

《静宁红富士苹果贮藏保鲜技术规程》编制说明

（征求意见稿）

一、工作简况

（一）任务来源

我国是世界最大的苹果生产国、消费国，面积和产量均占世界的一半左右，苹果也是我国第二大水果，2023 年全国苹果种植面积 2893 万亩、产量 4960 万吨，甘肃省苹果种植面积 580 万亩、产量 740 万吨，平凉市苹果种植面积 150 万亩、产量 225 万吨。甘肃省平凉市是原农业部划定的全国苹果最佳适生区，所辖以静宁为主的 5 县区被列为全国苹果优势区域重点县，平凉市围绕品种培优、品质提升、品牌打造和标准化生产，深入推进果园提质增效，全力发展关联配套产业，聚力打造“静宁苹果”百亿级产业链，静宁苹果产业呈现规模化、集约化、专业化发展格局。静宁苹果作为甘肃省平凉市的特色产业，长期以来在促进农民增收、推动农村经济发展中发挥着重要作用。然而，随着全国乃至世界范围内苹果产业的快速发展，静宁苹果产业也面临着前所未有的挑战，静宁苹果产业存在老果园占比大、抵御灾害能力不足、设施装备有待更新等一系列问题，产业效益和品牌影响力存在下滑风险。此外，随着生产成本持续上升和市场竞争加剧，静宁苹果产业急需转型升级，提升产业竞争力和可持续发展能力。为应对这些挑战，体现红富士在静宁地区生长环境适应性强、果实品质优良、产业发展广阔、经济效益显著等方面的突出优势，为提升静宁红富士苹果品质和市场竞争力，编制一套科学、全面、系统的静宁红富士苹果标准体系尤为重要。这一系列团体标准将涵盖苹果全产业链的各个环节，从苗木繁育、生产管理到产后处理、产品规格等级等，提出对应要求和操作方法。通过《静宁红富士苹果贮藏保鲜技术规程》团体标准的制定，将有助于推动静宁苹果产业的区域化布局、规模化种植、集约化栽培、机械化管理、品牌化销售和产业化经营。通过加强政府、企业、科研机构 and 农户的合作，形成产学研用紧密结合的发展模式，静宁苹果产业将进一步提升品牌形象和市场竞争力，为我国苹果产业的高质量发展提供宝贵经验和示范引领作用。

随着苹果产业发展和市场形势的变化，苹果采后贮藏保鲜显得日益重要，科学延长果实的鲜活性与货架期，充分满足消费者对优质果品的需求，同时获得理想的经济效益，已成为广大果农和果品经营者所追求的目标。《“静宁苹果”产业高质量发展实施方案（2024—2026 年）》提出“进一步完善‘静宁苹果’采后标准化体系的建设，鼓励扶持企业加强高性能冷却、自动化分拣、清洗、包装、加工等设备和技術升级、降低成本、扩大产能。通过果品分选包装贮藏等初加工、果醋果酒酵素等精深加工、果园废弃物加工利用等途径实现增值”。平凉市通过政策扶持推动、产业基金撬动、项目支撑带动等形式强化服务，全力打造以龙头企业为核心、上下游中小企业为配套、专业合作社和家庭农场为纽带、广大果农参与的全产业链发展格局，培育国家和省级龙头企业 28 家，组建静宁苹果产业联盟，一大批果品贮藏、加工、营销、包装等关联企业落地生根。

果品年贮藏能力 180 万吨，年加工能力 20 万吨，年产纸箱 3.3 亿平方米以上，纸制品包装生产在西部独占鳌头，苹果分选系统国际领先。本标准立足于静宁苹果产业现状和静宁苹果独特的采后生理学特性，集成应用苹果贮藏技术，构建静宁苹果贮藏保鲜技术体系，对于缓解果农销售压力，促进苹果产业转型升级具有重要意义。

本项目来源于平凉市林业和草原局“静宁苹果”（红富士）系列团体标准编制项目，招标文件（ZXGJZC24-011），中国苹果产业协会按照招标文件要求进行有效投标并于 2024 年 9 月 6 日收到中标结果公告。中国苹果产业协会于 9 月 16 日发文《关于发布中国苹果产业协会团体标准项目计划的通知》，《静宁红富士苹果贮藏保鲜技术规程》团体标准为此次制定的计划项目之一。根据要求，由中华全国供销合作总社济南果品研究所组成标准起草工作组，负责《静宁红富士苹果贮藏保鲜技术规程》团体标准的制定工作，项目编号为 T/CNCAIA0008—2024。

中国苹果产业协会作为我国苹果全产业链国家级行业协会，组织国内知名专家和学术机构等参与团体标准制定，有助于确保标准的科学性、创新性和技术可行性，制定的团体标准具有较高的权威性和认可度，必将有力提升平凉苹果产业科学化、标准化、品牌化发展水平，加快平凉苹果产业新旧动能转换、转型升级和提质增效，对于促进我国苹果产业区域化布局、规模化种植、集约化栽培、机械化管理、品牌化销售、产业化经营，引领我国苹果产业高质量发展具有重大现实意义。

（二）主要工作过程

1. 起草阶段：

（1）项目启动，成立标准起草小组。2024 年 9 月 16 日中国苹果产业协会《关于发布中国苹果产业协会团体标准项目计划的通知》后，9 月 20 日，协会组织成立标准起草组，制定标准制修订工作计划，明确参加起草单位和人员及其职责分工，研讨标准框架和提纲，确定标准编制工作分工、进度安排及要求。

10 月 16 日，中国苹果产业协会组织等专家召开《静宁红富士苹果贮藏保鲜技术规程》讨论会议，研讨标准技术要点，修改形成标准草稿。

（2）收集、查阅资料，编制标准讨论稿。2024 年 11 月—12 月，起草组人员收集、整理国内外标准、条例、法规等相关标准及技术资料，讨论标准关键技术内容，编制标准讨论稿。

2. 征求意见阶段：

无。

二、标准编制原则和确定标准主要内容的依据

（一）编制原则

标准制定过程中，深入分析了国内外苹果产业贮藏保鲜的现状和发展趋势，特别是针对静宁红富士苹果的独特性和市场需求，广泛搜集并综合了相关资料。为确保标准的科学性、实用性和前瞻性，我们紧密联系生产实际，旨在形成一套既便于实施推广，又能有效促进静宁红富士苹果产业贮藏保鲜技术规范、标准化发展的标准体系。本标准的制定遵循以下原则：

一是先进性原则。参考国内外最新的法规、标准和相关文献资料，结合对静宁红富士苹果生产企业的深入调研，科学地确定了标准体系框架，并注重引入先进的生产技术和理念，确保标准具有国际/国内、领先/先进水平。

二是适用性原则。充分考虑了静宁红富士苹果贮藏保鲜产业现状和技术发展水平，确保标准内容贴近产业实际，易于理解和操作，有利于规范和指导目前苹果贮藏保鲜的现状，符合现有的法规、标准，促进苹果流通品质提升和苹果产业的健康发展。

三是特色化原则。针对静宁红富士苹果的独特品质和市场定位，注重在标准中体现其地域特色和品种优势，通过制定具有针对性的技术指标和质量要求，进一步提升静宁红富士苹果的知名度和市场竞争力。

四是创新性原则。在标准的制定过程中，鼓励创新思维和跨界融合，积极探索将新技术、新方法应用于静宁红富士苹果的生产和管理中，推动产业转型升级和高质量发展。

五是系统性原则。注重标准体系的系统性和完整性，确保各项标准之间相互协调、相互补充，形成一个有机整体。同时，注重与现行食品法律、法规的协调一致，确保标准的合法性和有效性。

（二）主要内容的依据

本标准的主要内容是本标准规定了本标准的主要技术内容共 10 章，涵盖了静宁红富士苹果的采收、初分级、预冷、贮藏、贮期管理、出库和运输环节的技术要求。主要是根据我国苹果生产、贮藏、交易有关的国家和行业标准制订情况，结合近年来国内外高校、科研院所关于苹果采后流通保鲜技术研究成果、发表的学术论文，并根据苹果产业化贮藏生产实际需求而提出。

1、参考相关现行有效标准

本标准在制订过程中，查阅了大量与苹果贮藏保鲜相关的标准，主要包括 GB/T 8559 苹果冷藏技术、GB/T 40960 苹果冷链流通技术规程、GB/T 34344 农产品物流包装材料通用技术要求、GH/T 1443 果品冷库、气调库管理规范、NY/T 983 苹果采收与贮运技术规范、NY/T 1778 新鲜水果包装标识 通则和 NY/T 4168 果蔬预冷技术规范等。

2、结合编制单位科研成果和应用经验

项目起草单位在苹果采后贮藏保鲜、冷链物流等方面具有多年的研究和转化应用经验，制定了《苹果冷链流通技术规程》、《苹果冷藏技术》和《鲜苹果》等苹果采后贮藏保鲜相关的技术标准，技术成果“苹果贮藏保鲜与综合加工关键技术研究及应用”获国家科技进步二等奖，并在农夫山泉、云南营家智慧产业投资有限责任公司、延安延农金色记忆农产品有限公司、山东田又

田生态农业有限公司等企业转化应用。标准制订过程中，具有相关研究经验和技術积累，并分析参考近年来国内外高校、科研院所所在苹果采后流通保鲜技术研究成果而提出主要的技术参数。

3、大量的实地调研

通过对静宁当地苹果品质、合作社和供应链企业贮藏保鲜现状等进行实地调研，掌握一手资料，为标准技术参数的制订提供产业基础。

三、主要试验（或验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益

（一）主要试验或验证的分析、综述报告

1、采收

采收是影响苹果采后贮运流通品质的重要因素。首先，采收成熟度不仅影响果实品质还影响其采后贮运寿命。早采的果实硬度高，耐贮藏，但是糖度低，香气淡，达不品种特有的品质和香味，且贮藏期对低温相对敏感，极易发生冻害；晚采果实贮藏中后期及货架期果肉极易衰老发绵，甚至出现组织褐变，贮运过程中也容易产生机械损伤和微生物浸染，货架期短。因此，应根据果实的采后用途（鲜销、短期贮藏、中期贮藏、长期贮藏等），分批适时采收。

富士苹果采收成熟度应根据产地气候条件、果实生长发育期，并参考硬度、可溶性固形物、淀粉指数等指标，测定后确定。根据标准起草单位多年期货交割检测数据和苹果贮藏保鲜技术经验，中长期贮藏静宁富士苹果采收成熟度可参考表 1。

表1 中长期贮藏富士苹果成熟度指标

品系	硬度（kg/cm ² ） ≥	可溶性固形物（%） ≥	生长发育期（d）	淀粉指数
晚熟富士	8.0	14.0	175~180	8
早熟富士	7.5	13.0	150~155	8



图1 富士苹果淀粉染色指数

其次，采收时间，雨中或雨后马上采收，贮藏过程中容易发生侵染性病害。因此，宜在晴天早晨或傍晚温度较低时采收，雨天、雾天以及有露水时不宜进行采收。采前2周~3周停止施肥和浇水。采收方式宜采用人工采收，保留果柄并适当剪短，轻拿轻放，避免机械损伤。

2、初分级

初分级是苹果采后贮藏的必要环节，主要目的是剔除病虫害、腐烂和机械损伤果实，防止贮藏过程中出现交叉感染，进而影响果实的贮藏品质。根据果径、色泽进行初分级，实现苹果收购的优质优价。

3、预冷

预冷是苹果采后贮运保鲜的首要环节，也是必要环节。苹果属于呼吸跃变型果实，呼吸代谢旺盛，虽较耐贮藏，但是采后不及时预冷，也会出现失水萎蔫、腐烂等现象，影响苹果贮藏品质和货架期寿命。预冷可迅速降低田间热和呼吸热，最大限度保持苹果原有的品质和新鲜度，减少苹果在储存过程中的水分损失和营养消耗，还能有效降低果实腐烂和病害的发生风险。其次，预冷也有助于减轻贮藏冷库的制冷负荷，使贮藏果实能够更快速地达到稳定的低温贮藏状态。

考虑到我国目前苹果产销实际情况和投入产出比，苹果最为有效、实用的预冷方式为冷库预冷和压差预冷。根据调研和产业经验，并参考 GB/T 40960 苹果冷链流通技术规程，建议苹果采后24 h内进行预冷，48 h内完成预冷。苹果的预冷终温，理论上应与冷藏温度一致，但实际生

产中为了提高预冷库周转效率和冷链运输温度，预冷终止温度可稍高于适宜贮藏温度，控制在0℃~5℃。预冷技术条件和堆码可参考 NY/T 4168 果蔬预冷技术规范的规定执行。

4、贮藏

贮藏是苹果实现长时间供应的重要工作环节。根据苹果的采后生理学特性及预期贮藏期限，选择适宜的贮藏方法，确定科学的贮藏条件和管理。目前，大多数苹果贮藏企业采用机械冷藏和气调贮藏。

(1) 贮前准备

贮前准备主要包括设备检修、库房消毒和空库降温。该条款参照 GH/T 1433 果品冷库、气调库管理规范相关规定制订。入库前应对冷库设备进行检修，并对库房、包装容器、工具等清洁消毒灭菌，消毒完及时通风换气，进行空库缓慢梯度降温。入库前 1 d~2 d，将库温降至-1.5 ℃~0 ℃。

表2 空库缓慢梯度降温

库温（℃）	>4	0~4	-4~0
降温速度（℃/d）	<3	1	0.5~1
注：库温降至4℃时暂停降温，保持库温4 d~5 d。			

(2) 贮前处理

1-甲基环丙烯（1-MCP）是果蔬生理调节剂，与乙烯受体蛋白的亲合力是乙烯的十倍，通过与乙烯竞争受体蛋白阻断乙烯的结合，从而抑制或延缓成熟生理生化反应。苹果是典型的呼吸跃变型果实，研究表明，1-MCP 处理能显著延迟呼吸跃变高峰，降低其呼吸速率峰值，抑制果实硬度和可溶性固形物含量下降;还可诱导果实中多酚氧化酶（PPO）、苯丙氨酸解氨酶(PAL)等抗性物质的增多，从而提高果实的抗病性，显著降低苹果灰霉病、苹果虎皮病。因此，苹果长期贮藏过程中建议采用 1-MCP 进行熏蒸处理。处理浓度和时间可参考生产厂家使用说明。

(3) 贮藏条件

参照 GB/T 8559 苹果冷藏技术规范富士苹果适宜贮藏温度为-1~-0.5℃，但我国各产区苹果可溶性固形物含量和冰点温度差异，贮藏温度略有不同。西部产区苹果可溶性固形物含量高，冰点温度低，故贮藏温度略低。2024 年测得静宁苹果冰点温度分别为-1.7℃~-2.2℃，但 2024 产季静宁苹果可溶性固形物含量偏高，冰点温度低，因此，综合不同年份之间由于气候和栽培管理措施不同，将静宁苹果的贮藏温度设定为-2℃~-1℃。早熟品种可溶性固形物含量低于晚熟品种，冰点在-1~0℃之间，因此，早熟品种的贮藏温度定为-1℃~0℃。

气调贮藏温度可略高于机械冷藏温度，晚熟富士为-1℃~0℃，早熟富士为 0℃~1℃，气体参数和贮藏寿命参考 GB/T 40960 苹果冷链流通技术规程执行，为 2%~3% O₂+0~1%CO₂。

表3 不同品系红富士苹果贮藏适宜环境条件和贮藏期

品系	贮藏温度（℃）		气体成分（%）		贮藏寿命（d）	
	冷藏	气调贮藏	O ₂	CO ₂	冷藏	气调贮藏
晚熟富士系	-2.0~-1.0	-1.0~0	2.0~3.0	0~1.0	180~210	240~300
早熟富士系	-1.0~0	0~1.0	2.0~3.0	0~1.0	120~130	130~150

（4）贮藏期管理

贮藏期管理是保证果实贮藏质量的关键因素。贮藏期管理设计温度、湿度、气体成分、安全和果实质量检查等技术内容，本标准在制订时主要参考了 GH/T 1433 果品冷库、气调库管理规范相关规定。

5、出库

（1）出库质量

根据多年苹果期货检测数据、企业调研结果，当富士苹果硬度低于 6.0 kg/cm²，可溶性固形物含量低于 13.0%，将严重影响果实的货架期和风味，因此，本标准规定果实出库时硬度应≥6.0 kg/cm²，可溶性固形物含量≥13.0%。苹果出库时应遵循“先入先出”原则，气调贮藏出库宜一次出完或短期内分批出完。

（2）出库

为保证人身安全，气调库贮藏果实出库前应使库内氧气含量达到 18%以上时，操作人员方可进入库内。出库时若库内外温差大于 15 ℃，应该适宜低温环境下包装。

（3）分级

分级是苹果从产品变为商品的必要步骤。作为商果的苹果果实应果实完整、新鲜洁净、具有本品在正常果形、色泽等，无异常外来水分，不同等级果面缺陷应符合 T/CNCAIA 0009-2024《静宁红富士苹果质量等级规格》：4.2 等级划分的要求。

（4）包装

包装是苹果进入流通环节时所进行的一项商品化处理措施。其目的不仅是为了保证商品品质，方便贮运，而且良好的包装能美化、宣传和推销商品，提高商品的附加值。应按同一产地、同一品种、同一采收批次、同一等级规格进行包装。包装箱上应标明静宁苹果产地标志、认证标志、品种、等级（规格）、净含量（果数）、生产日期、贮藏方式等标识，包装标识应符合 NY/T 1778 的规定。

6、运输

运输是衔接贮藏保鲜与销售，实现苹果商品价值的重要工作环节。苹果采收后直接上市销售，可在分选、包装后直接运输，近距离可采用普通货车常温运输，远距离运输应预冷后采用冷藏保温车运输。苹果经冷藏或气调贮藏出库后运输，近距离运输可采用保温运输方式，中远距离运输宜采用冷藏车运输，温度控制在 0 ℃~4 ℃之间。车辆应该配备温度、湿度、气体成分监测与预警系统，监控货物状态和运输过程。

（二）主要技术特征

1、本标准引入压差预冷技术，不仅提高了产品的冷却效率和质量，还有助于降低能源消耗和减少环境污染。压差预冷装置可结合冷库使用一次性投入、操作简单，符合当前绿色、低碳、可持续发展理念；在制订苹果冷藏技术参数过程中，参考苹果的冰点和可溶性固形物含量。该方法可消除不同产季果实品质差异，而采用单一贮藏温度可能导致的冻害或货架期短的问题。

2、本标准涉及红富士苹果的采收、初分级、预冷、贮藏、贮期管理、出库和运输环节的技术要求，系统完整，有利于推动苹果贮藏技术工艺流程标准化和品质提升。

3、本标准冷藏技术参数的确定，基于平凉市的气候条件以及静宁富士苹果的理化指标，特别适用于静宁富士苹果贮藏。

4、本标准符合平凉市静宁红富士苹果贮藏保鲜产业现状和技术发展水平，内容贴近产业实际，易于理解和操作，有利于规范和指导目前苹果贮藏保鲜的现状，与现有的法律、法规协调一致。

（三）技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益

该标准实施推广后，对于规范苹果贮藏保鲜技术工艺流程，减少贮藏、流通损耗，实现果实优质优价、分级销售，提高苹果附加值具有重要的意义。2024 产季平凉市苹果的产量 254 万吨，入库贮藏量约为 90 万吨，通过本技术标准贮藏，每吨可提升产品附加值约 500 元，有利于促进农民增收和农村发展。《静宁红富士苹果贮藏保鲜技术规程》的实施，使苹果贮藏有标准可依，当因果实贮藏质量问题产生纠纷时，能够很好的保护农民、经纪人和销售商各方的利益。同时，苹果采后贮藏可给当地农民提供更多的就业岗位，有利于农业人口的转移和城镇化发展以及社会稳定，经济效益和社会效益显著。

四、采用国际标准和国外先进标准的程度

无。

五、与现行法律法规和强制性国家标准的关系

本标准按照《食品安全法》和《食品安全法实施条例》关于食品安全标准的规定，充分考虑苹果加工产业发展现状和实际需求，严格贯彻国家有关方针、政策、法律和规章，严格执行强制性国家标准和行业标准。本标准引用或参考现行的强制性国家标准 GB 2762 食品安全国家标准食品中污染物限量、GB 2763 食品安全国家标准食品中农药最大残留限量，推荐性国家标准有 GB/T 34344 农产品物流包装材料通用技术要求、GB/T 8559 苹果冷藏技术、GB/T 40960 苹果冷链流通技术规程，行业标准 GH/T 1433 果品冷库、气调库管理规范、NY/T 983 苹果采收与贮运技术规范、NY/T 1778 新鲜水果包装标识 通则和 NY/T 4168 果蔬预冷技术规范。在标准的制定过程中与相关的各种基础标准相衔接，遵循了政策性和协调同一性的原则。标准的名称、内容及指标与现行的国家标准、行业标准之间不存在包含、重复、交叉问题。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准在制定过程中未出现重大分歧意见。

七、涉及专利的有关说明

本标准在编制过程中内容未涉及专利。

八、实施国家标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议

本标准在苹果产区实施，各县（区）果业中心要印发本标准，并进行培训，推广标准。

建议本标准与本标准同领域的其他系列标准配套使用。

九、其它应予说明的事项

无。