

# 胭脂萝卜质地特性分析研究

孙钟雷,熊玥,李宇

(长江师范学院 生命科学与技术学院,重庆 408100)

**摘要:**采用食物物性仪对重庆涪陵胭脂萝卜进行质地特性测试,分析了各质地指标间的相关性,找出了能评价胭脂萝卜质地特性的代表性指标,并和感官评定进行了相关性分析。结果表明:最佳测试条件是测试速度 100 mm/min、样品形变量 70%、TMS 25.4 圆柱形探头、触发力 0.2 N、回程高度 15 mm。在质地特性指标分析中,胭脂萝卜的硬度与脆性相关性达 0.961,呈现极显著相关;咀嚼性与内聚性、回复性相关性分别达 0.959 和 -0.893,均呈现极显著相关,而其他质地指标间未显现出显著的相关性。感官评定与质地特性的相关性分析表明,感官硬度与质地特性的硬度、脆性的相关系数分别为 0.943 和 0.905,总体口感与咀嚼性的相关系数为 0.933,均呈现极显著相关;硬度、脆性、咀嚼性指标能够反映出胭脂萝卜的感官质地品质;硬度、脆性、咀嚼性可作为胭脂萝卜最具有代表性的质地特性指标。研究结果为胭脂萝卜质地品质分析和进一步开发利用提供了帮助。

**关键词:**胭脂萝卜;质地特性;质地多面分析;相关性分析

中图分类号:TS202.1

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1000-9973.2020.07.013

文章编号:1000-9973(2020)07-0053-06

## Study on the Texture Properties of Carmine Radish

SUN Zhong-lei, XIONG Yue, LI Yu

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

**Abstract:** The texture properties of carmine radish from Fuling, Chongqing are investigated by food texture analyser. The correlation of texture indexes is analyzed, the representative indexes that can evaluate the texture properties of carmine radish is found out, and the correlation with the sensory evaluation is analyzed. The results show that the best test conditions are test speed of 100 mm/min, sample shape variable of 70%, TMS 25.4 cylindrical probe, trigger force of 0.2 N, and return height of 15 mm. In the analysis of texture properties, the correlation between hardness and brittleness of carmine radish reaches 0.961, which is significantly correlated. The correlation between chewiness and cohesiveness and resilience is 0.959 and -0.893 respectively, which are significantly correlated, while there's no significant correlation between the other texture properties. The correlation analysis between sensory evaluation and texture properties show that the correlation coefficient of sensory hardness and texture properties such as hardness and brittleness is 0.943 and 0.905 respectively, and the correlation coefficient between overall taste and chewiness is 0.933, which are significantly correlated. The hardness, brittleness and chewiness can reflect the sensory texture of carmine radish and they are used as the representative indexes of texture properties of carmine radish. The results will be helpful for the texture analysis and further development and utilization of carmine radish.

**Key words:** carmine radish; texture property; texture profile analysis; correlation analysis

胭脂萝卜是重庆涪陵的重要特色农产品,它是制作酱腌菜、泡菜以及雕花、各类工艺菜的常用原料<sup>[1-3]</sup>。它的质地特性如硬度、脆性等对其产品的感

官品质有重要影响,直接关系到产品的质量<sup>[4]</sup>。但是,关于胭脂萝卜质地特性方面的未见报道,因此分析研究其质地特性具有重要的意义。

收稿日期:2020-02-18

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资助项目;三峡库区特色作物工程研究中心资助项目

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

目前,分析食品的质地特性主要采用感官评定法和质地仪器测定法<sup>[5]</sup>。感官评定法主要依靠人们的口腔咀嚼来做出判断,其感受过程易受外界影响,且结果带有主观性<sup>[6-10]</sup>。食品质地仪法使得评价果蔬质地方式的内容更加丰富,且克服了感官评定所带来的主观因素,使得结果更加具有客观性、准确性<sup>[11-13]</sup>。质地多面分析方法(TPA 模式)是食品质地仪检测中最常用的检测模式,该模式是通过力学测试模拟人的咀嚼动作,在测试中,取得探头对试验样品的压力以及其他相关的质地参数<sup>[14,15]</sup>。国内学者利用质地多面分析了多种果蔬的质地进行分析,例如葡萄、梨、苹果等<sup>[16-26]</sup>。拟优化食品质地仪的测试条件,采用质地多面分析法来测定胭脂萝卜的硬度、脆性、咀嚼性、弹性等质地指标,对其进行分析研究,试图找出对胭脂萝卜质地评判的代表性参数。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

胭脂萝卜(涪陵杂交胭脂红 2 号):新鲜、红皮红心、无病虫害、无机械损伤,购于涪陵区马鞍农贸市场。

TMS-PRO 食物物性分析仪、TMS 25.4 圆柱形探头、Texture Lab Pro 测试软件;美国 FTC 公司。

### 1.2 样品处理方法

将胭脂萝卜两端去除,取中间部位,将其切分成 50 mm×20 mm×20 mm 的长方体块,备用;将长方体块用双刀切分成若干 25 mm×10 mm×10 mm 的小型长方体块测试样品,待测。

### 1.3 食物物性分析仪对胭脂萝卜质地的测试方法

按照 1.2 节中的方法对样品进行处理,使用 TMS-PRO 食物物性分析仪在 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 60,70,80,90,100 mm/min,设定样品形变量分别为 40%、50%、60%、70%、80%,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。然后进行胭脂萝卜质地特性测试,TPA 测试的胭脂萝卜质地特征曲线见图 1,由此得出胭脂萝卜质地的参数。其他测试条件为:触发力 0.2 N,回程高度 15 mm;同一种试样重复测试 10 次。

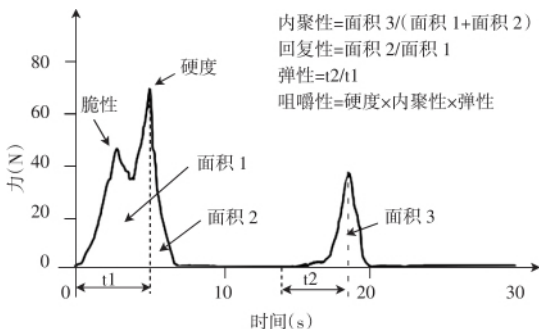


图 1 胭脂萝卜 TPA 试验质地特征曲线

Fig. 1 Texture characteristic curve of carmine radish TPA test

### 1.4 胭脂萝卜质地的感官评定方法

选取 10 位专业人员组成胭脂萝卜质地感官评价小组,该测试在食品感官评价实验室内完成。对胭脂萝卜样品进行随机编号,由专人呈送给评定专家,每种样品重复 3 次,结果取平均值。评定标准见表 1。

表 1 胭脂萝卜质地的感官评分标准

Table 1 Sensory evaluation standard of carmine radish texture

项目	分值	评分标准
硬度	30	指咀嚼胭脂萝卜条所需的最大力。所需力很大,不易咬碎(0~20分);所需力较大,较易咬碎(20~10分);所需力很小,容易咀嚼(10分以下)
脆度	30	指咀嚼时脆裂程度,脆裂声音。易脆裂,脆裂声音大(30~20分);较易脆裂,脆裂声音较大(20~10分);不易脆裂,脆裂声音小(10分以下)
总体口感	40	对胭脂萝卜的咀嚼口感、组织状态、质地构成的整体评价。密实,不软腐,脆嫩爽口,有咀嚼感(40~30分);较密实,较脆嫩爽口,较有咀嚼感(30~15分);质地较软,不脆嫩,咀嚼感差(15分以下)

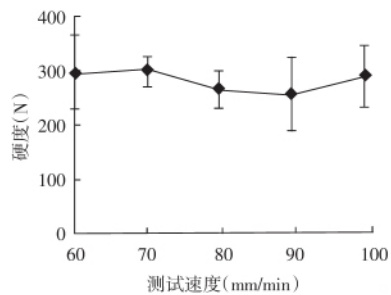
### 1.5 数据处理与分析方法

采用 Excel 2016 软件对数据进行标准偏差分析,采用 SPSS 13.0 软件对数据进行相关性分析等。

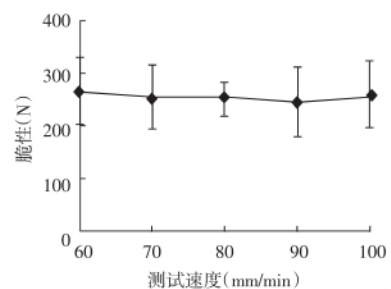
## 2 结果与分析

### 2.1 测试速度对胭脂萝卜质地特性的影响分析

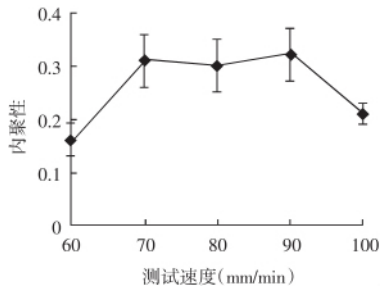
按照 1.3 节中的方法对胭脂萝卜样品进行 TPA 测试,分析测试速度分别为 60,70,80,90,100 mm/min 时,对硬度、脆性、内聚性、回复性、弹性和咀嚼性的影响,结果见图 2。



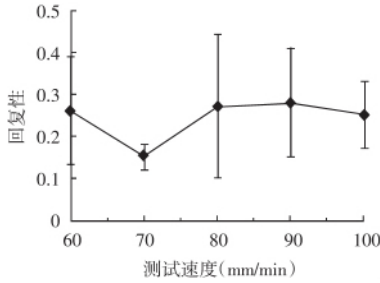
a. 测试速度对硬度的影响



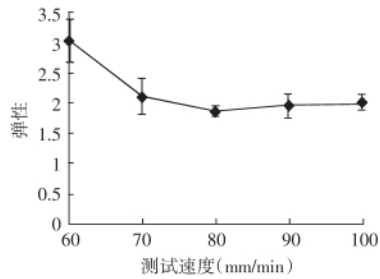
b. 测试速度对脆性的影响



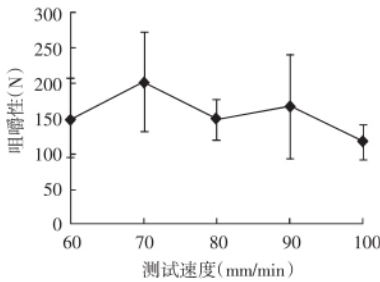
c. 测试速度对内聚性的影响



d. 测试速度对回复性的影响



e. 测试速度对弹性的影响



f. 测试速度对咀嚼性的影响

图 2 测试速度对 TPA 测试结果的影响

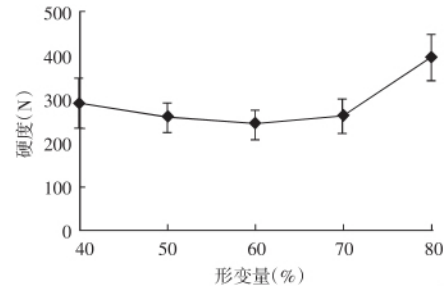
Fig. 2 Effect of test speed on texture profile analysis test results

由图 2 可知,随着测试速度的增大,硬度、脆性、弹性整体波动不大,而且相对标准偏差的范围分别为 9%~27%、12%~27%、5%~14%,说明测试速度对硬度、脆性、弹性的影响不大;而随着测试速度的增大,内聚性、回复性、咀嚼性相应数值波动较大,相对标准偏差的范围分别为 10%~21%、20%~64%、20%~44%。各质地特性:硬度、脆性、内聚性、回复性、弹性、咀嚼性测试结果的平均相对标准偏差分别为 29%、20%、22%、28%、19%。综合对比测试速度分别为

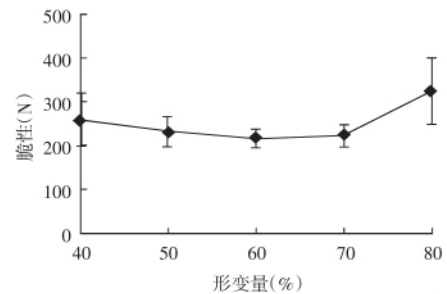
60,70,80,90,100 mm/min 的相对标准偏差与平均标准相对偏差,当测试速度为 100 mm/min 时,平均相对标准偏差最小,相对标准偏差波动最小,由此可知,最稳定的测试速度是 100 mm/min,故选择 100 mm/min 为最佳测试速度。

## 2.2 样品形变量对胭脂萝卜质地特性的影响分析

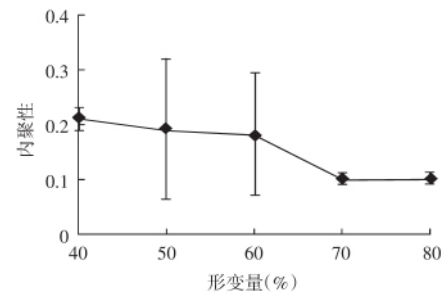
按照 1.3 节中的方法对胭脂萝卜样品进行 TPA 测试,分析样品形变量分别为 40%、50%、60%、70%、80%时,对硬度、脆性、内聚性、回复性、弹性和咀嚼性的影响,结果见图 3。



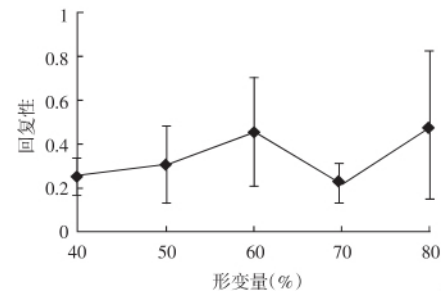
a. 样品形变量对硬度的影响



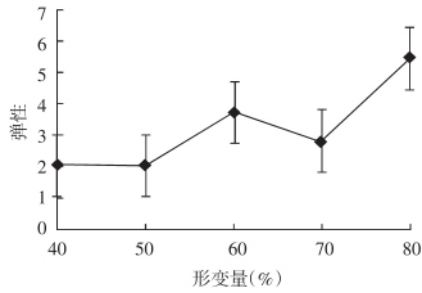
b. 样品形变量对脆性的影响



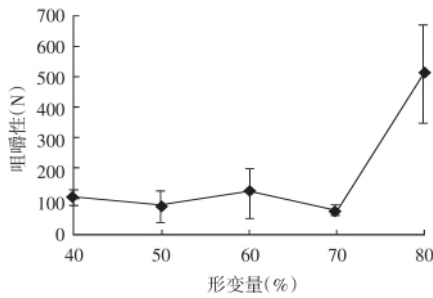
c. 样品形变量对内聚性的影响



d. 样品形变量对回复性的影响



e. 样品形变量对弹性的影响



f. 样品形变量对咀嚼性的影响

图 3 样品形变量对 TPA 测试结果的影响

Fig. 3 Effect of sample shape variable on texture profile analysis test results

由图 3 可知,随着样品形变量的改变,硬度、脆性整体波动不大,而且相对标准偏差的范围分别为 13%~19%、11%~25%,说明形变量对硬度、脆性的影响不大;而随着样品形变量的改变,内聚性、回复性、弹性、咀嚼性相应数值波动较大,相对标准偏差的范围分别为 5%~69%、30%~71%、3%~82%、11%~72%。各质地特性:硬度、脆性、内聚性、回复性、弹性、咀嚼性测试结果的平均相对标准偏差分别为 19%、37%、47%、16%、45%。综合对比测试速度分别为 40%、50%、60%、70%、80%的相对标准偏差与平均标准相对偏差,当形变量为 70%时,平均相对标准偏差最小,相对标准偏差波动较小,由此可知,最稳定的形变量是 70%,故选择 70%作为样品最佳形变量。

### 2.3 胭脂萝卜质地特性指标间的相关性分析

按照 1.2 节中的方法对样品进行处理,使用 TMS-PRO 食品物性分析仪在 TPA 模式下对处理后的 9 种样品进行测试,测试速度为 100 mm/min,样品形变量为 70%,触发力为 0.2 N,回程高度为 15 mm;同一种试样重复测试 10 次。胭脂萝卜质地特性的测试结果见表 2,按照 1.5 节的数据处理方法,对各质地特性参数进行相关性分析,结果见表 3。

表 2 TPA 试验测试胭脂萝卜的质地特性值

Table 2 Texture eigenvalues of carmine radish by TPA test

样品	硬度(N)	脆性(N)	内聚性	回复性	弹性	咀嚼性(N)
1	296.14±	266.04±	0.16±	0.26±	3.04±	149.62±
	70.97 <sup>b</sup>	69.24 <sup>b</sup>	0.03 <sup>a</sup>	0.13 <sup>a</sup>	0.37 <sup>b</sup>	59.25 <sup>b</sup>
2	298.78±	254.38±	0.31±	0.15±	2.11±	200.91±
	28.28 <sup>b</sup>	58.47 <sup>b</sup>	0.05 <sup>b</sup>	0.03 <sup>a</sup>	0.30 <sup>a</sup>	71.21 <sup>c</sup>

续表

样品	硬度(N)	脆性(N)	内聚性	回复性	弹性	咀嚼性(N)
3	264.78±	253.90±	0.30±	0.27±	1.86±	148.12±
	35.17 <sup>a</sup>	31.44 <sup>b</sup>	0.05 <sup>b</sup>	0.17 <sup>a</sup>	0.09 <sup>a</sup>	28.98 <sup>b</sup>
4	257.48±	246.84±	0.32±	0.28±	1.96±	168.14±
	70.07 <sup>a</sup>	67.41 <sup>a</sup>	0.05 <sup>b</sup>	0.13 <sup>a</sup>	0.21 <sup>a</sup>	74.14 <sup>b</sup>
5	289.10±	259.56±	0.21±	0.25±	2.00±	117.70±
	56.16 <sup>b</sup>	62.84 <sup>b</sup>	0.02 <sup>a</sup>	0.08 <sup>a</sup>	0.13 <sup>a</sup>	26.28 <sup>a</sup>
6	393.78±	324.80±	0.10±	0.48±	5.43±	214.30±
	54.45 <sup>bc</sup>	79.94 <sup>c</sup>	0.01 <sup>a</sup>	0.34 <sup>b</sup>	4.16 <sup>c</sup>	55.06 <sup>c</sup>
7	257.08±	230.92±	0.19±	0.30±	1.99±	90.88±
	32.94 <sup>a</sup>	33.42 <sup>a</sup>	0.13 <sup>a</sup>	0.18 <sup>a</sup>	0.06 <sup>a</sup>	53.46 <sup>a</sup>
8	240.70±	216.00±	0.18±	0.45±	3.68±	133.97±
	37.53 <sup>a</sup>	22.73 <sup>a</sup>	0.11 <sup>a</sup>	0.25 <sup>b</sup>	3.01 <sup>b</sup>	81.36 <sup>a</sup>
9	263.28±	222.88±	0.10±	0.22±	2.77±	75.91±
	37.12 <sup>a</sup>	24.11 <sup>a</sup>	0.01 <sup>a</sup>	0.09 <sup>a</sup>	0.21 <sup>a</sup>	10.22 <sup>a</sup>

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,不同胭脂萝卜样品的质地特性结果有所不同,样品 6 的硬度值最大,差异性显著,样品 8 的硬度最小;样品 6 的脆性值最大,样品 8 的脆性最小,差异均不显著;样品 4 的内聚性值最大,样品 6 和样品 9 的内聚性值最小,差异均不显著;样品 6 的回复性值最大,样品 2 的回复性值最小,差异均不显著;样品 6 的弹性值最大,样品 3 的弹性值最小,差异均不显著;样品 6 的咀嚼性值最大,样品 9 的咀嚼性值最小,差异均不显著。

表 3 TPA 试验测试胭脂萝卜各项质地参数间的相关性(R)

Table 3 Correlation between texture parameters of carmine radish by TPA test

质地特性	硬度	脆性	内聚性	回复性	弹性	咀嚼性
硬度	1					
脆性	0.961**	1				
内聚性	-0.578	-0.747	1			
回复性	0.297	0.378	-0.767	1		
弹性	0.016	-0.039	0.510	-0.673	1	
咀嚼性	-0.611	-0.726	0.959**	-0.893**	0.560	1

注:“\*”表示在 P<0.05 水平显著相关,“\*\*”表示在 P<0.01 水平极显著相关。

由表 3 可知,胭脂萝卜的硬度与脆性的相关性为 0.961,呈现出极显著正相关性(P<0.01),说明压缩样品的最大力(硬度)越大,样品的破碎性(脆性)越大,这符合果蔬的硬脆性特点;硬度与回复性、弹性为正相关,但相关性较差,与内聚性、咀嚼性为负相关,相关性也不显著。脆性与硬度呈现出极显著相关,而与内聚性、回复性、咀嚼性、弹性相关性较低,因此,硬度与脆性在胭脂萝卜的坚实度上都具有很好的代表性,在分析胭脂萝卜的质地特性上可以选择其一。食品的脆性是人们感知食品质地较为直接的指标,因此可选择脆性来分析胭脂萝卜的质地特性。咀嚼性与内聚性的相关性大小为 0.959,呈现出极显著正相关(P<0.01),

与回复性的相关性大小为-0.893,呈现出极显著负相关,该结果表明咀嚼性、内聚性、回复性可共同反映胭脂萝卜的质地特点,因此这 3 项质地参数可以作为评价胭脂萝卜的代表性指标。弹性与其他参数相关性均呈现出不显著,因此不能作为评价胭脂萝卜质地特性的代表性指标。综上所述,硬度、脆性、咀嚼性、内聚性、回复性都能作为评价胭脂萝卜质地特性的代表性指标。

### 2.4 胭脂萝卜的感官评定结果

按照 1.4 节感官评定方法对胭脂萝卜样品进行感官评定,结果见表 4。

表 4 胭脂萝卜的感官评定结果

Table 4 Sensory evaluation results of carmine radish

样品	硬度	脆度	总体口感
1	17.67±0.58 <sup>a</sup>	20.33±1.53 <sup>b</sup>	32.33±1.53 <sup>b</sup>
2	16.67±0.58 <sup>a</sup>	22.67±0.58 <sup>b</sup>	33.67±0.58 <sup>b</sup>
3	15.00±2.00 <sup>a</sup>	21.00±2.00 <sup>b</sup>	33.33±1.53 <sup>b</sup>
4	19.33±1.53 <sup>b</sup>	20.00±2.00 <sup>a</sup>	33.00±2.00 <sup>b</sup>
5	10.00±2.00 <sup>a</sup>	13.67±2.31 <sup>a</sup>	23.00±10.82 <sup>ab</sup>
6	20.00±2.00 <sup>b</sup>	17.67±2.52 <sup>a</sup>	25.00±5.00 <sup>a</sup>
7	14.33±2.52 <sup>a</sup>	13.67±3.79 <sup>a</sup>	22.67±3.06 <sup>a</sup>
8	16.67±2.89 <sup>a</sup>	15.67±4.04 <sup>a</sup>	26.67±5.77 <sup>a</sup>
9	19.00±1.00 <sup>b</sup>	23.00±1.00 <sup>b</sup>	33.00±1.00 <sup>b</sup>

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 4 可知,不同胭脂萝卜样品的 3 种感官评价结果有所不同,对于硬度,样品 6 的评分最高,样品 5 的评分最低;对于脆度,样品 9 的评分最高,样品 5 的评分最低;对于总体口感,样品 2 的评分最高,样品 7 的评分最低,样品 5 的差异显著。

### 2.5 胭脂萝卜的感官评定与质地特性相关性分析

为了验证胭脂萝卜质地特性和感官评定的相关性,将上述 9 组样品的物性仪测试结果和感官评定结果做相关性分析。胭脂萝卜的质地特性指标选取有代表性的硬度、脆性、咀嚼性、内聚性、回复性,结果见表 5。

表 5 感官评定结果与 TPA 试验测试质地特性的相关性(R)

Table 5 Correlation between sensory evaluation results and texture properties detected by TPA test

相关系数	硬度	脆性	内聚性	回复性	咀嚼性
硬度	0.943**	0.905**	0.690	-0.612	0.845*
脆度	0.889*	0.874*	0.379	-0.790	0.892*
总体口感	0.730	0.865*	0.478	-0.644	0.933**

注:“\*”表示在P<0.05水平显著相关,“\*\*”表示在P<0.01水平极显著相关。

由表 5 可知,胭脂萝卜的感官硬度与质地特性的硬度、脆性的相关系数分别为 0.943,0.905,表现为极显著相关(P<0.01);与咀嚼性的相关系数为 0.845,表现为显著相关(P<0.05);与内聚性、回复性呈现较差的相关性,说明质地特性的硬度、脆性、咀嚼性指标能反映出胭脂萝卜的硬度和口感。胭脂萝卜的脆度与硬度、脆性、咀嚼性的相关系数分别为 0.889,0.874,

0.892,表现为显著相关(P<0.05),与内聚性、回复性呈现较差的相关性。胭脂萝卜的总体口感与咀嚼性的相关系数为 0.933,表现为极显著负相关(P<0.01),说明咀嚼性能反映出总体口感;与脆性的相关系数为 0.865,表现为显著相(P<0.05)关;与其他质地指标的相关性较差。由此可见,胭脂萝卜的质地特性与其感官指标具有一定的相关性,硬度、脆性、咀嚼性等质地特性指标能够反映出胭脂萝卜的感官质地品质。

## 3 结论

本研究采用食品物性仪的 TPA 模式分析了涪陵地区的特色产品胭脂萝卜的质地特性,确定了最佳测试速度为 100 mm/min,最佳形变量为 70%,TMS 25.4 圆柱形探头,触发力为 0.2 N,回程高度为 15 mm。相关性分析表明脆性与硬度,咀嚼性与内聚性、回复性均具有明显相关性,而其他质地指标相互之间没有表现出显著的相关性,这显示了硬度与脆性可用来评价胭脂萝卜的质地特性,咀嚼性与内聚性、回复性也能作为评价胭脂萝卜质地特性的代表性参数。

通过感官评定分析了胭脂萝卜的硬度、脆度、整体口感等感官质地指标,结果表明不同胭脂萝卜样品的 3 种感官质地结果有所差异。又对胭脂萝卜的感官评定结果和食品物性仪测试结果进行了相关性分析,结果表明胭脂萝卜的质地特性与其感官指标具有一定的相关性,硬度、脆性、咀嚼性等质地特性指标能够反映出胭脂萝卜的感官质地品质;硬度、脆性、咀嚼性可作为胭脂萝卜最具有代表性的质地特性指标。本研究有利于胭脂萝卜的质地评定,对各质地特性的客观性分析提供理论依据。

### 参考文献:

[1]李宇,刘林,范亚,等.复合涂膜对鲜切胭脂萝卜保鲜研究[J].食品工业,2016,37(10):108-112.

[2]汪照,谢春燕,李岩,等.胭脂萝卜薄层干燥的动力学模型及工艺优化[J].食品工业科技,2016,37(2):265-269.

[3]高升,王方艳.红心萝卜力学特性试验研究[J].农机化研究,2017,39(8):170-174.

[4]罗斌,赵有斌,尹学清,等.质构仪在果蔬品质评定中应用的研究进展[J].食品研究与开发,2019,40(5):209-213.

[5]林芳栋,蒋珍菊,廖珊,等.质构仪及其在食品品质评价中的应用综述[J].生命科学仪器,2009,7(5):61-63.

[6]吴洪华,姜松.食品质地及其 TPA 测试[J].食品研究与开发,2005,26(5):128-131.

[7]Mojet J, Koster E P. Sensory memory and food texture[J]. Food Quality and Preference,2005,16(3):251-266.

[8]Booth D A, Earl T, Mobini S. Perceptual channels for the texture of a food[J]. Appetite,2003,40(1):69-76.

[9]王鑫,车刚,万霖,等.不同干燥方式对白萝卜干制品品质的影响[J].黑龙江八一农垦大学学报,2017,29(2):58-63.

[10]周强,刘蒙佳,游慧英.发酵条件对腌制萝卜品质影响及其工艺优化研究[J].中国调味品,2018,43(2):12-16.

[11]张秋会,宋莲军,黄现青,等.质构仪在食品分析与检测中的应用[J].农产品加工,2017,42(24):52-56.  
[12]霍胜伟.质构仪在食品研究中的应用现状[J].现代食品,2017,27(16):75-77.  
[13]朱丹实,李慧,曹雪慧,等.质构仪器分析在生鲜食品品质评价中的研究进展[J].食品科学,2014,35(7):264-269.  
[14]纪宗亚.质构仪及其在食品品质检测方面的应用[J].食品工程,2011,51(3):22-25.  
[15]姜勇,王允虎,薄艳红,等.不同品种无花果 TPA 质构特性分析[J].山东农业科学,2018,50(10):52-56.  
[16]李婷,安迪,鲍金平,等.基于果实质地参数的葡萄贮藏特性评价[J].核农学报,2018,32(11):2155-2161.  
[17]韩艳文,李文生,王宝刚,等.葡萄果实质地剖面分析的参数优化[J].北方园艺,2018,36(19):129-135.  
[18]袁军伟,赵胜建,郭紫娟,等.基于 TPA 模式对 3 个葡萄品种果实质构性能的比较[J].河北农业科学,2016,20(4):105-108.  
[19]娄来峰,吴杰,张慧,等.香梨质地的多面分析及综合评价[J].

石河子大学学报(自然科学版),2017,35(3):373-377.  
[20]王斐,姜淑苓,陈秋菊,等.脆肉梨果实成熟过程中质地性状的变化[J].果树学报,2016,33(8):950-958.  
[21]李莉峰,叶春苗,韩艳秋.不同干燥方式对南果梨干理化指标及质构特性的影响[J].食品工业,2018,39(10):46-49.  
[22]蒋小雅,郑炯.不同干燥方式对梨干质构特性和微观结构的影响[J].食品与发酵工业,2016,42(3):137-141.  
[23]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.  
[24]杨玲,张彩霞,丛佩华,等.基于质地多面分析法对不同苹果品种果肉质地特性的分析[J].食品科学,2014,35(21):57-62.  
[25]李丽娜,赵武奇,曾祥源,等.苹果的质构与感官评定相关性研究[J].食品与机械,2017,33(6):37-41,45.  
[26]杨玲,丛佩华,王强,等.不同苹果品种在贮藏过程中果实质构的变化[J].果树学报,2016,33(11):1439-1446.

(上接第 47 页)之下,新型鸡蛋干的菌落总数增加较为缓慢,在 30 d 时达到 4.45 lg (CFU/g),低于传统鸡蛋干的 4.88 lg (CFU/g)。其原因可能与新型鸡蛋干水分活度更低有关。随着后期鸡蛋干的蛋白质变性,结构被破坏,传统鸡蛋干中的结合水变为自由水,水分活度增加,为微生物的生长提供了良好的环境,因此菌落总数增长速度较快,而新型鸡蛋干中鸡皮蛋白凝胶能更好地留住水分,降低自由水的含量,从而降低水分活度,增长了产品保质期。

### 3 结论

本文将鸡皮与大豆分离蛋白充分乳化制作成凝胶,添加于鸡蛋干的加工中,其关键工艺及技术参数为:鸡皮斩拌为低温间歇斩拌,2℃ 4000 r/min 斩拌 5 min,静置 5 min,总时间 20 min;鸡皮蛋白凝胶制备为低温变速斩拌,2℃ 高速 4000 r/min 斩拌 5 min 后低速 100 r/min 斩拌 2 min,再高速 4000 r/min 斩拌 3 min;蒸制工艺为蒸煮温度 86℃,蒸煮时间 60 min;烘烤工艺为烘烤温度 85℃,烘烤时间 35 min,杀菌工艺为 10 min-20 min-15 min/121℃,反压冷却压力 0.23~0.25 MPa。

通过对新型鸡蛋干产品进行检测,得到产品主要特性指标为:水分 66.8%,蛋白质 17.66%,脂肪 13.49%,灰分 2.01%,Aw 0.92, pH 8.09, L\* 77.31, a\* 10.71, b\* 41.81,硬度、弹性和咀嚼性分别为 3661.42 g, 0.961, 2837.28。通过与传统鸡蛋干的产品特性对比表明,以本工艺生产的新型鸡蛋干有着更适宜保藏的水分含量、pH 和优秀的色度和质构特性,并能在一定的贮藏期间保持良好的感官品质和色度。通过将鸡皮与大豆分离蛋白相结合作为添加剂加入鸡蛋干,制作出的新型鸡蛋干符合国家相关产的质量标准,并且可达到绿色食品及满足清洁标签要求。

### 参考文献:

[1]张强,黄丽燕,刘文营,等.蛋白液鸡蛋干关键加工工艺研究[J].农产品加工(学刊),2012(10):71-73.  
[2]李昕阳.全蛋液鸡蛋干加工工艺的优化[D].雅安:四川农业大学,2016.  
[3]侯宇.蛋干生产工艺优化研究[D].长春:吉林大学,2015.  
[4]胡瑞,周文倩,李纯,等.鸡蛋干硬度影响因素的研究[J].食品与机械,2013(6):67-70.  
[5]曾生林,余艺敏,马静.油炸鸡蛋干的加工工艺研究[J].肉类工业,2018(6):19-21.  
[6]张伯勇,樊晓盼,马偲珍,等.风味鸡蛋干的加工工艺研究[J].食品研究与开发,2018(11):101-105.  
[7]曾庆冉.鸡皮胶原蛋白肽的制备及其富肽饮品的开发[D].无锡:江南大学,2013.  
[8]谭燕,刘曦,袁芳.魔芋葡甘聚糖的结构、性质及其在食品中的应用[J].中国调味品,2019,44(2):168-174,178.  
[9]宋大巍,刘鸞雯,张丽萍.麻辣蒸煮香肠品质和感官特性研究[J].中国调味品,2017,42(2):28-32.  
[10]陆红佳,袁进文,游玉明.粒度大小对姜渣膳食纤维功能特性的影响[J].中国调味品,2018,43(10):37-42.  
[11]霍伟强.鸡皮应用的工艺探讨[J].肉类研究,1998(3):39.  
[12]史梅莓,王洋,车帮敏,等.酱卤肉制品在冻藏过程中水分及色泽稳定性研究[J].中国调味品,2019,44(7):37-41.  
[13]黄丽燕,张强,刘文营,等.不同热处理方式对卤蛋蛋白的质构影响[J].食品工业,2012(9):75-78.  
[14]Ristic M, Damme K. Significance of pH-value for meat quality of broilers; influence of breed lines[J]. Veterinarski Glasnik, 2013, 67(1-2): 67-73.  
[15]卢尧.肉制品腌制过程中亚硝酸盐变化规律及生物抗氧化剂对亚硝酸盐的抑制作用研究[D].长春:吉林大学,2016.  
[16]Larissa Tátero Carvalho, Manoela Alves Pires, Juliana Cristina Baldin, et al. Partial replacement of meat and fat with hydrated wheat fiber in beef burgers decreases caloric value without reducing the feeling of satiety after consumption[J]. Meat Science, 2019(147): 53-59.