

糖渍野木瓜鲜切片加工及保鲜工艺研究

田密霞^{1,2}, 彭丽^{1,2}, 张礼良^{1,2}, 熊思国^{1,2}, 姜爱丽^{1,2*}

(1. 大连民族大学 生命科学学院, 辽宁 大连 116600;

2. 生物技术与资源利用教育部重点实验室, 辽宁 大连 116600)

摘要: **目的** 优化糖渍野木瓜的制作工艺和保鲜工艺参数, 并评估其货架期。 **方法** 以糖液质量分数、超声糖渍时间、真空糖渍时间为因素, 进行正交实验, 筛选出糖渍野木瓜鲜切片的最佳制作工艺。在最佳糖渍工艺基础上, 筛选糖渍野木瓜鲜切片的保鲜处理工艺参数。在糖液中添加纳他霉素和 D-异抗坏血酸钠, 真空包装后巴氏杀菌。根据筛选出的最佳工艺参数制作产品, 并进行产品检验。 **结果** 糖渍野木瓜鲜切片最佳工艺参数: 超声糖渍时间为 60 min, 真空糖渍时间为 90 min, 糖液质量分数为 40%, 纳他霉素质量浓度为 60 mg/L, D-异抗坏血酸钠质量浓度为 200 mg/L, 杀菌条件为 70 °C、30 min。 **结论** 该工艺生产出的糖渍野木瓜鲜切片相较于市售产品具有更高的安全性和更长的货架期。

关键词: 野木瓜; 糖渍工艺; 保鲜处理; 货架期

中图分类号: TS255.3 文献标志码: A 文章编号: 1001-3563(2024)01-0156-09

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2024.01.018

Processing and Preservation Technology of Fresh Slices of Candied *Stauntonia Chinensis*

TIAN Mixia^{1,2}, PENG Li^{1,2}, ZHANG Liliang^{1,2}, XIONG Siguo^{1,2}, JIANG Aili^{1,2*}

(1. College of Life Sciences, Dalian Minzu University, Liaoning Dalian 116600, China;

2. Key Laboratory of Biotechnology and Bioresources Utilization,
Ministry of Education, Liaoning Dalian 116600, China)

ABSTRACT: The work aims to optimize the production and preservation process parameters of *Stauntonia chinensis* and assess its shelf life. Orthogonal experiments were carried out to screen the optimal production process of fresh slices of candied *stauntonia chinensis* by taking sugar concentration, ultrasonic canning time and vacuum canning time as factors. The process parameters for the preservation treatment of fresh slices of candied *stauntonia chinensis* were screened out on the basis of an optimal candying process. Natamycin and sodium D-isoascorbic acid were added to the sugar solution, which was then vacuum packed and pasteurised. The product was prepared and tested according to the optimal process parameters. The optimal process parameters were: 60 min ultrasonic maceration, 90 min vacuum maceration, 40% sugar concentration, 60 mg/L natamycin, 200 mg/L sodium D-isoascorbic acid and 30 min sterilization at 70 °C. The fresh slices of candied *stauntonia chinensis* produced under this process have higher safety profile and longer shelf life than commercially available products.

KEY WORDS: *stauntonia chinensis*; candied process; preservation treatment; shelf life

收稿日期: 2023-04-04

基金项目: 中央高校基本科研业务费资助

*通信作者

野木瓜 (*Stauntonia chinensis*) 生长于中国南部, 作为药食两用的地方特有资源, 其品质优良, 营养极高, 富含蛋白质、糖、矿物质、有机酸和多种维生素^[1-8]。此外, 野木瓜中有大量的齐墩果酸和超氧化物歧化酶 (SOD), 具有消炎、抗肿瘤、降低血脂、镇痛、抗氧化等一系列功效^[9-11]。高效开发野木瓜的食用价值和药用价值, 能加快其资源利用率, 并推动山区乡村产业高质量发展。然而, 野木瓜果实的糖酸比极低, 口感差, 质地坚硬, 几乎无法直接食用, 需要加工成可食用产品^[12-13]。目前已开发的野木瓜产品包括果汁、果酒、果脯、冻干片等^[12-15]。在这些产品中, 酸甜可口、风味独特的糖渍野木瓜鲜切片备受欢迎^[16]。但是目前市售的糖渍野木瓜鲜切片采用的是传统冷制糖渍工艺, 渗糖不完全且不均匀, 造成野木瓜产品甜味不纯, 品质较差, 较长的渗糖时间又会使营养物质大量损失。此外, 传统冷制工艺缺乏对野木瓜产品品质的保护及提高其安全性的措施, 使糖渍片在贮藏及销售过程中, 极易出现褐变及胀袋等现象, 保质期仅为一周左右。这些问题将严重影响其商品价值, 并限制了野木瓜加工产业的发展, 因此需要优化糖渍野木瓜鲜切片的制作工艺和保鲜技术。

糖渍过程指食品原料排水吸糖的过程, 糖液中糖分依赖扩散作用进入组织细胞间隙, 再通过渗透作用进入细胞内, 最终达到要求的含糖量水平。超声可以加速细胞间溶液的运动, 增强细胞膜渗透性, 且不易破坏果蔬的组织结构, 另外还可以缩短糖渍时间, 因此超声渗糖可以保持产品良好的外观品质, 并提高产品的质量^[17-24]。真空渗糖可以使果蔬组织内部及周边空气快速排除, 并快速将原料内水分转移至糖液^[25]。此外, 真空技术减少了产品与氧气的接触, 降低了多酚氧化酶的活性, 能较好地保持产品风味^[26-30]。

本研究以野木瓜为原料, 为了弥补传统冷制糖渍工艺的缺陷, 糖渍过程采用超声和真空糖渍工艺相结合的方法, 并且利用正交实验, 优化糖渍野木瓜鲜切片的制作工艺。但是糖渍环境有利于细菌的生长, 需要进行杀菌处理并添加一定的抑菌剂, 以保证糖渍野木瓜鲜切片的安全性。另外, 为保证糖渍野木瓜鲜切片的外观品质, 有必要添加一定的护色剂。本实验采用纳他霉素作为抑菌剂、D-异抗坏血酸钠作为护色剂处理糖渍野木瓜鲜切片, 探究糖渍野木瓜鲜切片的最佳制作工艺和保鲜工艺, 从而可以优化糖渍野木瓜鲜切片的工业生产工艺并延长货架期, 为进一步提高野木瓜资源的利用提供一定的理论与实践依据。

1 实验

1.1 材料与仪器

主要材料: 野木瓜采摘于遵义市正安县, 并马上运往实验室。

主要仪器: TA-XT plus 质构仪, 英国 Stable Micro Systems 公司; KQ5200DB 型超声波清洗器, 昆山市超声仪器有限公司; SHB-III 循环水真空泵, 郑州长城科工贸有限公司; CR-400 色差仪, 日本柯尼卡公司。

1.2 方法

1.2.1 样品脱酸处理

将挑选成熟度品质相近的野木瓜削皮, 去除果核, 切成形状大小相似, 厚度为 3 mm 左右的薄片。鲜切野木瓜片在去离子水中反复搓洗 5 次后, 放入装满去离子水的容器中, 料液比为 1:10, 封口浸泡 15 h 进行脱酸。

1.2.2 糖渍野木瓜鲜切片制作工艺单因素实验

研究超声糖渍时间, 真空糖渍时间, 糖液浓度对野木瓜糖渍效果的影响。按照表 1 进行单因素实验, 以总糖含量为判定标准。

先筛选糖液质量分数, 然后筛选超声糖渍时间, 最后确定真空糖渍时间。

表 1 糖渍野木瓜鲜切片制作工艺单因素实验
Tab.1 Single factor experiments in processing of fresh slices of candied *stauntonia chinensis*

因素	糖液质量 分数/%	超声糖渍 时间/min	真空糖渍 时间/min
水平	30	30	30
	40	60	60
	50	90	90
	60	120	120
	70	150	150

1.2.3 糖渍野木瓜鲜切片制作工艺条件正交实验设计

按照表 1 进行单因素实验后, 再按照表 2 设计糖渍野木瓜鲜切片制作工艺的正交实验, 最后根据正交实验结果筛选出最佳的工艺条件。

表 2 糖渍野木瓜鲜切片制作工艺正交实验设计
Tab.2 Design of orthogonal experiment in processing of fresh slices of candied *stauntonia chinensis*

编号	糖液质量 分数/%	超声糖渍 时间/min	真空糖渍 时间/min
1	30	30	60
2	40	30	90
3	50	30	120
4	50	60	60
5	30	60	90
6	40	60	120
7	40	90	60
8	50	90	90
9	30	90	120

1.2.4 糖渍野木瓜鲜切片保鲜工艺正交实验设计

根据预实验单因素实验结果,确定糖渍野木瓜鲜切片保鲜工艺正交实验设计见表 3。

1.2.5 总糖含量的测定

采用菲林试剂法测定。

1.2.6 硬度的测定

使用质构仪测定,探头为 P5,穿刺深度为 5 mm,硬度单位为 g。

1.2.7 感官评定

感官评定参照 Aguayo 等^[31]的方法,采用百分制。由食品专业人员,5 男 5 女组成感官评定小组,年龄为 25~55 岁,评分标准见表 4。

1.2.8 颜色的测定

使用 CIELAB 比色系统的 L (亮度)、 a (红绿色)和 b (黄蓝色)值评估糖渍野木瓜鲜切片颜色的变化,每 5 d 取样一次,分别对糖渍野木瓜鲜切片的上下表面进行颜色测定,并参照 Olivas 等^[32]的方法利用 L 、

a 、 b 值计算褐变指数 (Browning Index, I_{BI})。计算公式见式 (1)~(2)。

$$I_{BI} = \frac{100 \times (x - 0.031)}{0.172} + 180 \tag{1}$$

$$x = \frac{a + 1.75L}{5.645L + a - 3.012b} \tag{2}$$

1.2.9 总酸含量的测定

总酸含量参照 Giménez 等^[33]的方法测定。

1.2.10 Vc 含量的测定

Vc 含量采用 Wang 等^[34]的方法进行测定。

1.2.11 菌落总数的测定

菌落总数的检测方法参考 GB 4789.2—2022^[35]。

1.2.12 数据处理与分析

以上实验均重复 3 次。采用 SPSS22.0 对数据进行最小差异显著性 (LSD) 分析,图表中的不同字母或星号代表各处理间差异显著 ($P < 0.05$)。使用 Microsoft Excel 2010、origin2018 进行统计分析并绘制图表。

表 3 糖渍野木瓜鲜切片保鲜工艺正交实验设计
Tab.3 Design of orthogonal experiment in preservation of fresh slices of candied *stauntonia chinensis*

编号	纳他霉素质量浓度/(mg·L ⁻¹)	D-异抗坏血酸钠质量浓度/(mg·L ⁻¹)	巴氏杀菌温度/°C	巴氏杀菌时间/min
1	30	200	60	20
2	30	400	70	25
3	30	600	80	30
4	60	200	70	30
5	60	400	80	20
6	60	600	60	25
7	90	200	80	25
8	90	400	60	30
9	90	600	70	20

表 4 感官评分
Tab.4 Sensory evaluation

项目	满分	描述
味道	30	酸甜适口,野木瓜味浓,无涩味,25.5~30 分;稍偏酸或偏甜,野木瓜味较淡,有些许涩味,18~25.5 分;偏酸或偏甜,没有野木瓜味,涩味严重,1~18 分
颜色	15	具有木瓜原有的色泽,无褐变,12.75~15 分;轻微变色,9~12.75 分;褐变严重,1~9 分
外观	15	表面有光泽,完整无腐烂,12.75~15 分;表面稍有暗淡或褪色,切片较为完整,9~12.75 分;表面暗淡或褪色,切片不完整或有腐烂,1~9 分
气味	15	有野木瓜特有的香味,无异味,12.75~15 分;野木瓜原有香味较淡,9~12.75 分;野木瓜原有香味不明显,有异味,1~9 分
质地	15	硬度适中,脆爽,12.75~15 分;轻微偏硬或偏软,脆度稍差,9~12.75 分;太硬或太软,无脆爽的口感,1~9 分
整体可接受性	10	整体较好,8~10 分;整体稍差,6~8 分;整体较差,1~6 分

2 结果与分析

2.1 糖渍野木瓜鲜切片制作工艺实验结果

2.1.1 单因素实验结果

图 1~3 表明, 野木瓜的糖度随着糖液浓度、真空糖渍时间、超声糖渍时间的增加而增加, 但当糖液质量分数达到 50%, 超声糖渍时间达到 90 min, 真空糖渍时间达到 120 min 时, 糖度增加量趋于平缓。因此选取糖液质量分数 50%~70%, 超声糖渍时间为 30~90 min, 真空糖渍时间为 90~120 min 进行下一步正交实验。

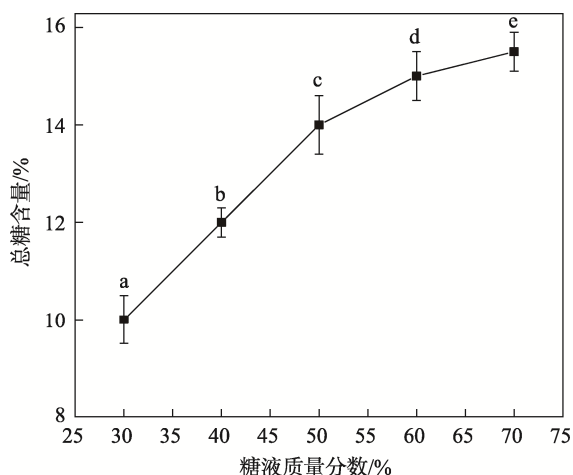


图 1 糖液质量分数对糖渍野木瓜鲜切片总糖含量的影响

Fig.1 Effect of concentration of sugar solution on total sugar content in fresh slices of candied *stauntonia chinensis*

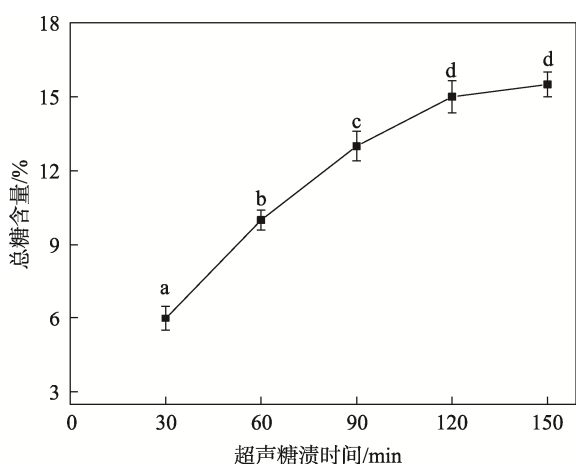


图 2 超声糖渍时间对糖渍野木瓜鲜切片总糖含量的影响

Fig.2 Effect of ultrasonic maceration time on total sugar content in fresh slices of candied *stauntonia chinensis*

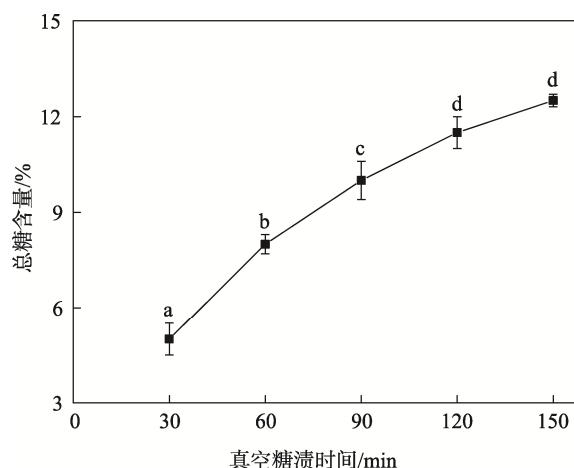


图 3 真空糖渍时间对糖渍野木瓜鲜切片总糖含量的影响

Fig.3 Effect of vacuum maceration time on total sugar content in fresh slices of candied *stauntonia chinensis*

2.1.2 糖渍野木瓜鲜切片制作工艺正交实验结果

由实验结果 (表 5) 可以看出当组合为 $A_1B_3C_3$ 时, 总糖含量最大。含糖量的主要影响因素从大到小为超声糖渍时间、真空糖渍时间、糖液质量分数, 糖液质量分数对渗糖的影响最小, 因此在实际生产中, 建议适当的降低糖液浓度来降低经济成本。

在渗糖方面, 超声波将液体作为介质进行传播时, 能在其中产生强烈的冲击, 造成空化效应, 从而使得细胞膜的渗透力大大增强, 进而强化细胞内外的质量传递, 最终达到提高渗糖效率的目的。超声波只是在瞬间击穿细胞膜, 对果蔬组织结构不易造成破坏, 具有保护产品外观品质不被破坏的优点^[21-22]。因此选用超声波渗糖不但可有效缩短浸渍时间, 而且可以提升产品品质^[23-24]。Nowacka 等^[18]和 Bellary 等^[11]在猕猴桃和椰肉中的研究也证实了这一点。真空渗糖技术采用的是“动态”渗糖原理, 果组织被排空, 果组织对糖分离的抗性排除^[26]。由于渗糖全过程在真空条件下进行, 因而减少了产品与空气中氧离子的接触, 降低了多酚氧化酶的活性, 能较大幅度地保持原果风味^[27-28], 能在较短的时间内达到快速渗糖、缩短加工周期的技术要求。与传统过程相比, 用真空处理的水果和蔬菜不需要煮熟, 营养损失和风味损失很小, 酸性均匀, 减少了生产周期^[28]。研究也发现, 在糖渍过程中将真空与超声技术相结合, 可以大幅度提升糖液的传质速率, 缩短糖渍时间, 提升产品品质^[29-30]。

糖酸比可以影响食品的口味, 而食品生产中通过调节该比值来控制食品口味。根据表 5 可以看出, 6 号糖渍野木瓜鲜切片样品具有最高的总酸含量, 2、3、5、7 号样品酸度较低, 风味较淡, 1、4、8、

9 号糖渍野木瓜鲜切片样品的酸度较为适中, 风味更佳。

从感官评分来看, 2 号糖渍野木瓜鲜切片样品总分最低, 4 号糖渍野木瓜鲜切片样品得到了最高评分。4 号产品既不会过度酸甜, 也不会味道平淡, 比较符合消费者的口味需求, 而且从经济成本和节约时间方面考虑, 最终确定 4 号糖渍野木瓜鲜切片样品所使用的工艺为最佳工艺参数, 经过脱酸处理后使用质量分数为 40% 的糖液, 然后进行超声糖渍 60 min, 真空糖渍 90 min, 此时得到的糖渍野木瓜鲜切片不仅酸甜可口, 且质地脆爽。

2.2 糖渍野木瓜鲜切片保鲜工艺实验结果

表 6 的实验结果表明, 杀菌温度是影响 Vc 含量的最主要的因素, 2 号糖渍野木瓜鲜切片样品的 Vc

含量最高, 4、6、9 号样品次之, 而当杀菌温度为 80 °C 时, 3、5、7 号糖渍野木瓜鲜切片样品的 Vc 含量最低, 因此杀菌温度要低于 80 °C。这一结果与前人的研究一致^[36-37]。

高温同样会破坏果蔬组织结构, 从而降低硬度^[38]。当巴氏杀菌温度高达 80 °C 时, 3、5、7 号糖渍野木瓜鲜切片的硬度大幅度下降, 严重影响了其口感, 因此巴氏杀菌温度不能超过 80 °C。

从感官评分来看, 最主要的影响因素同样是杀菌温度, 其次是纳他霉素的浓度。这可能是由于合适的杀菌温度和纳他霉素的应用减少了产品微生物的污染, 保持了产品的品质。

综上, 最佳保鲜处理工艺参数: 纳他霉素质量浓度为 60 mg/L, D-异抗坏血酸钠质量浓度为 200 mg/L, 巴氏杀菌时间为 30 min, 温度为 70 °C。

表 5 糖渍野木瓜鲜切片制作工艺正交实验结果
Tab.5 Results of the orthogonal experiments in processing of fresh slices of candied *stauntonia chinensis*

编号	糖液质量分数/%	超声糖渍时间/min	真空糖渍时间/min	总糖含量/%	总酸含量/%	感官评分
1	A1(30)	B1(60)	C1(60)	10.5	0.85	86.6
2	A1	B2(90)	C2(90)	13.8	0.70	85.6
3	A1	B3(120)	C3(120)	16.2	0.66	86.4
4	A2(40)	B1	C2	12.2	0.80	91.3
5	A2	B2	C3	15.0	0.65	86.6
6	A2	B3	C1	14.8	0.89	86.9
7	A3(50)	B1	C3	13.3	0.64	87.7
8	A3	B2	C2	14.0	0.85	88.2
9	A3	B3	C1	15.2	0.78	88.5
总糖含量	k_1	13.5	12.0	12.9	$\sum=125$ $\varepsilon=13.8$	
	k_2	14.0	13.9	13.9		
	k_3	14.1	15.8	14.8		
	R	0.6	3.8	1.9		
总酸含量	k_1	0.74	0.76	0.84	$\sum=6.82$ $\varepsilon=0.76$	
	k_2	0.78	0.73	0.78		
	k_3	0.76	0.78	0.65		
	R	0.04	0.05	0.19		
感官评分	k_1	86.2	88.5	87.3	$\sum=6.82$ $\varepsilon=0.76$	
	k_2	88.3	86.8	88.4		
	k_3	88.1	87.3	86.9		
	R	1.9	1.7	1.5		

注: $\sum$ 表示求和; ε 表示平均值。

表 6 糖渍野木瓜鲜切片保鲜工艺正交实验结果
Tab.6 Results of the orthogonal experiments in preservation of fresh slices of candied *stauntonia chinensis*

编号	纳他霉素 质量浓度/(mg·L ⁻¹)	D-异抗坏血酸 质量浓度/(mg·L ⁻¹)	巴氏杀菌 温度/°C	巴氏杀菌 时间/min	Vc 含量/(μg·g ⁻¹)	硬度/g	感官评分
1	A1(30)	B1(200)	C1(60)	D1(20)	16.5	5 082	86.0
2	A1	B2(400)	C2(70)	D2(25)	17.5	5 101	88.6
3	A1	B3(600)	C3(80)	D3(30)	15.3	4 700	80.6
4	A2(60)	B1	C2	D3	17.2	5 155	93.5
5	A2	B2	C3	D1	14.8	4 151	82.0
6	A2	B3	C1	D2	16.7	5 200	87.3
7	A3(90)	B1	C3	D2	15.1	4 735	81.1
8	A3	B2	C1	D3	16.2	5 163	87.9
9	A3	B3	C2	D1	16.6	5 160	90.5
Vc 含 量	<i>k</i> ₁	16.4	16.3	16.5	16.0	Σ=145.9 ε=16.2	
	<i>k</i> ₂	16.2	16.2	17.1	16.4		
	<i>k</i> ₃	16.0	16.2	16.1	16.2		
	<i>R</i>	0.4	0.1	1.0	0.4		
硬 度	<i>k</i> ₁	4 961	4 991	5 148	4 798	Σ=44 447 ε=4 939	
	<i>k</i> ₂	4 835	4 805	5 139	5 012		
	<i>k</i> ₃	5 019	5 020	4 671	5 006		
	<i>R</i>	184	215	447	214		
感 官 评 分	<i>k</i> ₁	85.1	86.9	87.1	86.2	Σ=777.5 ε=86.4	
	<i>k</i> ₂	87.6	86.2	90.9	85.7		
	<i>k</i> ₃	86.5	86.1	84.4	87.3		
	<i>R</i>	2.5	0.8	6.5	1.6		

注: Σ表示求和; ε表示平均值。

2.3 产品检验

处理组样品制备方法如下: 将脱酸完成(15 h)的野木瓜鲜切片使用质量浓度为 60 mg/L 的纳他霉素、质量浓度为 200 mg/L 的 D-异抗坏血酸钠且含糖量为 40% 的糖水, 先进行超声糖渍 60 min, 然后真空糖渍 90 min, 将制备好的糖渍野木瓜鲜切片使用 PA+PET 复合袋进行真空包装, 放入 70 °C 水浴锅 30 min, 进行巴氏杀菌。在 28 °C 培养箱中贮藏 30 d, 每隔 5 d 取样测定相关指标, 重复 3 次。

对照组即模拟市售鲜切野木瓜片, 不使用保鲜处理(即不添加纳他霉素和 D-异抗坏血酸钠), 不进行巴氏杀菌, 其他处理同样品组。

2.3.1 糖渍野木瓜鲜切片 L 值及褐变指数的变化

水果的颜色是重要的感官品质特性之一, 因为它会影响产品的可接受性, 因此加工过程中应尽量保持果实原有的色泽^[39-40]。D-异抗坏血酸钠的添加可以抑制氧化酶本身的活性, 从而防止果蔬褐变的发生^[41]。从图 4 得知, 对照组颜色下降明显, 而处理组样品颜色下降

平缓。由图 5 可知, 处理组的褐变指数较对照组低, 这一点从图 6 中也可以很明显看出, 经过保鲜处理的糖渍野木瓜鲜切片颜色更加明快, 更能吸引消费者。

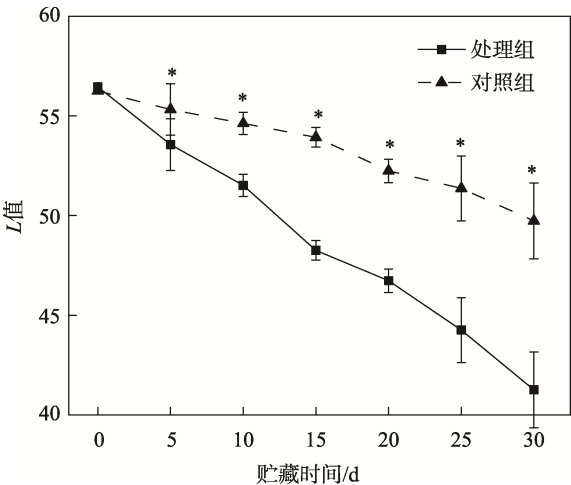


图 4 贮藏期间糖渍野木瓜鲜切片 L 值
Fig.4 L value of fresh slices of candied *stauntonia chinensis* during storage

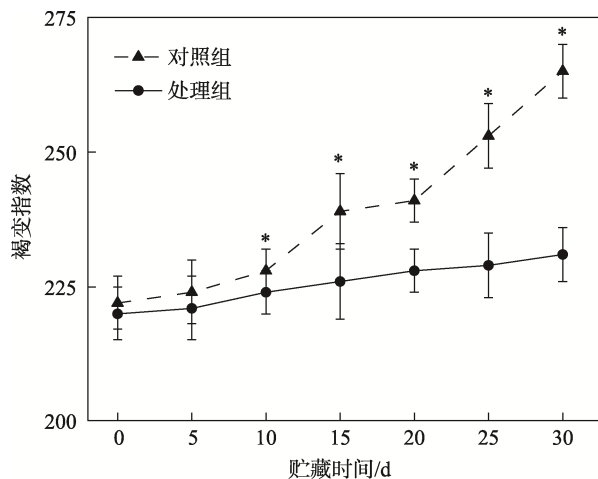


图5 贮藏期间糖渍野木瓜鲜切片褐变指数

Fig.5 Browning index of fresh slices of candied *stauntonia chinensis* during storage



图6 第30天糖渍野木瓜鲜切片
Fig.6 Fresh slices of *stauntonia chinensis* on 30th day

2.3.2 糖渍野木瓜鲜切片细菌总数的变化

纳他霉素是国际上唯一获得批准的高效、安全的抗真菌生物防腐剂，在食品工业中具有广泛的应用前景^[42]，用其对食品表面进行处理以增加食品的保质期，却不影响食品的风味和口感。由图7得知，贮藏期间处理组细菌总数始终低于对照组。处理组在第30天实验结束时细菌总数约为 10^3 CFU/g，符合 GB 14884—2016 中对蜜饯要求的细菌总数；而对照组在第5天时细菌总数就超过了 10^4 CFU/g，超出了 GB 14884—2016 中对蜜饯要求的细菌总数。由此可见，保鲜处理可以使糖渍野木瓜鲜切的保质期至少延长 25 d，因此纳他霉素和巴氏杀菌处理，可以提高产品抗菌能力，延长保质期。

图8是30 d时处理组和对照组的对比图。由图8可以看出，对照组已经严重胀袋，而且褪色严重，不符合食用的要求；而处理组不但没有胀袋，而且外观完整，颜色鲜亮。

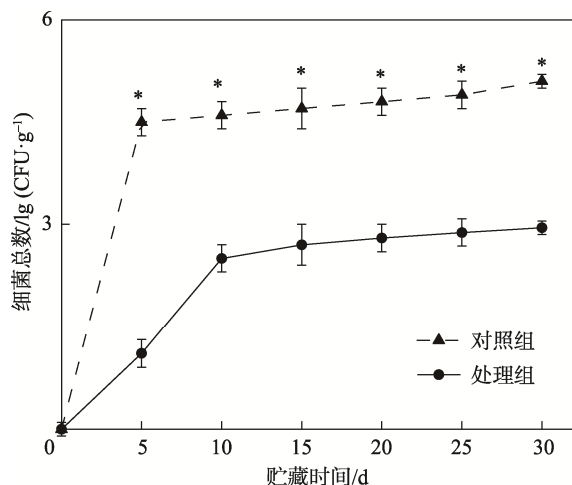


图7 贮藏期间样品细菌总数的变化
Fig.7 Total number of bacteria change of *stauntonia chinensis* slices during storage



图8 包装后贮藏第30天糖渍野木瓜鲜切片
Fig.8 Fresh slices of *stauntonia chinensis* on the 30th day in the package

3 结语

通过对糖渍野木瓜鲜切片加工工艺优化及其风味品质的变化研究，得出以下结论：

1) 糖渍野木瓜鲜切片工艺优化实验中，通过对糖渍野木瓜鲜切片的糖含量、总酸含量及感官评分进行研究，筛选出制作糖渍野木瓜鲜切片的最佳工艺参数为糖液质量分数 40%，超声糖渍 60 min，真空糖渍 90 min。

2) 保鲜参数的筛选实验中，通过产品的 Vc 含量、硬度及感官评分，筛选出糖渍野木瓜鲜切片的最佳保鲜工艺参数：纳他霉素为 60 mg/L，D-异抗坏血酸钠为 200 mg/L，巴氏杀菌时间为 30 min，温度为 70 °C。

3) 产品检验实验中，本实验条件下生产的糖渍野木瓜鲜切片，不仅外观颜色明快，微生物符合国家标准，而且延长了保质期至少 25 d。

本文通过超声、真空渗糖及保鲜工艺，制作出了味道酸甜脆爽、品质极佳的糖渍野木瓜鲜切片。该制作工艺操作简单、成本低，对糖渍野木瓜鲜切片的实际标准化生产有现实意义。

参考文献:

- [1] 贺莉芳, 殷瑜霞, 郑明辉, 等. 野木瓜提取物对家蝇生长发育的影响[J]. 湖北农业科学, 2018, 57(2): 64-66.
HE L F, YIN Y X, ZHENG M H, et al. Effects of Extracts from *Stauntonia Chinensis* on the Growth and Development of *Musca Domestica*[J]. Hubei Agricultural Sciences, 2018, 57(2): 64-66.
- [2] XU J, WANG S, FENG T H, et al. Hypoglycemic and Hypolipidemic Effects of Total Saponins from *Stauntonia Chinensis* in Diabetic Db/Db Mice[J]. Journal of Cellular and Molecular Medicine, 2018, 22(12): 6026-6038.
- [3] YANG J J, XIONG Q M, ZHANG J, et al. The Protective Effect of *Stauntonia Chinensis* Polysaccharide on CCl₄-Induced Acute Liver Injuries in Mice[J]. International Journal of Biomedical Science, 2014, 10(1): 16-20.
- [4] 卢旭然, 王满元, 龚慕辛, 等. 野木瓜属植物化学成分和药理活性的研究进展[J]. 北京中医药, 2013(7): 556-559.
LU X R, WANG M Y, GONG M X, et al. Research Overview on Chemical Constituents and Pharmacological Activities of Wild Papaya[J]. Beijing Journal of Traditional Chinese Medicine, 2013, 7: 556-559.
- [5] 崔霖芸. 野木瓜果汁非酶褐变复配抑制剂的优化[J]. 食品与机械, 2017, 33(4): 184-189.
CUI L Y. Study on the Optimization of the Compound Inhibitor of Non-Enzymatic Browning in *Stauntonia Chinensis* Juice[J]. Food & Machinery, 2017, 33(4): 184-189.
- [6] ZHANG T X, FU H Z, YANG Y S, et al. Chemical Constituents from *Stauntonia Chinensis*[J]. Journal of Chinese Medicinal Materials, 2016, 39(7): 1554-1558.
- [7] CHEN S, RONG Y, LIU M X, et al. Analgesic Effects of Triterpenoid Saponins from *Stauntonia Chinensis* via Selective Increase in Inhibitory Synaptic Response in Mouse Cortical Neurons[J]. Frontiers in Pharmacology, 2018, 9: 1302.
- [8] HU X, WANG S, XU J, et al. Triterpenoid Saponins from *Stauntonia Chinensis* Ameliorate Insulin Resistance via the AMP-Activated Protein Kinase and IR/IRS-1/PI3K/Akt Pathways in Insulin-Resistant HepG2 Cells[J]. Int J Mol Sci, 2014, 15(6): 10446-10458.
- [9] 陈瑛, 李锦, 吴英良. 野木瓜化学成分及其药理和临床研究进展[J]. 沈阳药科大学学报, 2008, 25(11): 924-928.
CHEN Y, LI J, WU Y L. Research Overview of the Chemical Components and the Pharmacoclinic of *Stauntonia Chinensis*[J]. Journal of Shenyang Pharmaceutical University, 2008, 25(11): 924-928.
- [10] GE B, LIAO R, LI P C, et al. Urination Therapeutic Drug Brachyantheraaside A2 Affects the Therapeutic Window of Zidovudine[J]. Latin American Journal of Pharmacy, 2015, 34(2): 413-415.
- [11] BELLARY A N, RASTOGI N K. Effect of Hypotonic and Hypertonic Solutions on Impregnation of Curcuminoids in Coconut Slices[J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2012, 16: 33-40.
- [12] 韦广鑫, 龙立利, 杨笑天, 等. 野木瓜果酒发酵工艺优化研究[J]. 酿酒科技, 2015(5): 83-85.
WEI G X, LONG L L, YANG X T, et al. The Optimization of Fermenting Technology of *Stauntonia Chinensis* DC Wine[J]. Liquor-Making Science & Technology, 2015(5): 83-85.
- [13] TANG W Y, ZHANG Y M, DONG Y G. Determination of Oleanolic and Ursolic in *Chaenomeles Cathayensis* (Hemsl.) Schneid at the Same Time by HPLC[J]. China Food Additives, 2010, 4: 196-200.
- [14] NOWACKA M, TYLEWICZ U, LAGHI L, et al. Effect of Ultrasound Treatment on the Water State in Kiwifruit during Osmotic Dehydration[J]. Food Chemistry, 2014, 144: 18-25.
- [15] 田亮, 王文平, 吴国卿, 等. 发酵型野木瓜果酒加工工艺研究[J]. 中国酿造, 2010, 29(11): 177-179.
TIAN L, WANG W P, WU G Q, et al. Processing Technology of *Chaenomeles Cathayensis* Wine[J]. China Brewing, 2010, 29(11): 177-179.
- [16] 张孝刚, 唐玲, 曾嵘, 等. 超声波处理对野木瓜糖渍片贮藏性质的影响[J]. 北方园艺, 2016(19): 141-145.
ZHANG X G, TANG L, ZENG R, et al. Effect of Ultrasonic Treatment on Storage Properties of Sugaring Slices of *Stauntonia Chinensis*[J]. Northern Horticulture, 2016(19): 141-145.
- [17] 盛金凤, 李丽, 孙健, 等. 不同渗糖方式对芒果果脯品质及组织细胞的影响[J]. 现代食品科技, 2014, 30(6): 202-206.
SHENG J F, LI L, SUN J, et al. Effects of Different Sugar Osmosis on the Quality and Tissue Cells of Preserved Mango[J]. Modern Food Science and Technology, 2014, 30(6): 202-206.
- [18] NOWACKA M, TYLEWICZ U, TAPPI S. Ultrasound Assisted Osmotic Dehydration of Organic Cranberries (*Vaccinium Oxycoccus*): Study on Quality Parameters Evolution during Storage[J]. Food Control, 2018, 93: 40-47.
- [19] 马空军, 贾殿赠, 包文忠, 等. 超声场强化渗透脱水传质机理模型研究[J]. 食品科学, 2011, 32(13): 94-101.
MA K J, JIA D Z, BAO W Z, et al. Mass Transfer Mechanism and Mathematical Model for Ultrasonic-Enhanced Osmotic Dehydration[J]. Food Science, 2011, 32(13): 94-101.
- [20] FERNANDES F A N, RODRIGUES S. Application of Ultrasound and Ultrasound-Assisted Osmotic Dehydration in Drying of Fruits[J]. Drying Technology, 2008, 26(12): 1509-1516.

- [21] GOULA A, KOKOLAKI M, DAFTSIUO E. Use of Ultrasound for Osmotic Dehydration. the Case of Potatoes[J]. Food and Bioproducts Processing, 2017, 105: 157-170.
- [22] PROSAPIO V, NORTON I. Influence of Osmotic Dehydration Pre-Treatment on Oven Drying and Freeze Drying Performance[J]. LWT - Food Science and Technology, 2017, 80: 401-408.
- [23] CIURZYŃSKA A, KOWALSKA H, SAMBORSKA K, et al. Osmotic Dehydration in Production of Sustainable and Healthy Food[J]. Trends in Food Science & Technology, 2016, 50: 186-192.
- [24] SIMPSON R, RAMÍREZ C, BIRCHMEIER V, et al. Diffusion Mechanisms during the Osmotic Dehydration of Granny Smith Apples Subjected to a Moderate Electric Field[J]. Journal of Food Engineering, 2015, 166: 204-211.
- [25] PEDRO F. Modelling of Vacuum Osmotic Dehydration of Food[J]. Journal of Food Engineering, 1994, 22(1/2/3/4): 313-328.
- [26] 吕明生, 徐兴权, 王淑军, 等. 低糖雪莲薯果脯真空渗糖工艺条件的优化[J]. 食品研究与开发, 2010, 31(2): 72-75.
- LYU M S, XU X Q, WANG S J, et al. Optimization of Vacuuming Sugar Infusion Processing Technological Conditions of Low-Sugar Preserved Fruit of Smallanthus Sonchifolius[J]. Food Research and Development, 2010, 31(2): 72-75.
- [27] ATARES L, GALLAGHER M S, OLIVEIRA F. Process Conditions Effect on the Quality of Banana Osmotically Dehydrated[J]. Journal of Food Engineering, 2010, 103(4): 401-408.
- [28] RASTOGI N, RAGHAVARAO K, NIRANJAN K, et al. Recent Developments in Osmotic Dehydration: Methods to Enhance Mass Transfer[J]. Trends in Food Science & Technology, 2002, 13(2): 48-59.
- [29] ZIELINSKA M, MARKOWSKI M. The Effect of Microwave-Vacuum, Ultrasonication and Freezing on Mass Transfer Kinetics and Diffusivity during Osmotic Dehydration of Cranberries[J]. Drying Technology, 2017, 36(5): 48-61.
- [30] FENG Y, YU X, YAGOUR A E A, et al. Vacuum Pre-treatment Coupled to Ultrasound Assisted Osmotic Dehydration as a Novel Method for Garlic Slices Dehydration[J]. Ultrason Sonochem, 2019, 50: 363-372.
- [31] AGUAYO E, ESCALONA V, SILVEIRA A C, et al. Quality of Tomato Slices Disinfected with Ozonated Water[J]. Food Science and Technology International = Ciencia y Tecnologia De Los Alimentos Internacional, 2014, 20(3): 227-235.
- [32] OLIVAS G, MATTINSON D, BARBOSA-CÁNOVAS G V. Alginate Coatings of Minimally Processed “Gala” apples[J]. Postharvest Biology and Technology, 2007, 45(1): 89-96.
- [33] GIMÉNEZ M, VALVERDE J, VALERO D, et al. Methyl Salicylate Treatments of Sweet Cherry Trees Improve Fruit Quality at Harvest and during Storage[J]. Scientia Horticulturae, 2015, 197: 665-673.
- [34] WANG Q, DING T, ZUO J H, et al. Amelioration of Postharvest Chilling Injury in Sweet Pepper by Glycine Betaine[J]. Postharvest Biology and Technology, 2016, 112: 114-120.
- [35] GB 4789.2—2022, 食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定[S].
- GB 4789.2-2016, National Standards for Food Safety Microbiology Detection Total Colony Determination[S].
- [36] 周颖君, 阮晓琴, 纪剑辉. 水果 VC 含量的测定以及不同贮藏温度对 VC 含量的影响[J]. 广州化工, 2015, 43(21): 119-121.
- ZHOU Y J, RUAN X Q, JI J H. Determination of VC Content in Fruits and Effects of Storage Temperatures on VC Content[J]. Guangzhou Chemical Industry, 2015, 43(21): 119-121.
- [37] 梁超, 尤亮亮, 张微. 不同热处理加工方式对牛奶中维生素 C 含量的影响[J]. 中国乳业, 2018(2): 68-70.
- LIANG C, YOU L L, ZHANG W. Effect of Different Heat Treatment Methods on Vitamin C Content in Milk[J]. China Dairy, 2018(2): 68-70.
- [38] 徐洲, 施正琴, 尹礼国, 等. 3 种杀菌方式对低盐大头菜品质影响的比较[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(5): 22-26.
- XU Z, SHI Z Q, YIN L G, et al. Comparison of Effects of Three Different Sterilizations on the Qualities of Low-Salt Kohlrabi[J]. Food Research and Development, 2017, 38(5): 22-26.
- [39] SILVA E, BRANDO S, SILVA A, et al. Ultrasound-Assisted Vacuum Drying of Nectarine[J]. Journal of Food Engineering, 2018, 246(2): 119-124.
- [40] HAZAL T Z, MEHMET B, SALIH K, et al. Dehydration of Green Beans Using Ultrasound-Assisted Vacuum Drying as a Novel Technique: Drying Kinetics and Quality Parameters[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2017, 41(6): 223-227.
- [41] ZHAO N, GE L H, HUANG Y L, et al. Impact of Cold Plasma Processing on Quality Parameters of Packaged Fermented Vegetable (Radish Paocai) in Comparison with Pasteurization Processing: Insight into Safety and Storage Stability of Products[J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2020, 60(2): 102300.
- [42] STREEKSTRA H, VERKENNIS A E E, JACOBS R, et al. Fungal Strains and the Development of Tolerance Against Natamycin[J]. International Journal of Food Microbiology, 2016, 238: 15-22.