

刘红,杨爱琴,孙智辉,等.陕西苹果花期霜冻敏感性指标研究[J].陕西气象,2022(4):67-69.

文章编号:1006-4354(2022)04-0067-03

陕西苹果花期霜冻敏感性指标研究

刘红^{1,2},杨爱琴^{2,3},孙智辉³,刘志超^{2,3},党晓东^{2,4},都全胜^{1,2}

(1.安塞区气象局,陕西安塞 717400;

2.陕西省气象局秦岭和黄土高原生态环境气象重点实验室,西安 710016;

3.延安市气象局,陕西延安 716000;4.子长市气象局,陕西子长 717300)

摘要:以2021年4—5月陕西省延安市洛川县苹果气象试验站富士系晚熟盛花期苹果花为材料,采用人工模拟霜箱试验的方法,研究了苹果花在不同低温条件下的受冻率,采用浸泡法测定苹果花相对电导率,分析苹果花相对电导率与半致死温度的变化特征。结果表明:富士系晚熟苹果花在一2.0℃下持续3h内未受冻,一3.0℃持续2h后重度受冻,一4.0℃持续2h后受冻率达100%,一5.0℃持续1h后受冻率达100%;低温与苹果花相对电导率呈显著负相关,相关系数为0.9883,相对电导率随温度下降而不断增大;苹果花的半致死温度在一3.0~一4.0℃之间。

关键词:苹果花期;霜冻指标;陕西

中图分类号:S425 **文献标识码:**A

陕西为苹果种植大省,苹果花期冻害是影响苹果品质和产量的主要气象灾害之一。国内外对苹果花期冻害风险等级^[1-3]、苹果花器官冻害率^[4-5]等方面研究较多。李红英等^[6]运用人工霜箱模拟研究不同苹果品种花期霜冻敏感性指标,王静等^[7]研究环境相对湿度对苹果花器官过冷却点的影响,姜琳琳等^[8]对不同低温条件下,苹果花可溶性糖、可溶性蛋白等指标与苹果花的抗寒性关系进行研究,李艳莉等^[9]开展陕西苹果种植区北扩后陕北低温冻害分析研究。在不同低温持续条件下,对陕西苹果花期遭受低温冻害的相对电导率和半致死温度指标的研究甚少。

在正常情况下,植物细胞膜对物质具有选择透性能力。当植物受到逆境影响时,细胞膜遭到破坏,透性增大,从而使细胞内的电解质外渗,以致植物细胞浸提液的相对电导率增大。相对电导率测定是作物抗逆性栽培、育种上鉴定植物抗逆性强弱的实用方法之一。低温半致

死温度是指在该温度时,植物达到半致死状态,当温度继续低于该温度时,植物所受的伤害将不可恢复甚至死亡。半致死温度是准确估量植物耐寒性的数量指标^[10]。低温半致死温度对抗寒性预测已广泛应用于经济树种^[11]。本研究开展陕西省富士系晚熟苹果花期冻害机理分析与试验,通过人工模拟霜箱试验、浸泡法测定相对电导率等方法,总结不同低温持续条件下,陕西苹果花期遭受低温冻害的受冻率、相对电导率和半致死温度指标,以期为富士系晚熟苹果抗逆性栽培、育种鉴定、引种、果业部门及果农防御低温冻害提供参考,提高冻害防御效果,减轻冻害损失,助力苹果产业发展。

1 材料与方法

1.1 试验时间、地点和材料

试验于2021年4—5月开展,地点选取在陕西省延安市洛川县苹果气象试验站,以富士系晚熟盛花期苹果花作为试验材料。在同一果园苹果

收稿日期:2021-08-11

作者简介:刘红(1984—),女,汉族,陕西绥德人,学士,工程师,从事农业气象预报技术研究。

基金项目:陕西省气象局秦岭和黄土高原生态环境气象重点实验室开放基金课题(2021G-20)

盛花期选取树龄、长势一致的果树,随机选取大小、粗细相似且同时具有全开类型花的枝条。试验采用调节方式控温的人工模拟霜箱,箱内有 11 支热电型电偶温度传感器,10 支放置于试验苹果花的子房部位,用于监测苹果花的温度变化,1 支测量霜箱内温度。试验采用雷磁 DDS-307A 台式电导率仪测定人工模拟霜箱试验后受冻苹果花的相对电导率。

1.2 试验方法

1.2.1 苹果花受冻率 王景红等^[12]在对陕西富士系苹果花期霜冻灾害气象指标的修订研究中提出,苹果花期生理冻害的主要判别依据为子房是否受冻,得出苹果花过冷却点^[6]在 $-2.5\sim-4.0\text{ }^{\circ}\text{C}$;根据果业技术员的指导和种植户多年的种植经验,同样得出子房受冻才会对苹果生长产生显著影响,故选取子房受冻为苹果花冻害的主要判别依据,将 $-2.5\sim-4.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 作为苹果花受冻的临界温度。利用人工霜箱模拟 3 组不同低温持续条件,测定不同低温持续时间下苹果花受冻率。将温度传感器探头安置在子房部位,温度传感器与数据采集器系统和计算机连接,计算机自动连续记录分析花器官表面温度变化,自动绘制温度变化曲线。达到相应低温处理时间后,从人工霜箱取出试验苹果花,常温下置放 2 h 后,观测其受冻情况,以子房呈水浸状并变褐色为苹果花受冻的统计标准。同时,摘取 3 组试验苹果花的中心花,用于受冻苹果花相对电导率的测量。

表 1 人工霜箱试验模拟的不同低温及其持续时间

低温/ $^{\circ}\text{C}$	-2.0	-3.0	-4.0	-5.0
持续时间/h	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4	1,2,3	1,2

1.2.2 苹果花相对电导率及半致死温度 采用浸泡法测定相对电导率^[13],取大小相当的苹果中心花,用自来水洗净再用蒸馏水冲洗 3 次,用滤纸吸干表面水分,将苹果花剪成适宜大小,快速称取鲜样 3 份,每份 0.1 g,分别置于 10 ml 去离子水的刻度试管中,盖上玻璃塞置于室温下浸泡处理 12 h,用电导率仪测定浸提液电导率(R_1),然后沸水浴加热 30 min,冷却至室温后摇匀,再次测定浸提液电导率(R_2)。相对电导率 $= (R_1/R_2) \times 100\%$ ^[14-15]。根据朱根海^[16]、王永红^[17]、刘坤坤^[18]等对植物抗寒性的研究,当相对电导率出现明显跳跃时,植物组织的半致死温度出现在相对电导率对应的低温变化区间,可作为植物抗寒性的一个重要指标。

2 结果与分析

2.1 不同低温持续时间下的受冻率

分析不同低温条件下的苹果花受冻率(见表 2)发现,随着低温的不断下降,苹果花的受冻时间明显缩短,受冻率不断增大。 $-2.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 持续 3 h 内苹果花未受冻,持续 4 h 后开始受冻,持续 6 h 后中度受冻。 $-3.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 持续 2 h 后重度受冻, $-4.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 持续 1 h 后受冻率达 96.5%, $-5.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 持续 1 h 后受冻率达 100%。

表 2 洛川富士系晚熟苹果花在不同低温持续时间下的受冻率 %

低温/ $^{\circ}\text{C}$	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h
-2.0	0	0	0	28.6	37.9	66.4
-3.0	47.3	85.2	100	100	—	—
-4.0	96.5	100	100	—	—	—
-5.0	100	100	—	—	—	—

2.2 不同低温条件下的相对电导率

从表 3 可以看出,富士系晚熟苹果花相对电导率随着温度的降低呈现上升趋势,低温与相对电导率之间呈负相关,相关系数为 0.988 3(经 t 检验,通过 0.05 的显著性检验)。低温初期苹果花相

对电导率上升较为平缓,随着温度不断降低,相对电导率迅速上升,随后电导率上升又趋缓慢。 $-3.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时苹果花的相对电导率为 47.0%, $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时相对电导率上升至 62.8%,出现明显跳跃。苹果花的半致死温度在 $-3.0\sim-4.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间,陕西富士系

晚熟苹果花的过冷却点在 $-2.5\sim-4.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ^[12],苹果花的半致死温度与过冷却点基本保持一致。

表3 洛川富士系晚熟苹果花在不同低温条件下的相对电导率

低温/ $^{\circ}\text{C}$	-2.0	-3.0	-4.0	-5.0
相对电导率/%	38.6	47.0	62.8	69.6

3 结论和讨论

(1)陕西盛花期的富士系晚熟苹果花在 $-2.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $-3.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $-4.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $-5.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 四个低温指标下, $-2.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 持续3 h内未受冻, $-3.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 持续2 h后重度受冻, $-4.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 持续2 h后受冻率达100%, $-5.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 持续1 h后受冻率达100%。

(2)陕西盛花期的富士系晚熟苹果花相对电导率在38.6%~69.6%之间,随着温度的降低相对电导率呈现平缓—迅速—缓慢上升三个阶段,低温与相对电导率呈显著负相关,相关系数为0.988 3。苹果花的半致死温度在 $-3.0\sim-4.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间。

(3)本研究仅对苹果花的相对电导率和半致死温度进行探讨,后期可就过氧化物酶、叶绿素总量等生化指标和抗寒性生理等综合评价指标进行分析研究,更精准地判断苹果花的耐寒性。同时,由于苹果不同品种、不同树龄、花期不同阶段的耐寒性存在一定差异,苹果花期霜冻指标也有不同。苹果花现蕾期、露红期的抗冻性高于开花期。后期还要对不同苹果品种、花期不同阶段等的霜冻指标展开分析研究,不断完善苹果花期霜冻指标。

参考文献:

- [1] 王琳,倪闻,彭力,等.铜川市近30年苹果气象灾害特征分析[J].陕西气象,2020(6):42-46.
- [2] 朱琳,李星敏,李艳丽,等.陕北苹果适宜区基地县北扩的气候论证[J].陕西气象,2009(6):1-4.
- [3] 屈振江,刘瑞芳,郭兆夏,等.陕西省苹果花期冻害风险评估及预测技术研究[J].自然灾害学报,2013,22(1):219-225.
- [4] 李翠英,马锋旺,王小军,等.2018年陕北苹果花期冻害调查[J].中国果业信息,2018,35(7):60-61.
- [5] 宋雪娜.6个苹果品种花期冻害调查及抗冻性分析[D].杨凌:西北农林科技大学,2015.
- [6] 李红英,段晓凤,王静,等.宁夏苹果花期霜冻敏感性指标研究[J].干旱地区农业研究,2015,33(6):184-188.
- [7] 王静,李红英,马红飞,等.空气湿度对富士系苹果花过冷却点的影响[J].经济林研究,2020,38(1):225-230.
- [8] 姜琳琳,王静,段晓凤,等.低温对富士苹果花抗性生理指标的影响[J].江苏农业科学,2020,48(11):111-114.
- [9] 李艳莉,王景红,李鹏利.陕西苹果种植区北扩气候资源及气象灾害风险分析[J].陕西气象,2011(3):15-17.
- [10] 徐迎春,朱曦芮.7个中山杉品种低温半致死温度与耐寒性评价[J].安徽农学通报,2020,26(24):86-88.
- [11] 魏鑫,刘成,王兴东,等.6个高丛越橘品种低温半致死温度的测定[J].果树学报,2013,30(5):798-802.
- [12] 王景红,刘璐,高峰,等.陕西富士系苹果花期霜冻灾害气象指标的修订[J].中国农业气象,2015,36(1):50-56.
- [13] 陈爱葵,韩瑞宏,李东洋,等.植物叶片相对电导率测定方法比较研究[J].广东教育学院学报,2010,30(5):88-91.
- [14] 陈建勋,王晓峰.植物生理学实验指导[M].2版.广州:华南理工大学出版社,2006:64-66.
- [15] 刘宁,高玉葆,贾彩霞,等.渗透胁迫下多花黑麦草叶内过氧化物酶活性和脯氨酸含量以及质膜相对透性的变化[J].植物生理学通讯,2000,36(1):11-14.
- [16] 朱根海,刘祖祺,朱培红.应用Logistic方程确定植物半致死温度的研究[J].南京农业大学学报,1986(1):11-15.
- [17] 王永红,李纪元,田敏,等.低温胁迫对山茶物种2个抗寒性生理指标的影响[J].林业科学研究,2006,19(1):121-124.
- [18] 刘坤坤,刘庆忠,陈锋,等.甜樱桃砧木吉塞拉5号抗寒性鉴定[J].落叶果树,2005(4):1-3.