

# 2020年4月延安市苹果花期低温冻害气象决策服务探讨

杨丽<sup>1</sup> 杨爱琴<sup>1</sup> 李桂英<sup>1</sup> 侯蓓蕾<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>延安市气象局,陕西延安 716000;

<sup>2</sup>富县气象局,陕西富县 727500)

**摘要** 针对2020年4月10—13日和4月20—25日延安市2次低温冻害天气过程,从天气实况及灾情、环流形势、致灾成因分析这2次过程的天气和气候背景,从服务亮点以及存在的不足等方面分析苹果花期低温冻害气象决策服务过程的优缺点,以期为提高气象决策服务水平提供参考。

**关键词** 苹果;低温冻害;气象决策服务;陕西延安;2020年4月

**中图分类号** S162.5<sup>+</sup>5;S661.1 **文献标识码** A

**文章编号** 1007-5739(2022)10-0051-04

**DOI**:10.3969/j.issn.1007-5739.2022.10.016

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



延安市地处黄土高原腹地,地形以沟、梁、塬、峁为主,属于干旱半干旱气候,春季(3—5月)冷空气活动频繁,昼夜温差大,低温冻害易发,对农业造成不利影响。延安市是苹果种植优势生态区,同时也是低温冻害高发区。低温冻害是影响延安市苹果产量和品质最严重的自然灾害之一。雷延鹏等<sup>[1]</sup>研究表明,延安市苹果花期冻害有日期提前和影响加重的趋势。2020年4月延安市出现了2次低温过程,使处在开花期的苹果受到了严重影响。这2次低温冻害过程有一个共同特点,即持续时间长、影响范围广、降温强度大,特别是4月20—25日正值苹果盛花期,低温冻害天气过程影响较大。针对这2次过程,延安市气象局市县配合,部门联动,积极开展预报决策服务,为降低低温冻害对果业的不利影响提供了气象保障,并取得了较好的效果,但仍有一些方面需要改进。

本文利用延安市154个气象监测站气温资料、MICAPS资料以及延安市农业农村局提供的灾情资料,从天气实况及灾情、环流形势分析、致灾成因、服务亮点以及存在的不足等方面对此次低温冻害进行了分析,并就如何提升气象决策服务品质进行了进

一步探讨。

## 1 天气实况及灾情

### 1.1 天气实况

2020年4月10—13日延安市出现了影响范围较大的降温天气,其间日最低气温下降6.0~10.8℃,最大降温幅度14.2℃(吴起周湾)。极端最低气温出现在4月12日早晨,各县(市、区)气象监测站最低气温达-5.4~-0.3℃,乡镇站最低气温出现在吴起周湾(-9.6℃)。4月12日0℃以下低温持续时间为1~9h,持续时间最长为吴起县,从4月11日23:00至4月12日8:00共9h。4月10—13日日较差逐日增大,4月13日最大,达20.6~25.7℃(表1)。

4月21—25日延安市出现持续降温天气过程,其间日平均气温降幅0.6~6.8℃,最低气温出现在4月24日早晨,各县(市、区)最低气温达-7.8~-2.0℃,乡镇站最低气温出现在吴起周湾(-11.4℃)。4月24日0℃以下低温持续时间为3~9h,持续时间最长为吴起县,从4月24日0:00至4月25日9:00共9h。4月21—25日气温日较差逐日增大,4月25日最大,达20.7~31.7℃(表2)。

### 1.2 灾情

4月10—13日延安市北部果树正处于现蕾至花蕾分离期,东、南部及中部果树已进入初花期。低温对苹果花有一定的不利影响。据延安市农业农村局

**作者简介** 杨丽(1987—),女,陕西延安人,工程师。研究方向:短期天气预报。

**收稿日期** 2021-09-23

表1 2020年4月10—13日延安市各县(市、区)气象站逐日最高、最低气温和日较差

单位:℃

县(市、区)	4月10日			4月11日			4月12日			4月13日		
	最高气温	最低气温	日较差	最高气温	最低气温	日较差	最高气温	最低气温	日较差	最高气温	最低气温	日较差
子长市	19.1	5.2	13.9	14.0	-0.4	14.4	18.4	-0.8	19.2	21.3	0.2	21.1
吴起县	13.5	5.4	8.1	13.2	-4.6	17.8	17.1	-5.4	22.5	19.3	-1.6	20.9
志丹县	16.3	5.4	10.9	12.9	-4.1	17.0	17.6	-5.2	22.8	20.8	-2.9	23.7
安塞区	19.6	6.1	13.5	14.5	0	14.5	18.3	-2.4	20.7	20.8	-1.7	22.5
延川县	16.9	6.1	10.8	15.3	2.9	12.4	19.7	-0.6	20.3	22.3	0	22.3
延安市	17.6	4.5	13.1	14.1	1.0	13.1	17.8	-2.0	19.8	20.4	-1.5	21.9
延长县	17.7	6.4	11.3	15.2	4.9	10.3	20.1	-1.3	21.4	22.1	-1.6	23.7
甘泉县	18.6	6.4	12.2	14.8	3.3	11.5	19.4	-3.5	22.9	20.6	-3.2	23.8
宜川县	16.8	6.0	10.8	14.4	5.3	9.1	19.8	-0.3	20.1	22.0	-0.5	22.5
富县	18.0	3.6	14.4	15.5	4.3	11.2	19.5	-4.7	24.2	21.0	-4.7	25.7
洛川县	15.7	5.1	10.6	14.1	2.7	11.4	17.9	-1.7	19.6	19.9	-1.6	21.5
黄陵县	16.4	4.6	11.8	15.6	3.9	11.7	19.6	-2.0	21.6	21.5	-2.3	23.8
黄龙县	14.2	4.4	9.8	13.4	1.6	11.8	18.8	-2.9	21.7	19.2	-1.4	20.6

表2 2020年4月21—25日延安市各县(市、区)逐日最高、最低气温和日较差

单位:℃

县(市、区)	4月21日			4月22日			4月23日			4月24日			4月25日		
	最高气温	最低气温	日较差	最高气温	最低气温	日较差	最高气温	最低气温	日较差	最高气温	最低气温	日较差	最高气温	最低气温	日较差
子长市	15.3	0.8	14.5	15.5	-0.2	15.7	14.7	-1.5	16.2	20.7	-2.1	22.8	23.8	3.1	20.7
吴起县	15.8	-0.7	16.5	16.5	-3.7	20.2	15.0	-4.2	19.2	20.0	-7.8	27.8	23.2	-4.0	27.2
志丹县	15.1	-1.7	16.8	15.7	-3.1	18.8	14.1	-3.2	17.3	20.0	-6.9	26.9	22.7	-5.0	27.7
安塞区	16.1	-0.5	16.6	16.6	-2.3	18.9	15.2	-2.6	17.8	21.1	-5.2	26.3	24.5	-2.0	26.5
延川县	17.2	0.9	16.3	16.4	-0.6	17.0	16.1	-0.8	16.9	22.1	-2.0	24.1	25.8	0	25.8
延安市	16.9	0.1	16.8	15.6	-1.7	17.3	15.3	-2.5	17.8	20.2	-4.0	24.2	24.1	2.0	22.1
延长县	18.0	0.6	17.4	17.3	-2.2	19.5	17.8	-2.7	20.5	22.9	-4.1	27.0	26.5	-2.0	28.5
甘泉县	17.7	0.3	17.4	16.8	-2.3	19.1	17.3	-3.1	20.4	22.0	-6.2	28.2	25.1	-4.0	29.1
宜川县	18.4	2.6	15.8	17.1	-0.7	17.8	18.4	-0.4	18.8	22.8	-2.4	25.2	26.8	1.7	25.1
富县	18.4	0.4	18.0	17.5	-2.7	20.2	18.5	-4.2	22.7	22.2	-7.6	29.8	25.7	-6.0	31.7
洛川县	17.0	3.7	13.3	15.9	0.2	15.7	18.0	-0.1	18.1	20.7	-3.1	23.8	25.2	-2.0	27.2
黄陵县	17.7	5.6	12.1	17.3	-0.4	17.7	20.1	-0.9	21.0	22.5	-3.9	26.4	26.5	-1.0	27.5
黄龙县	16.9	3.3	13.6	16.9	0	16.9	18.0	-0.3	18.3	20.2	-4.9	25.1	25.1	-2.0	27.1

统计,此次降温全市只有甘泉县、志丹县、宝塔区累计 146.67 hm<sup>2</sup> 果园受到轻度冻害,并不影响产量与质量。

4月20—25日延安市南部和东部黄河沿线苹果处于落花坐果期,延安中部苹果处于盛花至落花期,北部苹果处于初花至盛花期,低温冻害天气过程对苹果花影响较大。据延安市农业农村局调查,全市果园发生冻害面积达到 6 166.66 hm<sup>2</sup>,其中:轻度冻害面积约 2 313.33 hm<sup>2</sup>,占 37.5%;中度冻害面积约 1 860.00 hm<sup>2</sup>,占 30.2%;重度冻害面积约 1 993.33 hm<sup>2</sup>,占 32.3%。经济损失约 11 543.54 万元。

## 2 环流形势分析

### 2.1 4月10—13日环流形势分析

4月10日8:00,500 hPa 高空图上,欧亚中高纬

为两槽一脊型,巴尔喀什湖有一南北向低槽,在巴尔喀什湖北侧有-30℃冷中心,日本海至内蒙古中部有一横槽,槽后有冷空气堆积,新疆东部至贝加尔湖为高脊,延安市处于横槽尾部,受西风影响,延安站温度为-21℃。到4月11日20:00,巴尔喀什湖低槽东北向移动,高压脊东移南退,迫使横槽转竖,脊前槽后冷空气南下。延安站由西风转为北风,且风速增大至 14 m/s,温度降至-25℃。两槽一脊型由东西向转变为西北东南向,脊增强,形成高压中心,有利于冷空气南下。到4月12日20:00,延安市受槽后脊前西北气流控制,冷空气过程基本结束。

4月10日8:00地面图上,西南地区到陕西北部主要受地面低压控制,延安市处于低压倒槽顶部,巴尔喀什湖和蒙古国受冷高压控制,中心强度达到

1 037.5 hPa, 受蒙古国西部冷高压中心分裂冷空气南下的影响, 到 4 月 11 日 8:00 巴尔喀什湖冷高压东移补充至蒙古国冷高压, 高压合并, 自北路南下, 进入陕西, 到 4 月 11 日 14:00 高压控制延安市, 强度减弱至 1 027.5 hPa, 到 20:00 高压控制陕西, 冷空气影响基本结束。

## 2.2 4 月 20—25 日环流形势分析

4 月 19 日 8:00 500 hPa 高空图上, 中高纬呈两槽一脊型, 脊前冷槽在冷平流作用下, 于 4 月 20 日 8:00 发展为东北冷涡, 位于东北北部, 冷涡后部有  $-40^{\circ}\text{C}$  的冷中心; 在冷平流作用下, 4 月 21 日 8:00 冷涡加强南压至东北南部, 中心达 520 dagpm, 后部有  $-36^{\circ}\text{C}$  冷中心。4 月 22—24 日低涡东移北上过程中不断发展, 最强(4 月 23 日 8:00)达 516 dagpm, 配合有  $-36^{\circ}\text{C}$  冷中心, 其后部持续扩散的冷空气造成此次持续降温天气过程。4 月 24—26 日随着冷涡东移, 延安站转为脊前西北气流, 冷平流减弱, 降温过程结束。

4 月 19 日 20:00, 地面冷高压位于贝加尔湖北部, 中心强度 1 040 hPa, 前沿有一冷锋, 4 月 20 日 8:00 冷高压扩散南下, 并于 4 月 21 日 8:00 分裂成 2 个高压中心, 向南的一个高压中心继续南压, 影响

延安市, 4 月 23—24 日该高压中心强度在南压过程中由 1 037.5 hPa 减弱为 1 027.5 hPa, 逐渐变性, 冷空气影响基本结束。

## 3 致灾成因

### 3.1 前期气候异常, 花期提前

刘 璐等<sup>[2]</sup>研究表明, 平均气温对洛川苹果始花期的影响时段集中于 2 月至始花期的一段时间, 且该时段内的平均气温对始花期为负影响, 即平均气温升高使始花期提前; 降水量对始花期的影响集中在始花期前的一段时间, 为正影响; 日照时数对始花期的影响集中于始花期前的一段时间, 且以负影响为主。自 2019 年 11 月至 2020 年 3 月, 延安市各月平均气温较历史同期分别偏高 1.6、1.4、2.0、2.1、2.2  $^{\circ}\text{C}$ 。3 月极端最高气温达 23.1~26.4  $^{\circ}\text{C}$ , 月降水量在 2020 年 3 月较历年同期偏少 12.1 mm, 月日照时数在 2020 年 2 月和 3 月较历年同期分别偏多 50.8 h 和 71.6 h。2020 年 3 月气温偏高、降水偏少、日照时数偏多, 使 2020 年苹果花期较历年同期偏早 7~10 d, 较 2019 年提前 5~10 d(表 3)。

### 3.2 降温强度强, 持续时间长

2020 年 4 月连续遭受 2 次强冷空气影响, 尤其是 4 月 20—25 日是延安市自有气象资料以来, 降温

表 3 2019 年 11 月至 2020 年 3 月延安市气候与历年同期比较

时间	月平均气温/ $^{\circ}\text{C}$			月降水量/mm			月日照时数/h		
	统计值	历年同期	距平	统计值	历年同期	距平	统计值	历年同期	距平
2019 年 11 月	3.9	2.3	1.6	12.7	12.6	0.1	152.4	185.2	-32.8
2019 年 12 月	-2.5	-3.9	1.4	0.6	3.2	-2.6	141.6	186.3	-44.7
2020 年 1 月	-3.6	-5.6	2.0	15.7	4.0	11.7	181.4	190.8	-9.4
2020 年 2 月	0.5	-1.6	2.1	13.8	6.2	7.6	223.9	173.1	50.8
2020 年 3 月	6.6	4.4	2.2	4.7	16.8	-12.1	271.2	199.6	71.6

强度和持续时间与历史同期相比最强的一次降温天气过程, 过程日最低气温下降最大达 10.8  $^{\circ}\text{C}$ , 极端最低气温达  $-7.8^{\circ}\text{C}$ , 最长连续冻害时间长达 6 d, 日较差最大达 31.7  $^{\circ}\text{C}$ 。春季同一个月遭受 2 次低温冻害在延安市苹果种植历史上极少发生。

## 4 服务亮点

4 月这 2 次降温过程, 降温预报精准, 服务信息精细, 应急响应及时, 联动落实牢靠。虽然降温持续时间长、降温影响范围大、降温强度大, 但在市委、市

政府、各级政府和气象部门共同协调防御下, 防御工作有效及时, 大大减轻了降温对果树花期的影响, 将冻害损失降到了最低。

2 次降温过程中, 延安市气象局分别于 4 月 10 日 17:00 和 4 月 19 日 12:30 启动霜冻 IV 级应急响应, 各县(市、区)气象局先后启动霜冻 IV 级应急响应, 全市共发布霜冻蓝色预警信号 53 期。

延安市气象局及时编发决策服务材料, 先后共制作发布《重要天气报告》2 期、《农业气象专报》12 期、

延安市苹果花期冻害分布和冻害防御作战图 7 期、《温情通报》6 期,市、县气象部门加密制作精细化温度预报、逐小时温度实况,并及时传真市委、市政府及相关部门。

延安市气象灾害应急指挥部办公室 4 月 8 日下发《关于做好降水、降温、大风天气防御工作的通知》(延气应指办函[2020]11 号),4 月 19 日下发《关于做好持续低温天气防御工作的通知》(延气应指办函[2020]14 号)。延安市人民政府办公室 4 月 10 日下发《关于切实做好应对降温天气的紧急通知》,要求各级各部门要采取有效措施,积极应对,全力以赴做好春季果业花期冻害防御工作。4 月 19 日下发《关于做好持续低温天气防御工作的通知》,指出南部县(市、区)果树已进入盛花期,北部进入初花期,此次降温过程对延安市南部县(市、区)果花冻害较小,北部县(市、区)果花存在冻害风险,局地存在中度冻害风险,要求各级各部门高度重视,采取有效措施,积极应对。

## 5 存在的不足

准确的天气预报是做好气象服务的前提<sup>[3-4]</sup>。虽然市气象台准确预报了这 2 次冷空气过程,但就逐日温度预报而言,4 月 13 日最低气温预报较实况偏高 0.7~4.2℃,4 月 24 日最低气温预报较实况偏高 0.1~3.9℃,冷空气影响过程中的最低气温预报准确率还有待进一步提高。

在低温冻害发生过程中,市气象局使用的是气象监测站的数据进行预报与服务,而果园位置和气象监测站有一定距离,因而气象监测站的最低气温并不能真实反映果园的实际最低气温。

## 6 结语

受蒙古冷空气影响,2020 年 4 月延安市发生

2 次低温冻害天气过程,0℃以下低温持续最长时间 10 h,极端最低气温达-11.4℃,尤其是 4 月 20—25 日延安市大部分果园正值盛花期,对延安市苹果产业造成较大影响。

制作延安市苹果花期冻害分布图和苹果花期冻害防御作战图、加密制作精细化预报、及时通报温度实况是 4 月低温冻害气象服务过程中的亮点。挂图作战,分级防御,精细服务,为冻害防御工作高效有序开展提供了气象保障支撑。

充分利用现有的数值模式和观测资料,研究冷空气影响下的最低气温变化规律,结合苹果花期特征,总结当地天气预报经验,进一步提高最低气温预报准确率,提升苹果花期低温冻害决策气象服务的效益。

加强果园监测站建设,加强部门间合作,实现数据共享<sup>[5-6]</sup>。在以后的低温冻害服务过程中,利用果园监测站的实时数据进行预报和服务,能更有针对性地为冻害防御工作提供气象保障。

## 7 参考文献

- [1] 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.
- [2] 刘璐,王景红,傅玮东,等.中国北方主产地苹果始花期与气候要素的关系[J].中国农业气象,2020,41(1):51-60.
- [3] 李秀,王惠侠,闵显宁.陕西关中地区苹果园花期低温冻害发生规律及防御措施[J].果树资源学报,2020,1(2):15-17.
- [4] 尚琦.陕西洛川 2018 年苹果花期低温冻害的调查与补救措施[D].杨凌:西北农林科技大学,2019.
- [5] 李强,梁娟.2013 年甘肃静宁苹果受低温冻害情况调查[J].果树实用技术与信息,2013(8):37-38.
- [6] 张永红,葛徽衍,郭建茂.苹果花期低温冻害风险区划与评估[J].陕西农业科学,2013,59(4):61-63.