

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2020.05.008

低温磷化氢熏蒸对进口山竹粉蚧杀灭效果及果实品质的影响研究

高明^{1,2}, 李丽¹, 李柏树¹,
徐浪³, 张李香², 刘涛¹

1. 中国检验检疫科学研究院, 北京 100020; 2. 黑龙江大学, 哈尔滨 150080;
3. 深圳出入境检验检疫局动植物检验检疫技术中心, 广东 深圳 518045

摘要: 研究了磷化氢低温熏蒸对进口山竹品质的影响及对南洋臀纹粉蚧(*Planococcus lilacius* Cockerell)和新菠萝灰粉蚧(*Dysmicoccus neobrevipes* Beardsley)的杀灭效果。在 5℃ 下, 分别使用 0.28, 0.59, 1.14 和 2.28 g/m³ 磷化氢熏蒸南洋臀纹粉蚧、新菠萝灰粉蚧混合虫态和山竹 4 h, 统计 2 种粉蚧死亡率, 同时测定山竹可溶性糖、酸度、抗坏血酸(Vc)、总抗氧化能力(T-AOC)和多酚氧化酶(PPO)等品质指标。结果表明, 粉蚧雌成虫较若虫耐受力更强, 磷化氢 0.59 g/m³ 即可杀死全部南洋臀纹粉蚧和新菠萝灰粉蚧雌成虫和若虫; 熏蒸后贮藏期间山竹可溶性糖变化平稳, 酸、Vc 和 T-AOC 整体略微下降, 只有 PPO 有上升的趋势; 但各熏蒸组的果实品质指标与对照组相比差异并无统计学意义, 说明磷化氢熏蒸对山竹品质无明显影响。上述研究表明, 磷化氢熏蒸可用于进口山竹携带的南洋臀纹粉蚧和新菠萝灰粉蚧的检疫处理, 5℃ 下使用磷化氢 0.59 g/m³ 熏蒸 4 h 可作为备选技术指标。

关键词: 山竹; 南洋臀纹粉蚧; 新菠萝灰粉蚧; 磷化氢; 熏蒸; 品质

中图分类号: S412 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-9868(2020)05-0057-06

山竹(*Garcinia mangostana* L.)是藤黄科山竹子属植物, 果实味道可口, 营养丰富, 深受人们喜爱, 是我国从东南亚进口的主要水果之一^[1-2]。由于果柄和果蒂处较为隐蔽, 山竹极易携带粉蚧类有害生物。随着我国进口东南亚水果量的增大, 截获的检疫性有害生物持续增多。近年来, 深圳、广东、广西、江苏、浙江和上海口岸多次从进口山竹和输华农产品中截获南洋臀纹粉蚧和新菠萝灰粉蚧^[3-4]。据统计, 近 5 年来, 我国从进口植物和植物产品中截获检疫性蚧类害虫 12 种, 共检测到 7 000 多次; 其中南洋臀纹粉蚧和新菠萝灰粉蚧占截获量的 60% 左右^[5]。

新菠萝灰粉蚧和南洋臀纹粉蚧属于昆虫纲(Insecta)、半翅目(Hemiptera)、粉蚧科(Pseudococcidae), 是检疫性有害生物。南洋臀纹粉蚧主要分布在亚洲热带地区及大洋洲; 新菠萝灰粉蚧主要分布在美洲地区, 在亚洲和大洋洲也有分布^[4-6]。这 2 种粉蚧寄主都十分广泛, 可为害菠萝、南瓜、山竹、龙眼和可可等

收稿日期: 2019-03-07

基金项目: “十三五”重点研发计划项目(2017YFF0210204); 原国家质检总局 2018 动植物检疫处理专项; 2019 国家市场监督管理总局储运生物污染控制技术保障专项。

作者简介: 高明(1994-), 男, 硕士研究生, 主要从事植物保护、有害生物研究。

通信作者: 刘涛, 副研究员; 张李香, 副教授。

农林经济作物,会导致幼果脱落,还会分泌蜜露吸附灰尘,使叶片和果实发黑从而影响商业品质,是热带、亚热带经济作物的重要害虫^[6-7]。齐国君等^[8]和覃振强等^[9]对南洋臀纹粉蚧、新菠萝灰粉蚧适生区的分析表明,新菠萝灰粉蚧和南洋臀纹粉蚧在我国长江流域以南的广大区域适生,分别占全国总面积的 18.17%和 13.03%,一旦入侵,危害巨大。为保障水果进出口贸易和防范外来有害生物入侵,对进境山竹携带的 2 种粉蚧实施检疫处理显得十分必要。

溴甲烷熏蒸处理技术作为最经济有效防止外来生物入侵的手段之一,已经被各国使用多年。但是,由于溴甲烷会对地球臭氧层造成破坏,被列入受控物质名单,未来会被逐渐淘汰,因此,必须研究溴甲烷替代熏蒸技术^[10]。磷化氢低温熏蒸是国际植物保护公约组织推荐的新型处理技术,可以在水果冷藏温度下实施,在鲜活产品的检疫处理中应用前景广阔^[11]。前期研究表明,在 $-1.5\sim 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,磷化氢可成功用于处理苹果、油桃、桃、柠檬和芒果等水果及花卉中携带的粉蚧、苹果蠹蛾、地中海实蝇、桔小实蝇、蓟马等有害生物的熏蒸处理,说明磷化氢对于水果有害生物的熏蒸处理具有较好前景^[12-15]。为此,本文研究磷化氢熏蒸对南洋臀纹粉蚧和新菠萝灰粉蚧的杀灭效果以及对山竹品质的影响,为在检疫处理过程中使用磷化氢熏蒸山竹提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

购买泰国进口山竹,挑选果形端正、大小和成熟度均匀、无机械损伤的果实备用。

南洋臀纹粉蚧及新菠萝灰粉蚧从深圳口岸采集,在实验室恒温培养箱内用南瓜饲养,在温度 $(26\pm 1)\text{ }^{\circ}\text{C}$,湿度 $(60\pm 10)\%$,光周期 14L:10D 饲养条件下,使其发育、繁殖,建立实验种群。

1.2 试剂与仪器

磷化氢(PH_3)标准气(1.02%)购自北京北氧特种气体研究所;气相色谱仪:安捷伦 6890N,美国安捷伦公司生产;糖度计:Pocket PAL-1 日本爱拓;酸度计:GMK-708,韩国 G-WON 公司生产;紫外分光光度计:U-3310,日本日立公司生产;高速冷冻离心机:5417R,德国 Eppendorf 公司生产。

1.3 试验方法

1.3.1 熏蒸处理

取 180 个山竹分为 5 组,每组 36 个,用于熏蒸处理和后续的品质检测。分别选取南洋臀纹粉蚧和新菠萝灰粉蚧混合虫态的南瓜,确保每个南瓜上的成虫和若虫数都在 50 头以上。将山竹果实和南瓜同时放入熏蒸罐中,分别用 0.28, 0.59, 1.14 和 2.28 g/m^3 浓度的磷化氢在 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下熏蒸 4 h,同时设置对照组。

整个熏蒸过程使用改造的 6 L 熏蒸罐进行,具体熏蒸程序参照刘涛等^[12]的方法。每罐装有 12 个山竹果实和带有不同粉蚧的南瓜各 1 个,装载率约为 35%。熏蒸罐先在 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 恒温箱中平衡 12 h,待温度平衡后塞紧塞子,使用气密性注射器将磷化氢纯气定量注入到熏蒸罐中开始熏蒸。熏蒸开始后,每 10 min 进行一次浓度检测,在熏蒸结束前再进行一次浓度检测。磷化氢浓度检测使用气相色谱仪(6890N,安捷伦)进行^[15];检测条件为:进样口温度 $120\text{ }^{\circ}\text{C}$,填充色谱柱 Propark Q(80~100 目)的柱温为 $70\text{ }^{\circ}\text{C}$,TCD 为 $200\text{ }^{\circ}\text{C}$,载气为 H_2 ,柱流量为 25 mL/min ,参比气流量为 30 mL/min 。熏蒸 4 h 后进行散气,散气 2 h 后将南瓜做好标记放入培养箱中,48 h 后用软毛刷将粉蚧从南瓜表面刷下,用针轻刺粉蚧表面看其是否有反应,由此计算粉蚧死亡率。将山竹放入 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 恒温箱继续贮存,以备后续的品质检测。每个处理重复 3 次。

1.3.2 山竹的品质检测

熏蒸处理后的山竹在 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下储藏 14 d,每组每隔 7 d 拿出 9 个果实进行品质检测。

视觉品质评价。每组拿出 9 个山竹,通过肉眼对果蒂、果柄、果壳及果肉的色泽等进行观察,各组间进行观察对比。

可溶性糖和酸度. 山竹果实糖和酸的测定参照张凡华等^[16]的方法, 果实去皮、核, 取果肉, 压榨成汁, 取纯果汁用糖度计测量其糖度. 取纯果汁 0.3 mL, 用 30 mL 蒸馏水稀释后, 用酸度计测量其酸度. 每个果实重复测定 3 次, 取平均值.

抗坏血酸(Vc). 果实抗坏血酸(Vc)使用南京建成生物工程研究所提供的“抗坏血酸(Vc)测定试剂盒(货号: A009)”, 按照试剂盒说明书进行测定.

总抗氧化能力(T-AOC). 果实总抗氧化能力(T-AOC)使用南京建成生物工程研究所提供的“总抗氧化能力试剂盒(货号: A015)”, 按照说明书进行测定.

多酚氧化酶(PPO). 果实多酚氧化酶(PPO)使用南京建成生物工程研究所提供的“多酚氧化酶(货号: A136)”, 按照说明书进行测定.

1.3.3 数据分析

应用 EXCEL 2010 统计软件整理相关数据, 用 SPSS 19.0 版本 DUNCAN 检验法对相关指标进行统计学分析.

2 结果与分析

2.1 熏蒸时磷化氢的浓度时间比(CT 值)及粉蚧死亡率

试验结果看出, 熏蒸过程中磷化氢的浓度有所下降, 说明在整个熏蒸过程中山竹对磷化氢有一定的吸附作用, 平均吸附率约为 20% 左右. 当熏蒸 CT 值为 1.06 g/(m³·h) 时, 南洋臀纹粉蚧和新菠萝灰粉蚧的雌成虫死亡率分别为 98.87%, 99.27%, 若虫死亡率均为 100%, 说明 2 种粉蚧的雌成虫较若虫对磷化氢更为耐受. 而当 CT 值达到 2.12 g/(m³·h) 或以上时, 2 种粉蚧所有虫态死亡率均为 100% (表 1).

表 1 磷化氢熏蒸条件下各处理组的 CT 值及粉蚧死亡率

PH ₃ 质量浓度/ (g·m ⁻³)	熏蒸时 PH ₃ 质量浓度/(g·m ⁻³)		CT 值/ (g·m ⁻³ ·h ⁻¹)	南洋臀纹粉蚧			新菠萝灰粉蚧		
	0 h	4 h		虫态	虫数/ 头	死亡率/ %	虫态	虫数/ 头	死亡率/ %
0.28	0.29±0.01	0.24±0.02	1.06±0.02	成虫	189	98.87a	成虫	181	99.27a
				若虫	256	100b	若虫	178	100b
0.59	0.59±0.02	0.47±0.02	2.12±0.02	成虫	213	100b	成虫	157	100b
				若虫	195	100b	若虫	134	100b
1.14	1.09±0.01	0.92±0.01	4.02±0.01	成虫	189	100b	成虫	164	100b
				若虫	185	100b	若虫	175	100b
2.28	2.18±0.03	1.76±0.04	7.88±0.03	成虫	175	100b	成虫	221	100b
				若虫	210	100b	若虫	293	100b

注: 表中数据为平均值±标准误, 同列数据后不同小写字母表示差异有统计学意义($p < 0.05$).

2.2 磷化氢熏蒸对山竹外观的影响

熏蒸处理 14 d 后每组拿出 9 个山竹, 对各组山竹果实的果蒂、果柄、果壳及果肉的色泽等进行对比观察. 结果表明, 磷化氢熏蒸处理组的果蒂和果柄均保持较为新鲜的绿色, 果肉保持乳白色, 无灼伤和变色, 与对照组比较果实外观并无肉眼可见的显著差别, 说明磷化氢熏蒸对山竹果实外观无明显影响.

2.3 磷化氢熏蒸对山竹内部品质的影响

试验结果看出, 在整个贮藏期间, 各处理组的可溶性糖总体无明显的变化, 呈较为平稳的趋势; 而随着贮藏时间的延长各组的酸度有小幅度的降低; 山竹 Vc 的质量分数也在整个贮藏期间有略微的降低. 对山竹可溶性糖、酸度和 Vc 的检测结果进行统计分析, 结果表明, 除处理后 14 d 酸的变化外, 其他所有处理

组与对照组之间差异均无统计学意义,说明磷化氢熏蒸处理对山竹的糖、酸和 Vc 无明显影响(表 2)。

表 2 磷化氢熏蒸处理对山竹储藏期间内部品质的影响

PH ₃ 质量浓度/ (g·m ⁻³)	可溶性糖/%		酸/%		Vc/(μg·mg ⁻¹)	
	处理后 7 d	处理后 14 d	处理后 7 d	处理后 14 d	处理后 7 d	处理后 14 d
0	15.16±0.20a	15.63±0.25a	0.62±0.15a	0.46±0.03ab	80.89±1.01a	78.28±3.88a
0.28	14.76±1.16a	15.63±0.15a	0.56±0.01a	0.43±0.01a	78.25±4.87a	77.42±1.05a
0.59	14.86±0.60a	15.50±0.43a	0.61±0.02a	0.49±0.06ab	79.35±2.23a	74.57±1.12a
1.14	15.13±0.41a	14.63±1.02a	0.57±0.02a	0.52±0.02b	81.57±4.13a	76.89±2.85a
2.28	14.80±0.65a	15.00±0.50a	0.65±0.18a	0.47±0.05ab	79.32±2.62a	77.42±1.25a

注:表中数据为平均值±标准误,同列数据后不同小写字母表示差异有统计学意义($p < 0.05$)。

2.4 磷化氢熏蒸对山竹 T-AOC 和 PPD 的影响

在整个贮藏期间山竹总抗氧化能力有小幅度的下降,这与山竹 Vc 质量分数也有所下降相一致,说明随着贮藏时间的延长山竹抗氧化能力会逐渐下降。贮藏期间山竹多酚氧化酶的活性有一定上升的趋势,多酚氧化酶活性提高与果肉褐变相关,这与山竹随储藏时间增加果肉逐渐变褐一致。同样,总抗氧化能力和多酚氧化酶虽整体都有变化,但通过数据统计分析进行比较,处理组和对照组总体趋势保持一致,差异没有统计学意义,说明磷化氢熏蒸对山竹抗氧化能力和多酚氧化酶并无明显影响,不会对山竹多酚氧化酶的活性和果肉褐变产生较大影响(表 3)。

表 3 磷化氢熏蒸处理对山竹储藏期间酶的影响

PH ₃ 质量浓度/ (g·m ⁻³)	总抗氧化能力(T-AOC)/mg		多酚氧化酶(PPO)/(u·mg ⁻¹)	
	处理后 7 d	处理后 14 d	处理后 7 d	处理后 14 d
0	0.59±0.04a	0.41±0.04a	33.63±5.43a	59.38±3.44a
0.28	0.57±0.08a	0.42±0.03a	37.92±4.40a	55.05±0.89a
0.59	0.56±0.01a	0.39±0.05a	39.70±2.64a	51.13±2.69a
1.14	0.61±0.02a	0.42±0.14a	34.04±2.52a	57.45±3.01a
2.28	0.58±0.10a	0.45±0.04a	38.77±5.54a	53.92±2.21a

注:表中数据为平均值±标准误,同列数据后不同小写字母表示差异有统计学意义($p < 0.05$)。

3 讨论和结论

热带和亚热带水果通常储存期较短,一般采取冷藏运输,而现有的熏蒸剂常为溴甲烷,在熏蒸的时候需要升温到 10℃左右进行熏蒸,然后再恢复冷藏,这种反复的温度变化会对水果的品质造成不利的不良影响^[17]。而以往的研究表明,在低温状态下磷化氢熏蒸可快速有效地处理实蝇且有一定的增效作用,并对水果品质无明显影响^[18]。因此本研究选用磷化氢在低温条件下处理山竹上携带的南洋臀纹粉蚧和新菠萝灰粉蚧。刘波等^[19]在使用磷化氢熏蒸桃小食心虫时发现 5 龄老熟幼虫最为耐受。刘涛等^[12]在低温熏蒸脐橙携带的桔小实蝇时也发现,幼虫阶段的 3 龄幼虫耐受性高于其他虫态。本文研究结果表明,2 种粉蚧的成虫对磷化氢的耐受性比若虫要高,这与已有的磷化氢熏蒸杀灭有害生物的研究报道相一致。处理桃小食心虫和桔小实蝇时熏蒸时间往往要在 100 h 以上,而本研究只熏蒸了 4 h 就能将 2 种粉蚧全部杀死,说明与其他有害生物相比,南洋臀纹粉蚧和新菠萝灰粉蚧对磷化氢更为敏感。

张凡华^[16]等研究表明,5℃下磷化氢熏蒸苹果 11 d 对苹果糖、酸等内部品质无影响;0℃下磷化氢熏蒸雪梨和脐橙 8 d 就对硬度产生了影响,而对其他内部品质无影响。而磷化氢在低温下熏蒸油桃时,也表明对油桃品质无影响且还有助于维持熏蒸后油桃货架期的品质^[20]。一般在评价熏蒸剂对水果品质的影响

时,会测定糖、酸等一系列常规指标.山竹被誉为“果中皇后”,其营养价值和商业价值较高,所以本研究在测定品质时还加入了Vc、抗氧化能力等指标.本文结果表明,熏蒸后山竹果肉可溶性糖总体保持一致,酸度、Vc质量分数和总抗氧化能力总体略微下降,多酚氧化酶则总体有上升趋势;但是处理组与对照组之间差异没有统计学意义.因此可以说明,在5℃下用磷化氢熏蒸山竹4h,对山竹品质并无明显影响.水果贮藏时间过长可能会导致果肉褐变,这与果肉内多酚氧化酶的含量有关.多酚氧化酶会作用于花色苷生成一种“类黑精”的物质,从而使果实发生褐变^[21].吴振先等^[22]研究表明,在贮藏过程中,由于多酚氧化酶同工酶的活性发生改变,多酚氧化酶的活性均会随贮藏期延长而逐渐增加.这与本试验在熏蒸后山竹果实多酚氧化酶活性整体升高相一致,说明多酚氧化酶的升高可能与山竹贮藏时间延长有关.

本试验研究结果表明,在5℃条件下,0.59 g/m³磷化氢熏蒸处理山竹4h,即可完全杀灭各虫态南洋臀纹粉蚧和新菠萝灰粉蚧,且对山竹的品质无明显影响,表明磷化氢可以用于山竹的检疫熏蒸处理.对于2种粉蚧更为精确的毒力试验则需要后续继续开展研究,并且开展相应商业化试验,最终确定进口山竹低温磷化氢熏蒸技术指标.

参考文献:

- [1] 杨连珍.山竹子[J].热带农业科学,2002,22(4):60-66,71.
- [2] 刘全儒,于明.几种热带果实的食用部位[J].生物学通报,2003,38(1):10.
- [3] 奚国华,陈展册,卢炜,等.广西局从进境旅客携带山竹上首次截获山竹簇粉蚧[J].植物检疫,2013,27(4):92-93.
- [4] 徐梅,黄蓬英,安榆林,等.检疫性有害生物——南洋臀纹粉蚧[J].植物检疫,2008,22(2):100-102,141.
- [5] 顾渝娟,刘海军,何日荣,等.东盟输华水果携带检疫性蚧类害虫疫情分析[J].植物检疫,2013,27(5):95-99.
- [6] 胡钟予.新菠萝灰粉蚧生物学和生态学特性研究[D].杭州:浙江农林大学,2017.
- [7] NGUYEN T K, VO T K L, NGUYEN T L, et al. Phytosanitary Irradiation of the Mealybugs, *Dysmicoccus Neobrevipes*, *Planococcus lilacinus*, and *Planococcus minor* (Hemiptera: Pseudococcidae), Infesting Dragon Fruit in Viet Nam [J]. Florida Entomologist, 2016, 99(6): 159-165.
- [8] 齐国君,陈婷,高燕,等.基于Maxent的大洋臀纹粉蚧和南洋臀纹粉蚧在中国的适生区分析[J].环境昆虫学报,2015,37(2):219-223.
- [9] 覃振强,吴建辉,任顺祥,等.外来入侵害虫新菠萝灰粉蚧在中国的风险性分析[J].中国农业科学,2010,43(3):626-631.
- [10] 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.
- [11] 刘涛,李丽,张凡华,等.低温磷化氢熏蒸对木瓜实蝇的毒力研究[J].植物检疫,2013,27(6):56-59.
- [12] 刘涛,张凡华,李丽,等.脐橙携带桔小实蝇低温磷化氢检疫熏蒸技术研究[J].植物检疫,2012,26(6):1-4.
- [13] ZHANG F H, WANG Y J, LIU T, et al. Effects of Low Temperature Phosphine Fumigation on Postharvest Quality of White Chrysanthemum ‘Dabajiu’ [J]. Scientia Horticulturae, 2012, 142: 92-97.
- [14] LIU Y B. Low Temperature Phosphine Fumigation for Postharvest Control of Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae) on Lettuce, Broccoli, Asparagus, and Strawberry [J]. Journal of Economic Entomology, 2008, 101(6): 1786-1791.
- [15] LIU T, LI L, ZHANG F H, et al. Effect of Low-Temperature Phosphine Fumigation on the Survival of *Bactrocera corecta* (Diptera: Tephritidae) [J]. Journal of Economic Entomology, 2015, 108(4): 1624-1629.
- [16] 张凡华,刘波,王跃进.不同温度下磷化氢熏蒸对红富士苹果品质的影响[J].食品工业科技,2010,31(12):306-308,312.
- [17] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.溴甲烷检疫熏蒸库技术规范:GB/T 31752-2015 [S].北京:中国国家标准

准化管理委员会, 2015.

- [18] 王 迪. 枇杷携带桔小实蝇磷化氢低温熏蒸技术研究 [D]. 福州: 福建农林大学, 2014.
- [19] 刘 波, 詹国平, 任荔荔, 等. 纯磷化氢熏蒸对桃小食心虫的毒力作用 [J]. 植物保护, 2016, 42(6): 191-196.
- [20] 高 明, 李 丽, 邹海洋, 等. 磷化氢低温熏蒸对出口油桃品质的影响 [J]. 植物检疫, 2018, 32(1): 70-74.
- [21] AKAMINE E K. Preventing the Darkening of Fresh Lychess Prepared for Export. Technical Programme Report [J]. University of Hawaii, 1960, 127: 17-21.
- [22] 吴振先, 苏美霞, 陈维信, 等. 贮藏荔枝果皮多酚氧化酶及过氧化物酶与褐变的研究 [J]. 华南农业大学学报, 1998, 19(1): 12-15.

Efficacy of Low-Temperature Phosphine Fumigation for Killing *Planococcus lilacius* Cockerell and *Dysmicoccus neobrevipes* Beardsley in Imported Mangosteen Fruit and Its Effect on Fruit Quality

GAO Ming^{1,2}, LI Li¹, LI Bai-shu¹,
XU Lang³, ZHANG Li-xiang², LIU Tao¹

1. China Institute of Inspection and Quarantine, Beijing 100020, China;

2. Heilongjiang University, Harbin 150080, China;

3. Technical Centre of Animal & Plant Inspection and Quarantine of Shenzhen Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau of P. R. China, Shenzhen Guangdong 518045, China

Abstract: In this study, the effects of low-temperature phosphine fumigation on the survival of *Planococcus lilacius* Cockerell and *Dysmicoccus neobrevipes* Beardsley and on the postharvest quality of imported mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) were investigated. Insects of mixed life stages and mangosteen fruit were treated with phosphine at 0.28, 0.59, 1.14 and 2.28 g/m³ for 4 h at 5 °C, then the mortality of the insects and the fruit quality parameters including sugar, acidity, Vc, total antioxidant capacity (T-AOC) and polyphenol oxidase (PPO) were measured. Toxicity test results showed that *P. lilacius* and *D. neobrevipes* female adults were more tolerant than their nymphs, and 0.59 g/m³ phosphine was enough to achieve 100% mortality for all life stages. Fruit quality test showed that there were few changes in soluble solids, slight decrease in titratable acidity, Vc and T-AOC value, and dramatic increase in PPO activity of the stored fruit. In the meanwhile, none of adverse effects on fruit quality were detected in all fumigated groups compared with the control group. In conclusion, the above results indicate that low-temperature phosphine fumigation can be used for the postharvest control of *P. lilacius* and *D. neobrevipes* on mangosteen fruit, and fumigation with 0.59 g/m³ phosphine for 4 h at 5 °C can be used as an alternative treatment schedule.

Key words: mangosteen (*Garcinia mangostana* L.); *Planococcus lilacius* Cockerell; *Dysmicoccus neobrevipes* Beardsley; phosphine; fumigation; quality