

УДК 004.932, 535.34, 633.1

ВОЗМОЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ НА ОСНОВАНИИ АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ ЗЁРЕН

Трошкин Д.Е. (Национальный исследовательский университет ИТМО), **Горбунова Е.В.** (Национальный исследовательский университет ИТМО), **Яшин В.И.** (Национальный исследовательский университет ИТМО)

Научный руководитель – доцент, к.т.н., Чертов А.Н. (Национальный исследовательский университет ИТМО)

В работе рассмотрены особенности определения показателей качества пивоваренного ячменя на основании анализа цифровых изображений зерен. Разработан метод объективной оценки проб ячменя по показателю стекловидность.

Проведено исследование пробы пивоваренного ячменя на содержание белка, найдена корреляционная зависимость между коэффициентом пропускания единичного зерна с содержанием белка.

Введение. Ячмень является основным сырьем в пивоварении. В процессе производства пива – сложный многоступенчатый процесс, поэтому необходимо обеспечить соответствующий контроль качества исходного сырья. Одним из важнейших параметров качества ячменя является стекловидность. Этот параметр связан со способностью зерна пропускать свет и обусловлен структурными особенностями внутренних тканей. Стекловидность определяет пищевую ценность зерна и возможность его использования для различных целей в пищевой и зерноперерабатывающей промышленности.

Несмотря на то, что в настоящее время не существует ГОСТ по определению стекловидности ячменя, данный показатель качества зачастую определяется специалистами отрасли, поскольку позволяет оперативно оценить качество сырья. В связи со спецификой ячменя, наличием плотных плодовых оболочек, поглощающих падающее излучение, определение стекловидности стандартным методом, с использованием диафаноскопов невозможно. Поэтому стекловидность ячменя определяется экспертами исключительно при помощи визуального осмотра поперечного среза зерен. В рамках данной работы был предложен метод оценки стекловидности ячменя по цифровым изображениям, полученным в ближнем инфракрасном диапазоне с увеличенным временем экспозиции, а также получена корреляционная зависимость между стекловидностью и содержанием белка в единичном зерне.

Основная часть. Для исследования использовались пробы ячменя сортов: КО 340, П4 413, П72, П74, П76, П77, Становое. Пробы отбирали в соответствии с ГОСТ 13586.3-2015 «Зерно. Правила приемки и методы отбора проб».

Экспериментальные исследования проводились с использованием устройства, содержащего источник нижней подсветки, представляющий собой матрицу инфракрасных светодиодов, рассеивающую пластину и телевизионную камеру с объективом, передающую изображения на персональный компьютер.

Исследования проводилось по следующей методике. Для размещения образцов зерна в зоне анализа использовалась специальная кассета из оргстекла на 100 ячеек. После размещения образцы освещались источником подсветки, происходила съемка зерен в режиме «на пропускание», полученные цифровые изображения обрабатывались авторским алгоритмом, рассчитывалась общая стекловидность пробы. Затем все зерна пробы разрезались экспертом ООО «Ностерс», производился анализ стекловидности каждого зерна методом осмотра его поперечного среза, выполнялся расчет общей стекловидности пробы как сумма числа стекловидных зерен и половины частично-стекловидных зерен. После этого полученные двумя методами результаты сравнивались.

Для проведения экспериментального исследования содержания белка в зерне ячменя весь диапазон по коэффициенту пропускания делился на 10 частей. Производили измерения зерен ячменя сорта Ефремов и делили все зерна пробы на 10 групп в соответствии с интервалом по коэффициенту пропускания. Полученные выборки зерен анализировались стандартным методом по Кьельдалю для определения массовой доли белка, при помощи метода наименьших квадратов строилась кривая, описывающая корреляционную зависимость между коэффициентом пропускания единичного зерна и массовой долей белка.

На основании анализа всех зерен, выбранных экспертом как стекловидные и частично-стекловидные собиралась статистика. При помощи построения гистограммы с вероятностным распределением было установлено, что в 60% случаев эксперт может причислять зерна с одинаковым показателем пропускания к разным группам по стекловидности.

При проведении серии из 10 повторных измерений на одной и той же выборке зерен ячменя для оценки повторяемости результатов работы алгоритма был рассчитан коэффициент вариации, значение которого составило менее 5%, что соответствует требованиям ГОСТ 10987-76 Зерно. Методы определения стекловидности.

При анализе кривой, описывающей корреляционную зависимость между коэффициентом пропускания единичного зерна и массовой долей белка, был сделан вывод, что с увеличением коэффициента пропускания зерна, процент содержания белка в нем повышается.

Выводы. Таким образом, можно сделать вывод, что несмотря на высокие временные затраты органолептический метод определения стекловидности пивоваренного ячменя не обладает должной точностью и повторяемостью результатов. Использование же разработанного авторами метода позволяет оценивать стекловидность по объективным показателям, с высокой точностью и сокращением временных затрат на анализ в несколько раз по сравнению с экспертом.

Полученные в процессе анализа данные по пропусканию, продольному и поперечному размеру могут быть использованы для оценки выравненности проб по данным показателям, что актуально для специалистов пивоваренной промышленности, поскольку с малыми временными затратами позволяет примерно оценить качество сырья.

Полученная корреляционная зависимость между коэффициентом пропускания единичного зерна и массовой долей белка позволит значительно сократить затраты на процесс анализа массовой доли белка, кроме того, дает возможность прогнозировать содержание белка в единичном зерне, а значит, помимо прочего, данная технология потенциально может быть использована в процессе промышленной сортировки.

Трошкин Д.Е. (автор)

Чертов А.Н. (научный руководитель)