

Основные этапы анализа изображений зернопродуктов в ПО «ГРАН: Стекловидность»

1. Фильтрация

На первом этапе осуществляется удаление (или максимальное ослабление яркости) тех элементов на изображении анализируемого продукта, которые препятствуют проведению исследования и могут внести погрешности в результаты измерений:

- высокочастотные и низкочастотные шумы, полученные на этапе формирования изображения устройством ввода;
- посторонние предметы и примеси – частицы крупы, оболочек, волосков, стеблей и т.д.;
- пыль и пятна на предметном стекле сканера.

Фильтрация выполняется в автоматическом режиме посредством комбинации линейных и нелинейных преобразований. Наряду с использованием стандартных методов, разработаны собственные модификации:

- метод отделения объектов на изображении от фона (поиск оптимального порогового уровня яркости с помощью статистического анализа гистограммы);
- три реализации нелинейного медианного фильтра (гистограммный способ, с сортировкой методом половинного деления и с сортировкой методом вставки), использующегося для удаления помех и примесей разных типов.



Исходное изображение:
пшеница, разрешение 600 dpi



Автоматическое удаление
примесей и посторонних частиц



Исходное изображение:
ячмень, разрешение 2400 dpi



Автоматическое удаление оболочек,
пыли, волосков, пятен на стекле сканера

2. Коррекция области среза

При получении изображения поперечного среза зерновок в виде проекции, при неровном разрезании могут проявиться боковые части поверхности зерновок. Боковая поверхность имеет цвет тёмных оттенков и вносит погрешность в измерение стекловидной части среза.

Определение области боковой поверхности осуществляется статистическим анализом цветовых составляющих изображения и комбинацией нелинейных фильтров.



Исходное изображение:
пшеница, разрешение
1200 dpi

Автоматическое
определение области среза

Удаление боковой
поверхности зерновки

3. Удаление оболочек и бороздки

На изображении среза зерновки проявляется внутренняя часть бороздки. Она располагается в центральной части среза и вносит погрешность в измерение стекловидной части.

Периферийная область (края) среза содержащая оболочку, алейроновый слой и пр. также следует исключить из области измерений. Кроме того, периферийная область часто содержит участки ложной стекловидности (потемнение в результате длительного или неправильного хранения зерна).

Определение области внутренней части бороздки и размера области оболочек выполняется комбинацией линейных высокочастотных фильтров и морфологических преобразований.

Оператор имеет возможность устанавливать интенсивность удаления периферийной области и внутренней части бороздки (выбирая один из трёх режимов), в зависимости от сорта и типа исследуемого продукта.



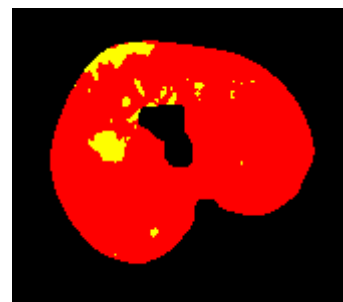
Исходное изображение:
пшеница, разрешение
1200 dpi

Автоматическое
определение внутренней
части бороздки, оболочки,
алеяронового слоя

Удаление периферийной
части среза

4. Определение мучнистых и стекловидных участков

Распознавание мучнистых и стекловидных областей среза выполняется в автоматическом режиме пороговым методом. Значение порога яркости рассчитывается модификацией метода максимальной энтропии (МЕМ), 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.



Исходное изображение:
пшеница, разрешение
1200 dpi

Автоматическое
определение области
измерения на срезе

Автоматическая
сегментация мучнистой и
стекловидной области

5. Коррекция областей метадинии

Проявление метадинии – мелкомучных вхождений в стекловидную структуру зерна – может оказать влияние на точность определения стекловидности при визуальном осмотре среза, особенно большом количестве мучнистых и частично стекловидных зерновок.

Определение областей метадинии на изображении среза также может быть затруднено при наличии высокочастотных шумов.

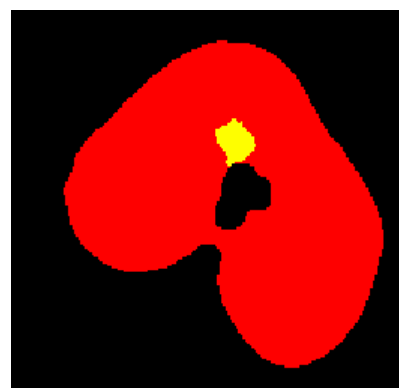
Опытным путём установлено, что влияние проявления метадинии на измерение показателя стекловидности по ГОСТ 10987-76 является незначительным. Поэтому решение о коррекции областей метадинии принимается оператором (устанавливая соответствующий режим).



Исходное изображение:
пшеница, разрешение
1200 dpi



Автоматическая
сегментация мучнистой и
стекловидной области



Исключение мелкомучных
вхождений в стекловидную
часть

6. Расчёт количественных показателей стекловидности

С помощью ПО «ГРАН: Стекловидность» определяются следующие количественные показатели:

- фактическая стекловидность, как отношение площади стекловидной части зерновок образца к общей площади среза зерновок образца, выраженное в процентах;
- количество стекловидных, мучнистых и частично стекловидных зерновок в образце (в соответствии с ГОСТ 10987-76 и по ГОСТ 30044-93);
- общая стекловидность по ГОСТ 10987-76, как отношение суммы полностью стекловидных и половины от количества частично стекловидных зерновок к общему количеству зерновок образца, выраженное в процентах.

Так как по ГОСТ принадлежность зерновки к одному из трёх классов (стекловидная, мучнистая, частично стекловидная) определяется исследователем визуально по отношению площади мучнистой и стекловидной области к общей площади среза, оператору необходимо установить схему классификации (указав соответствующие численные параметры перед началом измерений). Например схему «40-60»:

- считать зерновку стекловидной, если площадь стекловидной части составляет 60% или более от площади среза;
- считать зерновку мучнистой, если площадь стекловидной части составляет 40% или менее от площади среза;
- остальные зерновки считаются частично стекловидными.