

ПЕРЕРАБОТКА ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 631.576.331.2:53

Т.С. Штейнберг, Е.П. Мелешкина,
Л.И. Семикина, О.Г. Шведова, А.Л. Аматыни
T.S. Steinberg, Ye.P. Meleshkina,
L.I. Semikina, O.G. Shvedova, A.L. Amatuni

УНИКАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОНТРОЛЯ ЗЕРНА, НАПРАВЛЕННАЯ НА СОКРАЩЕНИЕ ПОТЕРЬ ПРИ ХРАНЕНИИ

UNIQUE TECHNOLOGY OF GRAIN CONTROL AIMED AT STORAGE LOSS REDUCTION

Ключевые слова: зерно пшеницы, цветовые характеристики, цифровое изображение зерна, сканирующий анализатор, хранение, обесцвеченное.

По экспертным оценкам, ежегодные потери зерна в индустриально развитых странах составляют около 5-10%, в России – 10-15%. По данным этого же автора 1% потерь зерна приходится на транспортировку, а 74% – на послеуборочную обработку и на хранение. Эти потери можно уменьшить не только за счет строительства новых емкостей для хранения зерна (элеваторов), но и за счет оснащения их эффективными и современными средствами и способами контроля качества зерна. В наше время современный уровень развития математического аппарата, компьютерной техники и приборов для формирования цифровых изображений объектов позволяет создавать инструментальные, экспрессные методы и средства измерения для объективной оценки качества, взамен визуальных оценок. Одним из показателей зерна, определяемых органолептически, является цвет – сортовой признак, регламентируемый стандартами при классификации зерна на типы, подтипы. Цвет зерна пшеницы – это признак свежести зерна, его доброкачественности, соблюдения режимов послеуборочной обработки и хранения. В соответствии с ГОСТ 10967 цвет зерна определяют визуально, так как зерно сложный объект для измерения инструментальными, классическими методами. Поиск принципиально иного подхода к измерению цвета зерна в нативном состоянии привел нас к сканирующим устройствам для получения зерна в цифровом формате. На основе фундаментальных исследований цветных и геометрических характеристик зерна пшеницы без разрушения его структуры, проведенных в ФГБНУ «ВНИИЗ», создан перспективный метод «анализа цифрового изображения» зерна взамен существующих органолептических методов. Проведено его опробование на 200 пробах зерна товарных партий трех лет урожая. Испытание подтвердило принципиальную возможность определять тип зерна, наличие аномального по цвету зерна, наличие поврежденного, мелкого зерна по разработанному методу. На базе метода для снижения потерь зерна при хранении в зерно-

хранилищах подготовлен проект инновационной технологии контроля качества зерна, заложенного на длительное хранение.

Keywords: wheat grain, color characteristics, grain digital image, scanning analyzer, storage, discolored.

According to expert estimates, annual grain losses in industrialized countries are about 5-10%, in Russia – 10-15%. According to the same author, 1% of grain losses are for transportation, and 74% for post-harvest processing and storage. These losses may be reduced not only by building new grain storage bins (elevators), but also by equipping them with efficient and modern means and methods of controlling grain quality. Nowadays, the modern level of development of the mathematical apparatus, computer technology and devices for the formation of digital images of objects makes it possible to create instrumental express methods and means of measurement for objective quality assessment instead of visual assessments. One of the indicators of grain determined organoleptically is color – varietal trait regulated by standards when classifying grain into types and subtypes. The color of wheat grain is a sign of grain freshness, its good quality, and observance of post-harvest handling and storage regimes. In accordance with the GOST 10967, the grain color is determined visually, since the grain is a complex object to be measured by instrumental classical methods. The search for a fundamentally different approach to measuring grain color in the native state led us to scanning devices for obtaining grain in a digital format. Based on the fundamental research of the color and geometric characteristics of wheat grain without destroying its structure conducted at the All-Russian Research Institute for Grain and Products of its Processing, a promising method for “analyzing the digital image” of grain instead of existing organoleptic methods was created. This method was tested on 200 samples of commodity grain of the recent three years. The test confirmed the principal possibility to determine the type of grain, detect abnormal grain color and damaged and fine grains. Based on the developed method for reducing grain losses at storage, a draft of an innovative technology for quality control of grain laid for long-term storage was prepared.

Штейнберг Татьяна Семеновна, к.т.н., вед. н.с., руководитель направления метрологического обеспечения СИ для контроля качества зерна и продуктов его переработки, Всероссийский НИИ зерна и продуктов его переработки, г. Москва. Тел.: (499) 976-40-19. E-mail: labpribor42@mail.ru.

Мелешкина Елена Павловна, д.т.н., директор, Всероссийский НИИ зерна и продуктов его переработки, г. Москва. Тел.: (499) 976-09-40. E-mail: mep5@mail.ru.

Семикина Лидия Ивановна, с.н.с., Всероссийский НИИ зерна и продуктов его переработки, г. Москва. Тел.: (499) 976-32-42. E-mail: labpribor42@mail.ru.

Шведова Ольга Григорьевна, с.н.с., Всероссийский НИИ зерна и продуктов его переработки, г. Москва. Тел.: (499) 976-32-42. E-mail: labpribor42@mail.ru.

Аматуни Александр Львович, ген. директор, ООО НИЦ «Интеллектуальные сканирующие системы», г. Москва. Тел.: (495) 639-22-67. E-mail: iss-research@mail.ru.

Steinberg Tatyana Semenovna, Cand. Tech. Sci., Leading Staff Scientist, All-Russian Research Institute for Grain and Products of its Processing, Moscow. Ph.: (499) 976-40-19. E-mail: labpribor42@mail.ru.

Meleshkina Yelena Pavlovna, Dr. Tech. Sci., Director, All-Russian Research Institute for Grain and Products of its Processing, Moscow. Ph.: (499) 976-09-40. E-mail: mep5@mail.ru.

Semikina Lidiya Ivanovna, Senior Staff Scientist, All-Russian Research Institute for Grain and Products of its Processing, Moscow. Ph.: (499) 976-32-42. E-mail: labpribor42@mail.ru.

Svedova Olga Grigoryevna, Senior Staff Scientist, All-Russian Research Institute for Grain and Products of its Processing, Moscow. Ph.: (499) 976-32-42. E-mail: labpribor42@mail.ru.

Amatuni Aleksandr Lvovich, Director General, ООО NITs "Intellectualnye skaniruyushchie sistemy" (Intellectual Scanning Systems), Moscow. Ph.: (495) 639-22-67. E-mail: iss-research@mail.ru.

Введение

Для снижения потерь зерна при хранении в зернохранилищах предлагается использовать разработанную новую технологию контроля зерна методом математического анализа его цифрового изображения с использованием сканирующего анализатора зерна. По экспертным оценкам, ежегодные потери зерна в России составляют – 10-15% [1]. Большая часть всех потерь зерна приходится на послеуборочную обработку и на хранение. Эти потери можно уменьшить, если применять более эффективные и современные способы контроля качества зерна [2, 3].

Цвет зерна пшеницы – это признак свежести зерна, его доброкачественности, соблюдения режимов послеуборочной обработки и хранения. Неблагоприятные условия созревания зерна, его уборки, хранения вызывают потемнение оболочек, их обесцвеченность, различные заболевания. Количественная оценка изменения цветовых характеристик зерна пшеницы, его размеров позволяет объективно оценить степень ухудшения его технологических, пищевых, посевных свойств. На основе анализа результатов исследования цветовых и фотометрических характеристик зерна пшеницы в нативном состоянии, полученных на общепромышленных отечественных и зарубежных фотометрах, было доказано, что классические традиционные методы для определения цвета с использованием различных методик экспонирования зерна не дали достоверных результатов определения цвета с учетом метрологических характеристик определения [3, 4]. **Цель** – поиск принципно-

ально иного подхода к измерению цвета зерна в нативном состоянии. Были опробованы более чувствительные к изменению цвета инструментальные методы и средства. Для обоснования выбора аппаратных средств был уточнен ряд положений:

1) визуальная оценка цвета – это качественная оценка отражающих свойств объекта в видимом участке спектра;

2) излучение, которое следует применять для освещения зерна, должно иметь рассеянный диффузный характер и не создавать бликов и резких теней для обеспечения совместимости с условиями освещения зерна при визуальной оценке;

3) одновременная оценка цветовых и геометрических характеристик объекта возможна при наличии сформированного цифрового изображения объекта без искажений цветопередачи и размеров.

Объект исследования

Исследования, по разработке метода «цифрового изображения зерна», на базе которого подготовлен проект инновационной технологии контроля качества зерна, заложенного на длительное хранение, проведены на пробах зерна озимой и яровой пшеницы I, II, III и IV типов основных почвенно-климатических зон произрастания, пяти лет урожая. Для исследования использованы также 42 пробы различных сортов I и IV типов, полученных с опытных полей Научно-исследовательского института сельского хозяйства Центральных районов Нечерноземной зоны (НИИСХ ЦРНЗ) – Немчиновка, а также Центрального ботанического сада России.

Методика исследования

Изучение фотометрических и цветовых характеристик зерна пшеницы проводили методами спектрофотометрирования и фотозлектрического компарирования с использованием общепромышленных, специализированных приборов, а также специально разработанных в составе работы методик экспонирования зерна и сканеров с соответствующим разработанным программным обеспечением (СПО).

Результаты и обсуждение

Результаты фундаментальных исследований цветовой и геометрической характеристик зерна пшеницы без разрушения его структуры, проведенные с применением специально созданных сканеров, явились базой разработанной новой технологии контроля зерна методом «анализа цифрового изображения». В основе метода «анализа цифрового изображения» зерна лежит сопоставление исследуемого зерна с компьютерным «эталоном зерна» (КЭЗ). «Эталон зерна» – совокупность ряда расчетных показателей, полученных путем экспериментального исследования цветовой и геометрической характеристик проб зерна с использованием сканирующего анализатора зерна для определения характеристик. Специальное программное обеспечение, предназначенное для математической обработки цифрового изображения зерна, позволяет оценивать каждую зерновку и обобщенно всю исследуемую пробу по 26 характеристикам зерна (совокупности 16 характеристик цвета, 5 зон цветности и 5 геометрических характеристик). Сравнение исследуемого зерна с «эталоном» позволяет надежно фиксировать различия в характеристиках проб зерна и исключить субъективность визуальной оценки его цвета [3-5]. Сформированы компьютерные «цифровые эталоны зерна» пшеницы I и IV типов, различных сортов, различной сте-

пени обесцвеченности, поврежденного погодными условиями (проросшего, потемневшего), поврежденного различными заболеваниями (фузариозное, оливковая плесень), клопом-черепашкой.

В качестве иллюстрации приведены цифровые изображения проб пшеницы разного качества, полученные с использованием разработанных средств, методик и специального программного обеспечения (рис. 1). Наглядно видны различия в цвете зон цветности зерновок, которые участвуют в формировании цветовой характеристики.

Измерение товарных партий зерна трех лет урожая (200 проб зерна) на экспериментальном образце сканирующего анализатора зерна подтвердило принципиальную возможность оценки отдельных показателей качества зерна с использованием разработанного метода математического анализа цифрового изображения зерна.

Установлено, что отнесение пшеницы к тому или иному типу, сорту, степени обесцвеченности по сравнению с созданными «компьютерными эталонами» происходит с вероятностью 80-85%. Достигнутый процент достоверности определения уже достаточен для использования разработанного метода неразрушающего контроля качества зерна по цвету в практических целях. Специальный фотограмметрический оптический сканер с двухсторонним режимом сканирования, создаваемый в результате ОКР, может дать более высокий результат. Разработанный метод «анализа цифрового изображения» зерна с использованием сканирующего анализатора зерна предназначен для определения типа зерна, наличия аномального по цвету зерна (обесцвеченность, фузариоз), наличия поврежденного, мелкого зерна и может быть использован на всех этапах системы хлебооборота – при селекции, производстве, хранении и переработке зерна.



Рис. 1. Зоны цветности зерна пшеницы IV типа

Проведен опрос специалистов зернового комплекса России по выявлению заинтересованности предприятий и организаций в новых средствах инструментального контроля качества зерна пшеницы и других зерновых культур с использованием метода математического анализа «цифрового изображения зерна» (разосланы специально разработанные анкеты и резюме по методу). Анализ анкет от предприятий, занимающихся хранением и переработкой зерна, показал, что мнение специалистов о целесообразности применения инструментального метода для оценки цвета зерна без разрушения его структуры взамен органолептической оценки однозначно. Большинство респондентов отметили, что средство инструментального контроля (сканирующий анализатор зерна) качества зерна может быть эффективно при контроле его при хранении на элеваторах, складах для снижения потерь. Разработка и продвижение в экономику новых технологий контроля качества зерна актуально, перспективно с гарантированным положительным эффектом.

На базе разработанного инструментального метода неразрушающего контроля качества зерна по цвету подготовлен проект инновационной технологии контроля качества зерна, заложенного на длительное хранение (рис. 2) [5-7]. Перед закладкой на хранение проводят контроль качества поступающего зерна по показателям, регламентируемым Правилами организации ведения технологического процесса на элеваторах и хлебоприемных предприятиях по хранению зерна [8]. Одновременно на сканирующем анализаторе зерна формируются компьютерные «эталонные зерна» по совокупности цветовых и геометрических характеристик (по 26 характеристикам). Правилами по хранению зерна предусмотрена раз в месяц проверка состояния зерна, заложенного на хранение [8]. Благодаря ежемесячной проверке состояния зерна путем сравнения с компьютерным «эталонным зерном», полученным при закладке зерна на хранение, можно своевременно обнаружить начавшиеся изменения (цвет зерна – признак здоровья зерна) и принять соответствующие меры по подработке зерна, тем самым обеспечить снижение потерь при хранении. Внедрение инновационной технологии для контроля качества зерна с использованием сканирующего анализатора зерна по цвету на этапе хранения снимет субъективность органолептической оценки, повысит экспрессность ана-

лиза, снизит трудоемкость анализа, исключит риски смешивания зерна разного качества при закладке его на хранение, обеспечит сохранность зерна при хранении, способствует выработке продукции, безопасной для здоровья человека.



Рис. 2. Схема контроля качества зерна на этапе хранения

Экономический эффект от снижения потерь зерна пшеницы по РФ хотя бы на 1% в год за счет внедрения разработанной технология математического анализа цифрового изображения зерна для контроля качества зерна, заложенного на длительное хранение, можно оценить как ввод в коммерческий оборот дополнительных 460 тыс. т зерна.

Заключение

Современный уровень развития математического аппарата, компьютерной техники позволил разработать метод математического «анализа цифрового изображения» зерна пшеницы для объективной оценки цвета зерна пшеницы и его геометрических характеристик, явившийся базой для создания инновационной технологии контроля качества зерна, заложенного на длительное хранение.

Библиографический список

1. Дринча В., Цыдендоржиев Б. Резервы снижения потерь зерна при хранении // Комбикорма. – 2010. – № 7. – С. 59.
2. Лузев В.С., Устинова Л.В., Голик А.Б., Мелешкина Л.Е. Видеокомпьютерный анализ зерновых продуктов // Второй Всероссийский конгресс зернопереработчиков «Нивы России»: сб. матер. конгресса (г. Барнаул, 27-29 октября 2003 г.). – Барнаул, 2003. – С. 75-79.
3. Штейнберг Т.С., Амануни А.Л., Болотов В.И. О перспективах создания аппаратно-программных средств для контроля ка-

чества зерна. Экспериментальные исследования // Зерно и зернопродукты (КазНИИ). – 2004. – № 3 (4). – С. 46-51.

4. Штейнберг Т.С., Амадуни А.Л. Исследование оптических характеристик зерна пшеницы для разработки экспресс-методов оценки его качества // Хлебопродукты. – 2010. – № 9. – С. 50-53.

5. Штейнберг Т.С. Исследование оптических характеристик зерна и его анатомических частей для разработки экспрессных методов оценки качества муки, зерна // Хлебопродукты – 2010: матер. X Междунар. науч.-практ. конф. – Одесса, 2010. – Вып. 38. – Т. 1. – С. 83-89.

6. Штейнберг Т.С., Морозова О.В., Семикина Л.И., Амадуни А.Л. Метод анализа цифрового изображения зерна для оценки его качества // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2014. – № 10. – С. 47-51.

7. Мелешкина Е.П. Инновационные методы управления качеством сельскохозяйственной продукции // Аграрный вестник Юго-востока: Всерос. науч.-практ. журнал. – 2015. – № 1-2. – С. 12-13.

8. Правила организации ведения технологического процесса на элеваторах и хлебоприемных предприятиях. – М.: ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1984. – 124 с.

References

1. Drincha V., Tsyndendorzhiev B. Rezervy snizheniya poter zerna pri khranении // Kombikorma. – 2010. – № 7. – S. 59.

2. Luzev V.S., Ustinova L.V., Golik A.B., Meleshkina L.E. Videokompyuternyy analiz zernovykh produktov // Vtoroy Vse-

rossiyskiy kongress zernopererabotchikov «Nivy Rossii»: sbornik materialov kongressa, Barnaul, 27-29 oktyabrya 2003 g. – Barnaul, 2003. – S. 75-79.

3. Shteynberg T.S., Amatuni A.L., Bolotov V.I. O perspektivakh sozdaniya apparatno-programmnykh sredstv dlya kontrolya kachestva zerna. Eksperimentalnye issledovaniya // Zerno i zernoprodukty (KazNIИ). – 2004. – № 3 (4). – S. 46-51.

4. Shteynberg T.S., Amatuni A.L. Issledovanie opticheskikh kharakteristik zerna pshe-nitsy dlya razrabotki ekspress-metodov otsenki ego kachestva // Khleboprodukty. – 2010. – № 9. – S. 50-53.

5. Shteynberg T.S. Issledovanie opticheskikh kharakteristik zerna i ego anatomicheskikh chastey dlya razrabotki ekspressnykh metodov otsenki kachestva muki, zerna // Materialy Kh Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Khleboprodukty-2010». – Odessa, 2010. – Vyp. 38. – T. 1. – S. 83-89.

6. Shteynberg T.S., Morozova O.V., Semikina L.I., Amatuni A.L. Metod analiza tsifrovogo izobrazheniya zerna dlya otsenki ego kachestva // Khranenie i pererabotka selkhozsyrya. – 2014. – № 10. – S. 47-51.

7. Meleshkina E.P. Innovatsionnye metody upravleniya kachestvom sel'skokhozyaystvennoy produktsii // Agrarnyy vestnik Yugo-vostoka. Vserossiyskiy nauchno-prakticheskiy zhurnal – 2015. – № 1-2 (12-13).

8. Pravila organizatsii vedeniya tekhnologicheskogo protsessa na elevatorakh i khlebo-priemnykh predpriyatiyakh. – М.: TsNIITEI Minzaga SSSR, 1984. – 124 s.



УДК 664.6/7:664.66

И.В. Пахотина, Л.А. Зелова
I.V. Pakhotina, L.A. Zelova

ПРЯНИЧНЫЕ ИЗДЕЛИЯ ПОВЫШЕННОЙ БЕЛКОВОСТИ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ СМЕСЕЙ

GINGERBREAD CONFECTION PRODUCTS OF INCREASED PROTEIN CONTENT MADE FROM COMPOSITE BLENDS

Ключевые слова: кондитерские изделия, сырцовый пряник, композиты, высокобелковые компоненты, содержание белка, вкус, толщина, цвет пряника, формоустойчивость.

Доктриной продовольственной безопасности предусматривается наращивание функциональной пищевой продукции, в том числе обогащенной полноценными белками. Повысить пищевую ценность мучных кондитерских изделий, важного компонента пищевого рациона населения России,

можно путем комбинирования различных продуктов растительного происхождения. Для расширения ассортимента мучных кондитерских изделий с востребованными потребительскими свойствами и повышенным содержанием белка использовали муку пшеничную общего назначения с разным уровнем белка, муку из зерна голозерных овса и ячменя, нута, фасоли, кукурузы, гречихи и семян подсолнечника, ржаную обдирную муку. Изучалось 14 вариантов композитных смесей из пшеничной муки (40-80%), обогащенной высокобел-