

## 石榴贮藏期间间歇升温处理对果实品质的影响

张润光<sup>1</sup>, 张有林<sup>1</sup>, 张志国<sup>2</sup>

1(陕西师范大学食品工程与营养科学学院, 陕西西安, 710062) 2(山东轻工业学院食品与生物工程学院, 山东济南, 250353)

**摘 要** 以陕西临潼净皮甜石榴为试材, 研究了间歇升温处理对石榴果实贮藏期间品质变化的影响。结果表明: 石榴在 $(5.0 \pm 0.5)^{\circ}\text{C}$ 条件下贮藏, 每隔6 d在 $(15 \pm 0.5)^{\circ}\text{C}$ 下间歇升温处理24 h, 能有效保持果粒可溶性固形物含量、总糖含量和可滴定酸含量, 减缓果皮褐变指数升高速率, 降低果实腐烂率, 贮藏120 d果实外观色泽鲜艳, 籽粒感官品质良好, 保鲜效果理想。

**关键词** 石榴贮藏, 间歇升温, 果实品质

石榴(*Punica granatum* L.)原产于伊朗和阿富汗等中亚国家, 西汉张骞出使西域引入我国, 距今已有2 000多年的栽培历史。石榴色泽艳丽, 营养丰富, 味美可口, 深受消费者喜爱。石榴采后果实易腐烂变质, 降低温度能延长贮藏期, 但在 $3^{\circ}\text{C}$ 以下贮藏石榴会引起冷害而使果皮严重褐变。与恒温贮藏相比, 间歇升温处理能抑制冷害的发生, 延长贮藏时间, 且对果蔬品质影响不大。戴宏芬等<sup>[1]</sup>报道, 将贮于 $(2.0 \pm 0.5)^{\circ}\text{C}$ 下的芒果, 每隔7 d取出于 $35^{\circ}\text{C}$ 下放置24 h, 可明显减轻长期贮于 $(2.0 \pm 0.5)^{\circ}\text{C}$ 下的冷害程度。Cohen等人<sup>[2]</sup>试验发现采用间歇升温处理柠檬,  $2.0^{\circ}\text{C}$ 下贮藏21 d, 然后在 $13^{\circ}\text{C}$ 下贮藏7 d能消除贮于 $2.0^{\circ}\text{C}$ 条件下的冷害, 果实贮藏6个月, 销售质量保持不变。与贮期一直放在低温下的番茄相比, 经间歇升温处理的番茄具有更好的颜色和风味<sup>[3]</sup>。张培正等人<sup>[4]</sup>研究表明,  $0^{\circ}\text{C}$ 下间歇升温处理可以明显延缓肥城桃果肉褐变, 贮藏期可达70 d, 货架期5 d, 保持果实良好食用品质。但目前关于石榴间歇升温的研究报道相对较少<sup>[5,6]</sup>。本试验研究了间歇升温处理对石榴果实贮藏期间品质的影响, 旨在为石榴贮藏保鲜新技术提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

以陕西临潼净皮甜石榴为试材, 果实完全成熟, 充分着色, 籽粒饱满, 汁液可溶性固形物含量 $>15\%$ , 无病虫害, 无机械伤, 果实大小均匀, 单果重约300 g。

### 1.2 处理方法

将预冷3 d的石榴单果套袋包装。共做4个处

理, 每处理60 kg, 重复4次。所有处理在 $(5.0 \pm 0.5)^{\circ}\text{C}$ 温度下贮藏, 贮期分别每隔0 d(对照CK)、3、6、9 d将石榴在 $(15 \pm 0.5)^{\circ}\text{C}$ 下间歇升温处理24 h, 然后再置于 $(5.0 \pm 0.5)^{\circ}\text{C}$ 下贮藏, 如此循环处理。随机取样, 每隔30 d定期测定各项指标。

### 1.3 测定指标与方法

#### 1.3.1 果粒可溶性固形物含量测定

手持折光仪法。

#### 1.3.2 果粒总糖含量测定

斐林试剂滴定法<sup>[5]</sup>。

#### 1.3.3 果粒总酸含量测定

标准NaOH滴定法<sup>[5]</sup>。

#### 1.3.4 果皮褐变指数测定

褐变指数=

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

公式中各级褐变面积用透明厘米方格纸测定, 褐变级别及分值按果皮褐变颜色深度评判, 具体划分见表1。

#### 1.3.5 果实腐烂率测定

$$\text{腐烂率}/\% = \frac{\text{无商品价值果数}}{\text{检查果总数}} \times 100$$

表1 石榴果皮褐变级别评价表

褐变级别(级)	果皮褐变情况	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

#### 1.3.6 果实内部籽粒感官评价

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3个方面进行感官评判, 评分标准见表2。

第一作者: 硕士, 助理实验师(张有林教授为通讯作者)。

收稿日期: 2007-07-10, 改回日期: 2007-08-29

表 2 石榴内部籽粒感官评价表

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 (40 分)	色泽红艳,晶莹剔透,粒间粘连紧密	31~40
	颜色暗红,光泽暗淡,粒间粘连疏松	21~30
	粒色褐变,失去光泽,籽粒严重分散	11~20
气 味 (10 分)	颜色黑褐,毫无光泽,籽粒发生变质	0~10
	无异味,有石榴特有清新气味	6~10
	有异味,给人以不快感	0~5

#### 1.4 数据处理方法

试验数据采用 DPS 软件进行方差分析和 F 检验,多重比较采用 Duncan 新复极差测验<sup>[6]</sup>,成对数据比较采用 t 检验。显著水平取  $P=0.05$ (差异显著)或  $0.01$ (差异极显著)。文中所有数值均从石榴预冷 3d 后处理之日起。

### 2 结果与分析

#### 2.1 间歇升温对石榴贮期可溶性固形物含量的影响

石榴籽粒可溶性固形物含量是评判石榴质量的主要指标。从图 1 看出,CK 处理石榴贮藏过程中可溶性固形物含量下降较快,120 d 内由最初的 15.8% 降低到 13.9%;其他 3 个处理果粒可溶性固形物含量下降缓慢,120 d 内分别降至 14.5%(间歇 3 d 升温)、14.6%(间歇 6 d 升温)和 14.45%(间歇 9 d 升温)。贮藏 120 d 时对各处理差异显著性分析,3 个间歇升温处理之间可溶性固形物含量差异不显著( $P>0.05$ ),它们与 CK 处理之间差异极显著( $P<0.01$ )。间歇升温处理有利于保持石榴可溶性固形物含量。

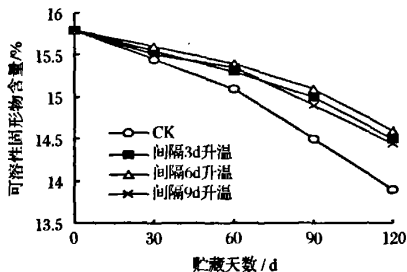


图 1 石榴贮期间歇升温可溶性固形物含量的变化

#### 2.2 间歇升温对石榴贮期总糖含量的影响

石榴在贮藏过程中籽粒含糖量因呼吸消耗而下降。从图 2 看出,不同处理石榴贮期总糖含量表现出

降低趋势,其中 CK 处理下降最快,由最初的 14.4% 降至 12.2%,而间歇 6 d 升温处理下降的最少,120 d 内降低到 13.2%,贮藏效果较好。4 个处理贮藏到 120 d 时检验,间歇 6 d 升温处理和间歇 9 d 升温处理之间总糖含量差异不显著( $P>0.05$ ),它们与间歇 3 d 升温处理和 CK 处理之间差异极显著( $P<0.01$ )。间歇 6 d 和间歇 9 d 升温 2 个处理有利于保存总糖含量。

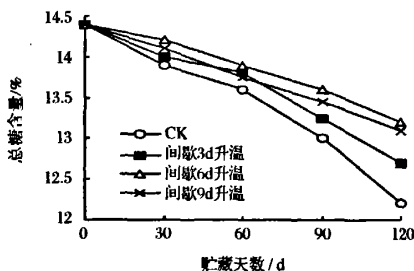


图 2 石榴贮期间歇升温总糖含量的变化

#### 2.3 间歇升温对石榴贮期可滴定酸含量的影响

可滴定酸含量是贮期影响石榴风味品质的一个重要指标。图 3 看出,间歇 6 d 升温处理贮藏期间可滴定酸含量基本不变,CK 处理可滴定酸含量急剧下降,120 d 内由最初的 0.485% 降低到 0.379%,说明间歇升温处理对保持石榴可滴定酸含量效果理想。贮藏 120 d 对可滴定酸含量差异显著性分析,间歇 3 d 升温处理和间歇 9 d 升温处理之间差异不显著( $P>0.05$ ),它们与间歇 6 d 升温处理和 CK 处理之间差异极显著( $P<0.01$ )。综合比较,以间歇 6 d 升温处理维持石榴可滴定酸含量效果最好。

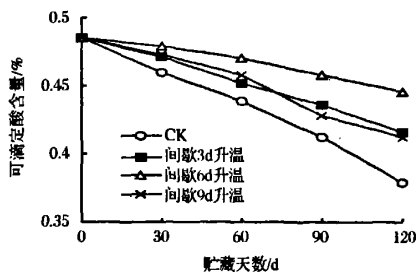


图 3 石榴贮期间歇升温可滴定酸含量的变化

#### 2.4 间歇升温对石榴贮期果皮褐变指数的影响

随着贮藏时间的延长,石榴果皮组织逐渐衰老,发生褐变。由图 4 看出,不同处理石榴贮期果皮褐变指数均呈升高趋势,但上升幅度不同。贮藏到 120 d 时,CK 处理果皮褐变指数最高,达到 0.45,而间歇 6d 升温处理果皮褐变指数仅有 0.21,这可能是因为

间歇升温处理在一定程度上防止了冷害的发生,避免了果皮细胞受损,有效抑制了石榴果皮褐变。各处理贮藏到 120 d 时经差异显著性检验,4 个处理之间果皮褐变指数均存在差异显著性( $P<0.05$ )。综合分析,间歇 6 d 升温处理对保持果皮色泽、防止果皮褐变具有良好作用。

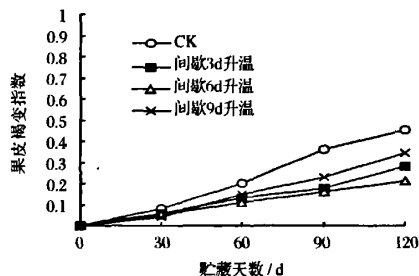


图4 石榴贮藏期间歇升温果皮褐变指数的变化

## 2.5 间歇升温对石榴贮藏期果实腐烂率的影响

石榴贮藏后期果实抗病性降低,易受病菌感染,发生腐烂变质。从表3看出,间歇 6 d 升温处理贮藏效果最佳,120 d 时果实腐烂率仅有 2.8%,原因可能是间歇升温处理能防止冷害发生,增强果实抗病性,降低果实腐烂率;CK 处理贮藏效果最差,果实腐烂率较高,120 d 时高达 7.2%。贮藏 120 d 时测定,各处理之间果实腐烂率均存在差异显著性( $P<0.05$ )。试验表明间歇 6 d 升温处理可明显降低果实腐烂率,贮藏效果良好。

表3 石榴贮藏期间歇升温果实腐烂率的变化

处理方式	贮藏天数/d				
	0	30	60	90	120
	腐烂率/%				
CK	0	0	1.6	3.5	7.2 a
间歇 3 d 升温	0	0	0.3	1.8	4.2 c
间歇 6 d 升温	0	0	0	1.2	2.8 d
间歇 9 d 升温	0	0	0.8	2.3	5.4 b

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。

## 2.6 间歇升温对石榴贮藏期籽粒品质的影响

贮藏 120 d 时,由 5 名专业人员对不同处理石榴的籽粒从口感、色泽、气味 3 个方面按评价标准评分,计算平均值,评分结果见表 4。

表4 石榴贮藏期间歇升温籽粒感官评价

处理	口感	色泽	气味	总分
CK	32	28	4	64±0.86 d
间歇 3 d 升温	43	35	7	85±0.73 b
间歇 6 d 升温	47	37	9	93±1.05 a
间歇 9 d 升温	40	31	8	79±1.39 c

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。

表4看出,贮藏到 120 d 时,间歇 6 d 升温处理石

榴籽粒感官评定总分最高,达到 93 分,这可能是采用间歇升温处理后,在一定程度上防止了贮藏后期冷害的发生,延缓了石榴正常生理代谢,降低了果实有机质的消耗,籽粒品质良好。经检验,4 个处理之间感官评分差异显著( $P<0.05$ )。综合分析,间歇 6 d 升温处理对维持石榴的口感、色泽和气味均有良好作用,贮藏效果理想。

## 3 讨论与结论

冷害是指果蔬组织在冰点以上的不适低温所造成的伤害,是逆境伤害的一种。当温度低于冷害临界温度时,果实就会发生冷害。发生冷害的果实,表现为细胞膜透性增加,细胞结构破坏,电解质外渗,氨基酸、糖和无机盐等物质从细胞中流出,为致病微生物,特别是真菌的生长提供了有利条件<sup>[7]</sup>。中断低温会推迟冷害的发生,减轻冷害程度。间歇升温处理是果实在长期低温贮藏的条件下采用一次或多次短期升温的办法来中断低温对冷敏感果实的伤害,它可以避免细胞受损,延缓组织衰老,提高果实抗病性,防止病菌感染,保持营养风味,延长贮藏期限。间歇升温处理在发生不可逆冷害损伤之前进行才有效<sup>[8]</sup>。

关于间歇升温的作用机理,一种假设认为,在冷藏期间,间歇升温处理可诱导果实较高的代谢活性,使果实组织能将过多的中间产物或冷藏期间积累的毒素分解,同时补充冷害中消耗的物质,修补冷害对膜、细胞器和代谢途径的损伤<sup>[9]</sup>。另一种假设则认为,间歇升温处理能诱导果实代谢快速调整,增加不饱和脂肪酸的合成,提高对低温的耐受性<sup>[9]</sup>。

石榴在贮藏过程中易发生冷害,其症状主要表现为:(1)果皮凹陷或出现水浸状区域;(2)果皮和内部组织脱色或褐变,出现棕色、褐色、黑色斑点或条纹;(3)正常生理代谢受阻,果实变软,出现异味;(4)果实耐贮性和抗病性降低,加速腐烂变质<sup>[10]</sup>。试验表明,石榴在 $(5.0\pm0.5)^{\circ}\text{C}$ 条件下贮藏,每隔 6 d 在 $(15\pm0.5)^{\circ}\text{C}$ 下间歇升温处理 24 h,有利于维持石榴果粒可溶性固形物含量、总糖含量和可滴定酸含量,具有防止果皮褐变,降低果实腐烂率,保持籽粒品质的良好作用,保鲜效果理想。但关于石榴间歇升温的作用机理,有待于进一步研究。

## 参考文献

- 戴宏芬,季作梁,张昭其. 间歇升温对芒果果实冷害及谷胱甘肽、抗坏血酸代谢的影响[J]. 华南农业大学学报, 1999, 20(2): 51~54

- 2 Cohen E, Shuali M, Shalom Y. Effect of intermittent warming on the reduction of chilling injury of Villa franca lemon fruit stored at cool temperature [J]. J Hort Sci, 1983, 53: 593~598
- 3 Francisco A, Francisco G, Marquina J, et al. Physiological responses of tomato fruit to cyclic intermittent temperature regimes [J]. Postharvest Biology and Technology, 1998, 14: 283~296
- 4 张培正, 李 坤, 施小培, 等. 温度和气体成分对肥城桃果实贮藏效果的影响[J]. 食品科学, 2002, 23(9): 112~114
- 5 侯曼玲. 食品分析[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004. 39~72
- 6 刘魁英, 王有年, 李永利, 等. 食品研究与数据分析(第二版)[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2005. 106~110
- 7 王善广. 果蔬贮藏冷害研究进展[J]. 保鲜与加工, 2004, (4): 3~5
- 8 Pentzer W T, Heinze P H. Postharvest physiology of fruits and vegetables [J]. Annu Rev Plant Physiol, 1954, (5): 205~224
- 9 Wang C Y. Physiological and biochemical responses of plant to chilling stress [J]. Hort Science, 1982, 17: 173~186
- 10 张有林. 蔬菜贮藏保鲜技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2000. 66~69

## Effects of Intermittent Warming Treatments on the Quality of Pomegranate Fruit during Storage

Zhang Runguang<sup>1</sup>, Zhang Youlin<sup>1</sup>, Zhang Zhiguo<sup>2</sup>

1 (College of Food Engineering and Nutritional Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

2 (College of Food and Biologic Engineering, Shandong Institute of Light Industry, Jinan 250353, China)

**ABSTRACT** Effects of intermittent warming treatments on the quality change of Shanxi Lintong sweet pomegranate fruit during storage were studied in this paper. The results showed that pomegranate fruit stored at  $(5.0 \pm 0.5)^\circ\text{C}$  with intermittent warming treatment of 24 h at  $(15 \pm 0.5)^\circ\text{C}$  every 6 days could maintain the soluble solids content as well as total sugar content and titratable acidity, inhibit the rise of the browning index of skin and reduce fruit rotten rate effectively. After 120 days of storage, pomegranate fruit had a good appearance and well sensory as well as high quality on freshness.

**Key words** pomegranate storage, intermittent warming, fruit quality

会  
讯

### 全国粮油标准技术委员会一届八次会议在京召开

全国粮油标准化技术委员会一届八次会议, 于2008年1月8~9日在北京召开。全国粮油标准化技术委员会委员、各技术工作组及标准起草单位的代表共90余人参加了会议。会议对30项国家标准和粮食行业标准进行了审定。

通过会议审定的有《优质稻谷》、《富营养素稻谷》、《营养强化大米》、《高油玉米》、《荞麦》、《玉米粉》、《粮食、油料检验 带壳油料纯仁率检验法》、《油料饼粕中总灰分的测定》、《花生》、《葵花籽》、《核桃油》、《花椒油》、《葡萄籽油》、《葵花籽粕》、《菜籽粕》、《大豆皂苷》、《大豆异黄酮》、《谷物不溶性膳食纤维测定方法》、《谷物粉及淀粉糊化特性测定一粘度仪法》、《稻谷、大米蒸煮食用品质感官评价方法》、《稻谷粒型检验方法》、《稻谷整精米率检验法》、《大米胶稠度的测定》、《全麦粉发酵时间试验(Pelshenke试验)》等24项国家标准, 以及《储粮化学药剂管理和使用规范》、《二氧化碳气调储粮技术规程》、《粮油储藏技术规范》等3项行业标准, 这些标准将根据会议审定意见, 进一步修改完善后报批。

政  
策  
法  
规  
标  
准

### 味精新国家标准已开始实施

国家标准 GB/T8967-2007《谷氨酸钠(味精)》已于2007年12月1日起正式开始实施。标准新增对味精产品的分类, 并增加对加盐味精和增鲜味精的理化要求。

标准按添加成分, 将味精产品分成3大类: 即普通味精、加盐味精和增鲜味精。加盐味精是在谷氨酸钠中, 定量添加了精制盐的均匀混合物; 增鲜味精则是在谷氨酸钠中, 定量添加了增鲜剂, 其鲜味度应超过混合前的谷氨酸钠。

标准要求, 无论是哪一种味精产品, 其感官要求都应满足: 无色或白色结晶状颗粒或粉末, 易溶于水, 无肉眼可见杂质, 且无异味。标准首次对加盐味精和增鲜味精的理化指标进行明确要求。按规定, 加盐味精产品的谷氨酸钠含量应 $\geq 80\%$ , 食用盐添加量应 $< 20\%$ , 铁含量 $\leq 10 \text{ mg/kg}$ 。对于增鲜味精, 则要求: 谷氨酸钠含量 $\geq 97\%$ , 添加剂含量 $\leq 3\%$ , 增鲜剂呈味核苷酸二钠含量不小于 $1.5\%$ , 铁含量 $\leq 5 \text{ mg/kg}$ 。