

重庆小面质构特性分析研究

孙钟雷, 孟余燕, 李宇

(长江师范学院生命科学与技术学院, 重庆 408100)

摘要: 采用质地多面分析(TPA)方法, 对重庆小面进行质构特性测试, 找出了能评价重庆小面质构特性的代表性指标, 并与感官评定结果进行比较分析。食品质构仪的最佳测试条件为: TMS 25.4 圆柱形探头, 形变量为60%, 测试速度为120 mm/min, 触发力0.2 N、回程高度10 mm。质构特性间相关性分析表明, 重庆小面的硬度与胶黏性、咀嚼性的相关系数分别为0.97、0.97, 表现出极显著正相关($P < 0.01$); 胶黏性与咀嚼性的相关性为0.95, 表现出极显著正相关($P < 0.01$); 弹性与胶黏性、咀嚼性的相关系数为0.37、0.63, 表现出显著相关($P < 0.05$), 但相关系数较低; 而其他质构特性之间未显现出显著的相关性。因此, 可选择重庆小面的硬度、胶黏性、咀嚼性作为质构特性的代表性指标。感官评定与质构特性的相关性分析表明, 重庆小面的硬度与适口性、光滑性的相关性极其显著, 胶黏性与黏性的相关性显著, 咀嚼性与适口性、韧性、黏性的相关性极其显著。因此, 重庆小面的质构仪器测定特性指标能够反映出小面的质地感官指标。研究结果适用于重庆小面的质构评价, 为其客观性分析提供理论依据。

关键词: 重庆小面; 质构特性; 质地多面分析; 感官评定

中图分类号: TS 213.24

文献标志码: A

文章编号: 1005-9989(2019)09-0166-06

Analysis of the texture characteristics of Chongqing spicy noodles

SUN Zhonglei, MENG Yuyan, LI Yu

(College of Life Science and Technology, Yangtze Normal University, Chongqing 408100)

Abstract: Texture properties of Chongqing spicy noodles were investigated by texture profile analysis (TPA). The correlation of the texture characteristics was analyzed and the representative indicators to evaluate texture characteristics were found and compared with sensory evaluation. The best test conditions of the food texture meter were optimized. They are test speed 120 mm/min, sample shape variable 60%, TMS25.4 cylindrical probe, trigger force 0.2 N, return height 10 mm. In the analysis of texture characteristics, the correlation between hardness and gumminess, chewiness reached 0.97 and 0.97, which was significantly correlated ($P < 0.01$). The correlation between chewiness and gumminess was 0.95, which were significantly correlated ($P < 0.01$). The correlation between elasticity and gumminess, chewiness reached 0.37 and 0.63, which was insignificantly correlated ($P < 0.05$), while there is no significant correlation between the other characteristics. The results showed that hardness, gumminess

收稿日期: 2019-06-09

基金项目: 重庆市教委科学技术项目(KJ1401203); 武陵山特色资源研究重点实验室项目; 三峡库区特色作物工程研究中心项目。

作者简介: 孙钟雷(1979—), 男, 博士, 教授, 研究方向为食品智能检测与评价。

and chewiness could be used as representative indexes of the texture characteristics of Chongqing spicy noodles. The experiment showed that the texture instrument had a correlation with the sensory evaluation. The correlation between hardness and palatability, smooth was significantly correlated. The correlation between gumminess and viscosity was correlated. The correlation between chewiness and palatability, viscosity and toughness was significantly correlated. The results of this study are applicable to the evaluation of the texture of Chongqing spicy noodles, providing a theoretical basis for the objective analysis of Chongqing spicy noodles.

Key words: Chongqing spicy noodles; texture property; texture profile analysis; sensory evaluation

面条作为一种方便而又营养的主食,在我国已有四千多年的历史。重庆小面是众多面条中较为独特的一种,它是用当地的碱水调制而成,其色泽偏黄、富有嚼劲。近年来,重庆小面成为一款风靡全国的热门地方特色面食^[1]。

面条的质构特性对其咀嚼口感非常重要,直接关系到面条的感官品质。在面条的生产加工中,面粉的品种、质量以及和面的方法等对质构特性有很大的影响,因此分析面条的质构特性非常重要。

目前,使用食品质构仪检测食品的质构特性,在食品开发中已经广泛应用^[2-4]。国内外许多学者已经利用质地多面分析法(TPA模式)对面制品进行质构分析^[5-10],它可以检测面制品的硬度、内聚性、弹性、胶黏性、咀嚼性等,并且通过曲线呈现,还可以自动计算出相应的测试数据。然而,对于重庆小面这一特殊加碱面制品的质构特性研究未见报道。

本研究拟采用质构仪的TPA模式对重庆小面进行质构分析,优化测定质构特性的最佳条件,并进行质构特性相关性分析,采用感官评定法进行对比分析,试图找到可以代表重庆小面的质构特性指标,为重庆小面的研究开发提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

重庆小面、湿面:市售。

TMS-PRO食品物性分析仪:TMS25.4圆柱形探头、Texture Lab Pro测试软件,美国FTC公司;CH2012/01电磁炉:青岛海尔成套家电服务有限公司。

1.2 样品前处理方法

将重庆小面随机抽取样品,放入沸腾的锅内,煮沸至白芯完全消失^[11-12],立即将面条捞

出,放置在品评盘内,待品评者感官评定以及质构仪测定。

1.3 感官评定测试方法

感官品评小组由9位有经验的重庆小面制作者以及食品专业教师组成,该测试在食品感官评价实验室内完成。对9种样品进行随机编号,由专人呈送给评定专家,每种样品重复3次,结果取平均值。每次评定由评定专家单独进行,相互不交流,每次评定后用纯净水漱口。严格参照面条评分SB/T 10137项目实施,如表1所示。

表1 面条品评项目和评分标准^[13]

项目	满分	评分标准
色泽	10	指面条的颜色和亮度。面条白、乳白、乳黄色,光亮为8.5~10分;亮度一般为6~8.4分;色发暗、发灰,亮度差为1~6分
外观状态	10	指面条表面光滑和膨胀程度。表面结构细密、光滑为8.5~10分;中间为6.0~8.4分;表面粗糙、膨胀、变形严重为1~6分
适口性	20	用牙咬断一根面条所需力的大小。力适中得分为17~20分;稍偏硬或软12~17分;太硬或太软1~12分
韧性	25	面条在咀嚼时,咬劲和弹性的大小。有咬劲、富有弹性为21~25分;一般为15~21分;咬劲差、弹性不足为1~15分
黏性	25	指在咀嚼过程中,面条黏牙强度。咀嚼时爽口、不黏牙为21~25分;较爽口、稍黏牙为15~21分;不爽口、发黏为10~15分
光滑性	5	指在品尝面条时口感的光滑程序。光滑为4.3~5分;中间为3~4.3分;光滑程度差为1~3分
食味	5	指品尝时的味道。具麦清香味4.3~5分;基本无异味3~4.3分;有异味为1~3分
总分	100	精制级小麦粉制品评分≥85分,普通级小麦粉制品评分≥75分

1.4 TPA模式下质构特性测试方法

按照1.2节中的方法对重庆小面样品进行处理,使用TMS-PRO食品物性分析仪在TPA模式下

对处理后的样品进行测试。首先研究最佳测试参数, 设定测试速度分别为60、80、100、120 mm/min, 设定样品形变量分别为50%、60%、70%, 测试后分析其标准偏差、平均标准相对偏差, 确定最佳测试速度和最佳形变量。然后进行重庆小面质构特性测试, 图1为TPA测试的重庆小面质构特征曲线, 由此得出重庆小面质构参数。其他测试条件为: 触发力0.2 N、回程高度10 mm; 同一种试样重复测试10次, 选取较稳定的5组值进行分析。

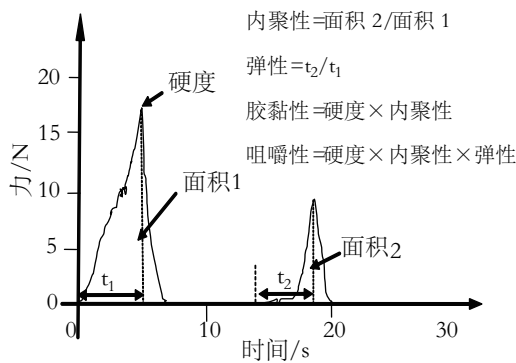


图1 重庆小面TPA试验质构特征曲线

1.5 数据处理与分析

采用Excel2010软件对数据进行统计分析并制图, 采用SPSS13.0、DPS软件对数据进行相关性分析等。

2 结果与分析

2.1 TPA模式下最佳测试条件分析

按照1.4节中的方法对重庆小面样品进行TPA测试, 分析测试速度分别为60、80、100、120 mm/min时, 形变百分量分别为50%、60%、70%时, 对硬度、内聚性、弹性、胶黏性、咀嚼性的影响, 结果见图2~图6。

2.1.1 形变量和测试速率对硬度的影响 面条的弹性和硬度主要受蛋白质含量影响, 蛋白质含量低的面条内部硬度比较大^[14]。由图2所示, 硬度受形变量的增大而显著增加, 在形变量50%~60%范围内趋势较缓, 在60%~70%范围内, 硬度的增加呈线性升高趋势, 斜率明显增大。而测试速率对硬度的影响较小, 变化趋势不明显, 各测试速率影响趋势基本一致。

2.1.2 形变量和测试速率对内聚性的影响 影响面条内聚性的因素有很多, 面条的宽度、横截面积等都与内聚性呈现显著正相关^[15]。由图3所示, 内

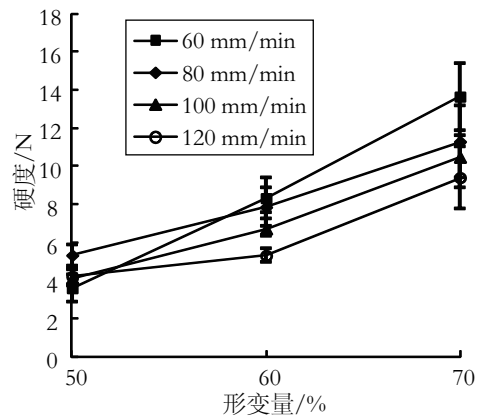


图2 形变量和测试速率对硬度的影响

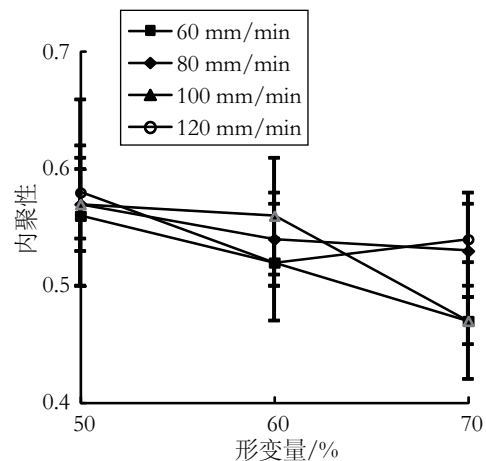


图3 形变量和测试速率对内聚性的影响

聚性受形变量的影响基本呈现一种下降的趋势, 即随着形变量的增大而减小, 而测试速率对内聚性的影响并不明显。

2.1.3 形变量和测试速率对弹性的影响

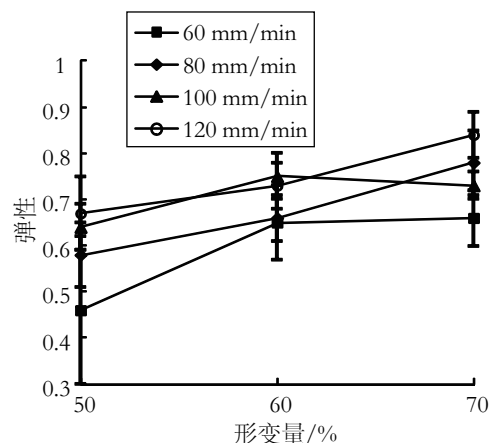


图4 形变量和测试速率对弹性的影响

面条的弹性与其面粉糊化特性中的黏度密切相关^[16]。由图4所示, 随着形变量的增加, 面条的弹性基本呈现逐步上升的趋势, 而测试速率对弹

性的影响不大。

2.1.4 形变量和测试速率对胶黏性的影响

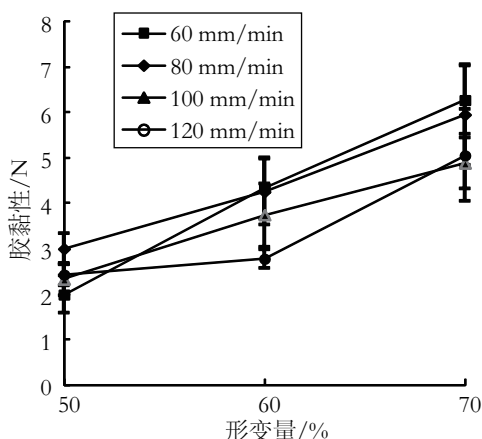


图5 形变量和测试速率对胶黏性的影响

由图5所示，胶黏性受形变量影响的变化趋势基本一致，即随着形变量的增大而增大；而测试速率对胶黏性的影响不大。

2.1.5 形变量和测试速率对咀嚼性的影响

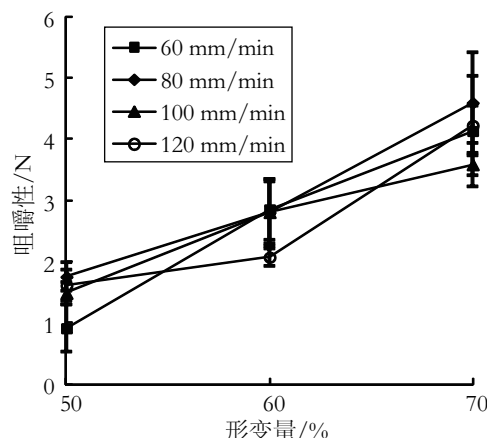


图6 形变量和测试速率对咀嚼性的影响

咀嚼性与硬度、内聚性和弹性有关，是将固体食品咀嚼到可吞咽时需要做的功的大小^[4]。Mohammad^[17]研究认为硬度与咀嚼性呈极显著正相关。由图6所示，咀嚼性受形变量影响的变化趋势基本一致，即随形变量的增加明显增大，而测试速率对咀嚼性的影响较小。

2.1.6 最佳测试条件的确定 通过分析测试速率和形变量对各质构参数的影响，发现形变量对硬度、内聚性、弹性、胶黏性、咀嚼性的影响均较大。随着形变量的增大，硬度、弹性、胶黏性、咀嚼性增大；而随着形变量的增大，内聚性减小。再根据形变量对各质构参数影响的离散程度

数值，当形变量为60%时，各质构参数测定结果的相对标准偏差为4%~7%，相对标准偏差值为最小。从整体看，测试速率对各质构参数的影响较小。通过分析各质构参数的离散程度，当形变量为60%，测试速度设置为120 mm/min时，各质构特性测定结果相对标准偏差值为最小，测试结果的精密度达到最为严密，为相对比较稳定的状态。因此，在TPA模式下质构参数的最佳测试条件为：使用TMS25.4圆柱形探头，形变量为60%，测试速度为120 mm/min，触发力0.2 N、回程高度10 mm。

2.2 重庆小面质构特性间的相关性分析

按照1.4节中的方法，使用TMS-PRO食品物性分析仪在TPA模式下，对9种重庆小面的样品进行测试。触发力0.2 N，探头的回程高度10 mm，形变量设置为60%，测试速度设置为120 mm/min。同一种试样重复测试10次，质构特性的测定结果如表2所示。

表2 TPA试验测试重庆小面的质构特性值

样品	硬度/N	内聚性	弹性	胶黏性/N	咀嚼性/N
1	3.58±0.73 ^a	0.56±0.06 ^a	0.46±0.16 ^a	1.99±0.41 ^a	0.91±0.38 ^a
2	8.31±1.08 ^b	0.52±0.05 ^a	0.65±0.08 ^a	4.34±0.67 ^a	2.85±0.50 ^a
3	13.64±1.75 ^b	0.47±0.05 ^a	0.66±0.06 ^a	6.28±0.75 ^b	4.13±0.41 ^b
4	5.31±0.54 ^a	0.57±0.04 ^a	0.58±0.07 ^a	3.00±0.33 ^a	1.75±0.23 ^a
5	7.84±1.02 ^a	0.54±0.04 ^a	0.66±0.05 ^a	4.26±0.72 ^a	2.80±0.55 ^a
6	11.28±1.92 ^b	0.53±0.04 ^a	0.78±0.07 ^b	5.96±1.11 ^b	4.59±0.82 ^b
7	4.10±0.47 ^a	0.57±0.03 ^a	0.64±0.05 ^a	2.33±0.35 ^a	1.48±0.18 ^a
8	6.70±0.88 ^a	0.56±0.05 ^a	0.75±0.05 ^b	3.75±0.70 ^a	2.80±0.51 ^a
9	10.46±1.18 ^b	0.47±0.02 ^a	0.73±0.03 ^b	4.89±0.55 ^b	3.58±0.36 ^a

注：数值表示为“平均值±标准差”；肩标字母不同表示差异显著($P<0.05$)。

由表2可知，不同的重庆小面样品的质构特性结果有所不同。样品3的硬度值最大，样品4的内聚性值最大，样品6的弹性值最大，样品3的胶黏性值最大，样品6的咀嚼性值最大。对于同一种样品的质构特性结果差异不显著。

按照1.5节的数据处理方法，对重庆小面样品的各质构特性参数进行相关性分析，结果见表3。

由表3可知，重庆小面的硬度与胶黏性、咀嚼性的相关系数分别为0.97、0.97，表现出极显著正相关($P<0.01$)，说明压缩样品的最大力(硬度)越大，样品的耐咀嚼程度和胶黏性越大，这符合面

表3 TPA试验测试重庆小面各质构特性的相关性(R)

相关系数	硬度/N	内聚性	弹性	胶黏性/N	咀嚼性/N
硬度/N	1				
内聚性	-0.29	1			
弹性	0.40*	-0.11	1		
胶黏性/N	0.97**	-0.08	0.37*	1	
咀嚼性/N	0.97**	-0.05	0.63*	0.95**	1

注：*表示在 $P < 0.05$ 为显著相关，**表示在 $P < 0.01$ 为极显著相关。

条的质构特性；硬度与弹性呈现显著正相关，与内聚性呈现负相关，相关性较差。而重庆小面的内聚性和硬度、弹性、胶黏性、咀嚼性的相关性

都不显著，不能作为代表性质构指标。小面的弹性与胶黏性、咀嚼性的相关系数为0.37、0.63，表现出显著相关($P < 0.05$)，但相关系数较低。小面的胶黏性与咀嚼性的相关性为0.95，表现出极显著正相关($P < 0.01$)。由此可见，可选择重庆小面的硬度、胶黏性、咀嚼性作为质构特性的代表性指标，弹性作为次要指标，而内聚性不能作为代表性指标。

2.3 重庆小面感官评定结果分析

按照1.3节感官评定方法对重庆小面样品进行感官评定，结果如表4所示。

由表4可知，不同重庆小面样品的7种感官评

表4 重庆小面的感官评定结果

样品	色泽	表现状态	适口性	韧性	黏性	光滑性	食味
1	9.20±0.14 ^b	9.10±0.14 ^a	18.75±0.35 ^a	23.50±0.71 ^a	23.00±1.41 ^a	4.15±0.21 ^a	4.55±0.07 ^b
2	9.20±0.10 ^b	9.05±0.25 ^a	18.40±0.40 ^a	23.75±0.25 ^b	23.90±0.10 ^a	4.10±0.10 ^a	4.25±0.05 ^a
3	9.45±0.07 ^b	9.50±0.14 ^b	19.35±0.21 ^b	23.95±0.07 ^b	24.05±0.21 ^a	4.40±0.14 ^b	4.45±0.07 ^a
4	9.30±0.14 ^b	9.00±0.00 ^a	19.15±0.07 ^b	21.00±3.11 ^a	23.80±0.42 ^a	4.15±0.07 ^a	4.25±0.07 ^a
5	8.95±0.07 ^a	8.85±0.07 ^a	18.95±0.07 ^a	23.15±0.49 ^b	23.55±0.35 ^a	4.13±0.18 ^a	4.35±0.07 ^a
6	9.25±0.07 ^b	9.10±0.14 ^a	19.00±0.14 ^b	24.10±0.14 ^b	23.80±0.28 ^a	4.35±0.07 ^b	4.25±0.07 ^a
7	9.15±0.07 ^a	9.00±0.00 ^a	19.05±0.07 ^b	23.05±0.64 ^b	23.10±0.42 ^a	4.20±0.00 ^a	4.40±0.14 ^a
8	9.03±0.25 ^a	8.93±0.06 ^a	18.97±0.29 ^a	22.57±1.46 ^a	23.13±0.42 ^a	4.27±0.06 ^a	4.17±0.21 ^a
9	9.10±0.10 ^a	9.10±0.10 ^a	19.17±0.12 ^b	23.93±0.21 ^b	23.70±0.30 ^a	4.50±0.10 ^b	4.37±0.21 ^a

注：数值表示为“平均值±标准差”；肩标字母不同表示差异显著($P < 0.05$)。

价结果有所不同。对于色泽，样品3的评分最高，样品5的评分最低；对于表现状态，样品3的评分最高，样品5的评分最低；对于适口性，样品3的评分最高，样品2的评分最低；对于韧性，样品6的评分最高，样品4的评分最低；对于黏性，样品3的评分最高，样品1的评分最低；对于光滑性，样品9的评分最高，样品2的评分最低；对于食味，样品1的评分最高，样品8的评分最低。对于同一种重庆小面样品的感官评分间差异均不显著。

2.4 重庆小面的感官评定与质构特性相关性分析

为了验证重庆小面质构特性和感官评定的相关性，将上述9组小面样品的质构仪测试结果和感官评定结果做相关性分析。重庆小面的质构特性指标选取有代表性的硬度、弹性、胶黏性、咀嚼性。由于感官评定里面的色泽和食味不属于面条的组织结构，与质构分析关联性不大，因此将此两指标除去，剩余的表现状态、适口性、韧性、黏性和光滑性，与质构仪中的质构特性指标做相

关性分析。结果见表5。

表5 感官评定结果与TPA试验测试质构特性的相关性(R)

相关系数	硬度/N	弹性	胶黏性/N	咀嚼性/N
表现状态	-0.52	0.28	-0.71*	-0.16
适口性	0.84**	0.65	0.48	0.87**
韧性	0.70*	0.85**	-0.52	0.95**
黏性	-0.65	0.31	-0.82**	-0.81**
光滑性	0.91**	0.76*	0.72*	0.78*

注：*表示在 $P < 0.05$ 为显著相关，**表示在 $P < 0.01$ 为极显著相关。

由表5可知，重庆小面的硬度与适口性、光滑性的相关系数分别为0.84、0.91，表现为极显著相关($P < 0.01$)；与韧性的相关系数为0.70，表现为显著相关($P < 0.05$)；与表现状态、黏性呈现较差的负相关，这些说明硬度会影响小面的咀嚼力和爽滑口感。重庆小面的弹性与韧性的相关系数为0.85，表现为极显著相关($P < 0.01$)，与光滑性呈现显著相关($P < 0.05$)，这说明弹性会影响小



面的爽弹口感。重庆小面的胶黏性与黏性的相关系数为-0.82, 表现为极显著负相关($P < 0.01$), 说明胶黏性越大越黏牙, 不爽口; 胶黏性与表观状态、光滑性表现为显著相关。重庆小面的咀嚼性与适口性、韧性、黏性的相关性极其显著($P < 0.01$), 与适口性、韧性呈现正相关, 与黏性呈现负相关; 与光滑性的相关性显著; 说明咀嚼性是一个综合指标, 能很好地反映小面的质地品质。由此可见, 重庆小面的质构特性与感官评定具有一定的相关性, 硬度、弹性、胶黏性、咀嚼性等质构特性指标能够反映出小面的质地感官指标, 对小面的嚼劲、爽滑、爽弹等口感有很大的关系。

3 结论

本研究在分析重庆小面的质构特性之前优化了测试条件, 通过分析各组数据的平均相对标准偏差、相对标准偏差, 确定最佳测试条件为: TMS 25.4圆柱形探头, 形变量为60%, 测试速度为120 mm/min, 触发力0.2 N、回程高度10 mm。

本研究采用TPA模式分析了重庆小面的质构特性, 并对各质构参数进行相关性分析。结果表明, 重庆小面的硬度与胶黏性、咀嚼性的相关系数分别为0.97、0.97, 表现出极显著正相关($P < 0.01$); 内聚性和硬度、弹性、胶黏性、咀嚼性的相关性都不显著; 弹性与胶黏性、咀嚼性的相关系数为0.37、0.63, 表现出显著相关($P < 0.05$), 但相关系数较低; 胶黏性与咀嚼性的相关性为0.95, 表现出极显著正相关($P < 0.01$)。可选择重庆小面的硬度、胶黏性、咀嚼性作为质构特性的代表性指标, 弹性作为次要指标, 而内聚性不能作为代表性指标。

通过分析重庆小面的感官评定结果与质构特性结果, 发现重庆小面的硬度与适口性、光滑性的相关系数分别为0.84、0.91, 表现为极显著相关($P < 0.01$); 弹性与韧性的相关系数为0.85, 表现为极显著相关($P < 0.01$), 与光滑性呈现显著相关; 胶黏性与黏性的相关系数为-0.82, 表现为极显著负相关($P < 0.01$); 咀嚼性与适口性、韧性、黏性的相关性极其显著($P < 0.01$)。由此可见, 重庆小面的质构特性与感官评定具有一定的

相关性, 硬度、弹性、胶黏性、咀嚼性等质构特性指标能够反映出小面的质地感官指标, 对小面的嚼劲、爽滑、爽弹等口感有很大的关系。

参考文献:

- [1] 董克平, 郑莉. 重庆小面怎么就火了[J]. 中国烹饪, 2016, (10):128-128.
- [2] 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, (03):38-44.
- [3] 何全光, 黄梅华, 张斌珍, 等. 芒果TPA质构测定优化及不同成熟度芒果质构特性分析[J]. 食品工业科技, 2016, 37(18):122-126, 132.
- [4] 朱津津, 潘治利, 谢新华, 等. 汤圆TPA质构特性测试条件的优化[J]. 食品科学, 2013, 34(06):171-174.
- [5] 雷激, 张艳, 王德森, 等. 中国干白面条品质评价方法研究[J]. 中国农业科学, 2004, 12(1):2000-2005.
- [6] Yun S H, Rema G, Quail K. Instrumental assessments of Japanese white salted noodle quality[J]. Science of Food Agriculture, 1997, 74:81-88.
- [7] Matuso R R, Irvine G N. Spaghetti tenderness testing apparatus[J]. Cereal Chem, 1969, 46:1-6.
- [8] 远山良, 种谷真一. Relationship between sensory evaluation and tensipressor analysis of reimen(Korean noodle) [J]. 日本食品科学工学会志, 1999, 46:155-164.
- [9] 郑刚, 胡小松, 李全宏, 等. 用色度仪和质构仪对高蛋白挂面色泽和质地的研究[J]. 食品工业科技, 2006, 29(10):99-102.
- [10] 郭晓冬, 李颖. 花生蛋白营养面条的品质评价[J]. 粮油食品科技, 2010, 10(6):32-34.
- [11] 张波, 魏益民, 李韦谨. 影响面条感官质量的因素分析[J]. 中国农业科学, 2012, 45(12):2447-2454.
- [12] 商业部谷物油脂化学研究所. 面条用小麦粉:LS/T 3202—1993[S]. 北京:中国标准出版社, 1993.
- [13] 吴伟都, 董海英, 朱慧, 等. TPA及测试条件对湿面质构分析的影响[J]. 粮油加工, 2008, 19(5):84-86.
- [14] OH N H, SEIB P A, WARD A B, et al. Noodles. IV. Influence of flour protein, extraction rate, particle size, and starch damage on the quality characteristics of dry noodles[J]. Cereal Chemistry, 1985, 62.
- [15] 尹寿伟, 陆启玉, 杨秀改. 面条评价方法的研究[J]. 河南工业大学学报, 2005, 26(3):45-48.
- [16] 刘建军, 何中虎, 赵振东, 等. 小麦面条加工品质研究进展[J]. 麦类作物学报, 2001, 21(2):81-84.
- [17] MOHAMMAD S R. Instrumental texture profile analysis (TPA) of date flesh as a function of moisture content[J]. Journal of Food Engineering, 2005, 66(4):505-511.

