

大樱桃采后病害、生理及保鲜技术研究进展

洪静华¹, 侯玉婷¹, 吴效刚¹, 危春红¹, 仇钰奕²

(1. 南京信息工程大学 语言文化学院, 江苏 南京 210044; 2. 暨南大学 文学院, 广东 广州 510004)

摘 要:大樱桃果实味美形娇, 营养丰富, 医疗保健价值颇高, 深受消费者喜爱。但大樱桃采后易发生褐变进而腐烂, 严重影响其商品价值。现对大樱桃采后病害、生理和相关保鲜技术进行了综述, 着重介绍了大樱桃贮藏期生理变化, 详细叙述了大樱桃的保鲜方法, 指出了各保鲜方法的优缺点, 总结了存在的问题, 展望了未来贮藏保鲜技术的发展方向, 旨在为大樱桃贮藏保鲜提供理论参考。

关键词:大樱桃; 采后生理; 保鲜技术; 研究进展

中图分类号:S 662.509⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)23-0194-05

大樱桃(*Prunus avium* L.)果实因颜色鲜艳、玲珑剔透、口味香甜、营养丰富而深受人们青睐。我国大樱桃采后贮藏期间因皮薄汁多易产生病害, 进而发生褐变现象导致果实腐烂, 给大樱桃产业的发展带来极大困难, 现有的保鲜技术因各种局限性已不能完全满足大樱桃保鲜的需要, 因此对采后大樱桃病害、生理变化和保鲜技术的研究具有重大现实意义和商业价值。

1 大樱桃采后病害

根据大樱桃的病原、发病原因等可将大樱桃的采后病害分为侵染性病害和非侵染性病害。侵染性病害是指由各种真菌、细菌等引起的褐斑病、流胶病、干腐病、根癌病、细菌性穿孔病等。非侵染性病害是指低温引起的冻害、机械伤造成的皮肉伤、内含物变化造成的生理病害等。

2 大樱桃采后生理变化

2.1 呼吸作用

大樱桃果实在贮藏过程中 O₂ 浓度降低, 有氧呼吸受阻; CO₂ 浓度升高, 造成果实生理失调。在采后 1~4 d 出现呼吸高峰, 早熟品种的呼吸强度高于晚熟品种, 呼吸强度高达 CO₂ 1 000~1 400 mg·kg⁻¹·h⁻¹, 极易发生腐烂变质^[1]。大樱桃呼吸强度随温度变化而变化, 温度每升高 10℃, 呼吸强度提高 1.5 倍。低温对樱桃果实

的呼吸有抑制作用, 因此, 在温度高的季节里, 采用预冷排出田间热和呼吸热减缓果实生理代谢可达到延长保鲜期的目的。

2.2 乙烯作用

乙烯是果实成熟催化剂, 在樱桃贮藏过程中果实向外释放乙烯, 促进果实生理活动, 加速衰老。尽管采后樱桃的乙烯释放率一直较低, 最大释放速率不足 1.5 μL·kg⁻¹·h⁻¹, 但与衰老有密切关系。HARTMANN 等^[2]研究表明樱桃成熟过程中乙烯释放大增, 进入后熟阶段时乙烯释放量显著上升, 直到果实完全成熟。

2.3 酶的变化

樱桃贮藏过程中多酚氧化酶(PPO)、苯丙氨酸解氨酶(PAL)活性升高, 果肉发生褐变; 过氧化物酶(POD)可降解果实中的吲哚乙酸, 引起果实衰老。但随着褐变进一步加深, PAL、PPO、POD 活性又有所下降, 且当果实受到热处理后 3 种酶活性受到抑制但褐变仍在进行, 表明酶促反应并不是果实褐变的唯一原因^[3]。在果实成熟过程中脂氧合酶(LOX)破坏细胞膜, 紊乱果实生理代谢加速机体衰老。BARRETT 等^[4]发现随着多聚半乳糖醛酸酶(PG)、果胶甲酯酶(PG)、β-半乳糖苷酶(β-Gal) 3 种酶活性升高, 果实软化随之发生。

2.4 营养成分变化

樱桃果实中含有丰富的营养物质, 樱桃铁含量近 60 mg/100g, 居于水果首位; 维生素 A 含量高于苹果、橘子 4~5 倍。在贮藏过程中由于失去外界养分供应自身呼吸作用消耗了体内营养, 导致可溶性固形物含量、维生素 C 等呈下降趋势^[5]。但不同的营养物质下降速度差异较大。可滴定酸和维生素 C 含量下降速度快于可溶性固形物含量, 因此果实糖酸比失调, 果实风味受到影响^[6]。

第一作者简介:洪静华(1990-), 女, 硕士研究生, 研究方向为大樱桃保鲜技术。E-mail:18351815676@sina.cn.

基金项目:国家公益性行业科研专项资助项目(GYHY201306064); 国家社科基金后期资助项目(12FZW050); 江苏高校哲学社会科学基金资助项目(2014SJB071)。

收稿日期:2015-07-27

3 大樱桃采后保鲜方法

3.1 物理保鲜方法

3.1.1 气调保鲜 气调保鲜是指控制贮藏环境中气体比例从而抑制樱桃果实呼吸,减少养分消耗延长果实寿命的技术。大型气调库建造成本高昂不适合散户经营的经销模式,微型气调箱使用方便成本低,适合果蔬物流运作。王宝刚等^[7]研究发现 12%~15% CO₂ + 6% O₂ 浓度的气调箱贮藏“美早”和“萨米脱”樱桃 60 d 后果实品质仍保持较好。在维持可溶性固形物含量方面并无显著效果,但较好地保持了果实硬度,延缓了可滴定酸和维生素 C 含量的下降。但王宝刚的另一试验显示贮藏环境中 CO₂ 和 O₂ 的浓度分别控制在 11%~12% 和 9%~10% 保鲜 60 d 后“艳阳”樱桃仍具有良好品质,此处理显著降低了果实的病害发生率。说明不同品种的不同工艺参数不尽相同,因此需进行相关试验研究发挥气调保鲜的最大效果。TIAN 等^[8] 试验表明低 O₂ 高 CO₂ 的 CA 环境有利于保持水果品质,REMEN 等^[9] 的试验表明提高樱桃贮藏环境内 CO₂ 浓度到 17% 保鲜 7 d 后延长了果实保质期。气调保鲜技术与其它保鲜技术结合使用往往效果更好,如 1-MCP 和 MAP 复合处理、冷藏结合自发气调包装等,所以应大力发展气调保鲜的相关技术,如采摘后的快速预冷、贮藏堆放技术、出入库的运输等,发挥气调保鲜的最大优势。

3.1.2 低温保鲜 大樱桃成熟时正值初夏,温度偏高,呼吸强度随温度的升高而增强,因此需通过降温以降低相关酶活性,达到保鲜目的。低温保鲜是指降低水果贮藏环境的温度从而抑制果实内相关酶活性,减少呼吸消耗从而延长果品保质期的目的。大樱桃属于冷敏性水果,低温可降低代谢速度,大樱桃的适宜冷藏温度为 0~1℃,相对湿度为 90%~95%,该条件下可贮藏樱桃 30~40 d。王志华等^[10] 的研究发现低温能抑制果实生理代谢,延长果品货架期,“雷尼”樱桃适合在 -1~1℃ 的环境中贮藏 50 d,腐烂率能控制在 5% 以下,“美红”樱桃适合在 -1~2℃ 贮藏 30 d。说明不同樱桃的不同品种对温度的贮藏要求各不相同。低温驯化是指在樱桃等果蔬贮藏前采用多步短时间降温处理的保鲜技术,刘璐等^[11] 的研究发现逐步低温驯化可减少维生素 C 损耗,保持可溶性固形物含量,抑制丙二醛含量上升,提高各种酶活性,保鲜樱桃 70 d 时腐烂率仅为 12.22%,保鲜效果最佳。低温结合气调包装贮藏效果更加显著,可控制腐烂率在 10% 以内^[12]。

3.1.3 热处理保鲜 樱桃果实细胞膜上的感温体系受热后释放诱变剂,诱导热激蛋白改变果实细胞结构,形成屏障,从而使果实免受病原菌等微生物的侵害。FENG 等^[13] 试验结果显示,热处理“Bing”樱桃可减轻果

实表面的真菌感染从而降低腐烂率延长保鲜期。刘尊英等^[14] 研究表明 42℃ 热水处理甜樱桃 10 min 后贮藏,处理组的果实感官显著高于对照组,且明显抑制了各种酶活性的上升。热水添加维生素 C 处理效果更佳。热处理技术因操作简单,成本低廉,但只是作为辅助性的采后处理方式,温度过高或处理时间过久都会对樱桃的果实风味造成影响,因此,不同樱桃的不同品种的热处理工艺参数是今后研究的重点。

3.1.4 辐射保鲜 辐射保鲜是一种用高能射线杀灭果实中的病原微生物达到保鲜效果的技术。NEVEN 等^[15] 研究表明 300 Gy 伽马-射线处理樱桃果实置于 0℃ 环境下贮藏 14 d,腐烂率显著低于对照组,保鲜效果较好。戚蓉迪等^[16] 发现 0.41 kGy 的电子束处理智利樱桃并于 4℃ 环境下 15 d 后,处理组的可溶性固形物含量和果实色泽并无显著变化,但总花青素含量、果实硬度均显著高于对照组。较高剂量电子束处理的总花青素含量低于对照组,说明不当剂量的电子束处理会造成相反效果。辐射保鲜安全环保、适应面广,近几年在水果杀虫消毒方面取得很大成功,应用前景广阔。

3.1.5 减压保鲜 减压保鲜是用降低大气压力从而抑制果实呼吸来保鲜水果的技术。姚瑞祺等^[17] 用不同减压处理保鲜水蜜桃,结果显示 20 kPa 压力保鲜水蜜桃效果最佳,褐变指数仅为 2%,可贮藏 49 d,且果实硬度保持较好,可溶性固形物含量和维生素 C 含量维持较好。这与伍培等^[18] 研究的 15~25 kPa 适合于樱桃贮藏的结论基本一致。但减压保鲜成本大、不易操作,影响果实品质,因此难以大范围推广。

3.2 化学保鲜方法

3.2.1 化学保鲜剂保鲜 化学保鲜是指在果实表面涂抹化学保鲜剂,保护细胞膜,延缓果实衰老与变质。化学保鲜剂使用方便、效果显著,但如何确保化学保鲜剂的使用安全问题有待进一步研究。噻霉酮具有高效、低残留等优点,被广泛应用于果蔬病害防治。陈茂铨等^[19] 研究显示 1 000 mg/L 的噻霉酮保鲜樱桃 40 d 时好果率高达 86.2%,比对照组高出 21.9%,保鲜效果显著。李咏富等^[20] 研究发现用活性炭和酸性高锰酸钾制备的乙烯脱除剂保鲜大樱桃 63 d 腐烂率仅为 13.3%,失水率低于 1%,达到了很好的保鲜效果。且活性炭可循环使用,此种保鲜剂成本低。1-甲基环丙烯(1-MCP)是乙烯抑制剂,能阻断乙烯与受体的正常结合,抑制与果实后熟相关的一系列生理生化反应。具有无毒、高效等优点,适合绿色农业的发展要求。胡树凯等^[21] 用不同浓度的 1-MCP 处理大樱桃果实,结果表明贮藏 20 d 时 0.5 μL/L 1-MCP 的保鲜效果最佳,且高浓度的 1-MCP 有利于增加大樱桃果实的可溶性蛋白质含量,提高果实风味。这与王凤霞等^[22] 研究 1-MCP 对可溶性固形物含量影响极小的结论

稍有出入。但 1-MCP 的处理浓度具有很强的特异性,因此在生产实践中需要进一步研究。 ClO_2 是国际公认的果蔬保鲜剂,杀菌过程无残留,被 WHO 列为 A1 级安全消毒剂^[23]。唐玲等^[24]用 3 种浓度的二氧化氯(ClO_2)对樱桃进行熏蒸处理后分别用纸盒和聚乙烯薄膜包装,结果表明 20 mg/L ClO_2 处理可明显延长樱桃果实的贮藏期,这与汪勇^[25]采用 ClO_2 保鲜西乡樱桃的试验结论一致。陈嘉等^[26]研究不同薄膜对樱桃贮藏效果的影响,结果显示用 PVC 薄膜包装 10 kg 樱桃在 0℃ 下贮藏 60 d 仍能保持新鲜品质。

3.2.2 涂膜保鲜 魔芋葡甘露聚糖(KGM)是从魔芋中提取而得的可溶性膳食纤维,具有良好成膜性、抗菌性。李彦军等^[27]用 KGM- TiO_2 复合薄膜保鲜樱桃,KGM- TiO_2 有效提高了樱桃的保鲜程度,但复合膜对果实的保水性和透气性较差,将来试验中引入疏水基团提高复合膜的保鲜性能是今后的研究重点。漂白紫胶是紫胶虫寄生在植物上分泌的天然树脂,具有较好的成膜性能,抑制果实的气体交换,从而降低呼吸强度减缓生理活动,保持水分和营养物质的散失。甘瑾等^[28]用不同浓度的漂白紫胶溶液涂膜保鲜甜樱桃,结果显示 2% 漂白紫胶溶液+1.5% CaCl_2 组合处理对樱桃保鲜效果最佳,该处理组的樱桃腐烂率比对照组降低了 74.37%,维生素 C 含量比对照组提高了 29.92%,差异极显著。

3.3 生物保鲜方法

3.3.1 天然提取物保鲜 天然提取物是从动植物中提取生物活性物质,该物质能抑制樱桃果实表面微生物活性和酶的活力,降低果实生理代谢。天然提取物安全环保无副作用,因此是保鲜技术的一大发展趋势。从苦豆子的种子胚乳中提取的半乳甘露聚糖因具有增稠性可作为保鲜剂。叶文斌等^[29]的试验显示苦豆子半乳甘露聚糖保鲜水蜜桃 6 d 时,处理组的好果率高于对照组 27%,原因是半乳甘露聚糖分子间相关作用形成三维网状结构,具有保水和抑制呼吸功能,从而达到保鲜功效。八角茴香精油可抑制果品中的致腐微生物,其自身具有抗氧化性,可作为天然防腐剂应用于水果保鲜。王建清等^[30]用八角茴香提取物保鲜樱桃,结果显示 0.1% 八角茴香提取物结合 1% 壳聚糖保鲜樱桃效果最好。该浓度下保鲜的大樱桃在贮藏 7 d 后腐烂率低于对照组近 30%;同时维生素 C 含量和可滴定酸含量均远高于对照组。脱脂大豆粕生产的大豆分离蛋白具有良好的阻隔性、成膜性,因此可作为天然安全的水果保鲜涂膜材料。刘开华等^[31]试验显示 5% 大豆分离蛋白溶液组合 200 mg/kg 茶多酚涂膜保鲜樱桃效果显著,该处理的樱桃保鲜期延长了 6 d。丁香精油、茶树精油、百里香精油、肉桂精油等可抑制导致樱桃果实腐烂的各种病原真菌,由此降低腐烂率,但目前关于此类的研究并不深透,

因此需分离鉴定果实采后病原菌研究其生物特性^[32]。

3.3.2 微生物拮抗保鲜 微生物拮抗保鲜是指微生物产生抗菌物质,抑制或杀死果实中的有害微生物,或与有害微生物竞争水果中的糖类等营养物质,阻止储存期间水果维生素 C、糖含量和超氧化物歧化酶(SOD)活性的下降,从而达到防腐保鲜的目的。壳聚糖膜层具有阻水性,可阻碍气体分子穿透果实,形成微气调环境,抑制果实呼吸。张艳飞^[33]用不同浓度的巯基化壳聚糖(CS)对樱桃涂膜保鲜,结果显示 10 g/L 的溶液可保鲜樱桃 21 d 以上,并且离子锌与 CS 溶液组合保鲜比单纯 CS 溶液保鲜效果更好。此外,壳聚糖结合其它溶液保鲜樱桃效果更佳,舒康云等^[34]研究发现,1.0% 甘草提取物组合 1.5% 壳聚糖保鲜樱桃效果最好,该溶液处理的樱桃与对照组相比,保鲜期延长了 1 倍。此外 2.0% 茶多酚组合 1.5% 壳聚糖也能取得较好保鲜效果^[35]。陈茂铨等^[19]用溶菌酶处理樱桃,结果显示溶菌酶降低了樱桃的苹果酸脱氢酶活性、维持了有机酸含量,保持了果实品质。

3.4 其它保鲜方法

除上述方法外,用于大樱桃保鲜的方法还有很多,例如 SO_2 杀菌包装技术,聚乙烯复合膜包装技术、防雾性能保鲜膜包装、涂膜结合氩气 MAP 保鲜、涂膜结合充氮技术保鲜、1-MCP 结合 ClO_2 , 西班牙发明的芦荟凝胶涂层处理等,可根据具体情况采用适宜的保鲜储藏方式^[36]。

4 结论与展望

近年来,国内外虽研发出了数种大樱桃保鲜技术,但一些保鲜技术的保鲜机理尚不明晰,研究方法较为单一,安全性能有待商榷,缺点弊端太过严重等问题依然制约着大樱桃产业的发展。今后将从以下几方面开展研究工作。

4.1 构建保鲜机制

建设樱桃保鲜加工信息系统和质量控制体系;增强农业科研院所自主开发创新能力,优化农业科技成果转化机制;建立科技创新体系,加大保鲜产业的科技投入;建设以市场为导向、科技为依托、产业化为目标的樱桃采后处理示范和配送中心;将采前和采后处理相结合,实行“冷链”流通,走产、贮、销一体化的道路。

4.2 优化保鲜技术

研究樱桃采后生理、分子生物学、细胞生物学和引发樱桃病变的微生物特性,根据病原微生物、抗菌特性及营养成分筛选适宜的复合抑菌剂;采用质谱技术、同位素示踪技术及超微技术等来探索引起樱桃腐烂变质的机理。研发新型保鲜技术;开发推广综合保鲜技术,研发生物保鲜剂^[37]。

4.3 培育耐贮品种

在广泛种植“8-102”、“巨红”、“拉宾斯”等耐贮藏品种的基础上,建立大樱桃新品种引进、已有品种改良机制,鼓励农业科研机构引进大樱桃新品种,健全樱桃良种繁育体系;运用反义 RNA 技术抑制与大樱桃果实成熟相关基因的表达,改良基因,提高耐贮性。

参考文献

- [1] KIRAKOSYAN A, SEYMOUR E M, NOON K R, et al. Interactions of antioxidants isolated from tart cherry (*Prunus cerasus*) fruits[J]. Food Chemistry, 2010, 122(1): 78-83.
- [2] HARTMANN C. Biochemical changes in harvested cherries[J]. Post-harvest Boil Technol, 1992(1): 231-240.
- [3] 兰鑫哲, 姜爱丽, 胡文忠. 甜樱桃采后生理及贮藏保鲜技术进展[J]. 食品工业科技, 2011(11): 535-538.
- [4] BARRETT D M, GONZALZE C. Activity of softening enzymes during cherry maturation[J]. Food Sci, 1994, 59(3): 574-577.
- [5] ZHOU Y Y, RUAN X F, WU C I, et al. First report of sweet cherry viruses in China [J]. Plant Disease, 1996, 80(12): 1429.
- [6] 焦中高, 刘杰超, 王思新. 甜樱桃采后生理与贮藏保鲜[J]. 果树学报, 2003(6): 498-502.
- [7] 王宝刚, 李文生, 冯晓元, 等. 气调箱贮藏甜樱桃品质变化研究[J]. 中国农学通报, 2011(30): 253-257.
- [8] TIAN S P, FAN Q, XU Y, et al. Evaluation of the use of high CO₂ concentration and cold storage to control of monilinia fructicola on sweet cherries [J]. Postharvest Biology Technology, 2001, 22(1): 53-60.
- [9] REMEN S, FERRER A, NEGUERUELA A I, et al. The effect of CO₂ and O₂ on the quality of Burlat cherries [J]. Acta Hort, 2001, 553: 665-667.
- [10] 王志华, 王文辉, 佟伟, 等. 高 O₂ 和高 CO₂ 浓度以及近冰温贮藏对樱桃保鲜效果的影响[J]. 辽宁农业科学, 2010(5): 28-32.
- [11] 刘璐, 鲁晓翔, 陈绍慧, 等. 低温驯化对冰温贮藏樱桃品质的影响[J]. 食品工业科技, 2015(5): 301-305.
- [12] 李兴友, 付祥钊, 范亚明. 联合气调包装贮藏对樱桃保鲜效果的影响[J]. 保鲜与加工, 2006(2): 18-20.
- [13] FENG X Q, HANSEN J D, BIASI B. Use of hot water treatment to control codling moths in harvest California bing sweet cherries[J]. Postharvest Biology and Technology, 2004, 31: 41-49.
- [14] 刘尊英, 曾明勇, 董士远, 等. 热水结合维生素 C 处理对甜樱桃果实褐变的控制研究[J]. 农业工程学报, 2005(7): 149-152.
- [15] NEVEN L G, DRAKES R. Comparison of alternative postharvest quarantine treatments for sweet cherries [J]. Postharvest Biology and Technology, 2000, 20(2): 107-114.
- [16] 戚蓉迪, 颜伟强, 岳玲, 等. 电子束辐照对进口甜樱桃保鲜效果的影响[J]. 核农学报, 2014(5): 839-844.
- [17] 姚瑞祺, 马兆瑞. 不同减压处理对大樱桃保鲜效果的研究[J]. 保鲜与加工, 2015(1): 20-22, 27.
- [18] 伍培, 周玉礼, 郑洁, 等. 重庆地产樱桃的减压冷藏保鲜研究[J]. 制冷与空调, 2011(2): 112-114, 119.
- [19] 陈茂铨, 朱向秋. 不同防腐剂处理对甜樱桃氧化酶活性及保鲜效果的影响[J]. 浙江农业学报, 2012(3): 445-448.
- [20] 李咏富, 哈益明, 李伟明, 等. 不同处理方式对甜樱桃冰温贮藏效果影响的研究[J]. 核农学报, 2013(11): 1675-1680.
- [21] 胡树凯, 侯景芳, 张冬梅, 等. 1-甲基环丙烯处理对烟台大樱桃“大红灯”贮藏品质的影响[J]. 北方园艺, 2013(24): 142-145.
- [22] 王凤霞, 张鸿, 谢天柱, 等. 1-MCP 处理对“红灯”大樱桃低温贮藏效果的影响[J]. 湖北农业科学, 2013(4): 52-55.
- [23] Purdue University. Food-borne illness; Chlorine dioxide gas kills dangerous biological contaminants [M]. Bio-Terrorism Info, 2002.
- [24] 唐玲, 张孝刚. 二氧化氯对不同包装樱桃贮藏效果的影响[J]. 北方园艺, 2014(15): 127-132.
- [25] 汪勇. 二氧化氯在西乡樱桃保鲜中的应用[J]. 北方园艺, 2008(9): 198-201.
- [26] 陈嘉, 冯志宏, 赵迎丽, 等. 不同种类和容量的薄膜包装对“先锋”樱桃贮藏效果的影响[J]. 北方园艺, 2013(22): 143-145.
- [27] 李彦军, 高艳娟, 王勇, 等. 魔芋葡甘聚糖-聚乳酸复合薄膜的性能表征及保鲜特性分析[J]. 食品科学, 2014(12): 238-242.
- [28] 甘瑾, 马李一, 张弘, 等. 漂白紫胶涂膜对甜樱桃常温贮藏品质的影响[J]. 江苏农业学报, 2009, 25(3): 650-654.
- [29] 叶文斌, 樊亮. 苦豆子半乳甘露聚糖复合涂膜保鲜剂对黄樱桃常温贮藏效果的影响[J]. 现代食品科技, 2013(7): 1591-1595.
- [30] 王建清, 刘光发, 金政伟, 等. 八角茴香提取物对甜樱桃保鲜效果的研究[J]. 食品科技, 2010(5): 186-190.
- [31] 刘开华, 张宇航, 邢淑婕. 含茶多酚的大豆分离蛋白涂膜对甜樱桃保鲜效果的影响[J]. 茶叶科学, 2013(1): 67-73.
- [32] 杜小琴, 何靖柳, 秦文, 等. 甜樱桃果实采后病原菌及植物精油对其抑制效果研究进展[J/OL]. 食品工业科技. <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.1759.TS.20150421.1543.028.html>.
- [33] 张艳飞. 改性壳聚糖在樱桃保鲜剂中的应用研究[J]. 中小企业管理与科技, 2015(1): 324-325.
- [34] 舒康云, 陶永元, 徐成东, 等. 一种可食性涂膜保鲜液对樱桃保鲜效果的影响[J]. 北方园艺, 2013(23): 137-140.
- [35] 陶永元, 舒康云, 张春梅, 等. 茶多酚与壳聚糖复配溶液对樱桃的保鲜效果研究[J]. 食品研究与开发, 2014(8): 115-119.
- [36] STREIFF J. Regulation of postharvest fruit ripening by innovative storage technology [J]. European-asia Symposium on Quality Management in Post-harvest System-eurasia, 2008, 84: 109-113.
- [37] 高海生, 梁建兰, 柴菊华. 果蔬贮藏保鲜产业现状、研究进展与科技支持[J]. 食品与发酵工业, 2008(9): 118-123.

Research Progress on Disease and Postharvest Physiology and Preservation Technology of Large Cherry

HONG Jinghua¹, HOU Yuting¹, WU Xiaogang¹, WEI Chunhong¹, QIU Yuyi²

(1. School of Languages and Cultures, Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing, Jiangsu 210044; 2. School of Humanities, Jinan University, Guangzhou, Guangdong 510004)

DOI:10.11937/bfyy.201523054

番茄实时定量 PCR 内参基因选择的研究进展

王 艳¹, 刘 瑜²

(1. 吉林师范大学 生命科学学院, 吉林 四平 136000; 2. 农业部规划设计研究院, 北京 100125)

摘 要:实时定量 PCR 具有灵敏、准确、高通量等优点,已广泛应用于基因表达分析。常规的实时定量 PCR 关键步骤是选择合适的内参基因进行校正。该文总结了模式植物番茄传统内参基因类型的研究现状,提出了新的内参基因挖掘方法,以期对番茄实时定量 PCR 标准化提供了重要的理论依据。

关键词:番茄;内参基因;实时定量 PCR

中图分类号:S 641.203.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)23-0198-04

基因的表达分析在分子生物学领域应用广泛,在预测新基因、研究基因功能等方面具有重要作用。在转录水平进行基因表达的分析方法包括:生物信息学、构建文库、miRNA 芯片、荧光定量 PCR 和原位杂交等。实时定量荧光聚合酶链式反应(Real-time Fluorescence Quantitative PCR, 简写 RT-qPCR),实现了 PCR 技术由定性到定量的飞跃,目前 RT-qPCR 已成为基因表达研究的重要工具^[1]。RT-qPCR 在转录水平上具有快速、可靠、灵敏度高、特异性强、动态范围广等优点,已广泛应用于基因表达分析,验证基因芯片微阵列数据以及分子诊断等技术^[2]。在利用 RT-qPCR 时,通过表达稳定的内部参照做标准能够准确定量基因的表达水平,即应用内参基因对目标基因的表达进行标准化和校正。内参基因(Reference Genes)是检测基因表达水平变化时常用的参照物,理想的内参在各个组织和细胞中的表达相对恒定,且不受外界条件的影响(如生物和非生物胁迫),最常用的内源性参照基因为持家基因(House-keeping Genes)。持家基因是指不受外部环境的影响,在所有细胞

中均要表达的一类基因,其产物是维持细胞基本生命活动的必需品^[3],由于这些基因个体在各个生长阶段的大多数组织中持续表达或变化很小,高度保守,表达水平受环境影响小,只有启动序列或启动子与 RNA 聚合酶相互作用能够对其产生影响,不受其它机制的调节,而在植物中常被用作内参基因^[4-5]。但迄今为止,没有一种理想的内参基因可应用于所有植物并得以稳定表达,甚至同种植物不同组织或生长时期,选取的内参基因也不尽相同,如错误的使用内参基因,则无法对基因表达的微小差异进行判断,甚至会引致错误得出相反的结论^[6]。因此,在 RT-qPCR 分析中选择内参基因至关重要。为了获得可靠的试验结果,在定量 PCR 分析中,必须根据样品的不同选择最合适的 1 个或 1 个以上的内参基因进行校正,以尽可能除去不稳定因素。

番茄是研究果实发育的经典茄科模式植物,在番茄 RT-qPCR 的研究中应用如 β -actin、Ubiquitin、18SrRNA、GAPDH 等多种内参基因,尤其随着 microRNA 已成为植物研究的热点问题,在番茄 microRNA 表达研究过程中,RT-qPCR 是最有效的方法之一。转录效率可以通过使用内参基因校正,弥补制备过程中样本差别,使目的基因在不同样本之间具有可比较性,获得可靠结果^[7]。内参基因已经成为番茄 RT-qPCR 研究基因表达的重要内容。大量文献报道中采用传统内参基因对各种番茄

第一作者简介:王艳(1972-),女,本科,助理研究员,研究方向为生物学。E-mail:jlsfwangyan1111@126.com.

责任作者:刘瑜(1982-),女,硕士,工程师,研究方向为农产品加工。E-mail:skliuyu@163.com.

收稿日期:2015-07-24

Abstract: Large cherry is sweet and colorful, supplied with nutrients, and has a high value of medical care, popular in mass. But browning and rot happened frequently during preservation, which seriously influenced its commodity value. The research progress on large cherry disease, postharvest physiology and storage method in recent years were mentioned, research on regularity of physiological changes were discussed in detail, preservation method were also mentioned, unsolved problems were pointed, and the feasible research directions was prospected, which might provide subservient references for storage of large cherry in the future.

Keywords: large cherry; postharvest physiology; preservation technology; research progress