

# 低糖樱桃番茄果脯渗糖工艺研究 及品质评价

王 晨, 杨 薇\*, 易 丽, 于启洋

(昆明理工大学现代农业工程学院, 云南昆明 650500)

**摘要:**为了探讨果脯品质的量化评价指标, 本文以樱桃番茄为研究对象, 对不同渗糖梯度、食盐浓度制成的果脯进行感官评定和质地多面分析法(Texture Profiles Analysis, TPA)评价, 优化了樱桃番茄果脯的生产工艺参数; 同时对感官评定和 TPA 评价指标进行相关性分析。结果表明: 制作樱桃番茄果脯较优工艺参数为渗糖梯度 20%~30%~40%~50%, 食盐浓度 1%; TPA 指标中的硬度、胶粘性和咀嚼性与感官评定指标存在显著相关性, 并得到了以 TPA 指标为自变量, 感官评定指标为因变量的具有统计学意义( $p < 0.05$ )的线性回归方程, 此结果对感官评定指标进行了有效的补充, 可为果脯品质的定量评价提供理论依据。

**关键词:** 樱桃番茄果脯, 感官评定, TPA, 质构

## Study on the evaluation index of the quality of low sugar Cherry tomato preserved fruit

WANG Chen, YANG Wei\*, YI Li, YU Qi-yang

(Faculty of Modern Agricultural Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650500, China)

**Abstract:** In order to investigate the quantitative indicators of preserved fruits, the sensory evaluation and texture profile analysis (TPA) were used to analyze the Cherry tomato preserved fruits with different salt concentration, sugar permeability gradient, and the production process of the Cherry tomato preserved fruits was optimized. Meanwhile, the correlation analysis between TPA indexes and sensory evaluation indexes were conducted. The results indicated that the optimal process was the sugar permeability gradient of 20%~30%~40%~50% and salt content of 1%. The hardness, adhesive, chewing and sensory evaluation indexes were significantly correlational. Linear regression equations were established based on the TPA indexes as independent variables, and the sensory evaluation indexes as dependent variables in statistic. This result can be used to supplement the index of sensory evaluation. The study provides theory basis for determining the quantitative evaluation index of preserved fruits.

**Key words:** Cherry tomato preserved fruit; sensory evaluation; TPA; texture

中图分类号: TS255.41

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2017)03-0265-06

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2017.03.042

樱桃番茄 (Cherry tomato) 属茄科, 又叫圣女果、袖珍番茄, 其外观玲珑可爱, 酸甜可口, 深受广大消费者的青睐<sup>[1]</sup>。为延长果蔬的保存期, 提高果蔬的经济价值, 将其制成果脯蜜饯。果脯蜜饯是以水果、蔬菜为原料, 经糖制加工而成的食品, 它富含多种对人体有益的物质维生素<sup>[2]</sup>。我国传统果脯为高糖果脯, 含糖量高达 75%, 摄入过多的糖分易引发肥胖症和心血管病等, 所以研究含糖量低于 50% 的低糖果脯愈显重要<sup>[3]</sup>。

目前对食品质构的评价主要有感官评定方法和仪器分析方法, 由于感官评定存在着语言表现与感觉对应的不明确性, 相同刺激鉴别较难等问题, 而应

用质构仪等仪器对食品进行 TPA 实验, 对食品进行两次压缩, 此过程能够模拟人口腔的咀嚼运动, 获得食品的硬度、粘附性、弹性等定量的质地参数<sup>[4-6]</sup>。国外对油桃<sup>[7]</sup>、米饭<sup>[8]</sup>、面包<sup>[9]</sup>等食品质构研究较为深入。国内, 任朝晖<sup>[10]</sup>等以巨峰葡萄为试材, 研究得出质地多面剖析法能很好地反映葡萄果肉质地参数变化规律。汪名春<sup>[11]</sup>等研究得出菊糖米糕的硬度、粘性和咀嚼性等 TPA 指标与感官评价的相应指标间具有良好的相关性。但对于果脯的品质评定较多是利用感官评定方法, 赵梅<sup>[12]</sup>、肖春玲<sup>[13]</sup>、刘卫华<sup>[14]</sup>等均采用感官评定, 评价了不同方式制成樱桃番茄果脯的品质。所以目前国内对樱桃番茄果脯品质评定

收稿日期: 2016-08-01

作者简介: 王晨 (1990-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 农产品加工与机械, E-mail: wccherry@126.com。

\* 通讯作者: 杨薇 (1963-), 女, 硕士, 副教授, 研究方向: 农产品加工与机械, E-mail: 1084406147@qq.com。

多以感官评定为主,尚未使用定量的方法评定樱桃番茄果脯品质。鉴于此,本文对不同渗透方式制成的樱桃番茄果脯进行感官评定和 TPA 实验,找出感官评定指标与 TPA 实验指标之间的关系,探讨出评价樱桃番茄果脯品质的较为客观的定量评定指标,以对感官评定方法进行有效的补充,并找到制作樱桃番茄果脯的较优工艺参数。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

1.1.1 实验材料 实验材料为八成熟的新鲜樱桃番茄,品种是亚蔬 11 号,在当地市场购得,对买来的樱桃番茄进行尺寸测量。选择纵轴(从果茎到顶点的连线方向)为 35~39 mm,横向直径为 21~25 mm,单个质量为 10~14 g 的樱桃番茄作为实验材料。初始湿基含水率为 93.53 g/100 g,测试方法及单位按国家标准 GB/T 5009.3-2010 执行<sup>[15]</sup>。白砂糖及食盐,均为市售(食品级)。

1.1.2 实验设备 食物性分析仪 TMS-PRO 型,美国 FTC 公司;电热鼓风干燥箱 101-2AB 型,北京中兴伟业仪器有限公司;手持糖度仪一支,烧杯、量筒、滤纸和培养皿若干;电子分析天平 BL310 型,精度 0.01 g,德国赛多利斯集团;游标卡尺 精度 0.02 mm,成都成量工具有限公司。

### 1.2 实验方法

1.2.1 材料处理 将樱桃番茄清洗,去除表面污垢,放在阴凉处沥干。用  $\Phi 1$  mm 的竹签刺入果实内 8 mm 左右,密度为 8 个孔/cm<sup>2</sup>,孔间距离约 2 mm。该方法可以破坏外果皮蜡质层,使得果实更容易吸收糖分,缩短制作时间<sup>[16]</sup>。

1.2.2 实验方案 参考国标 GB/T10782-2006 及相关文献,确定制作低糖樱桃番茄果脯渗透溶液中含糖量最高为 50%,食盐浓度最高为 3%<sup>[3,17]</sup>。采用梯度渗透的方法,确立实验因素及水平为:渗糖梯度分别为 20%~30%~40%~50%,30%~40%~50% 及 30%~50%;食盐浓度分别为 1%、2%、3%,如表 1 所示。

1.2.3 实验方法 实验时,选取 45 颗樱桃番茄,分成 3 组进行平行实验,每份 15 颗,200 g 左右,以樱桃番茄质量与渗透溶液之比为 1:2 来确定溶液的质量<sup>[18]</sup>。用 1000 mL 的烧杯配制实验所需溶液,渗透过程中,在烧杯内倒扣一个直径为 90 mm 的培养皿,保证每一个樱桃番茄都能完全浸没于溶液中。当连续 3 次测量溶液糖度值达到不变时,认为溶液浓度和樱桃番茄内部浓度达到平衡,然后提高溶液浓度,直至每个梯度渗透完毕。

1.2.4 烘干 从糖液中捞出樱桃番茄,用滤纸沥干

表 1 樱桃番茄果脯渗透脱水实验方案

Table 1 The double factors no repeating test scheme of the osmotic dehydration of cherry tomato preserved

实验号	渗糖梯度	食盐浓度 (%)
1	20%~30%~40%~50%	1
2	20%~30%~40%~50%	2
3	20%~30%~40%~50%	3
4	30%~40%~50%	1
5	30%~40%~50%	2
6	30%~40%~50%	3
7	30%~50%	1
8	30%~50%	2
9	30%~50%	3

表面多余的糖液,单层平铺在培养皿上,放在电热鼓风干燥箱内,在温度 60 °C 条件下干燥至湿基含水率为 15~20 g/100 g<sup>[17,19]</sup>。

1.2.5 感官评定方法及评分标准 选 10 名经过感官评定训练的初级专业评价员(5 男 5 女),对樱桃番茄果脯进行感官评定打分,每次品尝 3 个样品,品尝每个样品间须用温水漱口,减少上一个样品对下一个样品的影响<sup>[4]</sup>。感官评定评分标准如表 2 所示<sup>[20]</sup>。每个测试样品的感官评分数据去掉最高和最低评分后取平均值。

1.2.6 TPA 实验及测试指标 采用型号为 TMS 10 mm Steel 的圆柱加载压头,压头面积为 78.5 mm<sup>2</sup>。测试时,将樱桃番茄果脯平放在实验台上,对中间平坦部位进行测试。TPA 实验设定参数为:实验速度为 1 mm/s,试样受压变形 30%,两次循环中间间隔 10 s,压缩次数为 2 次,随机选取 5 个样品,结果取平均值<sup>[10]</sup>。测定指标包括硬度、粘附性、内聚性、弹性、胶粘性和咀嚼性。测定的典型曲线图如图 1 所示,测定指标定义如表 3 所示。

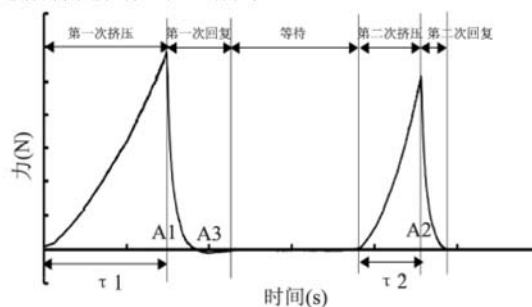


图 1 样品 TPA 实验的质地特征曲线

Fig.1 Typical texture profile analysis curve of the sample

1.2.7 数据处理方法 应用 Excel 2013 软件及 SPSS

表 2 樱桃番茄果脯感官评定评分标准

Table 2 The sensory standard for evaluation of cherry tomato preserved

等级	咀嚼感	组织状态	色泽
一级	软硬适中,有韧性 3.6~4.0	饱满 2.6~3.0	透明有光泽 2.6~3.0
二级	偏软,粘牙 3.1~3.5	较饱满 2.1~2.5	较透明 2.1~2.5
三级	偏硬 0~3.0	不饱满 0~2.0	不透明无光泽 0~2.0

表3 TPA 测试指标及其定义<sup>[4]</sup>

Table 3 The indexes and its definition of TPA test<sup>[4]</sup>

TPA 指标	定义
硬度	硬度表示物体发生变形所需要的力,也表示为第一次压缩的最大用力,一般在食品最大程度的变形处,如图1中第一个峰顶处。
粘附性	粘附性是食品表面和其他物体(舌、牙、口腔)附着时,剥离它们所需要的力,也表示为第一次压缩完成到第二次压缩开始前所产生的负面积,即图1的面积A3。
内聚性	内聚性又为凝聚性,指形成食品形态所需内部结合力的大小,其数值的大小可以用两次压缩做功的比值表示,即图1中面积A2/面积A1。
弹性	弹性是指物体在外力的作用下发生形变,当撤去外力后恢复原来状态的能力。也表示为上一次压缩去掉后食品恢复的高度,即可视为其下一次压缩的高度,在图1中可以用 $\tau_2/\tau_1$ 来表示。
胶粘性	胶粘性表示把食品咀嚼呈可咽状态所需要的能量,和食品的硬度、内聚性有关,数值=硬度×内聚性。
咀嚼性	咀嚼性与食品的硬度、弹性、内聚性有关,它是指将食品咀嚼到能够被吞咽状态所需要的能量,数值=硬度×内聚性×弹性。

表4 樱桃番茄果脯感官评定结果分析

Table 4 The sensory evaluation results of cherry tomato preserved by visual analysis

样品组数	因素			咀嚼感	组织状态	色泽	总分
	A 渗糖梯度	B 食盐浓度(%)	C 空列				
1	1 (20%~30%~40%~50%)	1 (1%)	1	3.56	2.46	2.66	8.68
2	1	2 (2%)	2	3.48	2.46	2.16	8.10
3	1	3 (3%)	3	3.43	2.51	2.08	8.02
4	2 (30%~40%~50%)	1	2	3.10	2.44	2.38	7.92
5	2	2	3	3.24	2.53	2.03	7.80
6	2	3	1	3.15	2.41	2.35	7.91
7	3 (30%~50%)	1	3	2.99	2.21	2.01	7.21
8	3	2	1	3.09	1.98	1.75	6.82
9	3	3	2	3.06	2.29	1.99	7.34
K <sub>1</sub>	24.8	23.81	23.41				
K <sub>2</sub>	23.63	22.72	23.36				
K <sub>3</sub>	21.37	23.27	23.03				
k <sub>1</sub>	8.27	7.94	7.80				
k <sub>2</sub>	7.88	7.57	7.79				
k <sub>3</sub>	7.12	7.76	7.68				
R	1.14	0.37	0.12				
最佳组合	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>				

20 统计软件对实验结果进行统计分析,对感官评定结果进行直观分析,对 TPA 指标结果采用平均值±标准差形式表示,应用相关性分析对感官评定指标结果和 TPA 指标结果进行分析,并采用逐步回归法进行回归分析,建立感官评定预测模型。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同渗透方式制成果脯感官评定的直观分析结果

以渗糖梯度和食盐浓度为因素,咀嚼感、组织状态和色泽为指标,对樱桃番茄果脯感官评定结果进行直观分析,结果如下表4所示。从表中极值可知,影响果脯口感的因素主次顺序为A>B,渗糖梯度比食盐浓度对樱桃番茄渗透结果影响更大,较优工艺为A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>,即在常温常压下,渗糖梯度为20%~30%~40%~50%,食盐含量为1%,这种条件下,感官评价得分最高。

这是由于樱桃番茄在渗透过程中,渗透脱水的质量传递动力主要来源于樱桃番茄细胞与溶液间的浓度差,而樱桃番茄细胞壁是半透膜,因此在渗透脱水时,细胞内水分透过膜向溶液扩散,溶液中的溶质也向细胞内部渗透<sup>[21]</sup>。当渗糖梯度数目少,溶液浓度梯度大,高浓度蔗糖溶液在樱桃番茄表面形成一层糖层,对溶质的渗入起到了一定的阻碍作用<sup>[16]</sup>。此时果脯吸糖不足,制成的果脯口感偏硬,外观干瘪,颜色发暗,无光泽。当渗糖梯度数目增加,溶液浓度梯度变小,果脯吸糖充足,制成的果脯软硬适中,外观饱满透明。因此选用渗糖梯度为20%~30%~40%~50%,食盐含量为1%制做樱桃番茄果脯,产品饱满透明,口感佳。

### 2.2 不同渗透方式制成樱桃番茄果脯 TPA 指标测试结果及分析

表5是在不同渗透条件下制成樱桃番茄果脯的

表5 樱桃番茄果脯 TPA 指标测定结果

Table 5 TPA test results of cherry tomato preserved

渗透方式		食盐浓度 (%)	硬度 (N)	粘附性 (N·mm)	内聚性	弹性	胶粘性 (N)	咀嚼性 (N)
渗糖梯度								
20%~30%~40%~50%	1		2.84 ± 0.825 <sup>d</sup>	0.02 ± 0.011 <sup>b</sup>	0.50 ± 0.032 <sup>b</sup>	1.20 ± 0.063 <sup>de</sup>	1.37 ± 0.394 <sup>e</sup>	1.62 ± 0.370 <sup>e</sup>
	2		3.23 ± 0.492 <sup>d</sup>	0.04 ± 0.004 <sup>ab</sup>	0.40 ± 0.071 <sup>d</sup>	1.15 ± 0.097 <sup>e</sup>	1.31 ± 0.312 <sup>e</sup>	1.54 ± 0.378 <sup>e</sup>
	3		3.16 ± 0.492 <sup>d</sup>	0.01 ± 0.009 <sup>b</sup>	0.50 ± 0.071 <sup>b</sup>	1.37 ± 0.164 <sup>cd</sup>	1.53 ± 0.220 <sup>e</sup>	2.10 ± 0.447 <sup>e</sup>
30%~40%~50%	1		4.32 ± 0.262 <sup>e</sup>	0.04 ± 0.041 <sup>ab</sup>	0.58 ± 0.045 <sup>a</sup>	1.74 ± 0.171 <sup>ab</sup>	2.48 ± 0.126 <sup>d</sup>	4.30 ± 0.418 <sup>b</sup>
	2		5.04 ± 0.543 <sup>e</sup>	0.07 ± 0.041 <sup>a</sup>	0.50 ± 0.071 <sup>b</sup>	1.77 ± 0.104 <sup>a</sup>	2.47 ± 0.497 <sup>d</sup>	4.40 ± 0.959 <sup>b</sup>
	3		5.99 ± 0.349 <sup>b</sup>	0.03 ± 0.019 <sup>b</sup>	0.48 ± 0.045 <sup>bc</sup>	1.49 ± 0.219 <sup>c</sup>	2.77 ± 0.235 <sup>cd</sup>	4.46 ± 0.422 <sup>b</sup>
30%~50%	1		7.13 ± 0.430 <sup>a</sup>	0.04 ± 0.014 <sup>ab</sup>	0.46 ± 0.055 <sup>bcd</sup>	1.40 ± 0.210 <sup>cd</sup>	3.04 ± 0.416 <sup>bc</sup>	4.25 ± 0.922 <sup>b</sup>
	2		7.48 ± 1.019 <sup>a</sup>	0.02 ± 0.026 <sup>b</sup>	0.42 ± 0.045 <sup>cd</sup>	1.46 ± 0.274 <sup>c</sup>	3.30 ± 0.383 <sup>ab</sup>	4.82 ± 1.150 <sup>ab</sup>
	3		8.05 ± 1.292 <sup>a</sup>	0.02 ± 0.008 <sup>b</sup>	0.46 ± 0.055 <sup>bcd</sup>	1.55 ± 0.087 <sup>bc</sup>	3.60 ± 0.509 <sup>a</sup>	5.56 ± 0.510 <sup>a</sup>

注:表中数据为平均值 ± 标准差。同一列字母不同者表示差异显著 ( $p < 0.05$ )。

TPA 指标测试结果。从表中可看出,当食盐浓度一定时,樱桃番茄果脯 TPA 指标中硬度、胶粘性和咀嚼性差异显著 ( $p < 0.05$ ),硬度、胶粘性和咀嚼性的测试值随着渗糖梯度数目减少而逐步增大。硬度从 2.84 N 增大到 7.13 N,胶粘性从 1.37 增大到 3.04 N,咀嚼性从 1.62 N 增大到 4.25 N,而粘附性、内聚性和弹性变化范围不大。当渗糖梯度一定时,各指标之间无显著差异,硬度、胶粘性和咀嚼性的测试值整体随着食盐浓度的增加而增大,但增大幅度不明显。粘附性、内聚性和弹性没有明显变化趋势。食盐浓度增大,渗透压变大,渗透速度加快,但受到高浓度蔗糖溶液的影响,食盐的渗透受到一定的抑制。因此,从本实验结果可知,渗糖梯度对樱桃番茄果脯的硬度、胶粘性和咀嚼性影响较大,而食盐浓度影响较小。

### 2.3 感官评定指标与 TPA 指标相关性分析

樱桃番茄果脯感官评定指标与 TPA 实验指标的相关性分析如表 6 所示。从表中可看出,咀嚼感与硬度呈极显著负相关性 ( $p < 0.01$ );组织状态与硬度呈显著负相关性 ( $p < 0.05$ )。多项研究表明 TPA 实验测定指标中的硬度与感官评定指标有较好的显著性<sup>[11,22-23]</sup>。本实验也证实了这一点。同时,咀嚼感也与胶粘性及咀嚼性呈极显著负相关性 ( $p < 0.01$ );组织状态与胶粘性呈显著负相关性 ( $p < 0.05$ )。说明果脯的咀嚼感和组织状态越差,感官评定得分越小,果脯的硬度、胶粘性和咀嚼性测得值越大。由于果脯

表6 TPA 指标和感官评定指标间的相关性分析

Table 6 Correlation analysis between TPA index test and sensory evaluation index

TPA 指标	感官评定指标		
	咀嚼感	组织状态	色泽
硬度	-0.877 <sup>**</sup>	-0.758 <sup>*</sup>	-0.639
粘附性	-0.172	0.295	-0.053
内聚性	-0.064	0.480	0.522
弹性	-0.623	0.029	-0.224
胶粘性	-0.931 <sup>**</sup>	-0.686 <sup>*</sup>	-0.565
咀嚼性	-0.922 <sup>**</sup>	-0.515	-0.492

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。

在渗透过程中,随着渗糖梯度数目的减少,果脯渗糖效果差,制成的果脯硬,且其外观收缩严重。所以将果脯进行咀嚼直至吞咽所需的能量多,感官评定得分小。进行 TPA 实验时,压缩果脯产生的力大,测得的硬度、胶粘性和咀嚼性大。当渗糖梯度数目增多,制成的果脯质地柔软,组织饱满,感官评定得分高,测得的硬度和胶粘性小。所以咀嚼感与硬度、胶粘性呈极显著负相关性;组织状态和硬度、胶粘性呈显著负相关性。

因此,对樱桃番茄果脯质构特性起决定性作用的指标是硬度、胶粘性和咀嚼性。

### 2.4 不同渗透方式制成果脯 TPA 优选指标的直观分析结果

根据感官评定指标和 TPA 指标间的相关性分析,硬度、胶粘性和咀嚼性这 3 个指标能很好的反映感官评定指标,所以用这 3 个指标对不同渗透方式制成果脯进行直观分析,结果如表 7 所示。由分析可得,渗糖梯度对樱桃番茄果脯的硬度、胶粘性和咀嚼性影响最大。由于硬度、胶粘性和咀嚼性与果脯的感官评定呈负相关,因此根据极差大小可知,影响硬度、胶粘性和咀嚼性的主次因素为 A > B,最优组合条件为 A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>,即较优工艺组合参数为:渗糖梯度为 20%~30%~40%~50%,食盐浓度为 1%。这与用感官评定直观分析得出的结果一致。所以硬度、胶粘性和咀嚼性这 3 个指标能很好的反映感官评定。

### 2.5 樱桃番茄果脯的感官评定指标与 TPA 指标的逐步回归分析

为了进一步对樱桃番茄果脯质构特性进行评价及预测,以 TPA 指标作为自变量,感官评定指标为因变量,进行逐步线性回归分析,变量入选和剔除的 F 值显著水平为 0.05,回归分析结果如表 8 所示。从表 8 中可得,除了色泽,咀嚼感( $y_1$ )和组织状态( $y_2$ )均得到最优回归方程,且复相关系数为 0.931 和 0.758,决定系数  $R^2$  分别为 0.868 和 0.575,经显著性检验具有统计学意义 ( $p < 0.05$ )。因此,可通过测得樱桃番茄果脯 TPA 指标来对果脯的感官评定指标进行预测,从而达到用定量评定指标来评价果脯品质的目的。

表7 樱桃番茄果脯 TPA 优选指标结果分析

Table 7 Range analysis for TPA index test of cherry tomato preserved

实验号	因素			硬度 (N)	胶粘性 (N)	咀嚼性 (N)
	A 渗糖梯度	B 食盐浓度 (%)	C 空列			
1	1 (20%~30%~40%~50%)	1 (1%)	1	2.84	1.37	1.62
2	1	2 (2%)	2	3.23	1.31	1.54
3	1	3 (3%)	3	3.16	1.53	2.10
4	2 (30%~40%~50%)	1	2	4.32	2.48	4.30
5	2	2	3	5.04	2.47	4.40
6	2	3	1	5.99	2.77	4.46
7	3 (30%~50%)	1	3	7.13	3.04	4.25
8	3	2	1	7.48	3.30	4.82
9	3	3	2	8.05	3.60	5.56
指标	A	B	C			
硬度	k <sub>1</sub>	3.08	4.76	5.44		
	k <sub>2</sub>	5.12	5.25	5.20		
	k <sub>3</sub>	7.55	5.74	5.11		
	R	4.48	0.49	0.33		
胶粘性	k <sub>1</sub>	1.40	2.30	2.48		
	k <sub>2</sub>	2.57	2.36	2.46		
	k <sub>3</sub>	3.31	2.63	2.35		
	R	1.91	0.34	0.13		
咀嚼性	k <sub>1</sub>	1.75	3.39	3.63		
	k <sub>2</sub>	4.39	3.59	3.80		
	k <sub>3</sub>	4.88	4.04	3.58		
	R	3.12	0.65	0.22		

表8 樱桃番茄果脯感官评定和 TPA 指标的逐步回归分析

Table 8 Stepwise regressions between the sensory evaluation and TPA index test of cherry tomato preserved

感官评定指标	复相关系数 R	决定系数 R <sup>2</sup>	sig	预测模型
咀嚼感	0.931	0.868	0.000	$y_1 = -0.226x_2 + 3.782$
组织状态	0.758	0.575	0.018	$y_2 = -0.067x_1 + 2.718$

注: x<sub>1</sub> 为 TPA 指标中的硬度; x<sub>2</sub> 为 TPA 指标中的胶粘性。

### 3 结论

综合感官评定指标和 TPA 指标直观分析结果, 可得在常温常压下, 制作樱桃番茄果脯较优工艺参数为: 渗糖梯度为 20%~30%~40%~50%, 食盐浓度为 1%, 该实验结果可为樱桃番茄果脯工业化生产提供参考依据。

通过感官评定指标和 TPA 指标间的相关性分析, 可得出硬度、胶粘性和咀嚼性这 3 个指标和感官评定指标存在显著相关性, 并且得到了以 TPA 指标为自变量, 感官评定指标为因变量所建立的线性回归方程, 该结果可以对感官评定指标进行有效补充, 为制定果脯的定量评定指标提供理论依据。

#### 参考文献

[1] 张福平, 陈蔚辉, 叶碧才, 等. 对茄果珍品——樱桃番茄营养品质之分析 [J]. 四川农场, 2003 (2): 49.  
 [2] 杨巨斌, 米慧芬. 果脯蜜饯加工技术手册 [M]. 北京: 科学出版社, 1988: 1.  
 [3] 郭淼, 王传凯, 王传. 低糖果脯的现状及其加工前景 [J]. 江苏调味副食品, 2011, 3 (3): 6-7.

[4] 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.  
 [5] 李云飞, 殷涌光, 金万锦. 食品物性学 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2009: 90.  
 [6] 张玉荣, 周显青, 杨兰兰. 大米食味品质评价方法的研究现状与展望 [J]. 中国粮油学报, 2009 (8): 155-160.  
 [7] Cano - Salazar J, Lopez M L, Echeverria G. Relationships between the instrumental and sensory characteristics of four peach and nectarine cultivars stored under air and CA atmospheres [J]. Postharvest Biology and Technology, 2013, 75: 58-67.  
 [8] Sesmat R, Meullenet J F. Prediction of rice sensory texture attributes from a single compression test multivariate regression, and a stepwise model optimization method [J]. Journal of Food Science, 2001, 66: 124-131.  
 [9] María Estela Matos, Cristina M. Rosell. Relationship between instrumental parameters and sensory characteristics in gluten-free breads [J]. European Food Research and Technology, 2012, 235 (1): 107-117.  
 [10] 任朝晖, 张昆明, 李志文. 质地多面分析 (TPA) 法评价葡 (下转第 278 页)

表1 样品分析结果(检测次数: $n=11$ )  
Table 1 Analytical results of samples ( $n=11$ )

样品	本法测定值 PV (mmol/kg)	RSD (%)	加入量 PV (mmol/kg)	测得量 PV (mmol/kg)	回收率 (%)
菜籽油	1.77	6.62	2.00	3.84	104
循环火锅油	17.9	4.08	20.00	36.4	93
回收油	18.6	3.72	20.00	37.7	96

表2 方法对照实验结果(检测次数: $n=11$ )  
Table 2 Experiment results of methods contrast ( $n=11$ )

样品	本方法测定值 PV (mmol/kg)	国标方法 <sup>[10]</sup> 测定值 PV (mmol/kg)	Er (%)	t 值	p 值	差异显著程度
菜籽油	1.77	1.69	4.73	1.482	>0.05	差异不显著
循环火锅油	17.9	17.1	4.68	2.115	>0.05	差异不显著
回收油	18.6	17.9	3.91	2.219	>0.05	差异不显著

法差异显著程度,结果见表2。建立检验假设, $H_0: \mu_1 = \mu_2$ ,两方法测定的样品过氧化值总体均数相同; $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$ ,两方法测定的样品过氧化值总体均数不同;自由度  $\nu = 10$ ,置信度  $\alpha = 0.05$ 。查表  $t_{0.05(10)} = 2.228$ ,  $t_{0.01(10)} = 3.169$ ,本实验  $t < t_{0.05(10)}$ ,  $p > 0.05$ ,差别无统计学意义,接受  $H_0$ ,拒绝  $H_1$ ,可认为两种方法检测结果的差异性不显著。

### 3 结论

本文采用自主研发的食用油脂过氧化值流动注射分析仪建立了测定不同油样(菜籽油、循环火锅油、回收油)过氧化值的分析方法,测试了所建方法的线性,检出限和回收率等指标,分析方法线性良好,线性相关系数 > 0.999,检出限小于  $4 \mu\text{mol/L}$ ,加标回收率在 93%~104% 之间。该方法操作简单,自动化程度高,样品测定速度为 1 min/个,避免使用冰乙酸,环境污染小,具有良好的精密度和准确度,通过实际验证,适用于食用油脂过氧化值的检测。

### 参考文献

[1] 同秀娥.可见分光光度法测定食用油脂过氧化值[J].科协

(上接第 269 页)

萄贮藏期间果肉质地参数的研究[J].食品工业科技,2011,7(18):375-378.

[11] 汪名春,刁苏晨,朱培蕾,等.菊糖米糕的工艺及感官质构评定[J].食品工业科技,2015,36(11):251-256.

[12] 赵梅.超声波渗糖加工圣女果果脯工艺研究[J].食品工业,2013,34(6):65-67.

[13] 肖春玲,王雄艳,赵娅娅,等.乳酸菌发酵樱桃番茄果脯加工工艺研究[J].食品科学,2009(24):491-493.

[14] 刘卫华,傅锋,田益玲,等.常压、真空和脉冲真空渗透脱水加工芒果脯[J].食品研究与开发,2010(3):108-111.

[15] GB/T 5009.3-2010.食品安全国家标准 食品中水分的测定[S].

[16] Patricia Moreira Azoubel, Fernanda Elizabeth Xidich Murr. Mass transfer kinetics of osmotic dehydration of cherry tomato[J]. Journal of Food Engineering, 2004(61):291-295.

论坛,2007,7(下):12-13.

[2] 邓鹏,程永强,薛文通.油脂氧化及其氧化稳定性测定方法[J].食品科学,2005,26:196-199.

[3] 李书国,薛文通,张惠.食用油脂过氧化值分析检测方法研究进展[J].粮食与油脂,2007,(7):35-38.

[4] 李昌模.薄层色谱法测定油脂中极性化合物含量[J].中国油脂,2007,32(11)77-79.

[5] GB/T 5538-2005/ISO 3960:2001,动植物油脂过氧化值测定[S].

[6] GB/T 5009.37-2003,食用植物油卫生标准的分析方法[S].

[7] Kang Tian, Purnendu K. Dasgupta. Automated Measurement of Lipid Hydroperoxides in Oil and Fat Samples by Flow Injection Photometry[J]. Anal. Chem., 1999, 71, 2053-2058.

[8] 汤乐弘,葛玉松.硫氰酸铵显色分光光度法测定晕可平糖浆中铁的含量[J].时珍国医国药,2001,12(10):891-892.

[9] 郑用熙.分析化学中的数理统计方法[M].北京:科学出版社,1986.220-225.

[10] 马斌荣.医学统计学[M].北京:人民卫生出版社,2005.246.

[17] GB/T10782-2006.蜜饯通则[S].

[18] 徐燕.紫苏低糖苦瓜果脯的研制[J].食品工业,2007(4):35-37.

[19] 孙海涛,王恒悦.野生酸浆果脯的加工工艺研究[J].现代食品科技,2012,28(12):1763-1754.

[20] 祁芳斌,黄国成,陈发兴.真空浸糖樱桃番茄果脯加工工艺研究[J].中国农学通报,2011,27(23):140-144.

[21] 田红萍,王剑平.胡萝卜渗透脱水实验研究[J].浙江大学学报,2003,29(2):169-174.

[22] 周显青,王云光,王学锋,等.质构仪对米饭适口性的评价研究[J].粮油食品科技,2013,21(5):47-51.

[23] 白亚丁,钱海峰,周惠明,等.仪器分析和感官评价对高水分米糕的品质研究[J].食品工业科技,2010,31(01):91-94,98.