

# 草莓保鲜技术研究进展

李梦钗

(河北省林业科学研究院 河北 石家庄 050061)

**摘要:** 对草莓保鲜技术的物理方法和化学方法进行了综述, 指出化学药剂残留对人体的危害性, 并进一步阐述了草莓新型保鲜剂的应用及臭氧处理等, 并对今后的主要研究方向进行了讨论。

**关键词:** 草莓; 保鲜; 研究进展

**中图分类号:** S 668.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)12-0210-03

草莓(*Fragaria ananassa* Duch)系蔷薇科草莓属多年生常绿草本植物, 原产于欧洲, 于20世纪初引入我国<sup>[1]</sup>。草莓口味鲜美, 营养价值高, 市场需求量日增。但由于草莓的果皮极薄, 在采摘、搬运和贮藏过程中很容易受到机械损伤, 引起草莓腐烂变质; 同时, 草莓果皮表面存在大量的微生物, 在常温下放置1~2 d就开始变色、变味以致腐烂, 商品率迅速下降。因此, 研究与掌握草莓的贮藏保鲜技术具有重要的现实意义。

## 1 物理方法

### 1.1 低温冷藏

低温冷藏(2~5℃)是草莓保鲜的主要方法, 一般认为, 草莓果实的适宜贮藏温度为0℃, 相对湿度为90%~95%<sup>[2]</sup>。郑重禄等<sup>[3]</sup>认为, 草莓果实在近冰点温度条件下进行贮藏能显著地抑制呼吸作用, 降低呼吸代谢, 并且使周围寄生、腐生微生物的滋生繁殖降低到最低限度, 从而延长保鲜期。另一种低温贮藏方法是速冻, 速冻过程降温快, 其间生成细小的冰晶, 使细胞免遭损伤, 解冻后汁液流失少, 能较好地保持原有的外观与鲜度。刘宝林等<sup>[4]</sup>提出, 将草莓贮藏于-75℃低温条件下使果实玻璃化, 其保鲜效果明显优于一般的保鲜方法。

### 1.2 辐射贮藏

辐射保鲜主要利用γ射线以及加速电子、X射线穿透有机体时使其中的水和其它物质发生电离, 生成游离基或离子的原理, 对贮藏的水果起到杀菌、防霉和调节生理生化效应。草莓低剂量辐射保鲜, 可以抑制草莓腐败, 延长货架期, 并且保持原有的质地和风味。荣瑞芬等<sup>[5]</sup>研究短波紫外线辐照对草莓贮藏效果的影响, 结

果表明, 低温条件(0±1)℃下, UV2C处理能延缓草莓的转红, 推迟后熟, 显著降低发病率。David等<sup>[6]</sup>研究证明UV2C处理能抑制真菌对果实的感染, 认为是紫外线辐照使果实抗性得到了提高。但是也有报道认为, 超过2 000 Gy剂量会引起草莓质地和色泽变化。赵永富等<sup>[7]</sup>用Co60-γ射线辐照草莓果实, 减缓了果胶降解速度并减少了果胶降解量, 从而保持果实硬度, 显著地提高保鲜效应。试验结果认为, 在4℃低温条件下, 3 000 Gy为最适辐照剂量; 在20℃室温条件下, 4 000 Gy为最适辐照剂量。此外, 中低剂量的辐照处理在一定程度上延缓了草莓果实的后熟, 降低了发病率, 但大剂量却加速草莓果实组织软化。如Zegota等<sup>[8]</sup>用2 500~3 000 Gy的γ射线引起草莓的失色。这可能与不同的草莓品种对辐照的耐受剂量存在差异有关。刘超<sup>[9]</sup>研究认为, 丰香草莓在室温条件下(自然室温, 最高温度25℃), 其辐照保鲜的适宜剂量为2 500~3 500 Gy的γ射线。目前, 有些国家已经应用中剂量射线控制草莓果实腐烂率。

### 1.3 气调贮藏

草莓气调贮藏是研究较多的实用技术之一。该技术主要包括高CO<sub>2</sub>、纯氧和纯氮贮藏。顾采琴等<sup>[10]</sup>用CO<sub>2</sub>(10%、20%)处理草莓果实并分别贮藏于低温(5±1)℃和常温(20±1)℃下, 统计好果率和测定部分生理指标。结果表明, 高浓度CO<sub>2</sub>使草莓在低温下贮藏7 d后好果率为80%~90%; CO<sub>2</sub>可抑制果实内源乙烯和脱落酸的生成, 抑制纤维素酶活性, 对花青素的分解有延缓作用。高浓度CO<sub>2</sub>对延长草莓贮藏期和抑制果实内源乙烯及脱落酸生成、纤维素酶活性上升等作用明显。然而, 高CO<sub>2</sub>贮藏有时也会引起果实伤害。为了避免高CO<sub>2</sub>的负面效应, 郑永华<sup>[11]</sup>提出用纯氧技术贮藏草莓。研究表明, 在冷藏前期, 纯O<sub>2</sub>促进果实的呼吸上升和可滴定酸下降; 而在冷藏后期, 纯O<sub>2</sub>抑制果实的呼吸代谢, 延缓果实硬度和VC的下降, 降低果实的腐烂。特

作者简介: 李梦钗(1972-), 女, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向为果品采后保鲜与病虫害防治。

基金项目: 国家林业局“948”资助项目(2008-4-65)。

收稿日期: 2010-03-31

别是进入货架期后, 纯  $O_2$  处理仍有明显的“残留”效应, 对抑制果实呼吸和腐烂及保持果实品质均有良好的效果。

#### 1.4 减压贮藏

减压贮藏又称低气压贮藏和真空贮藏等, 是在冷藏和气调贮藏的基础上进一步发展起来的一种特殊的气调贮藏方法。它是将热带果蔬置于密闭容器或密闭库内, 用真空泵将容器或库内的部分空气抽出, 使内部气压降到一定程度, 同时经压力调节器输送新鲜湿润的空气(相对湿度 80%~100%), 整个系统不断地进行气体交换, 以维持贮藏容器内压力的动态恒定和保持一定的湿度环境。在低气压条件下, 抑制热带果蔬的呼吸作用, 降低空气中氧气的含量, 阻止热带果蔬贮藏期间的乙烯、乙醇等有害气体积累, 从而延长其货架期<sup>[12]</sup>。

#### 1.5 预处理

钱玉梅等<sup>[13]</sup>研究了采后预温处理对草莓果实贮藏保鲜的影响, 结果表明, 冷藏 5℃条件下, 贮前 50℃预热处理 30 min 的果实腐烂率最低; 室温贮藏 19~21℃条件下, 50℃预热处理 30 min、5℃预冷处理 30 min 的果实腐烂率最低; 贮藏前期, 果实中超氧化物歧化酶(SOD)活性、丙二醛(MDA)含量不断上升, 预热处理能明显提高果实的 SOD 活性; 贮藏后期, 果实 SOD 活性不断下降, MDA 含量持续上升, 预处理能显著抑制果实 SOD 活性的下降和 MDA 含量的增加。

### 2 化学方法

#### 2.1 过氧乙酸

过氧乙酸是一种高效、低毒、广谱性强力杀菌剂, 能抑制霉菌、酵母菌及细菌的生长, 对繁殖体、芽孢、真菌、病毒等均有高度杀灭效果。但是, 低浓度过氧乙酸难于发挥抑菌作用, 而浓度过高时, 草莓果实容易发生脱色反应, 失去原有光泽, 而且组织结构受损, 抗菌性下降, 更易腐败。李和生等<sup>[14]</sup>提出, 用 0.1%过氧乙酸浸渍草莓 10 min 左右效果较好。因此, 必须严格控制好过氧乙酸的使用浓度。

#### 2.2 脱水醋酸

脱水醋酸是一种广谱性食品防腐剂。迟玉杰等<sup>[15]</sup>将刚采摘的草莓浸泡于 0.25%~0.5%脱水醋酸溶液中 30 s 可有效地抑制浆果类果实霉变, 延长贮藏期。

#### 2.3 植酸

植酸也是一种无毒的天然食品抗氧化剂。植酸对草莓的作用主要表现在对果实色泽的保护, 单一使用更易使草莓发生霉烂, 李和生等<sup>[14]</sup>研究认为, 植酸处理草莓浓度以不超过 0.15%为好。章一平等<sup>[16]</sup>提出, 0.1%或 0.15%植酸处理可延缓草莓 VC 含量下降, 维持果实中可溶性固形物与有机酸含量。但是由于它对霉菌引起的腐烂抑制作用还比较薄弱, 应该与其它杀菌防腐剂

配合使用, 才能更好地发挥其作用。

#### 2.4 1-MCP 处理

1-MCP(1-甲基环丙烯)是一种乙烯抑制剂, 能够强烈抑制乙烯诱导的成熟作用, 明显延长水果的贮藏寿命<sup>[17]</sup>。李志强等<sup>[18]</sup>研究表明, 转色期丰香草莓经 0.3~0.9  $\mu\text{L/L}$  1-MCP 处理后果实呼吸速率与脂氧合酶(LOX)活性下降, SOD 活性上升, 超氧阴离子产生速率、 $H_2O_2$  积累和 MDA 含量等下降, 因此果实贮藏品质明显提高。

### 3 新技术应用

#### 3.1 新型保鲜剂

3.1.1 链霉菌 702 发酵液 钟敏等<sup>[19]</sup>采用链霉菌 702 发酵液对草莓的防腐保鲜效果进行了研究。通过测定不同处理草莓的含糖量、VC 变化和腐烂指数及重要的贮藏外观表明, 链霉菌 702 发酵酒精浸提稀释 50 倍液和 250 mg/L 纳他霉素处理的草莓的糖降解进度减缓, VC 含量维持较高含量, 腐烂指数明显低于对照, 且链霉菌 702 发酵液处理优于 250 mg/L 纳他霉素处理。试验结果表明, 链霉菌 702 发酵液对草莓有较好的保鲜效果, 可有效的降低微生物的生长。

3.1.2 茶多酚 王绍美<sup>[20]</sup>采用茶多酚复合保鲜剂处理草莓, 在 4℃低温下贮藏半个月, 好果率达 90.9%, 比单一使用茶多酚和清水处理的好果率提高 40.2%~64.5%, 果实呼吸强度和透性变化平缓, 外观和内部品质得到良好保持, 细胞中活性氧自由基清除系统中的 VC 和 SOD 活性能维持一定水平。

#### 3.2 臭氧处理

$O_3$  是一种强氧化剂, 在和菌体接触后, 可快速扩散并渗透到菌体的细胞壁, 其强烈的氧化作用使菌体蛋白变性, 破坏菌体酶系, 致使菌体正常的生理代谢失调, 最终将菌体杀灭。臭氧的灭菌特点是杀菌广谱和杀灭速度快, 与常用的化学消毒剂如过氧乙酸、高锰酸钾、二氧化硫(硫磺重蒸)等相比, 臭氧杀死病原菌范围更广, 效率更高, 速度更快, 并且不会产生化学残留物。使用后不需通风换气, 具有扩散性好, 浓度均匀, 无死角等特点。

另外, 臭氧可以分解果蔬成熟过程中释放的乙烯。耿胜荣等<sup>[21]</sup>以草莓(丰香)为试材, 经  $O_3$  处理 3~6 min 后, 在  $(20\pm1)^\circ\text{C}$  下贮藏 4 d, 探讨  $O_3$  处理对草莓果实贮藏品质的影响。结果表明,  $O_3$  处理 3 min 有利于降低草莓果实呼吸强度和腐烂率, 减少可溶性固形物、有机酸和抗坏血酸含量损失, 花青素含量随草莓的硬度降低而增加。Barth 等<sup>[22]</sup>将无刺草莓贮存在 2℃, 0.3  $\mu\text{L/L}$  臭氧的贮藏环境中, 真菌生长受到了抑制, 而对照 20%的样品腐烂, 且臭氧不会导致明显的损伤缺陷, 表面颜色可保持 12 d。Perez A G<sup>[23]</sup>等人研究表明, 2℃, 0.3  $\mu\text{L/L}$

臭氧处理的草莓中VC的含量远远高于对照组,经臭氧处理和未经臭氧处理的草莓中,蔗糖转化为葡萄糖和果糖的方式也大不相同,随着蔗糖含量的降低,对照组中的还原糖增加,而臭氧处理过的草莓蔗糖含量降低并未伴随有还原糖的增加。对照组与处理组中有机酸的含量没有明显的差别。

#### 4 结论与讨论

化学防腐剂虽然效果好,价格低,且使用方便,但随着人们生活水平的提高,化学防腐剂对人体的不良影响已引起消费者的关注,安全健康的天然保鲜剂和生物保鲜剂将是今后草莓保鲜的研究方向。

确定不同果品种类、品种在不同温度和湿度条件下的适宜臭氧浓度以及处理后的果品安全性应是今后继续研究的关键问题。

#### 参考文献

- [1] 巩惠芳,杜正顺,汪良驹.草莓贮藏保鲜技术研究进展[J].保鲜与加工, 2008, 45(2): 4-6.
- [2] 乔勇进,王海宏,方强.草莓采后处理及贮藏保鲜的研究进展[J].上海农业学报, 2007, 23(1): 109-113.
- [3] 郑重禄,韩国平.草莓果实的采后生理[J].中国果菜, 1999(3): 12-14.
- [4] 刘宝林,缪松.两种冻藏方法对草莓质量的影响[J].中国果品研究, 1997(2): 13-15.
- [5] 荣瑞芬,于涛.短波紫外线辐照对草莓贮藏保鲜效果的影响[J].食品科学, 2003, 24(1): 146-149.
- [6] David M, Chris W, Jan F, et al. Pulsed white light in combination with UV-C and heat to reduce storage rot of strawberry [J]. Postharvest Biology and technology, 2003, 28(3): 455-461.
- [7] 赵永富,谢宗传,陆兆新.辐照草莓室温贮藏保鲜的研究[J].核农学报, 1999(1): 20-23.
- [8] Zegota H. Suitability of Dukat strawberries for studying effects of irradiation combined with cold storage [J]. Z. Lebensm. Unters. Forsch., 1988, 187: 111-114.

- [9] 刘超.草莓辐照保鲜贮藏及其生理品质变化的研究[J].安徽农业科学, 2003, 31(5): 744-745.
- [10] 顾采琴,朱冬雪.高CO<sub>2</sub>对草莓果实采后生理变化的影响[J].西南农业大学学报, 2000, 22(4): 18-23.
- [11] 郑永华,苏新国,毛杭云.纯氧处理草莓的保鲜效果初探[J].南京农业大学学报, 2001, 24(3): 85-88.
- [12] 夏兵,吉建邦,王海灿,等.热带果蔬保鲜新技术研究进展及发展前景[J].农产品加工·学刊, 2009, 160(1): 23-29.
- [13] 钱玉梅,高丽萍,张玉琼,等.采后预温处理对草莓果实贮藏保鲜效果的影响[J].生物学报, 2006, 23(2): 50-53.
- [14] 李和生,王鸿飞.几种常用化学保鲜剂对草莓贮藏保鲜作用的比较[J].保鲜与加工, 2002(2): 12-14.
- [15] 迟玉杰,赵梦瑞.脱水醋酸对草莓、树莓的保鲜效果研究[J].食品科学, 1995, 4(3): 23-26.
- [16] 章一平,张国平.植酸在草莓保鲜中的应用[J].食品科学, 1993(5): 45-47.
- [17] 葛玉萍,曹有龙,许兴,等.北方常见浆果贮藏保鲜技术研究进展[J].陕西农业科学, 2007(4): 93-96.
- [18] 李志强,汪良驹,巩文红,等.1-MCP对草莓果实采后生理及品质的影响[J].果树学报, 2006(1): 35-38.
- [19] 钟敏,赖崇德,涂国全.链霉菌702发酵液对草莓保鲜作用的研究[J].江西农业大学学报, 2004, 26(3): 20-25.
- [20] 王绍美,赵讲芬,倪军华,等.草莓的保鲜效果及其生理生化特性研究[J].贵州农业科学, 1997, 25(5): 13-16.
- [21] 耿胜荣,段颖,顾振新,等.O<sub>3</sub>处理对草莓果贮藏品质的影响[J].食品与发酵工业, 2003(11): 25-28.
- [22] Barth M M, Zhou G. Ozone storage effect on anthocyanin content and fungal growth in blackberries [J]. Food Sci., 1995, 60: 1286-1290.
- [23] Perez A G. Effect of ozone treatment on postharvest strawberry quality [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1999, 47(4): 1652-1656.

## Achievements of Studies on Fresh-keeping Techniques of Strawberry

LI Meng-chai

(Hebei Academy of the Science Forestry, Shijiazhuang Hebei 050061)

**Abstract:** The fresh-keeping techniques of strawberry included physical storage methods and the chemical storage methods. Considering the adverse aspects of chemical residuals, biological control was tested on strawberry storage in recent years. In addition, the paper introduced the main factors of affecting the storage including fruit characteristics, agricultural managements and environment conditions, and discussed the deficiency of current study and the prospect of strawberry.

**Key words:** strawberry; fresh-keeping; achievements