

# 枇杷果实的保鲜技术及现状研究

温新宇, 孙卫红, 熊书剑

(江苏大学 食品与生物工程学院, 江苏 镇江 212013)

**摘 要:**枇杷作为我国东南部的特色水果之一,营养丰富,但采后极易腐烂变质,不易储藏,因此其采后保鲜成为亟需解决的问题和研究热点。目前关于枇杷保鲜方面的技术方法主要有物理方法、化学方法、涂膜保鲜方法、生物防治等。该文综述了以上技术方法的国内外研究现状,探讨了目前枇杷果实贮藏保鲜存在的问题,并展望了枇杷保鲜的未来发展前景。

**关键词:**枇杷;保鲜技术;研究现状

**中图分类号:**S 667.309<sup>+</sup>.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)21-0197-05

枇杷(*Eriobotrya japonica* Lindl)属蔷薇科枇杷属植物,原产于中国的东南部,为中国特产水果之一,因叶子形似琵琶乐器而名。枇杷与大部分果树不同,在秋天或初冬开花,果实在春天至初夏成熟。枇杷果实鲜嫩多汁,酸甜可口,深受消费者的喜爱。

由于枇杷果实自身皮薄多汁,而且成熟和采摘于高湿高温的初夏季节,采后变质较快,而且极易受到机械损伤和微生物的侵害而发生腐烂。枇杷果实若在常温下存放极易发生腐烂变质,感官变化主要表现为果肉质变硬,失水增加,果皮粘连程度增加而不易剥离,果肉组织发生褐变甚至腐烂。所以一般情况下,贮藏 20 d,会有大部分果实腐烂,即使不腐烂,其食用价值也大大降低,造成严重的经济损失。因此,提高枇杷果的保鲜技术水平、延长枇杷果的贮藏期限显得尤为重要。

## 1 物理方法

### 1.1 低温处理方法

温度是影响枇杷果实采后品质的一项重要因素。在适当的低温范围内可减缓枇杷存放期间品质的劣变,并有效抑制造成枇杷采后病害的病原微生物的生长繁殖,从而有利于枇杷品质的保持。低温再结合其它的保鲜处理方法,可优化对枇杷的保鲜效果。应本友<sup>[1]</sup>研究了在程序降温并结合保鲜袋包装的条件下贮藏枇杷果实,可以显著改善枇杷果实的质地变硬和组织破坏,有效减轻冷藏枇杷果皮粘连程度和果肉褐变,并有利于保

持贮藏枇杷的可溶性固形物(TSS)、总酸、维生素 C 等内在品质。江国良等<sup>[2]</sup>对枇杷果实进行程序降温处理,发现相对于放入 0℃ 下的对照组枇杷果实,程序降温的方法能更好地保持果实的品质。

### 1.2 气调贮藏方法

气调包装(MAP)是在蒸气阻隔材料密封前除去或者替换产品周围的气体成分的一种包装方法<sup>[3]</sup>。气调包装可以是真空包装(VP),即在产品包装时除去其中绝大部分空气;也可以改变气体成分,即在装入蒸气阻隔材料前将气体抽真空后充入另一种混合气体<sup>[4]</sup>。因为气调方法可以有效抑制果蔬采后的呼吸作用、乙烯的释放以及衰老等方面的生理生化代谢活动,所以目前在果蔬保鲜方面已经有所应用。郜海燕<sup>[5]</sup>采用 MAP 可以维持枇杷冷藏时 O<sub>2</sub> 和 CO<sub>2</sub> 浓度的相对稳定,有效抑制枇杷果实的呼吸和乙烯的释放,维持维生素 C 和总酸的含量,保持硬度和减少腐烂,抑制木质化相关酶的活性,减轻枇杷果实在冷藏过程中的木质化现象。周翠英等<sup>[6]</sup>研究结果显示在 6% 体积分数的 O<sub>2</sub>、10% 体积分数的 CO<sub>2</sub> 的条件下进行气调包装处理,贮藏温度为(2±1)℃,白沙枇杷可贮藏 35 d。张敏<sup>[7]</sup>研究了采后枇杷果实用不同透气性的聚乙烯袋包装并结合 4℃ 的低温条件下贮藏,结果表明中透气性的聚乙烯包装袋中的枇杷除了质量损失率和 TSS 含量没有明显差异外,对腐烂指数、硬度、可滴定酸、维生素 C 含量和感官等品质的保持均优于其它 2 种透气性包装袋,说明中透气性包装袋更有利于枇杷果实的保鲜。

### 1.3 其它物理方法

目前用于枇杷保鲜贮藏方面的惰性气体处理方法有短时 N<sub>2</sub> 处理。郜海燕<sup>[5]</sup>研究了不同枇杷品种果实的低温耐贮特性和品质变化的差异,8 h 的 N<sub>2</sub> 预处理可抑制枇杷果实在 0~1℃ 下的呼吸强度和乙烯产生速率,抑

**第一作者简介:**温新宇(1989-),女,硕士研究生,研究方向为农产品加工与贮藏。E-mail:wenxy20134@163.com.

**基金项目:**江苏省科技支撑计划农业支撑重点资助项目(BE2014367)。

**收稿日期:**2015-07-27

制果实 TSS、总酸和维生素 C 含量的下降,对枇杷保鲜具有一定作用。王华东等<sup>[8]</sup>研究表明热空气处理可以有效降低枇杷果实的自然发病率,抑制接种枇杷果实病斑直径的扩展,诱导果实中抗病相关酶活性的增强,并对枇杷果实硬度等品质指标没有显著影响,但促进类胡萝卜素的积累,结果说明热空气处理可通过诱导抗病相关基因的表达和抗病相关酶活性的升高而提高枇杷抗病能力。

## 2 化学方法

### 2.1 气体熏蒸处理

在果蔬贮藏运输过程中,SO<sub>2</sub> 作为一种常用的防腐保鲜剂,不仅能有效抑制病原微生物生长繁殖所导致的腐烂,还能降低果实的呼吸强度和褐变程度,从而延缓衰老和延长货架期<sup>[9]</sup>。郑永华等<sup>[10]</sup>研究了 SO<sub>2</sub> 处理对枇杷保鲜效果的影响,结果显示 SO<sub>2</sub> 能保持枇杷果实较高的超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化氢酶(CAT)活性,有效抑制过氧化氢含量的上升,从而延缓果实衰老,并减轻低温下果实的木质化现象,使果肉保持柔软细嫩,从而延长货架期。虽然该方法具有一定的保鲜效果,但考虑到 SO<sub>2</sub> 会在果实上残留而对人体健康造成影响,所以并不推荐使用。张美姿等<sup>[11]</sup>探讨了一氧化氮(NO)熏蒸处理对冷藏“解放钟”枇杷果实的影响,结果表明 NO 熏蒸处理能延缓可溶性总糖和可滴定酸含量的下降,抑制硬度上升和出汁率降低,抑制苯丙氨酸解氨酶(PAL)和肉桂醇脱氢酶(CAD)活性上升,且抑制木质素含量的上升,延缓木质化劣变进程,其中以 15、25 μL/L 的 NO 处理效果较为明显。

### 2.2 1-甲基环丙烯(1-MCP)处理方法

1-MCP 被证实对许多水果蔬菜都有良好的控制果蔬后熟的作用<sup>[12]</sup>。乔勇进等<sup>[13]</sup>研究了 1-MCP 处理“白玉”枇杷在低温贮藏过程中果肉各生理生化指标的变化情况,结果显示在 6℃ 冷藏条件下,1-MCP 处理能够显著减少枇杷果实质量损失率,延缓总糖、总酸含量的降低,有利于枇杷品质的保持,其中质量分数 0.10 g/kg 的 1-MCP 处理量对枇杷的保鲜效果最佳。宋琰等<sup>[14]</sup>研究了 1-MCP 和仲丁胺(2-AB)对“大红袍”枇杷采后贮藏的效果,在 4℃ 冷藏条件下,采用不同剂量 1-MCP 加上相同剂量 0.1 mL/L 2-AB 对枇杷进行熏蒸处理,定期检测果实的各项生理生化指标,结果显示,在 2-AB 的浓度为 0.1 mL/L 时,20 mL/L 1-MCP 处理对枇杷果实的保鲜效果最佳,可显著抑制果实的呼吸强度,多酚氧化酶(PPO)和过氧化物酶(POD)活性,从而抑制果实衰老,降低枇杷果实的失水率,保持较高的好果率,延缓总糖和维生素 C 含量的下降,有利于枇杷品质的保持,贮藏 64 d 果实外观色泽鲜艳、品质良好、保鲜效果理想。

### 2.3 钙处理方法

郑国华<sup>[15]</sup>研究了适当的钙处理对枇杷果实采后生理的影响,结果显示,CaCl<sub>2</sub> 喷施枇杷使果实 Ca<sup>2+</sup> 含量提高,呼吸高峰推迟出现,峰值降低,细胞膜透性和丙二醛(MDA)含量呈缓慢上升趋势,随钙浓度提高幅度下降且比对照低;钙调蛋白含量先上升后下降,峰值随钙浓度增加而上升,对照一直呈下降趋势;SOD、CAT 活性随贮藏时间延长逐渐上升后下降,钙浓度越高幅度越小;POD、PAL 活性均呈上升趋势,PAL 活性随钙浓度上升,效果越显著,POD 活性随钙浓度上升而幅度变小,且均低于对照;但同时也发现钙浓度过高,果实会发生轻微的生理病害现象。SONG 等<sup>[16]</sup>研究了安全保鲜剂过氧乙酸(PAA)结合 CaCl<sub>2</sub> 处理对青种品种枇杷贮藏效果的影响,结果显示,与 2 个对照组 0.2% PAA 和 0.8% PAA 结合钙处理相比,0.4% PAA+0.8% CaCl<sub>2</sub> 复合处理能明显抑制枇杷果实贮藏期间的腐烂指数、失重率、硬度和细胞膜渗透率的上升,有效延缓 TA、维生素 C、TSS 含量以及出汁率的降低,使果实呼吸强度维持在较低水平,在贮藏 25 d 时仍保持良好的外观和风味品质。钙处理虽然对枇杷保鲜有一定的作用,但是如果应用在生产实际方面,又由于其操作起来较为繁琐,不易实行而使其推广受到阻碍。

### 2.4 其它化学方法

除了上述几种化学方法,臭氧、水杨酸(SA)也被证实对枇杷保鲜贮藏有一定作用。张正周等<sup>[17]</sup>研究不同的臭氧质量浓度处理对“大五星”枇杷果实贮藏品质指标的影响,研究表明,100 mg/m<sup>3</sup> 臭氧处理对“大五星”枇杷采后保鲜贮藏有一定效果;而 150 mg/m<sup>3</sup> 臭氧处理对“大五星”枇杷的贮藏保鲜效果最好;过高质量浓度的臭氧处理(200 mg/m<sup>3</sup>)会对“大五星”枇杷造成损伤。吴锦程等<sup>[18]</sup>以“解放钟”枇杷为试材,研究了 SA 对 4℃ 冷藏枇杷果实木质化的影响,研究表明,用 1.0 g/L SA 浸泡处理果实 20 min 能抑制枇杷果实 PAL、PPO、CAT 和 POD 的活性,从而抑制果实木质素的形成,降低果实硬度,说明 SA 具有减缓冷藏枇杷果实木质化的作用。

## 3 涂膜保鲜方法

可食性涂膜方法应用于许多产品中以控制水分流失,调节气体或者阻止氧化。使用可食性涂膜的主要优点是:一些活性成分能够包含在母体聚合物中并附在食物上,从而提高安全性甚至营养价值和感官特性<sup>[19]</sup>。张春萍等<sup>[20]</sup>以“大五星”枇杷为试材,分别用 3 种天然涂膜液(海藻酸钠/纳他霉素涂膜液、壳聚糖/纳他霉素涂膜液、黄原胶/纳他霉素涂膜液)处理,以不涂膜处理为对照,用聚乙烯薄膜袋包装后置于常温下贮藏,结果表明,贮藏效果总体上涂膜组显著优于对照组,其中壳聚糖/纳

他霉素涂膜液对枇杷的保鲜效果最好。徐晓玲等<sup>[21]</sup>研究了壳聚糖添加纳米碳酸钙助剂对枇杷在 25℃ 下贮藏保鲜效果的影响,结果表明,相比于对照组,枇杷果实的硬度和酸度分别高出 11% 和 20%,而水分损失减少 34%,但对 TSS 含量没有显著影响,并能抑制 PPO 和 POD 活性,其褐变指数比对照低 43%,货架期比对照增加 3 d,说明纳米碳酸钙助剂能明显提高壳聚糖对枇杷的保鲜效果。刘晓菲等<sup>[22]</sup>研究了壳聚糖和纳米蒙脱土作为复合涂膜剂用于枇杷方面的保鲜,结果显示,壳聚糖/纳米蒙脱土复合涂膜剂能有效延缓水分流失,延缓硬度、维生素 C、总糖、总酸含量的下降,延长枇杷果实的贮藏期。林素英等<sup>[23]</sup>研究羧甲基壳聚糖涂膜对 8℃ 贮藏条件下八分熟的“早钟 6 号”枇杷果实品质的影响及其保鲜作用,研究表明,羧甲基壳聚糖涂膜可延缓贮藏期间枇杷果实 TSS、总酸、维生素 C 含量的下降,减少果实的质量损失,减缓木质素的积累,抑制 PPO 和 PAL 活性。江长汝等<sup>[24]</sup>研究显示在低温(6~9℃)条件下,1.0% 壳聚糖结合 PE 膜包装能提高“大红袍”枇杷的好果率,显著抑制其呼吸强度和乙烯量的增加,延缓 TSS、TA、维生素 C 含量等营养成分的下降,对“大红袍”枇杷果实有一定的保鲜作用。

可食性涂膜剂以其无毒、无害、无污染等优点,目前已经成为国内外研究的热点<sup>[25]</sup>。其中由 2~3 种主要成膜物质经一定加工处理而制成的复合涂膜剂,由于各物质性质不同,在功能上产生互补,所以复合涂膜剂既保留了膜基质中各组分的优点,又克服了单一涂膜剂的不足,具有更广阔的应用前景<sup>[26]</sup>。

## 4 枇杷保鲜新技术

### 4.1 生物保鲜技术

生物保鲜是一种正在兴起的热带水果保鲜新技术。乳酸链球菌素(Nisin)是一种由 34 个氨基酸残基组成的肽,分子量为 3.5 kDa,并被归为 Ia 类细菌素或者抗菌素<sup>[27]</sup>,其作用机制是通过在细菌细胞膜上形成孔洞而破坏跨膜质子的动力势和 pH 值平衡,造成胞内离子流失及 ATP 水解异常而导致细菌死亡<sup>[28]</sup>。Nisin 作为生物防腐剂被广泛用于多种新鲜和加工食品中<sup>[29]</sup>。张素琴等<sup>[30]</sup>研究了 Nisin 处理“白玉”枇杷在常温贮藏过程中果肉各项生理生化指标的变化情况;结果显示在常温下 Nisin 处理可以显著降低枇杷果实的失重率、总酸含量、腐烂率,延缓相对电导率的上升,有利于枇杷品质的保持,当 Nisin 浓度 $\geq 200$  mg/L 时,对枇杷保鲜效果最佳。

### 4.2 生物防治-拮抗菌保鲜技术

近年来,生物防治已经成为各国关于果蔬采后病害防治的研究热点。使用微生物制剂的生物防治方法被认为可作为一种有效的替代方法,代替化学合成杀真菌

剂应用在控制果实采后腐烂方面<sup>[31]</sup>。车建美等<sup>[32]</sup>将 2% 的琼脂和 2%~5% 的 NaCl 添加到具有保鲜功能的微生物短芽孢杆菌 FJAT-0809-GLX 发酵液中,制成微生物保鲜菌胶悬剂,其活菌含量高,质地均匀,无上下分层,稳定性良好。将其应用于枇杷保鲜试验中结果显示,该微生物保鲜菌制剂对“早钟六号”和“解放钟”枇杷果实具有良好的保鲜效果,在室温(20~25℃)条件下,贮藏 8 d 时,与对照相比,可显著降低失重率,提高好果率;并且该制剂经动物急性毒性检测分析结果为无毒级。于昕<sup>[33]</sup>通过筛选和诱变筛选得到了对灰霉有更好拮抗作用效果的改良枯草芽孢杆菌,并初步研究了枯草芽孢杆菌发酵液对枇杷果实的防腐保鲜效果,结果显示,枯草芽孢杆菌发酵液对感染灰霉的枇杷具有良好的保鲜效果,在无菌和相对湿度 90% 的条件下可以保持致伤枇杷果实 28 d 不出现腐败,具有实际应用效果。

在生物防治方法中,拮抗酵母菌因为具有遗传稳定、抑菌谱广、营养要求简单、生长快速的特点,还有对多种胁迫条件和逆境具有较强的耐受力、对多数化学杀菌剂不敏感、能与多种化学物质及物理方法结合使用的优点,是目前果蔬采后生物防治的重要研究对象<sup>[34]</sup>。CHANCHACHAOVIVAT 等<sup>[35]</sup>从泰国水果蔬菜中筛选到 4 株对引起辣椒炭疽病的辣椒炭疽菌有抑制作用的生防酵母,其中 R13 季也蒙毕赤酵母菌株对病原菌的抑制效果更好并且在辣椒保鲜中更有效,而且使低温下贮藏病害发生率更低。季也蒙毕赤酵母已被研究证实对引起果蔬炭疽病的炭疽病原菌有拮抗抑制效果,但是目前关于生防酵母菌对枇杷炭疽病和保鲜贮藏方面的研究尚鲜见报道,而炭疽病又是造成枇杷腐烂变质的原因之一,所以找到抑制枇杷炭疽病的方法也是亟待解决的。

拮抗酵母菌虽能有效地控制果蔬病害,但还是会受到使用环境条件的影响,所以有时单独使用拮抗酵母菌的控制病害效果尚不如化学杀真菌剂<sup>[36]</sup>。因此,关于拮抗酵母菌复合保鲜技术已开始展开研究。YU 等<sup>[37]</sup>研究不同浓度壳聚糖单独和结合生防酵母罗伦隐球酵母、氯化钙在扩展青霉引起的梨果腐烂方面的影响,结果显示 0.5% 的壳聚糖和罗伦隐球酵母结合使用,在减少真菌引起的腐烂时效果更佳也更稳定。LU 等<sup>[38]</sup>研究低聚壳聚糖(COS)单独和结合拮抗菌在控制柑橘绿霉菌引起的温州蜜桔采后绿霉病的能力,结果显示 1% (w/v) 的 pre-COS 和海洋生防酵母结合显示出更有效的对果实腐烂的控制。但是目前能用于枇杷保鲜的拮抗酵母菌研究未多见报道,枇杷保鲜的拮抗酵母菌复合保鲜技术有待研究开发。



## 5 小结

枇杷作为我国特有的水果之一,具有很高的经济价值。目前,国内外的学者关于枇杷采前和采后生理与保鲜方面的研究,已经取得了部分进展。但是传统的物理方法如低温贮藏、气调保鲜等实施起来成本较高,不易推广普及;而化学方法又因为残留问题,存在潜在的对人体健康和环境的危害;所以,亟待找到用于枇杷保鲜行之有效的新技术新方法。

目前,关于枇杷保鲜技术方面的研究向着研究成本低、效果明显、可操作性强的方向进行。其中,复合保鲜处理方法可以结合单一处理方法的优点,能够更好地控制枇杷采后病害的发生,是目前枇杷保鲜研究的方向之一。同时,生物防治也已经在一些果蔬采后病害防治方面取得显著进展,生防酵母菌在枇杷贮藏保鲜方面的应用也可以作为今后研究的重点之一。

## 参考文献

[1] 应本友. 枇杷果实程序降温贮藏保鲜技术研究[D]. 杭州:浙江大学, 2006.

[2] 江国良,陈栋,谢红江,等. 程序降温对大五星枇杷果实贮藏品质的影响[J]. 西南农业学报, 2009, 22(3): 750-753.

[3] MCMILLIN K W, HUANG N Y, HO C P, et al. Quality and shelf-life of meat in case-ready modified atmosphere packing[M]. Quality Attributes in Muscle Foods, 1999: 73-93.

[4] MCMILLIN K W. Where is MAP Going? A review and future potential of modified atmosphere packing for meat[J]. Meat Science, 2008, 80: 43-65.

[5] 邵海燕. 枇杷、水蜜桃低温耐贮性和抗冷害保鲜技术研究[D]. 南京:南京农业大学, 2008.

[6] 周翠英,袁卫明,周建俭,等. 气调包装在白沙枇杷保鲜中的应用研究[J]. 农产品加工, 2012(4): 5-7.

[7] 张敏. 不同透气性聚乙烯袋包装对冷藏枇杷品质的影响[J]. 食品工业科技, 2007, 28(11): 212-214.

[8] 王华东,王慧倩,邓聪,等. 采后热空气处理对枇杷果实抗病性的诱导[J]. 食品科学, 2014, 35(18): 227-231.

[9] 骆雨农,姜芸,郑彬彬,等. 枇杷保鲜技术研究进展[J]. 农产品加工学刊, 2012(8): 118-119.

[10] 郑永华,李三玉. SO<sub>2</sub> 对枇杷对枇杷冷藏效果的影响[J]. 南京农业大学学报, 2000, 23(3): 89-92.

[11] 张美姿,吴光斌,陈发河. NO 熏蒸处理对冷藏枇杷果实木质化劣变的影响[J]. 食品科学, 2014, 35(16): 232-237.

[12] BLANKENSHIP S M, DOLE J M. 1-Methylcyclopropane: a review[J]. Postharvest Biol Technol, 2003, 28: 1-25.

[13] 乔勇进,王海宏,方强,等. 1-MCP 处理对“白玉”枇杷贮藏效果的影响[J]. 上海农业学报, 2007, 23(3): 1-4.

[14] 宋琰,徐俐,梁芳,等. 1-甲基环丙烯及仲丁胺对枇杷贮藏效果的影响[J]. 食品科学, 2010(22): 488-491.

[15] 郑国华. 钙处理对枇杷果实采后生理特性的研究[J]. 中国农学通报, 2009, 25(11): 117-122.

[16] SONG H W, ZHENG Y H, YUAN W M, et al. Effects of peracetic acid (PAA) combined with calcium treatments on storage quality of loquat fruit [J]. Agricultural Science and Technology, 2013, 14(10): 1476-1481.

[17] 张正周,付婷婷,李莹露,等. 臭氧对“大五星”枇杷贮藏保鲜效果的影响[J]. 食品科学, 2011(20): 282-285.

[18] 吴锦程,陈群,唐朝晖,等. 外源水杨酸对冷藏枇杷果实木质化及相关酶活性的影响[J]. 农业工程学报, 2006, 7(22): 175-178.

[19] ALEJANDRA M, ROJAS-GRAU, SOLIVA-FORTUNY R, et al. Edible coatings to incorporate active ingredients to fresh-cut fruits: a review[J]. Trends in Food Science and Technology, 2009, 20: 438-447.

[20] 张春萍,徐俐. 三种天然涂膜液对枇杷保鲜效果的研究[J]. 食品科技, 2010, 35(2): 35-39.

[21] 徐晓玲,梅安待,罗自生,等. 壳聚糖添加纳米碳酸钙助剂涂膜对枇杷品质的影响[J]. 食品与发酵工业, 2008, 34(4): 142-145.

[22] 刘晓菲,程春生,覃宇悦,等. 壳聚糖/纳米蒙脱土复合涂膜对枇杷保鲜效果的研究[J]. 食品研究与开发, 2011, 32(4): 168-171.

[23] 林素萍,陈宇,童丽华,等. 羧甲基壳聚糖对枇杷果实保鲜效果的影响[J]. 食品科学, 2013, 34(18): 312-316.

[24] 江长汝,李鹏霞,邵明灿. 壳聚糖对“大红袍”枇杷的保鲜效果[J]. 江苏农业科学, 2011, 39(5): 389-390, 399.

[25] 段丹萍,鲁丽莎,王海宏,等. 果蔬涂膜保鲜技术研究现状与应用前景[J]. 保鲜与加工, 2009(6): 1-6.

[26] 张蓓,段小明,冯叙桥,等. 果蔬复合涂膜保鲜的研究现状与发展趋势分析[J]. 食品与发酵工业, 2014(4): 125-132.

[27] NISIN H A. In: PERLMAN D, LASKIN A I, et al. Advances in applied microbiology[M]. Academic Press, New York, 1981: 85-103.

[28] DEEGAN L H, COTTER P D, HILL C, et al. Bacteriocins: biological tools for bio-preservation and shelf-life extension[J]. International Dairy Journal, 2006, 16(9): 1058-1071.

[29] JUNG D S, BODYFELT F W, DAESCHEL M A. Influence of fat and emulsifiers on the efficacy of nisin in inhibiting *Listeria monocytogenes* in fluid milk[J]. Journal of Dairy Science, 1992, 75: 387-393.

[30] 张素琴,周建俭. 乳酸链球菌素在白玉枇杷保鲜中的应用[J]. 江苏农业科学, 2010(5): 401-402.

[31] LIU J, SUI Y, WISNIEWSKI M, et al. Review: Utilization of antagonistic yeasts to manage postharvest fungal diseases of fruit[J]. International Journal of Food Microbiology, 2013, 167: 153-160.

[32] 车建美,郑雪芳,刘波,等. 短链芽孢杆菌 FJAT-0809-GLX 菌剂的制备及其对枇杷保鲜效果的研究[J]. 保鲜与加工, 2011, 11(5): 6-9.

[33] 于昕. 草莓灰霉菌(*Botrytis cinerea*)的分离鉴定及其拮抗菌对枇杷保鲜的研究[D]. 成都:四川大学, 2006.

[34] 刘丽丹,吴仲珍,吴日章. 枇杷采后贮藏复合保鲜技术研究进展[J]. 保鲜与加工, 2013, 13(6): 60-64.

[35] CHANCHACHAOVIVAT A, RUENWONGSA P, PANJIPAN B. Screening and identification of yeast strains from fruits and vegetables: Potential for biological control of postharvest chilli anthracnose(*Colletotrichum capsici*) [J]. Biological Control, 2007, 42: 326-335.

[36] GUO J, FANG W W, LU H P, et al. Inhibition of green mold disease in mandarins by preventive applications of methyl jasmonate and antagonistic yeast *Cryptococcus laurentii* [J]. Postharvest Biology and Technology, 2014, 88: 72-78.

[37] YU T, YU C, CHEN F X, et al. Integrated control of blue mold in pear fruit by combined application of chitosan, a biocontrol yeast and calcium chloride [J]. Postharvest Biology and Technology, 2012, 69: 49-53.

[38] LU L F, LIU Y, YANG J L, et al. Quaternary chitosan oligomers enhance resistance and biocontrol efficacy of *Rhodosporidium paludigenum* to green mold in Satsuma orange[J]. Carbohydrate Polymers, 2014, 113: 174-181.

# 我国油用牡丹繁殖技术研究进展

杨振晶, 褚鹏飞, 张秀省, 吕福堂

(聊城大学 农学院, 山东 聊城 252000)

**摘 要:**油用牡丹是我国新兴油料作物,具有适应性强、出油率高、油质好等诸多优点。该文介绍了我国油用牡丹开发利用现状,概括了油用牡丹生长规律、繁殖技术等方面的研究进展,探讨了目前油用牡丹种苗繁育技术等方面存在的问题,并提出了发展建议,以期油用牡丹的产业化发展提供理论基础。

**关键词:**油用牡丹;繁殖技术;研究进展

**中图分类号:**S 685.11 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)21-0201-04

牡丹(*Paeonia suffruticosa* Andr.)属芍药科(Paeoniaceae)芍药属(*Paeonia*)多年生落叶小灌木<sup>[1]</sup>,原产于中国,在全国20多个省区都有野生资源和种植分布,具有很强的生态适应性<sup>[2]</sup>。牡丹不仅具有较高的观赏价值和药用价值<sup>[3]</sup>,而且具有良好的油用表现。2011年牡丹籽油被国家卫生部批准为新资源食物<sup>[4]</sup>,正式成为食用油品种。经过近3年的发展,油用牡丹产业受到各级部门的高度重视,已被列为国家积极倡导和重点支持的优势产业项目之一<sup>[5-6]</sup>。

我国油用牡丹开发利用已经起步,传统牡丹栽植地

区抓住机遇,积极出台扶持政策,迅速扩大种植规模,其经济效益、社会效益和生态效益初见成效,但在油用牡丹种苗繁育等方面仍不可避免地面临很多问题<sup>[7]</sup>。现通过对我国目前油用牡丹的繁殖技术研究成果进行综述,以期油用牡丹繁殖栽培技术体系的制定提供依据,更好地服务于油用牡丹产业化发展。

## 1 发展油用牡丹的意义

随着我国人口增长和经济水平的提高,食用油需求量迅速增长,但我国油料作物增速有限,约60%的食用油仍需进口,远远超出国际警戒线<sup>[8]</sup>。油用牡丹作为我国特有木本油料作物,其籽油的开发利用为提高食用油产量、保障食用油质量、减少对外依赖、保障我国粮油安全提供了保证,也为我国食用油的“木本化”开辟了新途径<sup>[7]</sup>。

油用牡丹指具有较高结实性且出油率高(22%以上)的牡丹品种或资源类型<sup>[6]</sup>。目前我国在生产中大力推广的油用牡丹的良种主要有凤丹牡丹和紫斑牡丹两大系列品种<sup>[5]</sup>。相对于其它油料作物,油用牡丹具有生

**第一作者简介:**杨振晶(1990-),女,山东无棣人,硕士研究生,研究方向为园林植物种质资源研究与应用。E-mail:yangzhenjing1990@163.com.

**责任作者:**褚鹏飞(1982-),男,山东安丘人,博士,讲师,现主要从事园林植物生理生态等研究工作。E-mail:truework@163.com.

**基金项目:**国家“863”高技术研究发展计划资助项目(2011AA090704);聊城大学博士基金资助项目(318051313)。

**收稿日期:**2015-07-27

## Research on Preservation Techniques and Status of Loquat Fruit

WEN Xinyu, SUN Weihong, XIONG Shujian

(School of Food and Biology Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang, Jiangsu 212013)

**Abstract:** Loquat is one of characteristic fruit in Southeast China and rich nutritious, but loquat easily decay postharvest and is not easy to storage, so the study of postharvest fresh-keeping method of loquat has become an urgent problem and research focus. At present, the main technical method of loquat's fresh-keeping are physical method, chemical method, film preservation method, biological control, etc. The research status of the above techniques and methods at home and abroad were reviewed. The existing problems of loquat fresh-keeping were discussed and the future development prospects of loquat fruit's preservation methods were looked forward.

**Keywords:** loquat; preservation techniques; research status