

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2017.05.031

## 甜樱桃果实采后贮藏保鲜技术研究综述

孟霞<sup>1</sup>, 勒燕飞<sup>1</sup>, 王嘉智<sup>2</sup>, 张利<sup>3</sup>, 康英<sup>3</sup>, 朱欣伟<sup>3</sup>

(1. 壤塘县环境保护和林业局, 四川 壤塘 624300; 2. 若尔盖县环境保护和林业局, 四川 若尔盖 524500;  
3. 阿坝州林业科学技术研究所, 四川 汶川 623000)

**摘要:**近年来,甜樱桃面积和产量不断扩大,但其果实不耐贮藏,研究其果实的贮藏保鲜技术对甜樱桃产业发展具有重要意义。本文从甜樱桃果实采后生理、病害、成熟度对贮藏的影响及贮藏保鲜技术方面综述了近些年国内外对甜樱桃果实采后生理及贮藏保鲜技术的研究。不同的保鲜措施均能在一定程度上减缓果实营养物质含量的下降,降低果实腐烂率,提高贮藏品质。但是目前甜樱桃果实贮藏保鲜措施仍以低温冷藏为主,保鲜效果较差。针对不同地区、不同品种甜樱桃果实寻找无毒、经济、高效的贮藏方式仍是亟需解决的技术问题。另外,需要加强贮藏保鲜技术的推广、果实运输保鲜措施及贮藏配套设施的建设和完善。

**关键词:**贮藏技术;采后生理;成熟度;甜樱桃

中图分类号:S759.8 文献标识码:A 文章编号:1003-5508(2017)05-0128-05

## Research Review on Postharvest Storage Technology of Sweet Cherries

MENG Xia<sup>1</sup> LEI Yan-fei<sup>1</sup> WANG Jia-zhi<sup>2</sup> ZHANG Li<sup>3</sup> KANG Ying<sup>3</sup> ZHU Xin-wei<sup>3</sup>

(1. Environmental Protection and Forestry Bureau of Rangtang Country, Rangtang 624300, China;  
2. Environmental Protection and Forestry Bureau of Ruogai Country, Ruogai 524500, China;  
3. A ba prefecture Institute of Forestry Science and Technology, Wenchuan 623000, China)

**Abstract:** The area and production of sweet cherry has been expanding in recent years. But it is extremely difficult to store and transport sweet cherry fruits, which to some extent hampers the development. Hence, research on storage technology will be of great significance to the development of sweet cherry industry. In this paper, postharvest physiology, diseases, effect of maturity on storage and storage technology in recent years were reviewed. Preservation measures could slow down the decrease rate of nutrients, reduce the rate of rot and improve storage quality. However, the preservation measures of sweet cherry are mainly cold storage with poor effect. It is still an urgent need to find a non-toxic, economical and efficient storage method for different regions and varieties of sweet fruits. In addition, it is necessary to strengthen the promotion of storage technology, research preservation in transit, construct and improve storage facilities.

**Key words:** Storage technology, Postharvest physiology, Maturity, Sweet cherry

甜樱桃 (*Prunus avium*) 属蔷薇科李属樱亚属果树, 又称大樱桃<sup>[1]</sup>。是北方落叶果树中成熟最早的树种之一, 素有“春果第一枝”的美称<sup>[2,3]</sup>。果实色泽艳丽、晶莹美观, 含有适量的碳水化合物、有机酸、维生素、酚类化合物和黄酮类化合物, 具有抗氧化性

能, 有助于预防心血管疾病、癌症、肿瘤及其他与氧化应激相关的疾病<sup>[4]</sup>, 深受广大消费者青睐。甜樱桃栽培面积和总产量也在稳定增长<sup>[5]</sup>。但由于甜樱桃果实皮薄、果肉柔软、多汁, 加之采收季节高温高湿环境使果实生理代谢旺盛, 易出现软化、褐变和

收稿日期:2017-05-04

作者简介:孟霞(1976-),女,四川壤塘人,大学本科,工程师,主要从事经济林木研究及推广工作。

腐烂等现象,不耐贮运<sup>[1]</sup>,常温下货架期一般为7~10天<sup>[6]</sup>,给生产者带来了巨大的损失,不利于甜樱桃产业的发展。近年来,甜樱桃产业快速发展,果实贮藏和长途运输成为了必要。因此,甜樱桃采后的贮运保鲜受到了人们的重视,并开展了大量的研究。本文对甜樱桃不同贮藏方式的保鲜效果进行总结,并对甜樱桃保鲜研究进行展望,以期对甜樱桃贮运保鲜提供参考。

## 1 果实采后生理

甜樱桃果实采后在5℃呼吸强度为10 mg CO<sub>2</sub> · kg<sup>-1</sup> · h<sup>-1</sup>,无明显呼吸高峰<sup>[7]</sup>,属于非跃变型果实。呼吸强度受温度影响较大,温度系数(Q<sub>10</sub>)为2.5,即温度每升高10℃,呼吸强度增加了1.5倍<sup>[8]</sup>。早熟品种果实的呼吸强度高于晚熟品种<sup>[9]</sup>,因此晚熟品种较早熟品种更耐贮藏。同呼吸强度相似,甜樱桃果实在贮藏过程中没有明显的乙烯释放高峰<sup>[10]</sup>,且释放速率较小,但其可能是甜樱桃后熟和衰老进程的启动子<sup>[11,12]</sup>。贮藏过程中会出现可溶性固形物、可滴定酸和养分含量的下降趋势,并出现硬度下降、果柄变色、失水和病害腐烂等,均缩短了果实的贮藏期。

## 2 果实采后病害及病原菌

甜樱桃采后易受微生物侵染,发生褐变而腐烂,其中真菌侵染引起的腐烂损失可占损失的50%。主要病害有青霉病、灰霉病、根腐病、褐腐病、黑腐病和黑斑病等<sup>[13]</sup>。常见的病原菌为扩展青霉(*Penicillium expansum*)、葡萄孢菌(*Botrytis cinerea*)、匍枝根霉(*Rhizopus stolonifer*)、链核盘菌(*Monilinia* sp.)、炭疽菌(*Colletotrichum acutatum*)、链格孢菌(*Alternaria*

*alternata*)等<sup>[14]</sup>。不同产地甜樱桃病原菌略有不同,四川雅安“拉宾斯”低温贮藏过程中病原菌为子囊菌亚门锤舌菌纲柔膜菌目核盘菌科核盘菌(*Sclerotinia sclerotiorum*)和子囊菌亚门粪壳纲肉座菌亚纲肉座菌目生赤壳科螺旋聚孢霉属(*Clonostachys* sp.)<sup>[15]</sup>;大连的“雷尼”和“拉宾斯”、河北的“红灯”和山东的“拉宾斯”低温贮藏中致病菌主要为子囊菌亚门子囊菌纲柔膜菌目链核盘菌属(*Monilinia*)、炭疽病菌半知菌亚门黑盘孢目桃炭疽盘长孢菌(*Gloeosporium laetialor*)、半知菌亚门丝孢目链格孢属(*Alternaria alternata*)和半知菌亚门丛梗孢目葡萄孢属(*Botrytis cinerea*)<sup>[16]</sup>。不同致病菌最佳生长条件和保鲜剂的抵抗力不同,如半知菌亚门丛梗孢目葡萄孢属(*Botrytis cinerea*)病原菌低温条件下无伤接种染病率(83.3%)高于常温条件下(33.3%)<sup>[16]</sup>。因此不同产区需在对甜樱桃贮藏过程中病原菌充分了解的基础上,选择合适的贮藏条件和方法。

## 3 果实采收成熟度对贮藏品质影响

果实的成熟伴随着一系列的生理和化学变化,采收成熟度影响果实的商品特性和贮藏期长短<sup>[17]</sup>。通过已有研究可以看出不同品种的最佳采收期略有差异(表1),主要是因为采收期影响果实的大小、口味和好果率等。红色甜樱桃表面蜡质层随成熟度增加而加厚,可以降低水分散失、抵御微生物侵染和调节气体交换,从而有利于果实贮藏,但成熟度高的果实易发生电解质外渗,从而影响贮藏效果<sup>[18]</sup>。“大紫”采收过早,影响果实口味,贮藏后品质差,好果率低;采收过晚,贮藏后期腐烂率较高;而“那翁”果实成熟度对贮藏果实品质影响较小,主要影响果实的好果率<sup>[17]</sup>。适宜的晚采有利于果实商品特性的

表1 不同品种甜樱桃果实最佳采收期

Tab. 1 The optimum harvest time of different varieties of sweet cherry

| 品种  | 产地      | 采收期 | 判断标准  | 参考文献 |
|-----|---------|-----|---|------|
| 大紫  | 北戴河     | 九成熟 | 果面呈粉红色  | [17] |
| 那翁  | 北戴河     | 八成熟 | 果面呈黄色   | [17] |
| 先锋  | 山东烟台    | 八成熟 | —   | [21] |
| 红灯  | 辽宁大连    | —   | 果实深红色(成熟度高)   | [22] |
| 晚红珠 | —       | —   | 果实淡红色(成熟度低)   | [20] |
| 先锋  | 山东烟台和栖霞 | 八成熟 | TSS:15.5%~17.5%;FF:8.0 kg·cm <sup>-2</sup> ~9.0 kg·cm <sup>-2</sup> | [23] |
| 拉宾斯 | 山东烟台和栖霞 | 八成熟 | TSS:12.5%~15.0%;FF:6.5 kg·cm <sup>-2</sup> ~7.5 kg·cm <sup>-2</sup> | [23] |
| 红丰  | 山东烟台和栖霞 | 七成熟 | TSS:16.5%~18.5%;FF:7.0 kg·cm <sup>-2</sup> ~10 kg·cm <sup>-2</sup>  | [23] |
| 雷尼  | 山东烟台和栖霞 | 七成熟 | TSS:12.0%~13.5%;FF:5.5 kg·cm <sup>-2</sup> ~7.0 kg·cm <sup>-2</sup> | [23] |

—表示文中未给出描述。TSS:可溶性固形物(total soluble solids);FF:果实硬度(fruit firmness)

保持,“拉宾斯”和“滨库”谢花 45d 采收果实硬度、可溶性固形物含量下降比谢花后 40 d 采收的果实慢,PPO 活性则高于谢花后 40d 采收的果实,从而有效减少了贮藏过程中的褐变<sup>[19]</sup>。但“晚红珠”成熟度高的果实在贮藏期内比成熟度低的衰老、软化严重<sup>[20]</sup>。因此,在对不同品种甜樱桃进行贮藏保鲜研究时,确定其贮藏期内果实品质、好果率等对成熟度的响应对指导实际生产具有重要的意义。

## 4 保鲜技术

### 4.1 普通冷藏

低温冷藏是水果贮藏保鲜最常用的方法,能够抑制果实呼吸和其他生理代谢,从而有效延缓果实软化,延长贮藏期<sup>[3]</sup>。已有研究表明甜樱桃的最佳贮藏温度为  $-1^{\circ}\text{C} \sim 1^{\circ}\text{C}$  左右,湿度为 90% ~ 95%,贮藏期达 30 d ~ 40 d<sup>[24]</sup>。贮藏温度过低容易造成冷害或冻害,而过高容易造成养分含量下降和果实腐烂。

### 4.2 气调贮藏

气调贮藏是改变贮藏空间内气体成分的一种贮藏方法,能够有效延缓果实衰老、保持营养物质含量,抑制果实硬度下降,从而达到保鲜的效果,被认为是当今贮藏新鲜园艺产品效果最好的方式<sup>[25]</sup>,主要分为 CA (controlled atmosphere) 和 MA (modified atmosphere) 贮藏,其主要区别在于贮藏环境中气体浓度的控制方式不同,CA 是人为严格控制环境中气体浓度,而 MA 则依靠果实呼吸调节气体成分。张鹏等<sup>[26]</sup>基于便携式微型气调箱贮藏提出快速气调处理、二段仿生气调,并认为快速气调对“砂蜜豆”樱桃贮藏保鲜效果最佳。

一般 CA 贮藏效果优于 MA 贮藏<sup>[27]</sup>。甜樱桃对高浓度  $\text{CO}_2$  具有强的忍耐力,高  $\text{CO}_2$  条件下能够延

长果实的贮藏期,减少褐腐病的发生<sup>[28]</sup>。5%  $\text{O}_2$  + 10%  $\text{CO}_2$  条件下,“红灯”的贮藏期为 60d,“最上锦”、“佐藤锦”、“那翁”、“拉宾斯”和“砂蜜豆”贮藏期可达 80 d ~ 100 d<sup>[22]</sup>;“那翁”在 MA、70%  $\text{O}_2$  + 0%  $\text{CO}_2$  贮藏条件下,贮藏期仅为 40 d 和 20 d<sup>[11]</sup>。高浓度  $\text{O}_2$  条件下,果实中丙二醛含量迅速上升,造成严重褐变<sup>[22]</sup>。与静态气调相比,动态气调能更好的抑制 Vc 含量的下降,减少果实褐变和腐烂率,更适合甜樱桃贮藏保鲜<sup>[29,30]</sup>。除了调节  $\text{CO}_2$  和  $\text{O}_2$  浓度,填充氩气<sup>[31]</sup>、氮气<sup>[32]</sup>、臭氧<sup>[33]</sup> 均能有效抑制樱桃腐烂、保持果实各项感官指标,延长其贮藏期。

### 4.3 涂膜保鲜

涂膜保鲜是在果实表面人工涂抹特殊薄膜,通过阻碍气调交换、减少水分流失、抑制微生物的侵染、减轻表皮机械损伤等达到保鲜的效果,并具有制造简单、使用方便、造价低和效果好等优点<sup>[34]</sup>。用于甜樱桃保鲜的涂膜材料已经发展了很多(表 2)。改性壳聚糖涂膜于  $5^{\circ}\text{C}$  条件下能使樱桃贮藏期延长 21 d 以上<sup>[35]</sup>。甘瑾等<sup>[36]</sup>研究表明常温条件下漂白紫胶涂膜保鲜能够降低甜樱桃呼吸强度、减缓失水率和腐烂率,但浓度高于 3% 易引起果实的无氧呼吸,2% 浓度的保鲜效果高于 1%,并以 2% 漂白紫胶 + 1.5%  $\text{CaCl}_2$  处理保鲜效果最好。氧化玉米淀粉涂膜能够有效延缓低温贮藏期间甜樱桃的成熟衰老,最大限度的保持果实品质<sup>[37]</sup>。含茶多酚的大豆分离蛋白复合涂膜能保持果实感官品质、降低腐烂率,延缓果实硬度、Vc 和可溶性固形物含量下降。5% 大豆分离蛋白 + 200  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  茶多酚处理可将甜樱桃的室温保鲜期从 2 d 延长到 8 d<sup>[38]</sup>。而用于甜樱桃贮藏保鲜的芦荟凝胶土层不仅能够延长贮藏期、不影响果实口味和感官,还具有可食性的特点<sup>[39]</sup>。

表 2 甜樱桃的适宜涂膜保鲜技术

Tab. 2 Suitable film preservation technology of sweet cherry

| 涂膜材料       | 品种 | 产地   | 贮藏条件  | 较优涂膜组成   | 文献   |
|------------|----|------|---|--|------|
| 壳聚糖        | 红灯 | 山东滨州 | $0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$                 | 2.0%   | [40] |
| 壳聚糖        | 红灯 | 山东滨州 | 常温  | 1.5%   | [40] |
| 漂白紫胶       | —  | 山东青岛 | 常温  | 2% 漂白紫胶 + 1.5% $\text{CaCl}_2$   | [36] |
| 氧化玉米淀粉     | 红灯 | 甘肃天水 | $0,7^{\circ}\text{C}$                       | 3% 氧化玉米淀粉 + $0^{\circ}\text{C}$  | [37] |
| 大豆蛋白       | 红灯 | 河南信阳 | 室温  | 5% 大豆蛋白 + 200 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ AS  | [38] |
| 魔芋葡甘聚糖 KGM | —  | 陕西汉中 | $4^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ | $6\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ KGM + $1\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 明胶 + 0.5% 柠檬酸 + 0.1% 山梨酸钾 + 0.03% 山梨醇 + 0.1% Vc + 2% $\text{CaCl}_2$ | [41] |

—表示文中未给出描述。

#### 4.4 化学保鲜

常用的化学保鲜方法有钙处理、1-甲基环丙烯(1-MCP)处理等。

果实中钙对于维持甜樱桃细胞壁结构,保持果实硬度,调节果实呼吸和乙烯生成,提高组织抗性等具有重要的作用<sup>[42]</sup>。钙离子能够降低果实腐烂率的主要原因有<sup>[43]</sup>:抑制了 POD 及其他与成熟有关的酶活性,从而抑制果实的成熟于衰老;其次钙离子能够保持膜的结构完整,减少细胞壁透性,能够阻止病原菌侵入。兰鑫哲等<sup>[44]</sup>研究表明甜樱桃采后  $\text{CaCl}_2$  处理能延缓果皮着色进程,防止果实软化,抑制 PPO、POD、LOX 活性,减少 MDA 产生。张华云等<sup>[45]</sup>研究表明大紫色甜樱桃果实抑制腐烂率以 4%  $\text{CaCl}_2$  处理较好,而抑制褐变率以 6%  $\text{CaCl}_2$  处理较好。除了果实采后处理,邢尚军等<sup>[46]</sup>研究发现果实生长期喷施氯化钙、螯合钙和纳米钙的果实细胞壁结构完整,螯合钙处理提高了果实硬度,有效抑制了果实贮后硬度和 Vc 的下降。

1-甲基环丙烯(1-MCP)是乙烯的竞争性抑制剂,能与乙烯受体不可逆的结合,阻断乙烯对下游代谢的调控,宋要强等<sup>[47]</sup>和刘尊英等<sup>[48]</sup>研究表明  $1 \text{ uL} \cdot \text{L}^{-1}$  1-MCP 能够较好的保持果实色泽和风味;胡树凯等<sup>[49]</sup>研究表明大红灯樱桃果实以  $0.5 \text{ uL} \cdot \text{L}^{-1}$  1-MCP 处理效果最佳,果实品质较高。关于 1-MCP 在甜樱桃果实贮藏保鲜中的应用研究还较少,急需开展更多的研究。

除此之外, $\text{SO}_2$ 、 $\text{KMnO}_4$ <sup>[33]</sup>、 $\text{ClO}_2$ <sup>[50]</sup>、噻霉酮、溶酶菌<sup>[51]</sup>均起到抑制病原菌的作用,降低果实腐烂率,从而达到保鲜的效果。

#### 4.5 天然提取物保鲜

一些植物提取物具有较好的抗氧化性,对病原微生物具有较好的抑制作用,可作为天然的食品保鲜剂。八角茴香提取物主要成分为茴香脑,能够有效抑制甜樱桃果实腐烂,保持其感官品质,延长货架寿命<sup>[52]</sup>。大黄、高良姜及其复合提取液均能降低甜樱桃果实贮藏期间的呼吸速率和腐烂率,延缓果实品质的下降,并以复合提取液效果最好<sup>[53]</sup>。肉桂精油处理能够抑制甜樱桃果实在常温下腐烂率的上升,维持果实质量和硬度,保持较高的花青素、果柄叶绿素含量,但对可溶性固形物和可滴定酸含量无显著影响;防腐效果以  $15 \text{ uL} \cdot \text{L}^{-1}$  处理最好,浓度为  $30 \text{ uL} \cdot \text{L}^{-1}$  时,会对果实产生伤害<sup>[54]</sup>。百里香精

油对 *Colletotrichum gloeosporioides* 的抑制效果以熏蒸处理好于接触处理,丁香精油对 *Colletotrichum gloeosporioides* 和 *Mucor sp.* 的抑制效果以直接接触效果最优<sup>[55]</sup>。采前厚朴提取物(1:500)处理可以提升果实硬度、水分和可溶性固形物,并延长果实保鲜期<sup>[56]</sup>。

#### 4.6 辐照保鲜

射线辐照能够延缓果实衰老并有杀菌的作用。电子直线加速器辐照增加了甜樱桃果实腐烂率,不适用于甜樱桃果实的保鲜;250 Gy 钴源辐照能够提高果实品质,降低腐烂率<sup>[57]</sup>。300 Gy  $\gamma$ -射线能降低果实腐烂率,延缓果实品质下降速率<sup>[58]</sup>。此外,还有热处理<sup>[59]</sup>、预冷处理<sup>[60]</sup>和减压处理<sup>[61]</sup>。

### 5 研究展望

目前,关于甜樱桃贮藏保鲜的研究报道较多,也取得了许多有应用价值的成果。但各种方法仍存在一定的限制性,如化学保鲜中需要对果实进行浸泡和沥干,耗时费工,需要严格的配套设施和精准的操作,操作不当易造成果实损伤、保鲜效果差,且化学药剂的残留率及安全性需要评估;CA 气调贮藏投资较大;MA 保鲜虽然成本较低,但保鲜期有限,需辅以薄膜包装等措施;而涂膜包装、天然植物提取物保鲜等仍需要置于低温中贮藏。寻找一种无毒、经济、高效的贮藏方式仍是亟需解决的技术问题。目前,在我国多数地区仍以低温冷藏为主要的贮藏方式,需要加强合适贮藏技术的推广及相关配套设施的建设和完善。

由于甜樱桃耐贮性受品种、成熟度和贮藏条件的影 响,且不同地区果实性质差异较大,需要加强不同品种、不同地区甜樱桃的最适成熟度和贮藏条件的研究。此外,亟待进行的研究问题包括果实运输保鲜技术措施及贮藏后货架期的保鲜技术措施。

#### 参考文献:

- [1] 王宝刚,李文生,侯玉茹,等.甜樱桃物流及气调箱贮藏期间的品质变化[J].果树学报,2014,31(5):953~958.
- [2] 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,2003,20(6):498~502.
- [3] Wei J, Qi X, Guan J, et al. Effect of cold storage and 1-MCP treatment on postharvest changes of fruit quality and cell wall metabolism in sweet cherry [J]. Journal of Food Agriculture & Environment, 2011, 9: 118 ~ 122.

- [4] Aktaruzzaman M, Afroz T, Kim B, et al. Occurrence of postharvest gray mold rot of sweet cherry due to *Botrytis cinerea* in Korea[J]. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 2017, 124(1): 93~96.
- [5] 黄贞光, 刘聪利, 李明, 等. 近20年国内外甜樱桃产业发展动态及对未来的预测[J]. *果树学报*, 2014, 31(s1): 1~6.
- [6] Wani A A, Singh P, Gul K, et al. Sweet cherry (*Prunus avium*): Critical factors affecting the composition and shelf life [J]. *Food Packaging & Shelf Life*, 2014, 1(1): 86~99.
- [7] Crisosto C H, Garner D, Doyle J, et al. Relationship between fruit respiration, bruising susceptibility, and temperature in sweet cherries[J]. *Hortscience*, 1993, 28(2): 132~135.
- [8] Petracek P D, Joles D W, Shirazi A, et al. Modified atmosphere packaging of sweet cherry (*Prunus avium* L., cv. 'Sams') fruit; metabolic responses to oxygen, carbon dioxide, and temperature [J]. *Postharvest Biology & Technology*, 2002, 24(3): 259~270.
- [9] Kappel F, Toivonen P, Mckenzie D L, et al. Storage Characteristics of New Sweet Cherry Cultivars [J]. *Hort Science*, 2002, 37(1): 139~143.
- [10] Gong Y, Fan X, Mattheis J P. Responses of 'Bing' and 'Rainier' Sweet Cherries to Ethylene and 1-Methylcyclopropane [J]. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 2002, 127(5): 831~835.
- [11] Jiang A L, Tian S P, Xu Y. Effect of controlled atmospheres with high O<sub>2</sub> or high-CO<sub>2</sub> concentrations on postharvest physiology and storability of "Napoleon" sweet cherry[J]. *Acta Botanica Sinica*, 2002, 44(8): 925~930.
- [12] 姜爱丽, 田世平. 不同气体成分对甜樱桃果实采后生理及品质的影响[J]. *中国农业科学*, 2002, 35(1): 79~84.
- [13] Ceponis M J, Cappellini R A, Lightner G W. Disorders in sweet cherry and strawberry shipments to the New York market, 1972-1984[J]. *Plant Disease*, 1987, 71(5): 472~475.
- [14] 杜小琴. 植物精油对甜樱桃采后病原真菌的抑制作用及其贮藏效果研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2016.
- [15] 杜小琴, 李杰, 秦文, 等. 甜樱桃果实采后病原菌的分离鉴定及其生物学特性研究[J]. *食品工业科技*, 2015, 36(18): 197~202.
- [16] 张娜, 关文强, 阎瑞香, 等. 甜樱桃果实采后致病菌的分离及定性分析[J]. *中国农学通报*, 2012, 28(13): 190~194.
- [17] 李凤英, 李春华. 采收成熟度对甜樱桃贮藏品质和生理变化的影响[A]. *中国科学技术协会第二届青年学术年会园艺学论文集*[C]. 北京: 北京农业大学出版社, 1995.
- [18] 姜爱丽, 胡文忠, 范圣第. 采收成熟度及贮藏方法对红灯甜樱桃保鲜效果的影响[J]. *中国果树*, 2008(1): 16~20.
- [19] 朱国英. 钙对甜樱桃果实品质形成及贮藏性能的影响[D]. 青岛: 青岛农业大学, 2008.
- [20] 田密霞, 姜爱丽, 何煜波, 等. 采收成熟度与贮藏温度对甜樱桃果实品质的影响[J]. *食品工业科技*, 2011(4): 348~351.
- [21] 孙蕾, 王太明, 刘元铅, 等. 甜樱桃自发气调(MAP)贮藏技术[J]. *保鲜与加工*, 2005, 5(2): 28~30.
- [22] 姜爱丽. 甜樱桃果实采后生理、耐藏性及褐变机理的研究[D]. 北京: 中国科学院研究生院(植物研究所), 2002.
- [23] 孙蕾, 王太明, 杜华兵, 等. 大樱桃不同采收成熟度对贮藏品质的影响[J]. *食品科学*, 2004, 25(11): 321~322.
- [24] Szymczak J A, Rutkowski K P, Miszczak A, et al. Sensory evaluation of 'Kordia' sweet cherry after storage. [J]. *Polish Journal of Food & Nutrition Sciences*, 2003: 45~49.
- [25] 李冬梅. 甜樱桃 MA 贮运关键技术—HACCP 的应用[Z]. 烟台大学, 2012.
- [26] 张鹏, 王云舒, 李江阔, 等. 3种气调方式对甜樱桃冷藏期贮藏品质和生理指标的影响[J]. *食品科技*, 2016(9): 52~60.
- [27] 姜爱丽, 田世平. 不同气体成分对甜樱桃果实采后生理及品质的影响[J]. *中国农业科学*, 2002, 35(1): 79~84.
- [28] Tian S, Fan Q, Xu Y, et al. Evaluation of the use of high CO<sub>2</sub> concentrations and cold storage to control of *Monilinia fructicola* on sweet cherries [J]. *Postharvest Biology & Technology*, 2001, 22(1): 53~60.
- [29] 姜爱丽, 何煜波, 兰鑫哲, 等. 动态气调贮藏对甜樱桃果实采后生理、品质和耐藏性的影响[J]. *食品工业科技*, 2011, 32(6): 354~357.
- [30] 佟伟, 赵杰, 王阳, 等. 动态气调贮藏对甜樱桃果实品质的影响[J]. *中国果树*, 2016(6): 25~28.
- [31] 于江, 郭嘉, 张荔. 氩气 MAP 技术在樱桃保鲜包装中的应用[J]. *包装工程*, 2009, 30(4): 4~6.
- [32] 于江, 俞倩倩. 甜樱桃常温保鲜性能的研究[J]. *包装工程*, 2008, 29(1): 36~37.
- [33] 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, 27(11): 1675~1680.
- [34] 孙洪雁. 涂膜保鲜技术在果蔬保鲜领域中的应用现状分析[J]. *吉林工程技术师范学院学报*, 2004(9): 42~44.
- [35] 李玉峰, 黄大明, 安响. 改性壳聚糖在樱桃保鲜剂中的应用研究[J]. *安徽农业科学*, 2012, 40(14): 8240~8241.
- [36] 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.
- [37] 于广伟, 王毅, 郁小森, 等. 氧化玉米淀粉涂膜对低温贮藏期间甜樱桃生理及品质的影响[J]. *食品科学*, 2015, 36(22): 192~196.
- [38] 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, 33(1): 67~73.
- [39] 张洪胜. 芦荟凝胶涂层可提高大樱桃贮藏保鲜效果[J]. *烟台果树*, 2010(3): 5~5.
- [40] 谢春晖. 壳聚糖涂膜对冬枣和甜樱桃保鲜效果的研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2009.
- [41] 孙海燕. 魔芋葡聚糖复合涂膜对樱桃保鲜效果研究[J]. *食品研究与开发*, 2014, 35(14): 107~110.
- [42] 莫开菊, 汪兴平. 钙与果实采后生理[J]. *植物生理学报*, 1994(1): 44~47.
- [43] 郝义, 纪淑娟, 韩英群, 等. 采前钙钾处理对甜樱桃果实品质和贮藏效果的影响[J]. *北方果树*, 2007(6): 4~6.

件可在林地的阴湿区域喷施少量白僵菌粉剂。通过采用化学和生物防治相结合的措施,可以快速有效的控制虫口密度,减少损失,为后面的防治措施打下基础。

### 3.2 第二阶段 成虫防治

由于刚竹毒蛾虫口四态重叠严重,第一阶段的幼虫防治措施并不能消灭虫茧内的虫蛹。此阶段要密切监测竹林内成虫孵化情况,做好物理防治应对措施。

此阶段主要采用物理防治措施,利用刚竹毒蛾成虫的趋光性强,利用灯光诱杀成虫。最简单有效的方法是,在林中有成虫蛾子飞出时,一般是在早晨或傍晚成群飞出,此时可以在林缘空旷地或林缘平房顶,牵设白炽灯,在灯下 0.4 m 处放置水盆,水盆内放置肥皂水,使成虫飞于盆里水中泣亡,次日清理水盆中死去的成虫。此阶段物理防治措施投入小,防治效果好。经过两个阶段的防治,此时虫情会得到有效控制,第三代幼虫持续危害的风险较低。

### 3.3 第三阶段 密切监测 局部防治

此阶段对应第三代幼虫危害。由于第一、二阶

段防治措施的配合,此时的主要工作是密切监测竹林虫态,观测成虫的产卵情况,及幼虫情况。由于第一阶段喷施白僵菌,真菌在林间传播,会发现大量真菌寄生幼虫情况,同时会伴有大量天敌寄生虫卵、虫蛹情况,比如黑卵蜂、平腹小蜂等,所以此时应尽量避免使用化学防治措施,以生物防治为主,对局部幼虫发生区可以采取化学防治措施。

### 参考文献:

- [1] 萧刚柔. 中国森林昆虫[M]. 北京:中国林业出版社,1992:1098~1100.
  - [2] 陈阳春. 刚竹毒蛾的初步研究[J]. 林业科学,1982,18(3):343~346.
  - [3] 邢陇平. 福建森林昆虫[M]. 北京:中国农业科技出版社,1991:180~182.
  - [4] 林远. 刚竹毒蛾各群动态及天敌寄生率的研究[J]. 福建林学院学报,2002,22(2):172~175.
  - [5] 胡乐华. 刚竹毒蛾的发生与防治[J]. 安徽农业科学,2007,35(7):1964~1966.
  - [6] 郑建春,林毓银,曹清育,等. 刚竹毒蛾防治[J]. 新技术研究,1999,19(1):61~64.
- 
- (上接第 132 页)
- [44] 兰鑫哲,胡文忠,姜爱丽. CaCl<sub>2</sub> 处理对采后甜樱桃果实生理代谢和品质的影响[J]. 食品工业科技,2012,33(4):374~377.
  - [45] 张华云,王善广,牟其芸,等. 钙渗透对甜樱桃果实采后生理的影响[J]. 果树学报,1996,13(s1):54~57.
  - [46] 邢尚军,刘方春,马丙尧,等. 钙对甜樱桃贮藏品质、钙形态及细胞超微结构影响[J]. 生态环境学报,2010,19(9):2091~2096.
  - [47] 宋要强,惠伟,刘敏会,等. 1-甲基环丙烯和复合气调对艳阳甜樱桃保鲜效果研究[J]. 陕西师范大学学报(自科版),2010,38(4):84~87.
  - [48] 刘尊英,曾名勇,董士远,等. 1-甲基环丙烯对甜樱桃果实褐变的影响[J]. 果树学报,2005,22(5):488~491.
  - [49] 胡树凯,侯景芳,张冬梅. 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.
  - [50] 杨娟侠,王淑贞,孙家正. 二氧化氯对低温冷藏甜樱桃保鲜效果的影响[J]. 落叶果树,2011,43(4):1~4.
  - [51] Zhu X, Chen M, Zou H. Effects of Different Preservative Treatments on Physiological Metabolism and Preservation of Sweet Cherry[J]. Agricultural Science & Technology, 2012, 13(6):1373~1375,1380.
  - [52] 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,2010,35(5):186~190.
  - [53] 董晓菊,宿献贵,李文香,等. 中草药提取液对甜樱桃保鲜效果的影响[J]. 北方园艺,2008,2008(9):202~204.
  - [54] 张倩,辛力,亓雪龙,等. 肉桂精油对甜樱桃果实品质和货架期的影响[J]. 核农学报,2015,29(9):1737~1742.
  - [55] 杜小琴,何靖柳,秦文,等. 甜樱桃果实采后病原菌的分离鉴定及植物精油抑菌效果研究[J]. 食品工业科技,2015,36(20):339~343.
  - [56] 陈臻. 不同品种甜樱桃贮藏特性研究[D]. 兰州:甘肃农业大学,2015.
  - [57] 孔秋莲,陈庆隆,戚文元,等. 不同辐照检疫处理对进口甜樱桃货架品质的影响[J]. 上海农业学报,2010,26(4):48~52.
  - [58] Neven L G, Drake S R. Comparison of alternative postharvest quarantine treatments for sweet cherries[J]. Postharvest Biology & Technology,2000,20(2):107~114.
  - [59] Chailoo M J, Asghari M R. Hot water and chitosan treatment for the control of postharvest decay in sweet cherry (*Prunus avium* L.) cv. Napoleon (Napolyon)[J]. Journal of Stored Products & Postharvest Research,2014,2(7):135~138.
  - [60] 崔建潮,王文辉,贾晓辉,等. 不同预冷方式对货架期甜樱桃果实品质的影响[J]. 中国果树,2017(1):17~20.
  - [61] 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.