

# 石榴适温气调保鲜技术研究

张润光, 张有林\*, 陈锦屏  
(陕西师范大学食品工程系, 陕西 西安 710062)

**摘 要:** 以陕西临潼净皮甜石榴为试验材料, 研究了不同温度和气体成分条件下石榴贮期生理变化特性, 通过对其外观色泽和内部籽粒品质比较, 获得了理想的适温气调保鲜技术参数: 贮藏温度 4~5℃, 相对湿度 90%~95%, 气体成分  $O_2=3\%$ 、 $CO_2=3\%$ , 在此条件下贮藏石榴 100d, 可溶性固形物含量 14.2%, 总酸含量 0.384%, 果皮褐变指数 0.12, 果实腐烂率 3.5%, 贮后果实色泽鲜艳, 籽粒晶莹剔透, 风味酸甜适口。

**关键词:** 石榴; 适温; 气调; 贮藏

## Study on the Keeping Technology of Pomegranate by Controlled Atmosphere Storage at Appropriate Temperature

ZHANG Run-guang, ZHANG You-lin\*, CHEN Jin-ping  
(Department of Food Engineering, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

**Abstract:** Physiological changes during storage of Shaanxi Lintong sweet pomegranate under different temperatures and gas components were studied in this paper. Optimum technical parameters of controlled atmosphere storage at appropriate temperature were obtained by comparison of skin appearance and seed quality. After 100 days of storage under the conditions of 4~5℃, 90%~95% relative humidity, and 3% $O_2$  and 3% $CO_2$  gas component, the soluble solids content of pomegranate was 14.2%, titratable acidity 0.384%, browning index of husk 0.12 and rotten rate of fruits 3.5%. The fruits remained in satisfactory state after storage.

**Key words** pomegranate; appropriate temperature; controlled atmosphere; storage

中图分类号 TS255.3

文献标识码 A

文章编号 1002-6630(2006)2-0259-04

石榴(*Punica granatum* L.), 又名安石榴, 属石榴科石榴属落叶灌木。石榴果形奇特, 籽粒艳丽, 营养丰富, 味美可口, 且具有生津化食、祛热解暑之功效, 深受消费者喜爱。由于石榴采后萼筒对呼吸强度和蒸腾作用影响较大, 贮期易出现果皮失水干缩褐变, 籽粒花青素降解, 果实软化腐烂等问题, 特别是果皮褐变的果实, 尽管籽粒晶莹如玉, 但因外观不雅而使其商品价值严重降低<sup>[1~4]</sup>。关于石榴采后生理特性的研究较少, 贮藏技术参数难以确定, 传统的缸藏法、窖藏法、堆藏法和机械冷库贮藏法一般贮期短, 贮后果实质量差, 不能满足市场需要。据国内外文献报道, 适宜的温度和气体组合可抑制石榴贮期果皮褐变又不失其原有风味<sup>[5~8]</sup>, 但这些报道各述其论, 技术参数很不统一, 实际生产中难以应用。本试验对石榴贮期贮藏温度和气体成分进行了研究, 旨在提供理想的保鲜技术, 延长

石榴贮藏期, 反季节消费, 提高经济效益, 促进我国石榴产业的发展。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料与设备

石榴 为西安市临潼区代王镇净皮甜石榴; 氧气、氮气、二氧化碳均为西安配气站产品, 纯度 99% 以上; NaOH 及其它化学试剂均为分析纯。

NZL 型玻璃钢装配式冷库 西安市碑林区北冰洋制冷工程部制造; KJW-1 型气调温湿度微机控制柜、CS-2 型气水混合加湿器、15KG 气调实验箱 均为西安钟华电器厂保鲜技术控制研究所产品; OXYCARB-3 型便携式  $CO_2/O_2$  分析仪 意大利意索尔公司产品。

#### 1.2 方法

1.2.1 可溶性固形物含量测定 手持折光仪法。

收稿日期 2005-04-26

\*通讯作者

基金项目: 陕西省西安市临潼石榴贮藏加工增值技术研究项目(NG200313)

作者简介: 张润光(1980-), 男, 硕士研究生, 研究方向为农产品加工与贮藏工程。

1.2.2 总酸含量测定 标准NaOH滴定法<sup>[9]</sup>。

1.2.3 果皮褐变指数计算

$$\text{褐变指数} = \frac{\sum (\text{各褐变级别分值} \times \text{各级褐变面积百分数})}{\text{褐变最高能别分值} \times 100\%}$$

表1 石榴果皮褐变程度评价表

Table 1 The evaluation of browning grades of pomegranate skin

褐变级别(级)	果皮褐变状况	分值
0	果皮没有褐变, 光洁如初	0
1	果皮轻微褐变, 表面光滑	25
2	果皮明显褐变, 表面粗糙	50
3	果皮严重褐变, 表面凹陷	75
4	果皮完全变黑, 呈硬壳状	100

1.2.4 贮藏温度试验

石榴采后在5℃下预冷3d, 分别置于-1、2、5、8℃温度下裸放贮藏, 贮期每隔20d调查果皮褐变指数和腐烂率。

1.2.5 气调保鲜试验

将采收的石榴在5℃下预冷3d, 分别放入5个气调实验箱中(箱体体积57cm×57cm×58cm), 每箱各放10kg, 抽去空气, 按表2中5种气体配比进行充气处理, 充气后箱体密封, 每隔20d再按表2气体配比换气1次。贮藏温度(5.0±0.5)℃, 相对湿度90%~95%, 贮期测定果粒可溶性固形物含量和总酸含量, 统计果皮褐变指数及果实腐烂率。

1.2.6 对照试验(CK)

石榴预冷后不作任何处理, 直接放于温度(5.0±0.5)℃、相对湿度90%~95%的气调实验箱中贮藏。每隔5d用库内自然空气换气1次, 经测定, 对照箱中气体成分为CO<sub>2</sub>=0.03%、O<sub>2</sub>=20.87%、N<sub>2</sub>=79.09%。

表2 石榴气调保鲜试验气体配比表

Table 2 Gas components of controlled atmosphere storage of pomegranate

处理	气体组成			备注
	CO <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> (%)	N <sub>2</sub> (%)	
1	3.0	3.0	94.0	CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> 双低
2	5.0	8.0	87.0	
3	6.0	6.0	88.0	
4	8.0	5.0	87.0	
5	12.0	12.0	76.0	CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> 双高

1.2.7 内部籽粒感官评价

由5名专业人员对不同处理石榴的果实籽粒从口感、色泽、香气三个方面进行感官评判, 评分标准见表3。评分结果进行方差分析和新复极差检验。

## 2 结果与分析

表3 石榴内部籽粒感官评价表

Table 3 Criteria of sensory evaluation for pomegranate seeds

评价项目	评价标准	分值
口感 (50分)	籽粒新鲜, 酸甜可口, 风味突出	41~50
	籽粒较新鲜, 酸甜适中, 风味淡化	31~40
	籽粒不新鲜, 口感不佳, 风味寡淡	21~30
	籽粒不新鲜, 稍有异味, 风味较差	11~20
	籽粒变质, 异味浓烈, 风味极差	0~10
色泽 (35分)	色泽红艳, 晶莹剔透, 粒间粘连紧密	21~35
	颜色暗红, 光泽暗淡, 粒间粘连疏松	11~20
	粒色褐变, 失去光泽, 籽粒严重分散	0~10
香气 (15分)	香气宜人, 有石榴特有鲜香味	11~15
	香气寡淡, 无石榴特有鲜香味	6~10
	产生异味, 给人以不适感	0~5

2.1 贮藏温度对石榴贮期果皮褐变的影响

温度是贮期控制石榴质量最关键的因素, 它对石榴色泽变化影响很大。图1看出, -1℃下贮藏40d果皮褐变指数达到1.0, 这是因为温度过低引起冷害, 导致了果皮严重褐变<sup>[10]</sup>; 2℃下贮藏也发生轻微冷害, 果皮褐变指数急剧上升, 100d时达到0.89; 8℃下贮藏, 温度偏高, 呼吸作用增强, 贮藏100d时褐变指数高达0.96; 5℃下贮藏效果好, 贮藏100d后果皮色泽如初, 褐变指数仅为0.24, 所以石榴在5℃下贮藏能较好地保持果皮的色泽。

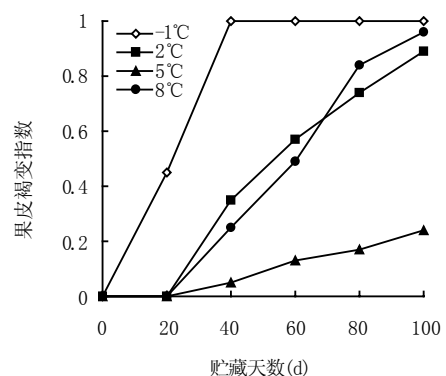


图1 不同温度贮藏石榴贮期果皮褐变指数变化

Fig.1 Changes in browning index of pomegranate skin during storage at different temperatures

2.2 气体成分对石榴贮期可溶性固形物含量的影响

石榴籽粒中的可溶性固形物主要是糖, 测定固形物含量可作为评判石榴质量的主要指标。图2看出, 石榴贮期可溶性固形物含量总体呈下降趋势, 其中处理5和CK下降幅度较大, 贮藏100d时由最初的15.6%分别降至12.4%和12.5%; 处理1氧气浓度低, 呼吸作用弱, 物质消耗减缓, 可溶性固形物含量下降较少, 贮藏到100d时仍达14.2%, 比CK高1.7%, 在5个气调处理中可溶性固形物含量保存最高。

2.3 气体成分对石榴贮期总酸含量的影响

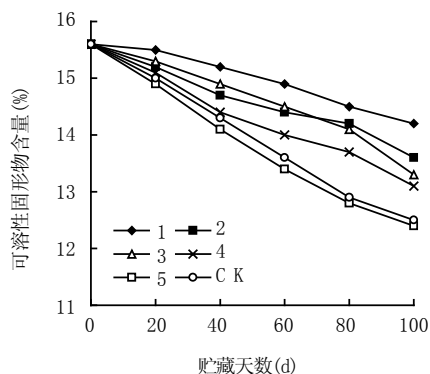


图2 不同处理石榴贮期可溶性固形物含量变化  
Fig.2 Changes in soluble solids content of pomegranate seeds during storage under different treatments

总酸含量是贮期衡量石榴质量的另一个重要指标。图3看出,不同处理的石榴在贮藏过程中总酸含量变化情况不同,CK总酸含量明显降低,这可能是空气中高浓度 $O_2$ 加速了石榴生理代谢,促进了有机酸分解;处理5贮藏前40d总酸含量有所升高,之后下降迅速,这可能是由于入贮初期 $CO_2$ 浓度过高引起呼吸失调,代谢紊乱,有机物转化成其它酸类,致使酸度增大。随后因果实衰老,代谢加快,有机酸消耗过多,酸度减小<sup>[11]</sup>;处理1、2、3、4石榴呼吸代谢正常,总酸含量下降缓慢,其中以处理1保存最好。

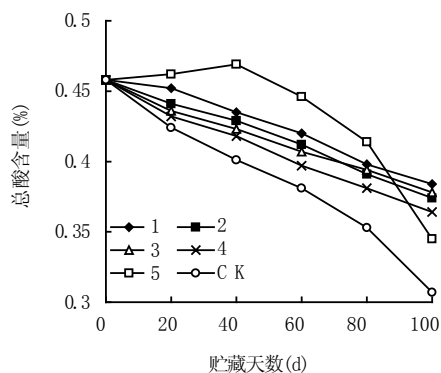


图3 不同处理石榴贮期总酸含量变化  
Fig.3 Changes in titratable acidity of pomegranate seeds during storage under different treatments

## 24 气体成分对石榴贮期果皮褐变指数的影响

用不同成分的气体处理石榴,贮期果皮褐变指数变化情况见图4。图4看出,处理5贮藏到80d时,果皮褐变指数就已达到1.00,处理4褐变指数也上升较快,这两种处理可能是高浓度的 $CO_2$ 导致细胞中毒,产生生理病害,引起果皮严重褐变<sup>[12]</sup>;处理1贮藏100d时褐变指数仅为0.12,果皮色泽鲜艳,表明气体成分调节为 $O_2=3\%$ 、 $CO_2=3\%$ ,可有效抑制石榴贮期果皮褐变。

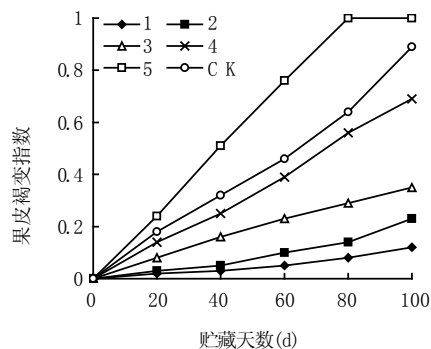


图4 不同处理石榴贮期果皮褐变指数变化  
Fig.4 Changes in browning index of pomegranate skin during storage under different treatments

## 25 气体成分对石榴贮期果实腐烂率的影响

适宜的气体成分配比能延缓果实成熟衰老,抑制病菌生长繁殖,降低腐烂率,延长贮藏期。表4看出,处理5因 $CO_2$ 细胞中毒而腐烂严重,贮藏到100d时腐烂率高达53.8%;CK腐烂率也很高,40d时亦出现腐烂果;处理1贮藏到100d时果实腐烂率只有3.5%,贮藏效果较好。

表4 不同处理石榴贮期果实腐烂率变化表  
Table 4 Changes in rotten rate of pomegranate fruits during storage under different treatments

处理	贮藏天数(d)					
	0	20	40	60	80	100
1	0	0	0	0	1.6	3.5
2	0	0	0	1.4	3.7	7.6
3	0	0	0	2.1	4.4	8.4
4	0	0	0	3.3	7.0	13.2
5	0	0	3.8	11.9	24.3	53.8
CK	0	0	2.2	7.5	16.1	30.2

## 26 石榴贮后内部籽粒感官鉴评

贮藏100d后,由5名专业人员对不同处理石榴的内部籽粒从口感、色泽、香气三个方面按评价标准评分,计算平均值,评分结果见表5。

表5看出,处理1的石榴籽粒感官评定总分最高,其口感、色泽、香气均表现最好。处理5的石榴在高

表5 不同处理石榴贮藏100d内部籽粒感官评分表  
Table 5 Sensory evaluation of pomegranate seeds after 100 days' storage under different treatments

处理	口感	色泽	香气	总分
1	41	30	13	84±0.89 <sup>a</sup>
2	34	28	10	72±1.58 <sup>bc</sup>
3	38	26	12	76±1.52 <sup>b</sup>
4	29	19	9	57±1.73 <sup>d</sup>
5	18	17	5	40±0.71 <sup>e</sup>
CK	37	24	8	69±1.87 <sup>c</sup>

注:具有不同字母的处理表示在 $p=0.05$ 显著水平上差异显著。

# 可食性复合涂膜保鲜剂对延长 鲜切苹果货架期的研究

曾文兵

(南昌泰康食品科技有限公司, 江西 南昌 330029)

**摘 要:** 本文主要研究了可食性涂膜剂与抗褐变剂复配后对鲜切苹果的保鲜效果。研究表明: 25℃条件下, 苹果切块经卡拉胶(0.5%)涂膜剂和乳清浓缩蛋白(WPC)(5%)涂膜剂处理后, 其呼吸强度可分别降低5%和20%。在可食性涂膜剂中添加不同的抗褐变剂对苹果切块有良好的护色效果, 添加1%  $\text{CaCl}_2$ 可增加产品的硬度, 同时这些复合保鲜剂可提高苹果切块的感官指标和抑制微生物繁殖, 而5%WPC涂膜液+1%  $\text{CaCl}_2$ +1%抗坏血酸复合液浸泡苹果切块, 3℃条件下贮藏2w后保鲜效果最佳。

**关键词:** 鲜切苹果; 可食性涂膜剂; 呼吸强度; 抗褐变剂; 色泽

Study on Extending Shelf-life of Fresh-cut Apples with Edible Coatings Compound Preservative

ZENG Wen-bing

(Nanchang Telcan Food Science Co. Ltd., Nanchang 330029, China)

**Abstract:** Effect of edible coatings in combination with antibrowning agents on fresh-cut apple slices was studied. The results

收稿日期: 2005-04-19

作者简介: 曾文兵(1978-), 男, 硕士, 主要从事食品保鲜剂的研究。

浓度 $\text{CO}_2$ 长期作用下, 生理代谢异常, 积累了大量乙醇、乙醛等有害物质<sup>[12]</sup>, 籽粒品质严重下降, 风味劣化, 得分最低, 因此石榴贮藏不宜采用高浓度 $\text{CO}_2$ 处理。

## 3 结 论

3.1 石榴贮藏温度低于2℃会发生冷害, 8℃时果皮褐变严重, 以5℃下贮藏为宜。

3.2 高浓度 $\text{O}_2$ 增强石榴呼吸强度, 高浓度 $\text{CO}_2$ 引起石榴生理病害, 二者均加速果皮褐变和果实腐烂, 所以石榴不宜在高浓度 $\text{O}_2$ 和高浓度 $\text{CO}_2$ 下贮藏。

3.3 综合比较各项指标得出: 陕西临潼净皮甜石榴在温度(5.0±0.5)℃、相对湿度90%~95%、气体浓度3% $\text{O}_2$ 和3% $\text{CO}_2$ 的条件下贮藏效果为好, 贮藏100d时, 石榴籽粒可溶性固形物含量14.2%, 总酸含量0.384%, 果皮褐变指数0.12, 果实腐烂率3.5%, 贮后石榴外观和内部籽粒品质俱佳, 有很高的商品价值。

参考文献:

- [1] 刘兴华, 胡青霞, 罗安伟, 等. 石榴果皮褐变相关因素及其控制研究[J]. 西北农业大学学报, 1998, 26(6): 51-55.
- [2] 胡云峰, 李喜宏, 关文强. 石榴低温气调保鲜技术[J]. 果农之友, 2003, (1): 40.
- [3] Elyatem S M, Kader A A. Postharvest physiology and storage behaviour of pomegranate fruits[J]. Scientia Horti, 1984, 24: 287-298.
- [4] Gil M I, Sanchez R, Marin J G, et al. Quality changes in pomegranate during ripening and cold storage[J]. Z Lebensm Unters Forsch, 1996, 202: 481-485.
- [5] 刘兴华, 胡青霞, 寇莉苹, 等. 石榴采后果皮褐变研究现状[J]. 西北林学院学报, 1997, 12(4): 93-96.
- [6] 张有林, 陈锦屏, 杜万军. 石榴贮藏生理变化及贮藏保鲜技术研究[J]. 食品工业科技, 2004, 25(12): 118-121.
- [7] Artes F, Marin J G, Martinez J A. Controlled atmosphere storage of pomegranate[J]. Z Lebensm Unters Forsch, 1996, 203: 33-37.
- [8] Ben-Arie R, Or E. The development and control of husk scald on "Wonderful" pomegranate fruit during storage[J]. J Am Soc Horti Sci, 1986, 111: 395-399.
- [9] 侯曼玲. 食品分析[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004. 39-41.
- [10] 张创新, 王养利, 潘锋, 等. 石榴贮藏保鲜“四度”控制技术[J]. 西北园艺, 2004, (10): 53-54.
- [11] 王文辉, 许步前. 果品采后处理及贮运保鲜[M]. 北京: 金盾出版社, 2003. 69-74.
- [12] 张有林, 苏东华. 果品贮藏保鲜技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2000. 29-31.