

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510082900.6

[51] Int. Cl.

G01N 23/04 (2006.01)

G01N 23/18 (2006.01)

G06K 9/00 (2006.01)

G06F 19/00 (2006.01)

[43] 公开日 2006年1月11日

[11] 公开号 CN 1719238A

[22] 申请日 2005.7.11

[21] 申请号 200510082900.6

[71] 申请人 中国农业大学

地址 100083 北京市海淀区清华东路17号

[72] 发明人 韩东海

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司
代理人 徐宁 关畅

权利要求书2页 说明书5页

[54] 发明名称

一种苹果内部品质的无损检测方法

[57] 摘要

本发明涉及一种苹果内部品质的无损检测方法,其特征在于它包括:(1)用X光对苹果进行扫描,得到果柄朝上的被测苹果图像,将图像中的果径 D' 和果高 H' 带入预先建立的图像与被测苹果体积之间关系的方程式,得到完整苹果近似体积 V_2 ;(2)根据预先设定的蜜果病变组织图像灰度阈值,去除正常组织区域,获得发病区域图像;根据灰度的自然对数与苹果厚度之间的线性关系,计算出各像素点的体积,然后积分,得到蜜果病变部位近似体积 V_3 ;(3)用被测苹果病变部位的体积 V_3 与完整苹果近似体积 V_2 的比值作为蜜果蜜指数 E ;(4)对所述蜜指数的范围值进行划分,根据蜜指数落入的范围值确定被测苹果的蜜果级别。本发明方法可以填补我国无损分级蜜果的空白。

1、一种苹果内部品质的无损检测方法，其特征在于它包括：

(1) 用 X 光对苹果进行扫描，得到果柄朝上的被测苹果图像，将图像中的果径 D' 和果高 H' 带入预先建立的图像与被测苹果体积之间关系的方程式，得到完整苹果近似体积 V_z ；

(2) 根据预先设定的蜜果病变组织图像灰度阈值，去除正常组织区域，获得发病区域图像；根据灰度的自然对数与苹果厚度之间的线性关系，计算出各像素点的体积，然后积分，得到蜜果病变部位近似体积 V_s ；

(3) 用被测苹果病变部位的体积 V_s 与完整苹果近似体积 V_z 的比值作为蜜果蜜指数 E；

(4) 对所述蜜指数的范围值进行划分，根据蜜指数落入的范围值确定被测蜜果的级别。

2、如权利要求 1 所述的一种苹果内部品质的无损检测方法，其特征在于：完整苹果近似体积 V_z 可由图像中的果径 D' 和果高 H' 获得，其方程式为：

$$V_z = f(D, H) = a_1 + b_1 f(D')^3 + c_1 f(H')^2 + d_1 f(D') f(H')$$

式中 V_z —完整苹果近似体积， D' —图像果径， H' —图像果高， a_1 ， b_1 ， c_1 ， d_1 为常数。

3、如权利要求 1 或 2 所述的一种苹果内部品质的无损检测方法，其特征在于所述蜜果病变部位近似体积 V_s 通过以下步骤获得：

(1) 在所述 X 光图像上，根据预先设定的蜜果病变组织图像灰度阈值，去除正常组织区域，获得发病区域图像；

(2) 根据苹果正常组织厚度与灰度值的自然对数呈线性关系的朗伯定律，那么，一个像素点就代表一个局部体积：

$$V_i = a_2 \times p \times p \times f(g_i)$$

式中： a_2 —由像素面积换算成真实面积的系数， $p \times p$ 为像素面积，与使用的扫描设备的像素有关， g_i 为灰度值；

(3) 对发病区域 X 光图像上各像素点的灰度值进行累加，即可获得蜜果发病组织虚拟的计算体积：

$$V'_s = a_2 \times p \times p \times \sum_{i=0}^w f(g_i)$$

式中， $f(g_i) = \frac{\ln g_i + b_2}{c_2}$ ， w 为所有像素点数目， b_2 ， c_2 为统计分析所得常数；

(4) 将蜜果沿垂直果轴方向分割成厚 2mm 的 n 个断面；

(5) 用数码相机对每个断面进行拍照，照片通过图像处理软件进行任意断面上发病体积 V_{di} 计算；

(6) 沿果轴方向累加获得蜜果病组织感官评价体积 $V_g = \sum_{i=1}^n V_{di}$ ；

(7) 根据蜜果虚拟的计算体积 V'_s 与感官评价体积 V_g 的相关关系 $V_g = f(V'_s)$ ，并根据蜜果病组织近似体积 V_s 与同一苹果的感官评价体积 V_g 在理论上相等，所以通过对 V'_s 与 V_g 进行回归分析，可获得蜜果病组织近似体积 $V_s = V_g = f(V'_s)$ 。

4、如权利要求 1 或 2 所述的一种苹果内部品质的无损检测方法，其特征在于：所述蜜果蜜指数为：

$$E = \frac{\text{蜜果病组织体积}}{\text{完整苹果体积}} \times 100\% = \frac{V_s}{V_z} \times 100\% \quad \circ$$

5、如权利要求 3 所述的一种苹果内部品质的无损检测方法，其特征在于：所述蜜果蜜指数为：

$$E = \frac{\text{蜜果病组织体积}}{\text{完整苹果体积}} \times 100\% = \frac{V_s}{V_z} \times 100\% \quad \circ$$

6、如权利要求 1 或 2 或 5 所述的一种苹果内部品质的无损检测方法，其特征在于：按所述蜜果蜜指数分级如下： $E=0\%=0$ 级， $\leq 5\%=1$ 级， $6\sim 10\%=2$ 级， $11\sim 20\%=3$ 级， $21\sim 30\%=4$ 级， $\geq 31\%=5$ 级。

7、如权利要求 3 所述的一种苹果内部品质的无损检测方法，其特征在于：按所述蜜果蜜指数分级如下： $E=0\%=0$ 级， $\leq 5\%=1$ 级， $6\sim 10\%=2$ 级， $11\sim 20\%=3$ 级， $21\sim 30\%=4$ 级， $\geq 31\%=5$ 级。

8、如权利要求 4 所述的一种苹果内部品质的无损检测方法，其特征在于：按所述蜜果蜜指数分级如下： $E=0\%=0$ 级， $\leq 5\%=1$ 级， $6\sim 10\%=2$ 级， $11\sim 20\%=3$ 级， $21\sim 30\%=4$ 级， $\geq 31\%=5$ 级。

一种苹果内部品质的无损检测方法

技术领域

本发明涉及一种苹果内部品质的无损检测方法。

背景技术

苹果水心病是其在生长过程中经常发生的一种内部生理失调病,在我国各苹果产区均有发生,俗称“蜜果”。蜜果的果心呈水渍状,严重时病变部分接近果皮,使果皮也出现水渍状,透明似蜡。但是即使是这样的病果也不影响鲜食,而且国内外消费者普遍认为蜜果风味独特,品质高,比如:在日本,蜜果的价格一般高于普通苹果。蜜果的缺点是不耐贮藏,在贮藏后期病组织发生败坏,不能食用,造成贮藏损失。如果能够利用无损检测技术对每个苹果进行检测,就可以将蜜果挑出来并分级,将风味良好的蜜果尽快高价销售用于鲜食,而将发病不严重或没有发病的苹果长期贮藏,从而避免贮藏中的浪费,降低由于病果造成整批苹果无法出口或必须整批降价销售带来的损失。

同时,我国是世界第一水果生产大国,其中苹果是最主要的品种,但每年出口量却较少,仅占总产量的 2.1%。制约我国苹果出口的一个重要原因是国内对苹果的分选检测能力弱,速度慢,分选技术水平达不到国际市场的要求。

发明内容

针对上述问题,本发明的目的是提供一种苹果内部品质的无损检测方法,使用本发明方法可以对苹果的发病程度进行无损检测,并根据检测结果对蜜果进行分级。

为实现上述目的,本发明采取以下技术方案:一种苹果内部品质的无损检测方法,其特征在于它包括:(1)用 X 光对苹果进行扫描,得到果柄朝上的被测苹果图像,将图像中的果径 D' 和果高 H' 带入预先建立的图像与被测苹果体积之间关系的方程式,得到完整苹果近似体积 V_2 ; (2)根据预先设定的蜜果病变组织图像灰度阈值,去除正常组织区域,获得发病区域图像;根据灰度的自然对数与苹果厚度之间的线性关系,计算出各像素点的体积,然后积分,得到蜜果病变部位近似体积 V_3 ; (3)用被测苹果病变部位的体积 V_3 与完整苹果近似体积 V_2 的比值作为蜜果蜜指数 E; (4)对所述蜜指数的范围值进行划分,根据蜜指数落入的范围值确定被测蜜果的级别。

所述完整苹果近似体积 V_2 可由图像中的果径 D' 和果高 H' 获得,其方程式为:

$V_2 = f(D, H) = a_1 + b_1 f(D')^3 + c_1 f(H')^2 + d_1 f(D')f(H')$, 式中 D' —图像果径, H' —图像果高, a_1, b_1, c_1, d_1 为常数。

所述蜜果病变部位近似体积 V_s 通过以下步骤获得: (1) 在所述 X 光图像上, 根据预先设定的蜜果病变组织图像灰度阈值, 去除正常组织区域, 获得发病区域图像; (2) 根据苹果正常组织厚度与灰度值的自然对数呈线性关系的朗伯定律, 那么, 一个像素点就代表一个局部体积: $V_i = a_2 \times p \times p \times f(g_i)$, 式中: a_2 —由像素面积换算成真实面积的系数, $p \times p$ 为像素面积, 与使用的扫描设备的像素有关, g_i 为灰度值; (3) 对发病区域 X 光图像上各像素点的灰度值进行累加, 即可获得蜜果发病组织虚拟的计算体积: $V'_s = a_2 \times p \times p \times \sum_{i=0}^w f(g_i)$, 式中, $f(g_i) = \frac{\ln g_i + b_2}{c_2}$, w 为所有像素点数目, b_2, c_2 为统计分析所得常数; (4) 将蜜果沿垂直果轴方向分割成厚 2mm 的 n 个断面; (5) 用数码相机对每个断面进行拍照, 照片通过图像处理软件进行任意断面上发病体积 V_{di} 计算; (6) 沿果轴方向累加获得蜜果病组织感官评价体积 $V_g = \sum_{i=1}^n V_{di}$; (7) 根据蜜果虚拟的计算体积 V'_s 与感官评价体积 V_g 的相关关系 $V_g = f(V'_s)$, 并根据蜜果病组织近似体积 V_s 与同一苹果的感官评价体积 V_g 在理论上相等, 所以通过对 V'_s 与 V_g 进行回归分析, 可获得蜜果病组织近似体积 $V_s = V_g = f(V'_s)$ 。

所述蜜果蜜指数为: $E = \frac{\text{蜜果病组织体积}}{\text{完整苹果体积}} \times 100\% = \frac{V_s}{V_2} \times 100\%$

按所述蜜果蜜指数分级如下: $E=0\%=0$ 级, $\leq 5\%=1$ 级, $6\sim 10\%=2$ 级, $11\sim 20\%=3$ 级, $21\sim 30\%=4$ 级, $\geq 31\%=5$ 级。

本发明由于采取以上技术方案, 其具有以下优点: 1、本发明方法可以改变目前国内对蜜果的传统处理方法, 使对蜜果的研究不仅仅停留在如何防止发病的发生上, 而是在苹果采摘后, 将风味独特, 品质高的蜜果分选检测出来, 以高附加值进行销售, 将无病或病情轻微者用于长期贮藏。2、本发明方法可以对蜜果进行逐个检验分级, 因此不但可以有效地避免果农没有检测手段, 果品企业拒收蜜果, 果农整批苹果无法销售, 损伤惨重的事情发生, 而且可以有效地避免发病严重的苹果在贮藏过程中引起褐变不能食用造成的浪费, 降低了贮藏成本, 经济效益显著。3、本发明方法为果农、果品企业或果品销售商提供了一种有效的蜜果检测分级手段, 因此在苹果的出口创汇方面具有重要的意义, 本发明技术的推广应用可以带来巨大的经济效益, 同时可以填补我国无损伤分级蜜果的空白。

具体实施方式

下面结合实施例，对本发明检测方法进行详细的描述。

一、获取完整苹果近似体积 V_z

1、预先建立果径、果高与完整苹果体积间的回归方程

(1) 采集苹果样品 30~100 个作为样品集，分别用卡尺测量每个苹果最大果径 D ，与果高 H ；

(2) 用排水法测量，分别获得每个苹果的真实体积 V ；

(3) 根据 SAS（统计分系统）软件中的 GLM（General Linear Model）应用程序建立果径 D 、果高 H 与苹果真实体积 V 间的回归方程：

$$V_z = f(D, H) = a_1 + b_1 D^3 + c_1 H^2 + d_1 DH \quad (1)$$

式中： a_1, b_1, c_1, d_1 为常数，根据不同的苹果种类和苹果批次不同而有所变化，比如：本实施例采用北京怀柔产的富士苹果 100 个，经测试和计算，得到：

$a_1 = 245.16$ ， $b_1 = 1.256$ ， $c_1 = 17.77$ ， $d_1 = -27.596$ ，将常数带入方程，得到：

$$V_z = 245.16 + 1.256D^3 + 17.77H^2 - 27.596DH$$

并得到判定系数 R^2 ， R^2 越接近 1，说明上述回归方程中的 D 、 H 与苹果体积越接近。本实施例的测量和计算得到的相关系数 $R^2 = 0.944$ ，十分接近 1。

2、对果柄向上的任意苹果用软 X 光（波长较长靠近紫外光）进行扫描，获取具有果径 D' 和果高 H' 的 X 光图像；

3、经回归分析建立苹果果径 D 和苹果果高 H 与图像果径 D' 和图像果高 H' 之间的相应回归方程：

$$D = f(D'), H = f(H') \quad (2)$$

4、将方程②代入方程①，得到通过 X 光图像得到的完整苹果近似体积 V_z 的函数方程：

$$V_z = f(D, H) = a_1 + b_1 f(D')^3 + c_1 f(H')^2 + d_1 f(D')f(H')$$

二、获取蜜果病组织近似体积 V_s

1、在上述 X 光图像上，根据预先设定的蜜果病变组织图像灰度阈值，去除正常组织区域，获得发病区域图像；

2、根据苹果正常组织厚度与灰度值的自然对数呈线性关系的朗伯定律，那么，一个像素点就代表一个局部体积：

$$V_i = a_2 \times p \times p \times f(g_i) \quad (3)$$

式中： a_2 一由像素面积换算成真实面积的系数，其可以通过样品集的统计分析得到。 $p \times p$ 为像素面积，其与使用的扫描设备的像素有关， g_i 为灰度值。

3、对发病区域 X 光图像上各像素点的灰度值进行累加，即可获得发病组织虚

拟的计算体积 V'_s :

$$V'_s = a_2 \times p \times p \times \sum_{i=0}^w f(g_i) \quad (4)$$

式中, $f(g_i) = \frac{\ln g_i + b_2}{c_2}$, w 为所有像素点数目, b_2, c_2 为统计分析常数, 其

可以通过样品集的统计分析得到。

但上述虚拟的计算体积 V'_s 是被放大或缩小的体积, 因为上述线性关系常由尺寸已知的苹果正常组织厚度与灰度值所得, 而病组织厚度难以得知; 又病组织灰度值比正常组织大或小, 故按正常组织厚度与灰度值自然对数呈线性关系, 求出的发病体积与真实体积不符;

4、将蜜果沿垂直果轴方向分割成厚 2mm 的 n 个断面;

5、用数码相机(奥林巴斯 C300Z, 分辨率 600×480 像素, 每个像素 0.14×0.14mm) 对每个断面进行拍照, 照片通过 MATLAB 图像处理软件进行任意断面上发病体积 V_{di} 计算;

6、沿果轴方向累加获得蜜果病组织感官评价体积 $V_g = \sum_{i=1}^n V_{di}$;

7、因为同一蜜果虚拟的计算体积 V'_s 与感官评价体积 V_g 有相关关系 $V_g = f(V'_s)$, 又因为蜜果病组织近似体积 V_s 与同一苹果的感官评价体积 V_g 在理论上相等, 所以通过对 V'_s 与 V_g 进行回归分析, 即可获得蜜果病组织近似体积 $V_s = V_g = f(V'_s)$ 。

三、蜜指数 E 计算

蜜果病组织近似体积 V_s 与完整苹果近似体积 V_2 的百分比值称为蜜指数 E , 如下式:

$$E = \frac{\text{蜜果病组织体积}}{\text{完整苹果体积}} \times 100\% = \frac{V_s}{V_2} \times 100\% \quad (5)$$

四、分选分级

根据 E 值的大小即可进行苹果的分级。例如, 规定 $E=0\%=0$ 级, $\leq 5\%=1$ 级, $6\sim 10\%=2$ 级, $11\sim 20\%=3$ 级, $21\sim 30\%=4$ 级, $\geq 31\%=5$ 级。级数越高, 表示发病越严重, 鲜食品质越好, 但长期贮藏性变差。

通过以上实施例可知, 若打算对某地或某批待测苹果进行检测时, 首先要对选定的样品集按上述步骤得到完整苹果近似体积 V_2 , 蜜果病组织近似体积 V_s , 蜜指数 E 中的各函数关系及具体常数数值, 并人为根据经验对蜜指数与苹果之间的对应关系进行分级, 最后将与 X 光图像有关的函数关系作为软件输入计算机。

用本发明方法对逐个苹果检测时, 只需用 X 光对每个果柄朝上的苹果进行照射, 计算机便可以自动根据预先建立的函数关系, 通过图像上的图像果径 D' 、图

像果高 H' 、蜜果病变组织图像灰度阈值及灰度值等，得到并在显示屏上显示蜜果分级结果。

上述实施例中，在数学模型建立中使用的统计方法，统计计算机软件等是可以变化的，在进行拍摄过程中使用的数码相机等工具也是可以变化的。