

技 术 简 报

第 23 期

国家苹果产业技术体系

2021 年 8 月 20 日

苹果花期霜冻防控技术

栽培与土肥研究室 薛晓敏 王金政 陈 汝

苹果花期霜冻是我国北方苹果产区重要的气象灾害，在环渤海湾和西北黄土高原产区经常发生。近 30 年来，全球气候变暖的趋势愈加明显，发生“倒春寒”现象的频度进一步加剧，此时正值苹果花期，冻害对花器官和幼果的损伤极大，成为影响苹果产业可持续发展的重大威胁。据统计，近 20 年来我国苹果主产区每 2-3 年便会遭受一次危害较轻的花期霜冻灾害，每 3-5 年遭受一次危害较严重的花期霜冻灾害，须引起高度重视。

一、花期霜冻类型

依其成因，花期霜冻可分为三类：

1、平流型霜冻

指强冷平流引起剧烈降温，使苹果树受害的霜冻。发生时常伴

有强风，故又称为“风霜”。其特点是危害范围广、时间长（一般 3-4 天），降温剧烈，可达 $-3\sim-5^{\circ}\text{C}$ ，甚至 -10°C ，地区间差异较小。

2、辐射型霜冻

指当天气出现冷高压情况下，夜间天气晴朗，果树表层在没有遮挡物的情况下受到剧烈辐射而产生的霜冻，又称为“晴霜”和“静霜”。其特点是辐射时间短（一般几个小时，有时也可能连续在几个晚上出现），降温不大，多在 $-1\sim-2^{\circ}\text{C}$ 危害较轻，地区间差异大，不同地区甚至同一植株的不同部位也会有差异。

3、平流辐射型霜冻

也称混合型霜冻，指冷平流和辐射冷却共同作用下产生的霜冻。一般为先有冷空气侵入，温度显著降低，到晚上天空转晴，地面有效辐射很强，植株体温进一步降低而产生霜冻。这类霜冻出现次数多，影响范围大，对苹果生产的危害较严重。

西北黄土高原产区，花期霜冻多为平流型霜冻或平流辐射型霜冻，危害范围广，降温幅度大，地区间差异小，受害较重。渤海湾苹果产区，花期霜冻多为辐射型霜冻，危害范围小，降温幅度小，受害较轻。

二、霜冻危害

花期霜冻对苹果开花及坐果危害甚大。主要是由于严冬过后，树体已解除休眠，逐步进入生长发育期，各器官抵御寒害的能力锐减，特别当异常升温 3-5 天后突然遇到强寒流袭击，更易受害。

1、花芽冻害

在花芽萌动期和花芽膨大期遇到剧烈降温，会导致开花延迟，或雌雄蕊发育不正常，影响受精和坐果。霜冻严重时花芽基部形成

离层而脱落。花期发生霜冻时，轻者表现为花瓣组织结冰变硬，回暖后花瓣变成灰褐色，逐渐干枯、脱落。

2、花器官冻害

苹果花器官抗寒力较差，受冻稍重者花丝、花药和雌蕊变成褐色和黑色，最后干缩。重者子房受冻，变成淡褐色，横切面的中央、心室和胚珠变成黑色，严重者整个子房皱缩，花梗基部产生离层而脱落。

2、幼果冻害

幼果期遭遇霜冻后，轻者果面留下冻痕，即使果实能膨大，但往往变成畸形小果；重者幼果停止膨大，变成僵果；严重者果柄冻伤而落果。

三、灾害发生规律与影响因素

1、发生规律

如果冬季气温偏高，尤其是2月份气温高于常年，呈现明显暖冬现象；加上3月份或4月初气温偏高，活动积温也偏高，导致苹果物候期提前，则极易发生花期霜冻。

2、影响因素

花期霜冻的发生、持续时间及危害程度与天气条件和自然环境息息相关。

(1) 天气条件

在晴朗、无风、低湿的条件下容易发生霜冻。雨少时霜冻严重，雨多时霜冻则轻。

(2) 地形、地势

洼地和山谷霜冻严重。对于山坡来说，迎风坡比背风坡霜冻重；

山脚比山顶霜冻重，山坡中段霜冻最轻；南坡比北坡霜冻轻；西坡及西南坡比东坡及东南坡霜冻轻；陡坡比缓坡霜冻轻。

(3) 下垫面性质

干松的沙土霜冻较重，坚实而湿润的粘土等，霜冻危害较轻。

四、灾害预防

1、提高树体抗寒性

(1) 喷尿素和磷酸二氢钾

落叶前 20 天先后喷 1-2%、2-3%和 5-6%尿素加 0.3%磷酸二氢钾混合营养液，最后一次可混喷少量硼砂和硫酸锌；萌芽前喷 3-5%尿素加 0.3%磷酸二氢钾 1-2 次，可显著提高树体抗寒性。

(2) 喷果树防冻剂

在冻害发生前 1-2 天，喷果树防冻液加 PBO 液各 50-100 倍液；也可喷自制防冻液：琼脂 8 份、甘油 3 份、葡萄糖 43 份、蔗糖 45 份、其它营养素（包括肥料、植物激素等）2 份、清水 5000-10000 份，先将琼脂用少量水浸泡 2 小时，然后加热溶解，再将其余成分加入，混合均匀即可。

(3) 喷营养液

强冷空气来临前，对果园喷布芸苔素 481，可以有效地缓和果园温度剧降或调节细胞膜透性，能较好地预防霜冻。

2、延迟发芽，躲避霜冻

(1) 早春树干涂白或喷白

早春对树干、骨干枝进行涂白，涂白剂的配方是：生石灰 10 份、食盐 1-2 份、水 35-40 份，再加 1-2 份生豆汁，以增加粘着力。也可以用 10-20 倍液的石灰水喷布树冠，以反射光照、减少树体对热

能的吸收，降低冠层与枝芽的温度，这样做可推迟开花 3-5 天。

(2) 春季灌水

有条件果园，苹果发芽后至开花前灌水 1-2 次，减缓地温上升的速度，显著降低果园地温，可推迟花期 2-3 天。

3、改善果园的小气候

(1) 加热法

加热防霜是现代防霜较先进而有效的方法。在果园内每隔一定距离放置一加热器，在将发生霜冻前点火加温，使下层空气变暖而上升，而上层原来温度较高的空气下降，在果树周围形成一暖气层，一般可提高温度 1-2℃。

(2) 熏烟法

根据天气预报，在园内气温接近 0℃ 时，在迎风面每亩堆放 10 个烟堆熏烟，可提高气温 1-2℃。近年来，采用硝铵、锯末、柴油混合制成的烟雾剂代替烟堆熏烟，使用方便，烟量大，防霜效果好。也可用自制烟雾弹防霜，选 30% 硝铵、30% 沥青和 40% 锯沫为原料，先将锯沫和硝铵晒干、压碎、过筛，然后将三种材料混合拌匀，包成筒状药管，中间插上药捻或导火线即成。在来霜之前放置在地里，放置数量可根据地块大小而定，在晚霜来临前 1 小时左右点燃，可放出大量浓烟。

(3) 树盘覆草

早春用杂草覆盖树盘，厚度为 20-30 厘米，可使树盘升温缓慢，限制根系的早期活动，从而延迟开花。如能够结合灌水，效果更好。

(4) 其他措施

有条件果园可安装防霜机，就是在果园上空使用大功率鼓风机

搅动空气，可吹散凝集的冷空气，有预防霜冻的效果。

五、灾后应急处置措施

1、灾情调查

霜冻过后，应迅速组织对产区果园树体健康状况的全面检查，全面评估霜冻对果树的组织、器官所产生的各方面影响、灾害程度，针对实际受灾情况提出具体应对方案，尽可能将灾害损失降至最小。

2、叶面喷肥，补充营养。

采取叶面喷施 0.3-0.5%尿素、0.2-0.3%硼砂或其他叶面肥料，以补充树体营养，促进花器官发育和机能恢复，促进授粉受精和开花坐果。

3、保花保果，促进坐果

(1) 人工授粉、保证坐果

如果花未开完，可立即进行人工授粉，即从适宜的授粉树上采花制粉，然后用人工点授法对花序中留下的每个花朵逐一授粉，充分利用边花、晚花和腋花芽坐果，重复 2-3 次。

(2) 停止疏花、延迟定果

发生霜冻灾害的苹果园，应立即停止疏花，以免造成坐果量不足；定果时间推迟到幼果坐定以后进行，定果力求精细准确，必要时每花序可保留 2-3 个果实，以弥补产量不足，确保有良好的产量和经济效益。

(3) 喷营养液

花期受冻后，在花托未受害的情况下，喷布芸苔素、硅钙镁钾微量元素或硼砂和钼酸钙等营养液，可提高坐果率，能弥补一定产量损失。

4、加强土肥水综合管理，促进果实发育

霜冻发生后及时灌水，以利于根系对水分吸收，从而达到养根壮树的目的，使树体尽快恢复生长。及时施用复合肥、硅钙镁钾肥、土壤调理肥、腐植酸肥等，促进果实发育，增加单果重，挽回产量。加强土壤管理，促进根系和果实生长发育，以减轻灾害损失。

5、加强病虫害防控。

主要是及时防止金龟子、蚜虫、花腐病、霉心病、黑点病、腐烂病等危害果实和花朵的病虫害，以免进一步影响产量。

报送：农业农村部科技教育司、农业农村部种植业管理司

发送：各苹果主产省农业农村厅、各功能研究室岗位科学家、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

2021年8月22日刊发
