

Оптический метод для контроля качества фруктов в экспресс-режиме

Е.М. Грязнова¹, В.В. Давыдов^{1,2}, В.Ю. Рудь²

¹Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Политехническая 29, Санкт-Петербург, Россия, 195251

²Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, Институт 5, Большие Вяземы, Россия, 143050

Аннотация

Обоснована необходимость экспресс-контроля качества фруктов. Представлена методика контроля качества фруктов при помощи лазерного излучения. Исследована зависимость степени пространственной когерентности от дефектов поверхностей плодов. Приведены результаты проверок дефектов, твердости, степени созревания с помощью оптического метода.

Ключевые слова

Лазерное излучение, степень пространственной когерентности, интерферометр, качество фруктов, зрелость, проверка дефектов

1. Введение

Контроль качества фруктов является неотъемлемой частью их производства и хранения. При этом, как правило, используются разрушающие методы, основанные на визуализации анатомических особенностей с помощью микроскопов [1] или анализе акустических, электрофизических, механических свойств покровных и других тканей [2]. Эти методы достаточно трудоемки и носят деструктивный характер. Оптические неинвазивные методы на базе цветовых, спектральных или люминесцентных характеристик малоэффективны, если структурные изменения не сопровождаются существенными и однозначными биохимическими процессами.

Поэтому в данной работе рассматривается возможность использования корреляционных параметров светорассеяния лазерного излучения для регистрации структурных перестроек тканей без существенного влияния на жизнедеятельность органических соединений, находящихся в плодах. Крайне важно, чтобы витаминные комплексы в плодах не были разрушены при контроле.

2. Методика определения качества

Предложенная нами методика основана на получении контраста интерференционной картины, который при равенстве интенсивностей интерферирующих пучков равен степени пространственной когерентности (СПК). На рисунке 1 представлена схема установки для получения СПК в отраженном от поверхности фрукта лазерном излучении.

Были исследованы различные фрукты с наиболее типичными для них дефектами. Нами было установлено, что СПК для всех видов фруктов (например, яблоки, груши, виноград и т.д.) значительно снижается в случае наличия в них дефектов. Необходимо отметить, что возможность применения разработанного метода не зависит от биохимического состояния дефекта и цвета плода.

Данным методом также была проверена зрелость плодов, поскольку в процессе созревания изменяется структура кожицы и мякоти, что приводит к изменению СПК. Многие плоды, чтобы было легче их транспортировать и хранить, снимаются недозрелыми. Этот процесс идет во время хранения. Для каждого типа плодов данные по твердости мякоти, полученные с

помощью пенетрометра, совпадают с результатами рассматриваемого оптического метода с коэффициентом корреляции не менее 0.95.

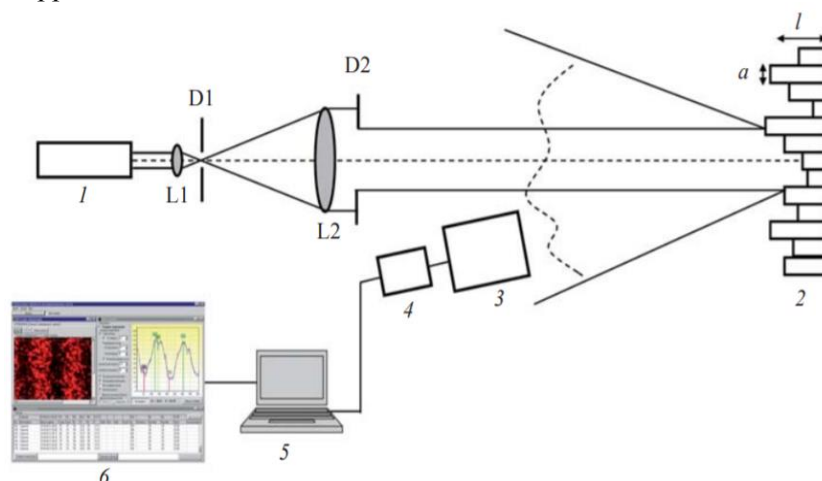


Рисунок 1: Схема установки: 1 – гелий-неоновый лазер; 2 – биологический объект; 3 – поляризационный интерферометр; 4 – CCD-камера; 5 – ПК; 6 – программа для обработки результатов; L1, L2 – объектив-коллиматор; D1 – Фурье-фильтр, D2 – апертурная диафрагма

С помощью данного метода также можно определить динамику созревания плодов, что полезно для прогнозирования лежко способности или управления длительностью хранения. Для этого была проведена регистрация степени пространственной когерентности светорассеяния в процессе ускоренного дозревания на примере плодов груши. Коэффициент корреляции между СПК и твердостью плодов с кожицей практически равен коэффициенту корреляции между СПК и твердостью мякоти, что указывает на достаточно тесную связь фазовых параметров светорассеяния с общими физиологическими и физико-механическими изменениями, происходящими в процессе созревания во всех тканях плода.

Кроме того, такое построение экспериментальной установки позволяет на базе данного метода разработать переносной прибор, который подключается к персональному компьютеру, для определения качества плодов в режиме экспресс-контроля (на месте их хранения).

3. Заключение

Полученные данные подтверждают возможность применения рассматриваемого метода для контроля качества плодов фруктов. Использование СПК в качестве оценки характеристик состояния плодов обладает достаточно высокой точностью, а неинвазивность и простота метода делают его привлекательным для использования. Метод позволяет оценить не только дефекты фруктов и степень их зрелости, но и спрогнозировать динамику созревания.

4. Литература

- [1] Загорян, Е.М. Методика использования структурных критериев при оценке лёжкости и технологической обработке сочных плодов / Е.М. Загорян, Б.Т. Матиенко // Изв. АН МССР. Биологические и химические науки. – 1985. – Т. 6. – С. 68-70.
- [2] Голев, И.М. Исследование плодовоощной продукции методом импедансной спектроскопии / И.М. Голев, Э.П. Лесникова, Е.Ю. Бобкина // Хранение и переработка сельхоз сырья. – 2013. – № 12. – С. 28-31.