

# 差压预冷对哈密瓜采后乙烯释放和呼吸速率的影响

姚 军, 徐 畅, 耿新丽, 廖新福

(新疆维吾尔自治区葡萄瓜果研究所, 新疆 鄯善 838200)

**摘 要:**以“西州密 25 号”哈密瓜为试材, 采用差压预冷的方法, 研究了不同预冷风速与温度对贮藏期哈密瓜果实乙烯释放量和呼吸速率的影响, 确定差压预冷合适的风速和温度, 为哈密瓜的差压贮藏提供理论依据。结果表明: 在  $0\sim 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  预冷温度条件下, 预冷风速以  $2.0\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  抑制乙烯的释放量和减少果实的呼吸速率效果较为明显。而在  $3.0\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  预冷风速条件下, 预冷温度以  $2\sim 4$ 、 $4\sim 6\text{ }^{\circ}\text{C}$  时抑制乙烯的释放量和减少果实的呼吸速率效果较明显, 故确定哈密瓜差压预冷风速和温度分别为  $2.0\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  和  $2\sim 6\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

**关键词:**哈密瓜; 差压预冷; 乙烯释放量; 呼吸速率

**中图分类号:**S 652.109<sup>+</sup>.3 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2016)21-0125-03

预冷是冷链物流的第一步, 对整个冷链物流起着关键作用。差压预冷是果蔬采后预冷的一种主要预冷方式。相比于其它预冷方式, 差压预冷具有运行简单、预冷速度快、费用低、适用范围广等优点, 特别适合我国现阶段冷链物流发展<sup>[1]</sup>。杨昭等<sup>[2]</sup>、黄健等<sup>[3]</sup>、何晖等<sup>[4]</sup>对差压预冷的传热模式、冷箱内阻力模式进行研究。郑淑芳等<sup>[5]</sup>搭建了移动式差压预冷机。胡云峰等<sup>[6]</sup>对不同堆码形式的油菜进行了冷墙式差压预冷试验。闫国琦等<sup>[7]</sup>针对龙眼的物理特性, 设计了一套龙眼压差通风预冷试验装置。前人研究主要集中在差压预冷的设备研制、预冷模式以及如何快速预冷降温上, 而对果蔬内部机理的研究较少。该试验采用差压预冷的方式, 对比不同预冷温度、不同预冷风速下对哈密瓜采后乙烯释放量和呼吸速率的影响, 研究差压预冷对哈密瓜内部机理的变化, 确定哈密瓜采后通过差压预冷合适的风速和合适的温度, 以期对哈密瓜的差压预冷技术提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

选取同一块地、同一时间种植、同一时间采收, 相近糖度的哈密瓜品种“西州密 25 号”为试材, 共计 360 个。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 差压预冷风速的设定

预冷温度为  $0\sim 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 预

冷风速设定为  $1.0$ 、 $2.0$ 、 $3.0\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 每个风速条件放置 30 个瓜, 待果心温度降至  $8\text{ }^{\circ}\text{C}$  时停止预冷, 记录预冷所需时间。然后放入  $6\sim 8\text{ }^{\circ}\text{C}$  冷库内贮藏, 每隔 5 d 测定果实呼吸速率以及乙烯释放量的变化情况。

**1.2.2 差压预冷温度的设定** 预冷风速为  $3.0\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 预冷温度分别设为  $0\sim 2$ 、 $2\sim 4$ 、 $4\sim 6$ 、 $6\sim 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。每处理温度放置 30 个瓜, 待果心温度降至  $8\text{ }^{\circ}\text{C}$  时停止预冷, 记录预冷所需时间。然后放入  $6\sim 8\text{ }^{\circ}\text{C}$  冷库内贮藏, 每隔 5 d 测定果实呼吸速率以及乙烯释放量的变化情况。

### 1.3 项目测定

**1.3.1 呼吸速率的测定** 采用小筐子法(广口瓶法)<sup>[8]</sup>测定植物的呼吸速率, 略有改进。选取 3 个均一的哈密瓜单瓜, 装于塑料桶内支架上, 同时加  $0.05\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液 25 mL 于培养皿内放入塑料桶内支架下方, 立即用涂抹凡士林的桶盖密封, 每 10 min 左右, 轻轻地摇动广口瓶, 1 h 后小心打开桶盖, 迅速取出培养皿, 加入 2 滴酚酞指示剂, 立即盖紧培养皿盖, 然后用  $1/44\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的草酸滴定, 直至红色消失转变为无色为止, 记录滴定所耗用的草酸溶液的体积数, 得到  $V_1$ , 同时, 以不加指示剂滴定的草酸溶液的体积为空白, 得到  $V_0$ 。呼吸速率  $(\text{CO}_2\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}) = (V_0 - V_1)C/MH$ 。式中,  $C$  表示草酸浓度  $(\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1})$ ,  $M$  表示样品鲜质量  $(\text{kg})$ ,  $H$  单位为密闭处理时间  $(\text{h})$ 。

**1.3.2 乙烯释放量的测定方法** 采用手持式乙烯测定仪检测(型号: DR95C-C2H4, 深圳市沃赛特科技有限公司)。选取 3 个均一的哈密瓜单瓜, 装于塑料桶内, 用凡士林密封桶盖边缘, 密闭 3 h 后将乙烯测定仪测试端伸入桶内测定得出哈密瓜释放的乙烯含量  $c(\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1})$ , 测定 3 个单瓜的体积记作  $V_1$ , 测定塑料桶体积记作  $V_0$ 。

**第一作者简介:**姚军(1978-), 男, 硕士, 农艺师, 研究方向为农产品贮藏与加工。E-mail: yaojun1022@sohu.com。

**基金项目:**国家西甜瓜产业技术体系资助项目(CARS-26-10B)。

**收稿日期:**2016-08-04

乙烯释放量( $\mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ) =  $c(V_0 - V_1)/MH$  式中,  
 $M$  表示样品鲜质量(kg),  $H$  单位为密闭处理时间(h)。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同温度、不同风速差压预冷下果心温度降至 8 ℃ 需要预冷的时间

由表 1 可知,编号 1、2、3 是相同预冷温度的不同风速的差压预冷,编号 4、5、6 是相同的预冷风速不同温度的差压预冷。对比差压预冷时果心温度降至 8 ℃ 需用时间可以看出,同一温度下风速越大预冷时间越短,同一风速下温度越低预冷时间越短。这与许建等<sup>[9]</sup>研究的情况相一致,预冷风温越低,越有利于缩短预冷时间,提高预冷效率。

表 1 不同温度、不同风速果心温度降至 8 ℃ 所需要预冷的时间

Table 1 Precooling time required of core temperature dropped to 8 ℃ by different temperatures and wind speeds

	编号 Number					
	1	2	3	4	5	6
处理温度 Treatment temperature/℃	0~2	0~2	0~2	2~4	4~6	6~8
处理风速 Treatment wind speed/( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )	1.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0
需用时间 Time/h	10.3	8.0	6.0	8.0	12.5	13.5

### 2.2 差压预冷相同温度、不同风速对果实呼吸速率和乙烯释放量的影响

由图 1 可以看出,在同一预冷温度 0~2 ℃,预冷风速在 1.0、2.0、3.0  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  情况下,果实的乙烯释放量均呈现出了先升高后降低又升高的变化趋势,并且预冷风速为 2.0  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  时乙烯释放量明显低于 1.0  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  和 3.0  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  的乙烯释放量。由图 2 可以看出,果实呼吸速率的变化也同样呈现出了先升高后降低又升高的变化趋势。2.0  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  时呼吸速率明显低于 1.0  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  和 3.0  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。说明并不是预冷风速越大越有利于哈密瓜的预冷后贮藏,预冷温度在 0~2 ℃ 时,预冷风速为 2.0  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  是较为适宜的哈密瓜差压预冷风速。

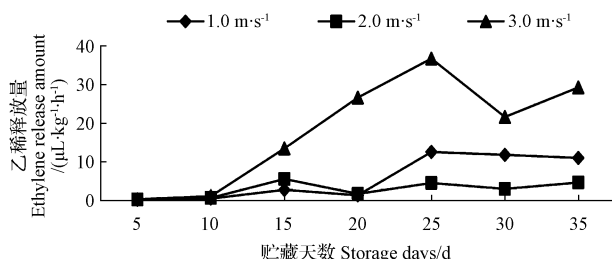


图 1 差压预冷相同温度、不同风速对果实乙烯释放量的影响

Fig. 1 Effect of the same temperature and the different wind speeds of forced-air precooling on fruit ethylene release amount

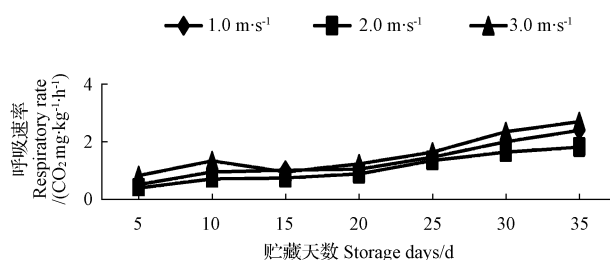


图 2 差压预冷相同温度、不同风速对果实呼吸速率的影响

Fig. 2 Effect of the same temperature and the different wind speeds of forced-air precooling on fruit respiration rate

### 2.3 差压预冷相同风速、不同温度对果实呼吸速率和乙烯释放量的影响

由图 3 可以看出,在同一风速 3.0  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  处理下,预冷温度在 0~2、2~4、4~6、6~8 ℃ 情况下,果实的乙烯释放量均呈现出了先升高后降低又升高的变化趋势,并且 2~4 ℃ 和 4~6 ℃ 时的乙烯释放量明显低于 0~2 ℃ 和 6~8 ℃ 的乙烯释放量。由图 4 可以看出,果实呼吸速率的变化也同样呈现出了先升高后降低又升高的变化趋势。2~4 ℃ 和 4~6 ℃ 时呼吸速率明显低于 0~2 ℃ 和 6~8 ℃。说明并不是预冷温度越低越有利于哈密瓜的预冷后贮藏,风速为 3.0  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  时,预冷温度 2~6 ℃ 是较为适宜的哈密瓜差压预冷的温度。

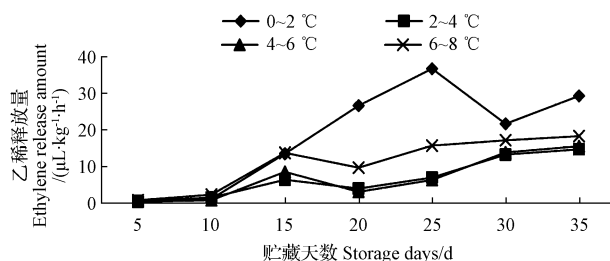


图 3 差压预冷相同风速、不同温度对果实乙烯释放量的影响

Fig. 3 Effect of the same wind speed and the different temperatures of forced-air precooling on fruit ethylene release amount

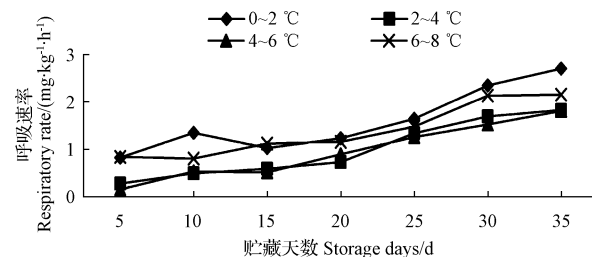


图 4 差压预冷相同风速、不同温度对果实呼吸速率的影响

Fig. 4 Effect of the same wind speed and the different temperatures of forced-air precooling on fruit respiration rate

### 3 结论

果实采后及时预冷,将其体温在短时间内降至适宜的温度,可大大降低呼吸强度,减缓体内有机物质的消耗,同时还可以降低微生物内各种酶系统的活性,从而抑制微生物活动,减少腐烂的发生。并在一定程度上抑制已形成的浸染组织的进一步发展<sup>[10]</sup>。潘俨等<sup>[11]</sup>的研究证明预冷过程中,哈密瓜乙烯释放量变化总体呈下降趋势,说明降温可明显抑制采后乙烯的释放,同样哈密瓜的呼吸强度变化总体呈下降趋势,说明降温可明显抑制采后呼吸。

在 0~2℃ 相同预冷温度情况下,风速为  $2.0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  能抑制乙烯的释放量减少果实的呼吸速率。在  $3.0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  相同预冷风速情况下,2~6℃ 时抑制乙烯的释放量和减少果实的呼吸速率。

由于该试验在同一预冷温度的不同风速的对比试验中选择了最低温度,而相同的预冷风速、不同的预冷温度中又选择了最大风速,未能对全部风速和全部温度进行正交实验的研究,在以后的试验研究中需要完善。

### 参考文献

- [1] 高恩元,刘升,李晓燕,等.国内外压差预冷技术研究现状[C].北京:第六届中国冷冻冷藏新技术、新设备研讨会论文集,2013:5-8.
- [2] 杨昭,刘斌,谭晶莹.准球形葡萄预冷时间的研究[J].制冷学报,2003(3):52-54.
- [3] 黄健,王森,方笋.黄瓜压差预冷过程中的阻力特性实验研究[J].制冷,2005,24(1):16-20.
- [4] 何晖,申江,管萍.垂直通风压差球形果蔬预冷的数学模型[J].流体机械,2003,31(9):46-49.
- [5] 郑淑芳,高丽朴,李武.移动式差压预冷机的研制与示范初报[J].中国农学通报,2005,21(10):389-392.
- [6] 胡云峰,刘斌,于晋泽,等.冷墙式差压预冷库的实验研究[J].制冷学报,2009,30(2):59-62.
- [7] 闫国琦,杨洲,马征.龙眼压差通风预冷装置风速控制与能耗分析[J].农业机械学报,2009,40(3):125-129.
- [8] 高俊凤.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,2006.
- [9] 许建,廖亮,杜鹃,等.差压预冷对哈密瓜的预冷效果[J].江苏农业科学,2013,41(8):255-256.
- [10] 陈杭君,邵海燕,毛金林,等.预冷方式及 MAP 贮藏对芦笋采后生理变化的影响[J].中国食品学报,2007,7(4):85-90.
- [11] 潘俨,车凤斌,吴斌,等.预冷对哈密瓜采后乙烯释放和呼吸强度的影响[J].新疆农业科学,2012,49(8):1391-1396.

## Effect of Forced-air Precooling on Postharvest Ethylene Release and Respiratory Rate of Hami Melon

YAO Jun, XU Chang, GENG Xinli, LIAO Xinfu

(Research Institute of Grape and Melon of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Shanshan, Xinjiang 838200)

**Abstract:** Taking 'Xizhoumi No. 25' Hami melon as test material, using the method of forced-air precooling, the effect of different precooling temperatures and different precooling wind speeds on ethylene release quantity and respiratory rate were determined to search suitable wind speed and temperature of forced-air precooling in 'Xizhoumi No. 25' Hami melon for providing the theoretical basis of forced-air precooling of Hami melon. The results showed that when precooling temperature was 0—2℃,  $2.0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  of wind speed could reduce obviously released quantity of ethylene and respiratory rate. When precooling wind speed was  $3.0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , 2—4℃ and 4—6℃ of temperature could reduce obviously release quantity of ethylene and respiratory rate. Precooling wind speed of  $2.0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  and precooling temperature of 2—6℃ were suitable.

**Keywords:** Hami melon; forced-air precooling; ethylene release amount; respiratory rate