

Определение стекловидности зерна методами анализа изображений

Для обоснованного выбора методики анализа изображений зерна нами были проведены предварительные исследования [Гарш З. Метод цифрового анализа изображений для определения стекловидности зерна пшеницы/ З. Гарш, В. Лузев // Хлебопродукты. – 2006. – № 4. – С. 54 – 55.].

В экспериментах мы промоделировали два метода измерения стекловидности пшеницы: просвечиванием на диафаноскопе и анализ по срезу зерна.

В экспериментах использовали цветные планшетные сканеры «Umax Astra 5400» и «Epson Perfection 2400 Photo», ПК с процессором «Intel Pentium 4». Для обработки полученных данных использовали математический пакет «Mathsoft MathCad 12» и некоторые программы собственной разработки.

Объектами исследования служили зерна продовольственной пшеницы разной стекловидности (рисунки 1, 2 и 3).

Зерно размещали на предметное стекло сканера. При этом следили, чтобы отдельные зерна не касались друг друга для исключения сдваивания. Сканировали 1000 зерен с разрешением 600 точек на дюйм, длина одного пикселя (разрешение сканирования) была равна 0,0847 мм.

Сканировали в отраженном (рисунки 1 и 2) и проходящем (рисунок 3) свете. Автоматический выбор параметров сканирования отключали для получения сопоставимых результатов в каждом цикле сканирования. Иначе автоматическая система адаптации меняет яркость, контраст и гамму каждого изображения до некоторых средних значений.

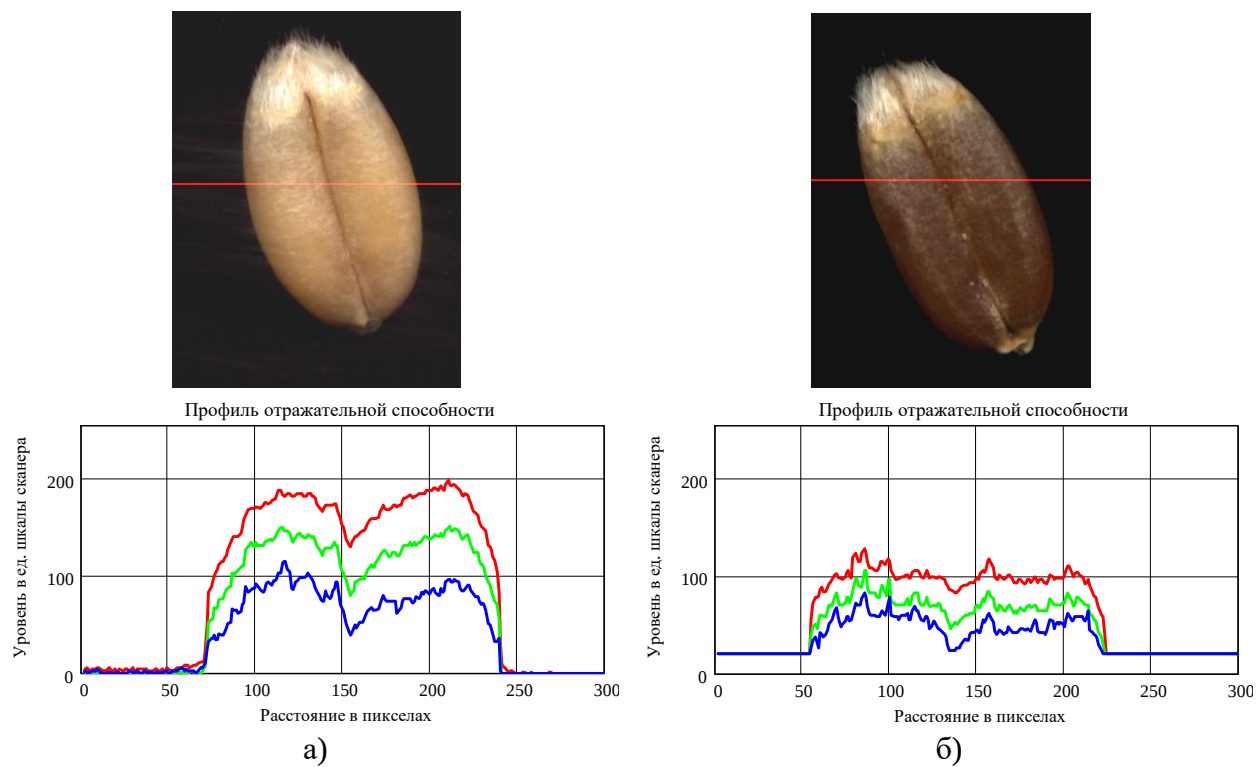


Рисунок 1 – Профили отражательной способности целого зерна для мучнистой (а) и стекловидной (б) пшеницы

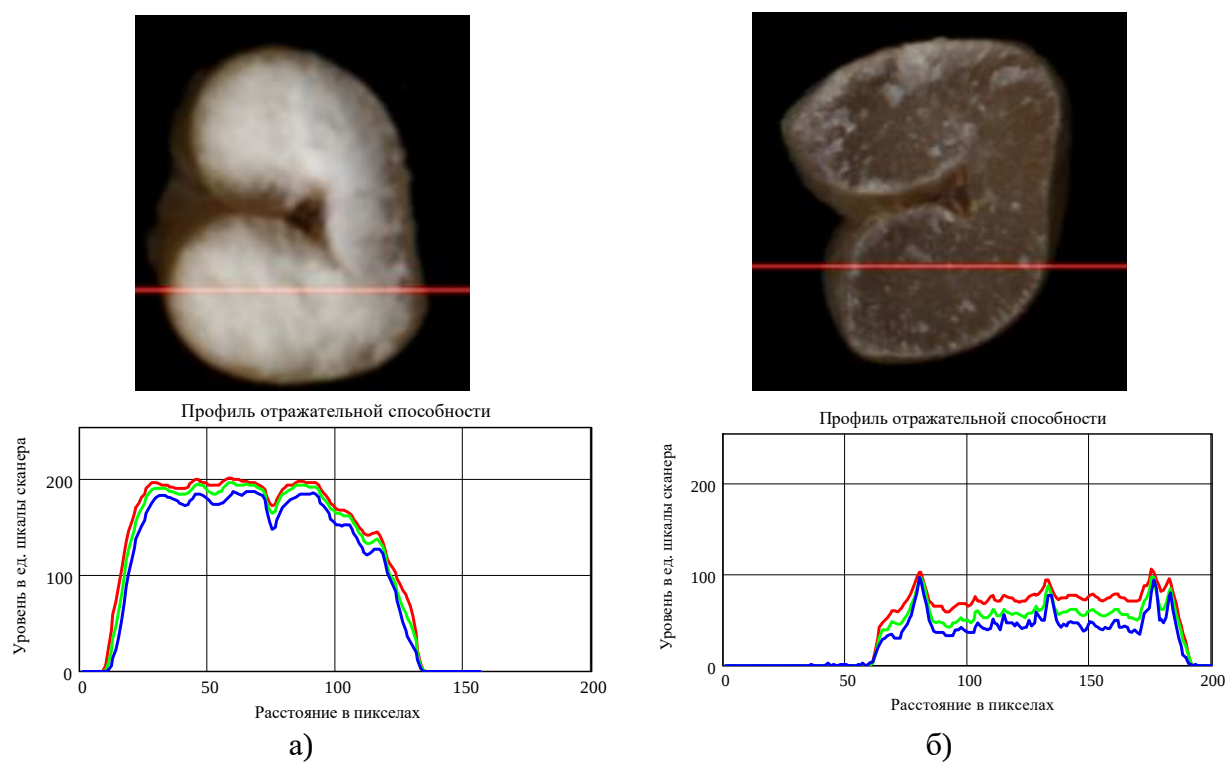


Рисунок 2 – Профили отражательной способности разрезанного зерна для мучнистой (а) и стекловидной (б) пшеницы

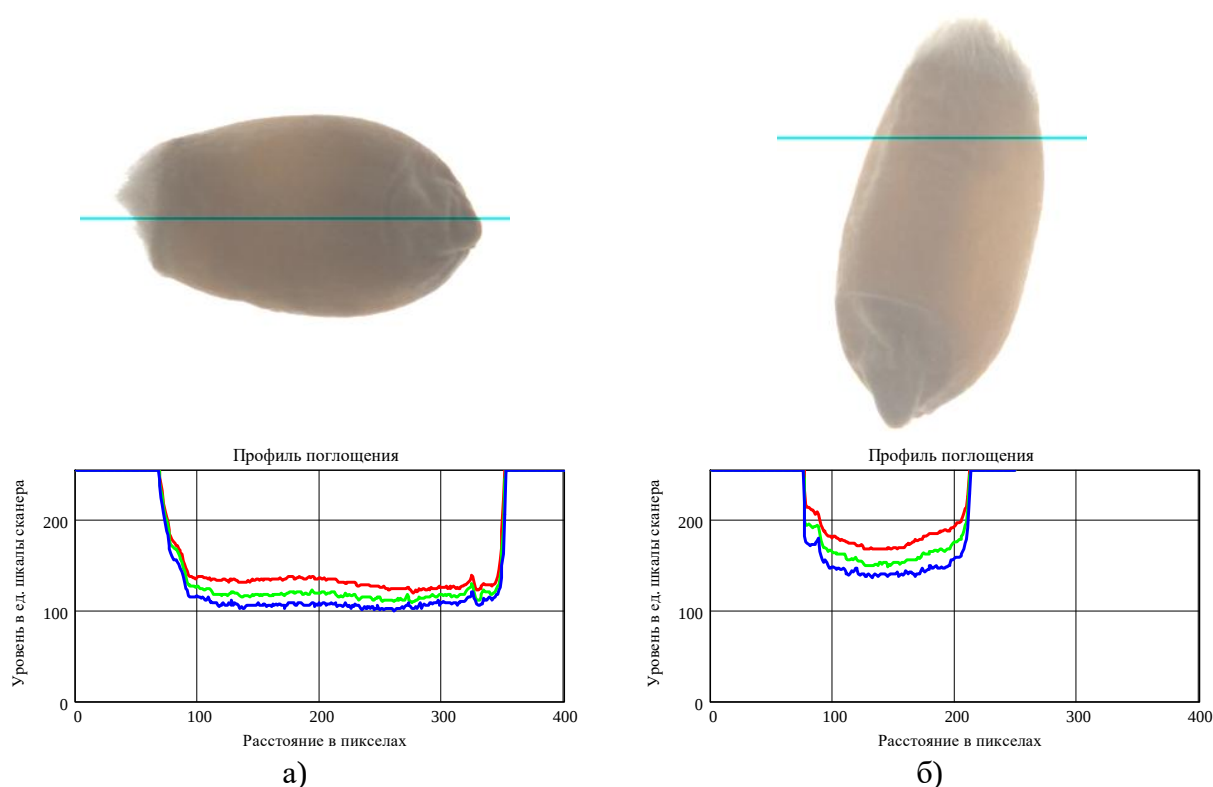


Рисунок 3 – Профили поглощения целого зерна
для мучнистой (а) и стекловидной (б) пшеницы

Экспериментальное исследование влияния стекловидности на отражательную способность эндосперма пшеницы, позволило сделать следующие выводы. Статистический анализ 1000 изображений зёрен различной стекловидности показал, что наибольшую контрастность имеют изображения разрезанных зерен (245–100 единиц). Изображения целых зёрен на просвет имеют меньшую контрастность (150–100 единиц), изображение эндосперма зерновки замаскировано изображениями бородки и зародыша. Это делает проблематичным применение цифровых просветных изображений для определения стекловидности зерна пшеницы, что и подтвердили последующие испытания.

Учитывая результаты исследований, была поставлена задача разработки алгоритма определения стекловидности по изображениям разрезанных зерен в отраженном свете.

Определение стекловидности с помощью анализатора «ГРАН»

Для анализа достаточно получить изображения 100 зерновок с разрешением от 300 до 1200 dpi. Разрешение выбирается в зависимости от требуемой точности измерений. При проектировании ПО большое значение придавалось точности измерений и скорости обработки, для контроля качественных показателей зернопродуктов в условиях существования временных нормативов. Общее время проведения анализа образца из 100 зерновок (5 изображений по 20 зерновок с разрешением 1200 dpi) – от 1 до 3 минут, в зависимости от конфигурации ПК. Для практического применения реализован вывод результатов измерений стекловидности образца в процентах, в том числе по ГОСТ 10987-76 и ГОСТ 30044-93. Для научно-исследовательских целей предусмотрена генерация подробного отчёта с диаграммами и статистическим анализом [Голик А.Б. Программный модуль «Анализатор стекловидности зерна пшеницы» для анализатора зернопродуктов «ГРАН» / А.Б. Голик, В.С. Лузев, Л.В. Устинова // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: сборник статей и докладов девятой научно-практической конференции с международным участием. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, – 2006. – С 296.].

Распознавание мучнистых и стекловидных областей среза выполняется в автоматическом режиме пороговым методом.

Значение порога яркости рассчитывается модификацией метода максимальной энтропии (MEM), известного в теории цифровой обработки сигналов. Сущность модификации в пошаговом удалении многочисленных вторичных максимумов на гистограмме яркости изображения среза. Данный статистический метод не зависит от количества объектов, разрешения и цветовых составляющих изображения, что позволяет получить результат оптимальной точности при незначительных затратах времени.

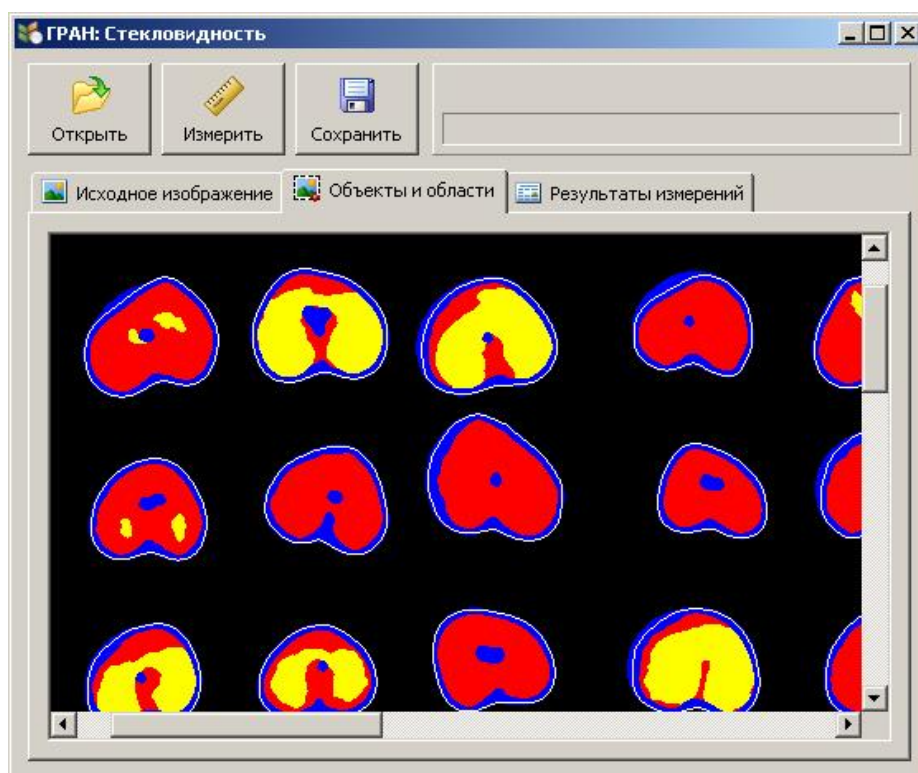


Рисунок 4 – Программа «ГРАН: Стекловидность»