

УДК 633.18:631.5

ББК 42.112.3

М-54

*Шаззо Аслан Юсуфович*, доктор технических наук, профессор, директор института пищевой и перерабатывающей промышленности, заведующий кафедрой технологии зерновых, хлебных, пищевкусковых и субтропических продуктов ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»;  
e-mail: [kerze@list.ru](mailto:kerze@list.ru)<mailto:tutu@pisem.net>;

*Зиятдинова Вероника Айратовна*, инженер-исследователь Государственного инжинирингового центра «Высокие технологии и продовольственная безопасность» ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»;  
e-mail: [kerze@list.ru](mailto:kerze@list.ru)<mailto:tutu@pisem.net>;

*Викторова Елена Павловна*, доктор технических наук, профессор, заместитель директора по научной и инновационной деятельности ФГБНУ «Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции»;  
e-mail: [kornepa@bk.ru](mailto:kornepa@bk.ru)<mailto:tutu@pisem.net>;

*Шахрай Татьяна Анатольевна*, кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья ФГБНУ «Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции»;  
e-mail: [sakrai@yandex.ru](mailto:sakrai@yandex.ru)

## МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА РИСА И ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ В ЗАРУБЕЖНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

(рецензирована)

В статье приведен анализ современных методов контроля качества зерна риса и продуктов его переработки, разработанных зарубежными учеными. Анализ имеющихся зарубежных научных публикаций показал, что решение проблемы продолжительности и точности лабораторных анализов компонентного состава зерновой массы и признаков качества риса является актуальной международной задачей. Перспективными с точки зрения решения указанной задачи являются системы компьютерного зрения, которые используются для характеристики свойств сырья, оценки его качества и качества готовой продукции. Однако, известные методы оценки качества зерна риса и продуктов его переработки, предложенные зарубежными учеными, имеют основной недостаток, а именно, длительность реализации метода, в результате чего отсутствует возможность оперативного контроля качества зерна риса, что не позволяет регулировать и стабилизировать режимы его переработки на отдельных стадиях технологического процесса.

**Ключевые слова:** зерно риса, продукты переработки, рисовая крупа, методы оценки, качество, системы компьютерного зрения.

*Shazzo Aslan Yusufovich*, Doctor of Technical Sciences, professor, director of the Institute of Food and Processing Industry, head of the Department of Technology of Grain,

*Bread, Food and Subtropical Products of FSBEI HE “Kuban State Technological University”;*  
e-mail: kerze@list.rumailto: [tutu@pisem.net](mailto:tutu@pisem.net);

*Ziyatdinova Veronika Ayratovna, a research – engineer of the State Engineering Center “High Technologies and Food Safety” of FSBEI HE “Kuban State Technological University”;*  
e-mail: kerze@list.rumailto: [tutu@pisem.net](mailto:tutu@pisem.net);

*Viktorova Elena Pavlovna, Doctor of Technical Sciences, a professor, Deputy Director for Scientific and Innovation Activity of FSBSI “Krasnodar Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Products”;* e-mail: [kornena@bk.rumailto:tutu@pisem.net](mailto:kornena@bk.rumailto:tutu@pisem.net);

*Shakhrai Tatyana Anatolievna, Candidate of Technical Sciences, an associate professor, a leading researcher of the Department of Storage and Comprehensive Processing of Agricultural Raw Materials of FSBSI “Krasnodar Scientific Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Products”;* e-mail: [sakrai@yandex.ru](mailto:sakrai@yandex.ru).

## **METHODS OF EVALUATING THE QUALITY OF RICE GRAIN AND ITS PROCESSING PRODUCTS IN FOREIGN RESEARCH**

(reviewed)

*The article analyzes modern methods of quality control of rice grain and products of its processing developed by foreign scientists. The analysis of available foreign scientific publications has shown that solving the problem of the duration and accuracy of laboratory tests of the component composition of grain mass and characteristics of rice quality is an urgent international task. Computer vision systems which are used to characterize properties of raw materials, assess its quality and the quality of finished products are promising in terms of solving this problem. However, the known methods for assessing the quality of rice grain and products of its processing, proposed by foreign scientists, have a major drawback, namely, duration of the method implementation, as a result of which there is no possibility of operative quality control of rice grain, which does not allow regulating and stabilizing treatment regimes for some stages of technological process.*

**Keywords:** *rice grain, processed products, rice grits, evaluation methods, quality, computer vision systems.*

Известно, что рис является важнейшим продуктом питания не только в нашей стране, но и во всем мире.

Учитывая это, вопросам оценки качества зерна риса и продуктов его переработки уделяется особое внимание не только отечественными, но и зарубежными учеными.

Известно, что базовыми критериями качества зерна являются геометрические размеры и форма зерна, на основании которых рис подразделяют на три типа (класса): длиннозерный, среднезерный и короткозерный.

В качестве базовых признаков качества, характеризующих указанные типы (классы) риса, используются показатели: отношение длины к ширине зерновки, ее длина, а также сочетание этих показателей.

Основными видами товарной продукции в мировой торговле являются:

- шелушенный рис (husked, brown, cargo rice);
- шелушенный рис, прошедший гидротермическую обработку (husked parboiled, brown parboiled, cargo parboiled rice);
- рисовая крупа (white, polished rice);
- пропаренная рисовая крупа (white parboiled, polished parboiled rice).

Товарные признаки качества рисовой крупы и шелушенного риса характеризуются влажностью, содержанием органических и неорганических примесей, необрушенных, поврежденных, недозрелых, красных, глютинозных, меловых и испорченных зерен, а также содержанием шлифованного риса в пропаренной крупе и риса с красными полосками в крупе.

Следует отметить, что основной перечень указанных признаков качества оценивается на основе визуального анализа компонентов зерновой массы, а в отдельных случаях путем сравнения анализируемых проб с эталонными образцами, при этом объективность анализов в значительной степени зависит от квалификации персонала.

Учитывая это, для решения спорных вопросов при проведении торговых операций созданы международные центры арбитражной оценки качества зерна и продуктов его переработки.

Национальные стандарты рисосеющих стран в основном синхронизируются с международными стандартами, однако в отдельных странах имеются отличия, причем существенные.

Перечень этих стран можно условно разделить на две группы. К первой относятся страны, в которых по большинству признаков качество риса выше международных (например, Тайланд, Китай, Филиппины, Мьянма, Вьетнам), другая группа стран, в которых действуют стандарты, позволяющие производить рис и перерабатывать его в крупу с более низкими признаками качества. Особое место занимает Индия, в которой качество риса для внутреннего рынка может меняться ежегодно в зависимости от текущей конъюнктуры, связанной с почвенно-климатическими условиями или другими факторами, однако эти обстоятельства практически не влияют существенным образом на экспортный потенциал этой страны.

Российская система стандартизации качества рисовой крупы соответствует уровню международных стандартов. Реализация программ технического перевооружения рисоперерабатывающих производств на юге России на протяжении последних десяти лет позволила производить широкий ассортимент высококачественной рисовой крупы на уровне международных стандартов, включая производство специализированных круп для суши, обмасленную крупу «Камолино», «Мистраль» и т.п.

Однако, при этом актуальными являются проблемы, связанные с субъективностью системы лабораторного контроля качества сырья и готовой продукции, длительностью анализов, а также отсутствием методов и средств оперативного контроля с целью регулирования и стабилизации технологических режимов переработки зерна риса, обеспечивающих требуемый выход и высокое качество рисовой крупы.

Анализ имеющихся научных публикаций показал, что решение проблемы длительности и точности лабораторных анализов компонентного состава зерновой массы и признаков качества риса является актуальной международной задачей.

Перспективными с точки зрения решения указанной проблемы являются системы компьютерного зрения, которые используются в ряде отраслей пищевой и перерабатывающей промышленности для характеристики свойств сырья, оценки качества, классификации готовой продукции и оптимизации технологических процессов. Так, известны исследования, направленные на изучение состава и свойств различных зерновых культур: риса, пшеницы и других [1-7].

Рис изучается в различных направлениях: селекция, агрономия и пищевая промышленность.

Несмотря на то, что цели исследований зерна риса различные, оценка его качества для пищевых целей является приоритетным направлением.

В основном исследования зерна риса проводились по изучению его физических и качественных характеристик таких, как геометрические размеры, цвет, трещиноватость, содержание дробленых ядер, меловых ядер и белизна. Некоторые характеристики выражены в таких показателях, как индекс белизны, степень шлифования и выход крупы [1].

В работе [2] представлены исследования, направленные на определение основных физических характеристик и показателей качества риса таких, как цвет, геометрические размеры (длина, ширина, отношение длины к ширине, площадь и периметр ядер), наличие меловых ядер и количество дробленых ядер с применением метода сканирования на плоскости.

Принцип указанного метода заключается в анализе сканированных 2D изображений ядер риса. По изображению ядер риса, уложенных на специальную матрицу-решетку на черном фоне, определяют длину и ширину ядер, соотношение между площадью и объемом зерновки. По геометрическим размерам определяют количество дробленых ядер. Наличие меловых ядер определяют по гистограммам яркости в монохромной серой шкале, так как меловой рис имеет непрозрачную структуру и может быть определен на черном фоне. Для определения цвета используют средние значения пикселей в центре сканированного изображения на площади 2x2 см с использованием цветовой шкалы RGB [2].

Недостатком указанного метода является то, что анализ может проводиться только в лабораторных условиях, в то время, как для решения технологических задач на предприятии требуется оперативный контроль качества.

Известно, что для определения цветовых характеристик широко применяются камеры типа CCD (charge coupled devices) с подсветкой объекта исследования и дальнейшим анализом изображения по шкале RGB [3].

Однако, в настоящее время более перспективным направлением является использование современных полноцветных цифровых камер, которые достоверно передают цветовые характеристики исследуемого объекта.

Например, анализ цвета пропаренного риса являлся целью исследований во многих работах, в которых изучали изменение цвета в процессе пропарки [4, 5].

В работе [4] оценивали влияние пигментов оболочек на цвет муки из пропаренного риса. Цвет определяли с помощью калориметра в цветовом пространстве CIELAB, где L – яркость, варьирующая от белого до черного в пределах от 0 до 100, а – описывает цвета красно-зеленые, b – желто-синие цвета. Результаты показали, что разница в цвете увеличивалась с увеличением степени пропарки. Увлажнение ядра риса увеличивало яркость (L) и снижало желтизну (b), при этом на красные оттенки (a) увлажнение ядра риса не оказывало влияние.

Однако, данный метод имеет недостатки, а именно, при использовании калориметра точность передачи цветовых характеристик зависит от плотности укладки ядер в приборе, а это, в свою очередь, влияет на объективность результатов исследования.

В другом исследовании [5] сравнивали две техники: Vision Builder и инструментальный метод определения цвета поверхности пропаренного риса. Измерение цвета инструментальным методом производилось с помощью калориметра. Второй метод – с использованием программы анализа изображений, разработанной в программном обеспечении IMAQ Vision Builder для анализа изображений, полученных с помощью цифровой камеры. В этой программе каждое изображение оценивалось с помощью гистограмм цвета по пикселям для выбранной цветовой шкалы CIELAB, затем изображение переводилось в шкалу CIE XYZ и записывался только белый цвет изображения по средним уровням X, Y и Z. После этого изображение возвращалось в шкалу CIELAB и записанные показатели X, Y и Z использовались для определения белого цвета. Результаты показали высокую корреляцию между определением изменения цвета пропаренного риса инструментальным методом и с помощью метода Vision Builder.

В дополнение к цветовой шкале CIELAB для обработки изображения используются другие шкалы: RGB, HSV, LCH и Hunter L, a, b, которые позволяют получить информацию для характеристики цвета объекта исследования. Например, составляющие цвета в шкалах RGB и HSV достоверно представляют систему зрения человека в ощущении цвета. В качестве объекта исследования использовали пропаренный рис и полученные результаты показали перспективы использования методики для определения цветовых характеристик шелушенного, шлифованного риса и рисовой крупы.

В работе [6] показано, что повышение степени белизны коррелирует с повышением степени шлифования и может быть измерено по цветовым характеристикам в шкале RGB. Для оценки, схожей с человеческим восприятием, предложена система на основе нейронных сетей с интеллектуальной системой управления (ANFIS).

Однако, в производственных условиях при использовании на финальной стадии шлифования машин с металлическим винтовым рабочим органом прозрачность ядра риса увеличивается и белизна резко снижается, поэтому следует учитывать специфику риса, как объекта исследования, и более глубоко прорабатывать вопрос на стадии обучения нейронных сетей.

Исследование [7] направлено на разработку эффективных и простых алгоритмов компьютерного зрения для оценки критериев качества риса, включая контур зерновки, размер и цвет различных поврежденных зерен, в том числе недошлифованных, красных, пожелтевших и меловых. С использованием мультивариантного дискриминантного анализа обнаружено, что различные дефекты ядер можно определить с помощью цветовой шкалы HSV. Разработанная система компьютерного зрения состоит из системы подсветки, цифровой камеры и компьютера для обработки RGB-изображений с 24-битной глубиной цвета. После подготовки каждое изображение было проанализировано путем отделения фона от изображения ядра. Сегментированное изображение затем было собрано и проанализировано по таким параметрам как длина, ширина, площадь и периметр каждого ядра.

Однако, указанный метод длителен и не может быть применен для оперативного контроля качества зерна риса с целью регулирования и стабилизации технологических режимов его переработки, обеспечивающих требуемый выход и высокое качество рисовой крупы.

Таким образом, на основании анализа известных методов оценки качества зерна риса и продуктов его переработки, предложенных зарубежными учеными, можно сделать вывод о том, что основным недостатком указанных методов является отсутствие возможности оперативного контроля качества исходного сырья и продуктов его переработки, что не позволяет регулировать и стабилизировать режимы на отдельных стадиях технологического процесса.

#### ***Литература:***

1. Potential Applications of Computer Vision in Quality Inspection of Rice: A Review, 3 November 2014 / H. Zareiforush S. [etc] // Springer Science+Business Media. New York. 2015.
2. Dalen1 G. Characterisation of rice using flatbed scanning and image analysis // Advanced Measurement and Imaging, Unilever Food and Health Research Institute. In: Food Policy, Control and Research, Editor: Arthur P. Riley, 2005. P. 149-186.
3. Pearson T., Brabec D., Haley S.t. Color image based sorter for separating red and white wheat // Sens. & Instrumen. Food Qual. 2008. №2. P. 280-288.
4. Lamberts L. Impact of browning reactions and bran pigments on color of parboiled rice / L. Lamberts [etc] // J Agric Food Chem. 2006. №54. P. 9924-9929.
5. Lv B. Comparison of color techniques to measure the color of parboiled rice / B. Lv [etc] // J Cereal Sci. 2009. №50. P. 262-265.
6. Shiddiq D. Estimation of rice milling degree using image processing and adaptive network based fuzzy inference system (ANFIS) / D. Shiddiq [etc] // In: 2nd international conference on instrumentation control and automation (ICA) (Bandung Indonesia, 15-17 November). IEEE, 2011. P. 98-103.
7. Jinorose M., Prachayawarakorn S., Soponronnarit S. Development of a Computer Vision System and Novel Evaluation Criteria to Characterize Color and Appearance of Rice // Drying Technology. 2010. №28. P. 1118-1124.

#### ***Literature:***

1. *Potential Applications of Computer Vision in Quality Inspection of Rice: A Review, 3 November 2014 / H. Zareiforush S. [etc] // Springer Science+Business Media. New York. 2015.*
2. *Dalen 1 G. Characterisation of rice using flatbed scanning and image analysis // Advanced Measurement and Imaging, Unilever Food and Health Research Institute. In: Food Policy, Control and Research, Editor: Arthur P. Riley, 2005. P. 149-186.*
3. *Pearson T., Brabec D., Haley S.t. Color image based sorter for separating red and white wheat // Sens. & Instrumen. Food Qual. 2008. № 2. P. 280-288.*
4. *Lamberts L. Impact of browning reactions and bran pigments on color of parboiled rice / L. Lamberts [etc] // J Agric Food Chem. 2006. № 54. P. 9924-9929.*
5. *Lv B. Comparison of color techniques to measure the color of parboiled rice / B. Lv [etc] // J Cereal Sci. 2009. № 50. P. 262-265.*
6. *Shiddiq D. Estimation of rice milling degree using image processing and adaptive network based fuzzy inference system (ANFIS) / D. Shiddiq [etc] // In: 2nd international conference on instrumentation control and automation (ICA) (Bandung Indonesia, 15-17 November). IEEE, 2011. P. 98-103.*

7. Jinorose M., Prachayawarakorn S., Soponronnarit S. *Development of a Computer Vision System and Novel Evaluation Criteria to Characterize Color and Appearance of Rice // Drying Technology. 2010. № 28. P. 1118-1124.*