

# 不同包制密度对粽子蒸煮和品质的影响

陈云辉, 李汭生

(华南理工大学轻工与食品学院, 广东广州 510640)

**摘要:** 研究了不同包制密度对粽子蒸煮过程中平均水分含量、蒸煮熟化时间、质构和感官品质的影响。结果显示, 不同包制密度粽子蒸煮过程中的平均水分含量都呈现出先快速增大后逐渐上升最后基本稳定的趋势; 各粽子最终的平均水分含量与粽子包制密度成线性负相关; 粽子煮熟所需时间与粽子包制密度的成线性正相关; 粽子包制密度过小或过大都将降低粽子的感官品质, 使粽子硬度过软或过硬, 粘度不适, 密度最小的粽子 A ( $\rho=0.7606$ ) 表现出最小的硬度 (642.67 g)、粘性 (-803.69 g·s)、咀嚼性 (299.53), 但其粘聚性 (0.56) 最大; 密度最大的粽子 E ( $\rho=0.9366$ ) 表现出最大的硬度 (19740.76 g)、咀嚼性 (4053.88), 但其粘聚性 (0.33) 和弹性 (0.58) 最小。

**关键词:** 粽子, 包制密度, 水分含量, 质构

**文章编号:** 1673-9078(2012)10-1391-1395

## Effect of Package Density on the Cooking and Quality of Zongzi

CHEN Yun-hui, LI Bian-sheng

(College of Light Industry and Food Science, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

**Abstract:** The effect of package density on the average moisture content in the process of cooking, cooking time, Texture Profile Analysis (TPA) and sensory quality of Zongzi were investigated. The results showed that: in the process of cooking, the average moisture content of Zongzi with different package density rapidly raised at first, then increased gradually, stabilized at last. It exhibited a linear negative relation between the ultimate moisture content and package density of Zongzi, and a linear positive relation between the cooking time and package density of Zongzi. The Zongzi with too big or small package density had poor sensory quality for discomfort hardness and adhesiveness. Zongzi with the smallest package density had the minimum hardness (642.67 g), adhesiveness (-803.69 g·s) and chewiness (299.53), but maximum cohesiveness (0.56), while Zongzi with the biggest package density had the maximum hardness (19740.76 g), and chewiness (4053.88), but minimum cohesiveness (0.33) and springiness (0.58).

**Key words:** Zongzi; package density; moisture content; TPA

粽子是以糯米和其它谷类食物为主要原料, 中间裹以 (或不裹) 豆类、果仁、菌类、肉禽类、蜜饯、水产品等馅料, 用粽叶包扎成型, 经水煮至熟而成的制品<sup>[1]</sup>。糯米因其质地柔软、营养丰富正被越来越多的加工成方便食品<sup>[2]</sup>, 粽子是我国的传统食品之一, 被赋予了深厚的文化底蕴, 是民间经验的积累, 智慧的继承, 深受中国文化的影响<sup>[3]</sup>。端午节成为法定假日后, 粽子作为最大的主角, 受到消费者的青睐, 且正由节庆食品逐渐成为具有市场影响力的休闲食品, 粽子产业得到了较大发展。然而目前我国粽子生产行业总体水平仍偏低, 其主要由小型的加工厂和手工作坊生产, 而且在粽子的制作过程中, 大都沿用传统的加工工艺, 手工包制, 产品质量依靠工人的经验来控制, 不仅生产效率低下, 而且产品质量不稳定<sup>[4]</sup>, 产

品水分含量难于控制, 成品粽子容易出现保质期不长、胀包<sup>[5]</sup>等质量问题, 其与粽子的生产工艺密切相关。

粽子的包制密度是指粽子包制后的容积密度, 粽子包制密度的差异将直接影响粽子的蒸煮传热、吸水, 从而影响粽子的生产效率以及产品的感官品质。目前, 市场上的粽子密度不尽相同, 粽子的瓷实程度存在地区差异。尽管国内外对于粽子的研究逐渐增多, 但普遍关注于粽子的蒸煮工艺以及粽子的储藏<sup>[6]</sup>。密度对食品加工品质的影响也有相关研究, Sudha<sup>[7]</sup>等人研究了苹果渣添加于蛋糕中密度的增大对蛋糕品质的影响, Al-Widyan<sup>[8]</sup>等人报道密度对蛋糕加工特性有较大的影响, 但包制密度对粽子蒸煮特性及品质的研究尚未见报道。分析不同包制密度粽子的蒸煮特性对于控制产品质量, 丰富粽子的种类, 满足不同消费者的需求具有重要意义。本文研究涵盖了市场上所有种类粽子的密度, 旨在对不同包制密度对粽子蒸煮及品质的影响进行研究, 为企业提供生产指导。

收稿日期: 2012-05-31

作者简介: 陈云辉 (1988-) 男, 硕士研究生, 研究方向: 食品科学

通讯作者: 李汭生 (1962-) 男, 博士, 教授, 从事食品加工和保藏研究

## 1 材料与方法

### 1.1 实验原料

白糯米：散装，水分含量（g/g）为12.65%，市售；粽叶：莲花山牌，市售。

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 粽子的制作<sup>[6]</sup>

(1) 粽叶预处理。粽叶洗净后沸水煮15 min后冷水浸泡至柔软不折断。

(2) 糯米浸泡。称取一定质量糯米，用清水淘洗两次，按质量比1:2加入适量水进行浸泡。浸泡一定时间后用筛网沥干水分30 min后包制成为粽子，进行研究。

(3) 包制。取两片粽叶折叠成锥形后置于模具中，加入浸泡好的糯米100 g，按照不同处理包制。粽子包裹严密呈四角型。

(4) 煮制。沸水煮制，煮制过程保持水面没过粽子。

#### 1.2.2 不同包制密度粽子的制备

分别称取一定质量浸泡 60 min 后沸水煮制 2 min、浸泡 60 min、淘洗未浸泡、未淘洗未浸泡的糯米，再根据糯米压缩程度不同包制成相同体积不同包制密度的粽子，并从小至大依次记为：A、B、C、D、E，并用排水法测量其体积并计算其密度。其中，A：浸泡 60 min 后沸水煮制 2 min 的糯米无压缩包制成的粽子；B：浸泡 60 min 的糯米无压缩包制成的粽子；C：浸泡 60 min 的糯米最大压缩包制成的粽子；D：淘洗未浸泡的糯米最大压缩包制成的粽子；E：未浸泡的净糯米最大压缩包制成粽子。

制得的粽子各项指标如表 1 所示。

表 1 实验用粽子各项指标

Table 1 Indexes of Zongzi for experiment

指标	A	B	C	D	E
糯米水分含量/%	52.56	35.83	35.83	21.09	12.65
干物质含量/%	37.95	53.90	57.11	73.39	85.60
压紧程度	自然堆积	自然堆积	压紧	压紧	压紧
粽子煮前密度/(g/mL)	0.7606	0.8238	0.8697	0.8928	0.9366

#### 1.2.3 水分含量的测定

糯米水分含量的测定采用直接干燥法<sup>[9]</sup>测定。

粽子水分含量的测定：称量粽子的质量，通过计算得到粽子水分含量，计算公式如下：

$$X_1 = \frac{m_2 - m_1 - m_0 + m_0 \times X_0}{m_2 - m_1} \times 100\%$$

式中：X<sub>1</sub>：粽子水分含量(%)；X<sub>0</sub>：糯米水分含量(%)；m<sub>0</sub>：初始糯米的质量(g)；m<sub>1</sub>：粽叶的质量(g)；m<sub>2</sub>：粽

子的质量(g)。

#### 1.2.4 粽子质构的测定

采用饭块法<sup>[10]</sup>进行测定。用自制圆柱取样器（R=1.5 cm）分别截取粽子四角及中心部位，放置于自制的半圆柱样品槽内，用刀切成长为 2 cm 的圆柱形粽子块，作为样品进行测定。测试采用质构仪（英国 Stable Micro Systems Ltd TA.XT plus）P36R 探头，测试速率 1.00 mm/s，压缩 50%，进行 TPA 测定<sup>[11]</sup>。比较各项指标：硬度，粘性，弹性，粘聚性，咀嚼性的不同变化。

#### 1.2.5 粽子的感官评价方法

将煮熟后的粽子冷却 20 min，扒开粽叶后放入白色瓷碗内，组织 12 名培训过的食品科学专业的品评员品评，品评员在品评前 1 h 内不吸烟，不进食，但可以喝水，且不能使用有明显气味的物品。品评时间安排在饭前 1 h 或饭后 2 h 进行<sup>[12]</sup>。依据表 2 进行感官评分，结果经数理统计处理，以均值±方差表示。

表 2 粽子感官评价的评分表

Table 2 Sensory evaluation standards of Zongzi

感官指标	评分		
	0~3	4~7	8~10
外观			
光泽	表面干涩无光泽	较好的光泽	光泽度很好
颜色	糯米颜色发黄	糯米显现浅黄色	糯米呈白色
疏松度	糯米间非常疏松	糯米间较紧密	糯米间很紧密
香味	叶香	基本无粽叶香味	有粽叶香味
	米香	无米香	米香味足
滋味	叶味	基本无粽叶味道	粽叶味一般
	米味	基本无糯米味	味道一般
口感	粘性	基本无粘性	稍有粘性
	弹性	粽子没有嚼劲	粽子稍有嚼劲
	硬度	粽子很软	感觉略硬

## 2 结果与分析

### 2.1 粽子包制密度的影响因素

粽子的包制密度不仅与糯米含水量有关，还与粽子包制紧密程度有关，因此糯米的淘洗、糯米浸泡、糯米熟化程度、包制粽子的压缩程度将直接影响粽子的密度。水分是粽子的主要成分之一，是影响粽子密度的重要因素，包制同等体积的粽子的密度随着糯米含水量的增加而减小，主要是由于水的密度比糯米淀粉小，所以粽子的密度也是随着含水量的增大而减小。粽子包制紧密程度对粽子的密度有着重要的影响，粽子包制的越紧密，糯米之间的空隙越少，相同体积包裹糯米的质量越大，因此粽

子密度越大。

## 2.2 不同包制密度粽子的平均水分含量

### 2.2.1 不同包制密度粽子蒸煮过程中平均水分含量变化

粽子包制密度的差异将造成其蒸煮过程中水分含量的不同,以不同包制密度的粽子 A、B、C、D、E 为研究对象,探究其蒸煮过程中的平均水分含量变化,结果见图 1。

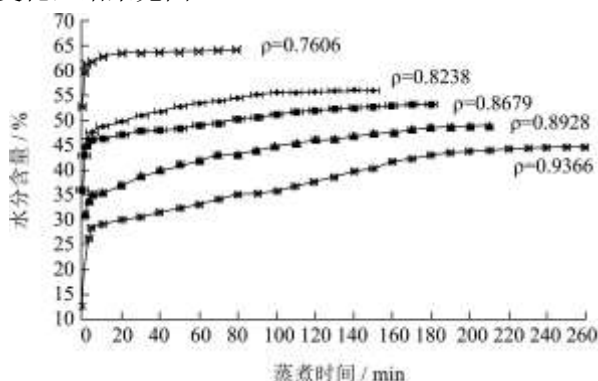


图 1 不同包制密度粽子蒸煮过程中的平均水分含量变化

Fig.1 Changes of the average moisture content of Zongzi with different package density in the process of cooking

由图 1 可知,随着蒸煮时间的延长,不同包制密度粽子 A、B、C、D、E 的平均水分含量都呈现出先快速增大后逐渐上升最后基本稳定的趋势,但其蒸煮过程中的平均水分含量存在明显差异。在粽子的整个蒸煮过程中,粽子 A、B、C、D、E 的平均水分含量的大小关系为: A>B>C>D>E,即粽子初始密度越小,其平均水分含量越大。

由图 1 还可知,粽子在蒸煮前 1 min 内吸水速率最快,蒸煮 1 min 后,粽子 A、B、C、D、E 水分含量的增加分别占粽子蒸煮终了时水分含量增加的 62.1%、40.4%、40.2%、36.6%、36.5%。其原因是,粽子投入沸水中蒸煮后,水分子透过粽叶进入到糯米间的空隙,迅速与淀粉粒非晶质部分的游离的亲水基发生结合<sup>[13]</sup>,因此粽子的水分含量迅速上升,此时为糯米的浸润过程;随着蒸煮时间的延长,粽子温度逐渐上升,蒸煮至 10 min 时,粽子表面达到糊化温度,表面糯米淀粉颗粒的周边迅速伸长,大量吸水<sup>[14]</sup>,淀粉分子间的氢键破坏,从无定形区扩展到有秩序的辐射状胶束组织区,结晶区氢键开始裂解,分子结构开始发生伸展,其后颗粒继续扩展至巨大的膨胀性网状结构,淀粉中晶体态和非晶态的淀粉分子间的氢键断裂,淀粉分子分散在水中形成亲水性胶体溶液,粽子表面糯米发生糊化,因此粽子在蒸煮 1~10 min 内水分含量也有较快增大;随着蒸煮的继续进行,粽子内、表温度都将达到糯

米糊化温度,粽子从表到内逐渐吸收水分,但由于粽子密度的差异,粽子的吸水速率在粽子水分含量稳定前存在明显差异,此阶段粽子吸水速率与粽子密度成负相关,粽子 A、B、C、D、E 平均吸水速率分别为: 0.227 g/min, 0.171 g/min, 0.161 g/min, 0.156 g/min, 0.136 g/min;随着蒸煮时间的延长,粽子的水分含量逐渐趋于稳定,其原因是,在此阶段糊化后的糯米受热继续膨胀,达到极限后淀粉颗粒开始破碎裂解,生成胶状分散物,而此过程没有水分的增加,只是水分的存在状态发生改变<sup>[15]</sup>,因此粽子的水分含量基本趋于稳定。

### 2.2.2 不同包制密度粽子蒸煮结束后的平均水分含量

以各密度粽子蒸煮结束后的平均水分含量为对象,研究其与粽子包制密度的关系,结果见图 2。

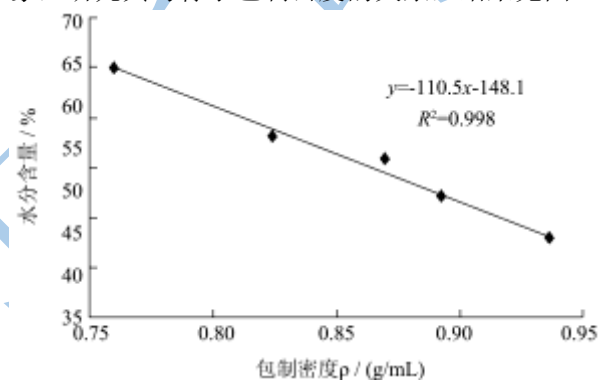


图 2 不同包制密度粽子蒸煮结束后的平均水分含量

Fig.2 The ultimate average moisture content of Zongzi with different package density

由图 2 可知,粽子蒸煮结束后,各密度粽子 A、B、C、D、E 的最终平均水分含量分别为: 64.23%、56.19%、53.15%、48.88%、44.49%。粽子的平均水分含量与粽子包制密度成线性负相关,对其曲线进行回归拟合,得到方程:  $y = -110.5x + 148.1$ ,  $R^2 = 0.988$ ,即粽子蒸煮结束后的平均水分含量随着粽子包制密度增大而直线下降。行业标准 SB/T 10377-2004 中规定粽子产品的含水量不得高于 55%,其必然要求粽子的密度达到一定要求,然而市场上某类粽子的密度较小,成品水分含量高于此标准,如广东的裹蒸粽,其水分含量都在 60% 以上。虽然控制较低的水分含量将改善粽子的储藏特性,而裹蒸粽密度过大将影响其感官品质。

### 2.3 不同包制密度对粽子煮熟时间的影响

以粽子中心糯米熟烂化为一体为粽子煮熟标准,探究不同包制密度粽子煮熟需要的时间,结果见图 3。



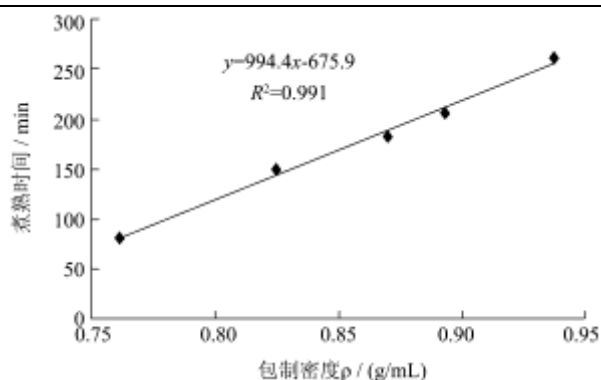


图3 不同包制密度粽子的煮熟时间

Fig.3 Cooking time of Zongzi with different package density

由图3可知,粽子煮熟需要的时间随着粽子包制密度的增大而快速增加,包制密度最小的粽子A

煮熟所需时间仅为80 min,而包制密度最大的粽子E煮熟所需时间为粽子A的3.25倍,达到260 min,粽子B、C、D煮熟所需的时间分别为150 min、180 min、210 min。将粽子煮熟所需时间对包制密度的曲线进行线性拟合,得到方程:  $y = 994.4x - 675.9$ ,  $R^2 = 0.991$ ,说明粽子煮熟所需时间与粽子包制密度呈显著线性相关,因此工业生产中可由粽子的包制密度推测出所需的蒸煮时间,给工业生产带来便利。

#### 2.4 不同包制密度粽子蒸煮后的质构特性

粽子的质构特性被认为是粽子食用品质中最重要的因素。本文以TPA模式的硬度、粘性、弹性、粘聚性、咀嚼性为指标,对不同包制密度粽子A、B、C、D、E蒸煮后的质构特性进行分析,结果见表3。

表3 不同包制密度粽子蒸煮后的质构特性

Table 3 Texture properties of Zongzi with different package density after cooking

处理	密度 $\rho$ (g/mL)	硬度/g	粘性/g·s	弹性	粘聚性	咀嚼性
A	0.7606	642.67±47.22	-803.69±21.99	0.78±0.02	0.56±0.01	299.53±25.63
B	0.8238	2298.95±241.08	-2668.59±286.7	0.88±0.01	0.53±0.01	1074.56±98.4
C	0.8697	3996.28±885.14	-3908.47±621.56	0.89±0.02	0.46±0.03	1708.78±322.13
D	0.8928	6032.41±1196.84	-3416.32±623.54	0.80±0.10	0.37±0.01	1815.94±253.08
E	0.9366	19740.76±2624.94	-917.97±493.63	0.58±0.02	0.33±0.01	4053.88±908.13

由表3可知,随着粽子包制密度的增大,粽子的硬度和咀嚼性不断增大,粽子越来越硬,越来越有咀嚼性。这是因为,随着粽子包制密度的增大,粽子蒸煮后的水分含量会不断减低,从而表现硬度增大。通常情况下,密度越小,水分含量越高,粘性也会越大,但各粽子的粘性随着粽子包制密度的增大却呈现先增大后减小的趋势,包制密度适中的粽子C的粘性(-3908.47 g·s)的绝对值最大,而粽子A的粘性绝对值却最小(-803.69 g·s)。粽子的弹性也表现为类似的结果,粽子A的弹性(0.78)小于密度更大的粽子B的弹性(0.88)和粽子C的弹性(0.89),由此说明粽子的水分含量不是影响粽子粘弹性的唯因素,粽子中糯米之间的紧密程度也可能影响粽子的粘弹性。粽子的粘聚性随着粽子包制密度的增大和不断减少,其可能原因是,粽子包制密度越大,粽子蒸煮后水分含量越小,分子间的作用力越小,因此其粘聚性降低。密度最小的粽子A表现出最小的硬度(642.67 g)、粘性(-803.69 g·s)、咀嚼性(299.53),但其粘聚性(0.56)最大;密度最大的粽子E表现出最大的硬度(19740.76 g)、咀嚼性(4053.88),但其粘聚性(0.33)和弹性(0.58)最小。由此可以看出,粽子的包制密度对粽子的质构产生非常大的影响。

#### 2.5 不同包制密度粽子蒸煮后的感官品质的评价

对不同包制密度蒸煮后的粽子以颜色、叶香、米香、滋味、粘性、弹性、硬度为指标进行感官评价,其结果见表4。

由表4可以看出,不同包制密度粽子蒸煮后的感官品质表现出显著差异,尤其在口感评分方面,包制密度最小的粽子A和最大的粽子E与粽子B、C、D表现出较大差异。从外观上评价,粽子A和粽子E的光泽度评价分数较低,这是因为密度过小,糯米间的空隙较大表现出不平整,而密度过大,糯米含水量较低而失去光泽;随着粽子包制密度的增大,粽子的颜色和疏松程度感官评分都逐渐减少,原因是粽子密度的增大导致蒸煮时间的延长,粽子内发生美拉德反应程度越大,因此颜色越深;在粽子香味方面,粽子A由于糯米预先被蒸煮,部分风味物质可能损失可导致米香味降低,而因其蒸煮时间短,粽叶香味未能及时渗透进粽子内,从而粽叶香味不足;粽子E,由于长时间蒸煮,粽子内产生一股焦味而掩盖了米香味和粽叶香味,导致香味降低;在粽子的口感方面,粽子的粘性评分随着粽子密度的增大呈现出先增大后减小规律,粽子C的粘性感官评分最高,粽子的硬度随着粽子密度的增大而增大,而粽子B有最高的弹性评分,此结果与上述仪器分析结果相吻合。

表4 不同包制密度粽子蒸煮后的感官品质

Table 4 Sensory evaluation of Zongzi with different package density after cooking

感官指标	密度 $\rho$ (g/mL)					
	0.7606 (A)	0.8238 (B)	0.8697 (C)	0.8928 (D)	0.9366 (E)	
外观	光泽	7.24±0.33	8.83±0.29	8.00±0.35	8.00±0.50	7.94±0.35
	颜色	8.74±0.26	8.67±0.58	8.00±0.15	8.00±0.25	6.25±0.39
	疏松程度	8.56±0.15	8.27±0.58	7.97±0.25	7.67±0.15	5.14±0.33
香味	叶香	4.15±0.21	8.50±0.50	9.07±0.25	6.67±0.25	7.10±0.15
	米香	5.14±0.26	8.50±0.25	7.97±0.18	7.67±0.58	6.91±0.18
滋味	叶香	4.50±0.28	8.00±0.25	8.23±0.50	6.33±0.58	6.33±0.24
	米香	5.42±0.26	8.67±0.58	8.00±0.25	7.67±0.25	8.54±0.25
口感	粘性	5.23±0.26	7.83±0.29	8.33±0.45	7.90±0.50	5.25±0.24
	弹性	4.67±0.25	8.57±0.51	8.03±0.28	7.33±0.58	4.15±0.26
	硬度	3.16±0.34	6.13±0.29	8.00±0.23	8.76±0.73	9.57±0.14

### 3 结论

3.1 糯米含水量和粽子包制紧密程度是影响粽子包制密度的重要因素，粽子的包制密度不同对粽子蒸煮过程中平均水分含量、蒸煮熟化时间、感官和质构均有不同程度的影响。

3.2 不同包制密度粽子蒸煮过程中的平均水分含量都呈现出先快速增大后逐渐上升最后基本稳定的趋势。

3.3 粽子的包制密度和蒸煮过程中的水分含量具有负相关性，包制密度越小，水分含量越大。蒸煮结束时各粽子的平均水分含量与粽子包制密度成线性相关，其线性方程为： $y = -110.5x + 148.1$ ， $R^2 = 0.988$ ，可通过控制粽子的包制密度来控制粽子产品的水分含量。

3.4 粽子煮熟所需时间与粽子包制密度的也成线性相关，其线性方程为： $y = 994.4x - 675.9$ ， $R^2 = 0.991$ 。

3.5 质构特性分析和感官评价结果表明，粽子包制密度过小或过大都将降低粽子的感官品质，使粽子硬度过软或过硬，粘性不适口。适当的包制密度的粽子才能够保证良好的产品质量。

### 参考文献

- [1] 中华人民共和国商业行业标准.SB/T 10377-2004 粽子[S].北京:中国标准出版社,2004
- [2] 吴建新.粽子保质期的探讨[J].食品科技,2008,15(3):13-14
- [3] 杨铭铎,曲敏.传统食品及工业化的涵义与意义[J].食品科学,2002,23(2):145-147
- [4] 李里特.食品加工与传统食品工业化[J].中国食品工业,2000,9:4-6

- [5] 韦保耀,王燕,黄丽.粽子保鲜的研究[J].现代食品科技,2006,22(3):82-84
- [6] 梁锐鸿.热处理等加工过程对粽子品质的影响[D].华南理工大学,2011
- [7] Sudha ML, Baskaran V, Leelavathi K. Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making [J]. Food Chemistry, 2007, 104(2): 686-692
- [8] Al-Widyan MI, Al-Jalil HF. Stress-density relationship and energy requirement of compressed olive cake [J]. Applied Engineering in Agriculture, 2001, 17(6): 749-753
- [9] AOAC. Official methods of analysis [S]. Arlington, VA, USA: Association of Official Analytical Chemists, 1990
- [10] Chuang George Chao-Chi, Yeh An-I. Rheological characteristics and texture attributes of glutinous rice cakes (mochi) [J]. Journal of Food Engineering, 2006, 74: 314-423
- [11] Ilo S, Liu Y, Berghofer E. Extrusion cooking of rice flour and amaranth blends [J]. Food Science and Technology, 1999, 32: 79-88
- [12] Yau NJN, Huang JJ. Sensory analysis of cooked rice [J]. Food Quality and Preference, 1996, 7(3): 263-270
- [13] 余瑞鑫,顾振宇,韩剑众.粽子蒸煮过程水分状态变化的低场核磁共振研究[J].安徽农业科学,2009,37(31): 15407-15409
- [14] 高群玉,姜欣.糯米及其淀粉性质的研究(二)[J].郑州粮食学院学报,1999:9-10
- [15] 侯彩云,大下诚一,濑尾康久.蒸煮过程中稻米水分状态的质子核磁共振谱测定[J].农业工程学报,2001,17(2): 126-131

现代食品科技