

## 组合保鲜技术结合气调贮藏对荔枝品质的影响

王欲翠<sup>1</sup>, 王晓蘅<sup>1</sup>, 冯毅<sup>2</sup>, 杨浩文<sup>1</sup>, 谢晓东<sup>1</sup>, 王昕<sup>1</sup>, 向红<sup>1</sup>

(1.华南农业大学, 广州 510642; 2.广州鲜之源生态冷链技术有限公司, 广州 511486)

**摘要:** **目的** 研究低温气调贮藏环境下不同预处理对荔枝贮藏综合保鲜效果的影响。**方法** 在温度 3 ℃, 相对湿度 90%, O<sub>2</sub> 和 N<sub>2</sub> 的体积分数分别为 5%和 95%的条件下, 分别用质量分数为 1%的施保克或质量分数为 5%的抗菌肽浸泡 3 min, 2 种不同厚度 PE 包装袋, 及不同时间的臭氧处理技术对荔枝进行保鲜处理, 通过三因素三水平正交试验设计不同处理组合, 分别检测不同处理组合荔枝气调贮藏过程中的褐变程度、质量损失率等理化指标。**结果** 不同处理组荔枝的褐变程度、质量损失率等理化指标变化趋势波动较大; 三因素之间对荔枝褐变程度和可溶性固形物含量的影响具有显著性 ( $P<0.05$ )。得出荔枝保鲜最佳工艺, 即用质量分数为 1%的施保克浸泡 3 min+PE20 包装+10 min 臭氧处理并持续喷淋 50 mg/L 水杨酸。**结论** 文中的最佳工艺结合低温气调贮藏能有效延长荔枝 5~9 d 的保鲜期。

**关键词:** 荔枝; 气调保鲜; 涂膜保鲜; 臭氧

**中图分类号:** TB489; TS205.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)01-0047-06

## Effect of Combined Fresh-keeping Technology Combined with Modified Atmosphere Storage on Quality of Litchi

WANG Yu-cui<sup>1</sup>, WANG Xiao-heng<sup>1</sup>, FENG Yi<sup>2</sup>, YANG Hao-wen<sup>1</sup>, XIE Xiao-dong<sup>1</sup>,  
WANG Xin<sup>1</sup>, XIANG Hong<sup>1</sup>

(1.South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China; 2.Guangzhou Xianzhiyuan Ecological Cold Chain Technology Co., Ltd., Guangzhou 511486, China)

**ABSTRACT:** The work aims to investigate the effect of different pretreatments on the integrated preservation of litchi stored under modified atmosphere environment. Respective soaking in 1% (mass fraction) prochloraz for 3 min and in 5% (mass fraction) antibacterial peptide for 3 min, two different thicknesses of the PE packaging bags, and ozone treatment for different durations were adopted to preserve the litchi under the conditions of 3 ℃, 90% (RH), and 5% (volume fraction) O<sub>2</sub> and 95% (volume fraction) N<sub>2</sub>. The different treatment combinations were designed through three-factor three-level orthogonal test. The browning degree, mass loss rate and other physicochemical indicators were respectively detected in the process of modified atmosphere storage of litchi under different treatment combinations. The browning degree, mass loss rate and other physicochemical indicators of litchi under different treatment combinations had significant tendency of variation. The effect of three factors on the browning degree and TSS content of litchi was significant ( $P<0.05$ ). The combination of soaking in 1% (mass fraction) prochloraz for 3 min + PE20 package+10 min ozone treatment and sustained spraying of 50 mg/L salicylic acid was the optimal technology used to preserve the litchi. The proposed optimal technology combined with the modified atmosphere storage at low temperatures can effectively extend the shelf life of litchi for five to nine days.

收稿日期: 2017-04-08

基金项目: 广东省大学生创新创业训练计划 (201610564202); 广州鲜之源生态冷链技术有限公司横向项目

作者简介: 王欲翠 (1989—), 女, 华南农业大学硕士生, 主攻食品包装。

通讯作者: 向红 (1964—), 男, 博士, 华南农业大学教授, 主要研究方向为食品包装和运输包装。

**KEY WORDS:** litchi; modified atmosphere packaging; coating preservation; ozone

由于荔枝采后容易失水褐变及质变,所以荔枝保鲜一直是研究热点。常用的保鲜方法主要有涂膜、辐射处理、气调包装及冷藏等<sup>[1-7]</sup>。近年来,以液氮为冷源的气调保鲜系统具有快速降温、成本低、调控简单、降氧时间快、果蔬贮藏保鲜期长等特点<sup>[2,8-9]</sup>,但由于液氮制冷气调储运系统是一种较新的保鲜方式,相关研究还不够深入。为了系统研究这种新型气调系统与各种保鲜方式综合作用下的荔枝保鲜效果,这里拟研究保鲜涂膜、包装方式及臭氧处理等技术在液氮制冷气调环境下对荔枝的保鲜效果,为荔枝贮藏保鲜技术的发展提供参考。

## 1 实验

### 1.1 材料与仪器

主要材料:荔枝,广西梧州;施保克,广东江门市新会区沙堆镇洋关开发区;抗菌肽(副干酪乳杆菌 FX-6 产生的抗菌肽粗提物),广东省天然活性物工程技术研究中心实验室自制<sup>[10]</sup>;2,6-二氯酚钠(分析纯,纯度≥98.0%),水杨酸(50 mg/L),吉林省博大制药有限公司;厚度分别为 5, 20 dm,规格为 22 cm×15 cm,开孔直径为 0.8 cm,开孔率为 1.2%的聚乙烯(PE)包装袋,浙江省台州市路桥宏亚塑料包装厂。

主要仪器:XZY-1-FZ-02 智能生态通风型注入臭氧气调库(O<sub>3</sub>产生量为 10 g/h,质量浓度为 260 mg/m<sup>3</sup>,温度为 3 ℃,相对湿度为 90%,体积分数分别为 5%和 95%的 O<sub>2</sub>和 N<sub>2</sub>),广州鲜之源生态冷链技术有限公司;GY 系列便携式果实硬度计,中国乐清市艾德堡仪器有限公司;手持式折光仪,成都豪创光电仪器有限公司。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 不同试验组的确定

设计正交试验因素水平,见表 1,得到 9 个试验组,以确定最佳的保鲜条件,其中 A1B1C1 处理组可作为空白对照组。

表 1 三因素三水平正交试验  
Tab.1 Three-factor three-level orthogonal test

水平	因素		
	A	B	C
1	无涂布	无包装	无臭氧
2	质量分数为5%的抗菌肽	PE5	10 min臭氧处理
3	质量分数为1%的施保克	PE20	10 min臭氧处理 +50 mg/L水杨酸

注:PE5 和 PE20 分别表示包装袋厚度为 0.5, 2 mm

#### 1.2.2 荔枝前处理

荔枝均采收于广西梧州,成熟度为 8~9 成,采后通过液氮(体积分数为 97%)冷链运输车(车内温度为 5 ℃,体积分数为 3%的 O<sub>2</sub>)回广州,共设 9 个试验组,每组设 5 个批次,每批次挑选成熟度一致、大小颜色均匀、无病虫害荔枝 20 颗,且各组各批次质量相近;将通过不同处理后的荔枝贮藏于温度为 3 ℃,相对湿度为 90%,O<sub>2</sub>和 N<sub>2</sub>体积分数为 5%,95%的气调库中;分别于第 0, 11, 17, 21, 23, 24 d 进行共 6 次理化性质检测,每次随机抽取每批次中的 10 颗荔枝进行检测,每颗果重复测量 3 次,取平均值。采取正交实验方法<sup>[11]</sup>,以褐变度、质量损失率、维生素 C 含量、可溶性固形物(TSS)含量和总酸(TA)含量为该实验检测指标。

### 1.3 理化指标检测

1) 褐变程度与褐变指数。褐变指数采用感官评定法<sup>[12]</sup>,从每组样品中随机取出 50 个荔枝果实进行分级,每组实验重复 3 次,根据果实褐变程度分为 1~5 级。1 级表示果皮鲜红,或龟裂片尖端有零星褐点,外观好;2 级表示褐变总面积小于果面的 1/3,外观一般;3 级表示褐变总面积为果面的 1/3~1/2,外观较差,可食用,商品价值差;4 级表示褐变面积大于果面的 1/2,局部有红色,外观差;5 级表示果表面全部褐变或果汁外渗(流水),无红色或呈暗红色。褐变指数的计算为:褐变指数=[Σ(褐变级数×该级果数)]/果实的总数。

2) 质量损失率的测定。荔枝果实样品,每组 10 个,测出其贮藏前和贮藏后的质量,重复测量 3 次,并取平均值,在贮藏过程中荔枝果实质量损失率(%)=(贮藏前质量-贮藏后质量)/贮藏前质量×100%。

3) 可溶性固形物含量的测定。采用手持式折光仪,将荔枝剥皮去核后挤压取汁并摇匀,吸取 1~2 滴果汁滴到折射计镜面上,读取并记录数据,重复测定 3 次,取平均值。

4) 维生素 C 含量的测定。参考苑乃香等<sup>[13]</sup>用 2,6-二氯酚钠法测定维生素 C 含量的方法。取适量样品加一定蒸馏水打成匀浆,用蒸馏水定容 100 mL,用移液管准确移取 2.00 mL(或 5.00 mL)样品,加入 2.00 mL(或 5.00 mL)质量分数为 2%的草酸溶液,匀后用 2,6-二氯酚钠溶液滴定至微红色,并在 15 s 内不消失为终点,平行滴定 3 次取平均值。维生素 C 的计算公式为: $n_{VC}=[(V_3 T)/V_4] \times 100\%$ 。其中, $n_{VC}$ 为维生素 C 含量(mg/(100 mL)); $T$ 为滴定度(mg/mL); $V_3$ 为消耗的 2,6-二氯酚钠溶液的体积

(mL);  $V_4$  为样品溶液的体积 (mL)。

5) 可滴定酸的测定。取待测的荔枝放入搅拌机捣匀, 取适量样品 (80~100 g, 按其总酸含量而定), 用 15 mL 蒸馏水将其移入 250 mL 容量瓶中, 在 75~80 °C 水浴上加热 0.5 h, 冷却后定容 250 mL。用干滤纸过滤, 弃去初始滤液 25 mL, 收集滤液备用。吸取制备的滤液 50 mL, 加酚酞指示剂 3~4 滴, 用浓度为 0.1 mol/L 的 NaOH 标准溶液滴定至微红色 30 s 不褪, 记录消耗 0.1 mol/L NaOH 标准溶液的体积。重复以上步骤 3 次, 读取并记录数据, 计算公式为:

$$T_A = \frac{CV\Delta V \times 0.067}{V_1 m} \times 100\%$$

其中  $C$  为 NaOH 标准溶液的浓度 (mol/L);  $V$  为样品提取液总体积 (mL);  $\Delta V$  为滴定消耗标准 NaOH 溶液的体积 (mL);  $V_1$  为滴定时所取滤液体积 (mL);  $m$  为样品质量 (g)。

### 1.4 数据统计与分析软件

采用 Excel 2010、SPSS 和正交设计软件进行数据分析及绘图。

## 2 结果与分析

### 2.1 褐变程度

不同处理组对荔枝褐变指数的影响见图 1, 可以看出, 随着贮藏时间的延长, 荔枝果皮褐变指数逐渐变大。贮藏前 11 d, 处理组 A2B3C1 和 A3B2C1 褐变指数较接近, 褐变速度较快, 与处理组 A2B2C3 相比, 有显著性差异 ( $P < 0.05$ ); 17~21 d, 各处理组的褐变指数变化较缓慢, 且差异不显著 ( $P > 0.05$ ); 21 d 后, A1B1C1 的褐变指数变化最快。贮藏结束时, 经过前处理的果实果皮褐变指数比对照组 (A1B1C1) 都要小, 说明前处理能延缓荔枝果皮褐变的速度。

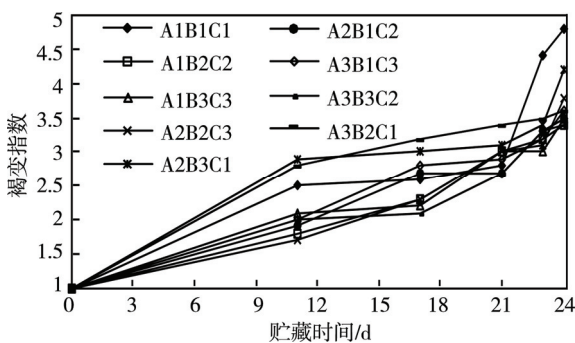


图 1 不同采后处理组褐变指数的变化

Fig.1 Browning index changes of different postharvest treatment combinations

### 2.2 质量损失率

不同处理的荔枝果实质量损失率随贮藏时间的变化见图 2, 可知总体上, 不同处理的荔枝质量损失

率随贮藏时间的延长而增加, 贮藏 11 d 时, 对照组的质量损失率最大, 处理组 A3B2C1 的质量损失率最小, 不同处理组间无显著性差异 ( $P > 0.05$ )。24 d 时, A2B1C2 的质量损失率最高, 达 3.78%。

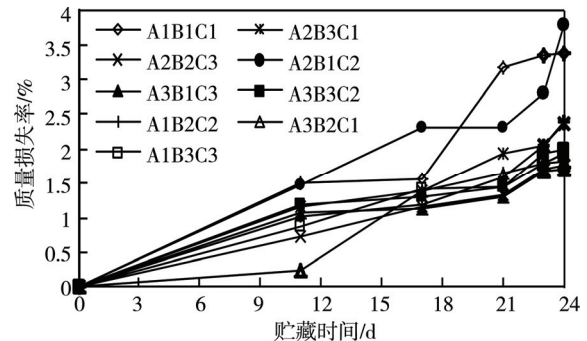


图 2 不同处理组对荔枝贮藏过程中质量损失率变化的影响

Fig.2 Effects of different treatment combinations on the change in litchi mass loss rate during storage

### 2.3 维生素 C 含量

贮藏过程中, 荔枝果肉中维生素 C 含量的变化情况见图 3。由图 3 可知, 在贮藏的 21 d 前, 所有处理组的维生素 C 含量动态变化趋势与对照组相似, 主要差异是 A1B2C2 和 A3B2C1 处理组在贮藏 17~21 d 内维生素 C 含量上升, 且 A1B2C2 和 A3B2C1 处理组的维生素 C 含量与对照组相比有显著性差异 ( $P < 0.05$ )。维生素 C 含量上升的可能原因是, 随着贮藏时间的延长, 荔枝不断失水使得维生素 C 含量升高, 也可能是因为随机取样不同荔枝, 其维生素 C 含量存在差异; 维生素 C 含量下降是因为随着贮藏时间的延长, 荔枝仍进行呼吸作用, 其维生素 C 不断被消耗而减少。

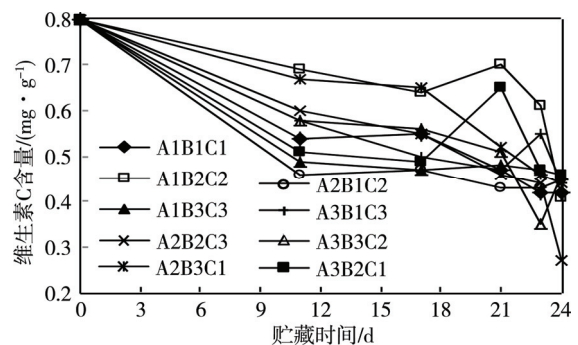


图 3 不同处理对荔枝贮藏过程中果肉维生素 C 含量变化的影响

Fig.3 Effects of different treatment combinations on the change in VC content in pulp during storage of litchi

### 2.4 可溶性固形物含量

果肉中 TSS 的变化能有效地反映荔枝的成熟度以及品质的变化, 不同处理对荔枝贮藏过程中果肉 TSS

含量的影响见图4。可以看出,贮藏前11 d,随着贮藏时间的延长,TSS含量呈下降趋势。0~17 d内,A3B2C1处理组的TSS含量呈迅速下降的趋势,与A2B2C3处理组差异显著( $P<0.05$ )。在24 d贮藏期内,对照组的TSS质量分数为2.83%,与其他处理组相比,在整个贮藏期内TSS含量并不是最低的。

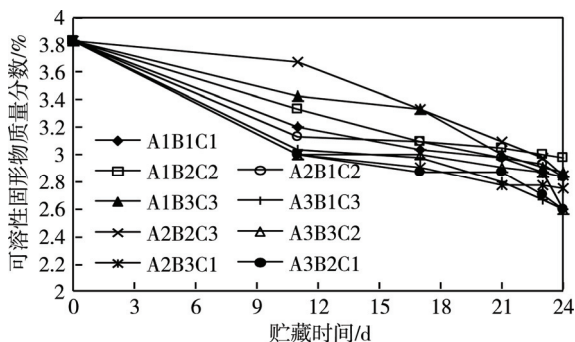


图4 不同处理对荔枝贮藏过程中果肉TSS含量变化的影响  
Fig.4 Effects of different treatment combinations on the TSS content in pulp during storage of litchi

### 2.5 总酸含量

荔枝果肉中TA含量随贮藏时间延长的变化情况见图5,由图5可看出,TA含量随贮藏时间的延长

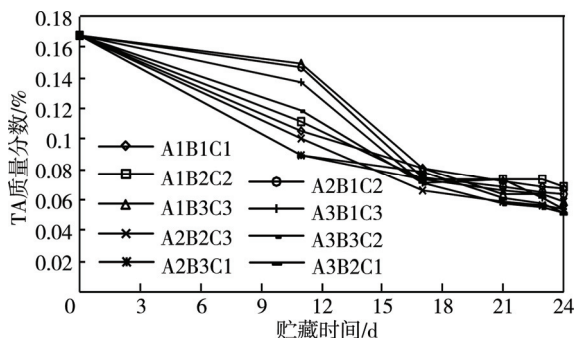


图5 不同处理对荔枝贮藏过程中TA含量变化的影响  
Fig.5 Effects of different treatment combinations on the TA content in pulp during storage of litchi

而减少,这可能是随着贮藏期的延长,荔枝果实逐渐衰老,有机酸作为呼吸代谢底物而被消耗。贮藏前11 d,TA含量迅速减少,A2B1C2和A2B3C1处理组差异性显著( $P<0.05$ );17 d后各处理TA含量缓慢减少。荔枝TA含量较低,至贮藏结束时,TA的质量分数保持在0.05%~0.07%之间。总体来说,9种不同处理对荔枝果实果肉TA含量变化的影响不显著( $P>0.05$ )。

### 2.6 正交试验结果和方差分析结果

实验数据见表2—4,可知,3种因素对褐变指数的影响程度依次为 $C>B>A$ ,臭氧对褐变指数有显著性影响,其余2个因素的影响不显著。得出最优工艺条件为A3B1C2,即无涂布、无包装和10 min臭氧。3种因素对质量损失率的影响程度依次为 $C>B>A$ ,3个因素对质量损失率的影响不显著,最优工艺条件是A3B2C3,即质量分数为1%的施保克浸泡3 min、PE5包装和10 min臭氧并持续喷淋50 mg/L水杨酸;3种因素对维生素C含量的影响程度依次为 $B>A>C$ ,3个因素对维生素C的影响不显著,最优工艺条件是A3B3C1或A3B3C2,即质量分数为1%的施保克浸泡3 min、PE20包装和不通入臭氧或质量分数为1%的施保克浸泡3 min、PE20包装和通入10 min臭氧;3种因素对TSS含量的影响程度依次为 $A>C>B$ ,3个因素对维生素C含量的影响都显著,其中涂布对TSS含量具有极显著性影响,最优工艺条件是A1B2C3;3种因素对TA含量的影响程度依次为 $A>C>B$ ,3个因素对TA含量的影响不显著,最优工艺条件是A1B2C1,即无涂布、PE5包装和不通入氧气。由上述分析结果可知,各个指标单独分析出来的最优条件并不一致,必须根据3个因素对各个指标影响的主次顺序进行综合考虑,以确定荔枝保鲜的最优工艺条件。

表2 贮藏24 d后各处理荔枝品质指标  
Tab.2 Quality indicators of litchi fruit stored for 24 days

试验号	因素水平			褐变指数	质量损失率/%	TSS质量分数/%	维生素C含量/ ( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ )	TA质量 分数/%
	A	B	C					
1	1	1	1	2.20	3.38	2.97	0.25	0.067
2	1	2	2	1.50	2.05	3.30	0.41	0.069
3	1	3	3	1.50	1.46	3.33	0.35	0.059
4	2	2	3	1.55	1.71	3.33	0.27	0.054
5	2	3	1	2.10	2.32	3.00	0.44	0.059
6	2	1	2	1.75	2.05	3.03	0.45	0.064
7	3	1	3	1.60	1.72	2.67	0.44	0.054
8	3	3	2	1.65	1.98	2.60	0.46	0.051
9	3	2	1	1.80	1.83	2.60	0.46	0.051

表 3 正交试验结果  
Tab.3 Results of orthogonal test

指标		因素水平		
		A	B	C
褐变指数	$K_1$	1.73	1.85	2.03
	$K_2$	1.80	1.62	1.63
	$K_3$	1.68	1.75	1.55
	$R$	0.12	0.23	0.48
质量损失率	$K_1$	2.30	2.38	2.51
	$K_2$	2.03	1.86	2.03
	$K_3$	1.84	1.92	1.63
	$R$	0.46	0.52	0.88
TSS质量分数	$K_1$	3.20	2.89	2.86
	$K_2$	3.12	3.08	2.98
	$K_3$	2.62	2.98	3.11
	$R$	0.58	0.19	0.25
维生素C含量	$K_1$	0.34	0.44	0.44
	$K_2$	0.43	0.38	0.42
	$K_3$	0.45	0.45	0.40
	$R$	0.06	0.07	0.04
TA质量分数	$K_1$	0.065	0.058	0.061
	$K_2$	0.059	0.060	0.058
	$K_3$	0.052	0.058	0.057
	$R$	0.013	0.002	0.004

注:  $K_i$  指  $i$  水平数据的综合平均数, 其中  $i$  为 1, 2, 3;  $R$  为极差, 即因素对结果的影响幅度

表 4 方差分析结果  
Tab.4 Results of analysis of variance

指标	方差来源	平方和	自由度	$F$	$P$
褐变指数	A	0.029	2	0.419	> 0.05
	B	0.096	2	1.387	> 0.05
	C	1.336	2	19.387	< 0.05
质量损失率	A	0.061	2	0.660	> 0.05
	B	0.016	2	0.173	> 0.05
	C	0.080	2	0.866	> 0.05
TSS质量分数	A	0.0004	2	612.860	< 0.01
	B	0.0001	2	54.791	< 0.05
	C	0.0003	2	100.837	< 0.05
维生素C含量	A	0.007	2	0.831	> 0.05
	B	0.009	2	1.073	> 0.05
	C	0.005	2	0.605	> 0.05
TA质量分数	A	0.001	2	13.607	> 0.05
	B	0.004	2	2.393	> 0.05
	C	0.012	2	2.607	> 0.05

对涂布因素 A 进行分析, 其对褐变指数、质量损失率的影响大小排第 3 位, 为次要因素; 其对维生

素 C 含量的影响排第 2 位, 此时取 A3 较好; 其对 TSS 和 TA 含量的影响排第 1 位, 此时取 A1 较好, 但是取 A1 时, 维生素 C 含量最低, 且从褐变指数、质量损失率指标上进行比较, 取 A3 也比取 A1 效果好。由此这里应取 A3。

对包装因素 B 而言, B1 时褐变指数和质量损失率都较大, 维生素 C 含量居中; B3 时褐变指数比取 B2 时增加了 8.02%, 质量损失率增加了 3.23%, 而维生素 C 含量增加了 18.42%, 又因为因素 B 对维生素 C 的影响大小排在第 1 位, 因此这里取 B3。

对臭氧因素 C 而言, 其对褐变指数、质量损失率的影响大小都排在第 1 位, 取 C3 较好; 其对维生素 C 含量影响的大小排第 3 位, 为次要因素; 其对 TSS 含量影响排在第 2 位, 为主要因素, 也取 C3 较好。由此这里应取 C3。

由以上分析, 得出最优工艺条件为 A3B3C3, 即质量分数为 1% 的施保克浸泡 3 min, PE20 包装, 10 min 臭氧处理并持续喷淋 50 mg/L 水杨酸。

## 2.7 验证试验

按上述确定的最佳工艺条件, 取 3 批样品进行验证试验。验证试验结果见表 5, 可知, 在最优工艺条件为 A3B3C3 时, 综合分析, 荔枝的贮藏品质要优于以上 9 组预处理试验。

表 5 验证试验结果  
Tab.5 Results of verification test

试验号	褐变指数	质量损失率/%	TSS质量分数/%	维生素C含量/(mg·g <sup>-1</sup> )	TA质量分数/%
1	1.47	1.60	3.15	0.47	0.065
2	1.50	1.72	3.23	0.44	0.061
3	1.52	1.81	3.24	0.41	0.068
平均值	1.50	1.71	3.21	0.44	0.065

## 3 结语

在正交试验设计的 3 个因素中, 臭氧处理对荔枝果皮褐变指数具有显著性影响 ( $P < 0.05$ ), 说明臭氧具有较好延缓褐变的效果; 3 个因素对 TSS 含量都具有显著性影响 ( $P < 0.05$ ), 且涂布因素具有极显著性影响 ( $P < 0.01$ )。3 个因素对质量损失率、维生素 C 含量、TA 含量的影响都不显著。验证试验结果表明, 该最佳保鲜工艺结合低温气调库 (温度为 3 °C、相对湿度为 90%、体积分数分别为 5% 和 95% 的 O<sub>2</sub> 和 N<sub>2</sub>) 储藏荔枝 24 d 时, 荔枝果皮褐变指数为 1.50, 质量损失率为 1.71%, TSS 质量分数为 3.21%, 维生素 C 含量为 0.44 mg/g, TA 质量分数为 0.065%, 好果率为 93%, 比现有荔枝贮藏保鲜技术延长了 5~9 d。

## 参考文献:

- [1] ALI S, KHAN A S, MALIK A U. Postharvest L-cysteine Application Delayed Pericarp Browning, Suppressed Lipid Peroxidation and Maintained Antioxidative Activities of Litchi Fruit[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2016, 121: 135—142.
- [2] PUNUMONG P, SANGSUWAN J, KIM S M, et al. Combined Effect of Calcium Chloride and Modified Atmosphere Packaging on Texture and Quality of Minimally-processed Litchi Fruit[J]. *Chiang Mai Journal of Science*, 2016, 43(3): 556—569.
- [3] FERREIRA R B, SILVA-NADALETI D H, DE SOUZA B S, et al. Use of Packaging and Refrigeration in the Storage of "Bengal" Litchi[J]. *Cientifica (Jaboticabal)*, 2016, 44(3): 294—299.
- [4] 黄略略, 乔方, 方长发, 等. 电子束辐照对糯米糍荔枝采后保鲜效果的研究[J]. *食品工业*, 2015(2): 143—146.  
HUANG Lue-lue, QIAO Fang, FANG Chang-fa, et al. Studies on the Preservation Effect of High Energy Electron Beam on Nuomici Lychees[J]. *The Food Industry*, 2015(2): 143—146.
- [5] KUMARI P, BARMAN K, PATEL V B, et al. Reducing Postharvest Pericarp Browning and Preserving Health Promoting Compounds of Litchi Fruit by Combination Treatment of Salicylic Acid And Chitosan[J]. *Scientia Horticulturae*, 2015, 197: 555—563.
- [6] 周国海, 陈飞龙, 陈咏春, 等. 抗菌肽 F1 粗提物稳定性及其对荔枝保鲜研究[J]. *食品工业科技*, 2016, 37(20): 306—311.  
ZHOU Guo-hai, CHEN Fei-long, CHEN Yong-chun, et al. Study on Preservation of Litchi and Stability of Crude Extracts of Antimicrobial Peptide F1[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2016, 37(20): 306—311.
- [7] 杨胜平, 谢晶, 钱韵芳, 等. 壳聚糖复合保鲜剂涂膜与 MAP 保鲜“妃子笑”荔枝[J]. *食品科学*, 2013(8): 279—283.  
YANG Sheng-ping, XIE Jing, QIAN Yun-fang, et al. Preservation of Litchi with Composite Chitosan Coating and Modified Atmosphere Packaging[J]. *Food Science*, 2013(8): 279—283.
- [8] 王广海, 陆华忠, 吕恩利, 等. 果蔬保鲜运输用智能液氮气调系统的应用研究[C]// 中国机械工程学会包装与食品分会学术年会(CMES), 2010.  
WANG Guang-hai, LU Hua-zhong, LYU En-li, et al. Applied Research in Fruits and Vegetables Fresh-keeping with Intelligence Controlled Atmosphere System[C]// Academic Annual Meeting of the China Mechanical Engineering Society of Packaging and Food Branch (CMES), 2010.
- [9] JITAREERAT P, UTHAIRATANAKIJ A, PHOTCHANACHAI S, et al. Effects of Packaging on Fruit Rot Disease, Quality, and Browning of Litchi Fruits[J]. *Acta Horticulturae*, 2013(3): 139—144.
- [10] MIAO Jian-yin, PENG Wen-die, LIU Guo, et al. Biopreservative Effect of the Natural Antimicrobial Substance from *Lactobacillus Paracasei* Subsp *Tolerans* FX-6 on Fresh Pork during Chilled Storage[J]. *Food Control*, 2015, 56: 53—56.
- [11] 杨学山, 祝霞, 李颖, 等. 正交试验优化葡萄酒泥酵母甘露聚糖提取工艺及其体外抗氧化作用[J]. *食品科学*, 2015, 36(18): 69—74.  
YANG Xue-shan, ZHU Xia, LI Ying, et al. Optimization of Extraction Process and in Vitro Antioxidant Activities of Mannan from Waste Wine Yeast[J]. *Food Science*, 2015, 36(18): 69—74.
- [12] SCOTT K J, BROWN B I, CHAPLIN G R, et al. The Control of Rotting and Browning of Litchi Fruit by Hot Benomyl and Plastic Film[J]. *Scientia Horticulturae*, 1982, 16(3): 253—262.
- [13] 苑乃香, 宣亚文, 谢东坡, 等. 2, 6-二氯酚钠测定蔬菜中抗坏血酸的含量[J]. *安徽农业科学*, 2009, 37(25): 11853—11854.  
YUAN Nai-xiang, XUAN Ya-wen, XIE Dong-po, et al. Determination on the Contents of Vitamin C in Vegetables by 2, 6-Dichlorophenol Sodium Method[J]. *Journal of Anhui Science*, 2009, 37(25): 11853—11854.