

# 肉丸品质的质构与感官分析

殷俊, 梅灿辉, 陈斌, 李汴生

(华南理工大学轻工与食品学院, 广东广州 510640)

**摘要:** 质构是肉丸品质的决定因素, 为正确合理地评价肉丸质构特性, 该文对感官评定与仪器分析两种方法进行比较。选用10种市售肉丸, 采用质地剖面检验法进行感官评定, 质构仪(TPA模式)进行仪器分析。对肉丸质构的感官评定数据进行主成分分析(PCA), 得到3个主成分, 选取主成分中的主要感官指标研究肉丸感官性状, 10种肉丸的感官性状差异显著( $P < 0.05$ )。对感官评定与仪器分析结果进行相关性分析, 发现感官性状之间存在广泛的程度不同的相关性( $r = -0.703 \sim -0.961$ ), 且感官评定与仪器分析结果之间具有一定相关性, 其中, 仪器分析指标中的硬度与感官数据表现出显著或极显著( $P < 0.05$ 或 $P < 0.01$ )的相关关系。选取主要感官指标为因变量, 仪器分析指标为自变量, 进行逐步回归分析, 得到具有统计意义的感官硬度、感官粘聚性和多汁性的预测方程。

**关键词:** 肉丸; 质构; 感官评定; 仪器分析

**文章篇号:** 1673-9078(2011)1-50-55

## Sensory Evaluation and Instrumental Measurement of Meatballs

YIN Jun, MEI Can-hui, CHEN Bin, LI Bian-sheng

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

**Abstract:** Texture is the key factors which will influence the quality of meatballs. This research is mainly on the correlative analysis between sensory and instrumental measurement of meatballs' texture to find a reasonable way for texture measurement. Ten normal commercial meatballs were collected. Texture profile analysis with twelve trained panelists was used to determine and compare the sensory characteristics of samples, and TPA (Texture Profile Analysis) was used as instrumental methodology. PCA (Principal component analysis) was used to extract three principal sensory components. The sensory data of the ten meatballs was significantly different ( $p < 0.05$ ). Correlation Analysis indicated that there were widespread correlation among sensory attributes ( $r = -0.703 \sim -0.961$ ), and the instrumental parameters hardness was notably correlated with sensory texture attributes. Stepwise regression analysis was used to generate prediction equations with the parameters of TPA as independent variables, and the data of principal sensory attributes as dependent variable. The prediction equations of sensory hardness, cohesiveness and juiciness were of significance in statistics.

**Key words:** meatball; texture; sensory evaluation; instrumental analysis

肉丸制品是一种深受消费者欢迎的传统肉制品。质地是鉴定肉丸制品质量的一个最重要指标<sup>[1]</sup>, 其最直接和准确的评价方法是进行感官评定<sup>[2]</sup>, 但是感官评定都存在程序复杂、耗时多和花费大的缺点, 不便于经常、广泛地开展<sup>[3]</sup>。因此, 利用客观、精确、耗时耗力更少的仪器分析对感官性状进行预测一直是食品质量评价领域研究的热点<sup>[4,5]</sup>。

早在1963年, Frieman等人已经开始了客观质构评定与感官方法相关性的研究, 并发现二者之间的高度相关性<sup>[6]</sup>。随后, 又有很多发现表明食品的感官特性与仪器分析指标高度相关。然而, 也出现过一些不

同意见, Szaesniak等认为, 要防止盲目的将感官评定与仪器分析相联系的倾向, 仪器分析应该尽可能模仿进行感官评价的条件<sup>[7]</sup>。

我国对于质构的研究尚处于起步阶段, 在具体的生产实践中也很少应用。肉丸质地均匀, 是进行质构分析的适宜对象。本文采用更为客观稳定的质构剖面感官分析法评定肉丸质构的感官性状, 得到了不同肉丸质构的各项感官指标范围, 使用质构仪分析肉丸各项TPA(Texture Profile Analysis)参数, 利用合理的统计方法研究肉丸质构感官性状之间及其与仪器分析之间的关系, 并构建肉丸质构感官性状预测模型, 以期正确合理地评价肉丸质构特性。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料及前处理

收稿日期: 2010-08-25

基金项目: 广东省教育部产学研结合项目(2010B090400353)

作者简介: 殷俊(1987-), 女, 在读硕士, 研究方向: 食品科学

通讯作者: 李汴生(1962-), 男, 教授, 研究方向: 食品加工与保藏

从超市选购 10 种市售肉丸制品, 将样品分类编号。样 1: 虾丸 (含蔬菜汁,  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  冻藏); 样 2、3、4: 鱼肉丸 (含猪肉,  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  冻藏); 样 5、6、7、8: 鱼肉丸 (含猪肉,  $1\sim 4\text{ }^{\circ}\text{C}$  冷藏); 样 9: 猪肉丸 ( $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  冻藏); 样 10: 牛肉丸 ( $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  冻藏)。样品于  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  的温度下放置 12 h 后, 沸水煮 5 min, 冷却至室温<sup>[8]</sup>。

### 1.2 肉丸质构的感官评定

肉丸质构的感官分析采用质地剖面检验法, 通过系统分类描述产品所有质地特性 (机械的、几何的、表面的), 建立产品质地剖面<sup>[9]</sup>。利用标准产品或者作为标准的规范的模拟食品, 评审员经过训练以体会每

一范围的特殊强度点<sup>[6]</sup>。具体感官分析方法按照国标 GB/T16860 的要求并参照有关文献的方法进行<sup>[9-12]</sup>。邀请本学院 12 名食品专业的研究生 (4 名男性、8 名女性) 组成感官评定小组。在实验前, 对品评员进行针对性的额外培训<sup>[9]</sup>。测试的样品被切成  $1.0\times 1.0\times 1.0\text{ cm}^3$  的方块, 呈送给品评员之前置于  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$  恒温水浴锅, 呈送顺序和品评顺序随机。试验使用 0~15 点标尺, 0 和 15 分别表示非常小和非常大。使用的描述词汇、定义及参照物见表 1。每个测试样品的感官评分数据去掉最高和最低评分后取算术平均值。

表 1 肉丸感官质构评定描述词汇、定义及参照物

Table 1 Vocabulary, definition and reference foods for sensory texture attributes of meatballs

质地指标	定义	参照样品
粗糙度	将样品放入口中, 用嘴唇和舌头感受表面状况, 评价样品表面颗粒状况	明胶布丁=0, 马铃薯片=9, 幼麦面包=13
硬度	将样品放在白齿间, 评价第一口咬住样品所施加的力	奶油奶酪=1, 热狗=7, 水果硬糖=12
粘聚性	将样品放在白齿间压迫它并评价在样品断裂前的变形量	全麦饼干=1, 热狗=7, 淀粉软糖=12
弹性	将样品放在白齿间进行局部压迫, 取消压迫并评价样品恢复变形的速度和程度	奶油奶酪=0, 热狗=5, 橡皮糖=12
紧密性	将样品放在白齿间进行咬, 评价样品断面的紧密程度	幼麦面包=2, 全麦饼干=5, 明胶布丁=13
多汁性	将样品用白齿咀嚼 5 次之后, 食物团上的液体情况	全麦饼干=1, 胡萝卜=7, 苹果=12
易嚼性	将样品放在口腔中每秒钟咀嚼一次, 所用力量与 0.5s 内咬穿一块口香糖所需力量相同, 评价当可将样品吞咽时所需咀嚼次数或能量	奶油奶酪=1, 全麦饼干=6, 果汁软糖=12
残余颗粒	咀嚼和吞咽结束之后, 评价口腔中的颗粒情况	奶油奶酪=1, 热狗=7, 幼麦面包=12

### 1.3 肉丸质构的仪器分析

肉丸质构的仪器分析采用英国 SMS 公司的 TA-XT2i 型物性测试仪进行, 沿肉丸样品的直径方向切成直径 1 cm、厚 1 cm 的形状, 加载 P/35 的平底柱形探头进行测试。测定条件如下: 测前速率 1 mm/s; 测试速率 1 mm/s; 测后速率 1 mm/s; 压缩程度 30%; 两次压缩之间停留时间 5 s; 数据采集速率 400 pps; 触发类型自动; 触发力 5 g。通过分析力量-时间曲线获得硬度 (hardness)、内聚性 (cohesiveness)、弹性 (springiness)、咀嚼性 (chewiness) 和回复性 (resilience) 共 5 个 TPA 参数, 参数定义及计算方法参照 Bourne 等的报道<sup>[10,13]</sup>。

### 1.4 试验数据的统计分析

应用 SPSS 17.0 统计软件对试验数据进行统计分析。对感官评定平均值进行方差分析和主成分分析, 计算不同样品质构的感官评定平均值之间及其与仪器分析平均值之间的皮尔逊 (Pearson) 相关系数, 应用逐步回归法进行回归分析, 建立主要感官性状的预测方

程。

## 2 结果与分析

### 2.1 肉丸质构的感官评定与仪器分析结果

肉丸质构的感官评定结果见表 2。各感官评定结果差异显著 ( $P<0.05$ )。特别是虾肉丸 1 (含蔬菜汁,  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  冻藏)、猪肉丸 9 ( $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  冻藏) 和牛肉丸 10 ( $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  冻藏) 与各肉丸呈现较为显著的差异。鱼肉丸 (含猪肉,  $1\sim 4\text{ }^{\circ}\text{C}$  冷藏) 5、6、7、8 之间具有一定的差异性。而鱼肉丸 (含猪肉,  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  冻藏) 2 与 3、4 仅硬度和粗糙度有显著差异, 3 和 4 的各项感官评分之间无显著差异。

肉丸质构的仪器分析结果见表 3。该仪器分析结果中肉丸的硬度、咀嚼性差异显著, 且某些肉丸之间的内聚性、回复性具有一定差异, 而除了虾肉丸 1, 各样品的弹性指标之间无显著差异。结合表 2 和表 3 可见, 肉丸质构感官评定与仪器分析结果之间具有一定差异。

表2 肉丸质构的感官评定结果 (x±s, n=10)

Table 2 Results of texture measurement of meatballs by sensory evaluation

样品	粗糙度	硬度	粘聚性	弹性	紧密性	多汁性	易嚼性	残余颗粒
1	5.15±1.38abc	2.75±0.54ac	7.30±1.16de	3.50±1.00d	5.50±1.97ac	7.94±1.55b	3.14±1.35e	5.83±1.22bd
2	4.55±1.57bc	4.00±1.27c	3.90±1.13a	3.75±1.44bd	6.22±1.73a	5.78±1.56ac	4.14±0.90be	6.11±1.78ab
3	7.90±1.45de	4.95±1.07ab	3.65±0.75a	4.35±1.16bd	6.33±1.66a	5.50±1.03a	5.36±1.18ab	7.44±1.86ac
4	6.25±1.40ae	5.40±0.70ab	4.40±0.84ab	4.90±1.45ab	6.33±1.22a	5.28±1.30a	5.00±1.15ab	6.61±1.83ab
5	4.00±1.39c	5.10±1.71c	6.80±1.32d	4.90±1.78ab	6.44±1.89ab	6.83±1.41bc	5.64±1.18a	5.44±1.83b
6	4.10±1.65bc	5.30±1.78b	7.95±1.26ef	6.10±0.97c	6.83±0.94ab	7.06±0.85b	6.36±1.18ad	5.17±1.85b
7	4.90±1.10bc	6.35±0.94abc	5.80±0.92c	5.85±1.20ac	7.78±1.48b	5.78±1.20ab	6.29±1.73ad	5.33±1.41b
8	5.25±1.69ab	5.10±1.96ac	7.50±1.37df	5.55±1.23ac	6.33±0.90a	6.17±1.70ac	5.43±1.74ab	5.89±1.56ab
9	6.80±1.06e	7.10±1.17c	4.05±0.83a	5.90±1.31ac	5.72±1.15ac	5.50±1.48a	7.14±1.44cd	7.22±1.80acd
10	8.55±1.21d	8.15±1.56abc	5.30±1.25bc	6.50±1.43c	4.83±1.17c	5.67±1.37ac	7.86±1.57c	8.22±1.48c

注: 同一栏中字母不同者表示有显著性差异(P<0.05)。

表3 肉丸质构仪器分析 (TPA) 测定结果 (x±s, n=4)

Table 3 Determination results of texture(TPA model)of meatballs

样品	硬度/kg	内聚性	弹性	咀嚼性/kg	回复性
1	0.36±0.11 <sup>c</sup>	1.24±0.34 <sup>b</sup>	0.93±0.01 <sup>b</sup>	0.40±0.07 <sup>b</sup>	0.55±0.03 <sup>ad</sup>
2	1.53±0.08 <sup>bc</sup>	0.86±0.02 <sup>a</sup>	1.01±0.09 <sup>a</sup>	1.33±0.20 <sup>ad</sup>	0.51±0.02 <sup>ce</sup>
3	1.54±0.23 <sup>c</sup>	0.86±0.03 <sup>a</sup>	1.00±0.04 <sup>a</sup>	1.33±0.14 <sup>ad</sup>	0.51±0.03 <sup>bc</sup>
4	2.39±0.24 <sup>a</sup>	0.88±0.02 <sup>a</sup>	0.97±0.02 <sup>a</sup>	2.01±0.13 <sup>ac</sup>	0.55±0.03 <sup>ab</sup>
5	0.59±0.07 <sup>ef</sup>	0.88±0.02 <sup>a</sup>	0.97±0.01 <sup>a</sup>	0.51±0.07 <sup>b</sup>	0.55±0.02 <sup>ab</sup>
6	0.75±0.01 <sup>f</sup>	1.53±0.49 <sup>bc</sup>	1.50±0.52 <sup>a</sup>	1.84±1.14 <sup>ac</sup>	0.58±0.01 <sup>a</sup>
7	1.27±0.08 <sup>b</sup>	0.88±0.01 <sup>a</sup>	0.97±0.02 <sup>a</sup>	1.07±0.04 <sup>bd</sup>	0.56±0.01 <sup>ad</sup>
8	1.42±0.15 <sup>bc</sup>	1.85±0.53 <sup>c</sup>	0.97±0.01 <sup>a</sup>	2.52±0.59 <sup>c</sup>	0.54±0.02 <sup>bde</sup>
9	2.77±0.28 <sup>d</sup>	0.16±0.02 <sup>d</sup>	0.96±0.01 <sup>a</sup>	0.41±0.03 <sup>b</sup>	0.57±0.02 <sup>ad</sup>
10	2.66±0.02 <sup>d</sup>	0.85±0.02 <sup>a</sup>	0.91±0.02 <sup>a</sup>	2.06±0.07 <sup>c</sup>	0.48±0.02 <sup>c</sup>

注: 同一栏中字母不同者表示有显著性差异 (P<0.05)。

2.2 感官评定的主成分分析

项感官指标, 如图1。

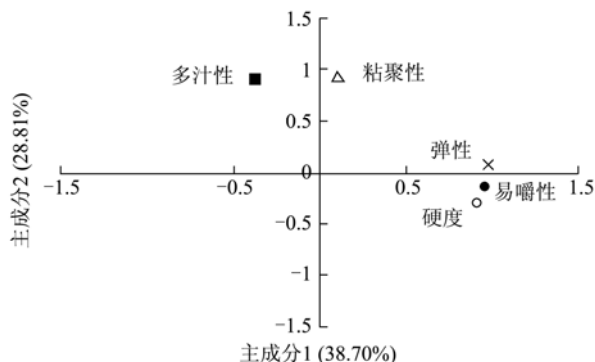


图1 主成分载荷图

Fig.1 Biplot of principal component analysis

对感官评定数据进行主成分分析 (PCA), 共得到 3 个主成分, 前 2 个主成分的方差贡献率分别为 37.99%和 29.72%, 累计达 67.71%。选择方差贡献率最大的前两个成分得分绘制载荷图, 得到最主要的 5

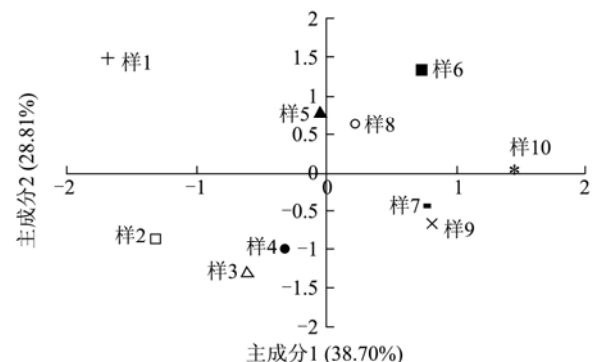


图2 10 种肉丸样品 PCA 得分图

Fig.2 PCA score plot of meatball samples performed by sensory data

成分1中的主要感官指标是硬度、弹性和易嚼性, 质地越硬, 抗拒牙齿压力的能力越大, 恢复形变的速度也越快, 咀嚼所需要的能量也越高。成分2中的主要



感官指标是粘聚性和多汁性。含水量较高的样品,在产生较大的形变时不易断裂,从而呈现出较高的粘聚性。

对10种样品的得分因子绘制PCA得分图,如图2。结合表2与图2分析,样品间差异显著( $P<0.05$ )。虾肉丸1(含蔬菜汁成分,-18℃冻藏)硬度、弹性和易嚼性感官得分均值低,分别为2.75、3.50和3.14,多汁性和粘聚性感官得分均值高,分别为7.94和7.30。鱼肉丸(含猪肉成分,-18℃冻藏)2、3、4的硬度、粘聚性、弹性、多汁性和易嚼性的感官得分均值都比较低,均值范围依次为4.00~5.40、3.65~4.40、3.75~4.90、5.28~5.78以及4.14~5.36。鱼肉丸(含猪肉成分,1~4℃冷藏)5、6、7、8的硬度、弹性、多汁性和易嚼性感官得分均值较高,均值范围依次为5.10~6.35、4.90~6.10、5.78~7.06和5.43~6.36,粘聚性感官得分均值高,均值范围为5.80~7.95。可见鱼丸在1~4℃冷藏较-18℃冻藏有更高的硬度、粘聚性、弹性、多汁性和易嚼性,这与Ulu的报道一致<sup>[14]</sup>。猪肉丸9(-18℃冻藏)与牛肉丸10(-18℃冻藏)的硬度、弹性、易嚼性感官得分均值高,分别为7.10、5.90、7.14和8.15、6.50、7.86,粘聚性和多汁性感官得分均值较低,分别为4.05、5.50和5.30、5.67。

### 2.3 感官评定指标之间的相关性分析

感官评定指标之间的相关性分析见表4。硬度与弹

表4 感官评定指标之间的皮尔逊相关系数

Table 4 Pearson correlation coefficients among the results of sensory evaluation

	粗糙度	硬度	粘聚性	弹性	紧密性	多汁性	易嚼性	残余颗粒
粗糙度	1							
硬度	.549	1						
粘聚性	-.574	-.255	1					
弹性	.239	.876**	.180	1				
紧密性	-.578	-.139	.158	.067	1			
多汁性	-.565	-.600	.796**	-.305	-.056	1		
易嚼性	.435	.961**	-.096	.929**	-.073	-.453	1	
残余颗粒	.961**	.533	-.652*	.174	-.703*	-.582	.413	1

注:\*\*在0.01水平(双侧)上显著相关,\*在0.05水平(双侧)上显著相关。

### 2.4 感官评定与仪器分析之间的相关性分析

感官评定与仪器分析结果之间的相关性见表5。感官评定与质构仪分析的结果之间具有一定相关性,特别是质构仪测定的硬度与感官评定的粗糙度( $r=0.734$ ,  $p<0.05$ )、硬度( $r=0.729$ ,  $p<0.05$ )、残余颗粒( $r=0.789$ ,  $p<0.01$ )之间达到了显著或极显著正相关;质构仪测定的硬度与感官评定的粘聚性( $r=-0.681$ ,  $p<0.05$ )、多汁性( $r=-0.833$ ,  $p<0.01$ )之间达到了显著或极显著

性( $r=0.876$ ,  $p<0.01$ )、易嚼性( $r=0.961$ ,  $p<0.01$ )之间达到了极显著正相关。弹性与样品恢复形变的速度和程度有关,产品若是过软,恢复形变的速度就会慢下来,致使弹性的得分降低。易嚼性表现为将样品咀嚼至吞咽所需的能量,样品越硬,咀嚼至吞咽状态所需的能量越大。Di Monaco等对15种食品的感官质地研究也表明硬度与易嚼性呈显著正相关<sup>[15]</sup>。粘聚性与多汁性( $r=0.796$ ,  $p<0.01$ )之间达到了极显著正相关,与残余颗粒( $r=-0.652$ ,  $p<0.05$ )之间达到了显著负相关。粘聚性与样品断裂前的变形量有关,多汁性与样品的含水量有关,多汁性越高,食物团被粘在一起的可能性就越大,样品被咬产生较大的形变而不易断裂,最终阶段样品将被咀嚼成更加微小的颗粒。Truong等对已煮甜土豆的感官质地的研究也表明多汁性与粘聚性趋势一致<sup>[16]</sup>。弹性与易嚼性( $r=0.929$ ,  $p<0.01$ )之间达到了极显著正相关。样品的弹性越好,表现出来的抗拒形变的力就越大,咀嚼抵达吞咽阶段就需要更多的能量。残余颗粒与粗糙度( $r=0.961$ ,  $p<0.01$ )之间达到了极显著正相关,与紧密性( $r=-0.703$ ,  $p<0.05$ )之间达到了显著负相关。咀嚼至吞咽状态前的残余颗粒越大,表明样品结构中的粒度就越大,组织孔隙就越粗大,这与Meullenet等对已煮大米感官质地的报道一致<sup>[12]</sup>。

负相关。多项研究表明质构仪压缩法测定的硬度与感官指标具有显著的相关性<sup>[12,17,18]</sup>,该结果也证实了这一点。质构仪测定的内聚性与感官评定的粘聚性之间达到了显著正相关( $r=0.762$ ,  $p<0.05$ );质构仪测定的回复性与感官评定的残余颗粒之间达到了显著负相关( $r=-0.676$ ,  $p<0.05$ )。

弹性和易嚼性的感官评定与仪器分析结果之间相关性较差,可能是对弹性的感官判断容易受到硬度的

影响, 样品硬度越大, 恢复形变的速度越快, 使硬度较大的样品感官弹性打分也较高。Di Monaco等对15种食品的质构性状的研究也表明感官弹性与质构仪压缩法测得的弹性指标之间无相关性<sup>[15]</sup>。而易嚼性在感官

评定过程中亦可能容易受到硬度、弹性和粘聚性指标的干扰。可见, 感官评定与仪器分析结果存在着一定差异。

### 2.5 仪器分析指标对感官性状的逐步回归分析

表5 感官评定与质构仪分析结果之间的皮尔逊相关系数

Table 5 Pearson correlation coefficients among the results of sensory evaluation and instrumental analysis

	粗糙度	硬度	粘聚性	弹性	紧密性	多汁性	易嚼性	残余颗粒
硬度	.734*	.729*	-.681*	.439	-.392	-.833**	.572	.789**
内聚性	-.408	-.419	.762*	-.025	.197	.501	-.308	-.500
弹性	-.413	-.096	.420	.253	.350	.318	.120	-.437
咀嚼性	.205	.242	.108	.381	.010	-.345	.220	.157
回复性	-.589	-.200	.434	.113	.554	.367	-.088	-.676*

注: \*\*在0.01水平(双侧)上显著相关, \*在0.05水平(双侧)上显著相关。

表6 仪器分析指标对感官性状的逐步回归分析

Table 6 Stepwise regressions to predict sensory attributes using instrumental parameters of meatballs

感官性状	复相关系数R	决定系数R <sup>2</sup>	sig	预测模型
硬度	0.729	0.531	0.017	SHN=1.304HN+3.428
粘聚性	0.762	0.580	0.010	SCN=2.728CN+2.943
多汁性	0.833	0.693	0.003	SJN=-0.842HN+7.436

注: HN为硬度(hardness)、CN为内聚性(cohesiveness)、SHN为感官硬度(sensory hardness)、SCN为感官粘聚性(sensory cohesiveness)、SJN为感官多汁性(sensory juiciness)。

以仪器分析的五项指标作为自变量, PCA中的主要感官指标作为因变量, 进行逐步回归分析, 变量入选F值显著水平为0.05。回归分析结果如表6。感官硬度、粘聚性和多汁性经过筛选得到最优回归模型, 经显著性检验均具有统计学意义( $p < 0.05$ )。方程决定系数R<sup>2</sup>分别为0.531、0.580和0.693。弹性、易嚼性的回归模型经显著性检验不显著( $p > 0.05$ ), 故剔除。Meullenet<sup>[19]</sup>等对24种食品的感官质构性状研究表明, 感官硬度与内聚性能够被很好的预测, 而弹性与易嚼性预测效果较差, 这与该研究结果一致。

### 3 结论

采用质构剖面法进行肉丸感官分析, 利用参照食品使评审小组的主观尺度标准化, 以提高感官评定的准确性和稳定性。有关研究表明, 参照食品能最大限度的排除主观因素的影响, 使感官分析数据在不同评定人员、评定小组和评定批次间具有较强的可比性<sup>[20-21]</sup>。

感官性状成分1和2的方差贡献率累计达67.71%。成分1中的主要感官指标是硬度、弹性和易嚼性, 成分2中的主要感官指标是粘聚性和多汁性。各种肉丸的感官评定数据差异显著( $P < 0.05$ )。其中, 含蔬菜汁成分、于-18℃冻藏的虾肉丸弹性和易嚼性感官得分均值低,

分别为2.75、3.50和3.14, 多汁性和粘聚性感官得分均值高, 分别为7.94和7.30; 含猪肉成分、于-18℃冻藏的肉丸硬度、粘聚性、弹性、多汁性和易嚼性的感官得分均值都比较低, 均值范围依次为4.00~5.40、3.65~4.40、3.75~4.90、5.28~5.78以及4.14~5.36。含猪肉成分、于1~4℃冷藏的肉丸硬度、弹性、多汁性和易嚼性感官得分均值较冻藏鱼丸高, 均值范围依次为5.10~6.35、4.90~6.10、5.78~7.06和5.43~6.36, 粘聚性得分高, 均值范围为5.80~7.95; 于-18℃冻藏的猪肉丸与牛肉丸硬度、弹性、易嚼性感官得分均值高, 分别为7.10、5.90、7.14和8.15、6.50、7.86, 粘聚性和多汁性感官得分均值较低, 分别为4.05、5.50和5.30、5.67。

通过仪器分析得到的10种肉丸质构数据与感官质构性状某些指标存在程度不同的相关性: 质构仪测定的硬度与感官评定的粗糙度( $r=0.734$ ,  $p < 0.05$ )、硬度( $r=0.729$ ,  $p < 0.05$ )、残余颗粒( $r=0.789$ ,  $p < 0.01$ )之间达到了显著或极显著正相关; 质构仪测定的硬度与感官评定的粘聚性( $r=-0.681$ ,  $p < 0.05$ )、多汁性( $r=-0.833$ ,  $p < 0.01$ )之间达到了显著或极显著负相关; 质构仪测定的内聚性与感官评定的粘聚性之间达到了显著正相关( $r=0.762$ ,  $p < 0.05$ ); 质构仪测定的回复性与感官评定的残余颗粒之间达到了显著负相关( $r=-0.676$ ,  $p < 0.05$ )。

将仪器分析得到的5项指标作为自变量引入回归模型进行逐步回归分析,构建了具有统计意义的感官硬度、粘聚性和多汁性的预测模型( $P < 0.05$ ),方程决定系数 $R^2$ 分别为0.531、0.580和0.693。感官弹性、感官易嚼性与仪器分析的相关性不显著,可见感官评定与仪器分析具有一定差异性。Juliano等认为只有当食品质地变化范围较大、差别显著时才能获得以仪器分析数据为自变量的精确的感官预测模型<sup>[22-23]</sup>,而该实验中的肉丸质地数值分布的变化范围不大。因此建议在评价肉丸制品质地时,将感官评定与仪器分析两种手段互为参考。而对于获得肉丸质地以及其它食品更为精确的感官预测模型,大量的研究工作有待开展。

### 参考文献

- [1] 孟岳成.香肠类制品的质地及其评定方法[J].肉类研究, 1993, 1:34-38
- [2] Kerry J, Kerry J, Ledward D. Meat Processing: Improving-Quality [M]. New York: CRC Press, 2002
- [3] Brady P L, Hunecke M E. Correlations of sensory and instrumental evaluations of roast beef texture [J]. Journal of Food Science, 1985, 50(2): 300-303
- [4] Francois I M, Wins H, Buysens S, et al. Predicting sensory attributes of different chicory hybrids using physico-chemical measurements and visible/near infrared spectroscopy [J]. Postharvest Biology and Technology, 2008, 49(3): 366-373
- [5] Meullenet J-F C, Gross J. Instrumental single and double compression tests to predict sensory texture characteristics of foods [J]. Journal of Texture Studies, 1999, 30(2): 167-180
- [6] Lawless H T, Heymann H 著,王栋等译.食品感官评价原理与技术[M].北京:中国轻工业出版社,2001
- [7] Szczesniak A S. Correlation between objective and sensory texture measurements [J]. Food Technology, 1968, 8: 49-51, 53-54
- [8] Huda N, Shen Y H, Huey Y L, et al. Evaluation of physico-chemical properties of malaysian commercial beef meatballs [J]. American Journal of Food Technology, 2010, 5(1): 13-21
- [9] GB/T 16860-1997,感官分析方法质地剖面检验[S]
- [10] Bourne M C. Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement [M]. Academic Press, 2002
- [11] 马永强,韩春然,刘静波.食品感官检验[M].北京:化学工业出版社,2005
- [12] Meullenet J-F C, Gross J, BP Marks, et al. Sensory Descriptive Texture Analyses of cooked rice and its correlation to instrumental parameters using an extrusion cell [J]. Cereal Chemistry, 1998, 75(5): 714-720
- [13] Cardoso C M L, Mendes R, Nunes M L. Instrumental texture and sensory characteristics of cod frankfurter sausages [J]. International Journal of Food Properties, 2009, 12(3):625-643
- [14] Uiu H. Effect of wheat flour, whey protein concentrate and soya protein isolate on oxidative processes and textural properties of cooked meatballs [J]. Food Chemistry, 2004, 87(4): 523-529
- [15] Di Monaco R, Cavella S, Masi P. Predicting sensory cohesiveness, hardness and springiness of solid foods from instrumental measurements [J]. Journal of Texture Studies, 2008, 39(2): 129-149
- [16] Truong V D, Walter JR W M, Hamann D D. Relationship between instrumental and sensory parameters of cooked sweetpotato texture [J]. Journal of Texture Studies, 1997, 28(2): 163-185
- [17] Rahman M S, Al-waili H, Guizani N. Instrumental-sensory evaluation of texture for fish sausage and its storage stability [J]. Fisheries Science, 2007, 73(5): 1166-1176
- [18] Szczesniak A S. Sensory texture profiling-historical and scientific perspectives [J]. Food Technology, 1998, 52(8): 54-57
- [19] Meullenet J-F C, Gross J. Instrumental single and double compression tests to predict sensory texture characteristics of foods [J]. Journal of Texture Studies, 1999, 30(2): 167-180
- [20] Ruiz de Huidobro F, Miguel E, Diaz M T, et al. Carcass classification in suckling lambs.II.Comparison among subjective carcass classification methods: fatness scales and conformation scales with 0.25 point-intervals [J]. Meat Science, 2004, 66(1): 135-142
- [21] Miguel E, Onega E, Caneque V, et al. Carcass classification in suckling lambs. Discrimination ability of the European Union scale [J]. Meat Science, 2003, 63(1): 107-117
- [22] Juliano B O, Perez C M, Alyoshin E P, et al. International cooperative test on texture of cooked rice [J]. Journal of Texture Studies, 1984, 15(4): 357-376
- [23] Perez C M, Juliano B O, Bourne M C, et al. Hardness of cooked milled rice by instrumental and sensory methods [J]. Journal of Texture Studies, 1993, 24(1): 81-94