Изд-во Ростовского ун-та, 1992.– 208 с.
9. Малиновский Б.Н., Аббасов Г.Г. Качество зерна индийских образцов зернового сорго в условиях Краснодарского края // Комплексные исследования по селекции, семеноводству, технологии возделывания сорго: Сб. науч. тр./ ВНИИ сорго. – зерноград, 1995. – С. 108-114.
10. Мохова В.И., Вихрова Е.А., Никонорова Ю.Ю. Оценка качества выпечки пшеничного хлеба с добавлением примеси муки зернового сорго // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского Государственного Аграрного Университета. 2019. № 151. С. 193-199.
11. Сыркина Л. Ф., Антимонов А. К., Антимонова О. Н., Акимова Л. И. Рекомендации по возделыванию зернового сорго в Самарской области. Кинель, 2010. 38 с.

12. Темникова О.Е., Зимичев А.В., Беляев С.Я., Рузянова А.А. Изучение возможности применения муки из сорго в технологии мучных кондитерских изделий // Хлебопродукты. 2017. № 8. С. 34-35.
13. Шакиров Д.Р., Кривов Н.В. Использование зернового сорго в качестве соложенного и несоложенного сырья при производстве пива // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2018. Т. 4, № 2. С. 1-8.
14. Шепель, Н.А. Селекция сорго на качество / Н.А. Шепель // Проблемы и задачи по селекции, семеноводству и технологии производства и переработки сорго в СССР: Тезисы докладов Всесоюзного совещания. – Зерно-град, 1990. – С. 8-10.
15. Шепель Н.А. Сорго. Волгоград: Комитет по печати, 1994. – 448 с.
16. Шепель Н.А., Болдырева Л.Л., Пошивальник С.А. Селекция и агротехника сортов и гибридов зернового сорго пищевого направления // Научное обеспечение расширения посевов сорговых культур и кукурузы на зерно в засушливых районах Юго-Востока и стран СНГ. Материалы международной научно-практической конференции. – Саратов, 2004. – С.134-142.
17. Lyumugabe F., Gros J., Nzungize J. et al. Characteristics of African traditional beers brewed with sorghum malt: a review / Biotechnol. Agron. Soc. Environ. – 2012. – Vol. 16 (4). – P.509-530.
18. Fatouma Mohamed Abdoul-latif¹, Romaric G. Bayili¹, Louis-Clément Obame et al. Comparison of phenolic compounds and antioxidant capacities of traditional sorghum beers with other olic beverages / African Journal of Biotechnology – 2012. – Vol. 11 (81). P.14671-14678.
19. Tilman J. Schober,¹⁻³ Manuela Messerschmidt,^{1,4} Scott R. Bean et al. Gluten-Free Bread from Sorghum: Quality Differences Among Hybrids / Cereal Chem – 2005. – Vol. 82, No. 4. P. 394–404.
20. Anonymous (2007) Ratnavathi CV (2005) Developing sorghum as an efficient biomass and bioenergy crop and providing bvalue addition to the rain damaged kharif grain for creating industrial demand Final Report of the project NATP RNPS 24, National Agricultural Technology project, pp 40 Indian Council of Agricultural Research, New Delhi.

Spisok ispol'zovannoi literatury

1. 1. Alabushev A.V., Kovtunov V.V., Lushpina O.A. Sorgo zernovoe – perspektivnoe syr'e dlya proizvodstva krakhmala // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2016. № 7. S. 64-66.
2. Alabushev A.V., Kovtunov V.V., Kravchenko N.S. i dr. Otsenka novykh sortov sorgo zernovogo pri ispol'zovanii v khlebopechenii // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 3 (54). S. 144-150.
3. Bol'shakov A.Z., Kadyrov S.V., Klepko Yu.N. i dr. Vremya chestvovat' sorgo – Rostov-na-Donu: ZAO «Rost-izdaT», 2008. – 60 s.
4. Efremova E.N. Vliyanie sorgovoi muki na pokazateli pshenichnogo khleba // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 3 (113). S. 125-129
5. Kazakova A.S., Likhopoi V.I., Klepko Yu.N. Biokhimicheskie kharakteristiki kollektzii zernovogo sorgo pishchevogo napravleniya // Tezisy dokladov regional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Biotekhnologiya i proizvodstvo ehkologicheskoi chistoi produktzii sel'skogo khozyaistva». – Persianovka, 1994. – S. 87-88.
6. Kadyrov S.V., Fedotov V.A., Bol'shakov A.Z. i dr. Sorgo v TSCHR. Rostov- na-Donu: ZAO «RostizdaT», 2008. – 80 s.

7. Makushin A.N. Primenenie zerna sorgo razlichnykh sortov pri proizvodstve neokhmelenogo susla svetlykh sortov piva // Vklad molodykh uchenykh v agrarnuyu nauku : sbornik nauchnykh trudov. – Kinel' : RIO Samarskogo GAU, 2019. – S. 549-552.
8. Malinovskii, B.N. Sorgo na Severnom Kavkaze. Rostov- na-Donu.: Izd-vo Rostovskogo un-ta, 1992.– 208 s.
9. Malinovskii B.N., Abbasov G.G. Kachestvo zerna indiiskikh obraztsov zernovogo sorgo v usloviyakh Krasnodarskogo kraya // Kompleksnye issledovaniya po selektsii, semenovodstvu, tekhnologii vozdeleyvaniya sorgo: Sb. nauch. tr./ VNIi sorgo. – Zernograd, 1995. – S. 108-114.
10. Mokhova V.I., Vikhrova E.A., Nikonorova Yu.Yu. Otsenka kachestva vypechki pshenichnogo khleba s dobavleniem primesi muki zernovogo sorgo // Politematicheskii setevoi ehlektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta. 2019. № 151. S. 193-199.
11. Syrkin L. F., Antimonov A. K., Antimonova O. N., Akimova L. I. Rekomendatsii po vozdeleyvaniyu zernovogo sorgo v Samarskoi oblasti. Kinel', 2010. 38 s.
12. Temnikova O.E., Zimichev A.V., Belyaev S.Ya., Ruzyanova A.A. Izuchenie vozmozhnosti primeneniya muki iz sorgo v tekhnologii muchnykh konditerskikh izdelii // Khleboprodukty. 2017. № 8. S. 34-35.
13. Shakirov D.R., Krivov N.V. Ispol'zovanie zernovogo sorgo v kachestve solozhenogo i nesolozhenogo syr'ya pri proizvodstve piva // Vestnik nauki i obrazovaniya Severo-Zapada Rossii. 2018. T. 4, № 2. S. 1-8.
14. Shepel', N.A. Seleksiya sorgo na kachestvo / N.A. Shepel' // Pro-blemy i zadachi po selektsii, semenovodstvu i tekhnologii proizvodstva i pererabotki sorgo v SSSR: Tezisy dokladov Vsesoyuznogo soveshchaniya. – Zerno-grad, 1990. – S. 8-10.
15. Shepel' N.A. Sorgo. Volgograd: Komitet po pečati, 1994. – 448 s.
16. Shepel' N.A., Boldyreva L.L., Poshival'nik S.A. Seleksiya i agrotekhnika sortov i gibridov zernovogo sorgo pishchevogo napravleniya // Nauchnoe obespechenie rasshireniya posevov sorgovykh kul'tur i kukuruzy na zerno v zasushlivykh raionakh Yugo-Vostoka i stran SNG. Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. – Saratov, 2004. – S.134-142.
17. Lyumugabe F., Gros J., Nzungize J. et al. Characteristics of African traditional beers brewed with sorghum malt: a review / Biotechnol. Agron. Soc. Environ. – 2012. – Vol. 16 (4). – P.509-530.
18. Fatouma Mohamed Abdoul-latif1, Romaric G. Bayili1, Louis-Clément Obame et al. Comparison of phenolic compounds and antioxidant capacities of traditional sorghum beers with other olic beverages / African Journal of Biotechnology – 2012. – Vol. 11 (81). P.14671-14678.
19. Tilman J. Schober,1–3 Manuela Messerschmidt,1,4 Scott R. Bean et al. Gluten-Free Bread from Sorghum: Quality Differences Among Hybrids / Cereal Chem – 2005. – Vol. 82, No. 4. P. 394–404.
20. Anonymous (2007) Ratnavathi CV (2005) Developing sorghum as an efficient biomass and bioenergy crop and providing bvalue addition to the rain damaged kharif grain for creating industrial demand Final Report of the project NATP RNPS 24, National Agricultural Technology project, pp 40 Indian Council of Agricultural Research, New Delhi.