

# 枣泥馅料质构参数与感官品质的相关性

郝海, 关尚玮, 尼米策仁·娜琴, 林友鑫, 李焕荣

(新疆农业大学食品科学与药学院, 新疆乌鲁木齐 830052)

**摘要:** 针对目前枣泥馅料品质缺乏客观性评价标准的问题, 通过分析测试条件对枣泥馅料 TPA 参数的影响, 确定枣泥馅料质构仪质地分析法 (Texture Profile Analysis, TPA) 在探头的测试速度 5 mm/s, 对枣泥表面的压缩程度为 50%, 测试停留时间为 5 s, 探头对枣泥馅料的触发力为 5 g 时, 此时得到的 TPA 参数对枣泥馅料的测验条件最佳; 通过采用感官评定中的质地多面剖析方法, 制定了枣泥馅料评分细则。结合对感官评分之间的相关性进行皮尔逊分析结果得知感官评定指标的粗糙度与易碎性、硬度、紧密性之间具有不同程度的影响 (皮尔逊系数  $r$  在 0.9~1 之间,  $p < 0.01$ ); 对 TPA 参数与感官评分的相关性分析得出, 质构仪 (TPA) 分析参数中硬度、黏附性、凝聚性、咀嚼性和回复性与感官评分都在 0.01 水平上显著相关。由此提出以硬度、黏附性、凝聚性、咀嚼性和回复性 5 个 TPA 参数作为客观评价馅料品质的指标。

**关键词:** 枣泥馅料; 感官评分; TPA 参数; 相关性分析

文章编号: 1673-9078(2021)06-244-250

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2021.6.1077

## Correlation between Texture Parameters of Jujube Paste and Sensory Quality

HAO Hai, GUAN Shang-wei, NIMICEREN-Naqin, LIN You-xin, LI Huan-rong

(College of Food Science and Pharmacy, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China)

**Abstract:** In view of the lack of objective evaluation criteria for the quality of jujube paste fillings, the texture profile analysis (TPA) method for jujube paste fillings was established by analyzing the influence of test conditions on TPA parameters of jujube paste fillings. The results showed that the TPA parameters were the best when the probe speed was 5 mm/s, the compression degree of jujube mud surface was 50%, the test residence time was 5 s, and the trigger force of probe to jujube mud stuffing was 5 g. By using the multi-faceted texture analysis method in sensory evaluation, the grading rules of jujube paste filling were formulated. The results of Pearson analysis showed that the roughness of sensory evaluation indexes had different degrees of influence on fragility, hardness and compactness (Pearson coefficient  $r$  was between 0.9~1,  $p < 0.01$ ); the correlation analysis of TPA parameters and sensory scores showed that the hardness, adhesion, cohesiveness and chewiness of TPA parameters were significantly correlated with sensory score and resilience at the level of 0.01. Therefore, five TPA parameters of hardness, adhesiveness, cohesiveness, chewiness and resilience were proposed as objective evaluation indexes of filling quality.

**Key words:** jujube paste filling; sensory score; TPA parameter; correlation analysis

引文格式:

郝海,关尚玮,尼米策仁·娜琴,等.枣泥馅料质构参数与感官品质的相关性[J].现代食品科技,2021,37(6):244-250,+275

HAO Hai, GUAN Shang-wei, NIMICEREN-Naqin, et al. Correlation between texture parameters of jujube paste and sensory quality [J]. Modern Food Science and Technology, 2021, 37(6): 244-250, +275

红枣中营养丰富, 维生素含量特别高, 枣中含有丰富的蛋白、碳水化合物、以及磷、钙、铁等成分, 在我国的历史文化中是一种重要的药材以及食品加工的原料<sup>[1]</sup>。我国是世界产枣大国, 枣产量占全国总量

收稿日期: 2020-11-23

基金项目: 新疆红枣产业技术体系专项资金项目 (XJCYTX-01-05)

作者简介: 郝海 (1995-), 男, 硕士研究生, 研究方向: 农产品加工与综合利用

通讯作者: 李焕荣 (1965-), 女, 教授, 研究方向: 农产品加工与综合利用

的 90%, 新疆由于其独特的自然条件, 红枣种植面积加速增加, 红枣产品也越来越多的进入市场<sup>[2,3]</sup>, 红枣产业已经成为新疆的一项特色产业, 其中馅料的生产是其产业化中重要的一个方向, 馅料着重在味道和质地, 因此馅料质地的鉴别是其一个重要的指标, 通常采用感官评价的方法进行评定<sup>[4-6]</sup>。但是, 采用感官评定不仅需要大量的食品专业人员参与还需要花费时间和物力去组织培训才可进行相关的评定。同时感官评定还存在着一定的主观性, 导致其结果的准确性差别

较大。在国家标准 GB 19855-2005 的描述中,对枣蓉馅料组织结构的感官要求仅仅表述为“细腻无僵粒,无夹生”,这样宽泛的标准在实际感官分析中让评价者很难把握统一的尺度<sup>[7-9]</sup>。因此需要借助一种能够快速、准确、客观并且操作简单方便的仪器进行检测,最终将感官指标以量化的形式表达出来。采用仪器分析中的质地分析法(Texture Profile Analysis TPA)等方法评价米制品<sup>[10]</sup>、面制品<sup>[11]</sup>、肉制品<sup>[12]</sup>和其它食品品质的方法已被广泛的利用。因此,通过对感官评定指标的数据分析和理化评定指标数据的分析,研究以两者之间的相关性为主和仪器为辅的感官分析方法,在近几年来内逐步成为国内外研究的热点。

本研究以鲜枣制作的枣泥馅料为研究对象,采用感官分析中的质地剖面法<sup>[13]</sup>鉴别馅料的组织结构,并结合 TPA 测定参数的结果,采用方差分析、相关分析和回归分析等处理方法<sup>[14-16]</sup>,对枣泥馅料质地特征之间存在何种相关性进行研究,并且通过对感官指标和仪器检测指标的数据分析,对两者之间存在的相关性进行研究,从而可以为枣蓉类的产品品质控制提供参考和指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

骏枣采自新疆阿克苏地区,氢氧化钠、柠檬酸购买于上海金尊食品科技有限公司;己二酸交联醋酸酯化蜡质玉米改性淀粉(DM-2030)、磷酸盐交联木薯改性淀粉(DM-828G2)、蜡质玉米改性淀粉 HPDSP-310(DM-410)购买于东莞东美食品有限公司。

### 1.2 主要仪器

TA.XTplus 物性测试仪,英国 Stable Micro System 有限公司;JS39D-250 型多功能食品加工机,浙江苏泊尔有限责任公司;202-OS 型电热鼓风干燥箱,绍兴万力仪器有限公司;ZK-520 型真空包装机,福建省安溪袁昊机械有限公司;WK2102 型美的电磁炉,广东美的设备有限责任公司;PJ28W2 型苏泊尔星星石不粘锅,浙江省苏泊尔有限责任公司。

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 枣泥馅料的制作方法

挑选新鲜无病虫害枣肉饱满的骏枣,将枣清洗干净称取 1000 g,放置在配置好的 2%碱液<sup>[17]</sup>中煮制 3~5 min,将碱液去皮后的鲜枣冲洗后在 0.05%的柠檬酸溶液中进行护色、去皮、去核。将去核后的枣放在锅中,

加水至刚未过枣的位置,用电磁炉加热煮制,先用大火煮制 5 min 左右,然后用小火煮制 3 min 左右,此过程中水过多会导致煮制时间过长,水过少会导致煮制不均匀。过程中要使用不锈钢锅,使用铁锅会产生铁锈味。因为煮制后的枣是以颗粒状存在,对口感和组织状态有影响,所以将煮之后的枣放入打浆机中打成泥状。按照鲜枣 1000 g;海藻酸钠 6 g;柠檬酸 1 g;淀粉 100 g 的配比,先把枣打浆成泥状。然后将柠檬酸与枣泥混匀,再加入海藻酸钠混匀,然后加入淀粉调制成馅,按照温度控制在 100 °C,玉米油添加量 100 g,炒制时间 30 min 在不粘锅中进行炒制浓缩,从而获得最佳的感官品质。

#### 1.3.2 TPA 测试方法

TPA(Texture Profile Analysis)是通过对牙齿的咀嚼动作进行仿生试验,即通过模拟牙齿在咀嚼过程当中不同的力度和咀嚼所花费的不同时间时所产生的变化,因此可以得到食物在受到力的作用下所发生的变形情况<sup>[18-20]</sup>。因为不同的测验条件对 TPA 参数值准确性具有较大影响,所以选择适宜的测验条件对样品的测定尤为重要,经过筛选得出硬度(Hardness)、粘附性(Adhesiveness)、弹性(Springiness)、凝聚性(Cohesiveness)、咀嚼性(Chewiness)和回复性(Resilience)6种 TPA 参数<sup>[21,22]</sup>作为质构仪对枣泥馅料样品所测定的参数值。根据试验原料枣蓉类的特征,设定开始前测试速度为 1.00 mm/s,开始后测试速度为 5.00 mm/s,探头类型为 P/36R 进行试验。通过仪器所测得的压缩程度、测验速度、触发力和停留时间对枣泥馅料 TPA 参数的影响,最终确定出适宜枣泥馅料的测验条件。

##### 1.3.2.1 测试速度对馅料 TPA 参数的影响

分别选择 1 mm/s、3 mm/s、5 mm/s、7 mm/s 和 9 mm/s 五组不同测试速度,其它条件为 50%压缩程度,5 s 停留时间,5 g 触发力的条件下研究测试速度对馅料 TPA 参数的影响。

##### 1.3.2.2 压缩程度对馅料 TPA 参数的影响

分别选择 10%、30%、50%、70%和 90%五组不同的测试速度,其它条件为 5 mm/s 测试速度,5 s 停留时间,5 g 触发力的条件下研究压缩程度对馅料 TPA 参数的影响。

##### 1.3.2.3 停留时间对馅料 TPA 参数的影响

分别选择 1 s、3 s、5 s、7 s 和 9 s 五组不同的停留时间,其它条件为 5 mm/s 测试速度,50%压缩程度,5 g 触发力的条件下研究停留时间对馅料 TPA 参数的影响。

##### 1.3.2.4 触发力对馅料 TPA 参数的影响

表 1 TPA 参数及其计算方法

Table 1 TPA parameters and their calculation methods

参数	参数的计算方法
硬度	最大峰值在第一次压缩时候的变化, 硬度会出现在最大变形处
弹性	样品在去除压力后恢复变形前的高度比率, 第二次压缩与第一次压缩的高度比值
咀嚼性	只用于描述固体测试样品, 数值上用胶粘性和弹性的乘积表示
回复性	第一次压缩循环过程中返回样品所释放的弹性性能与压缩时探头的耗能之比
粘聚性	第一次压缩时候的变化所表现出来的
粘附性	第一次压缩时候的变化所表现出来的

表 2 枣泥馅料质地感官评定描述词汇、定义及参照物<sup>[24]</sup>

Table 2 Sensory evaluation of date paste texture vocabulary, definition and reference

质地指标	含义	参照样品及得分
粗糙度	样品表面颗粒状物的含量	明胶布丁=0.0, 马铃薯=8.0, 黑麦饼干=15.0
粘牙情况	样品粘在牙齿上的程度	胡萝卜=1.0, 全麦饼干=7.5, 果胶糖果=15.0
硬度	牙齿第一次接触样品时所施加的力	奶油奶酪=1.0, 法兰克福香肠=7.0, 硬糖=15.0
紧密性	样品断面的紧密程度	棉花软糖=1.0, 牛轧糖=4.0, 水果果冻=15.0
粘聚性	样品断裂前的形变量	全麦饼干=1.0, 热狗=7.0, 淀粉软糖=15.0
易碎性	使样品断裂所需要的力	玉米松糕=1.0, 黑麦华孚饼干=10.0, 硬糖=15.0
易嚼性	将样品放在口腔中每秒钟咀嚼一次, 所用力量与 0.5 s 内咬穿一块口香糖所需力量相同, 当可将样品吞咽时所需咀嚼次数或者能量	奶油奶酪=1.0, 全麦饼干=6.0, 果汁软糖=10.0

表 3 测试速度对馅料 TPA 参数的影响

Table 3 Influence of test speed on TPA parameters of stuffing

测试速度/(mm/s)	硬度/g	黏附性/(g·s)	弹性	凝聚性	咀嚼性	回复性
1	291.51±3.39 <sup>a</sup>	-100.57±7.00 <sup>a</sup>	0.29±0.02 <sup>a</sup>	0.33±0.03 <sup>a</sup>	36.43±2.02 <sup>a</sup>	0.085±0.01 <sup>a</sup>
3	339.54±16.8 <sup>cb</sup>	-85.80±4.91 <sup>b</sup>	0.30±0.01 <sup>a</sup>	0.35±0.01 <sup>b</sup>	37.91±1.50 <sup>b</sup>	0.25±0.14 <sup>ab</sup>
5	413.79±9.95 <sup>c</sup>	-68.98±7.73 <sup>c</sup>	0.33±0.03 <sup>a</sup>	0.47±0.06 <sup>c</sup>	61.45±1.18 <sup>c</sup>	0.19±0.01 <sup>ab</sup>
7	526.99±24.44 <sup>d</sup>	-51.97±1.32 <sup>d</sup>	0.31±0.02 <sup>a</sup>	0.76±0.03 <sup>d</sup>	71.19±2.00 <sup>d</sup>	0.28±0.04 <sup>cd</sup>
9	637.55±20.52 <sup>e</sup>	-38.90±1.44 <sup>e</sup>	0.32±0.02 <sup>a</sup>	0.84±0.04 <sup>d</sup>	82.99±2.93 <sup>d</sup>	0.34±0.04 <sup>d</sup>

注: 不同字母表示两个量之间有显著性差异 ( $p < 0.05$ ), 下同。

分别选择触发力 1 g、3 g、5 g、10 g 和 15 g, 其它条件为 5 mm/s 测试速度, 5 S 停留时间, 50%压缩程度的条件下研究触发力对馅料 TPA 参数的影响。

### 1.3.3 馅料质地的感官评分

挑选十名食品专业背景不同年龄、性别的老师和同学, 组成感官品评小组, 在试验进行前, 对每一名品评人员进行培训<sup>[23]</sup>, 整个感官评价过程参照 GB/13868-2009 的具体要求进行。根据感官评定中的分析方法, 制定枣泥馅料的感官评价细则。试验各项指标、含义、标准参照物及其对于馅料感官评分的意义如表 2 所示, 将制作好的枣泥馅料按照相同比例大小切割分盘, 采用质地剖面检验法对枣泥馅料质地感官分析。去除实验数据中的最大值和最小值, 按照平均值±标准平方差的形式对数据的结果进行表示。

### 1.3.4 馅料的感官评分与 TPA 参数的相关性

TPA 参数的计算方法以及馅料感官评分的制定见表 1、表 2 所示。

### 1.3.5 数据处理

所有实验均重复三次, 数值以均值±标准差表示。数据统计采用 SPSS 17.0 进行分析, 采用单因素 ANOVA 分析检验差异性, 多重比较采用“Duncan”法, 对感官评定平均值之间及与仪器测定平均值之间进行相关性分析, 并计算各参数之间得皮尔逊相关系数。

## 2 结果分析

### 2.1 测试条件对馅料 TPA 参数的影响

#### 2.1.1 测试速度对馅料 TPA 参数的影响

由表 3 可知,随着测验速度的增加,TPA 参数的硬度、凝聚性、咀嚼性和回复性都在增大(硬度达到了 637.55 kg、凝聚性达到了-38.90 g/s、咀嚼性达到了 82.99 kg)但是黏附性则随着测验速度的增大而减小,这是因为测试速度加快时,速度都是有惯性的,探头接触样品时速度大,因此产生的形变比较大,反之探头接触样品时速度小,则产生的形变较小。试验速度对枣泥馅料的硬度、黏附性、咀嚼性和回复性有显著性影响( $p<0.05$ )。因为枣泥是一种蓉沙类馅料比较松散,所以对弹性的影响不显著( $p>0.05$ ),根据实验结果以及人体正常的咀嚼速度得出,探头的测试速度取 5 mm/s。

### 2.1.2 压缩程度对馅料 TPA 参数的影响

由表 4 可知,随着压缩程度逐渐增加,TPA 参数中的硬度和黏附性也在逐渐增大,但凝聚性、咀嚼性和回复性随着压缩程度百分比的增加反而逐渐下降,因为随着压缩程度的逐渐增大,探头对枣泥馅料结构的破坏在逐渐增大,当压缩程度在 50%时,可以更好的反映馅料的 TPA 参数信息,当压缩程度低于 50%时形变很小,此时探头对馅料的感知比较低不能完整的反映馅料的特征信息,当压缩程度大于 50%时,

枣泥馅料的结构产生了严重的形变,TPA 参数上下浮动,此时得到的馅料构信息误差较大。压缩程度对枣泥馅料的硬度、黏附性、凝聚性、咀嚼性和回复性的 TPA 参数具有较大的影响,由于枣泥馅料的自身结构松散压缩程度同样对枣泥馅料弹性的 TPA 参数影响不明显,这与文波在低脂广式月饼中压缩程度对月饼 TPA 参数的影响结果一致。因此结合仪器的测定结果以及人牙齿咀嚼过程中所赋予的压力综合分析,得出在压缩程度 50%时所得到的数据信息接近人体的正常咀嚼范围。

### 2.1.3 停留时间对馅料 TPA 参数的影响

由表 5 可知,随着停留时间的逐渐增加,停留时间对馅料 TPA 各参数无显著影响( $p>0.05$ )。因为枣泥馅料特征属于较松散的结构,探头对不同停留时间的测定感应不明显,这与文波和陈华在不同食品中停留时间对质构参数的研究有着相似的结果。因此结合仪器的测定结果以及人牙齿咀嚼过程中所停留的时间分析得出,5 s 为最佳停留时间。

### 2.1.4 触发力对馅料 TPA 参数的影响

由表 6 可知,随着触发力的逐渐增大,触发力对馅料 TPA 各参数影响不明显( $p>0.05$ )。

表 4 压缩程度对枣泥馅料 TPA 参数的影响

Table 4 Influence of compression degree on TPA parameters of jujube paste

压缩程度/%	硬度/g	黏附性/(g·s)	弹性	凝聚性	咀嚼性	回复性
10	318.82±15.90 <sup>a</sup>	-35.52±1.16 <sup>a</sup>	0.33±0.03 <sup>a</sup>	0.95±0.07 <sup>a</sup>	81.73±10.14 <sup>a</sup>	0.37±0.02 <sup>a</sup>
30	362.35±38.87 <sup>ab</sup>	-36.21±5.75 <sup>a</sup>	0.31±0.01 <sup>a</sup>	0.85±0.02 <sup>b</sup>	75.16±4.87 <sup>ab</sup>	0.30±0.02 <sup>b</sup>
50	480.89±13.46 <sup>c</sup>	-48.78±7.64 <sup>b</sup>	0.34±0.02 <sup>a</sup>	0.70±0.04 <sup>c</sup>	66.92±2.97 <sup>bc</sup>	0.20±0.01 <sup>c</sup>
70	512.72±20.47 <sup>d</sup>	-53.26±2.63 <sup>b</sup>	0.33±0.03 <sup>a</sup>	0.58±0.02 <sup>d</sup>	59.25±3.58 <sup>cd</sup>	0.17±0.01 <sup>d</sup>
90	532.58±27.44 <sup>d</sup>	-63.08±6.26 <sup>c</sup>	0.35±0.02 <sup>a</sup>	0.43±0.03 <sup>c</sup>	56.20±2.20 <sup>d</sup>	0.16±0.01 <sup>d</sup>

表 5 停留时间对枣泥馅料 TPA 参数的影响

Table 5 Influence of residence time on TPA parameters of jujube paste

停留时间/s	硬度/g	黏附性/(g·s)	弹性	凝聚性	咀嚼性	回复性
1	415.73±11.81 <sup>a</sup>	-44.67±2.46 <sup>a</sup>	0.31±0.03 <sup>a</sup>	0.44±0.04 <sup>a</sup>	56.53±1.12 <sup>a</sup>	0.20±0.01 <sup>a</sup>
3	445.60±6.43 <sup>a</sup>	-46.89±3.97 <sup>a</sup>	0.36±0.04 <sup>a</sup>	0.50±0.15 <sup>a</sup>	56.11±2.88 <sup>a</sup>	0.20±0.02 <sup>a</sup>
5	431.55±27.36 <sup>a</sup>	-44.18±5.50 <sup>a</sup>	0.36±0.03 <sup>a</sup>	0.43±0.04 <sup>a</sup>	59.97±1.55 <sup>a</sup>	0.22±0.01 <sup>a</sup>
7	432.41±5.25 <sup>a</sup>	-52.51±2.51 <sup>a</sup>	0.30±0.02 <sup>a</sup>	0.51±0.02 <sup>a</sup>	56.06±3.65 <sup>a</sup>	0.21±0.02 <sup>a</sup>
9	427.24±22.61 <sup>a</sup>	-48.34±7.86 <sup>a</sup>	0.32±0.03 <sup>a</sup>	0.48±0.03 <sup>a</sup>	60.14±2.55 <sup>a</sup>	0.20±0.03 <sup>a</sup>

表 6 触发力对枣泥馅料 TPA 参数的影响

Table 6 Influence of trigger force on TPA parameters of date paste

触发力/g	硬度/g	黏附性/(g·s)	弹性	凝聚性	咀嚼性	回复性
1	467.39±14.45 <sup>a</sup>	-74.52±6.56 <sup>a</sup>	0.33±0.03 <sup>a</sup>	0.36±0.04 <sup>a</sup>	61.96±3.92 <sup>a</sup>	0.19±0.01 <sup>a</sup>
3	458.68±2.37 <sup>a</sup>	-72.28±6.95 <sup>a</sup>	0.32±0.02 <sup>a</sup>	0.39±0.01 <sup>a</sup>	55.40±6.39 <sup>a</sup>	0.20±0.03 <sup>a</sup>
5	481.94±10.71 <sup>a</sup>	-72.84±4.07 <sup>a</sup>	0.34±0.04 <sup>a</sup>	0.39±0.03 <sup>a</sup>	61.73±3.37 <sup>a</sup>	0.23±0.01 <sup>a</sup>
10	475.78±21.85 <sup>a</sup>	-68.97±1.46 <sup>a</sup>	0.33±0.05 <sup>a</sup>	0.37±0.01 <sup>a</sup>	56.78±2.68 <sup>a</sup>	0.20±0.02 <sup>a</sup>
15	473.69±13.02 <sup>a</sup>	-72.00±2.41 <sup>a</sup>	0.36±0.03 <sup>a</sup>	0.37±0.04 <sup>a</sup>	58.460±2.41 <sup>a</sup>	0.21±0.02 <sup>a</sup>

当触发力低于 5 g 时, 会低于质构仪检测器的噪声水平, 数据的记录会在质构仪检测器的探头接触样品之前开始, 因此会产生较大的误差。当触发力高于 5 g 时, 数据的记录则会在质构仪检测器的探头对样品产生一定形变之后开始。因此结合仪器的测定结果, 及牙齿咀嚼过程中所赋予的触发力综合分析, 当触发力在 5 g 时, 可以更好的反映馅料的 TPA 参数的信息。

## 2.2 枣泥馅料的感官评分与 TPA 参数的相关性

### 2.2.1 感官评分与 TPA 参数的结果

见表 7 所示。

### 2.2.2 感官评价之间的相关性

由表 8 可知, 枣泥馅料感官指标中的粗糙度与易碎性达到了极显著性正相关 ( $r=1.00, p<0.01$ ), 与硬度达到了极显著负相关 ( $r=-1.00, p<0.01$ ), 与紧密性达到了极显著性正相关 ( $r=1.00, p<0.01$ ), 这与王玉牛得出月饼中感官评价之间具有相关性的结论一致, 因此可以得知感官评定指标的粗糙度与易碎性、硬度、紧密性之间具有不同程度的影响; 感官评定指标中的硬度与易碎性达到了极显著负相关 ( $r=-1.00, p<0.01$ ) 与紧密性达到了极显著负相关 ( $r=-1.00, p<0.01$ ), 感官评定指标中的紧密性与易碎性达到了极显著正相关

( $r=1.00, p<0.01$ )。

### 2.2.3 感官评定与 TPA 参数之间的相关性

由表 9 可知, 感官评价指标中的硬度和紧密性对 TPA 参数中的硬度具有显著正相关 ( $r=0.94, p<0.05$ ), 感官评价指标中的粘聚性对 TPA 参数中的凝聚性具有显著正相关 ( $r=0.98, p<0.05$ ), 感官评价指标中的易碎性和紧密性对 TPA 参数中的咀嚼性具有显著正相关 ( $r=0.99, p<0.05$ ), 感官评价指标中的易嚼性和 TPA 参数中咀嚼性具有显著正相关 ( $r=0.97, p<0.05$ )。

表 7 感官评分与 TPA 参数结果

Table 7 Sensory score and TPA parameter results

名称	得分
粗糙度	5.50±0.50
易嚼性	1.83±0.76
粘聚性	9.67±0.76
易碎性	1.50±0.50
紧密性	2.50±0.50
硬度	3.00±0.50
TPA 弹性	0.30±0.01
TPA 咀嚼性	71.62±1.37
TPA 回复性	0.21±0.02
TPA 黏附性	-71.30±6.50
TPA 凝聚性	0.42±0.03
TPA 硬度	404.65±5.17

表 8 感官评定指标之间皮尔逊相关系数

Table 8 Pearson correlation coefficient between sensory evaluation indexes

评定指标	易嚼性	易碎性	粗糙度	粘牙情况	硬度	紧密性	粘聚性
易嚼性	1						
易碎性	0.98	1					
粗糙度	0.98	1.00**	1				
粘牙情况	-0.75	-0.86	-0.86	1			
硬度	-0.98	-1.00**	-1.00**	0.86	1		
紧密性	0.98	1.00**	1.00**	-0.86	-1.00**	1	
粘聚性	-0.78	-0.65	-0.65	0.18	0.65	-0.65	1

注: 表中\*表示相关性显著 ( $p<0.05$ ), \*\*表示相关性极显著 ( $p<0.01$ ), 下同。

表 9 感官评定与 TPA 参数之间的皮尔逊相关系数

Table 9 Pearson correlation coefficient between sensory evaluation and texture analysis results

指标	硬度	粗糙度	紧密性	粘聚性	粘牙情况	易碎性	易嚼性
硬度	0.94*	-0.94	0.94*	0.87	0.63	-0.93	-0.93
黏附性	-0.37	0.37	0.37	0.45	-0.78	0.37	0.19
弹性	0.33	-0.33	-0.34	0.32	-0.18	-0.32	-0.50
凝聚性	-0.29	0.61	0.61	0.98*	-0.92	0.60	0.446
咀嚼性	-0.99	-0.99	0.99*	-0.61	-0.89	0.99*	0.97*
回复性	-0.51	0.51	0.51	-0.98	-0.01	0.51	0.66

### 3 讨论

由于食品的种类不同,因此用于评价食品品质的 TPA 参数也不尽相同。本实验研究的结果与姚鑫淼<sup>[25-27]</sup>等人研究在贮藏过程中红豆馅料的感官与质地的相关性,最终得出硬度和凝聚性来评价红豆馅料的方法,在借鉴的基础上进行了拓展,并且也进一步说明了该方法的可靠性。与陈华<sup>[28,29]</sup>等人研究了小麦粉馒头的 TPA 参数与感官之间的相关性和孟庆虹<sup>[30,31]</sup>等人用大米制成罐装大米,研究了罐装大米的感官评价与 TPA 参数之间的相关性之间形成了补充,通过对枣泥馅料感官指标的相关性分析表明枣泥馅料感官指标之间具有一定的相关性。因此,选择不同的 TPA 参数指标来评价样品品质需要根据不同样品特征的研究要求来进行选择。

### 4 结论

通过对 TPA 参数与感官评分的相关性分析得出,枣泥馅料的硬度、黏附性、凝聚性、咀嚼性和回复性与感官评分呈显著性相关,当探头的测试速度在 5 mm/s,对枣泥表面的压缩程度在 50%,测试停留时间为 5 s,探头对枣泥馅料的触发力为 5 g 时,此时得到的 TPA 参数对枣泥馅料的测验效果最佳。感官评价指标中的硬度和紧密性对 TPA 参数中的硬度具有显著正相关 ( $r=0.937, p<0.05$ ),感官评价指标中的粘聚性对 TPA 参数中的凝聚性具有显著正相关 ( $r=0.983, p<0.05$ ),感官评价指标中的易碎性和紧密性对 TPA 参数中的咀嚼性具有显著正相关 ( $r=0.999, p<0.05$ ),感官评价指标中的易嚼性和 TPA 参数中的咀嚼性具有显著正相关 ( $r=0.97, p<0.05$ )。由此提出以硬度、黏附性、凝聚性、咀嚼性和回复性 5 个 TPA 参数来客观评价馅料品质。本实验的研究结果为枣泥馅料品质评价方法科学化和规范化奠定了基础。进一步丰富了食品种类的评价方法。

### 参考文献

- [1] 东莎莎,杨晓,王春燕.红枣营养成分及综合利用[J].中国果菜,2015,35(12):17-19  
DONG Sha-sha, YANG Xiao, WANG Chun-yan. Nutrition composition and comprehensive utilization of red date [J]. Chinese Fruits and Vegetables, 2015, 35(12): 17-19
- [2] 陈晓丽.新疆特色林果产品市场营销策略研究[D].石河子:石河子大学,2019  
CHEN Xiao-li. Research on marketing strategy of Xinjiang characteristic forest and fruit products [D]. Shihezi: Shihezi University, 2019
- [3] 王仁政.新疆林果产品市场需求分析及预测[D].乌鲁木齐:新疆财经大学,2015  
WANG Ren-zheng. Analysis and forecast of market demand for forest and fruit products in Xinjiang [D]. Urumqi: Xinjiang University of Finance and Economics, 2015
- [4] 刘妮雅.供给侧结构性改革背景下中国枣产业经济发展问题研究[D].保定:河北农业大学,2018  
LIU Ni-ya. Research on the economic development of China's jujube industry under the background of supply-side structural reform [D]. Baoding: Hebei Agricultural University, 2018
- [5] 王玉牛,李汴生,阮征,等.广式月饼蓉沙馅料质地感官评价与仪器分析的相关性研究[J].食品工业科技,2012,33(7):96-99,104  
WANG Yu-niu, LI Bian-sheng, RUAN Zheng, et al. Study on the correlation between sensory evaluation and instrumental analysis of Cantonese-style moon cake paste filling texture [J]. Food Industry Science and Technology, 2012, 33(7): 96-99, 104
- [6] 唐晓凤.柿子全果月饼馅料的研制及贮藏特性研究[D].武汉:华中农业大学,2016  
TANG Xiao-feng. Study on the preparation and storage characteristics of persimmon whole fruit moon cake filling [D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2016
- [7] Meng-mei Ma, Tai-hua Mu. Effects of extraction methods and particle size distribution on the structural, physicochemical, and functional properties of dietary fiber from deoiled cumin [J]. Food Chemistry, 2016, 194: 237-246
- [8] 文波,张名位,张雁,等.广式月饼感官评分与 TPA 参数的相关性[J].中国粮油学报,2012,27(1):91-96  
WEN Bo, ZHANG Ming-wei, ZHANG Yan, et al. The correlation between the sensory scores of Cantonese-style mooncakes and TPA parameters [J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2012, 27(1): 91-96
- [9] Barbara Lanza, Filomena Amoroso. Measurement of kinaesthetic properties of in-brine table olives by microstructure of fracture surface, sensory evaluation and texture profile analysis (TPA) [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2018, 98(11): 4142-4150
- [10] 付玲玲.挤出加工对米粉制品结构与品质的影响研究[D].广州:华南理工大学,2020  
FU Ling-ling. The effect of extrusion processing on the structure and quality of rice noodle products [D]. Guangzhou: University, 2019

- South China University of Technology, 2020
- [11] 汪翔,丁长河.加工方法及新技术对面制品品质和营养价值的影响[J].粮食与油脂,2019,32(1):4-6  
WANG Xiang, DING Chang-he. The effect of processing methods and new technologies on the quality and nutritional value of flour products [J]. Food and Oils, 2019, 32(1): 4-6
- [12] 孔令明,苏静,徐洁洁,等.熏制条件对熏马肠感官和质构的影响及其工艺优化[J].食品工业科技,2013,34(11):210-213, 217  
KONG Ling-ming, SU Jing, XU Jie-jie, et al. The effect of smoking conditions on the sensory and texture of smoked horse intestines and its process optimization [J]. Food Industry Science and Technology, 2013, 34(11): 210-213, 217
- [13] 杨玲,肖龙,王强,等.质地多面分析(TPA)法测定苹果果肉质地特性[J].果树学报,2014,31(5):977-985  
YANG Ling, XIAO Long, WANG Qiang, et al. Determination of the texture characteristics of apple pulp by texture multifaceted analysis (TPA) [J]. Acta Fruit Science, 2014, 31(5): 977-985
- [14] 吴澎,贾朝爽,孙东晓.食品感官评价科学研究进展[J].饮料工业,2017,20(5):58-63  
WU Peng, JIA Chao-shuang, SUN Dong-xiao. Progress in scientific research on food sensory evaluation [J]. Beverage Industry, 2017, 20(5): 58-63
- [15] M C Bourne. Texture profile of ripening pears [J]. Journal of Food Science, 1968, 33(2): 223-226
- [16] 李玉珍,肖怀秋.模糊数学评价法在食品感官评价中的应用[J].中国酿造,2016,35(5):16-19  
LI Yu-zhen, XIAO Huai-qiu. The application of fuzzy mathematics evaluation method in food sensory evaluation [J]. China Brewing, 2016, 35(5): 16-19
- [17] 赵聪,刘会平,杨晓兴,等.盐液法与碱液法去核桃种皮过程营养成分对比[J].食品科技,2016,41(6):121-126  
ZHAO Cong, LIU Hui-ping, YANG Xiao-xing, et al. Comparison of nutrient components in the process of removing walnut seed coat by salt solution method and lye method [J]. Food Science and Technology, 2016, 41(6): 121-126
- [18] 陈弦,张雁,马永轩,等.基于 TPA 参数的低糖广式月饼冬瓜蓉配方优化[J].食品科学,2015,36(12):54-59  
CHEN Xuan, ZHANG Yan, MA Yong-xuan, et al. Recipe optimization of low-sugar Cantonese mooncake and winter melon paste based on TPA parameters [J]. Food Science, 2015, 36(12): 54-59
- [19] 王伟涛.马铃薯全粉—小麦粉混合面团质构品质评价及产品开发[D].上海:上海师范大学,2017  
WANG Wei-tao. Evaluation of texture and quality of potato flour-wheat flour mixed dough and product development [D]. Shanghai: Shanghai Normal University, 2017
- [20] 段智颖,罗静茹,耿少将,等.红枣泥夹心功能性饼干的研制[J].安徽农学通报,2020,26(12):105-107  
DUAN Zhi-ying, LUO Jing-ru, GEN Shao-jiang, et al. Development of functional biscuits with red jujube paste [J]. Anhui Agricultural Science Bulletin, 2020, 26(12): 105-107
- [21] SHAN Jia-jia, ZHANG Yi-tuo, LIANG Jing, et al. Characterization of the processing conditions upon textural profile analysis (TPA) parameters of processed cheese using near-infrared hyperspectral imaging [J]. Analytical Letters, 2020, 53(8): 1190-1203
- [22] 刘翔,张平,徐伟欣,等.TPA 测试条件对甜瓜质构参数的影响[J].中国蔬菜,2015,3:38-44  
LIU Xiang, ZHANG Ping, XU Wei-xin, et al. The influence of TPA test conditions on the texture parameters of melon [J]. Chinese Vegetables, 2015, 3: 38-44
- [23] 刘莉.黄桃罐头感官品质评价研究[D].天津:天津科技大学, 2015  
LIU Li. Research on sensory quality evaluation of canned yellow peach [D]. Tianjin: Tianjin University of Science and Technology, 2015
- [24] 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,2005,2:5-7  
MA Yong-qiang, HAN Chun-ran, LIU Jing-bo. Food Sensory Inspection [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2005, 2: 5-7
- [25] 姚鑫淼.红豆粒馅加工特性、品质及工艺研究[D].哈尔滨:东北农业大学,2015  
YAO Xin-miao. Research on processing characteristics, quality and technology of red bean filling [D]. Harbin: Northeast Agricultural University, 2015
- [26] 成楠.杂粮复合豆沙馅营养与功能品质研究及其应用[D].贵阳:贵州大学,2018  
CHENG Nan. Study on the nutritional and functional quality of miscellaneous grains compound bean paste filling and its application [D]. Guiyang: Guizhou University, 2018
- [27] S H Hwang, J H Hong. Determining the most influential sensory attributes of nuttiness in soymilk: a trial with Korean consumers using model soymilk systems [J]. Journal of Sensory Studies, 2015, 30(5): 425-437