

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КВАСА ИЗ РИСОВОГО СОЛОДА С ОКРАШЕННЫМ ПЕРИКАРПОМ

Научная статья

Омельчук А.С.<sup>1</sup>, Баланов П.Е.<sup>2</sup>, Смотраева И.В.<sup>3</sup><sup>2</sup> ORCID : 0000-0002-0610-9248;<sup>3</sup> ORCID : 0000-0003-1255-832X;<sup>1, 2, 3</sup> Национальный исследовательский университет ИТМО, Санкт-Петербург, Российская Федерация**Аннотация**

Целью данной работы является разработка технологии получения ферментированного напитка из риса с окрашенным перикарпом и определение физико-химических свойств полученного продукта. Высокое содержание фенольных соединений в темных сортах риса свидетельствует о большом количестве антиоксидантов в сырье, что должно позволить создать функциональный пищевой продукт.

Из солода полученного из риса с перикарпом черного цвета получено сусло и проведена ферментация с использованием дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. Разработаны и изготовлены пять образцов кваса с различной зерновой засыпью черного рисового солода, их характеристики были дополнительно изучены. Анализировались следующие параметры: экстрактивность сусла и готовой продукции, содержание этанола, концентрация ионов водорода (рН), общее содержание фенольных соединений.

Разработанный квас из риса с окрашенным перикарпом не только богат фенольными соединениями, которые способствуют его антиоксидантной способности, но и сохраняет высокое качество вкуса и аромата. Это позиционирует продукт как инновационный, потенциально полезный для здоровья.

**Ключевые слова:** Рис с окрашенным перикарпом, черный рис, солод, рисовый солод, нетрадиционное сырье, сусло, квас, фенольные соединения, антоцианы, *Oriza sativa*.

**Введение**

Напитки являются одним из важнейших компонентов структуры питания человека во всем мире. Рынок безалкогольных напитков является одним из сегментов рынка продуктов питания, занимая значительную долю по объему производства по сравнению с другими сегментами этого рынка. Основное внимание на рынке безалкогольных напитков уделяется однородной группе безалкогольных напитков, которая подразделяется на следующие подгруппы: питьевые и минеральные воды, фруктово-ягодные напитки, энергетические напитки, квас и напитки на его основе, соки.

Напитки являются наиболее технологичным продуктом для создания новых видов функциональных продуктов питания, поскольку введение в них новых функциональных ингредиентов не представляет особой сложности [1]. Обогащенные витаминами и микроэлементами напитки могут использоваться для профилактики сердечно-сосудистых, желудочно-кишечных, онкологических заболеваний, а также различных видов интоксикаций. В отличие от лекарств, функциональные напитки могут мягко воздействовать на организм человека за счет содержащихся в них биологически активных веществ. В связи с этим актуальным вопросом является расширение ассортимента функциональных, обогащенных и потенциально полезных безалкогольных напитков.

Квас из нетрадиционного сырья — интересная и инновационная категория напитков, которая выходит за рамки классического рецепта на основе ржаного или пшеничного солода. Использование нетрадиционных видов сырья позволяет создавать напитки с уникальными вкусами, ароматами и даже улучшенными питательными и профилактическими свойствами. Такой подход открывает новые возможности для разработки функциональных напитков, которые могут удовлетворить современные потребительские предпочтения в отношении пользы для здоровья, такой как улучшение пищеварения, антиоксидантные свойства и большее разнообразие вкусовых ощущений.

Натуральный квас является перспективной категорией как по способности изменять органолептические свойства, так и по положительному влиянию на здоровье человека [2]. Ключевым процессом в производстве кваса является брожение сусла, полученного из богатого углеводами сырья. При производстве по традиционной технологии с использованием симбиотической культуры дрожжей и молочнокислых бактерий квас содержит комплекс витаминов, антиоксидантов, органических кислот и микроэлементов. Оказывает лечебно-профилактическое воздействие на организм человека, способствуя общему оздоровлению и благополучию [3,4,5].

Обычно квас готовят из концентрата квасного сусла, воды, сахара и дрожжей. Эти ингредиенты смешиваются и подвергаются брожению, в ходе которого дрожжи преобразуют сахара в спирт и углекислый газ, а также производят различные полезные соединения, такие как органические кислоты, витамины и антиоксиданты. В результате получается освежающий, слегка газированный напиток с уникальным вкусовым профилем.

Для производства ферментированных напитков используются различные виды растительного сырья, включая нетрадиционные виды солода. Альтернативные виды солода изготавливаются из таких зерновых, как тритикале, рис, овес и даже псевдозерновых культур - гречиха, киноа. Использование нетрадиционных солодов позволяет создавать инновационные напитки с отличительными вкусами, улучшенными функциональными свойствами и потенциалом пользы для здоровья человека, например, за счет увеличения содержания антиоксидантов, улучшения пищеварения или предоставления дополнительных витаминов и минералов.

Одним из перспективных видов сырья для производства кваса может стать рис с окрашенным перикарпом - черный рис (*Oriza sativa*).

В последнее время сорта черного риса привлекают все большее внимание исследователей из-за их потенциала в качестве источников антоцианов [6,7,8].

Рис с тёмноокрашенным (черным) перикарпом получает свой характерный цвет благодаря антоциановым пигментам, которые, как известно, поглощают свободные радикалы и обладают антиоксидантными свойствами, а также другими полезными для здоровья свойствами [9]. Исследования показали, что уровни антоцианов в черном рисе выше, чем в других распространенных источниках этих соединений. Эти антоцианы обладают антиоксидантной, противораковой и противовоспалительной активностью [10]. При потреблении антоцианы могут метаболизироваться в фенольные кислоты, такие как протокатеховая кислота.

Поскольку антоцианы не синтезируются в организме человека или животного, их получают при употреблении растительной пищи [11]. Основная функция этих соединений — антиоксидантная активность. Благодаря своей высокой антиоксидантной способности они защищают клетки человека от вредного воздействия сильных окислителей и свободных радикалов [12]. Кроме того, эти соединения оказывают благотворное влияние на обмен веществ, стабилизируя анаболические и катаболические реакции [13]. Цианидин-3-глюкозид, основной антоциан, содержащийся в черном рисе, проявляет сильный антиоксидантный эффект и, как показали исследования, обладает нейропротекторными свойствами [14].

Черный рис отличается от других злаковых культур высоким содержанием и других фенольных соединений. Среди них выделяют кверцетин, катехины, фенольные кислоты (галловая, кофейная, протокатеховая, хлорогеновая). Фенольные соединения являются биологически ценными компонентами, с их воздействием на организм человека связаны лечебно-профилактические свойства разрабатываемого кваса [15]. Эти соединения обладают высоким антиоксидантным и мембраностабилизирующим действием, нормализуют липидный обмен.

Кроме того, черный рис является экономически перспективным сырьем, поскольку он не только сохраняет свой углеводный потенциал, но и обладает ценными физиологическими преимуществами, что делает его идеальным ингредиентом для функциональных продуктов питания и напитков.

Таким образом, продукты, содержащие фенольные соединения, сегодня представляют большой интерес, поскольку они не только улучшают качество конечного продукта за счет высокого содержания антиоксидантов, но и оказывают положительное влияние на нормальное функционирование организма человека.

### **Методы и принципы исследования**

Объектом исследования являлся квас полученный с использованием суслу из рисового солода с перикарпом окрашенным в черный цвет.

Анализ показателей суслу и напитков проводился с использованием методов, принятых в производстве напитков.

Измерялись содержание экстракта в сусле, содержание этанола, концентрация ионов водорода (рН), концентрация фенольных соединений. Данные собирались до процесса ферментации и после процесса ферментации.

### **Экстрактивность**

Использовался рефрактометрический способ. Рефрактометр измеряет показатель преломления раствора, который зависит от концентрации растворенных веществ (сахаров, солей, органических кислот). Чем больше растворенных веществ, тем выше показатель преломления.

### **Концентрация ионов водорода (рН)**

Измерение этого показателя осуществлялось с помощью рН-метра.

### **Содержание этанола**

Осуществлялось путем отгонки этилового спирта на дистилляционной установке, измерении относительной плотности полученного дистиллята и соотнесения его табличными данными, которые точно коррелируют с концентрацией этилового спирта в растворе.

### **Фенольные соединения**

Использовался спектрофотометрический метод с реактивом Фолина–Чокальтеу. Метод основан на реакции фенольных соединений с реагентом, содержащим молибденовые и вольфрамовые компоненты. При взаимодействии фенольных соединений с этим реагентом образуется синий комплекс, интенсивность окраски которого пропорциональна количеству фенольных веществ в образце. Содержание фенольных соединений выражается в мг эквивалента галловой кислоты на литр или 100 мл продукта.

### **Основные результаты**

о полученный концентрат квасного суслу ( далее ККС) с экстрактивностью 72%.

Оба вида суслу смешиваются в пропорциях указанных в таблице 1.

Экстрактивность начального суслу, с учетом всех добавленных компонентов, во всех образцах составила  $6 \pm 0,2\%$ .

#### **3. Брожение квасного суслу**

Брожение квасного суслу происходит при температуре  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  в течение 24 часов с применением чистой культуры дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. Брожение кваса считается законченным, когда экстрактивность продукта снижается на  $2 \pm 0,5\%$ . В процессе брожения производится систематический контроль за основными параметрами процесса (температура, экстрактивность, содержание этанола, рН).

#### **4. Завершение брожения и стабилизация**

Для получения повышенной стабильности сброженное суслу (молодой квас) охлаждают до  $1-2^\circ\text{C}$ . При этой температуре дрожжи оседают плотным слоем на дно бродильной ёмкости. Полученный продукт декантируется с дрожжевого осадка в чистую подготовленную тару и хранится при температуре  $2 \pm 0,5^\circ\text{C}$ .

Таблица 1 - Таблица 1 - Рецептатура экспериментальных образцов

	Концентрат квасного сусла, г.	Сахарный сироп, г.	Сусло из черного риса 12%, г	Стартовая культура дрожжей, г.	Вода, мл
Образец №1 (контрольный , 100% ККС из ржаного солода)	30	6	-	2,5	до 500
Образец № 2 (75% ККС + 25% сусла из черного риса)	22,5	4,5	60	2,5	до 500
Образец № 3 (50% ККС + 50% сусла из черного риса)	15	3	120	2,5	до 500
Образец № 4 (25% Ккс + 75% сусла из черного риса)	7,5	1,5	180	2,5	до 500
Образец № 5 (100% сусло из черного риса)	-	-	240	2,5	до 500

Было приготовлено 5 образцов с различной дозировкой сусла из чёрного риса.

Материальный баланс был составлен на основе прогнозируемого количества экстрактивных веществ в конечном продукте. Согласно ГОСТ 31494-2012 доля сухих веществ в готовом продукте должна быть не менее 3,5% [16]. Контрольные образцы имели объем 500 мл.

В процессе брожения измерялись основные физико-химические характеристики ферментируемой среды.

#### **Степень сбраживания**

В процессе брожения экстрактивность сусла постоянно уменьшается (табл. 2), что характеризуется степенью сбраживания кваса. Этот показатель указывает, сколько процентов экстрактивных веществ, содержащихся в исходном сусле, было метаболизировано дрожжами.

Таблица 2 - Таблица 2 - Динамика изменения экстрактивности при брожении

№ Образца	Экстрактивно сть до брожения, %	Экстрактивно сть после 6 часов брожения, %	Экстрактивно сть после 12 часов брожения, %	Экстрактивно сть после 18 часов брожения %	Экстрактивно сть после 24 часа брожения %
1	6,2	5,5	5,1	4,6	4,1
2	6,2	5,4	4,9	4,2	3,6
3	5,9	5,5	4,8	4,2	3,4
4	6,0	5,3	4,7	4,2	3,6
5	6,1	5,2	4,5	3,9	3,4

В экспериментальных образцах она составила от 34% до 44% (табл. 2), что говорит о весьма интенсивном течении процесса. Также было отмечено, что степень сбраживания увеличивается по мере увеличения дозировки сусла из черного риса. Авторы связывают это с интенсификацией бродильной активности дрожжей под воздействием биологически активных веществ солода из черного риса.

#### **Содержание этанола**

Во время брожения дрожжи начинают активно поглощать сахара и превращать их в спирт и углекислый газ. Однако в первые 6 часов брожение обычно не успевает завершиться, и уровень этанола будет низким. Содержание алкоголя на этом этапе будет зависеть от различных факторов: концентрация сахара в исходном сусле, вид дрожжей и их активность (некоторые дрожжи начинают работать быстрее), температура ферментации — более высокие температуры ускоряют процесс. Динамика накопления этилового спирта в экспериментальных образцах показана в таблице 3.

Таблица 3 - Таблица 3 - Динамика изменения содержания этанола

№ образца	Содержание этанола до брожения, % об.	Содержание этанола после 6 часов брожения, % об.	Содержание этанола после 12 часов брожения, % об.	Содержание этанола после 18 часов брожения, % об.	Содержание этанола после 24 часа брожения, % об.
1	0,0	0,2	0,5	0,8	1,1
2	0,0	0,3	0,6	0,9	1,4
3	0,0	0,4	0,7	1,0	1,5
4	0,0	0,3	0,6	0,8	1,3
5	0,0	0,4	0,7	1,2	1,6

В первые 6 часов брожения дрожжи адаптировались к бродящей среде и накопление алкоголя было не очень значительным, до 0,4%. Вторые 6 часов, динамика равномерного, для всех образцов, накопления спирта продолжилась. После 18 часов брожения наблюдалось более интенсивное накопление спирта в образцах с добавлением солода из черного риса. До 1,2% при максимальной дозировке солода из черного риса, против 0,8% в контрольном образце. То есть различие в накоплении алкоголя достигло 25-30%. После 24 часов брожения все образцы накопили этанола более 1%, самый высокий результат отмечен при использовании 100%-го солода из черного риса - 1,6%.

Таким образом, можно сказать что солод из черного риса является очень хорошим субстратом для ферментации дрожжами.

#### **pH**

Концентрация ионов водорода (pH), при получении ферментированных напитков, таких как квас, является важным параметром, так как влияет на жизнедеятельность дрожжей в процессе брожения. Кроме того, ввиду наличия фенольных соединений в используемом сырье этот показатель может влиять на цвет продукции. Динамика изменения этого показателя приведена в таблице 4.

Таблица 4 - Таблица 4 - pH при ферментации

№ образца	До брожения pH	24 часов брожения pH
1	4,28	4,15
2	4,33	4,10
3	4,33	4,07
4	4,30	4,12
5	4,45	3,80

На начальном этапе pH установился от 4,28 до 4,45, так как многие компоненты, такие как сахара и органические кислоты, уже присутствуют в сусле. В процессе брожения дрожжи начинают перерабатывать сахара, и начинают накапливаться продукты метаболизма с кислой реакцией (например, молочная кислота, уксусная кислота), что корректирует этот показатель. После завершения ферментации pH установился в диапазоне 3,8 - 4,15, что говорит о том что ферментация шла достаточно интенсивно и дрожжи активно потребляли субстрат.

#### **Фенольные соединения.**

В используемом для изготовления кваса солоде из черного риса содержится много фенольных соединений, которые принципиально важно сохранить, так как они играют очень положительную роль в искомой функциональности напитка. Их концентрация в готовом продукте, в зависимости от принятой рецептуры, приведена в таблице 5.

Таблица 5 - Таблица 5 - Концентрация фенольных соединений в готовых образцах

№ образца	Фенольные соединения (мг эквивалента галловой кислоты/100 мл кваса) 24 часа ферментации
1	38
2	86
3	131
4	164
5	220

Установлено, что содержание фенольных соединений в образцах достаточно высокое и достигает 220 мг/100 мл, что можно сравнить, например, с красным вином (250 мг/100 мл) [17] и такого рода продукт можно отнести к группе обогащенных.

## Обсуждение

### Заключение

Большое количество фенольных соединений в квасе приносит много полезных эффектов как для здоровья, так и для общего качества напитка. Фенольные соединения являются мощными антиоксидантами, обладающими рядом полезных свойств. Эти вещества обеспечивают антиоксидантную защиту, противовоспалительное действие, улучшают здоровье сосудов и сердца, а также способствуют улучшению работы кишечника и поддержанию психоэмоционального здоровья.

Таким образом, в результате проведенных исследований разработана технология производства кваса с использованием сула из рисового солода с окрашенным перикарпом, обладающего высокой биологической ценностью. Воплощение этой технологии в производстве не потребует дополнительного оборудования и специфических условий.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Conflict of Interest

None declared.

### Список литературы / References

1. Долматова И.А. Продукты функционального назначения в питании населения. / И.А. Долматова, С.Ш. Латыпова // Издательство Молодой ученый. — 2016. — 7. — С. 63-65. — URL: <https://moluch.ru/archive/111/27940/> (дата обращения: 28.03.25).
2. Котик О.А. Разработка технологии кваса с функциональными свойствами на основе экстрактов эфиромасличных растений. / О.А. Котик, А.А. Кодобаева, Н.В. Королькова и др. // Пищевая промышленность. — 2016. — 5. — С. 18-22. — URL: <https://www.elibrary.ru/xepkrz> (дата обращения: 30.03.25).
3. Коростылёва Л.А. Живой квас с использованием нетрадиционного сырья. / Л.А. Коростылёва, Т.В. Парфёнова, Л.А. Текутьева и др. // Пищевая промышленность. — 2013. — 1. — С. 20-22. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18816575> (дата обращения: 28.03.25).
4. Елисеев М.Н. Конструирование товароведных свойств кваса с высокими потребительскими свойствами. / М.Н. Елисеев, Б.В. Игнатенко // Пищевая промышленность. — 2016. — 2. — С. 42-45. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26247341> (дата обращения: 28.03.25).
5. Исаева В.С. Современные аспекты производства кваса / В.С. Исаева. — Москва: Пиво и напитки. XXI век, 2009. — 304 с. — URL: <https://obuchalka.org/20210929136898/sovremennye-aspekti-proizvodstva-kvasa-isaeva-v-s-2009.html>. (дата обращения: 28.03.25).
6. Seo Han-Seok Effect of cultivars and milling degrees on free and bound phenolic profiles and antioxidant activity of black rice. / Han-Seok Seo, Sehun Choi, KwangRag Lee et al. // Applied Biological Chemistry. — 2017. — 61. — P. 49-60. — URL: [https://www.researchgate.net/publication/321476013\\_Effect\\_of\\_cultivars\\_and\\_milling\\_degrees\\_on\\_free\\_and\\_bound\\_phenolic\\_profiles\\_and\\_antioxidant\\_activity\\_of\\_black\\_rice](https://www.researchgate.net/publication/321476013_Effect_of_cultivars_and_milling_degrees_on_free_and_bound_phenolic_profiles_and_antioxidant_activity_of_black_rice) (accessed: 28.03.25). — DOI: 10.1007/s13765-017-0335-3
7. Костылев П.И. Наследование окраски перикарпа и других признаков риса. / П.И. Костылев, Е.В. Краснова, А.В. Аксенов и др. // Издательство Южного федерального университета. — 2019. — 8. — С. 225-227. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42976840&ysclid=m8ss7kan4n410374495> (дата обращения: 28.03.25).
8. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1: Сорта растений. — Введ. 2023-05-23. — Москва: Росинформагротех, 2023. — 632 С. — URL: <https://rosinformagrotech.ru/data/elektronnye-kopii-izdaniy/rastenievodstvo/download/5-rastenievodstvo/1435-gosudarstvennyj-reestr-selektcionnykh-dostizhenij-tom-1-sorta-rastenij-2020>. (дата обращения: 28.03.25).
9. Rathna PriyaT.S. Nutritional and functional properties of coloured rice varieties of South India: a review. / PriyaT.S. Rathna, AnnRaebolineLincyEliazer Nelson, Kavitha Ravichandran et al. // Journal of Ethnic Foods. — 2019. — 6. — URL: <https://journalofethnicfoods.biomedcentral.com/articles/10.1186/s42779-019-0017-3> (accessed: 28.03.25). — DOI: 10.1186/s42779-019-0017-3
10. Ko Mi-Rim Antioxidative Components and Antioxidative Capacity of Brown and Black Rices. / Mi-Rim Ko, Hyuk-Joon Choi, Bok-Kyung Han et al. // Food Engineering Progress. — 2011. — 15. — P. 195-202. — URL: [https://www.researchgate.net/publication/386179654\\_Antioxidative\\_Components\\_and\\_Antioxidative\\_Capacity\\_of\\_Brown\\_and\\_Black\\_Rices](https://www.researchgate.net/publication/386179654_Antioxidative_Components_and_Antioxidative_Capacity_of_Brown_and_Black_Rices) (accessed: 28.03.25). — DOI: 10.13050/foodengprog.2011.15.3.195

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Dolmatova I.A. Produkty' funkcional'nogo naznacheniya v pitanii naseleniya [Functional purpose products in population nutrition]. / I.A. Dolmatova, S.Sh. Laty'pova // Publishing House Young Scientist. — 2016. — 7. — P. 63-65. — URL: <https://moluch.ru/archive/111/27940/> (accessed: 28.03.25). [in Russian]
2. Kotik O.A. Razrabotka tehnologij kvasa s funkcional'ny'mi svojstvami na osnove e'kstraktov e'firomaslichny'x rastenij [Development of technology for kvass with functional properties based on extracts of essential oil plants]. / O.A. Kotik, A.A.

Kodobaeva, N.V. Korol'kova et al. // Food Industry. — 2016. — 5. — P. 18-22. — URL: <https://www.elibrary.ru/xepkrz> (accessed: 30.03.25). [in Russian]

3. Korosty'lyova L.A. Zhivoj kvas s ispol'zovaniem netradicionnogo sy'r'ya [Live kvass using non-traditional raw materials]. / L.A. Korosty'lyova, T.V. Parfyonova, L.A. Tekut'eva et al. // Food Industry. — 2013. — 1. — P. 20-22. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18816575> (accessed: 28.03.25). [in Russian]

4. Eliseev M.N. Konstruirovaniye tovarovedny'x svoystv kvasa s vy'sokimi potrebitel'skimi svoystvami [The marketing designed properties of high consumer properties kvass]. / M.N. Eliseev, B.V. Ignatenko // Food Industry. — 2016. — 2. — P. 42-45. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26247341> (accessed: 28.03.25). [in Russian]

5. Isaeva V.S. Sovremennyy'e aspekty' proizvodstva kvasa [Modern aspects of kvass production] / V.S. Isaeva. — Moscow: Pivo i napitki. XXI vek, 2009. — 304 p. — URL: <https://obuchalka.org/20210929136898/sovremennie-aspekti-proizvodstva-kvasa-isaeva-v-s-2009.html>. (accessed: 28.03.25). [in Russian]

6. Seo Han-Seok Effect of cultivars and milling degrees on free and bound phenolic profiles and antioxidant activity of black rice. / Han-Seok Seo, Sehun Choi, KwangRag Lee et al. // Applied Biological Chemistry. — 2017. — 61. — P. 49-60. — URL:

[https://www.researchgate.net/publication/321476013\\_Effect\\_of\\_cultivars\\_and\\_milling\\_degrees\\_on\\_free\\_and\\_bound\\_phenolic\\_profiles\\_and\\_antioxidant\\_activity\\_of\\_black\\_rice](https://www.researchgate.net/publication/321476013_Effect_of_cultivars_and_milling_degrees_on_free_and_bound_phenolic_profiles_and_antioxidant_activity_of_black_rice) (accessed: 28.03.25). — DOI: 10.1007/s13765-017-0335-3

7. Kosty'lev P.I. Nasledovaniye okraski perikarpa i drugix priznakov risa [Inheritance of pericarp colour and other characters in rice]. / P.I. Kosty'lev, E.V. Krasnova, A.V. Aksenov et al. // Southern Federal University Publishing House. — 2019. — 8. — P. 225-227. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42976840&ysclid=m8ss7kan4n410374495> (accessed: 28.03.25). [in Russian]

8. Gosudarstvennyj reestr selekcionny'x dostizhenij, dopushhenny'x k ispol'zovaniyu. T. 1: Sorta rastenij [State Register of Breeding Achievements Approved for Use. Vol. 1: Plant Varieties]. — Introduced 2023-05-23. — Moscow: Rosinformagrotex, 2023. — 632 P. — URL: <https://rosinformagrotech.ru/data/elektronnye-kopii-izdaniy/rastenievodstvo/download/5-rastenievodstvo/1435-gosudarstvennyj-reestr-selektsionnykh-dostizhenij-tom-1-sorta-rastenij-2020>. (accessed: 28.03.25). [in Russian]

9. Rathna PriyaT.S. Nutritional and functional properties of coloured rice varieties of South India: a review. / PriyaT.S. Rathna, AnnRaebolineLincyEliazar Nelson, Kavitha Ravichandran et al. // Journal of Ethnic Foods. — 2019. — 6. — URL: <https://journalofethnicfoods.biomedcentral.com/articles/10.1186/s42779-019-0017-3> (accessed: 28.03.25). — DOI: 10.1186/s42779-019-0017-3

10. Ko Mi-Rim Antioxidative Components and Antioxidative Capacity of Brown and Black Rices. / Mi-Rim Ko, Hyuk-Joon Choi, Bok-Kyung Han et al. // Food Engineering Progress. — 2011. — 15. — P. 195-202. — URL: [https://www.researchgate.net/publication/386179654\\_Antioxidative\\_Components\\_and\\_Antioxidative\\_Capacity\\_of\\_Brown\\_and\\_Black\\_Rices](https://www.researchgate.net/publication/386179654_Antioxidative_Components_and_Antioxidative_Capacity_of_Brown_and_Black_Rices) (accessed: 28.03.25). — DOI: 10.13050/foodengprog.2011.15.3.195