

# 李子冷藏中间歇加温处理对果实 低温伤害、呼吸及乙烯的影响

都凤华 张华云\* 王秀春 李 柏

(吉林农业大学, 长春 130118)

**摘 要** 本试验研究了不同的间歇加温温度和加温时间对低温下贮藏的李子呼吸强度、乙烯释放量的影响, 通过这些生理生化变化规律, 结合货架期果肉褐变及腐烂的观察, 对李子的冷害发生规律进行了探讨。结果表明: 间歇加温可有效地降低呼吸、乙烯的产生, 减轻或延缓了果实的低温冷害。但加温的温度不同对李子的腐烂影响不一致。30℃加温虽可减轻冷害, 但由于温度过高, 软化、腐烂严重; 而 20℃加温处理不但可减轻冷害, 有利于品质保持, 而且腐烂轻。因此, 李子在低温下贮藏的最佳间歇加温处理为: 每隔 15 天, 在 20℃中加温 1~2 天。

**关键词** 李子, 间歇加温, 低温伤害, 呼吸, 乙烯

李子(*Prunus salicina*)属于喜温性果实, 对低温比较敏感, 在 0℃下贮藏一段时间后会引起低温伤害——冷害, 李子遭受冷害后, 果肉变褐, 品质下降, 腐烂增加。

目前, 许多资料报道, 间歇加温处理能缓解果品和蔬菜冷害的发生。有人曾在桃、黄瓜、柠檬和青椒等贮藏中, 做过间歇加温处理, 结果表明, 间歇加温可明显地降低低温下贮藏的桃、黄瓜、柠檬和青椒等的呼吸强度和乙烯产率, 减轻或延缓了果蔬冷害。本试验着重研究了间歇加温处理对李子低温伤害、呼吸及乙烯的影响。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料来源及处理

本试验采用两个品种: 早熟品种美丽李于 1988 年 7 月 29 日采自辽宁省海城, 晚熟品种鸡心李于 1988 年 8 月 31 日采自辽宁省东沟县。两品种均在采收 1 日后运到冷库, 预冷 2 天, 预冷温度为 14℃, 经挑选后进行处理。试验设 5 个处理, 4 次重复, 每个处理 30 个果, 分别装入塑料箱中。每个处理都按相同条件单独贮藏一定数量的果实, 作为贮藏期间测试材料。5 个处理是: (1) 0℃恒温(CK); (2) 贮温 0℃, 每 15 天在 20℃中加温 1 天, 加温结束后, 恢复原贮藏温度; (3) 贮温 0℃, 每 15 天在 20℃中加温 2 天, 方法同处理(2); (4) 贮温 0℃, 每 15 天在 30℃中加温 1 天, 方法同处理(2); (5) 贮温 0℃, 每 15 天在 30℃加温 2 天, 方法同处理(2)。

### 1.2 呼吸强度测定

定期取约 1 公斤(实际称重)左右的果实置于室温 24 小时后, 用红外线二氧化碳分析仪

测定,其单位是:CO<sub>2</sub>mg/kg·h

### 1.3 乙烯释放量的测定

将测呼吸的果实密封于标本瓶中6小时后,取1mL气样,用日本岛津GC—9A型气相色谱仪测定。载气用高纯氮,氢火焰检测器,氮气流速为40毫升/分,柱温30℃,进样口温度为50℃。

### 1.4 冷害症状及腐烂的观察统计

冷害症状及腐烂的观察统计均用货架2天的果实。其分级标准见下表:

冷害症状及腐烂指数

级值	果肉褐变指数	果实腐烂指数
0	果肉无褐变	正常好果
1	只在果核周围有几个褐点	腐烂斑点不超过果面的1/10
2	果核周围果肉变褐或有斑点不超过切面的1/3	腐烂面积在1/10~1/3
3	褐变范围在1/3~2/3	腐烂面积在1/3~2/3
4	褐变在2/3以上	腐烂面积在2/3以上

$$\text{注:指数} = \frac{\sum(\text{数量} \times \text{级值})}{\text{最高级值} \times \text{果实总数}} \times 100$$

## 2 结果与分析

### 2.1 间歇加温处理对李子呼吸强度的影响

由图1可见,0℃恒温(CK)贮藏的美丽李呼吸强度初期一直很低,这是由于低温对呼吸抑制的结果。但贮藏至15天,0℃恒温贮藏的呼吸急剧上升,贮至20天达到了最高值,此后呼吸开始下降。这种呼吸异常增加可能与低温所诱导的冷害有关。而间歇加温处理的呼吸强度明显地低于对照,并且其最高值出现的时间也较晚。

鸡心李贮藏过程中呼吸强度变化曲线,基本上与美丽李类似,0℃恒温贮藏(CK)的呼吸强度在初期一直很低,从第15天开始上升,25天达到最高值。间歇加温处理的呼吸强度明显地低于对照。

由此可见:间歇加温处理能降低李子的呼吸强度。

### 2.2 间歇加温处理对李子乙烯释放量的影响

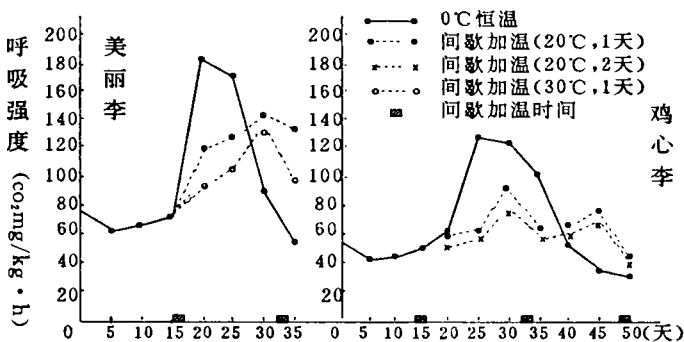


图1 间歇加温对李子呼吸强度的影响

图2为间歇加温对李子乙烯释放量的影响,可看到美丽李间歇加温处理可明显地降低乙烯的产生。20℃加温1天和30℃加温1天两处理在第一次加温后乙烯释放量分别是1 216.61mL/kg·h和728.57mL/kg·h,比0℃恒温(CK)的3 619.85mL/kg·h降低了66.4%和79.9%,此后一段时间内两加温处理的乙烯释放量增加不多,至第二次加温前乙烯释放量又急剧上升达1 925.74和1 464.58mL/kg·h,但加温后又开始下降。

鸡心李贮藏过程中乙烯释放量的曲线,基本上与美丽李类似,每次加温后乙烯释放量都有所下降,间歇加温处理的乙烯释放量也低于0℃恒温(CK)处理。

由上可见:间歇加温可明显降低乙烯的产生。

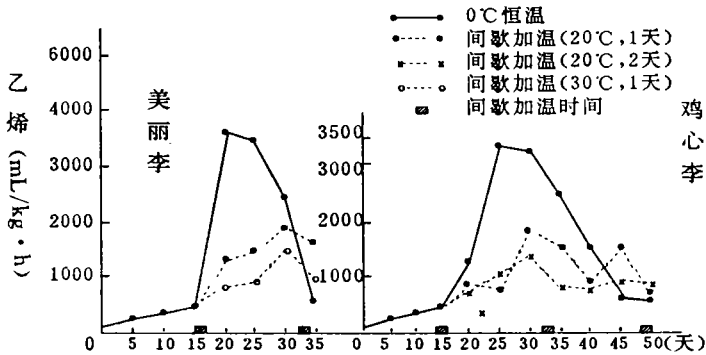


图2 间歇加温对李子乙烯释放量的影响

## 2.3 间歇加温对果肉褐变及腐烂的影响

### 2.3.1 间歇加温对果肉褐变指数的影响

由图3可看出,冷害与低温的持续时间有密切关系。李子于0℃贮藏,并非一开始就有冷害产生,而只是在贮藏20天(美丽李)或25天(鸡心李)时才有冷害症状出现,并且随着低温时间的持续,冷害愈加严重。李子遭受冷害后,首先是靠近果核周围的果肉变褐,以后随着低温的持续,逐渐向外扩散,最后全果变褐。果肉变褐以后,轻者还可食用,严重的果实变得淡而无味,失去食用价值。另外果实遭受冷害后,机体抗性降低,易于遭受微生物侵染,致使腐烂加重,然而间歇加温的各处理果肉褐变发生的较晚,褐变指数也较低。由此可见:间歇加温有减轻和延缓李子冷害的作用。

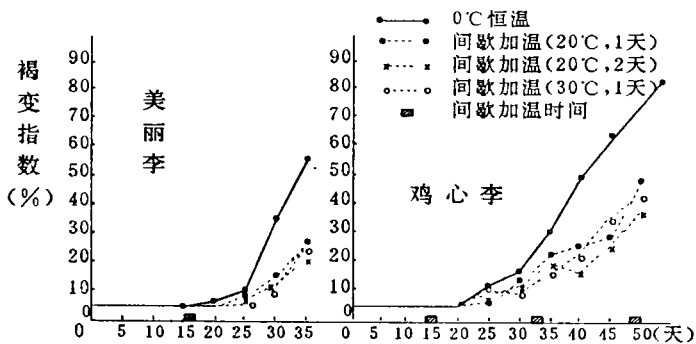


图3 间歇加温对果肉褐变的影响

### 2.3.2 间歇加温处理对腐烂指数的影响

由图4可见,李子的腐烂指数随间歇加温的温度不同而异,20℃加温处理腐烂指数比对照(CK)低,而30℃加温处理腐烂指数比对照(CK)高。这是因为20℃加温处理由于抑制了冷害,致使果实腐烂降低;而30℃加温处理虽也能抑制冷害,但由于温度过高,致使高温造成的腐烂超过了由于抑制冷害而减少的腐烂。因此,李子在低温下贮藏应采用20℃间歇加温处理。

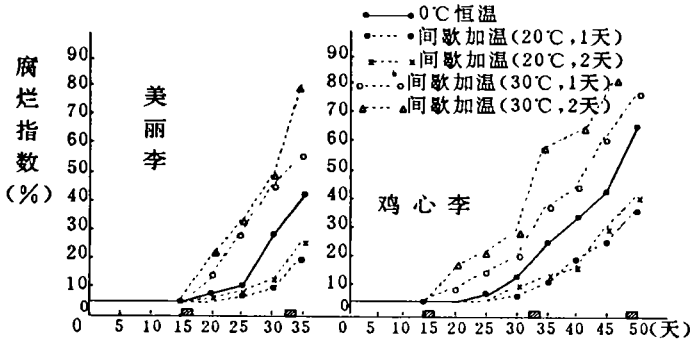


图4 间歇加温对腐烂指数的影响

## 3 结语与讨论

间歇加温可降低呼吸强度、乙烯释放量,延缓或减轻了冷害。但加温的温度不同对李子的腐烂影响不一致,30℃加温处理腐烂严重,而20℃加温处理腐烂轻,且食用品质好。因此,李子<sup>①</sup>在低温下贮藏应采用的间歇加温处理是每15天在20℃中加温1~2天。

本试验的结果证明了间歇加温对冷害的延缓作用。但到目前为止,对间歇加温的机理研究不多,黄晓钰总结的冷害机理认为:植物受冷害以后,首先细胞膜系统发生相变,膜脂从液晶态转变为固凝胶态,膜脂相变导致原生质流动停止,膜结合酶和游离酶活力失调,致使代谢紊乱,有毒的中间产物积累。但这种影响在短期低温内是可逆的,如果在长期低温下,膜发生不可逆相变,这些有毒物质可使细胞受害,出现冷害症状。

本试验的结果证明了这一点,间歇加温处理降低了呼吸强度、乙烯释放量,延缓或减轻了冷害,是由于间歇加温能使膜相逆转,使已变为凝胶态的膜重新转变为液晶态。膜恢复正常状态后,与膜结合的酶就会恢复活性,代谢恢复正常,一些失调得以纠正。

## 参 考 文 献

- 1 黄晓钰. 热带、亚热带作物的冷害. 植物生理学通讯. 1982(1):28—32
- 2 林伯年译. 李子高温贮藏性和品质的变化. 食品科学. 1987,1:59—61
- 3 韩素江. 间歇加温缓解冷藏青椒冷害的研究. 沈阳农业大学硕士论文集. 1988
- 4 史杏明. 库尔勒香梨在不同温度条件下的呼吸及乙烯释放速率的变化. 新疆大学学报(自然). 1990,7(1):74—77
- 5 R, E. Ander. Long-term Storage of peaches and nectarines intermittently warmed during controlled atmosphere storage. Journal of the American Society for Horticultural Science. 1982,107(2):214—217
- 6 Cohen, shuali. M Shalom. Y. Effect of intermittent warming on the reduction of chilling injury of villa Franka lemon fruit stored at cold temperature. Journal of Horticultural Science. 1983,58(4):593—598

EFFECTS OF INTERMITTENT WARMING ON  
CHILLING INJURY, RESPIRATION AND  
ETHYLENE OF PLUM FRUITS  
DURING COLD STORAGE

Du Fenghua et al.

*(Jilin Agricultural University)*

ABSTRACT

The effects of intermittent warming on the respiratory rate and ethylene productions of plum fruits stored at cold temperature were studied in relation to duration and temperature of warming. Based on these physiological and biochemical variations and shelf observations of both internal browning and decay of the fruits. The patterns of chilling injury for plum fruits were searched. The results showed that intermittent warming treatment could considerably reduce the respiratory rate and ethylene production, alleviate or retard chilling injury. However, the effect of different temperature of warming on the decay of plum fruits was different. Intermittent warming treatment at 30°C for 1 or 2 days could accelerate softening and decay. The treatment at 20°C for 1 or 2 days could reduce decay and maintain good quality. Therefore, the intermittent warming treatment at 20°C for 1~2 days after every 15 days is suggested for long-term storage of plum fruits at low temperature.

**Key Words:** Plum, Intermittent warming, Chilling injury, Respiration, Ethylene.