

文章编号: 1674 - 7054(2017)02 - 0190 - 06

# 茶树油对莲雾果实保鲜及病原真菌的抑制效果

陈洋珍 李霆格 龚 胜 张 珂 孙海燕 孙雪芳 张 丽 王 健

(海南大学 热带农林学院/热带作物种质资源保护与开发利用教育部重点实验室,海口 570228)

**摘 要:** 为探讨茶树油对莲雾果实储藏品质的影响,利用不同浓度的茶树油分别用浸泡法和熏蒸法处理莲雾,测定储藏后的莲雾果实品质指标,同时运用滤纸扩散法研究茶树油处理对莲雾采后致病病原菌的抑制效果。结果表明:茶树油处理可以减缓莲雾果实在贮藏期间腐烂指数上升,维持较高的硬度,保持可溶性固形物、可滴定酸和维生素 C 较高的含量,从而显著提高莲雾采后贮藏的保鲜品质,其中以 10% 茶树油浸泡和 500  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$  熏蒸处理莲雾保鲜效果最好。同时实验证实茶树油能显著抑制莲雾果实主要致病菌茶褐斑拟盘多毛孢菌与棕榈疫霉菌的菌丝生长。

**关键词:** 茶树油; 莲雾; 保鲜; 病原真菌; 果实品质

中图分类号: S 667.9 文献标志码: A DOI: 10.15886/j.cnki.rdsxb.2017.02.011

莲雾(*Syzygium samarangense*),又名洋蒲桃、爪哇蒲桃和金山蒲桃等,为桃金娘科(Myrtaceae)蒲桃属(*Syzygium*)植物,产地为马来西亚、印度尼西亚和印度,17世纪我国台湾最早引种。莲雾果实清凉可口,同时在食疗上有清热、利尿、安神、润肺、止咳、除痰等功能,能辅助治疗咳嗽、痔疮、腹满、肠炎、痢疾、糖尿病等常见疾病。由于莲雾果肉组织幼嫩、呼吸强度高,极不耐贮藏,采后如不及时处理,短时间内就会褪色、腐烂,所以莲雾的供应具有极强的季节性和区域性<sup>[1-3]</sup>。茶树油(Tea tree oil, TTO)又称为互叶白千层油,是桃金娘科植物互叶白千层(*Melaleuca alternifolia*)的新鲜枝叶经水蒸汽蒸馏得到的一种无色至淡黄色的液体<sup>[4]</sup>。茶树油质量可控、抗菌广谱、高效低毒、临床应用广泛,是一种市场前景广阔天然抗菌剂<sup>[5]</sup>。近年来茶树油开始应用于草莓(*Fragaria × ananassa*)<sup>[6]</sup>、香蕉(*Musa paradisiaca*)<sup>[7]</sup>、荔枝(*Litchi chinensis*)<sup>[8]</sup>等果实的抗菌保鲜中,取得了较好的保鲜效果。然而,茶树油在莲雾保鲜方面的研究却鲜见报道。笔者以‘大叶’莲雾品种为试材,研究不同浓度的茶树油对莲雾果实保鲜的作用,并运用离体试验研究茶树油熏蒸处理对莲雾采后致病病原菌菌丝生长速率的影响,探索茶树油作为莲雾的天然保鲜剂的应用价值。

## 1 材料与方法

**1.1 材 料** 以海南省海口市购买的‘大叶’莲雾为材料,挑选无病虫害,无机械损伤,果形端正,大小较接近的莲雾,采购后立即运至实验室。于室温条件下(温度 25 ~ 33  $^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度 75% ~ 85%)贮藏待用。茶树精油:由海南大学园艺园林学院实验室提供,置于冰箱中保存。病原菌:从腐败的莲雾果实中分离纯化获得。

**1.2 茶树油保鲜试验** 供试莲雾分为 2 组:不同浓度的茶树油浸泡组和熏蒸组,每个处理 3 次重复,每个重复 30 个莲雾果实。茶树油浸泡处理分别为 0(CK), 1%, 10%, 15% (体积比),以蒸馏水配制,使用前用超声波处理 5 min,使茶树油与水充分混合。将供试莲雾果实用纯净水冲洗后,依次放入上述茶树油溶液中浸泡 5 min,取出后自然晾干,以不作任何处理的样品作为对照,所有莲雾果实放入密闭纸箱中于温

收稿日期: 2016 - 11 - 11

修回日期: 2017 - 01 - 04

基金项目: 海南省中药现代化专项(ZY201424)

作者简介: 陈洋珍(1991 - )女,海南大学园艺园林学院 2010 级本科生. E-mail: 1185388630@qq.com

通信作者: 王健(1977 - )男,博士,教授,研究方向:植物学. E-mail: wjhnau@163.com

度为 25℃、相对湿度 85% 下贮藏。茶树油熏蒸处理时, 将莲雾果实放置于一定体积的密闭纸箱中, 计算纸箱体积, 量取一定量的液体精油, 滴于脱脂棉球上, 使精油相对于纸箱体积的初始浓度分别为 0, 100, 500, 1 000  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ , 熏蒸时间为 3 h, 熏蒸温度为 25℃, 以未受熏蒸的果实为空白对照组(CK)。处理后果实取出置于 25℃ 下贮藏, 10 天后测定相关试验指标。

1.3 茶树油抑菌试验 以组织分离法<sup>[9]</sup>从腐败的莲雾果实中分离纯化获得 2 种致病菌。分离纯化的致病菌经鉴定为茶褐斑拟盘多毛孢菌(*Pestalotiopsis guepinii*) 和棕榈疫霉菌(*Phytophthora palmivora*)。将致病菌接种于 PDA 培养基上, 37℃ 下培养, 待菌丝长满培养皿后待用。抑菌试验采用滤纸扩散法。配制 PDA 培养基, 灭菌处理后, 取 15 mL 倒入内径 9 cm 的培养皿中。用直径 8 mm 的打孔器打取菌饼, 放置于培养皿中央。取不同量茶树油, 滴于无菌滤纸上, 将滤纸放于培养皿盖子上, 再盖上培养皿, 37℃ 倒置培养。处理莲雾茶褐斑拟盘多毛孢菌的茶树油浓度为 0(CK), 80, 160, 240, 320, 400  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 。处理莲雾棕榈疫霉菌的茶树油浓度为 0(CK), 100, 200, 300, 400  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 。每个处理 3 次重复。每天记录菌落生长速度至对照长满培养皿为止。

1.4 实验指标及测定方法 处理至第 10 天时测定统计各项果实品质指标。果实腐烂指数的测定参照文献[10]; 果实硬度采用 FHM-1 果实硬度计测定, 测定压力 1 kg, 最小度数 10 g, 重量 220 g, 在果实 6 个面各测 1 个点, 共 6 个点, 6 个值的平均值代表果实硬度; 可溶性固形物(Soluble solid content, SSC)含量的测定采用手持折射仪测定; 用氢氧化钠滴定法测定可滴定酸(Titratable acid, TA)<sup>[11]</sup>; 维生素 C(Vitamin C, Ascorbic Acid, VC)含量采用 2, 6-二氯酚酚钠盐滴定法<sup>[12]</sup>; 病原真菌菌落直径采用十字交叉法测量, 计算公式为菌丝抑制率(%) = (对照菌落直径 - 处理组菌落直径) / (对照菌落直径 - 菌饼直径) × 100%。

1.5 数据记录 采用 Excel, DPS7.05 软件对数据进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 茶树油处理对莲雾品质的影响

2.1.1 茶树油处理对莲雾果实腐烂指数的影响 茶树油浸泡处理对莲雾果实腐烂指数的影响见图 1-I。莲雾在第 10 天的腐烂指数随着茶树油浓度的增加整体上出现先下降再上升的趋势, 总体上差异达到极显著( $P < 0.01$ )。经过茶树油浸泡的果实, 体积分数增加到 10%, 果实腐烂指数逐渐下降; 但体积分数为 15%, 果实腐烂指数明显上升, 高于对照组。这说明精油在高于 10% 时, 导致果实病变加快。

茶树油熏蒸处理对莲雾果实腐烂指数的影响见图 1-II。贮藏至第 10 天, 对照组腐烂指数显著( $P < 0.05$ ) 高于处理组, 达到 88.00%。经过 500  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$  茶树油熏蒸处理的腐烂指数最低, 为 54.67%, 但是与其他 2 个处理组不存在显著差异。

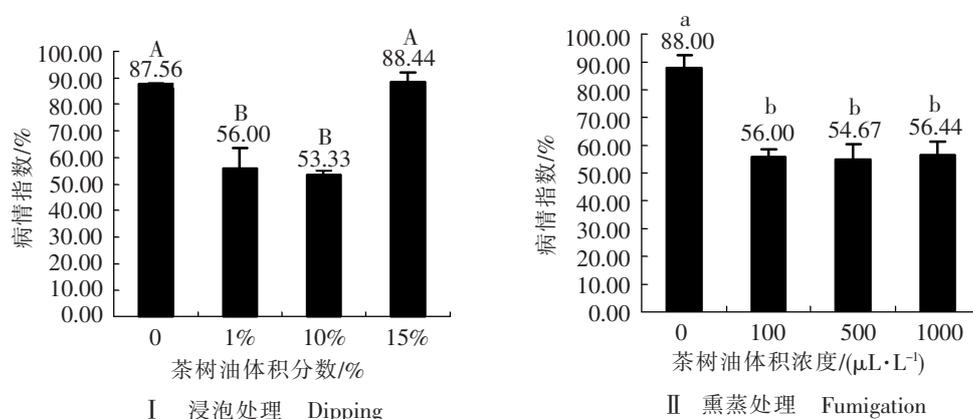


图 1 茶树油浸泡和熏蒸处理对莲雾腐烂指数的影响

大写字母表示差异极显著( $P < 0.01$ ); 小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ ), 下同

Fig. 1 Effect of tea tree oil dipping and fumigation on fruit decay index of *Syzygium samarangense*

Uppercase letters indicate highly significant difference at  $P < 0.01$ ; Lowercase letters indicate significant difference at  $P < 0.05$ .

similarly hereinafter

2.1.2 茶树油处理对莲雾果实硬度的影响 茶树油浸泡处理对莲雾果实硬度的影响由图2-I可见,贮藏至第10天,经过1%和10%茶树油处理的莲雾果实硬度显著( $P < 0.05$ )高于对照,对照组莲雾果实硬度为 $0.57 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ ,经过10%茶树油浸泡处理的莲雾果实硬度达到 $0.81 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ ,但15%茶树油浸泡处理的莲雾果实硬度低于对照组,这与果实腐烂系数情况一致。

茶树油熏蒸处理对莲雾果实硬度的影响见图2-II。处理后第10天,处理组与对照组相比莲雾果实硬度差异达到极显著水平( $P < 0.01$ ),最高可达 $0.83 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ ,远远高于对照组 $0.52 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。但是不同浓度茶树油熏蒸处理的莲雾果实硬度差异不显著。

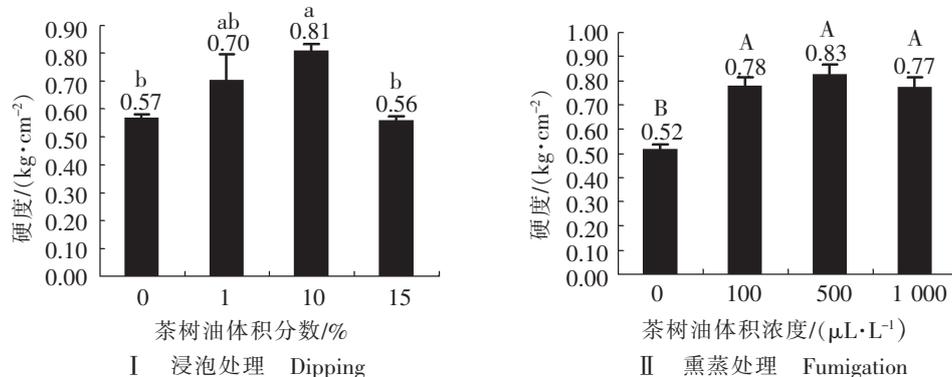


图2 茶树油浸泡和熏蒸处理对莲雾硬度的影响

Fig. 2 Effect of tea tree oil dipping and fumigation on fruit firmness of *S. samarangense*

2.1.3 茶树油处理对莲雾果实可溶性固形物含量的影响 果实可溶性固形物含量是影响果实品质的重要因素。茶树油浸泡处理对莲雾果实可溶性固形物的影响见图3-I,贮藏至第10天,经过10%茶树油浸泡处理的莲雾果实可溶性固形物含量达到9.23%,极显著( $P < 0.01$ )高于对照组(6.10%)。1%浓度处理的莲雾果实可溶性固形物含量为7.73%,高于对照,但差异不显著。而15%浓度处理的莲雾果实可溶性固形物含量低于对照,说明高浓度茶树油处理对莲雾果实存在药害,这与上述结果相一致。因此,10%茶树油浸泡处理的莲雾果实最有利于保持果实可溶性固形物含量,维持其风味与品质。

茶树油熏蒸处理对莲雾果实可溶性固形物的影响见图3-II。对照组的可溶性固形物含量为6.17%。使用浓度为100, 500, 1000  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 茶树油熏蒸处理后,莲雾果实可溶性固形物含量分别为8.27%, 11.00%, 7.37%。其中500  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 茶树油熏蒸处理组的可溶性固形物含量与对照组差异极显著( $P < 0.01$ )。

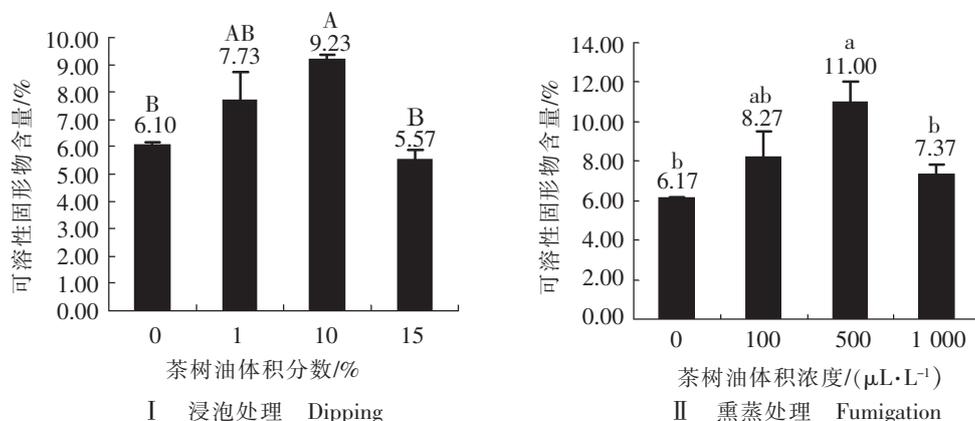


图3 茶树油浸泡和熏蒸处理对莲雾果实可溶性固形物含量的影响

Fig. 3 Effect of tea tree oil dipping and fumigation on fruit soluble solids content of *S. samarangense*

2.1.4 茶树油处理对莲雾果实可滴定酸的影响 含酸量是影响果实风味品质的重要指标,是判断水果贮藏效果好坏的主要标准。茶树油浸泡处理对莲雾果实可滴定酸的影响见图4-I,贮藏至第10天,对照组可滴定酸含量为0.11%。经过10%和15%浓度茶树油浸泡处理组的可滴定酸含量均高于对照组;

其中,以 10% 茶树油浸泡处理的可滴定酸含量达到最高,与对照组差异达到极显著( $P < 0.01$ ),保鲜效果最好。

茶树油熏蒸处理对莲雾果实可滴定酸的影响见图 4 - II。随着茶树油熏蒸体积浓度的增加,莲雾果实的可滴定酸含量整体呈下降趋势。100  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$  茶树油熏蒸处理组可滴定酸含量达到 0.16%,显著高于对照组,而 1 000  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$  茶树油熏蒸处理组可滴定酸含量低于对照组。

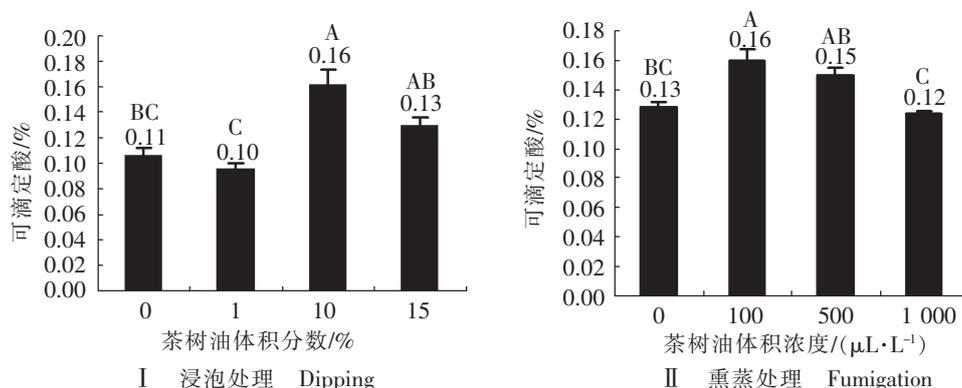


图 4 茶树油浸泡和熏蒸处理对莲雾果实可滴定酸的影响

Fig. 4 Effect of tea tree oil dipping and fumigation on fruit titratable acid content of *S. samarangense*

2.1.5 茶树油处理对莲雾果实维生素 C 含量的影响 维生素 C 是果实重要的营养成分之一,莲雾果实中的维生素 C 含量较高,但在贮藏期间维生素 C 极易被氧化而损失。茶树油浸泡处理对莲雾果实维生素 C 的影响见图 5 - I。贮藏至第 10 天,茶树油浸泡处理组维生素 C 含量均高于对照组,其中 10% 茶树油浸泡处理组的维生素 C 含量为 0.527 4  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ,与对照组相比达到极显著( $P < 0.01$ ),这表明 10% 浓度茶树油浸泡处理有利于维持莲雾果实的维生素 C 含量。

茶树油熏蒸处理对莲雾维生素 C 的影响见图 5 - II。贮藏至第 10 天,维生素 C 含量随着茶树油熏蒸体积浓度的增加整体上呈现先上升再下降的趋势。其中 500  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$  和 1 000  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$  浓度处理的莲雾果实维生素 C 含量极显著( $P < 0.01$ ) 高于对照,以 500  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$  3 h 茶树油熏蒸处理组效果最好,保持了较好的莲雾果实维生素 C 的含量。

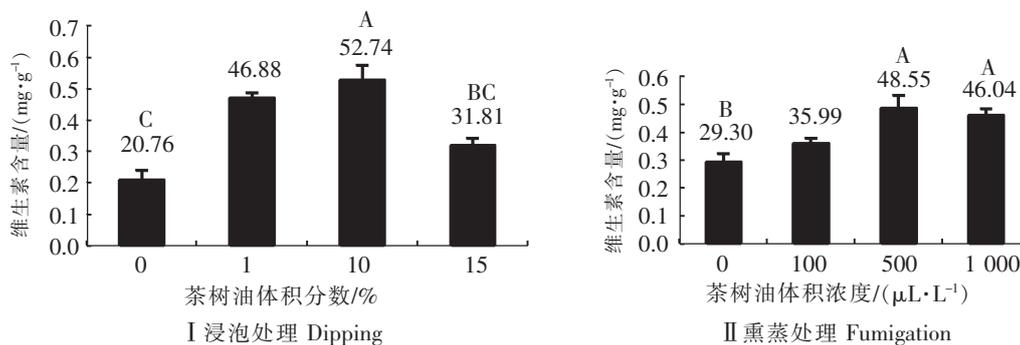


图 5 茶树油浸泡和熏蒸处理对莲雾果实维生素 C 含量的影响

Fig.5 Effect of tea tree oil dipping and fumigation on fruit ascorbic acid content of *S. samarangense*

2.2 茶树油熏蒸对病原菌菌丝生长的影响 茶树油熏蒸处理对茶褐斑拟盘多毛孢菌菌丝的生长有显著抑制作用(图 6 - I),至第 8 天,茶树油处理组随着熏蒸浓度的增加抑制效果不断增强,当熏蒸浓度达到 400  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$  时,抑制效果最好,达到 49.57%。茶树油熏蒸处理对棕榈疫霉菌菌丝生长也有显著抑制作用的影响(图 6 - II),至第 2 天,茶树油处理组随着熏蒸浓度的增加抑制效果不断增强。当熏蒸浓度在 200 ~ 400  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$  范围内,对棕榈疫霉菌菌丝生长的抑制率均达到 90% 以上。这说明,茶树油熏蒸处理对棕榈疫霉菌有较强抑制性。

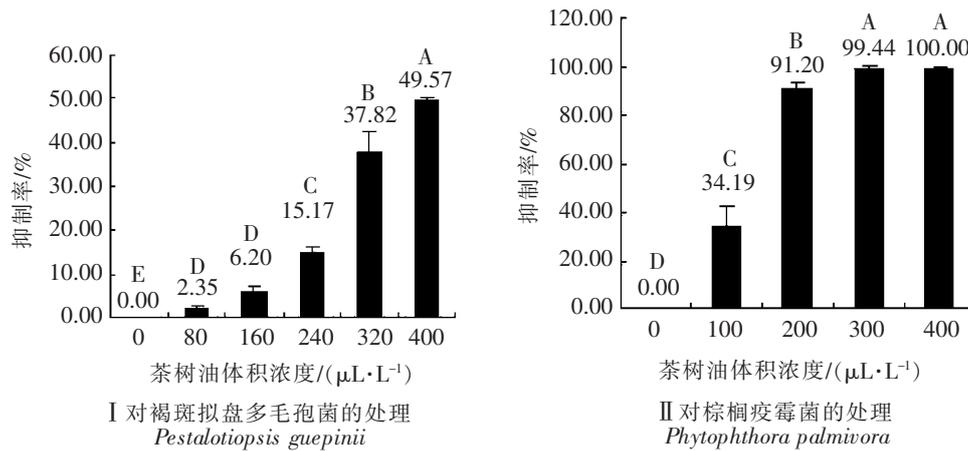


图6 茶树油熏蒸对莲雾果实茶褐斑拟盘多毛孢菌和棕榈疫霉菌菌丝生长的影响  
Fig.6 Effect of tea tree oil dipping and fumigation on the mycelial growth of *Pestalotiopsis guenpinii* and *Phytophthora palmivora* infecting the fruits of *S. samarangense*

### 3 讨论

莲雾果实采后不耐贮运,张福平<sup>[13]</sup>的研究表明,莲雾采后贮藏期间失水严重,硬度迅速下降,果实的可溶性固形物、蛋白质和维生素C的含量一直呈下降趋势。室温贮藏4d后莲雾果实的商业品质迅速下降,这制约了莲雾产业的发展。目前国内外莲雾果实采后多采用冷藏<sup>[14]</sup>、气调贮藏<sup>[15]</sup>、紫外线处理<sup>[16]</sup>等果实保鲜技术,但这些技术存在一些不安全性或操作上的困难,全面推广利用成本较高。茶树油作为一种天然安全抗菌剂<sup>[17]</sup>,近年来应用于多种水果如草莓等的抗菌保鲜中,取得了较好的保鲜效果<sup>[6-8]</sup>。另外茶树油可经水蒸汽蒸馏提取,设备简单,操作方便,成本低廉,也符合发展绿色食品的果蔬贮藏趋势,具有很好的市场开发前景。

植物精油用于果实保鲜主要采用熏蒸法和浸泡法<sup>[18]</sup>。本试验结果表明,对于莲雾果实,浸泡处理和熏蒸处理均能够取得较好的保鲜效果,利用精油处理过的莲雾果实,其病情指数较低,果实风味保存较好。总体来看,经过10%茶树油浸泡处理和100~500 μL·L<sup>-1</sup>茶树油熏蒸处理的莲雾果实贮藏保鲜效果最好,可以有效的抑制病原菌的生长,减缓莲雾果实在贮藏期间病情指数上升,维持较高的硬度,保持较高的可溶性固形物、可滴定酸和维生素C含量,提高莲雾的保鲜效果。但浸泡或熏蒸处理中精油浓度过高,也会对莲雾果实产生药害,如15%茶树油浸泡处理的果实抗病能力、硬度变化等指标比对照果实保鲜效果更差,这可能是因为过高浓度的茶树油也损坏果实的表皮细胞,使得残余的病菌易于侵入莲雾果实内部,从而导致莲雾腐烂加快。类似的结果在柠檬草(*Cymbopogon citratus*)精油的保鲜处理中也有出现,可能的原因是高浓度精油会加快孢子的萌发和破坏果实表皮细胞<sup>[19-20]</sup>。

本实验结果还表明,总体上茶树油浓度为10%的浸泡处理与500 μL·L<sup>-1</sup>的熏蒸处理在抑制莲雾腐烂、维持较高的硬度、可溶性固形物含量、可滴定酸浓度和维生素C含量等方面效果差异不大(图1~5),但茶树油难溶于水,浸泡处理操作上不方便,而熏蒸用的茶树油浓度远远低于浸泡处理的浓度,因此茶树油熏蒸处理较方便、经济和环保。

茶树油处理能够较好地保持莲雾果实采后的品质,可能的原因是茶树油可以显著抑制莲雾果实主要致病菌——茶褐斑拟盘多毛孢菌与棕榈疫霉菌的菌丝生长(图6)。植物精油抑菌的主要原因可能是破坏真菌细胞结构,改变膜透性<sup>[21]</sup>,如Liu等应用加拿大一枝黄花(*Solidago canadensis*)精油处理草莓采后病菌灰葡萄孢菌(*Botrytis cinerea*),发现其菌丝形态、细胞超微结构和细胞膜的通透性有显著改变<sup>[22]</sup>。茶树油抑菌的机理也类似,可能是由于茶树油中的有效成份以一种膜破坏剂的形式发挥作用,通过破坏膜结构,导致细胞内电子密度物质损失,改变细胞形态学等<sup>[23]</sup>。张燕君等人采用毛细管气相色谱和色谱-质

谱计算机联用系统,分析了互叶白千层精油的化学成分,发现其主要成分是松油醇-4、A-松油烯、C-松油烯、1,8-桉叶油素<sup>[24]</sup>。一般认为,松油醇-4是互叶白千层精油具有杀菌消毒功效的主要成分,国际标准规定标准的茶树油中4-松油醇的相对含量在30.0%~48.0%之间,1,8-桉叶素相对含量须小于15%<sup>[5]</sup>。而钟振声<sup>[25]</sup>等人试验发现广西玉林种植基地的互叶白千层茶树由4-松油醇型茶树转变为了桉型茶树,非特征成分桉叶素的相对含量高达72.49%,而特征成分4-松油醇只有0.78%,却仍具有强烈的抑菌作用,其中起抑菌作用的成分极有可能不是4-松油醇。因此,引种茶树油抑菌效应具体的成分有待进一步研究。茶树油将是研究开发农产品天然保鲜剂的重要来源,这有利于其商业化应用,未来研究茶树油与其他保鲜剂的复配有望为无公害化保鲜剂的开发提供新的依据,但复配方法对果蔬的协同保鲜效果如何还需进一步深入研究。

## 参考文献:

- [1] 肖春芬. 优质热带水果——莲雾[J]. 中国南方果树, 2003, 32(1): 30.
- [2] 杨荣萍, 陈贤, 张宏, 等. 莲雾研究进展[J]. 中国果菜, 2009(1): 41-43.
- [3] 王晓红. 温度对莲雾耐藏性及品质的影响[J]. 北方园艺, 2007(7): 46-48.
- [4] 金其璋. 什么是茶树油? [J]. 香料香精化妆品, 2001, 3(3): 37-39.
- [5] 吴頔, 谢吉蓉, 宋琴, 等. 茶树油作为天然抗菌剂的研究进展[J]. 中国药学杂志, 2013, 48(21): 1803-1807.
- [6] 邵兴锋, 程赛, 王鸿飞, 等. 茶树精油熏蒸处理保鲜草莓的工艺优化[J]. 农业工程学报, 2012(19): 279-286.
- [7] 静玮, 苏子鹏, 程盛华, 等. 茶树油对香蕉果实的保鲜效果[J]. 热带作物学报, 2012(5): 924-929.
- [8] 钟业俊, 徐欣源, 刘成梅, 等. 茶树油、丁香酚和柠檬醛对荔枝黑曲霉的抑制作用[J]. 食品科学, 2012(11): 21-24.
- [9] 方中达. 植病研究方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998: 156-168.
- [10] 段学武, 蒋跃明, 李月标, 等. 一氧化二氮处理提高香蕉保鲜效果[J]. 食品科学, 2003(4): 152-154.
- [11] 高俊凤. 植物生理学实验技术[M]. 西安: 世界图书出版公司, 2000: 145-148.
- [12] 萧浪涛, 王三根. 植物生理学实验技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005: 105-107.
- [13] 张福平. 莲雾采后贮藏期间生理变化的研究[J]. 食品研究与开发, 2006(11): 151-153.
- [14] Supapvanich S, Pimsaga J, Srisujan P. Physicochemical changes in fresh-cut wax apple (*Syzygium samarangense* [Blume] Merrill & L. M. Perry) during storage [J]. Food Chemistry, 2011, 127(3): 912-917.
- [15] Horng D, Peng C. Studies on package, transportation and storage of wax apple fruits (*Syzygium samarangense*) [J]. National Chung Hsing University: Horticulture Journal, 1983(8): 31-39.
- [16] 李天略, 史载锋, 梅平波. 紫外照射对莲雾贮藏保鲜效果的影响[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(21): 10136-10138.
- [17] 吴頔, 谢吉蓉, 宋琴, 等. 茶树油作为天然抗菌剂的研究进展[J]. 中国药学杂志, 2013, 48(21): 1803-1807.
- [18] 缪应林. 90种植物精油对水果防腐保鲜活性的筛选[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2010: 11-40.
- [19] Tzortzakakis N G, Economakis C D. Antifungal activity of lemongrass (*Cymbopogon citratus* L.) essential oil against key post-harvest pathogens [J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2007, 8(2): 253-258.
- [20] 周斌, 王建清. 柠檬草精油涂膜包装袋对葡萄保鲜效果的研究[J]. 包装工程, 2013(9): 14-17+46.
- [21] Sivakumar D, Bautista-Baños S. A review on the use of essential oils for postharvest decay control and maintenance of fruit quality during storage [J]. Crop Protection, 2014, 64: 27-37.
- [22] Liu S, Shao X, Wei Y, et al. *Solidago Canadensis* L. Essential oil vapor effectively inhibits *Botrytis cinerea* growth and preserves postharvest quality of strawberry as a food model system [J]. Frontiers in Microbiology, 2011(7): 1179.
- [23] 陶凤云, 张新妙, 俞军, 等. 茶树油抗菌作用机理研究进展[J]. 中国抗生素杂志, 2006(5): 261-266.
- [24] 张燕君, 古佛政. 互叶白千层精油化学成分的研究[J]. 林产化学与工业, 1998(3): 74-76.
- [25] 钟振声, 樊丽妃, 黄继兵. 引种互叶白千层茶树油的化学成分及抑菌活性[J]. 华南理工大学学报(自然科学版), 2011(1): 53-57.

## Optimization of Extraction of *Scutellaria baicalensis georgi* Against *Staphylococcus aureus*

GE Huifang<sup>1,2</sup>, CHEN Jicheng<sup>1</sup>, ZHANG Xiaolin<sup>2</sup>, PANG Jie<sup>1</sup>

( 1. Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350001, China; 2. Anhui Science and Technology University, Fengyang, Anhui 233100, China)

**Abstract:** *Scutellaria baicalensis georgi* was extracted with distilled water at different ratio to analyze their inhibitory effects on *Staphylococcus aureus*. The extraction methods were optimized by using orthogonal array design, and the minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) of aqueous extracts of *S. baicalensis georgi* was analyzed based on inhibitory zone size of the bacteria by using paper disc diffusion method. The results showed that *S. baicalensis georgi* extracted with distilled water at a ratio of 1: 60 for 1 hour at the temperature of 80 °C had the best inhibition effect on *S. aureus*, with its MIC and MBC being 6.25 g · L<sup>-1</sup> and 25 g · L<sup>-1</sup>, respectively.

**Keywords:** *Scutellaria baicalensis georgi*; aqueous extracts; *Staphylococcus aureus*

( 上接第 195 页)

## Effect of Tea Tree Oil on Postharvest Fruit Quality and Inhibition of Pathogenic Fungi of *Syzygium Samarangense* During Storage

CHEN Yangzhen, LI Tingge, GONG Sheng, ZHANG Ke, SUN Haiyan,  
SUN Xuefang, ZHANG Li, WANG Jian

( College of Tropical Agriculture and Forestry/College of Horticulture and Landscape Architecture/Ministry of Education Key Laboratory of Conservation, Development and Utilization of Tropical Crops Germplasm Resources, Hainan University, Haikou, Hainan 570228, China)

**Abstract:** Wax apple (*Syzygium samarangense*) fruits were dipped or fumigated with tea tree oil at different concentrations to investigate the effects of tea tree oil treatments on postharvest fruit quality of wax apple during storage, and the inhibition effect of tea tree oil on the postharvest pathogenic fungi infecting wax apple. The inhibition effects of the treatments were observed according to the mycelial growth rate of the pathogenic fungi by using the filter paper diffusion method. The results showed that tea tree oil treatments reduced the fruit decay index, and that the treated fruits had higher firmness and higher contents of soluble solids, titratable acid and vitamin C under storage. The treatments significantly improved the postharvest quality of wax apple during storage, Dipping treatment with 10% or fumigation treatment with 500 μL · L<sup>-1</sup> of tea tree oil had the best effects on the postharvest quality of the wax apple fruits. The result also proved the tea tree oil can significantly inhibit the growth of the pathogenic fungi of *Pestalotiopsis guepinii* and *Phytophthora palmivora* infecting wax apple fruit.

**Keywords:** tea tree oil; *Syzygium samarangense*; pathogenic fungi; fruit quality