

低糖大樱桃裂果果脯的加工工艺及品质评价

杨硕, 张双灵, 姜文利, 康梦晨, 傅娟娟, 修甜甜, 胡月

(青岛农业大学食品科学与工程学院, 山东青岛 266109)

摘要: 为减少由裂果引起的大樱桃损耗, 实现大樱桃裂果的高值化利用, 以云山大樱桃裂果为原料, 以糖种类、糖添加量、酸添加量、糖制时间和糖酸比为实验因素, 感官评分为指标, 设计单因素试验; 以糖添加量、酸添加量、糖制时间为实验因素, 感官评分与质地多面分析仪(Texture Profiles Analysis, TPA)为指标, 设计 $L_9(3^3)$ 正交试验, 以优化低糖大樱桃裂果果脯的加工工艺。结果表明: 糖种类为白砂糖:麦芽糖醇=1:1(m/m), 糖添加量为30%(m/m), 酸添加量为0.60%(m/m, 柠檬酸), 糖制21 h, 糖酸比为2.00%, 制得的果脯品质最佳。经测定, 果脯中总糖含量、水分含量和微生物学指标均符合国家标准, 建立了低糖大樱桃裂果果脯的加工工艺。

关键词: 低糖大樱桃果脯; 大樱桃裂果; 云山大樱桃; 感官评定; TPA; 美早

文章编号: 1673-9078(2021)01-192-198

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2021.01.0627

Processing Technology and Quality Evaluation of the Preserved Cracked Large Low-sugar Cherry Fruits

YANG Shuo, ZHANG Shuang-ling, JIANG Wen-li, KANG Meng-chen, FU Juan-juan, XIU Tian-tian, HU Yue
(College of Food Science & Engineering, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China)

Abstract: In order to reduce the loss of big cherries caused by cracking and realize the high-value utilization of big cherry fruits, the cracked fruits of the Yunshan big cherries were used as the raw material. The types of sugar, amount of added sugar, amount of added acid, time of sugar preparation and acid to sugar ratio were used as experimental factors, with sensory score as an indicator, to design single-factor experiments. Taking the amounts of added sugar addition and added acid and sugar preparation time as experimental factors, sensory score and texture profiles analysis (TPA) as indicators, $L_9(3^3)$ orthogonal experiments were designed to optimize the processing of cracked large low-sugar cherry fruits. The results showed that the quality of the preserved fruits were the best under the following conditions: selected sugar was a mixture of white granulated sugar and maltitol (1:1 m/m), amount of added sugar was 30% (m/m), amount of added acid was 0.60% (m/m, citric acid), sugar preparation time was 21 h, and acid-sugar ratio was 2.00%. Based on the analyses, the total sugar content, moisture content and microbiological indicators in the preserved fruits all met the national standards. Therefore, the processing procedure of cracked low-sugar large cherry fruits was established.

Key words: large low-sugar cherry fruit; cracked cherry; the Yunshan big cherry; sensory evaluation; TPA; Tieton

引文格式:

杨硕,张双灵,姜文利,等.低糖大樱桃裂果果脯的加工工艺及品质评价[J].现代食品科技,2021,37(1): 192-198

YANG Shuo, ZHANG Shuang-ling, JIANG Wen-li, et al. Processing technology and quality evaluation of the preserved cracked large low-sugar cherry fruits [J]. Modern Food Science and Technology, 2021, 37(1): 192-198

樱桃(cherry)又名含桃、珠樱,19世纪70年代由侨民从欧洲引入,因其质地细密、风味甜美,素有“北方春果第一枝”的美誉^[1]。但大樱桃每年成熟期遇雨裂

收稿日期: 2020-07-05

基金项目: 山东省重点研发计划项目(2019GNC20203); 中央级科研院所基本科研业务费项目(Y2020ZK29); 山东省自然科学基金面上项目(ZR2018MC032); 青岛农业大学研究生创新计划(QYC201920)

作者简介: 杨硕(1997-),男,硕士在读,研究方向:农产品加工及贮藏
通讯作者: 姜文利(1966-),男,高级实验师,研究方向:农产品加工及贮藏
康梦晨(1996-),男,硕士在读,研究方向:食品加工与安全

果现象严重,平均每年裂果30%以上。裂果的营养价值与未开裂的果实无异,但由于裂口处易侵染病菌,造成果实腐烂,难以运输和储存^[2],使商品率与商品价值降低。目前,已有研究表明乳液涂膜或果树补钙可减少裂果率,但效果一般且成本较高。我国大樱桃种植面积近20万公顷,是世界上种植面积最大的国家^[2],樱桃裂果极大地影响了我国樱桃产业的经济效益。因此,为了延长裂果的保质期,提高商品经济价值,开发低糖大樱桃裂果果脯的加工工艺,以延伸产业链,实现大樱桃裂果的高值化利用,为市场提供更多低糖

蜜饯类产品。

果脯是将果蔬经糖制加工而成的能够长期储存的传统食品,营养丰富^[3]。传统果脯大多为高糖果脯(含糖量 $\geq 70\%$),不适合高血糖、糖尿病患者等特殊人群食用,且摄入过多糖分易引发心血管等类疾病^[4]。因此,低糖果脯(含糖量 $\leq 50\%$)愈发收到消费者青睐^[5]。目前,市售未见低糖大樱桃裂果果脯产品。

美早樱桃(tieton)在中国的种植面积最广^[1]。因此,以云山大樱桃裂果为原料,以糖种类、糖添加量、酸添加量、糖制时间、糖酸比为实验因素,设计单因素试验与正交实验,通过感官评定和质地多面分析仪(TPA)综合评价的方法,解决低糖果脯往往由于渗糖量不足、渗糖时间短或糖酸比不合理等原因导致的果脯口感较差、外观干缩等问题,以开发低糖大樱桃裂果果脯的加工工艺。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 实验材料

选用成熟且新鲜的云山大樱桃裂果(农产品地理标志保护产品,AGI 2013-01-1130)^[6],美早品种。果实标准:直径 ≥ 16 mm,横向直径 ≥ 18 mm,个体质量 ≥ 10 g。白砂糖(食品级),广西贵糖股份有限公司;无水柠檬酸(食品级),河南万邦实业有限公司;麦芽糖醇等(食品级),Shanghai Macklin biochemical industry;无水氯化钙(分析纯),国药集团化学试剂有限公司。

1.1.2 实验设备

食品物性分析仪(TMS-PRO),U.S. FTC Corporation;电热恒温鼓风干燥箱(DHG-9053A),上海齐欣科学仪器有限公司;电子分析天平(AR224CN),上海奥豪斯仪器有限公司;糖度仪,上海巨贸科学仪器有限公司;紫外可见分光光度计(TU-1810),北京普析通用仪器有限责任公司;高效液相色谱仪(Ultimate3000),Thermo Fisher;游标卡尺;烧杯、量筒、滤纸等若干。

1.2 实验方案

1.2.1 果脯制备

为保持果脯色泽,传统工艺常用 NaHSO_3 脱色和赤藓红染色^[7-11],但摄入过多化学合成色素会对人体健康产生危害,本工艺使用柠檬酸保护樱桃中原有的花青素,使果脯在不使用色素的情况下产生橘黄、鲜艳的色泽^[12]。流程如下:

选果→灭酶杀青→去核→硬化→护色→糖渍→糖煮→烘

干复烘→果脯

选用新鲜、成熟的云山大樱桃裂果 1 kg,根据 GB 29921^[13]、GB 5009.15^[14]等标准对大樱桃裂果进行微生物学与重金属含量检验;加入蒸馏水 1 L 煮沸,放入大樱桃煮制 5 min,蒸馏水冲洗去核;去核后的樱桃浸入 CaCl_2 溶液 (0.08%, m/V) 2 h 硬化,捞出后柠檬酸 (1%, m/V) 75 °C 护色 20 min,取出用蒸馏水冲洗^[15]备用;准备蒸馏水 1 L,分别取柠檬酸 5、6、7 g 和混合糖 100 g,配置糖溶液,将果脯转入并腌制 3 h。将腌制后的果脯捞出,分别取混合糖 50、150、250 g,一层果一层糖式分别糖渍 3、6、9 h;将糖渍后剩余的糖液转入糖煮锅,加入混合糖 25 g,蒸馏水调至 1 L 煮沸,放入果脯静置 6 h;并于糖煮锅中再次加入混合糖 25 g,用蒸馏水调至 1 L 煮沸,再次静置 6 h;沥去果脯表面糖液,烘箱 65 °C 烘烤 10 h;将烘干的果脯放入密闭容器中返潮回软 2 h,烘箱 70 °C 复烘 4 h 得果脯成品。

1.2.2 实验方法

1.2.2.1 单因素实验

以糖种类、糖添加量、酸添加量和糖制时间为实验因素。

糖种类为白砂糖:麦芽糖醇=1:1 (m/m)、白砂糖:果葡糖浆=1:1 (m/m)或白砂糖:低聚果糖=1:1 (m/m);糖添加量 20%、30%或 40%;酸添加量 0.50%、0.60%或 0.70%;糖制时间为 18、21 或 24 h。糖种类单因素实验时,固定添加量 30%,酸添加量 0.60%,糖制 21 h;糖添加量实验时,糖种类为白砂糖:麦芽糖醇=1:1,酸添加量 0.60%,糖制 21 h;酸添加量实验时,糖种类为白砂糖:麦芽糖醇=1:1,糖添加量 30%,糖制 21 h;糖制时间实验时,糖种类为白砂糖:麦芽糖醇=1:1,糖添加量 30%,酸添加量 0.60%。

1.2.2.2 正交实验

表 1 正交试验因素水平表

Table 1 Factors and levels of orthogonal experiment

水平	A 糖添加量/%	B 酸添加量/%	C 糖制时间/h
1	20	0.50	18
2	30	0.60	21
3	40	0.70	24

在单因素实验结果基础上,以感官评分和 TPA 测试结果为指标,选取糖添加量 (20、30 和 40%)、酸添加量 (0.50、0.60 和 0.70%)、糖制时间 (18、21 和 24 h) 为实验因素,采用三因素三水平 $L_9(3^3)$ 正交实验优化加工工艺。

1.2.3 分析方法

1.2.3.1 感官评定

表 2 大樱桃果脯感官评定评分标准

感官评定项目	评价	评分
风味与酸甜度 (30分)	香甜可口、酸甜适中,有大樱桃特有果香味,风味好,回味香甜	20~30
	甜味/酸味较浓或较淡,果香味较淡,风味较差,无回味	10~19
	过酸或过甜,无果香味,风味差	0~9
口感与质地 (30分)	软硬适中,口感较好,质地细密	20~30
	软硬度较好,口感较好,质地较细密	10~19
	过硬或过软,口感差,质地粗糙	0~9
韧性 with 弹性 (30分)	果肉厚实有嚼劲,韧性、弹性俱佳	20~30
	果肉较为软塌,韧性一般,弹性一般	10~19
	果肉稀软,韧性、弹性较差	0~9
色泽与形态 (10分)	果脯半透明,呈均匀、鲜艳的橘黄色,形态饱满	7~10
	不透明,呈较均匀、较鲜艳的橘黄色至橘红色,形态较饱满	4~6
	不透明,呈不均匀,略发暗的橘红色,形态不饱满	0~3

参考 GB/T 10782 采用评分制^[16],即由 12 人(6 男 6 女)组成感官评定小组,对果脯进行感官评定。

1.2.3.2 TPA 实验及测试指标

使用 TMS 10 mm Steel 型圆柱加载压头,压头面积为 78.50 mm²,对果脯中间部位进行测试。参数设定:速度 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^[17]。

1.2.4 数据统计

应用软件 Excel 2019 和 SPSS 26 对数据进行统计和处理分析,以平均值±标准差(mean±sd)表示平均值。

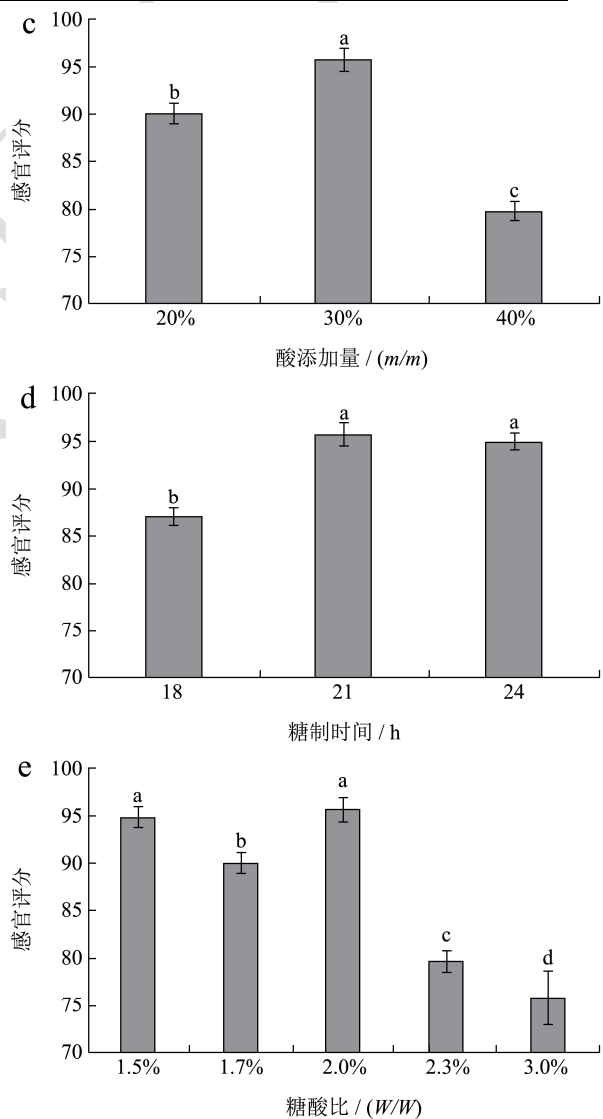
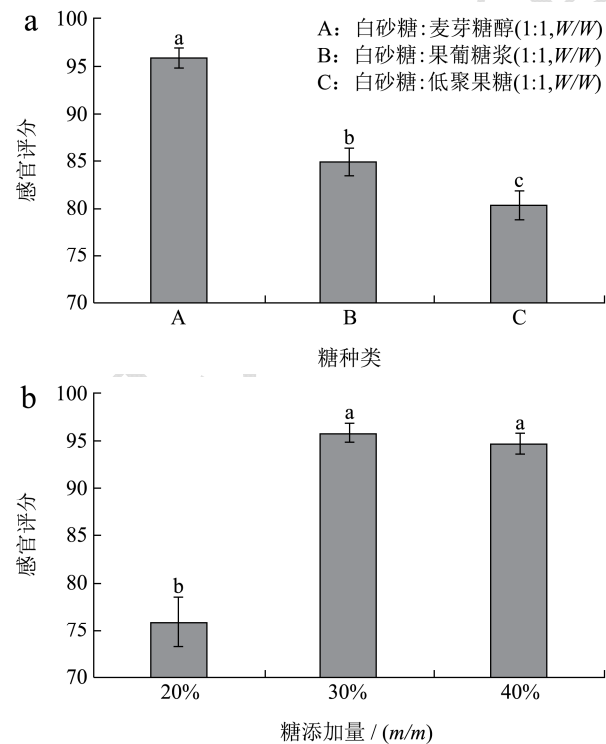


图 1 单因素实验结果

Fig.1 Single factor experiment results

2 结果与分析

2.1 单因素实验结果及分析

2.1.1 糖种类对果脯品质的影响

由图 1 可见,白砂糖:麦芽糖醇=1:1 (m/m) 制得的果脯的感官评分最高为 95.70,白砂糖:果葡糖浆=1:1 (m/m) 制得的果脯感官评分为 84.80,而白砂糖:低聚果糖=1:1 (m/m) 制得的果脯感官评分最低为 80.30。白砂糖在口感上甜味纯正,是果脯制作的常用选项,麦芽糖醇兼备功能性低聚糖和低热量糖醇甜味剂的双重优点,是甜味剂中最好、最稳定的功能性糖醇。因此,糖种类选为白砂糖:麦芽糖醇=1:1 (m/m) 为宜。

2.1.2 糖添加量对果脯品质的影响

以糖添加量 20%、30%和 40% (m/m) 制作大樱桃果脯,制得的果脯感官评分分别为: 75.90、95.70、94.70,其中糖添加量为 20%的果脯得分显著低于 30%与 40%的果脯 ($p<0.05$),糖添加量为 30%与 40%的果脯得分差异不显著 ($p<0.05$)。因此,考虑到成本与经济效益,糖添加量选择 30%为宜。

2.1.3 酸添加量对果脯品质的影响

添加柠檬酸能改变细胞膜的通透性^[18],进而影响果脯的品质^[19,20]。以柠檬酸添加量分别为 0.50%、0.60%和 0.70% (m/m) 制作的大樱桃果脯的感官评分分别为: 89.90、95.70 和 79.60,且差异显著 ($p<0.05$)。因此,酸添加量选择 0.60%为宜。

2.1.4 糖制时间对果脯品质的影响

以糖制 18、21 和 24 h 制作的大樱桃果脯的感官评分分别为: 87.00、95.70、94.80,其中糖制时间为 18 h 的果脯得分显著低于 21 h 与 24 h 的果脯 ($p<0.05$),糖制时间为 21 h 与 24 h 的果脯得分差异不显著 ($p<0.05$),这是由于糖制 21 h 后,果脯中总糖浓度已达到饱和状态。因此,考虑到成本与经济效益,糖制时间选择 21 h 为宜。

2.1.5 糖酸比对果脯品质的影响

糖酸比直接影响果脯的酸甜度与风味,是决定果脯口感的最核心因素^[21]。图 1 中糖酸比为 1.50%、1.70%、2.00%、2.30%和 3.00%的感官评分结果分别来源于单因素实验中糖添加量 (g)/酸添加量 (g) 为 400/6、300/5、300/6、300/7、200/6 的选项。

以糖酸比分别为 1.50%、1.70%、2.00%、2.30%和 3.00% (m/m) 制得的果脯感官评分分别为: 94.70、

89.90、95.70、79.60 和 75.90,总体呈先上升后下降趋势,在 2.00%时得分最高,且差异显著 ($p<0.05$)。其中,糖酸比为 1.50%时,得分较高,且与糖酸比为 2.00%的果脯差异不显著 ($p<0.05$),这是由于果脯在糖添加量为 300 g 时,果脯中总糖浓度已达到较饱和状态,果脯与糖液间浓度差变小,渗糖作用减弱;高浓度的糖液也会使大樱桃表面形成糖层,抑制糖液渗透。糖酸比为 1.50%相比于 2.00%的果脯,减少了柠檬酸添加量,使果脯甜度过高,酸甜度失衡,口感较腻;糖酸比为 2.30%和 3.00%相比于 2.00%的果脯,分别增加了柠檬酸添加量和减少了糖添加量,使果脯过酸,酸甜度失衡,风味较差,感官评分较低 ($p<0.05$)。因此,糖酸比控制在 2.00% (m/m , 酸/糖) 为宜。

2.2 正交实验结果与分析

2.2.1 感官评分结果直观分析

以糖添加量、酸添加量和糖制时间为实验因素,感官评分为指标进行直观分析。可知,三种因素对果脯感官评分有着不同的影响,具体为: $A>C>B$,即糖添加量>糖制时间>酸添加量。分析结果最佳工艺为 $A_2C_2B_2$,即糖添加量 30% (m/m),酸添加量 0.60% (m/m),糖制时间 21 h,此时制得的果脯感官评分为 95.70 (单因素实验结果),均高于以上组合。可确定最佳工艺条件为糖添加量 30% (m/m),酸添加量 0.60% (m/m),糖制时间 21 h。

2.2.2 TPA 指标测试结果直观分析

根据感官评分与 TPA 指标测试的相关性分析结果已知,感官评分与 TPA 测试中的硬度、胶黏性、咀嚼性呈极显著负相关性 ($p<0.01$),与弹性呈极显著正相关性 ($p<0.01$)。

以糖添加量、酸添加量和糖制时间为实验因素,TPA 测试结果为指标进行直观分析。可知,三种因素对果脯 TPA 指标测试结果有着不同的影响。影响果脯硬度、胶黏性、咀嚼性和弹性的因素水平均为: $A>C>B$,即糖添加量>糖制时间>酸添加量,说明果脯的渗糖效果对果脯的质地、口感、韧弹性影响较大,柠檬酸添加量对果脯的质地、口感、韧弹性影响较小。四项指标的分析结果最佳工艺均为 $A_2C_2B_2$,即糖添加量 30% (m/m),酸添加量 0.60% (m/m),糖制时间 21 h,这与感官评分直观分析结果一致。因此,TPA 测试进一步论证了感官评分的分析结果,优化了果脯的加工工艺。

表3 感官评分结果直观分析

Table 3 Visual analysis of sensory score results

实验组	实验因素			感官评分				
	A 糖添 加量/%	B 酸添 加量/%	C 糖制 时间/h	风味与酸甜度 (30分)	口感与质地 (30分)	韧性弹性 (30分)	色泽与形态 (10分)	总分 (100分)
1	1 (20)	1 (0.50)	1 (18)	21.30±1.49 ^d	22.30±1.16 ^f	22.80±1.23 ^e	3.90±0.74 ^f	70.30±1.49 ^f
2	1	2 (0.60)	2 (21)	15.60±1.27 ^f	26.60±0.84 ^c	26.40±2.41 ^{bc}	7.30±0.67 ^c	75.90±2.69 ^e
3	1	3 (0.70)	3 (24)	10.50±1.27 ^g	25.60±0.97 ^d	26.00±1.41 ^{cd}	8.10±0.74 ^b	70.20±1.87 ^f
4	2 (30)	1	2	27.10±0.88 ^b	28.50±0.71 ^a	28.90±0.32 ^a	5.40±0.52 ^e	89.90±1.20 ^a
5	2	2	1	25.00±1.16 ^c	27.20±0.79 ^{bc}	27.70±1.16 ^{ab}	7.10±0.74 ^c	87.00±0.94 ^b
6	2	3	3	19.60±0.97 ^e	24.50±1.96 ^e	24.80±1.48 ^d	8.10±0.99 ^b	77.00±1.25 ^e
7	3 (40)	1	3	21.10±0.99 ^d	27.30±0.67 ^{bc}	25.90±1.60 ^{cd}	4.30±0.82 ^f	78.60±1.07 ^d
8	3	2	1	28.90±0.74 ^a	28.10±0.74 ^{ab}	26.70±1.42 ^{bc}	6.10±0.74 ^d	89.80±1.03 ^a
9	3	3	2	22.20±1.87 ^d	27.60±0.97 ^{abc}	25.50±1.08 ^{cd}	9.60±0.52 ^a	84.90±0.74 ^c
K ₁	216.40	238.80	247.10					
K ₂	253.90	252.70	250.70					
K ₃	253.30	232.10	225.80					
k ₁	72.13	79.60	82.37					
k ₂	84.63	84.23	83.57					
k ₃	84.43	77.37	75.27					
R	12.50	6.87	8.30					
最优组合	A ₂	B ₂	C ₂					

注: K_x 表示某列因素下的 x 水平所对应的试验指标和; k_x 为 K_x 的平均值; R 表示某列因素的极差。

表4 感官评分与 TPA 指标测试结果相关性分析

Table 4 Correlation analysis of sensory score and TPA index test results

TPA 指标	感官评定指标			总分
	风味与酸甜度	口感与质地	韧性弹性	
硬度	-0.86**	-0.79*	-0.69*	-1.00**
胶黏性	-0.83**	-0.82**	-0.72*	-1.00**
咀嚼性	-0.85**	-0.79*	-0.70*	-1.00**
弹性	0.83**	0.84**	0.76*	0.99**

注: **在 0.01 级别 (双尾) 上极显著相关, *在 0.05 级别 (双尾) 上显著相关, SPSS 26.0。

表5 TPA 指标测试结果直观分析

Table 5 Visual analysis of TPA index test results

实验组	实验因素			硬度/N	胶黏性/N	咀嚼性/N	弹性
	A 糖添加量/%	B 酸添加量/%	C 糖制时间/h				
1	1 (20)	1 (0.50)	1 (18)	5.13±0.09 ^b	2.57±0.13 ^a	3.67±0.07 ^b	1.40±0.08 ^f
2	1	2 (0.60)	2 (21)	4.51±0.07 ^c	2.27±0.09 ^b	3.17±0.07 ^c	1.62±0.09 ^e
3	1	3 (0.70)	3 (24)	5.28±0.09 ^a	2.57±0.08 ^a	3.79±0.07 ^a	1.41±0.11 ^f
4	2 (30)	1	2	3.03±0.09 ^h	1.47±0.07 ^f	1.78±0.08 ^h	2.18±0.08 ^a
5	2	2	1	3.31±0.07 ^g	1.56±0.05 ^f	1.86±0.14 ^g	2.02±0.08 ^b
6	2	3	3	4.25±0.08 ^d	2.18±0.11 ^c	3.00±0.11 ^d	1.67±0.11 ^e
7	3 (40)	1	3	4.10±0.07 ^e	2.03±0.08 ^d	2.88±0.06 ^e	1.79±0.06 ^d
8	3	2	1	2.94±0.10 ⁱ	1.50±0.08 ^f	1.72±0.08 ^h	2.07±0.11 ^b

转下页

接上页								
	9	3	3	2	3.60±0.07 ^f	1.69±0.14 ^e	2.18±0.08 ^f	1.93±0.07 ^c
硬度	K ₁	14.92	12.26	11.38				
	K ₂	10.59	10.76	11.14				
	K ₃	10.64	13.13	13.63				
	k ₁	4.97	4.09	3.79				
	k ₂	3.53	3.59	3.71				
	k ₃	3.55	4.38	4.54				
	R	1.44	0.79	0.83				
胶黏性	K ₁	7.41	6.07	5.63				
	K ₂	5.21	5.33	5.43				
	K ₃	5.22	6.44	6.78				
	k ₁	2.47	2.02	1.88				
	k ₂	1.74	1.78	1.81				
	k ₃	1.74	2.15	2.26				
	R	0.73	0.37	0.45				
咀嚼性	K ₁	10.63	8.33	7.25				
	K ₂	6.64	6.75	7.13				
	K ₃	6.78	8.97	9.67				
	k ₁	3.54	2.78	2.42				
	k ₂	2.21	2.25	2.38				
	k ₃	2.26	2.99	3.22				
	R	1.33	0.74	0.85				
弹性	K ₁	4.43	5.37	5.49				
	K ₂	5.87	5.71	5.73				
	K ₃	5.79	5.01	4.87				
	k ₁	1.48	1.79	1.83				
	k ₂	1.96	1.90	1.91				
	k ₃	1.93	1.67	1.62				
	R	0.48	0.23	0.29				
最优组合	A ₂	B ₂	C ₂					

表 6 果脯营养成分指标测试结果

Table 6 Test results of nutrient composition index of candied

fruit		
元素	单位	含量
总糖含量	%	≤27.07 (GB≤50)
水分含量	%	≤18.30 (GB≤35)
脂肪	%	0.27±0.03
维生素 C	mg/g	0.26±0.03
氨基酸	mg/g	13.27±1.60
氨基酸 (必需)	mg/g	5.66±0.33
天冬氨酸 (含量高)	mg/g	2.70±0.03
脯氨酸 (含量高)	mg/g	1.75±0.03
Ca	mg/g	0.21±0.03
Zn	mg/100 g	0.08±0.01
K	mg/g	1.06±0.03
Fe	mg/g	0.07±0.01

2.2.3 营养成分指标测试结果

经测定,此工艺生产的果脯中总糖含量≤27.07%,水分含量≤18.30%,均符合 GB/T 10782^[16]中规定的低糖果脯总糖与水分含量国家标准;脂肪含量为 0.27%;维 C 含量为 0.26 mg/g;氨基酸含量为 13.27 mg/g (其中必需氨基酸 5.66 mg/g);Ca 0.21 mg/g,Fe 0.07 mg/g,Zn 0.08 mg/100 g,K 1.06 mg/g。制得的果脯总糖与脂肪含量较低,氨基酸、维 C 和微量元素含量较高,营养价值丰富。其中,天冬氨酸对心肌和肝脏均有保护作用,可降低人体中氧的消耗,降低疲劳度;脯氨酸可降低细胞酸性,为细胞质内外渗透调节提供能量;钙、锌、钾、铁均为人体所必需的元素,用以维持人体的酸碱平衡和神经肌肉的正常功能。

3 结论

以感官评分和 TPA 指标测试结果为标准,单因素

实验和正交实验的结果表明,感官评分与 *TPA* 指标测试中的硬度、胶黏性、咀嚼性呈极显著负相关性 ($p<0.01$),与弹性呈极显著正相关性 ($p<0.01$)。最佳工艺组合: $A_2C_2B_2$,即糖添加量 30% (m/m),酸添加量 0.60% (m/m),糖制时间 21 h,糖种类选用白砂糖:麦芽糖醇=1:1 (m/m),糖酸比控制在 2.00% (m/m ,酸/糖)。该工艺为大樱桃裂果的高值化利用提供了参考。

参考文献

- [1] 张殿高,张红.我国甜樱桃品种的更新换代与升级发展[J].果树实用技术与信息,2020,2:42-47
ZHANG Dian-gao, ZHANG Hong. Upgrading and development of sweet cherry varieties in China [J]. Fruit Tree Technology and Information, 2020, 2: 42-47
- [2] 李明,刘聪利,齐希梁,等.中国甜樱桃产业的品种现状、需求特点与未来育种目标[J].落叶果树,2019,3:5-7
LI Ming, LIU Cong-li, QI Xi-liang, et al. Status quo, demand characteristics and future breeding objectives of sweet cherry industry in China [J]. Deciduous Fruit Tree, 2019, 3: 5-7
- [3] 董渭雪,陈德经,贾思婕,等.玛瑙樱桃与早美樱桃营养成分比较研究[J].食品工业科技,2020,41(4):277-281
DONG Wei-xue, CHEN De-jing, JIA Si-jie, et al. A comparative study on the nutritional compositions of Marnau cherry and Sausama cherry [J]. Science and Technology of Food Industry, 2020, 41(4): 277-281
- [4] 唐丽丽,宋洁,马兆瑞,等.低糖猕猴桃果脯加工工艺研究[J].湖北农业科学,2019,58(23):160-163
TANG Li-li, SONG Jie, MA Zhao-rui, et al. Research on processing technology of low-sugar preserved kiwi fruit [J]. Hubei Agricultural Sciences, 2019, 58(23): 160-163
- [5] 吴佩佩,谭强,曾文红,等.改善低糖菠萝果脯质量的研究[J].保鲜与加工,2019,19(3):78-83
WU Pei-pei, TAN Qiang, ZENG Wen-hong, et al. Research on improving the quality of low-sugar preserved pineapple [J]. Preservation and Processing, 2019, 19(3): 78-83
- [6] 国家农业部公告第 1925 号[R].2013(4)
Announcement of the Chinese Ministry of Agriculture No. 1925 [R]. 2013(4)
- [7] 高海生.染色樱桃脯的加工技术[J].山西果树,1990,1:17-18
GAO Hai-sheng. Processing technology of dyed preserved cherry [J]. Shanxi Fruit Tree, 1990, 1: 17-18
- [8] 孙义章.樱桃果脯与糖浆樱桃罐头的制作[J].新农村,1999,4:20-21
SUN Yi-zhang. Preparation of preserved cherry fruit and Canned cherry syrup [J]. New Countryside, 1999, 4: 20-21
- [9] 沈瑞.樱桃果脯的制做[J].山东农机化,2007,5:28
SHEN Rui. Preparation of preserved cherry fruit [J]. Shandong Agricultural Mechanization, 2007, 5: 28
- [10] 张浩玉,张柯,孙卫华.我国樱桃深加工开发利用现状[J].广东农业科学,2011,38(9):80-82
ZHANG Hao-yu, ZHANG Ke, SUN Wei-hua. Status of cherry deep processing, development and utilization in China [J]. Guangdong Agricultural Science, 2011, 38(9): 80-82
- [11] 姚瑞祺,马兆瑞.大樱桃综合加工技术[J].农产品加工:学刊(下),2014,2:64-65
YAO Rui-qi, MA Zhao-rui. Comprehensive processing technology of large cherry [J]. Processing of Agricultural Products: Journal(2), 2014, 2: 64-65
- [12] Chusak Charoonsri, Thilavech Thavaree, Henry Christiani Jeyakumar, et al. Acute effect of Clitoriaternatea flower beverage on glycemicroresponse and antioxidant capacity in healthy subjects: a randomized crossover trial [J]. BMC Complementary and Alternative Medicine, 2018, 18(1): 6
- [13] 国家卫生和计划生育委员会.食品安全国家标准-食品中致病菌限量:GB 29921-2013,2013[S]
National Health and Family Planning Commission. National Food Safety Standard-Limits of Pathogenic Bacteria in Food: GB 29921-2013, 2013 [S]
- [14] 国家卫生和计划生育委员会.食品安全国家标准-食品中镉的测定:GB 5009.15-2014,2015[S]
National Health and Family Planning Commission. National Food Safety Standard-Determination of Cadmium in Food: GB 5009.15-2014, 2015 [S]
- [15] 姚舒婷,周声怡,吴文艳,等.樱桃番茄果脯的无硫复合护色工艺优化[J].包装工程,2020,41(11):1-7
YAO Shu-ting, ZHOU Sheng-yi, WU Wen-yan, et al. Optimization of the sulfur-free composite color protection process of cherry tomato preserved fruit [J]. Packaging Engineering, 2020, 41(11): 1-7

(下转第 267 页)