

技 术 简 报

第 45 期

国家苹果产业技术体系

2014 年 9 月 19 日

苹果产地初加工设施建设和保鲜技术集成方案

贮藏与加工研究室 张永茂 康三江 张海燕 张霁红

苹果产地低成本高效贮藏（产地初加工）设施落后和保鲜技术的推广应用不足一直是困扰苹果产业发展的制约因素之一，当前国内苹果产后损失率约 15~20%，每年都有果农和企业生产和收购的苹果因贮藏不当而蒙受巨额损失。在国外，为了最大程度地保持苹果的新鲜度，通常采取适时无创伤机械采收，并力求采后 24h 内预冷、入库。我国在苹果生产的产业链上，采后处理、贮藏贮运保鲜是最薄弱的环节，专业化采后处理技术缺乏，“树下预冷、手工分级、露天包装，路边交易”的不规范行为在主产区随处可见。“十二五”以来，依据苹果产业技术体系首席科学家安排和贮藏与加工研究室任务分工，多元化产品加工岗位组织部分团队成员对苹果产地初加工设施（组装式冷藏库）建设和保鲜技术进行了系统集成研究和示范推广，该方案在 2012 年被农业部和农业部规划设计研究院采纳，列

入全国农产品产地初加工补助项目，已连续三年在全国应用推广，实施成效非常显著。

一、苹果产地初加工设施建设方案

苹果组装式冷藏库是一种集果蔬 1-MCP 处理、预冷及贮藏保鲜为一体的综合性产地贮藏设施。温度控制在 $-5 \sim 5^{\circ}\text{C}$ ，温差 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。库容 10~100t，建库投资 5~30 万元，具有工艺结构简单，安装调试方便；占地面积小，选址不受限制，果园及场院皆可修造；建库投资少、功率小，运行费用低；智能型自动温控，设备在给定的温度范围内完全自动化运行、便于使用等优点，适合产地果农或专业合作社使用。

苹果组装式冷库属于通用型恒温冷库，10~20t 规格的冷库由底板、库体、保温门、顶板、压缩机、冷风机及温控自控系统等组成。50t 以上规格的冷库由基础圈梁、钢构结构框架及防雨篷、聚氨酯彩钢库板、保温门、压缩机、冷风机及温控自控系统等组成。长江以北地区宜采用风冷式冷凝压缩机组和厚度 150mm 的聚氨酯彩钢库板，长江以南地区宜采用风冷或风冷水冷兼容型压缩机组及厚度 100mm 的聚氨酯彩钢库板。库体高度超过 3.5m 的组装式恒温库，其底部应设钢筋混凝土梁、主体结构增加钢构框架结构及防雨篷，以增加抗变形及抗风能力。技术参数如下表：

表 1 苹果组装式冷藏库主要技术参数

序号	指标名称	指标要求			
1	贮藏量 (t)	10	20	50	100

2	库内净容积 (m ³)	≥50	≥100	≥250	≥500
3	参考尺寸 (m) (长×宽×高)	6.7×3.8× 2.5	8.6×5.7×2.5	9.6×9.6×3. 1	14.4×11.5×3.5
4	库门规格 (mm) (宽×高×厚)	800×1800×100, 中层为 100mm 聚氨酯		1200×2100× 100, 中层为 100mm 聚氨酯	1200×2100×100, 中层为 150mm 聚氨酯, 采用推拉门 (平移门) 为宜, 保证密封性。
5	库体保温材料与厚度	库体为厚度≥100mm、密度≥40kg/m ³ 的聚氨酯双面彩钢板。			指标同前, 阻燃 B2 级, 冬季严寒地区可适当增加保温板厚度。
6	地面处理 (自下而上)	三七灰土夯实、0.1 mm 塑料膜、300 mm 干炉渣、100mm 聚苯板、0.1 mm 塑料膜、100mm 混凝土现浇。			
7	基础圈梁及防雨篷	属地化设计, 要求平齐、抗压、抗风、安全			
8	机型	3HP 全封闭或半封闭压缩机, 制冷量为 4.6kW, 蒸发器 DD15 型。	5HP 全封闭或半封闭的制冷机组, 相当于制冷量 7.2kW, 蒸发器为 DD30 型。	12HP 全封闭或半封闭的制冷机组, 相当于制冷量 17.4kW, 蒸发器 DD30 型 2 台。	15HP 全封闭或半封闭的制冷机组 2 台, 总制冷量不小于 47.2kW; 蒸发器 DD60 型 4 台。
9	电源	3P/AC 380V±10%, 50HZ, 功率 3kW	3P/AC 380V±10% , 50HZ, 功率 5kW	3P/AC 380V±10% , 50HZ, 功率 12kW	3P/AC 380V±10% , 50HZ, 功率 30kW
10	建造总费用 (万元)	4.5~5.0	6.5~7.0	14.5~15.0	22.0~23.0

二、苹果产地初加工苹果贮藏保鲜技术要点

(一) 组装式冷库苹果贮藏简明工艺流程

设备检修 → 冷库消毒 → 库房提前降温 → 苹果适时采收 → 严格挑选 → 装袋装箱 → 快速预冷 → 合理堆码 → 贮藏条件调控 → 适时通风 → 出库销售。

(二) 参照贮藏条件

- 1、温湿度条件: 果实温度-1~0℃; 环境相对湿度 90~95%。
- 2、气体成分: 红富士系 O₂ 3~5%, CO₂ 1~2%; 元帅系 O₂ 2~4%, CO₂ 3~5%; 金冠系 O₂ 2~3%, CO₂ 6~8%。

(三) 组装式冷库苹果贮藏技术要点

1、设备检修：贮藏前试运行制冷设备，通过运行检查和修理，保证设备能正常运行。

2、冷库清扫与消毒（选以下方法之一）：硫磺熏蒸 ($10\text{g}/\text{m}^3$, 12 ~ 24h)；过氧乙酸熏蒸 (26%过氧乙酸 $5 \sim 10\text{ml}/\text{m}^3$, 8 ~ 24h)；专用库房消毒剂（按说明书使用）。

3、库房提前降温：入库前 2d 开机降温，温度控制柜的温度控制范围设置在 $-2 \sim 0^\circ\text{C}$ ，并根据库房实际检测温度进行微调，使库温降至 $-1 \sim 0^\circ\text{C}$ ，并稳定在此范围内。

4、苹果适时无伤采收：适宜采收期一般以生育天数（从盛花期算起）为主，如富士、秦冠 170 ~ 185d，元帅 140 ~ 155d。亦可依据不同产区和品种的其它理化指标确定，如在甘肃产区，富士、秦冠的可溶性固形物含量 $\geq 13\%$ 、元帅系 $\geq 11.5\%$ 时就标志着果实成熟。

5、快速预冷：预冷温度控制范围 $0 \sim 1^\circ\text{C}$ ，在苹果采后 24 ~ 48h 内，通过机械制冷或其他方法使品温降至 0°C 左右。

6、入库堆码：有效空间的贮藏密度小于 $250\text{kg}/\text{m}^3$ ；每天的入库量控制应在库容量的 10% ~ 15%；货垛排列方式、走向及间隙与库内空气环流方向一致；入库降温阶段，冷却风速控制在 $1 \sim 2\text{m}/\text{s}$ ；产品堆放的总要求是“三离一隙”，“三离”指的是离墙、离地面、离天花板，“一隙”是指垛与垛之间及垛内要留有一定的空隙，距墙 $0.2 \sim 0.3\text{m}$ ，距顶 $0.5 \sim 0.6\text{m}$ ，距离风机不少于 1.5m ；垛间距 $0.3 \sim 0.5\text{m}$ ，垛内包装间距 $1 \sim 2\text{cm}$ ；库内通道宽 $1.2 \sim 1.5\text{m}$ ；垛底垫木或设贮藏

架，底层距地面高度 0.10~0.20m；垛高不超过冷风机的出风口。

7、冷库管理：①温度管理：富士、秦冠、元帅苹果的最适贮藏温度控制范围为 $0^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。冷库达到装载量后，要求果心温度在 48h 内达到规定的贮藏温度。在整个贮藏期，要求库温稳定，波动幅度不超过 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。在库内前、中、后三处放置温度计。温度计要放在不受冷凝、气流、振动的地方，测量温度计精度小于等于 0.5°C ；②相对湿度管理：在达到规定的苹果贮藏温度后，进行加湿，保持库内相对湿度在 90~95%之间。加湿方法：拟在垫木、贮藏架下用搪瓷托盘等容器盛水，通过水的三态（冰、水和水蒸汽）变化调节库内湿度。测量湿度的仪器精确度要求在 $\pm 5\%$ ，测点的选择与测温相同；③空气环流：货间风速在 0.25~0.5m/s；④通风换气：在气温较低的早晨或傍晚进行。果温降至 0°C 之前 7~10 天 1 次，之后 1 月 1 次，或 CO_2 接近 1% 时进行换气；⑤检查：贮藏期间每月抽查一次，发现问题及时处理；⑥出库：若库内外温差过大，应缓慢升温至 10°C 左右后出库。

三、集成方案推广应用效果

为改变我国农产品产地初加工设施简陋、方法原始、工艺落后的局面，减少农产品产后损失，农业部农产品加工局于 2012 年启动实施全国农产品产地初加工补助项目，苹果多元化产品加工岗位通过集成研究提出的上述组装式苹果贮藏冷库设计方案被农业部采纳，列入全国农产品产地初加工补助项目（惠民工程）奖补目录，国家 2012--2013 年每年投资 5 亿元，2014 年投资 6 亿元，用于支持

主产区苹果冷藏库、马铃薯贮藏窖和果蔬烘干设施建设。三年来新建果蔬贮藏库 5090 座,新增贮藏能力 30 万吨,有 3522 个农户和 1568 个专业合作社享受到了补助政策。同时,指导甘肃省苹果产区的合水、泾川、西峰、麦积、静宁等地建成苹果贮藏设施 421 座、新增贮藏能力 2.6 万吨。岗位专家张永茂研究员被农业部聘为农产品产地初加工惠民工程技术服务专家,团队凝练的技术成果“苹果产地低成本高效贮藏设施和保鲜技术集成与应用”荣获 2014 年度甘肃省农牧渔业丰收奖一等奖。

报送:农业部科技教育司、农业部种植业管理司

发送:各苹果主产省农业厅、各功能研究岗位专家、综合试验站站长

首席科学家办公室成员

国家苹果产业技术体系首席科学家办公室

2014 年 9 月 21 日印发
