

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2021.03.009

溴甲烷熏蒸对火龙果储藏品质的影响研究

高 雪^{1,2}, 张广平², 李 丽², 张相敏^{1,2},
周国辉³, 张俊争¹, 刘 涛²

1. 中国农业大学 植物保护学院, 北京 100094;

2. 中国检验检疫科学研究院, 北京 100020; 3. 南宁海关, 南宁 530029

摘要: 研究了溴甲烷熏蒸对火龙果(*Hylocereus undatus* Britt)品质的影响. 在 20 ℃ 下分别使用 16, 32, 48, 64 g/m³ 溴甲烷熏蒸处理越南红心火龙果 3 h. 熏蒸结束后, 5 ℃ 低温储存 14 d, 20 ℃ 模拟货架期储存 5 d, 期间测定火龙果的外观、硬度、可溶性糖、酸度和呼吸强度的变化情况. 结果显示, 48 g/m³ 及以上质量浓度溴甲烷熏蒸后短时间内(1 d)刺激火龙果呼吸, 且在模拟货架期间导致表皮药害和腐烂, 64 g/m³ 处理组在 20 ℃ 贮藏 5 d 后酸度降低, 32 g/m³ 及以下质量浓度溴甲烷熏蒸抑制了火龙果在储藏期间的呼吸速率, 对外观、硬度、可溶性糖和酸度均无不利影响. 结果表明, 20 ℃ 下 32 g/m³ 溴甲烷熏蒸 3 h 对越南进口红心火龙果的品质无影响, 提示在口岸现场对火龙果进行检疫处理时, 尽量避免用高质量浓度溴甲烷长时间进行熏蒸.

关 键 词: 溴甲烷; 熏蒸; 火龙果; 品质; 呼吸强度

中图分类号: S41-33

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2021)03-0060-07

火龙果(*Hylocereus undatus* Britt), 又名龙珠果、仙蜜果等, 是原产于墨西哥、中美洲诸国的仙人掌科三角柱属热带植物^[1-2]. 火龙果不仅口感好, 营养丰富, 而且具有美白、降脂减肥、抗糖尿病、降血压和预防贫血等多种作用, 广受大众喜爱^[3]. 虽然国内也有种植, 但不能满足需求, 所以大量火龙果仍依赖于进口, 海关数据显示, 中国火龙果进口量连续 5 年超过 50 万 t, 2015—2017 年分别为 81.4 万 t, 56.7 万 t, 53.3 万 t. 越南作为火龙果生产大国, 近八成火龙果通过边境贸易出口到中国市场^[4]. 火龙果易传带多种有害生物, 我国口岸检疫部门在进口火龙果中多次截获危险性蚱蜢和实蝇. 2007—2011 年在广东佛山澜石口岸的火龙果中截获仙人掌白盾蚱 422 种次、盾蚱 516 种次、葡萄粉蚱 118 种次和双条拂粉蚱 187 种次^[5]. 2011—2016 年广东口岸进境水果检疫性昆虫的截获情况显示, 从火龙果中截获了瓜实蝇、新菠萝灰粉蚱^[6]. 福建出入境检验检疫局多次从越南进口的火龙果中截获杰克贝尔氏粉蚱活虫^[7]. 为防范高风险有害生物随进口火龙果跨境传播, 对进口火龙果进行检疫处理, 在保证水果商业品质的同时杀灭有害生物, 是检疫工作中不可缺少的环节.

针对火龙果中携带有害生物的检疫处理研究, 熏蒸处理、热处理、辐照处理均有开展, 但考虑口岸通关的便利性, 溴甲烷熏蒸最为经济快捷. 溴甲烷作为一种广谱熏蒸剂, 广泛应用于水果、粮食、花卉的熏蒸处理. 虽然溴甲烷因破坏大气臭氧层, 受到《蒙特利尔议定书》管控, 但由于目前还缺乏有效的替代熏蒸剂, 农业农村部农药管理司于 2019 年 11 月发布的《禁限用农药名录》中指出溴甲烷可用于“检疫熏蒸处理”. 研究表明, 溴甲烷熏蒸可成功杀灭水果上的菠萝粉蚱(*Dysmicoccus brevipes*)、新菠萝灰粉蚱(*Dysmicoccus neobrevipes*)、番石榴果实蝇(*Bactrocera correcta*)、桔小实蝇(*Bactrocera dorsalis*) 等多种有害生物^[8-10].

收稿日期: 2019-12-12

基金项目: 国家“十三五”重点研发计划项目(2018YFF0214902); 国家市场监督管理总局技术保障项目(2019).

作者简介: 高 雪, 硕士研究生, 主要从事进出口农产品植物检疫研究.

通信作者: 刘 涛, 副研究员.

但是, 高质量浓度的溴甲烷熏蒸也会对水果造成不利影响. 鳄梨经过 32 g/m^3 的溴甲烷处理 4 h, 部分品种的果肉会变劣^[11]; 50 g/m^3 溴甲烷熏蒸 2 h, 会使白柚在货架期出现褐色斑, 南丰蜜橘在转移至货架期后, 整体逐渐变褐色且腐烂^[12].

有研究表明, 用 40 g/m^3 的溴甲烷熏蒸 2 h 可有效杀灭菠萝粉蚧和新菠萝灰粉蚧^[8], 美国农业部检疫处理手册中溴甲烷杀灭粉蚧的指标为 40 g/m^3 处理 2 h, 以上 CT 值均低于 $80\text{ g}\cdot\text{h/m}^3$, 说明用溴甲烷熏蒸可以有效杀灭火龙果上携带的粉蚧. 由于目前还缺乏溴甲烷熏蒸对火龙果品质影响的研究, 本试验使用不同质量浓度的溴甲烷进行熏蒸处理, 研究其对冷藏和货架期期间火龙果品质的影响, 为进口火龙果的口岸检疫处理提供技术参考.

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

本试验采用购自北京新发地市场的越南进口红心火龙果, 火龙果为广西凭祥口岸通关, 冷藏车运输 48 h 内抵达北京市场; 溴甲烷纯气, 购自连云港死海溴化物有限公司.

Minolta CR-10 色差仪: 日本美能达公司生产; GY-1 型果实硬度仪: 牡丹江市机械研究所生产; Pocket PAL-1 糖度计: 日本爱拓生产; GMK-708 酸度计: 韩国 G-WON 公司生产; 安捷伦 6890N 气相色谱仪: 美国安捷伦公司生产.

1.2 试验方法

1.2.1 火龙果的熏蒸处理

试验设置 4 个溴甲烷质量浓度, 分别为 16, 32, 48, 64 g/m^3 , 每个质量浓度和对照组分别使用 3 个火龙果, 重复 3 次, 共 45 个火龙果. 熏蒸使用改造的配有风扇的 6 L 真空干燥器进行, 每个熏蒸罐放入 3 个火龙果, 根据设计的质量浓度使用气密性注射器投入指定体积的溴甲烷纯气. 分别于投药后 0.5 h, 2 h 和 3 h 时检测溴甲烷的质量浓度, 色谱条件参考文献^[13], 处理结束后通风散气 1 h, 然后在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下平衡 12 h.

1.2.2 火龙果的品质检测

在模拟冷藏期冷藏 14 d 后和模拟货架期存放 5 d 后, 对每个试验组中随机 3 个火龙果进行品质检测. 果皮色泽测定: 在果实表皮赤道面上取 3 点, 用色差仪测定, 采用 L, a, b 值表色系统, 取平均值. 果实硬度测定: 参照张凡华等^[14]的方法对火龙果的硬度进行测定, 在赤道面选 3 个点使用质构仪测其硬度, 取平均值.

可溶性糖和酸度测定: 火龙果可溶性糖和酸度的测定参照张凡华等^[15]的方法, 果实榨汁后取适量纯果汁用糖度计进行测定. 测酸度时, 先取纯果汁 0.3 mL, 稀释 100 倍后用酸度计测定. 每个果实重复测定 2 次, 取平均值.

1.2.3 呼吸强度

将火龙果熏蒸后存放于 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下的第 1, 7, 14 d 和 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下的第 5 d 各测定 1 次, 将每组选出 3 个火龙果放在熏蒸罐中, 在封罐的第 0 h 和 1 h 时, 抽出 0.4 mL 气体, 用气相色谱仪测 CO_2 的体积分数, 色谱条件参考张凡华等^[13]的方法. 呼吸强度以 $\text{mL/kg}\cdot\text{h}$ 表示.

$$\text{呼吸强度} = (\text{1 h CO}_2\text{ 浓度} - \text{0 h CO}_2\text{ 浓度}) \times \text{熏蒸罐体积} / (\text{果重} \times \text{熏蒸时间})$$

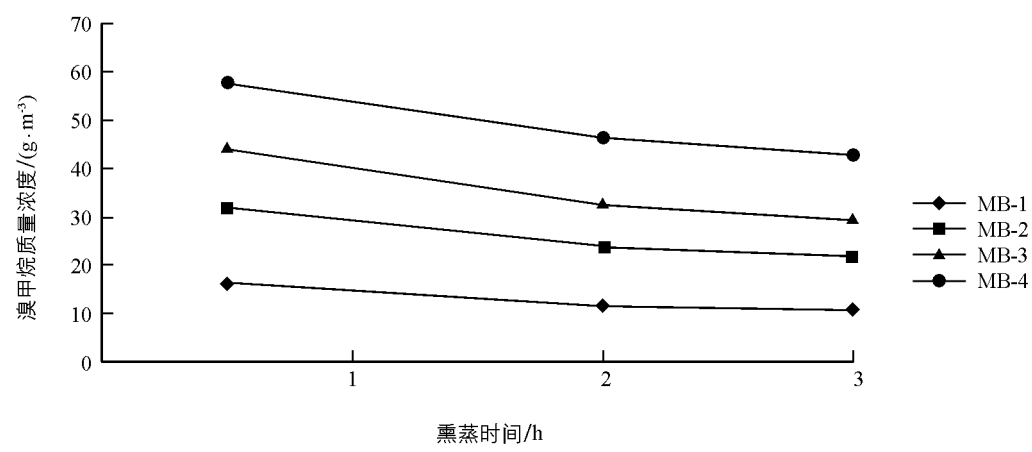
1.3 数据分析

试验数据为 3 次重复试验的平均值. 使用 Excel 和 SPSS 19.0 S-N-K(S) 检验法进行数据分析.

2 结果与分析

2.1 溴甲烷在熏蒸期间的质量浓度变化

试验结果看出, 熏蒸期间, 由于火龙果的吸附作用, 各处理组的溴甲烷质量浓度均随熏蒸时间逐渐下降. 熏蒸 0.5 h 后, 各处理组的溴甲烷质量浓度降至投药量的 $(95.42 \pm 5.55)\%$, 3 h 之后, 各处理组的溴甲烷质量浓度降至投药量的 $(64.80 \pm 4.75)\%$ (图 1). 各处理组熏蒸期间的质量浓度时间乘积 (CT 值) 分别为 39.56, 79.75, 110.39, $151.20\text{ g}\cdot\text{h/m}^3$.

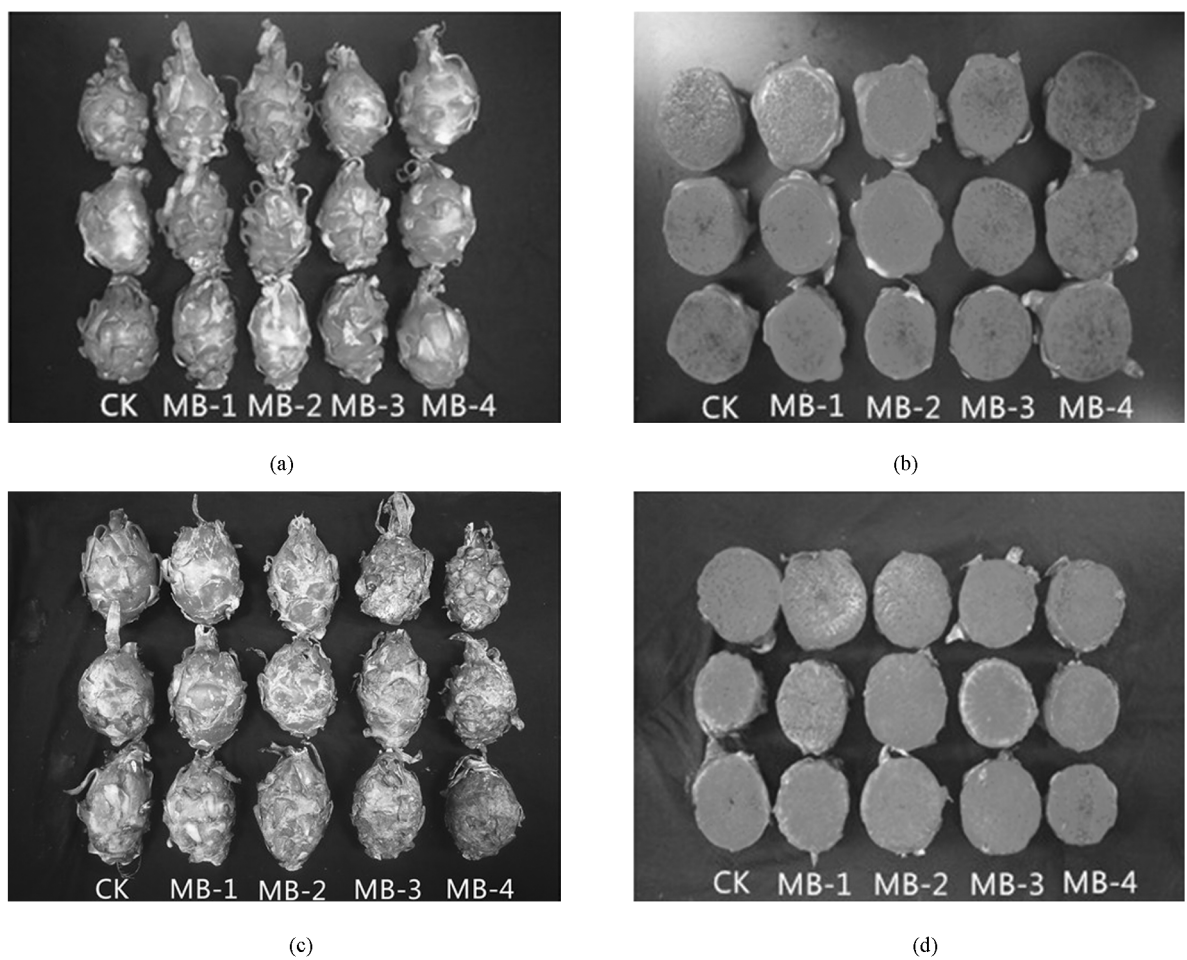


MB-1,MB-2,MB-3,MB-4 分别代表溴甲烷熏蒸质量浓度 16,32,48 和 64 g/m³. 图 2、表 1 至表 5 同.

图 1 溴甲烷在熏蒸期间的质量浓度变化

2.2 溴甲烷熏蒸对火龙果外观的影响

试验结果看出，熏蒸结束在 5℃ 贮藏 14 d 后，各处理组与对照组的表皮和果肉颜色都没有出现明显的差异. 在 20℃ 贮藏 5 d 后，各处理组的火龙果表皮都部分变为褐色，且出现白色霉状物. 随着熏蒸质量浓度增加，霉状物变多，褐色部分越多，48, 64 g/m³ 处理组霉状物明显增加，且腐烂程度较前 3 组更为严重. 但是，各处理组与对照组的果肉颜色没有出现明显的差异(图 2). 销售时火龙果的外观是人们考虑的重要因素之一，试验说明 48 g/m³ 及以上质量浓度的溴甲烷熏蒸 3 h 不利于水果的销售.



a,b 分别为 5℃ 贮藏 14 d 后的火龙果外观、果肉颜色；c,d 分别为 20℃ 贮藏 5 d 后的火龙果外观、果肉颜色.

图 2 贮藏后的火龙果果皮、果肉颜色

2.3 溴甲烷熏蒸对火龙果色泽的影响

试验结果看出,火龙果在 5 ℃贮藏 14 d 后,5 组的 L , a , b 值差异均无统计学意义.而在 20 ℃贮藏 5 d 后,48, 64 g/m³ 处理组的 a 值要低于其他组,且差异有统计学意义,即红色较淡.这可能是因为高质量浓度处理后火龙果表皮变褐和腐烂造成的(表 1).

表 1 溴甲烷熏蒸对火龙果色泽的影响

处理	处理后 14 d(5 ℃)			处理后 19 d(20 ℃)		
	L	a	b	L	a	b
CK	-56.28±2.936a	43.00±7.698a	5.93±3.206a	-54.67±2.964a	32.43±7.675a	8.92±5.822a
MB-1	-57.62±1.929a	45.20±4.999a	2.76±2.644a	-55.37±2.835a	38.98±4.513a	6.36±3.385a
MB-2	-57.89±4.138a	45.36±5.615a	2.22±4.319a	-55.74±4.182a	33.43±9.288a	7.03±4.250a
MB-3	-56.98±2.978a	40.81±7.109a	3.92±3.999a	-56.98±4.757a	21.66±6.077b	10.26±4.748a
MB-4	-55.42±3.306a	42.80±5.294a	4.18±2.279a	-57.51±2.988a	24.90±4.757b	9.59±2.079a

注:同列数据后不同小写字母表示差异在 5%水平有统计学意义.

2.4 溴甲烷熏蒸对火龙果硬度的影响

试验结果看出,无论是在 5 ℃保存 14 d 还是在 20 ℃保存 5 d 后,对照组和各处理组的火龙果的果实硬度之间差异无统计学意义,说明溴甲烷熏蒸对火龙果的硬度无明显影响(表 2).

表 2 溴甲烷熏蒸对火龙果硬度的影响

kg/cm²

处理	处理后 14 d(5 ℃)	处理后 19 d(20 ℃)
CK	2.56±0.638a	2.42±0.508a
MB-1	2.38±0.338a	2.32±0.550a
MB-2	1.97±0.591a	2.66±0.535a
MB-3	2.23±0.491a	2.22±0.646a
MB-4	2.45±0.239a	2.72±0.673a

注:同列数据后不同小写字母表示差异在 5%水平有统计学意义.

2.5 溴甲烷熏蒸对火龙果可溶性糖及酸度的影响

试验结果看出,2 次测定结果都表明对照组和各处理组火龙果的可溶性糖之间差异无统计学意义,说明溴甲烷熏蒸对火龙果的可溶性糖的质量分数无影响(表 3).

如表 4 所示,在模拟冷藏期后,对照组和各处理组的火龙果的酸度之间差异无统计学意义.模拟货架期结束后,64 g/m³ 处理组的酸度要比其他组明显低($p=0.008$),这可能是因为这组衰老腐烂程度严重,有机酸分解,导致果实酸度下降.

表 3 溴甲烷熏蒸对火龙果可溶性糖的影响

%

处理	处理后 14 d(5 ℃)	处理后 19 d(20 ℃)
CK	13.82±0.771a	12.15±0.226a
MB-1	13.02±0.546a	12.73±1.219a
MB-2	12.30±0.385a	13.23±0.539a
MB-3	13.23±2.148a	13.15±1.506a
MB-4	13.62±0.504a	13.85±0.489a

注:同列数据后不同小写字母表示差异在 5%水平有统计学意义.

表 4 溴甲烷熏蒸对火龙果酸度的影响 %

处理	处理后 14 d(5 ℃)	处理后 19 d(20 ℃)
CK	0.60±0.127a	0.65±0.084a
MB-1	0.66±0.108a	0.63±0.076a
MB-2	0.60±0.056a	0.64±0.022a
MB-3	0.52±0.023a	0.59±0.045a
MB-4	0.62±0.097a	0.51±0.080b

注：同列数据后不同小写字母表示差异在 5%水平有统计学意义。

2.6 溴甲烷熏蒸对火龙果呼吸强度的影响

试验结果看出，由于贮藏温度的差异，5 ℃冷藏期间各组水果的呼吸强度均较低，而在 20 ℃贮藏 5 d 后各组呼吸强度大幅度上升。整体来看，16, 32 g/m³ 处理组和对照组以及 48, 64 g/m³ 处理组之间差异有统计学意义，低质量浓度处理组呼吸强度较对照组要低，而高质量浓度处理组的呼吸强度要比对照组高。64 g/m³ 处理组的呼吸强度增加随着贮藏时间在减少，所以在 20 ℃贮藏 5 d 后，48 g/m³ 处理组的呼吸强度是最高的。由此可见，低质量浓度溴甲烷熏蒸会抑制火龙果的呼吸，而高质量浓度溴甲烷熏蒸会在熏蒸后短时间内(1 d)刺激火龙果呼吸，随储藏时间延长(冷藏 7 d 后)，逐渐恢复到对照组水平(表 5)。

表 5 溴甲烷熏蒸对火龙果呼吸强度的影响 mL/kg·h

试验组	处理后 1 d(5 ℃)	处理后 7 d(5 ℃)	处理后 14 d(5 ℃)	处理后 19 d(20 ℃)
CK	10.89±0.357ab	9.44±0.329a	7.45±0.420b	104.97±8.789ab
MB-1	7.67±0.530c	6.67±1.006b	5.26±0.476c	76.81±7.427c
MB-2	7.46±0.454c	5.75±0.754b	6.02±0.469c	79.19±8.424c
MB-3	13.22±0.365b	8.38±0.483a	7.48±0.989a	113.50±9.419a
MB-4	17.87±4.096a	8.37±0.568a	6.32±0.263ab	94.95±4.544b

注：同列数据后不同小写字母表示差异在 5%水平有统计学意义。

3 结论与讨论

火龙果容易携带粉蚧和实蝇类有害生物，出于经济、便捷和快速通关的考虑，溴甲烷熏蒸是比较好的检疫处理技术选择。检疫处理不仅要杀灭有害生物，还要保证货物的商业品质。关于溴甲烷杀灭粉蚧和实蝇的指标已经得到充分研究，所以本文针对溴甲烷熏蒸后对火龙果品质的影响作出研究。

有研究表明，在 19 ℃和 25 ℃下，分别用 40 g/m³ 和 25 g/m³ 的溴甲烷熏蒸 2 h 可以使菠萝粉蚧和新菠萝灰粉蚧达到安全检疫处理要求^[8]；22~26 ℃时，检疫处理番石榴实蝇的推荐剂量是 45 g/m³ 的溴甲烷处理 2 h^[9]；32 g/m³ 熏蒸 4 h 可以作为桔小实蝇的检疫处理技术指标^[10]；而地中海实蝇在 21.1 ℃以上需要用 32 g/m³ 熏蒸 3.5 h^[16]。而本试验结果表明，32 g/m³ 熏蒸 3 h 是保证火龙果品质的最高限度，在这个标准下，溴甲烷熏蒸用于杀灭火龙果上的粉蚧较为安全，用于杀灭实蝇则易导致水果劣变。

本文试验结果表明，64 g/m³ 熏蒸 3 h 后的火龙果内部品质并没有产生变化，而 48 和 64 g/m³ 处理组会使火龙果表皮出现药害和腐烂，对火龙果的商业品质产生影响。有研究表明，经过 32 g/m³ 的溴甲烷熏蒸 2 h 后，菠萝的品质下降^[17]；32 g/m³ 熏蒸 2 h 的蓝莓和樱桃相较于对照组腐烂更加严重^[18]；15 ℃下，可以用 68 g/m³ 的溴甲烷熏蒸青冠、青苹果 2 h^[13]；常温下，用 50 g/m³ 溴甲烷处理 2 h，脐橙

和小叶桔品质没有受到影响^[12]。因此,火龙果对溴甲烷的耐受能力较菠萝、蓝莓、樱桃强,比青冠、青苹果、脐橙和小叶桔弱。

对熏蒸后火龙果的呼吸速率进行研究后发现,48 g/m³及以上质量浓度溴甲烷熏蒸后短时间内(1 d)刺激火龙果呼吸,32 g/m³及以下质量浓度溴甲烷熏蒸抑制了火龙果在储藏期间的呼吸速率。有研究认为在水果采后的贮藏期间,溴甲烷熏蒸可能加速细胞膨压和细胞结构随储藏时间延长发生改变的进程,高质量浓度溴甲烷可能会导致水果药害并降低其商业价值^[19-20]。这与我们发现的高质量浓度溴甲烷熏蒸刺激火龙果呼吸的结论是一致的,可能溴甲烷导致了水果加速成熟衰老,或许使用呼吸抑制剂能够减少溴甲烷的药害。另外,本文结论表明低质量浓度溴甲烷可以抑制呼吸,这与其他报道不一致,推测溴甲烷对呼吸相关通路的作用可能是双向的,即低质量浓度抑制,高质量浓度促进,具体机制还有待下一步研究。

综上所述,研究确定了用32 g/m³溴甲烷熏蒸3 h(CT值80 g·h/m³)对火龙果的品质无影响。在检疫处理时使用溴甲烷熏蒸粉蚧是可行的,但熏蒸实蝇会对火龙果的品质产生影响。此结果可以作为口岸检疫处理工作预警的依据,提示谨慎使用高质量浓度溴甲烷进行长时间熏蒸,提升检疫处理的技术和效率。

参考文献:

- [1] NERD A, SITRIT Y, KAUSHIK R A, et al. High Summer Temperatures Inhibit Flowering in Vine Pitaya Crops (*Hylocereus* SPP.) [J]. *Scientia Horticulturae*, 2002, 96(1-4): 343-350.
- [2] 黎 舒. 火龙果不同品系种植物学形态和生物学特性研究 [D]. 南宁: 广西大学, 2014.
- [3] 孙 卉, 金 含, 杨容容, 等. 红心火龙果功能特性及其产品开发研究进展 [J]. *中国酿造*, 2019, 38(7): 16-19.
- [4] 本刊讯. 3月火龙果市场监测分析 [J]. *世界热带农业信息*, 2019(3): 11-12.
- [5] 李新芳, 王卫芳, 余 霞, 等. 广东佛山口岸进境水果检疫及其有害生物疫情分析与防范对策 [J]. *植物检疫*, 2012, 26(5): 69-75.
- [6] 叶 菁, 吕俊峰, 廖 辉. 2011~2016年广东口岸进境水果截获疫情分析与对策 [J]. *植物检疫*, 2017, 31(4): 81-84.
- [7] 张总泽, 陈 艳, 李 敏, 等. 越南火龙果中杰克贝尔氏粉蚧的检疫鉴定 [J]. *植物检疫*, 2016, 30(1): 53-56.
- [8] 马 骏, 梁 帆, 赵菊鹏, 等. 菠萝粉蚧和新菠萝灰粉蚧溴甲烷熏蒸处理研究 [J]. *环境昆虫学报*, 2012, 34(4): 441-446.
- [9] 杨文寿. 番石榴实蝇的溴甲烷检疫处理技术研究 [D]. 荆州: 长江大学, 2013.
- [10] 詹开瑞, 张晓燕, 陈 艳, 等. 枇杷中桔小实蝇溴甲烷熏蒸处理 [J]. *植物检疫*, 2013, 27(4): 42-44.
- [11] CARRILLO D, RODA A, SARMIENTO C, et al. Impact of Oriental Fruit Fly Postharvest Treatments on Avocado [J]. *American Journal of Plant Sciences*, 2017, 8(3): 549-560.
- [12] 李柏树, 李 丽, 高 明, 等. 溴甲烷熏蒸对几种柑橘果实储藏品质的影响 [J]. *植物检疫*, 2018, 32(5): 46-49.
- [13] 张凡华, 刘 涛, 李 丽, 等. 溴甲烷熏蒸对不同苹果品种贮藏品质的影响 [J]. *食品科技*, 2011, 36(10): 30-34, 40.
- [14] 张凡华, 刘 波, 王跃进. 低温条件下磷化氢熏蒸对不同水果品质的影响 [J]. *食品科技*, 2010, 35(5): 47-50, 53.
- [15] 张凡华, 刘 波, 王跃进. 不同温下磷化氢熏蒸对红富士苹果品质的影响 [J]. *食品工业科技*, 2010, 3(12): 1-4.
- [16] 王跃进. 中国植物检疫处理手册 [M]. 北京: 科学出版社, 2014.
- [17] PAUZIAH M, ABDULLAH H, MOHAMMED M S, et al. Effect of Methyl Bromide Fumigation on Quality of 'Josapine' and 'N36' Pineapples [J]. *Acta Horticulturae*, 2011(902): 437-441.
- [18] THANG K, AU K, RAKOVSKI C, et al. Effect of Phytosanitary Irradiation and Methyl Bromide Fumigation on the Physical, Sensory, and Microbiological Quality of Blueberries and Sweet Cherries [J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2016, 96(13): 4382-4389.

- [19] BRUMMELL D A. Cell Wall Disassembly in Ripening Fruit [J]. *Functional Plant Biology*, 2006, 33(2): 103-119.
- [20] VICENTE A R, SALADIÉ M, ROSE J K, et al. The Linkage Between Cell Wall Metabolism and Fruit Softening: Looking to the Future [J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2007, 87(8): 1435-1448.

Effects of Methyl Bromide Fumigation on the Storage Quality of Pitaya Fruit

GAO Xue^{1,2}, ZHANG Guang-ping², LI Li², ZHANG Xiang-min^{1,2},
ZHOU Guo-hui³, ZHANG Jun-zheng¹, LIU Tao²

1. College of Plant Protection, China Agricultural University, Beijing 100094, China;

2. Chinese Academy of Inspection and Quarantine, Beijing 100020, China;

3. Nanning Customs, Nanning 530029, China

Abstract: In order to investigate the effect of methyl bromide fumigation on the quality of pitaya (*Hylocereus undatus* Britt) fruit, red pitaya fruits imported from Vietnam were fumigated with methyl bromide at 16, 32, 48 and 64 g/m³ at 20 °C for 3 hours. The fumigated fruits were stored at 5 °C for 14 days and then at 20 °C for 5 days. The appearance, firmness, soluble sugar, acidity and respiration rate of the pitaya fruit were measured. Methyl bromide fumigation at a concentration of 48 g/m³ or higher stimulated the breathing of the fruit in a short time (1 day), and caused epidermal damage during the simulated shelf storage. The acidity of the fruit of the 64 g/m³ treatment group was reduced after storage for 5 days at 20 °C. Methyl bromide fumigation at a concentration of 32 g/m³ or less inhibited the respiration rate of the pitaya fruit during storage, and had no adverse effect on the appearance, hardness, soluble sugar and acidity. The tolerance threshold of imported pitaya fruit against methyl bromide was 32 g/m³ for 3 hours at 20 °C, suggesting that high concentration and long duration should be avoided when pitaya fruit was fumigated with methyl bromide at the port.

Key words: methyl bromide; fumigation; pitaya fruit; quality; respiration intensity

责任编辑 王新娟