

# 基于计算机色度学原理的直链淀粉检测系统开发

常国华 侯彩云\* 尚艳芬 崔改泵 周小丰

(中国农业大学 食品科学与营养工程学院, 北京 100083; \* 通讯联系人, E-mail: cyhou@cau.edu.cn)

## Development of Amylose Determination System Based on Computerized Colorimetric Measurement(CCMA)

CHANG Guo-hua, HOU Cai-yun\*, SHANG Yan-fen, CUI Gai-beng, ZHOU Xiao-feng

(College of Food Science & Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China; \* Corresponding author, E-mail: cyhou@cau.edu.cn)

**Abstract:** A system based on the computerized colorimetric measurement(CCMA) method was developed by using the Microsoft C++. It could determine the content of amylose in rice, and give out the quality grade automatically according to the standard performed. The system would be available to determine the chemical quality quickly and efficiently by using image processing technology.

**Key words:** rice; amylose content; image processing; determination

**摘要:** 基于所提出的 CCMA 直链淀粉检测方法, 利用 Microsoft C++ 工具, 开发了一套直链淀粉含量检测系统, 它可以完成稻谷直链淀粉含量的测定, 并可根据稻谷种类和所执行的标准自动输出样品所属的等级, 具有速度快、自动化程度高的特点。与现行国标规定的方法相比, 检测结果具有较高的一致性, 实现了图像处理技术在谷物二次性质量指标检测中的应用, 满足了流通领域中直链淀粉检测的需要。

**关键词:** 稻米; 直链淀粉含量; 图像处理; 检测

**中图分类号:** Q-334; Q94-336; S-3

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7216(2005)06-0564-03

直链淀粉含量的多少对稻米的食味品质有重要的影响, 因此无论是国家标准 GB/T 17891-1999《优质稻谷》, 还是农业行业标准 NY/T 593-2002《食用稻品种品质》, 都将它作为稻米等级判断的重要指标之一<sup>[1,2]</sup>。直链淀粉含量的测定有多种方法, 现行国家标准规定的方法为碘比色法。该方法利用直链淀粉溶液与碘形成的复合物在 620 nm 波长下的吸光度与直链淀粉含量高度相关的特性, 通过分光光度计测定吸光度来实现对直链淀粉含量的检测<sup>[3]</sup>。由于需要对样液和标准溶液逐一测定吸光度值, 而测定顺序前后的不同会因显色时间的长短而产生差异, 从而不可避免地测定结果产生一定程度的偏差。

随着现代信息技术的发展, 图像处理技术在农产品质量分级、检测等领域得到了日益广泛的应用<sup>[4~10]</sup>。在谷物品质检测方面, 利用所采集的原始图像, 已经成功地实现了对一次性外观质量指标如垩白粒率、垩白度、黄粒米等的检测, 使这些指标检测结果的客观性、可重复性和快速性均得到了显著的改善<sup>[11~14]</sup>。

为了探讨图像处理技术在二次性理化质量指标, 即在直链淀粉含量测定中应用的可能性, 本研究室提出了一种基于计算机色度学原理的检测方法(CCMA, Computerized Colorimetric-based Method for Amylose Determination)<sup>[15]</sup>, 即利用面向硬件的或面向应用的色度表达系统来实现二次性理化指标检测的方法。该方法通过一次性采集多个样品和标样的图像信息, 可以同时获取直链淀粉显色液的色度参数, 对直链淀粉含量做出判断。研究表明, 按照 GB/T 15683-

1995 制备样品并对它进行处理<sup>[3]</sup>, 依据 CCMA 法, 直链淀粉含量值与色度值的相关性最高, 相关系数可以达到 0.989<sup>[15]</sup>, 能够满足检测精度的要求, 并可以有效地避免显色时间的不一致性对检测结果的干扰, 检测效率也可大为提高。为了提高检测的自动化程度, 本研究开发了一套与该方法配套的直链淀粉含量检测系统(AQS 1.0), 以便在生产中推广和应用。

### 1 数字图像的获取

按照 GB/T 15683-1995 制备米粉样品和标样, 并根据规定对样品和标样进行处理, 制取显色溶液。将显色液倒入比色器中<sup>[16]</sup>, 依次置于扫描仪的工作板上, 启动开关, 采集被测样品和标样的原始彩色图像信息。存储为 24 位的 bmp 格式的图像, 利用 Windows 画图工具依次将各样品的图像排列成如图 1 所示的顺序, 使位于右侧样品的底端始终高于左侧样品的底端。

### 2 系统的开发

以图 1 所示的彩色图像作为原始素材, 对其进行一系列的处理, 并结合人机交互的界面, 共同来完成对稻米直链淀

收稿日期: 2004-09-22; 修改稿收到日期: 2004-11-14。

基金项目: 国家“十五”科技攻关计划项目(2001BA501A16-03); 农业部农业结构调整重大技术研究专项(2002-01-01A-01)。

第一作者简介: 常国华(1980-), 男, 在读硕士研究生。

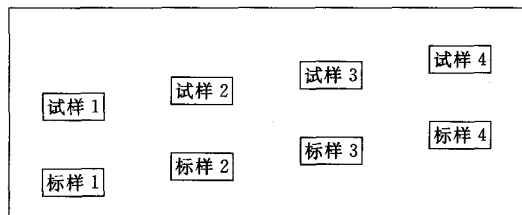


图1 样品的排列顺序  
Fig. 1. Sample arrangement.

$$\frac{1}{16} \times \begin{matrix} \begin{matrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 2 \end{matrix} \end{matrix}$$

图3 3×3位图掩模结构元  
Fig. 3. 3×3 filter.

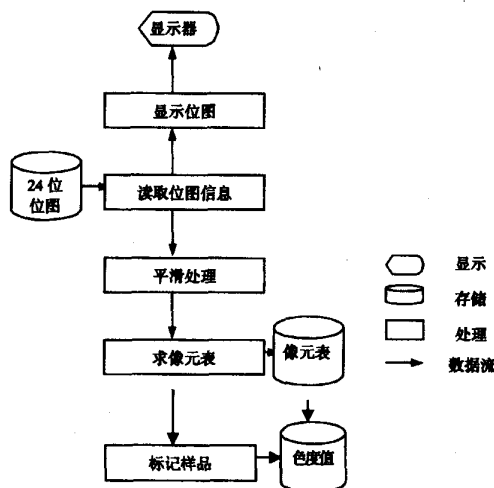


图2 处理位图功能模块流程图  
Fig. 2. The flow of functional module processing bitmap.

粉含量的检测。首先将图像通过显示器予以显示,然后对图像中的内容进行识别,同时获取各个样品的色度值,最后通过人机交互的不同选择方式得到相应的检测结果。

2.1 图像处理及分析

位图处理的流程如图2所示。首先将图像通过显示器予以显示,然后对图像进行平滑处理,由此对内容进行识别。

采集图像时,由于机械振动等因素的影响,图像可能会有一定的噪音,因此需要进行平滑处理。采用图3掩模对位图进行平滑处理,进一步通过原始值与改变后值之差的一定比例进行弥补,去除图像噪音,然后构建如表1所示的像元素,以便为后面的处理作铺垫。

在像元素表的基础上对样品进行标识。根据图1中标识物的特征以及样品像素的相通性,对样品和背景予以分

割,通过灰度门限的幅度分割将图像分成两部分,由于背景的灰度值为255,因此目标与背景较容易分别。按照从左到右,自下而上的顺序对位图进行扫描,当扫描到一个与背景不同的像素时,对该像素的属性值进行改变,继续扫描。如果扫描到的像素是其他像素的8邻接,并且邻接像素的属性值不为0,则将此时扫描像素的属性值设置为与其8邻接像素的属性相同的值,重复上述的扫描过程。最后使得具有相同属性值的像素构成一个连通域,从而完成了对样品的标记。

2.2 样品色度值的获取

在完成目标标记后,创建样品数据表(表2),表中包括了各个标记物的平均色度值和样品的标记号,同时也包括直链淀粉含量的检测值,方便了后续数据的导出和分析。同时需要对标记号进行调整,分成标样和被检测样两部分。

2.3 检测过程

2.3.1 检测参数设置

图像的目标物标记完成后,需要通过人机交互的方式完成检测过程。由于稻谷直链淀粉含量等级的判断与稻谷的种类、执行的标准等有关,因此需要预先设置一些参数,这些参数主要包括稻谷种类、参照的标准号、标样值选择方式和样品的编号等,通过如图4所示的界面输入。

2.3.2 检测结果

检测结果包括两部分,即直链淀粉含量的输出和所属等级的判断。检测结果由已经设置好的参数和内置的参数共

表1 像元素数据结构表

Table 1. Structure table of pixel data.

字段名称 Name	类型 Type	说明 Introduction
坐标 x	int	像素的横坐标
坐标 y	int	像素的纵坐标
灰度值 m_nGray	BYTE	像素的灰度值
红值 m_nRed	BYTE	像素的红值
绿值 m_nGreen	BYTE	像素的绿值
蓝值 m_nBlue	BYTE	像素的蓝值
属性值 m_nAttribute	int	背景取0;样品取相应的值

表2 样品数据结构表

Table 2. Structure table of sample data.

字段名称 Name	类型 Type	说明 Introduction
平均灰度值 m_nAvrGray	double	像素的平均灰度值
平均红值 m_nAvrRed	double	像素的平均红值
平均绿值 m_nAvrGreen	double	像素的平均绿值
平均蓝值 m_nAvrBlue	double	像素的平均蓝值
结果值 m_nResult	double	样品直链淀粉含量的检测值
标记值 m_nSign	int	与像素的属性值相同

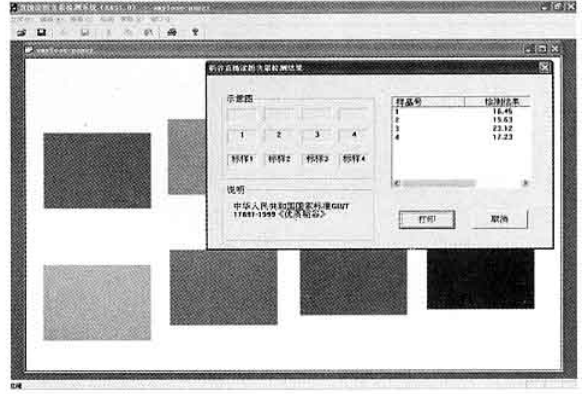
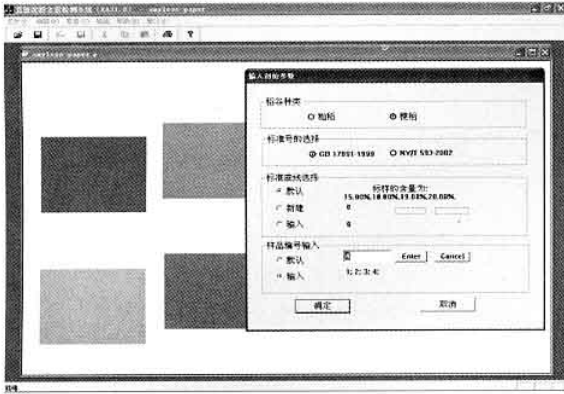


图4 检测时输入参数界面

Fig. 4. Interface of inputting parameter.

图5 检测结果界面

Fig. 5. Result interface.

表3 不同检测方法的检测结果

Table 3. Comparison results with different methods.

检测方法 Method	样品编号 Code of sample							
	1	2	3	4	5	6	7	8
国标法 National standard	21.30	21.22	14.91	21.07	13.81	15.92	20.88	20.54
CCMA 法 CCMA method	21.62	20.87	15.48	20.73	13.27	16.73	20.45	21.31
绝对误差 Absolute error	-0.32	-0.35	-0.57	0.34	0.54	-0.81	0.45	-0.77

同完成。首先是标准曲线的确定,根据标样直链淀粉的含量和标样的色度值,系统将通过最小二乘法拟合自动生成标准曲线,然后由此求得被测样品的检测值,同时来填充完善样品表。考虑到标准曲线的准确性直接影响检测精度,在系统开发过程中,设置了标准曲线的自检功能。在进入检测结果程序时,一旦发现标准曲线的相关系数不能满足要求,系统会自动提示需要重新制作标样,以确保检测精度。在获知直链淀粉含量结果的前提下,可选择稻谷种类和执行标准,从而实现稻谷等级的自动判断(如图5)。如有必要,检测结果以及样品的色度信息可以自动导出到 EXCEL 表中。

### 3 系统验证

优质稻谷中直链淀粉的含量集中在 13.0%~24.0%。选取 8 个样品,分别按照 GB/T 15683-1995 所规定的方法和 CCMA 法对直链淀粉含量进行测定,结果如表 3 所示。该方法与传统方法相比,最主要的是省略了脱脂步骤,但从检测结果中可以看出,两者绝对误差不大于 1%,相关系数为 0.984,因此,被认为具有较高的一致性,可以较好地满足检测精度的要求。

### 4 结论

- 1)开发了一套计算机图像处理软件,用于实现所提出的 CCMA 检测方法,完成直链淀粉含量的测定;
- 2)通过软件系统自动制作标准曲线,检测的自动化程度有所改善;
- 3)通过一次性采集多个样品的原始信息,检测效率可明显提高;
- 4)实现了将数字图像处理技术用于二次性理化指标的

测定,拓宽了图像识别技术的应用领域;

5)通过将此系统与一次性外观品质检测系统的链接,有利于实现稻谷品质的快速测定。

### 参考文献:

- 1 GB 17891-1999 优质稻谷.
- 2 NY/T 593-2002 食用稻品种品质.
- 3 GB/T 15683-1995 稻米直链淀粉含量的测定.
- 4 Wen Y N, Lin C M, Chiou J F. Rice quality classification using an automatic grain quality inspection system. *Trans ASAE*, 2002, 45(2): 379-389.
- 5 Sun D W, Du C J. Segmentation of complex food images by stick growing and merging algorithm. *J Food Engin*, 2004, 61:17-26.
- 6 Shatadal P, Tan J. Identifying damaged soybeans by color image analysis. *Appl Engin Agric*, 2003, 19(1): 65-69.
- 7 Leemans V, Destain M F. A real-time grading method of apples based on features extracted from defects. *J Food Engin*, 2004, 61: 83-89.
- 8 Sakai N, Yonekawa S, Matsuzaki A. Two-dimensional image analysis of the shape of rice and its application to separating varieties. *J Food Engin*, 1996, 27: 397-407.
- 9 田庆国. 图像处理技术在大米碾白精度测定中的应用. *粮食与饲料工业*, 1997, (10):10-11.
- 10 侯彩云,姜 军,酒井信介,等. 三维图像处理技术及其在食品检测中的应用. *食品科技*, 2002, 11(2):11-13.
- 11 侯彩云,王一鸣,凌 云,等. 整白米粒的计算机图像识别. *农业工程学报*, 2002,18(3):165-168.
- 12 侯彩云,李慧园,尚艳芬,等. 稻谷品质的图像识别与快速检测. *中国粮油学报*, 2003,18(4):80-83.
- 13 尚艳芬,侯彩云,常国华,等. 整精米自动识别方法的研究. *中国水稻科学*, 2004,18(5):466-468.
- 14 尚艳芬,侯彩云,常国华,等. 黄粒米图像识别技术的研究. *农业工程学报*(出版中)
- 15 侯彩云,崔改聚,尚艳芬,等. 稻米直链淀粉含量简化测定方法的试验研究. *中国农业大学学报*, 2004, 9(3):9-12.
- 16 侯彩云,崔改聚,尚艳芬,等. 比色器. 中国专利, ZL 03261174. 2004, 9.