利用高光谱成像技术对贡梨损伤与农药残留检测研究

——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。如水果的损伤及水果表面农药的残留等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。因此水果损伤与农药残留的快速有效检测是非常有实际价值的。虽然水果的损伤、农业残留区域和正常区域在外部特征上呈现出极大的相似性，但是损伤区域和农药残留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不同水果的损伤区域和农药残留区域，以实现损伤区域和农药残留区域共同识别的目的。

二、试验材料与方法

2.1 实验材料

本研究以贡梨为研究对象，分析贡梨的损伤区域。其中贡梨的损伤区域由人工模拟形成。

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

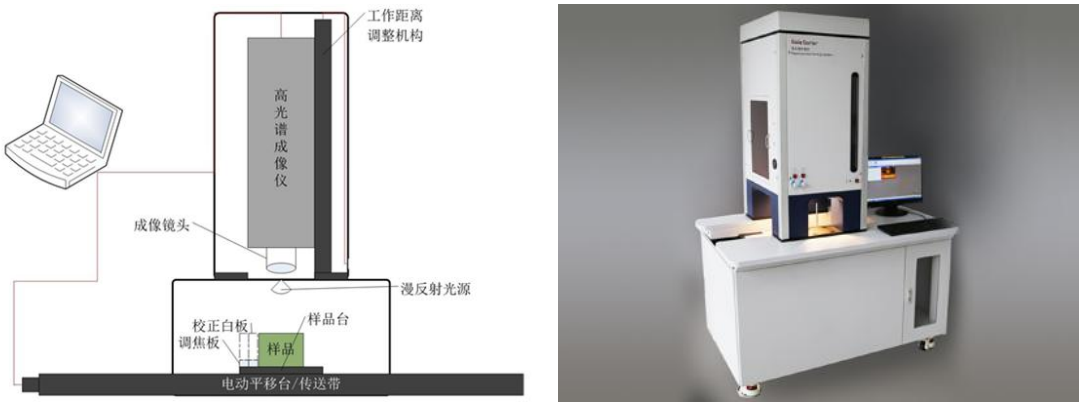


图 1　GaiaSorter 高光谱分选仪结构图与实景图

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.　贡梨损伤区域和正常区域的光谱分析

取贡梨损伤区域与正常区域各 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 3 所示，其中，红色代表红色的损伤区域光谱区域的光谱反射率，绿色代表正常区域的光谱反射率。从图中可知，在 400-100 nm 范围内，损伤区域的光谱反射率高于正常区域。从光谱曲线变化可知，这两个区域在 540 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 2 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。比较可知，除峰值位置不同，其他波段范围苹果与贡梨的光谱曲线变化规律相似。

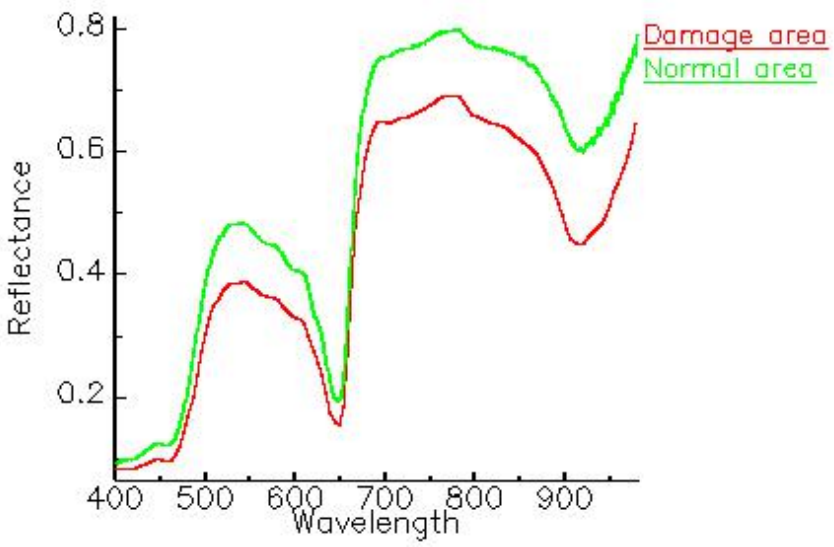


图 3　贡梨损伤区域与正常区域的光谱反射率

3.4　贡梨损伤区域的提取

对经过镜像变换、黑白帧校准的高光谱图像，根据贡梨与背景区域的光谱差异，利用 ENVI/IDL 软件中的最大似然法，获取纯贡梨图像，对贡梨的图像做主成分分析，根据获取的主成分图像，选取能较好区分贡梨损伤区域、和正常区域的主成分图像（PC5），通过阈值分割的方法获取贡梨的损伤区域，如图 5 所示。

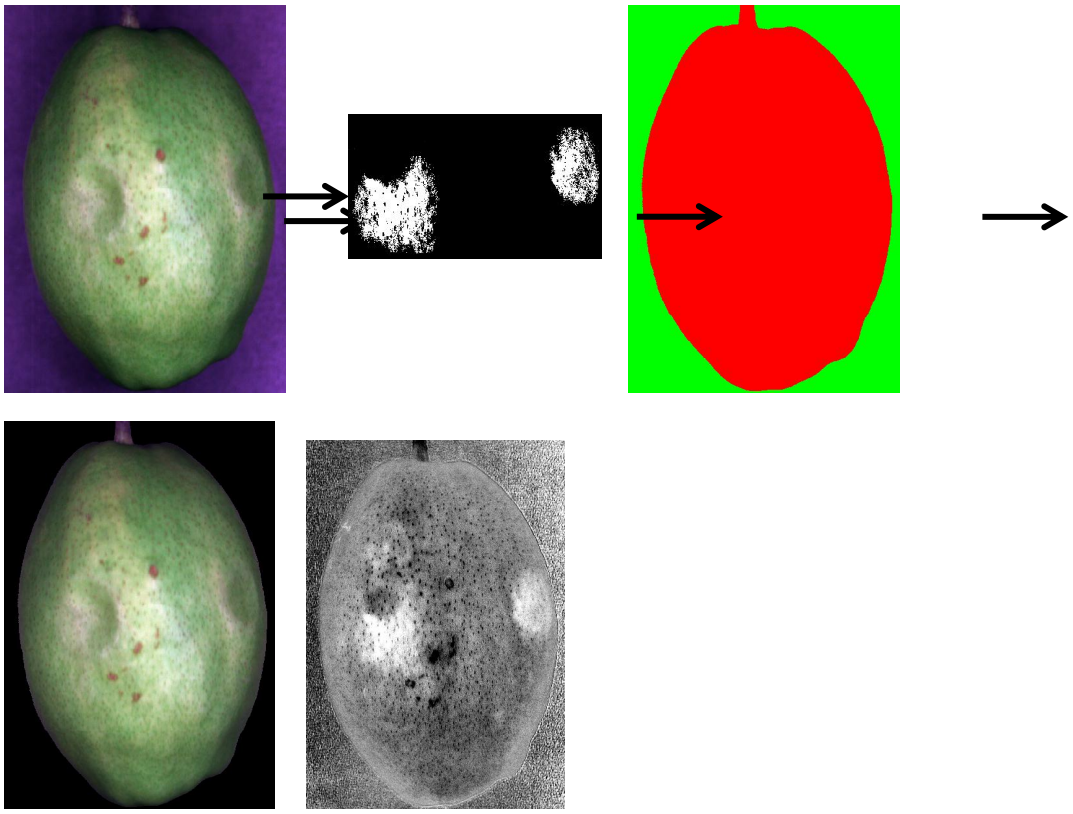


图 5 贡梨损伤区域提取流程图

3.5 讨论

高光谱成像技术应用于水果表面损伤、农药残留已体现出其“图谱合一”的优越性。水果轻微损伤和农药的微量残留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，而少量的农药则会渗透进入果实中，消费者吃了会导致中毒。本研究结果表明，运用高光谱成像技术，运用主成分分析、掩膜等方法等，可以有效地提取水果损伤与农药残留区域，从而达到快速检测的目的。