

# 垩白米粒的计算机图像识别

侯彩云<sup>1</sup>, 王一鸣<sup>1</sup>, 凌云<sup>1</sup>, 孙剑锋<sup>1</sup>, 孙明<sup>1</sup>, 贾贵儒<sup>1</sup>, 林夕<sup>2</sup>

(1. 中国农业大学; 2. 农业部谷物品质监督检验测试中心)

**摘要:** 自行开发研制了计算机图像处理系统, 用于优质稻谷国家标准 GB 5411-2000 中质量指标垩白度及垩白粒率的检测。利用该系统对 6 种粳米和 2 种籼米进行测定, 结果表明, 该方法具有客观性、准确性、快速性和可重复性等特点, 在收购优质稻米进行快速分等定级中具有良好的应用前景。

**关键词:** 稻米; 垩白度; 图像处理

**中图分类号:** S375

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1002-6819(2002)03-0165-04

## 1 问题的提出

当前, 农产品的总量已经大体平衡, 丰年有余, 农业发展的主要制约因素从过去的资源约束为主转向以需求约束为主。农产品供求的主要矛盾也已从数量的不充足转为质量的不理想。与一些优质农产品价格在明显高于同类价格情况下仍畅销市场形成鲜明对比, 同时, 相当数量的农产品由于品质差, 受到了市场无情的冷落, 造成大量的积压。以稻谷生产为例, 仅湖南、湖北等省早籼稻的积压就高达 1 500 多万 t, 这不仅极大地影响了农民的生产积极性, 而且造成了农业资源不必要的浪费。为解决农民“增产不增收”这一困扰我国农业发展的重大问题, 中国农业和农村经济结构调整必须以优化品种、提高质量、增加效益为中心, 积极调整种植业作物结构、品种结构和品质结构, 发展优质、高产高效种植业。因此, 优质农产品的开发已成为今后农业生产的主要方向。为配合农产品品质结构的调整与变化, 国家适时修订与颁发了新的标准。其中在有关谷物的标准中, 最具特点的是在原有标准予以修订的同时, 新增加了优质谷物的标准评价体系。以稻谷为例, 在将原国家标准稻谷 GB 135021986 修订为 GB 135021999 的同时, 新制订了优质稻谷 GB 5411-2000 标准, 并于 2000 年 4 月 1 日正式实施<sup>[1]</sup>, 为我国优质农产品的收购、加工与销售提供了重要依据。

在新颁布的优质稻谷标准中, 垩白粒率和垩白度等被列入了分级标准中的质量指标, 标志着我国对稻谷品质的关注已经由过去的只注重与收购部门

所关心的一次品质相关的质量指标向消费者更为关心的外观品质和食用品质等 2 次品质的转变。然而, 新标准从颁布到全面实施, 仍有一些问题尚待完善。如上述新增品质评价指标虽已被列入标准, 但由于这些质量指标的检测尚没有适宜的检测手段, 仅停留在肉眼观测阶段, 不仅缺乏客观性和可重复性, 而且操作也耗时费力, 使新标准体系的可操作性大打了折扣。以表 1 中所示的观测结果为例, 按照现有的国标检测法, 由 10 名观测者对同一粒稻米的垩白度  $R_v$  进行测定, 其偏差极不一致。如样品 9 的人工评定值, 低者仅为 10%, 而高者可达 80%, 相差极为悬殊, 均方差甚至高达 449%。使现场收购中的分等定级难以实施。因此, 探讨手段先进、操作简便的快速检测技术, 并在此基础上开发精度可靠的检测仪器是优质农产品生产中亟待解决的一个重要课题, 对提高我国优质农产品的检测技术水平, 完善优质农产品质量评价体系, 促进优质农产品的生产具有重要的现实意义。

表 1 单粒稻米垩白度的人工观测结果

Table 1 Chalkiness of single rice kernel by manual inspection %

| 观测者 | 样品序号 |      |      |      |      |      |      |      |     |      |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|
|     | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9   | 10   |
| 1   | 60   | 40   | 30   | 40   | 50   | 40   | 38   | 30   | 20  | 40   |
| 2   | 50   | 40   | 30   | 50   | 45   | 60   | 30   | 20   | 40  | 80   |
| 3   | 50   | 20   | 30   | 40   | 35   | 40   | 40   | 20   | 10  | 20   |
| 4   | 75   | 30   | 35   | 45   | 46   | 40   | 33   | 33   | 60  | 45   |
| 5   | 75   | 10   | 10   | 50   | 40   | 30   | 40   | 20   | 50  | 30   |
| 6   | 40   | 20   | 60   | 50   | 50   | 40   | 40   | 30   | 80  | 70   |
| 7   | 40   | 35   | 30   | 20   | 50   | 30   | 40   | 30   | 40  | 30   |
| 8   | 70   | 35   | 20   | 35   | 45   | 35   | 30   | 25   | 50  | 30   |
| 9   | 75   | 15   | 40   | 60   | 45   | 30   | 40   | 25   | 70  | 70   |
| 10  | 60   | 30   | 40   | 45   | 45   | 40   | 35   | 20   | 70  | 60   |
| 平均值 | 59.5 | 27.5 | 32.5 | 43.5 | 45.1 | 38.5 | 36.6 | 25.3 | 49  | 47.5 |
| 方差  | 177  | 101  | 156  | 105  | 20.1 | 70.3 | 16.2 | 23.8 | 449 | 396  |

收稿日期: 2001207209

基金项目: 科技部重点科技攻关项目(2001BA 501A 16203); 教育部留学回国人员科研启动基金资助项目

作者简介: 侯彩云, 副教授, 博士后, 北京市海淀区清华东路 中国农业大学(东校区)食品学院食品工程系, 100083

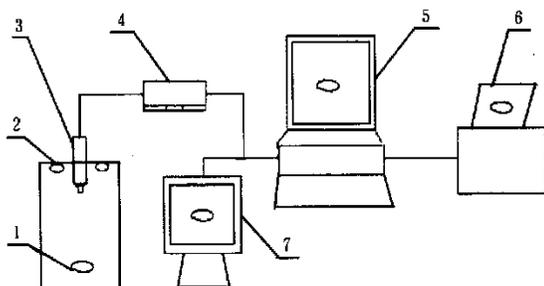
## 2 方案的探讨

现代信息技术的发展,使得利用计算机图像处理方法解决这一问题成为可能<sup>[2]</sup>。利用日本东京大学樋口俊朗教授研制开发的“微切片 3 维图像处理系统”,笔者不仅测定了谷粒垩白度的精确数据,而且获得了垩白米粒的 3 维图像信息<sup>[3]</sup>。尽管该系统具有可以随意获得被测试对象任意断面 3 维图像信息的优点,但是由于其对谷粒的检测为破坏性的,而且 3 维图像信息的构筑较为复杂,加之所采用的 AVS23 维图像处理软件价格昂贵,因而不适合作为标准方法用于优质稻谷品质的快速检测。

基于这种现状,我们自行研制与开发了专门用于稻谷品质评价的图像处理系统,并编制了稻米垩白度的图像处理软件。为简易、准确、快速地解决这一问题开辟了一条行之有效的途径。

## 3 图像处理系统的组成

图像处理系统如图 1 所示,主要由 CCD 摄像机、图像采集卡、PC 机组成。其中 CCD 摄像机为日本松下(Panasonic)公司的彩色闭路监控摄像机 WV-CP230,镜头为日本精工(AVENIR)的 SE1614 型 F1.4 16.0 mm 镜头;图像采集卡为大恒公司的 DH2VRT2CG200 型彩色图像采集卡,基于 PCI 总



1. 大米试样 2. 光源箱 3. 摄像头 4. 图像采集卡  
5. 计算机 6. 输出设备 7. 监视器

图 1 图像处理系统的组成

Fig. 1 Diagram of the image processing system

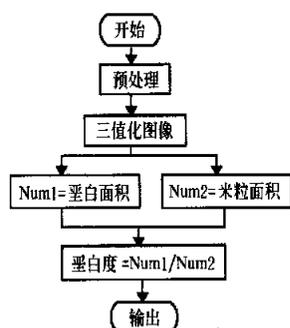


图 2 稻谷垩白度检测流程图

Fig. 2 Flow chart for chalkiness inspection

线,可实时传送数据(40MBöS),PAL 制式下分辨率可达  $768 \times 576 \times 24$  bit; PC 机为联想奔月 40002 700E 机型, CPU P III700E, 内存 2128MB, 硬盘 2 15G。所开发的图像处理软件的基本设计思想如图 2 所示,软件开发环境为 Microsoft Windows 95ö98ö 2000öME 操作系统, Microsoft Visual C++ 6.0。

## 4 测试方法与试验结果

根据现有国家标准优质稻谷 GBÖT 178912 1999, 垩白度的测定需要在垩白米粒中随机取 10 粒,将米粒平放,正视观察,逐粒目测垩白面积占整个籽粒投影面积的平均值。为了更清晰地观察稻米的图像,以便更加准确地确定图像三值化的阈值,探讨利用图像处理方法替代肉眼目测检测方法的可行性,本研究首先采用单粒测定的方法,对不同阈值下垩白米粒的图像处理效果进行了观测。

试验时,将有垩白的单粒稻米置于光源箱中,由 CCD 摄像机摄取原始图像。所采集的图像通过图像采集卡在显示器上以数字信号显示,经中值滤波,图像被灰度化处理,成为黑白灰三值化图像。由于光源箱背景为黑色,透明的谷粒部分将呈灰色,垩白部分由于不透明而保持白色。

通过阈值的调节,可以分别提取垩白部分或谷粒的图像信息,并根据像素的数目计算相应部分的面积,从而得到垩白度的数值。

试验中分别选取了 6 个品种的粳米和 2 个品种的籼米为研究对象,每个品种各选取 3 粒摄取原始图像,以备分析。

### 4.1 粳米的观测

计算垩白及谷粒面积的关键是确定合理的阈值。为了获取最接近人工观测真值的图像效果,分别对背景阈值  $T_b$  和垩白阈值  $T_c$  进行了研究。

#### 4.1.1 粳米 $T_b$ 的确定

背景阈值  $T_b$  是确定背景与谷粒图像处理效果的主要参数,可在  $0 \sim 255$  之间调节。 $T_b$  过大或过小,都会因图像的噪声过大而影响图像的质量,无法获取准确的信息(如图 3 所示)。当  $T_b < 60$  时,背景与谷粒分离不清,而当  $T_b > 80$  时,所获取的图像无法保持谷粒完整的形状。在  $T_b$  在  $60 \sim 80$  的范围内,谷粒的图像最为清晰,尤其是当  $T_b$  在  $62 \sim 73$  时,所测定的垩白度的误差仅为 1% 左右。因此,最终选定  $T_b$  为 68。

#### 4.1.2 粳米 $T_c$ 的确定及其影响因素

垩白阈值  $T_c$  的确定对检测结果有重要影响。固定  $T_b$  为 68,通过调节  $T_c$ ,可得如图 4 所示的图像处理效果。

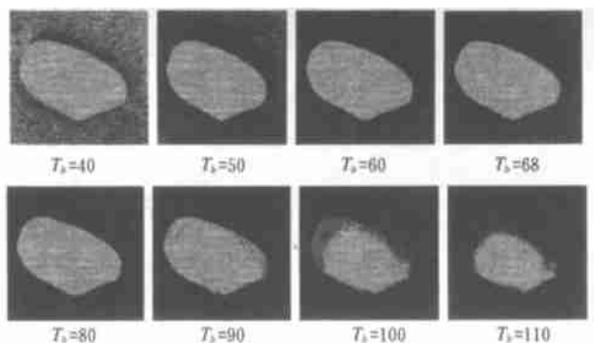


图 3 不同  $T_b$  下图像处理的效果 ( $T_c = 180$ )

Fig 3 Images processed with different threshold of background

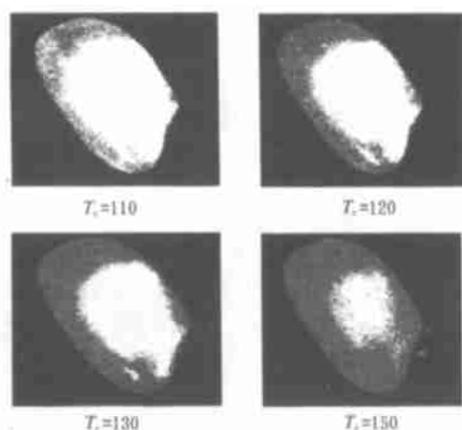


图 4 不同垩白阈值下图像处理的效果 ( $T_b = 68$ )

Fig 4 Images processed with different threshold of chalkiness

与  $T_b$  类似,  $T_c$  过大或过小, 也会因图像噪声过大而失真。  $T_c$  过大, 垩白度偏小, 反之亦然。 通过与人工观测进行比较, 当  $T_c$  为 120 时, 图示样品的测量值最为一致。 此时的垩白度值可以由所开发的软件直接读出为  $R_c = 59.0\%$ 。

研究表明,  $T_c$  的确定受诸多因素的影响, 包括品种、谷粒单体、光照条件、观测方向等。

1) 品种的影响

以同为粳米的河北产水稻和旱稻为例, 前者以  $T_c = 120$  为佳, 而后者  $T_c = 134$  时与实际情况更为接近。

2) 谷粒单体的影响

即使是同一个品种, 不同的谷粒单体, 最佳阈值也或多或少地存在偏差。 如表 2 所示, 对同一品种的 9 粒稻米分别进行观察, 结果表明, 最佳阈值  $T_c$  不是恒定的, 而是介于 103 ~ 140 之间。

3) 观测方向的影响

观测方向不同, 对  $T_c$  的确定也有影响。 将稻米被提取的胚芽位于左上角的状态定义为正面, 位于右上角为反面进行观测, 发现同一粒稻米从两个方向观测的结果并不一致 (如图 5 所示)。 而且对于同一粒稻米来讲, 正面的阈值往往较反面的稍高。

表 2 优化阈值下稻米的  $R_c$

Table 2 Chalkiness under optimized threshold for polished round2grained nonglutinous rice

| 样品号 | 阈 值 |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | %    |
|-----|-----|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|     | 正反面 | 人工测量值 | 103  | 106  | 112  | 113  | 117  | 120  | 124  | 127  | 130  | 132  |      |
| 1   | 正面  | 66.0  |      |      |      |      |      | 59.0 |      |      |      |      |      |
|     | 反面  | 68.0  |      | 68.1 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2   | 正面  | 59.5  |      |      |      | 59.7 |      |      |      |      |      |      |      |
|     | 反面  | 68.0  | 67.8 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 3   | 正面  | 59.5  |      |      | 59.6 |      |      |      |      |      |      |      |      |
|     | 反面  | 68.0  | 68.0 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 4   | 正面  | 44.5  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 44.0 |
|     | 反面  | 53.0  |      |      |      |      |      |      |      | 53.4 |      |      |      |
| 5   | 正面  | 44.5  |      |      |      |      |      |      |      | 44.1 |      |      |      |
|     | 反面  | 53.0  |      |      |      |      | 53.1 |      |      |      |      |      |      |
| 6   | 正面  | 44.5  |      |      |      |      |      |      |      |      | 43.6 |      |      |
|     | 反面  | 53.0  |      |      |      |      |      |      | 45.6 |      |      |      |      |
| 7   | 正面  | 28.5  |      |      |      |      |      |      | 28.4 |      |      |      |      |
|     | 反面  | 34.0  |      |      |      |      |      |      | 33.0 |      |      |      |      |
| 8   | 正面  | 28.5  |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 29.0 |      |
|     | 反面  | 34.0  |      |      |      |      |      |      | 33.3 |      |      |      |      |
| 9   | 正面  | 28.5  |      |      |      |      |      |      | 28.8 |      |      |      |      |
|     | 反面  | 34.0  |      |      |      |      |      |      | 34.2 |      |      |      |      |

注:  $T_b = 68$

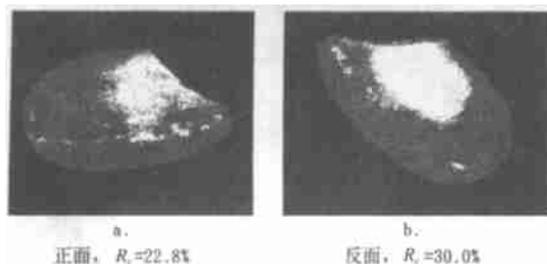


图 5 不同观测方向的图像处理效果

 $T_b = 68, T_c = 134$ 

Fig 5 Images processed from different observation directions

#### 4.2 籼米的观测

采用与粳米观测相同的方法,对两个品种的籼米进行图像处理。由于籼米的透明度较粳米低,原始图像质量比粳米要差,使得图像处理的难度加大。

##### 4.2.1 $T_b$ 的确定

$T_b$  在 66~73 的区间内可以获得最为清晰的图像效果,且在此范围内歪白度的测定值误差在 1% 左右,因此将背景阈值选定为 70。

##### 4.2.2 $T_c$ 的确定

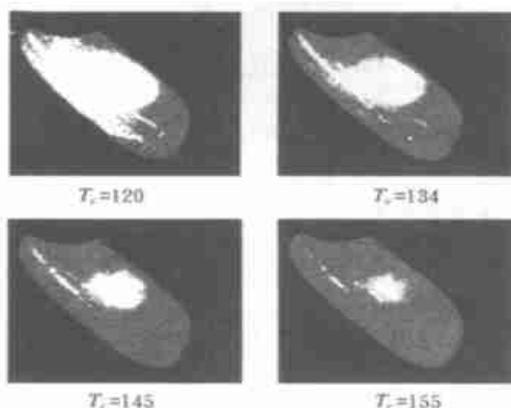


图 6 籼米的图像处理效果

Fig 6 Images of long-grained nonglutinous rice with different  $T_c$  ( $T_b = 70$ )

图 6 是不同  $T_c$  下籼米歪白部分的抽提效果,图中样品的  $R_c$  为 29.8%,相应的阈值为  $T_b = 70, T_c = 134$ 。

通过与人工观测结果对比,确定了各样品的  $T_c$ ,如表 3 所示。

表 3 籼米的图像处理参数

Table 3 Optimized image processing parameters for polished long-grained nonglutinous rice

| 优化参数 | 正面    |       | 反面    |       |
|------|-------|-------|-------|-------|
|      | $T_c$ | $R_c$ | $T_c$ | $R_c$ |
| 样品 1 | 109   | 36.1% | 105   | 39.1% |
| 样品 2 | 142   | 26.1% | 134   | 29.8% |

## 5 结论与建议

1) 利用计算机图像处理方法进行稻米歪白度的检测是一个行之有效的方法,具有客观性、准确性、快速性和可重复性的特点。

2) 优化的背景阈值设定为: 粳米 68, 籼米 70。

3) 歪白阈值的确定受品种、谷粒单体、光照条件、观测方向等因素的影响,有待对更多的品种进行更广泛的研究与探索。

### [参考文献]

- [1] 国家质量技术监督局 GB/T 17891-1999 优质稻谷国家标准[S], 1999
- [2] 方如明, 蔡健荣, 许俐 计算机图像处理技术及其在农业工程中的应用[M] 北京: 清华大学出版社, 1999
- [3] 侯彩云, 大下诚一等 3 维图像处理系统在稻米品质检测中的应用研究[J] 农业工程学报, 2001, 17(3): 92~95

## D iscernment of Chalky Rice Kernel with Image Processing System

Hou Caiyun<sup>1</sup>, Wang Yinling<sup>1</sup>, Ling Yun<sup>1</sup>, Sun Jianfeng<sup>1</sup>, Sun Ming<sup>1</sup>, Jia Guiru<sup>1</sup>, Lin Xi<sup>2</sup>

(1. Department of Food Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China;

2. Center of Quality Detection for Cereal Grains, Ministry of Agriculture, Beijing 100081, China)

**Abstract:** An image processing system was developed which was specially used for the detection of the quality indexes of chalkiness and percentage of chalky rice kernels listed in the national standard GB/T 17891-1999. Six round-grained and two long-grained nonglutinous varieties of rice were inspected with the aid of the system. Its characteristics were well objective, accurate, quick and repeatable. The system is a potential solution for rapid quality determination in rice purchasing practice.

**Key words:** rice kernel; chalkiness; image processing