

# 基于高光谱成像技术的苹果损伤研究

——四川双利合谱科技有限公司

## 一、引言

随着人们生活水平的提高，消费者越来越关注果蔬的品质安全问题。如水果的损伤不仅会造成果蔬的腐烂，而且会严重影响消费者的身体健康。因此水果损伤快速有效检测是非常有实际价值的。虽然水果的损伤和正常区域在外部特征上呈现出极大的相似性，但是损伤区部位发生一定的变化，这种变化可以通过特定波长下的光谱表现出来。

高光谱图像技术结合了光谱分析和图像处理的技术优势，对研究对象的内外部品质特征进行检测分析，赵杰文等利用高光谱图像技术检测水果轻微损伤，准确率为 88.57 %；Jasper G .Tallada 等分别应用高光谱图像技术对不同成熟度的草莓表面损伤、苹果的表面缺陷及芒果的成熟度检测进行了试验研究。王玉田等运用荧光光谱检测出水果表面残留的农药；胡淑芬等运用激光技术对水果表面农药残留进行了试验研究；薛龙等针对水果表面农药残留，以滴有较高浓度的脐橙为研究对象，利用光谱范围 425-725 nm 的高光谱图像系统进行检测，发现对较高浓度的农药残留检测效果较好。本文采用高光谱图像技术检测水果的损伤区域，以实现损伤区域共同识别的目的。

## 二、试验材料与方法

### 2.1 实验材料

本研究以苹果为研究对象，分析苹果的腐烂区域。其中苹果的腐烂区域是天然形成。

### 2.2 实验设备

高光谱成像数据采集采用四川双利合谱科技有限公司的 GaiaSorter 高光谱分选仪系统。该系统主要由高光谱成像仪(V10E)、CCD 相机、光源、暗箱、计算机组成，结构图与实景图如图 1。实验仪器参数设置如表 1。

表 1 GaiaSorter 高光谱分选仪系统参数

序号	项目	参数
1	光谱扫描范围/nm	350~1000
2	光谱分辨率/nm	2.8
3	采集间隔/nm	1.9
4	光谱通道数	520



图 1 GaiaSorter 高光谱分选仪结构图与实景图

### 2.3 图像处理分析

采用 SpecView 和 ENVI/IDL 对高光谱数据的预处理及分析，预处理中的镜像变换、黑白帧校准在 SpecView 中进行；其他数据的分析在 ENVI/IDL 中进行。

## 三、结果与讨论

### 3.1 苹果腐烂区域和正常区域的光谱分析

取苹果腐烂区域与正常区域各 200 个像元，分别获取这 200 个像元的光谱反射率，并求取这 200 个像元的反射率均值，如图 2 所示，其中，红色代表苹果的腐烂区域光谱区域的光谱反射率，蓝色代表正常区域的光谱反射率，绿色代表农药残留区域的光谱反射率。从图中可知，在 400-100 nm 范围内，农药残留区域的光谱反射率最大，其次是正常区域，最后是腐烂区域的光谱反射率。研究发现这三个区域在 610 nm 处有一峰值，在 650 nm 处有一吸收谷，在 650-680 nm 区间有一陡坡，由于三个区域均有以上特征，所以可以认为这也是苹果特有的特征位置。

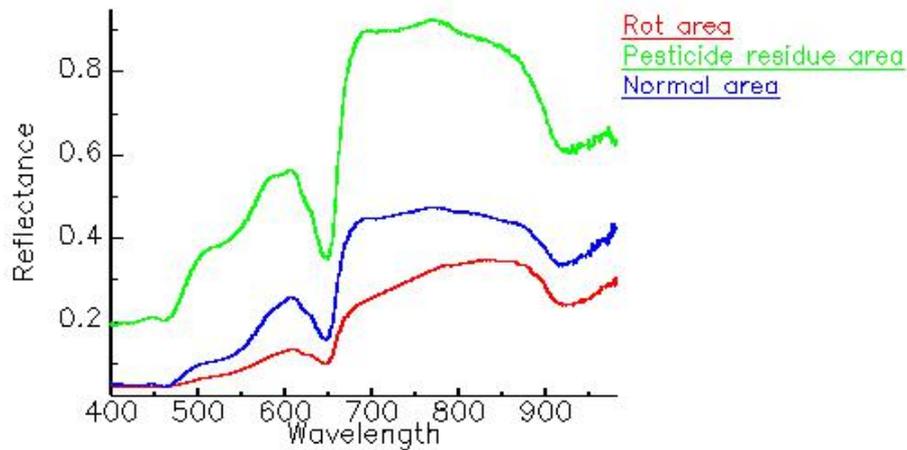


图 2 苹果腐烂区域、农药残留区域与正常区域的光谱反射率

### 3.2 苹果腐烂区域提取

对经过镜像变换、黑白帧校准的高光谱图像，根据苹果与背景区域的光谱差异，利用 ENVI/IDL 软件的波段运算建立掩膜，获取纯苹果图像，对苹果图像做主成分分析，根据获取的主成分图像，选取能较好区分腐烂区域和正常区域的主成分图像（PC2），通过阈值分割的方法分别获取苹果腐烂区域，如图所示。大的部分为腐烂区域，小的为农药残留区域。

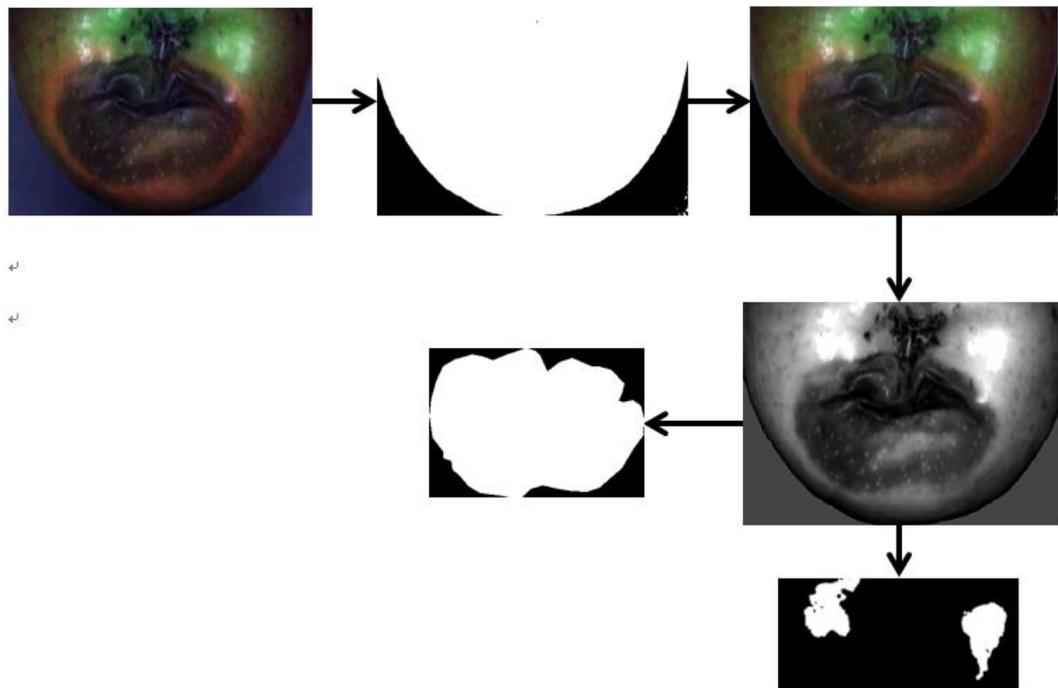


图 4 苹果腐烂区域与农业残留区域提取流程图

### 3.5 讨论

高光谱成像技术应用于水果表面损伤已体现出其“图谱合一”的优越性。水

果轻微损伤往往发生在表皮之下，和正常区域的颜色相差不大，肉眼难以识别。随着时间的推移，损伤区域会逐渐褐变，最后导致整个水果腐烂，甚至影响其他果实。本研究结果表明，运用高光谱成像技术，运用主成分分析、腌膜等方法等，可以有效地提取水果损伤，从而达到快速检测的目的。