

贺芬芬,孙智辉,刘志超,等.果园柴油炉增温防冻试验[J].陕西气象,2022(4):70-74.

文章编号:1006-4354(2022)04-0070-05

# 果园柴油炉增温防冻试验

贺芬芬<sup>1,2</sup>,孙智辉<sup>2</sup>,刘志超<sup>2</sup>,杨爱琴<sup>1,2</sup>,杨帆<sup>2</sup>

(1.延安市气象灾害应急指挥部办公室,陕西延安 716000;

2.延安市气象局,陕西延安 716000)

**摘要:**2021年1月27—29日,在洛川苹果气象试验站进行了柴油炉增温防冻试验,结果表明:以平流降温为主且风速较大(平均风力4~5级)时,果园可增加温度0.3~0.8℃,最高可增1.3℃,最大增温范围距炉子约8.0m,具有增温范围大,但增温幅度小的特点;以辐射降温为主且风速较小(平均风力2~3级)时,果园可增加温度0.4~3.7℃,最大增温范围距炉子约5.0m,2.3m以内平均增温在2.0℃以上,最大增温6.1℃,温度增幅较大但影响范围小。在果园进行柴油炉防冻,应根据风向、风速,将炉子置于上风方,每个柴油炉之间间隔3.5m摆放,在风速小于3.0m/s时,可增加果园内温度2.1~6.1℃,可减轻或避免霜冻危害;在风速较大时,增温效果不佳,难以实现防冻目的。

**关键词:**苹果园;柴油炉;暖风;防冻试验;洛川

**中图分类号:**S425 **文献标识码:**A

在全球气候变暖背景下,冬春季温度明显升高,同时春季气温不稳定性也在增加,果树花期遭遇晚霜冻害的风险在增大<sup>[1]</sup>。延安是全国苹果种植面积最大的地级市,截止2020年底延安苹果种植面积27万hm<sup>2</sup>,产量达370万t<sup>[2]</sup>,但苹果花期冻害成为苹果生产中最主要的气象灾害之一。苹果花期冻害气象服务和防霜冻技术试验成为了气象为农服务的重点工作<sup>[3-5]</sup>。21世纪以来,延安苹果冻害天气基本上每年都有,主要影响苹果花期和幼果期,造成了苹果产量和品质的下降<sup>[6]</sup>。科技工作者开展了无人机、防霜风机的空气扰动防冻试验<sup>[7-8]</sup>、喷水防霜冻试验和熏烟防霜冻试验<sup>[9]</sup>,生产中防御倒春寒的主要措施是熏烟,这种方法的缺点是烟雾持续时间短、发烟不稳定、易招致火灾,而且费工费时,应用效果不佳<sup>[10]</sup>;喷水防霜冻需要充足的水储备,在黄土高原地区不适宜大面积推广,在经济价值高的小地块可适当应用<sup>[11]</sup>。洛川县位于陕西省延安市南部,地处渭北

黄土高原沟壑区,苹果产业有着得天独厚的自然资源,是举世公认的苹果最佳优生区<sup>[12]</sup>。同时洛川苹果花期冻害影响也很严重,特别是2018年、2020年造成减产,少量地块绝收的现象<sup>[13]</sup>。2017年洛川建成全国首家苹果气象试验站,为开展防冻试验提供了基础。冻害是由温度降低造成的,利用柴油炉燃烧放热提高果园温度是果园防冻方法之一,在国内外的报道较少。通过对2021年1月27—29日在洛川苹果气象试验站的柴油炉增温防冻试验进行分析,研究柴油炉燃烧放热防冻的效果,为果农开展防冻提供技术指导。

## 1 材料与设计

### 1.1 试验地点和材料

防冻试验地点位于延安市洛川县苹果气象试验站(109.37°N,35.79°E,海拔高度1088m),有南、北两块苹果园,之间相隔40m。苹果种植采用矮化密植栽培方式,株行距1.5m×3.5m,树龄5a,树高3~4m,行间覆草。试验区处于南

收稿日期:2021-09-11

作者简介:贺芬芬(1992—),女,汉族,陕西甘泉人,农学学士,助理农艺师,从事园艺及农业气象服务与研究。

基金项目:延安市气象局面上课题(2020G-1)

果园,其北边为房屋,东边和南边分别为地势较高的果园和气象观测场。对照区处于北果园,面积大,四周较为开阔(参见图1)。

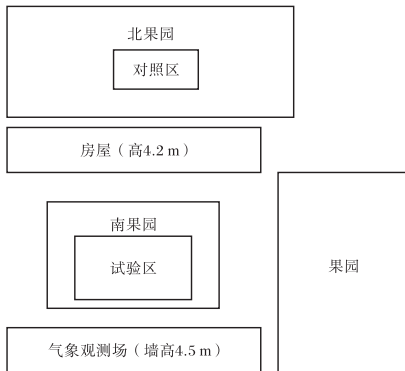


图1 洛川县苹果气象试验站示意图

利用陕西盛涛农业科技有限公司生产的 ST-NY-2101(果园版)柴油炉开展试验。柴油炉由3部分组成,下部是装柴油的容器,可以调节火力大小,中间是由可以散热的粗铁管和为柴油燃烧提供氧气的细铁管组成,上部是一根带有盖子的粗铁管,用以向上散热并防止火苗将果树烧伤。

## 1.2 试验设计

根据天气预报,2021年1月27—29日将出现一次降温过程,最低气温出现在28日和29日凌晨,由于两晚降温方式、风向、风速各不同,所以在27日和28日晚上各做了1次试验。针对平流降温和辐射降温天气,基于各个柴油炉加热效率相同,通过分析柴油炉加热前、后试验组与对照组的温差,确定柴油炉增温效果、影响范围。

摆放柴油炉前1h,在试验区距离地面约1.5m处分别悬挂20支便携式温湿度仪,并分别编号(见图2)。每隔5min自动观测温湿度1次,温度观测精度为 $\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,测量范围 $\pm 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,所测温度为试验区温度。用相同方法在对照区悬挂1支便携式温湿度仪,作为对照区温度。

根据果树的株行距,将柴油炉分别编号并均匀排列放置在试验区的果树中间位置。在27日21时开启便携式温湿度仪,当温度降到零下时,试验区每人负责1个柴油炉,在最短时间内同时点火,28日方法相同。由于27日和28日试验时风速、风向不同,便携式温湿度仪应主要在下风方摆放,所以设计了2种不同的摆放位置(参见图2)。27日夜间试验称为试验1,28日夜间试验称

为试验2。

通过对观测数据对比分析发现,12号便携式温湿度仪工作不正常,数据不具备参考性。

## 2 结果与分析

### 2.1 试验1

试验1期间有冷空气过境,以平流降温为主。风向为西北风,期间平均风速为6.5m/s。晚间开始试验,点火时间为23:00,22:00—23:00为加热前的温度对照观测时间,试验区与对照区的温度差平均值为 $-0.3\sim -0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,温度相差不大。

23:00—24:00为加热时间,期间平均风速5.6m/s。表1为加热后试验区与对照区温度差的平均值。除8号温度观测点(简称8号,下同)、20号外,其他各点在加热5~10min后,温差变为正值,说明加热开始发生作用的时间为5~10min。8号、20号点与对照区的温差为负值,是因为距离炉子较远且处于试验区的上风方,热量逆风传输效率低,但5~10min后温差开始变小,说明加热对于他们发生作用的时间较长。

表1 试验1加热后试验区与对照区温度差的平均值

观测点 编号	温度差 平均值/ $^{\circ}\text{C}$	观测点 编号	温度差 平均值/ $^{\circ}\text{C}$
1	0.2	11	0.5
2	0.4	12	—
3	0.8	13	0.2
4	0.5	14	0.3
5	0.7	15	0.5
6	0.4	16	0.3
7	0.1	17	0.8
8	-0.1	18	0.8
9	0.1	19	0.4
10	0.1	20	-0.1

因为风向和风速会影响热量输送,因此对处于炉子上风方和下风方的温度观测点进行划分。上风方包括2号、3号、5号、6号、8号、9号、10号、20号,下风方包括1号、4号、7号、11号、13号、14号、15号、16号、17号、18号、19号。取加热前时间(22:17—22:57)和加热后时间(23:04—23:49),分别对比放置柴油炉加热前、后试验区与对照区的温差变化(图3,见第73页),确定柴油炉的增温效果。

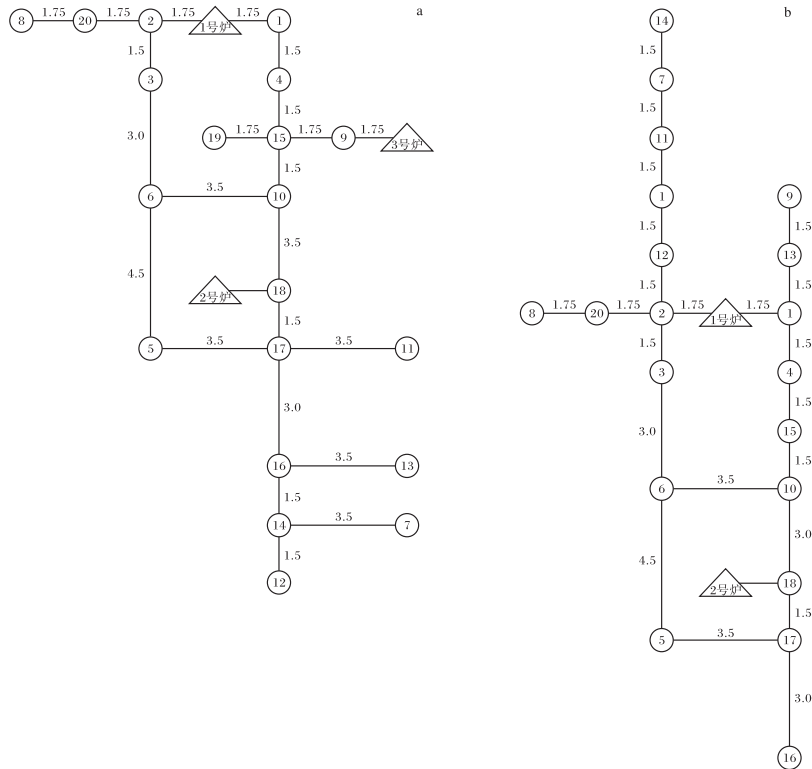


图2 试验1(a)和试验2(b)柴油炉和便携式温湿度仪位置示意图(单位:m)

图3a为上风方温度点试验区与对照区的温差变化图。试验区内2号、20号、8号分别在1号炉1.75 m、3.50 m、5.25 m的上风方,2号距离较近所以温差由加热前的 $-0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 变为增温后的 $0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,20号、8号距离远且在上风方,所以变化不大;9号与10号距离1号炉太远,而又处于3号炉上风方,略有增温,平均增温 $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,最大 $0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;位于2号炉上风方约 $3.3\text{ m}$ 处的6号增温幅度与2号相近;3号、5号观测点虽然也处于上风方,但由于位于炉子的西南约 $2.0\text{ m}$ 处,增温最为明显,平均增温 $0.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,最大 $1.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

图3b中下风方各温度观测点主要设置在东南方,增温幅度与距离明显有关。距离最近的18号平均增温 $0.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,最大 $1.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;距离约 $2.3\text{ m}$ 处于正下风方的17号平均增温 $0.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,最大 $1.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,增幅最大,效果最好;4号、19号、15号距离约 $2.3\sim 3.5\text{ m}$ ,增温较高,增温幅度在 $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上;距离约 $5.0\text{ m}$ 的处11号、16号,平均增温 $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;距离柴油炉约 $6.0\sim 8.0\text{ m}$ 的14号、13号、7号,略有增温,平均增温 $0.1\sim 0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,最大 $0.3\sim 0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,说明距离柴油炉约 $8.0\text{ m}$ 内有增温效果。

## 2.2 试验2

试验2为晴朗天气,夜间以辐射降温为主。风向为东南风,期间平均风速为 $3.0\text{ m/s}$ 。点火时间为 $22:30, 21:30\sim 22:30$ 为加热前的温度对照观测时间。放柴油炉之前,试验组与对照组的温度差平均值为 $-0.7\sim -0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,温度相差较大,主要原因是试验区北边为房屋,东、南为地势较高的果园和气象观测场,阻挡着空气流动,在风小的情况下,冷空气容易堆积;而对照区面积大,四周较为开阔,空气流动性大,且根据洛川苹果灾情调查,在靠墙的位置风小空气不流动更容易出现冻害,试验区有房屋阻挡,因而温度较低。

$22:30\sim 02:00$ 为加热时间,期间平均风速 $2.3\text{ m/s}$ 。表2为加热后试验区与对照区温度差平均值,除8号、14号外,其他各点均明显增加。在增温时间反应上,点火后下风方温度迅速升高,而上风方升温较慢。如下风方的2号在 $5\text{ min}$ 内升温明显,在 $1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上;而上风方的16号 $30\text{ min}$ 内升温缓慢,后期温度才明显上升。由于风速较小且在试验区的上风方,热量逆风传输效率很低,因而需要较长时间才能看到温度明显变化。

表 2 试验 2 加热后试验区与对照区温度差值的平均值

观测点 编号	温度差的 平均值/℃	观测点 编号	温度差的 平均值/℃
1	0.1	11	0.1
2	1.5	12	—
3	0.6	13	0.2
4	-0.2	14	-0.5
5	3.2	15	-0.1
6	1.4	16	0.6
7	-0.1	17	0.1
8	-0.4	18	0.2
9	-0.2	19	0.2
10	-0.1	20	-0.1

分为上风方和下风方对试验温度数据进行分析 and 讨论。上风方包括 1 号、4 号、9 号、10 号、13 号、15 号、16 号、17 号、18 号;下风方包括 2 号、3 号、5 号、6 号、7 号、8 号、11 号、14 号、19 号、20 号。由于试验时间较长、数据较多,采用不等时间间隔处理(5 min、10 min、15 min、20 min),可以看出温度数据差异比较大,如 2 号、5 号、6 号温度差较大,但有的点温度差值较小,甚至是负值,与加热前变化很小,如 7 号、8 号、9 号、10 号等。分别对比加热前(22:01—22:30)和加热后(22:30—01:47)试验区与对照区的温度差变化(参见图 4),确定柴油炉的增温效果。

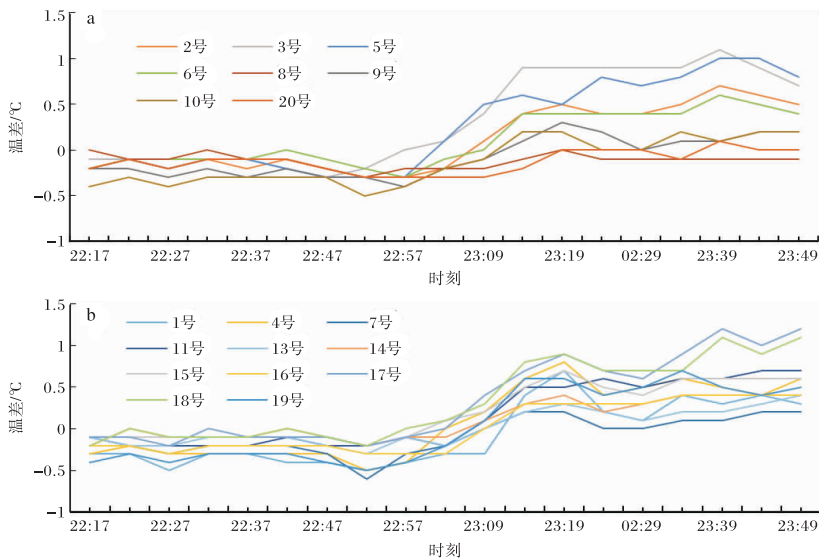


图 3 试验 1 加热前后上风方(a)和下风方(b)试验组与对照组温差变化(文见第 71 页)

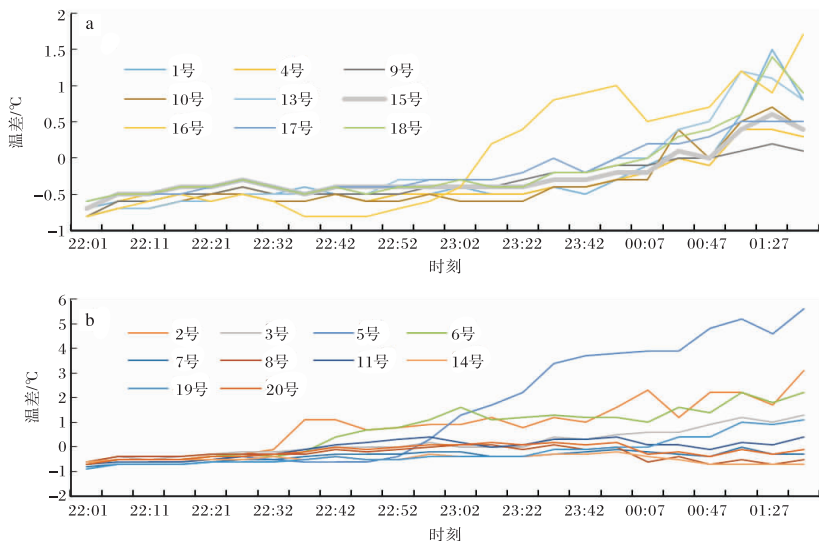


图 4 试验 2 加热前后上风方(a)和下风方(b)试验组与对照组温差变化

上风方温度差均在升高,燃烧时间越长,增温越明显。距柴油炉 1.75 m 的 1 号、18 号平均增温均为 0.7 °C,最大 2.1 °C 和 1.9 °C,增温效果较好;距离约 2.3 m 的 4 号、13 号、17 号分别增温 0.4 °C、0.8 °C 和 0.6 °C,最大 1.0 °C、1.8 °C、1.0 °C;距离约 3.5 m 的 9 号、10 号分别增温 0.4 °C、0.6 °C,最大 0.8 °C、1.4 °C(图 4a)。

下风方距离近增温效果好,距离远增温效果差。1 号炉下风方 8 号、14 号距柴油炉为 5.25 m 和约 6.2 m,距离较远无增温效果;距离约 3.5 m、5.0 m 的 11 号、7 号平均增温 0.7 °C、0.5 °C,最大 1.0 °C、0.6 °C;距离最近的 2 号平均增温为 2.0 °C,最大为 3.6 °C;2 号炉下风方的 5 号测温点距柴油炉约 2.3 m,增温效果最好,平均增温 3.7 °C,最大 6.1 °C;距离约 3.4 m 的 6 号平均增温 1.9 °C,最大 2.7 °C,效果较好;3 号、19 号距柴油炉 1 号炉约 3.0 m,平均温度增高 1.0 °C、0.9 °C,最大 1.7 °C、1.8 °C,属于 2 号炉下风方但距离较远,因靠近 1 号炉,增温还是比较明显(图 4b)。

### 3 结论与讨论

(1)以平流降温为主且风速较大时(平均风力 4~5 级),上风方距离柴油炉约 3.3 m 内具有增温效果,平均增温 0.4~0.8 °C,最大 0.3~1.1 °C;下风方距离柴油炉约 8.0 m 内具有增温效果,平均增温 0.3~0.8 °C,增温最大值 0.4~1.3 °C,增温范围大但效果不明显。

(2)以辐射降温为主且风速较小时(平均风力 2~3 级),上风方距离柴油炉约 3.5 m 内具有增温效果,平均增温 0.4~0.8 °C,最大可达 2.1 °C;下风方距离柴油炉约 5.0 m 内具有增温效果,平均增温 0.5~3.7 °C,约 2.3 m 以内平均增温在 2.0 °C 以上,最大 6.1 °C,增温范围较小但效果明显,可有效防冻。

(3)目前开展柴油炉燃烧给果园增温的试验研究很少,在试验时可借鉴的技术与经验较少,且本次试验柴油炉少,燃烧时间短,因此在代表性上

还有欠缺。今后在开展此类试验研究时,可加大投入力度,增加柴油炉和温度观测设备,进一步开展研究。

### 参考文献:

- [1] 刘志超,孙智辉,雷延鹏.黄土高原丘陵沟壑区春季温度变化对苹果花期冻害的影响[J].江苏农业科学,2021,49(13):131-136.
- [2] 延安市统计局.2020年延安市国民经济和社会发展统计公报[EB/OL].(2021-03-18)[2021-09-14].<http://tjj.yanan.gov.cn/Item/4065.aspx>.
- [3] 杜莉丽,刘嘉慧敏,张黎,等.陕西2018年4月强寒潮天气过程决策服务探讨[J].陕西气象,2019(5):53-56.
- [4] 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.
- [5] 孟妙志,何琛,王仲文.宝鸡三次霜冻天气决策气象服务分析[J].陕西气象,2019(6):56-58.
- [6] 雷延鹏,孙智辉,曹雪梅,等.延安5次苹果花期冻害影响分析[J].中国农学通报,2018,34(32):102-107.
- [7] 王荣英,孟纯,张九青,等.基于无人机扰动的果园防霜试验研究[J].气象与环境科学,2021,44(5):105-111.
- [8] 孙智辉,刘志超,宗廷国,等.洛川苹果园空气扰动防霜试验分析[J].农业灾害研究,2017,7(8):46-47+63.
- [9] 姚晓红,许彦平,万信,等.天水蜜桃开花期不同措施防霜效果试验初报[J].中国农业气象,2014,35(3):299-304.
- [10] 李坪,李前进,党志荣.一种果园防霜简易弥雾装置[J].西北园艺(果树),2020(2):49-50.
- [11] 雷延鹏,孙智辉,宗廷国,等.洛川苹果花期防冻试验效果分析[J].湖北农业科学,2019,58(1):81-83+132.
- [12] 白燕荣,惠永强,林彩艳.洛川苹果斑点落叶病与气象要素的关系[J].陕西气象,2017(6):11-14.
- [13] 牛雨晴.陕西洛川县苹果产业发展研究[D].大连:大连海洋大学,2019.