

# 苦瓜适宜贮藏温度的研究

夏向东 于梁 中国农业大学食品学院 北京 100094

赵瑞平 河北张家口农业高等专科学校 张家口 075131

**摘 要** 从冷害引起果实呼吸强度和乙烯释放量异常升高的角度出发,研究了苦瓜的适宜贮藏温度,结果表明:6℃贮藏6天苦瓜发生冷害;11℃贮藏15天苦瓜果实表现出明显冷害症状;13℃贮藏15天苦瓜没有发生冷害,13℃是苦瓜的适宜贮藏温度。

**关键词** 苦瓜 贮藏温度 呼吸强度 乙烯释放量 冷害

**Abstract** Fruits of bitter melon (*Momordica charantia* L.) were separately stored at 6℃ for 6 days and stored at 11℃ for 15 days showed chilling symptoms with typical chill-induced respiratory and increasing ethylene production after being transferred to 20℃ room for test. The optimum storage temperature of bitter melon was 13℃.

**Keywords** Bitter melon Storage temperature Respiration rate Ethylene production Chilling injury

苦瓜 (*Momordica charantia* L.) 属葫芦科,为一年生攀缘草本植物,果产为浆果,富含磷、铁、维生素C,传统医学认为苦瓜具有“清热解暑、明目解毒、补肾润脾”之功能,现代医学研究证明苦瓜可以降低血糖,抑制正常细胞的癌变,是一种药食两用的蔬菜<sup>[1-2]</sup>。在采收季节的常温2-3天苦瓜果实便黄化,种皮转红,失去食用价值,严重限制了苦瓜的运输和销售。因此,研究苦瓜的保鲜措施,延长苦瓜的贮藏期,对于苦瓜的生产运输与市场的调济具有重要的实际意义。

苦瓜的适宜贮藏温度众说不一。Tatsumi et al.<sup>[3]</sup> 研究表明:苦瓜在5℃5-7天会发生冷害;郭纯德<sup>[4]</sup> 认为苦瓜在2℃和10℃贮藏9天发生严重冷害;Mohammed and Wickham<sup>[5]</sup> 报导用聚乙烯薄膜包裹的苦瓜放于5-7℃能够贮藏21天而没有冷害症状;Zong et al.<sup>[6,7]</sup> 实验表明苦瓜在10-12.5℃贮藏能够保证质量达10-14天,低于10℃有严重冷害发生,高于12.5℃苦瓜的后熟衰老迅速。国内对苦瓜贮藏温度的研究报道很少,作者参照前人的工作选取了几个温度,从冷害会引起果实乙烯释放量和呼吸强度异常升高的角度出发研究了苦瓜的适宜贮藏温度。

## 1 实验材料与方法

1.1 材料与处理 供试苦瓜采于北京市海淀区四季青乡,品种为青皮苦瓜,田间采收,采收标准为果实饱满有弹性,无机械伤,无病虫害。苦瓜采后立即运至中国农大(西区)食品学院实验冷库,迅速预冷至贮藏温度。将苦瓜置于6℃、11℃、13℃、20℃库中进行实验,每处理25kg。冷库为机械制冷,由WMZK-01型温度指示控制仪自动监测与控制室内温度,温度变化范围±0.5℃,用WMY-01型数字温度计定期检查校正。

### 1.2 测定项目与方法

1.2.1 呼吸强度的测定 气相色谱法 型号SQ-206(北京分析仪器厂);GDX-502填充柱;FID检测器;转化炉360℃;载气:氮气0.13MPa;燃气:氢气0.09MPa;辅气:空气0.1MPa;柱温80℃;检测室温110℃。

测定方法:每3天从贮温下取果实移至20℃库,升温24h后将果实密闭于标本缸中1h,取气1ml用气谱仪测定呼吸强度,三个重复。

1.2.2 乙烯释放量的测定 气相色谱法:型号SQ-204(北京分析仪器厂);GDX-502填充柱;FID检测器;载气:氮气0.12MPa;燃气:氢气0.06MPa;辅气:0.08MPa;柱温80℃;检测室温120℃。

测定方法:每3天取果实从贮温下移至20℃库,升温24h后将果实密闭于标本缸中1h,取气1ml用气谱仪测定,三个重复。

1.2.3 冷害症状的观察 将样品移至20℃库,观察样品的变化,分四级。0级:正常;1级:果实表面有少量褐变斑点,面积小于表面积的1/10;2级:果实表面有轻微的水渍斑,褐变面积为表面积的1/10-3/10;3级:果实表面有严重的水渍斑,褐变面积超过表面积的3/10。

$$\text{冷害指数} = \frac{\sum (\text{级别} \times \text{数量})}{3 \times \text{总数}} \times 100\%$$

1.2.4 统计分析 采用邓肯氏新复极差法进行 $\alpha = 0.05$ 水平上的多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 20℃时苦瓜的呼吸强度与乙烯释放量

苦瓜在20℃贮藏1-5天呼吸强度变化平缓,第6天呼吸强度开始上升,由第5天的38.1ml CO<sub>2</sub>/kg·h逐渐上升至第8天的53.5ml CO<sub>2</sub>/kg·h,可见20℃时苦瓜的呼吸强度较高,代谢旺盛,营养物质消耗快,这

是苦瓜采后衰老迅速的原因之一。随着储藏期的延长,果实逐渐失去弹性,第8天果实已经开始黄化,终止测定。苦瓜在20℃第6天开始检测到微量乙烯释放,乙烯释放量随衰老而上升,直至果实转黄,乙烯释放量没有下降,最高为 $2.5\mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{h}$ ,见图1。

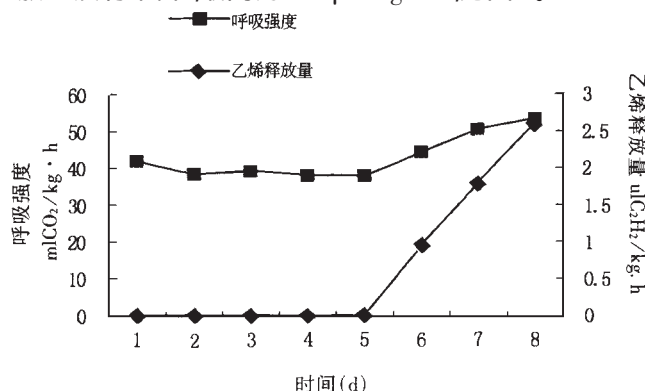


图1 20℃时苦瓜呼吸强度与乙烯释放量的变化

## 2.2 升温后的呼吸强度

苦瓜在13℃贮藏15天,再转到20℃1天升温后的呼吸强度与20℃时相近,无显著升高,在11℃贮藏3、6、9、12天,升温后的呼吸强度与20℃时相近,第15天升温后呼吸强度有升高,统计分析表明与20℃相比差异显著,说明11℃贮藏15天呼吸强度异常,6℃贮藏6天升温后其呼吸强度显著高于20℃时的呼吸强度,说明6℃6天时已经导致苦瓜呼吸代谢紊乱,随贮藏期延长苦瓜升温后的呼吸强度一直上升,到15天达 $190\text{mlCO}_2/\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ ,显著高于20℃时的呼吸强度。见图2。

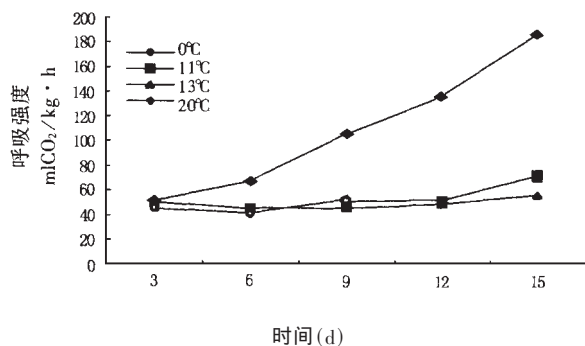


图2 升温后苦瓜呼吸强度的变化

## 2.3 升温后的乙烯释放量

苦瓜在6℃贮藏6天,升温后检测到微量乙烯 $0.22\mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{h}$ ,之后乙烯释放量迅速上升,到第12天达 $105.8\mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{h}$ ,第15天急剧下降为 $15.2\mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{h}$ ,释放量远高于20℃时的释放量( $\leq 2.5\mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{h}$ ),该乙烯是冷害诱导的伤乙烯,表明苦瓜发生严重冷害。第15天乙烯释放量的急剧下降推测是由于冷害破坏了细胞膜结构,而乙烯合成酶是与膜结合在一起

表1 呼吸强度的统计分析结果

温度/℃	呼吸强度( $\text{mlCO}_2/\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ )	
	均数(第6天)	均数(第15天)
6	68.1a	190.6a
11	42.8b	71.1b
13	42.1b	55.1c
20	44.5b	53.5c*

注:20℃第8天时的呼吸强度

的,因此膜的损坏影响了ACC向乙烯的转化。

11℃贮藏9天苦瓜升温后检测到 $2.0\mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{h}$ 乙烯,随贮藏期延长乙烯释放量一直上升,第15天达 $15.2\mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{h}$ ,其释放量明显高于20℃时的释放量,是冷害诱导的伤乙烯。

13℃只有第15天升温后检测到微量乙烯释放( $1.29\mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{h}$ ),低于20℃时的最大释放量( $2.5\mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{h}$ ),表明13℃贮藏15天没有导致苦瓜产生伤乙烯。见图3。

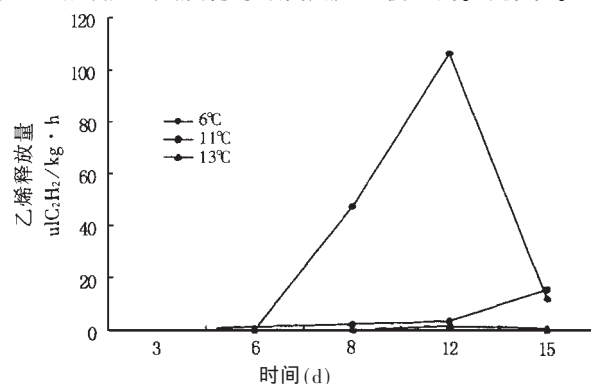


图3 升温后苦瓜乙烯释放量的变化

## 2.4 升温后呼吸强度变化及乙烯释放与冷害症状的关系

苦瓜在6℃贮藏6天升温后表皮出现褐斑,此时其呼吸强度已升至 $68.1\text{mlCO}_2/\text{kg}\cdot\text{h}$ ,为对照的150%,有 $0.22\mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{h}$ 乙烯释放;贮藏9天升温后表皮出现严重凹陷褐变斑,呼吸强度为 $106\text{mlCO}_2/\text{kg}\cdot\text{h}$ ,为对照的240%,乙烯释放量升为 $46.8\mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{h}$ ;贮藏12天升温后出现严重水渍斑,此时呼吸强度为 $130\text{mlCO}_2/\text{kg}\cdot\text{h}$ ,是对照的300%,乙烯释放量为 $105\mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{h}$ ,是对照的300%,乙烯释放量为 $105.8\mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{h}$ 。冷害症状的加重与呼吸强度的升高是一致的,乙烯的释放量也随冷害症状的加重而升高,但冷害非常严重后乙烯的释放量则急剧下降。

苦瓜在11℃贮藏12天升温后出现轻微凹陷斑,呼吸强度为对照的120%,乙烯释放量为 $3.2\mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{h}$ ;15天升温后出现凹陷斑,呼吸强度为对照的160%,乙烯释放量升至 $15.2\mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{h}$ ,均明显高于对照,表明11℃贮藏15天苦瓜发生冷害。苦瓜在13℃贮藏15天,升温后未观察到冷害症状,呼吸强度对照相

比没有显著升高, 乙烯的释放量不高于对照。

苦瓜升温后的冷害指数见图 4。

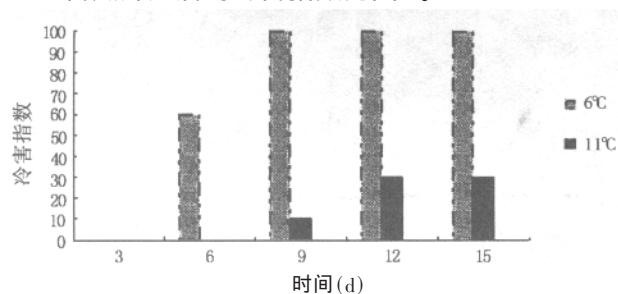


图 4 苦瓜升温后的冷害指数

### 3 结论

低温是延长果蔬采后寿命最有效的方法, 但许多原生于热带或亚热带的园艺作物很容易受到 10 - 13℃ 以下 0℃ 以上的低温伤害, 即冷害。苦瓜是易发生冷害的蔬菜, 冷害的发生刺激了果实升温后乙烯的大量产生。Wang<sup>[8]</sup>认为这是由于冷害增加了组织中 ACC 合成酶的活性, 从而在 SAM→ACC 阶段诱导乙烯的合成。另一方面某些果实如黄瓜长时间处于冷害温度下乙烯释放量会减小, 这是因为冷害破坏了膜结构, 而乙烯合成酶是与膜结合在一起的, 因此膜的损坏影响了 ACC 向乙烯的转化, 这种乙烯合成能力的降低可能是导致冷害的果蔬不能正常后熟的原因<sup>[9]</sup>。本研究中苦瓜在 6℃ 贮藏发生严重冷害后乙烯释放量急速减少的原因推测就在于此。冷害也刺激了苦瓜果实升温后呼吸强度的升高, 冷害后呼吸强度的持续升高表明果实新陈代谢的不可逆紊乱和氧化中间产物的积累<sup>[10]</sup>。

通过研究不同温度对苦瓜呼吸强度与乙烯释放量的影响, 结合升温后的冷害症状, 可以得出结论: 苦瓜 6℃ 贮藏 6 天升温后的呼吸强度与乙烯释放量显著升高, 苦瓜发生冷害: 11℃ 苦瓜贮藏 15 天升温后的呼吸

强度与乙烯释放量显著高于 20℃, 果实表现出冷害症状; 13℃ 贮藏 15 天苦瓜的呼吸强度和乙烯释放量均无显著升高, 果实也没有冷害症状, 因此推荐苦瓜的适宜贮藏温度为 13℃。当然, 不同的栽培地, 不同的品种、不同的采收成熟度都有可能影响果蔬的适宜贮藏程度, 有必要进一步细致研究。

### 参考文献

- 1 中国农科院蔬菜研究所主编. 中国蔬菜中国蔬菜栽培学. 北京: 农业出版社, 1987: 607.
- 2 张雁, 张名位, 徐志宏. 苦瓜深加工产品的研制. 中国果菜, 2000, (5): 23.
- 3 Tatsumi Y and Murata T. Studies on chilling injury of fruits and vegetables. J. Jap. Soci. Hort. Sci., 1978, 47 (1): 105 ~ 110.
- 4 郭纯德, 蔡平里, 林宗贤. 氧、二氧化碳及改变大气贮藏对苦瓜果实后熟及货架寿命之影响. 中国园艺(台湾), 1988, 34(4): 249 ~ 261.
- 5 Mohammed M and wickham L D. Extension of bitter gourd (Momordica charantia L.) storage life through the use of reduced temperature and polyethylene wraps. J. Food Qual., 1993, 16: 37 ~ 382.
- 6 Zong R J, Morris L L, Cantwell M and Rubatzky V. Postharvest studies on four fruit - type Chinese vegetables. Acta Hort., 1992, 318: 345 ~ 354.
- 7 Zong R J, Morris L L, Cantwell M. Postharvest physiology and quality of bitter melon (Momordica charantia L.). Postharvest Biology and Technology, 1995, 6: 65 ~ 72.
- 8 Wang C Y. Physiological and biochemical responses of plants to chilling stress. Hortscience, 1982, 17: 173.
- 9 Eaks I L. Effects of chilling on respiration and ethylene production of "Hass" avocado fruit at 20℃. Hortscience, 1983, 18: 235.
- 10 Wang C Y. Chilling injury of fruits and vegetables Food Reviews International, 1989, 5(2): 209 ~ 236.

## “湿冷系统”在龙眼保鲜中的应用研究

杨文领 何锦凤 刘立红 总后勤部军需装备研究所 100010

王群 中国农业大学食品学院 100083

**摘 要** “湿冷系统”给龙眼提供了低温高温的贮藏环境, 结合臭氧杀菌较好控制了龙眼的腐烂与褐变, 为龙眼的保鲜提供了一个新的方法。

**关键词** 湿冷系统 龙眼 褐变 臭氧

龙眼香甜可口、风味独特、深受人们喜爱。但龙眼不耐贮藏<sup>[1]</sup>, 目前, 龙眼的贮藏主要以低温气调结合药物防腐为主<sup>[2]</sup>。国外广泛采用熏硫结合冷藏处理。但常出现硫残留过多、药物残留量大、风味丧失等问题, 因

此, 研究龙眼新的贮藏保鲜技术以提高其商品价值, 就显得十分必要。

“湿冷系统”是一种新型、低能耗的果蔬保鲜预冷技术, 它源于英国<sup>[3][4]</sup>, 是在机械制冷和蓄冰技术基础上发