

## Аннотация

В зерноперерабатывающей отрасли стекловидность характеризует структурно-механические свойства эндосперма и сопротивляемость зерна разрушающим усилиям, поэтому определяет режимы гидротермической обработки зерна и режимы измельчения первых систем при сортовых помолах. Зерно с более высокой стекловидностью обладает повышенной прочностью и требует больших энергозатрат на измельчение. При измельчении стекловидного эндосперма получается больше крупок, что обеспечивает наилучшую эффективность сортового помола (получение большего выхода высоких сортов муки).

Стекловидность учитывается при размещении зерна в хранилищах и при формировании помольных партий. Кроме того, нормируется стекловидность зерна пшеницы, перерабатываемого в крупу.

Под показателем общей стекловидности понимают сумму полностью стекловидных и половины количества частично стекловидных зерен.

В настоящее время определение стекловидности зерна пшеницы и риса производится в соответствии с ГОСТ 10987-76 двумя методами:

- с использованием диафаноскопа;
- по результатам осмотра среза зерна.

Сложности заключаются в неизбежной субъективности и низкой производительности труда лаборантов. Объективно и производительно определять эти показатели возможно только в случае применения методов компьютерного анализа изображений.

Современное состояние развития информационных технологий дает возможность разработать атласы цифровых изображений образцов зернового сырья, предназначенные для оперативной и объективной оценки качества зерна.

На кафедре «Технология хранения и переработки зерна» ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» к настоящему периоду разработан **программно-аппаратный комплекс**, который имеет в своем составе методики и алгоритмы для определения размеров частиц муки, зерна, и крупы путем анализа изображения данного продукта. Программа комплекса работает с цифровыми изображениями в формате BMP.

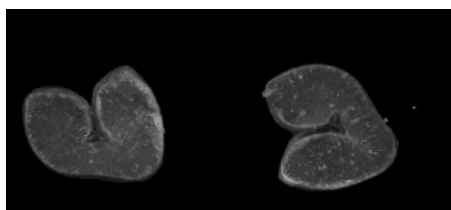
В числе особенностей программы следует отметить:

- возможность отсканировать изображение продукта непосредственно в программе;
- ручная и автоматическая настройка изображения с помощью изменения его параметров: яркость, контрастность, освещенность и т.д.;
- возможность инвертировать изображение;
- вывод в качестве результатов обработки изображения размеров как в пикселях, так и в миллиметрах;
- возможность пакетной обработки нескольких файлов одного типа, задав параметры для обработки данных изображений;
- экспорт результатов обработки в широкий набор типов файлов;
- настройка параметров цвета гранул при обработке изображений;
- хорошо продуманный пользовательский интерфейс, обеспечивающий максимально эффективную работу оператора.

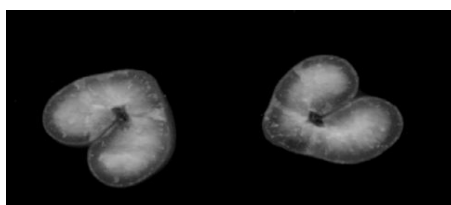
## Определения стекловидности зерна с помощью автоматизированной методики

Разрезанное зерно сканируется в отраженном свете и полученное изображение обрабатывается программой «ГРАН: Стекловидность» по следующему алгоритму:

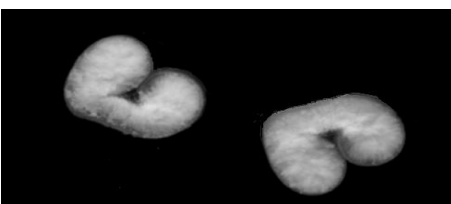
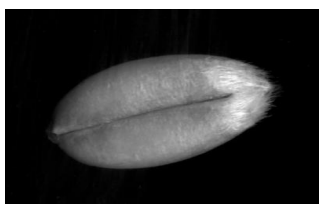
- 1) определение контура каждой зерновки,
- 2) выявление контуров по светлым областям внутри полученного контура
- 3) вычисление площадей, занимаемых темной и светлой областями внутри контура среза зерновки.



А) полностью стекловидное зерно



Б) частично стекловидное зерно



В) мучнистое зерно

Рисунок 1 – Изображения зерна пшеницы с разной стекловидностью

На рисунке 2 показаны результаты работы алгоритма, реализованного для программно-аппаратного комплекса. В таблице 1 приведены результаты расчета стекловидности отдельных срезов зерна по отношению площадей распознанных стекловидных участков к общей площади среза.

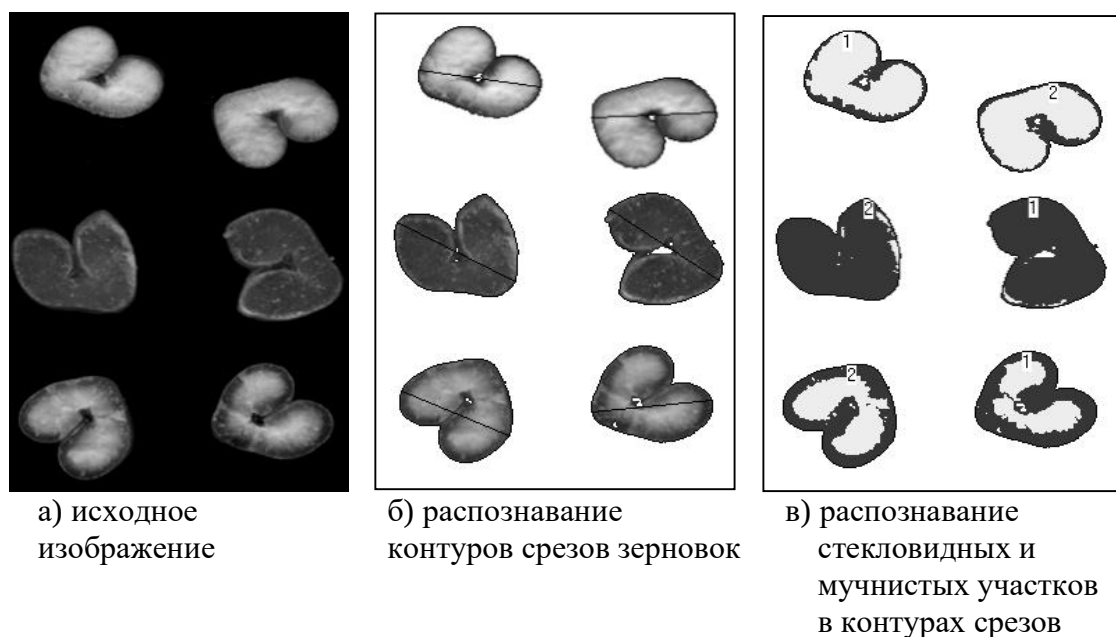


Рисунок 2 – Этапы анализа зерна пшеницы на стекловидность

Таблица 1 - Результаты анализа стекловидности зерна по разработанной методике

| Длина, пкс | Ширина, пкс | Площадь среза, пкс <sup>2</sup> | Площадь светлая, пкс <sup>2</sup> | Процент темной площади (стекловидность) |
|------------|-------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|
| 90         | 70          | 4250                            | 3522                              | 17%                                     |
| 91         | 70          | 4326                            | 3613                              | 16%                                     |
| 97         | 86          | 5122                            | 253                               | 95%                                     |
| 98         | 86          | 5081                            | 228                               | 96%                                     |
| 86         | 81          | 4621                            | 2348                              | 49%                                     |
| 89         | 78          | 4424                            | 1861                              | 58%                                     |

Созданные методики и алгоритмы анализа, реализованные в **программно-аппаратном комплексе**, были подвергнуты длительным и многочисленным испытаниям.

Комплекс имеет высокую готовность к работе и практическая безотказность, которая обусловлена применением только серийно выпускаемого оборудования.

**Программно-аппаратный комплекс рекомендован** для производственных лабораторий зерноперерабатывающих предприятий и пищевых производств.