

基于高光谱成像技术的水果农药残留检测研究

——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水果的农药残留区域，以实现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

本研究以苹果为研究对象，分析苹果的农药残留区域。其中农药人工涂在苹果上。

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 苹果农药残留区域和正常区域的光谱分析

取苹果农药残留区域与正常区域各 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。

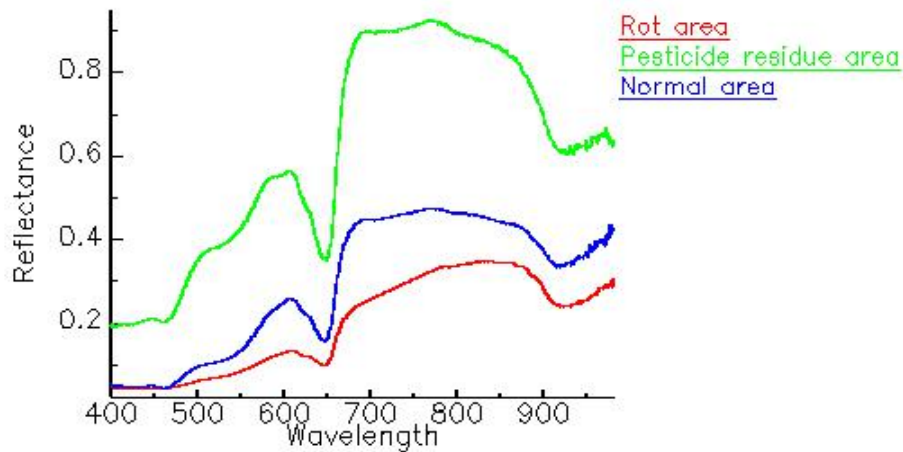


图 2 苹果腐烂区域、农药残留区域与正常区域的光谱反射率

3 苹果腐烂区域、农药残留区域的提取

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、农药残留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和农药残留区域，如图 4 所示。大的部分为腐烂区域，小的为农药残留区域。

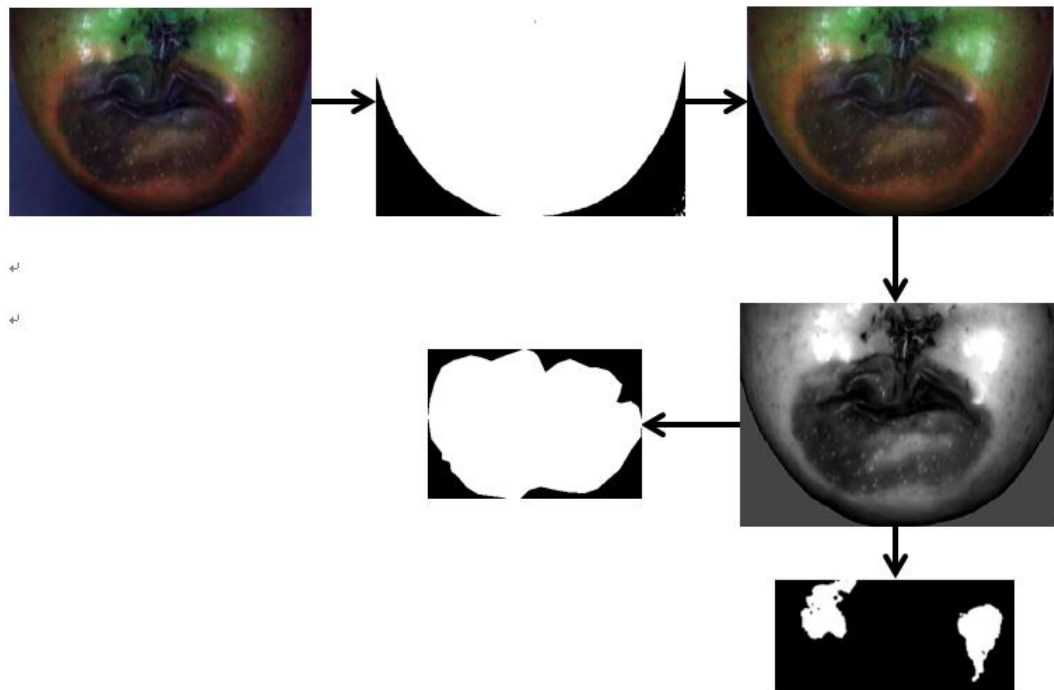


图 4 苹果腐烂区域与农业残留区域提取流程图

3.5 讨论

高光谱成像技术应用于水果表面损伤、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、腌膜等方法等，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。