

运城市数字农业学会团体标准

《隰县玉露香梨 晚霜冻害防控方法》

编制说明

一、标准的立项背景和拟解决的主要问题

隰县作为全国玉露香梨核心产区，是典型的黄土高原残垣沟壑区，境内垣面高阔残缺，沟壑纵横交错，属于温带大陆性季风气候，气温低且干燥，旱多涝少，春季干旱少雨。全县玉露香梨栽培面积 23 万亩，是该县巩固脱贫攻坚成果与乡村振兴有效衔接的“致富果”。玉露香梨品质稳定性与产量安全性直接关系到县域经济发展和农民持续增收，而晚霜冻害已成为制约产业高质量发展的首要瓶颈。

隰县梨产区春季晚霜冻害主要发生在花期至幼果期，低温导致花器官细胞间隙结冰，造成原生质脱水凝固。典型症状表现为柱头水渍状、花梗弯曲下垂、花序结霜，授粉受精障碍，幼果心室坏死导致坐果率下降，产量锐减，还会影响果实的品质，出现畸形果、果面霜环、风味变淡、品质下降，降低商品果率。长期以来，冻害风险不仅降低了果农种植积极性，还制约了产业规模化发展与集约化经营。根据隰县玉露香梨品种特性及当地山地气候特点，亟需制定专项防控标准，破解技术推广“最后一公里”难题。

通过科学防控制定标准，可整合优化现有防控技术，规范防控流程、明确操作要点，提升灾害防控的精准性和有效性，保障果品产量与品质双稳定，提升产品市场竞争力，筑牢农民增收防线，推动隰县特色产业持续健康发展。

国家《乡村全面振兴规划（2024—2027 年）》、《加快建设农业强国规划（2024—2035 年）》明确提出要强化农业灾害防控能力建设，健全特色农产品标准化生产体系。山西省、临汾市也相继出台推进特色产业高质量发展政策文件，强调要聚焦主产区核心痛点，加强关键技术标准化研发与推广。在此政策背景下，开展《隰县玉露香梨 晚霜冻害防控方法》标准的制定工作，既是响应国家及地方农业发展战略的具体举措，也是夯实产业发展基础、提升灾害防控能力的必然要求。

通过检索，未发现针对隰县玉露香梨晚霜冻害防控方面的标准制定。

二、现有的工作基础及主要工作过程（包括技术力量与分工等）

（一）工作基础

项目由山西农业大学果树研究所梨种质资源与育种团队承担，项目人员长期从事梨种质资源保存利用、新品种选育以及栽培技术示范推广等工作，既是该品种的选育者，更是该技术的示范推广者，熟悉该品种的特性及生长发育特点，在本领域具有丰富的研究经验和理论水平。同时，团队人员多年深耕隰县玉露香梨产业，熟悉隰县地理环境、气候及实际生产状况，并具有丰富的标准编写经验，可为项目的实施提供充分的技术保障。隰县广鑫农业科技开发有限公司、山西泰莱农业开发有限公司、文水县是大高分子材料有限公司等公司具有果树管理、冻害防御、农药使用等方面的经验，可科研成果与企业实践相结合，形成可复制的晚霜冻害方案。

在研究方面，依托果树种质创制和利用山西省重点实验室平台开展新品种选育、玉露香梨花器、枝条抗冻机理、生理调控机理研究、玉露香梨应答低温胁迫机理等相关研究及示范推广项目 40 多项；获得山西省科技进步二等奖 1 项，山西省农村技术承包奖 1 项，山西省专利奖三等奖 1 项；授权发明专利并转化 3 项，鉴定成果 1 项，审定品种 7 个，发表玉露香梨相关论文 50 多篇；示范推广的玉露香梨 2014 年被农业部评为农业产业主导品种，2021 年获得世界园艺博览会金奖；“玉露香梨提质增效标准化栽培技术”获山西省 2023 年农业生产主推技术。依托科技成果转化项目，在汾西县开展了玉露香梨有机旱作栽培技术示范推广，2025 年帮助合作企业获得经济效益 400 万元以上。

上述研究可为本文件的制定提供了充分的理论依据，详实的数据资料和扎实的研究基础，保证了制定标准的先进性和实用性，可为本项目的完成奠定坚实的基础。

1. 近五年承担的与玉露香梨相关的部分项目

(1) 参与山西农业大学地方合作项目：隰县玉露香梨产业发展研究院项目（2025.04-2026.03），开展了隰县玉露香梨标准化生产技术示范与推广工作

(2) 农业农村部项目：国家梨产业技术体系太谷综合试验站建设项目（2008-2025）

(3) 山西省科技厅成果转化引导专项：玉露香梨有机旱作标准化栽培技术示范与推广（2023.01-2025.12）

(4) 山西省果树产业技术体系专项：玉露香梨采前落果机制初探及防控技术集成与示范（SXFRS-2022-Z03）

(5) 山西省高等学校科技创新项目：玉露香梨果皮着色关键基因的鉴定及

功能研究 (2023.09-2025.09)

(6) 山西省应用基础研究计划项目: 基于多类型标记整合图谱的玉露香梨果实重要性状 QTL 定位及候选基因初步鉴定 (2022.01-2024.12)

(7) 山西省科技厅项目: 转录组学和代谢组学关联解析梨花期响应冷冻胁迫的调控机制研究 (2023.1-2025.12)

(8) 山西农业大学博士基金项目: 玉露香梨应答低温胁迫的分子调控机制 (2022.10-2025.12)

2. 部分发表论文

(1) Transcriptome survey and expression analysis reveals the adaptive mechanism of ‘Yulu Xiang’ Pear in response to long-term drought stress. PLOS ONE, 2021, 16(2):1-14.

(2) Transcriptomics analysis of field droughted pear (*Pyrus* spp.) reveals potential drought stress genes and metabolic pathways. Peer J. 2022, 10: 1-27.

(3) Comparative growth, hydraulic conductivity, and sap flow responses of seedlings of two *pyrus* species to drought stress. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 2023, 47(3): 378-389.

(4) Comparative genomic profiling of transport inhibitor Response1/Auxin signaling F-box (TIR1/AFB) genes in eight *Pyrus* genomes revealed the intraspecies diversity and stress responsiveness patterns. Frontiers in Genetics, 2024, 15: 1-15.

(5) 梨杂交后代果实主要性状遗传倾向的初步研究.西北农林科技大学学报(自然科学版). 2024, 52(9): 97-108.

(6) 拉枝对玉露香梨枝条生长及果实糖含量和蔗糖代谢酶活性的影响, 西北农林科技大学(自然科学版).DOI:10.13207/j.jnwafu.2026.04.011.

(7) 不同树形对玉露香梨果实品质的影响. 果树学报, 2025, 42(10): 2298-2307.

(8) ‘玉露香梨’花器官低温胁迫生理响应和转录组分析.果树学报, 10.13925/j.cnki.gsxb.20250500.

(9) “玉露香梨”及其亲本果实生长发育过程中质地差异. 北方园艺, 2022, (19): 8-14.

(10) 不同梨品种春季低温冻害情况调查. 果树资源学报, 2020, 1(6): 44-45.

(二) 主要工作过程

1. 成立项目组 (2024 年 12 月)

为提高团体标准的质量水平,切实发挥隰县玉露香梨晚霜冻害防控技术对隰县玉露香梨产业的引领、支撑、保障作用,山西农业大学果树研究所梨种质资源与育种团队牵头,与4家企业合作,成立了《隰县玉露香梨晚霜冻害防控方法》起草工作小组,制定方案、确定框架和重点内容。

2. 标准草案起草阶段(2025年1-9月)

经过前期在调查、试验和示范推广中的技术积累,项目小组查阅了GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分:标准的结构和编写》、QX/T 88-2008《作物霜冻害等级》、NY/T 442-2013《梨生产技术规程》、DB41/T 2726-2024《梨晚霜冻害防灾减灾技术规程》、DB14/T 1767-2019《玉露香梨苗木》、DB1408/T 014-2020《玉露香梨生产技术规程》等地方和行业标准等相关资料。深入隰县玉露香梨种植园进行深入调查和研究,与梨农沟通交流,掌握晚霜冻害发生情形复杂性和传统防灾方法;与有关专家进行咨询交流,补充最新的防霜经验;与梨产区主要气象局的专业人员进行探讨交流,为本文件的编制积累数据。

3. 标准起草与研讨阶段(2025年10月-2025年12月)

在充分调研、实验数据支撑下,经过多次讨论修改,初步确定梨晚霜冻害防控方法技术环节及其操作要点,形成《隰县玉露香梨晚霜冻害防控方法》草案。小组内部多次开展讨论会,对框架、技术指标、表述方式等进行反复推敲。

4. 评审和修改完善阶段(2025年12月-2026年1月)

运城市数字农业学会组织召开了由果树学、食品科学、农业工程、农药检测等领域共5位专家组成的立项和初评两次会议。共收集到专家提出的各类意见建议40余条,主要涉及术语定义的准确性、部分技术的逻辑性、语言表达的精准性等,工作组进行针对性的修改和完善,在此基础上形成了征求意见稿。

三、与现行法律法规及相关标准的关系

本文件与现行的法律、法规不存在相矛盾的内容。

本文件与现行类似标准的核心差异体现在适用范围和区域适配性。

1. 适用范围更具体,现行《作物霜害等级》(QX/T 88-2008)等通用标准覆盖各类作物,未针对特定果树品种细化,而本文件专门针对隰县玉露香梨制定,精准匹配其生长特性与霜冻敏感规律。

2. 区域适配性更强,河北省《梨晚霜冻害防控技术规程》(DB13/T 2899-2018)针对华北平原春霜冻(3月中下旬为主、平流型霜冻居多),重点优化了“防风障搭建”“灌溉增温”等措施;此文件对隰县“4月中下旬晚霜冻占

比高、以辐射型霜冻为主”的气候特征，优化了应急防控措施；通用标准未考虑区域气候差异对防控措施的适配要求。

四、主要条款的说明，主要技术指标、参数、试验验证的论述

（一）主要条款说明

本文件 8 章 2 个附录，包括：范围、规范性引用文件、术语和定义、晚霜冻害防御原则、晚霜冻害预防方法、晚霜冻害等级标准、晚霜冻害调查、晚霜冻害控制方法以及附录梨晚霜冻害等级指标（日最低气温）和玉露香梨晚霜冻害灾情调查表。所有技术条款均基于隰县玉露香梨主产区 3 个乡镇（午城镇、黄土镇、龙泉镇）10 个核心种植村的调查数据制定，覆盖海拔 850-1100m 的主要种植区域，确保条款在当地生产条件下的适用性和可操作性。

（二）主要技术指标、参数、试验验证的论述

本文件通过对隰县玉露香梨晚霜冻害发生规律、防控技术效果的连续多年定位试验，结合示范园的生产验证，对晚霜冻害防控各技术环节进行标准化、规范化，形成可指导生产实践、提升梨晚霜冻害防控效果的技术标准，提升产业抗风险能力。

1 玉露香梨晚霜冻害的鉴别（3.1）

晚霜冻害的鉴别是梨冻害类型和进行防御措施制定的重要基础，同时其发生时期和程度是进行防灾和减灾技术使用的关键技术指标，因此本文件重点对梨晚霜冻害等相关术语进行了详细说明和具体要求。

2 玉露香梨晚霜冻害防御原则（第 4 章）

由于晚霜冻害发生情形具有复杂性，不同防御方法的效果、投入成本和能挽回的经济损失存在较大差异，同时梨为多年生植物、来年的经济效益也应作为重要参考指标。该部分对梨晚霜冻害防御基本原则进行了规定，确定了基础防御措施、重点内容、应急防御措施的制定方法、防御目标等具体特征进行规定。

3 玉露香梨晚霜冻害预防方法（第 5 章）

3.1 树干涂白相关指标（5.2.1）

设置生石灰：食盐：生石灰：水的 4 种配比（1:0.5:6:20、1:1:6:20、1:1:8:30、1:1.5:8:30），涂白高度设置 60 cm、80 cm、100 cm、120 cm 4 个梯度，每个处理 3 次重复。试验周期为 1 个生长季，定期监测树干表皮温度、冻裂率。结果显示，配比 1:1:6:20、涂白高度 80-100 cm 时，树干表皮温度较对照（未涂白）提升 2.1-3.2℃，冻裂率仅为 3.5%-4.7%，显著低于其他配比及高度处理（ $P<0.05$ ），因此确定该参数为最优值。

3.2 防冻剂相关指标 (5.2.4)

选取 3 种不同成分防冻剂(植物生长调节剂、植物细胞膜稳态剂、氨基酸类), 设置 4 个稀释倍数(1000 倍、2000 倍、3000 倍、4000 倍), 于霜冻后 24h、24h、724h、2h、分别喷施, 每个处理 3 次重复。调查盛花期受害率。结果显示, 含腐植酸 $\geq 8\%$ 、氨基酸 $\geq 5\%$ 的防冻剂稀释 500 倍液, 于霜冻前 24-48h 喷施时, 盛花期受害率最低(10.8%-13.2%), 且果实可溶性固形物含量与对照无显著差异(差异 $\leq 0.5\%$), 显著优于其他防冻剂及稀释倍数处理($P < 0.05$), 因此确定该参数。

3.3 熏烟相关指标 (5.2.5)

传统烟雾法设置烟堆间距(10 m、15 m、20 m、25 m)、烟堆用量(30 kg、50 kg、80 kg、100 kg) 2 个因素, 采用正交试验设计, 每个处理 3 次重复。在自然霜冻发生时监测梨园小环境温度, 调查盛花期受害率。结果表明, 烟堆间距 15-20 m、单堆用量 50-80 kg 时, 梨园温度可提升 2.0-2.5 $^{\circ}\text{C}$, 持续保温 4-6 h, 盛花期受害率降至 12.5%-15.8%, 较其他参数组合受害率降低 21.2%-32.3%, 且投入成本(100-300 元/亩)与防控效果性价比最优, 因此确定使用该参数范围。

智能烟雾发生器每亩设置发生器个数(4 个、6 个、8 个), 每个处理 3 次重复。在自然霜冻发生时监测梨园小环境温度, 调查盛花期受害率。结果表明, 发生器个数 6-8 个, 梨园温度可提升 2.5-3.0 $^{\circ}\text{C}$, 持续保温 5-6 h, 盛花期受害率降至 12.8%-16.1%, 较其他参数组合受害率降低 22.7%-32.8%, 且投入成本(300-500 元/亩), 因此确定使用该参数范围。

4 玉露香梨晚霜冻害等级标准 (第 6 章)

晚霜发生生育期和冻害程度是进行防灾和减灾技术使用的关键技术指标。本文件主要参照 QX/T88-2008《作物霜害等级》结合玉露香梨的品种特性补充细化了分级参数。通过对不同生育期、不同冻害程度下果实产量和品质的相关性分析而确定。

4.1 花器官冻害等级指标 (6.1)

CK 组不低温处理, 处理组放入低温光照培养箱 0 $^{\circ}\text{C}$ 分别处理 1 h、4 h、8 h、12 h 和 24 h, 每个处理 3 次重复。结果表明, 在低温胁迫 1 h 时花器官无明显变化, 在 4 h 时, 花器官子房开始发黑, 8 h 时花柱部分褐化, 12 h 时花柱和柱头褐化明显, 花瓣逐渐变透明, 24 h 时, 子房冻伤, 褐化严重, 花柱和柱头褐化, 雄蕊部分萎焉。



4.2 幼果冻害等级指标（6.1）

CK 组不低温处理，处理组放入低温光照培养箱 0℃分别处理 2h、4 h、8 h、和 12 h，每个处理 3 次重复。结果表明，在低温胁迫 2 h 时幼果无明显变化，在 4 h 时，幼果种子开始发黑，8 h 时幼果部分皱皮，12 h 时幼果皱皮严重、组织变透明。

5 玉露香梨晚霜冻害调查（第 7 章）

本部分采用定株观察法调查冻害情况。相关调查参数基于统计学原理确定，确保调查结果的准确性和代表性。

调查时间为冻害发生后 72h 内（此时冻害症状完全显现，且未发生二次伤害，调查数据与实际冻害程度相关性达 0.92 以上）；调查样本量为每块梨园（面积 ≤10 亩）随机选取 3 个调查点，每个调查点选取 10 株标准树（树龄 5-15 年、生长势中等），株间距 ≥5m；调查内容包括受害生育期、受害部位（花蕾/花/幼果）、受害率，每株树按东、南、西、北 4 个方位各调查 2 个结果枝组，确保调查数据的均衡性。本部分明确的调查方法和参数，可使调查误差控制在 5%以内，为后续灾害评估和补救措施制定提供精准的数据支撑。

（三）预期效果

1 经济效益分析

试验研究表明，利用《隰县玉露香梨 晚霜冻害防控方法》，商品果率提高 10%~20%，腐烂率下降 20%~30%，售价明显提高并可有效延长果实冷藏寿命。按照十万亩玉露香梨基地规模，亩产量 2000 kg，每千克增值 2.0 元计算，每年增收 4 亿元。因此，《隰县玉露香梨 晚霜冻害防控方法》的制定，减少了隰县玉露香梨生产过程中造成的损失，将极大地提高果农、贮藏企业的经济效益。

2 社会效益分析

通过《隰县玉露香梨 晚霜冻害防控方法》的制定与实施，果实商品品质的提高，可满足国内外市场对玉露香梨果长期稳定、持续供应的需要，为果农增收、农民就业提供新的途径，为隰县玉露香梨生产提供技术保障，进一步提升玉露香梨的品牌价值，促进全省玉露香梨产业的健康、稳定、持续发展。

该技术标准一旦制定并推广，对与隰县气候条件相似的玉露香梨产区梨果晚霜冻害防控也起到一定的辐射带动作用。

五、重大意见分歧的处理依据和结果

无重大意见分歧。

本文件形成过程中，项目组先后通过电话咨询、见面座谈、电子文件传递等方式，听取了山西农业大学、隰县果业服务中心、运城市盐湖区果蔬发展中心等单位的相关专家与从业人员的意见，并发送征求意见稿 12 份。征求意见过程中未出现重大分歧意见。

六、国内外现状及采标情况

（一）国内外现状

国外梨晚霜冻害防控依靠技术集成与精准施策，在高附加值梨产区已形成物理防御、化学调控与智慧监测融合的技术体系。如韩国培育抗冻转基因梨品种，通过导入冷调节蛋白基因（COR）提升抗寒性，采用微喷灌与防风装置结合的控温技术，利用水体潜热缓解冻害；欧美地区推广防霜毯、遮阳网覆盖、空气扰动设备等物理措施，并配套抗寒制剂喷施技术，同时依托精准气象预警系统指导防控时机。其研究侧重不同防控措施的效果量化评估，但技术成本较高，适配性受地域气候差异影响显著。

国内防控技术研发与应用根据产业实际，正在构建“监测预警-主动防御-灾后补救”全链条体系。山西、宁夏等地针对黄土高原、干旱半干旱区特点，研发了立体熏烟、防冻制剂喷施等实用技术，隰县目前建设了物联网监测网络。现有标准多为通用型经济林果冻害评估或防控规范，虽明确了基础防控原则，但缺乏针对玉露香梨品种特性及隰县山地气候的专项技术参数，难以满足本地化精准防控需求。

（二）采标情况

无

七、项目的保障措施（包括组织宣贯、试点示范、配套资金等）

（一）组织宣贯

本文件发布实施后，我们将在政府的指导下，通过媒体进行公告，同时组织相关农技部门、合作社、果农进行技术指导、培训，使其尽快熟悉、了解和掌握，并及早运用于实践中，进一步促进玉露香梨产业的健康、快速发展。

企业管理层战略培训：联合行业协会组织“标准引领产业升级”专题培训班，

邀请标准化专家、龙头企业负责人授课，重点讲解本文件实施对企业降本增效、品牌建设、市场拓展的推动作用，推动企业管理层树立“标准即竞争力”的理念，主动投入标准落地。

技术骨干实操培训：由山西农业大学果树研究所科研机构牵头，开展“标准实操技能提升班”，针对梨园核心技术人员，采用“理论讲解+现场实操”模式，重点培训冻害预防、调查、控制方法等关键环节的操作规范，确保技术骨干熟练掌握标准要求。

基层人员普及培训：针对果农、田间操作工等基层人员，编制通俗易懂的《口袋书》、《实操流程图》，采用“现场演示+案例分析”方式开展培训，如通过对比传统烟雾法与智能烟雾发生器、防霜机的不同预防效果，直观传递标准要求，提升基层人员执行能力。

（二）试点示范

考虑到隰县个体户产能规模、技术水平差异较大，采用“试点先行、典型引领”的方式，逐步推动标准全行业覆盖，降低实施难度。

按照“代表性强、基础较好、意愿强烈”的原则，选取两类试点企业：一是龙头企业，重点探索规模化、智能化生产模式下的标准落地路径；二是具备一定基础的个体户，重点探索低成本、易操作的规范化改造方案。

（三）配套资金

隰县玉露香梨产业发展研究院项目《隰县玉露香梨标准化生产技术示范与推广》，经费 50 万元，主要用于隰县玉露香梨示范基地建设以及本文件制定实施过程中所发生的调研差旅费、试验研究、资料印刷等费用，经费充足。

八、其他应说明的事项

无。