

延安北部苹果生产主要气象限制因子变化特征

孙智辉 刘志超 曹雪梅 雷延鹏

(陕西省延安市气象局, 延安 716000)

摘要 利用当地气象观测资料,分析延安北部 4 县苹果生产主要气象限制因子的变化特征和对发展苹果种植业的影响。结果表明:1986 年以来,延安北部 4 县气温呈现上升趋势,特别是 1997 年以后,气温上升明显。1997~2005 年,吴起、志丹年平均气温在 8℃以上,大于等于 10℃积温达到 3200℃以上,进入相对温暖期,温度可满足苹果生长发育需求。除 4 月中旬外,春季各旬的最低气温升高,花期冻害温度出现次数减少一半。冻害出现的时段可能将主要集中在花蕾期。年降水量在 60 年代明显偏多,吴起、志丹年降水量超过 500 mm。1968 年后降水缓慢减少,90 年代降水最少,2001 年后,降水量增多,但仍未达到苹果生长所需的适宜值。

关键词 苹果生产 气象限制因子 适宜值

引言

延安是我国苹果主产区之一,至 2006 年底,苹果种植面积为 $1.27 \times 10^5 \text{ hm}^2$,产量 $130 \times 10^4 \text{ t}$,但苹果主要集中在延安南部 5 县旱塬区,是苹果种植的气候最适宜区。2006 年,延安市政府提出北部丘陵沟壑区发展苹果的规划,在“十一五”期间新增苹果面积 $3.33 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。延安北部有 8 县区,根据气候区划^[1],延长、延川、宝塔区、甘泉 4 县为适宜区,而吴起、志丹、安塞、子长 4 县为次适宜区。国内学者研究表明^[2,3],次适宜区的 4 县主要限制因子是年平均温度低,大于等于 10℃积温不够,花期易受冻害,降水少。

全球气候明显变暖引起的降水、温度、日照等气候要素的变化,对农业生态和作物生长发育均产生了显著影响^[4~7]。分析气候变化引起延安北部苹果生产次适宜区的主要限制因子变化趋势和特征,对科学指导产业发展具有现实意义。

1 资料来源

气象资料为延安当地气象观测站资料,吴起、志丹、子长资料跨度为 1957~2005 年,安塞资料为 1970~2005 年。当地气象站均位于河谷川道。旬、月、年平均值采用 1971~2000 年 30 年气候统计值,

极值为建站以来全序列观测值。

2 分析结果

2.1 气温变化

2.1.1 气温的年代际变化

表 1 给出了延安北部 4 县气温的年代际变化情况。可以看出,气温的年代际变化特点比较清楚,20 世纪 60~80 年代气温相等且都偏低,90 年代气温升高,吴起偏高 0.5℃,比较明显,其它 3 县仅偏高 0.2~0.3℃,说明吴起升温早。近 5 年来增温幅度明显加大,气温均偏高 0.5~0.7℃。

表 1 延安市北部 4 县气温年代际变化 ℃

年代	吴起		志丹		安塞		子长	
	气温	距平	气温	距平	气温	距平	气温	距平
60	7.8	-0.2	7.9	-0.3			9.1	-0.2
70	7.8	-0.2	7.9	-0.3	8.8	-0.3	9.1	-0.2
80	7.8	-0.2	7.9	-0.3	8.8	-0.3	9.0	-0.3
90	8.5	0.5	8.5	0.3	9.3	0.2	9.6	0.3
平均	8.0	8.2	9.1	9.3				
2001~2005 年	8.5	0.5	8.9	0.7	9.6	0.5	9.9	0.6

2.1.2 气温的年际变化

图 1 和图 2 给出了吴起和子长县年平均气温距平和累计距平。从距平曲线分析,1962~1986 年的 25 年间,气温负距平年份多,占 75%以上。1987~

1996 年的 10 年间,正负距平年份持平,10 年平均温度与多年平均相等。1997 年后全部为正距平,处于一个相对偏暖阶段,平均温度高出历年平均 0.8 °C。分析累计距平变化曲线,两条曲线大的变化趋势基本相同,1961 年以后,在波动中持续下降,1997 年以来,上升趋势明显,不同点在于吴起县升温略早,1989~1996 年温度缓慢上升。

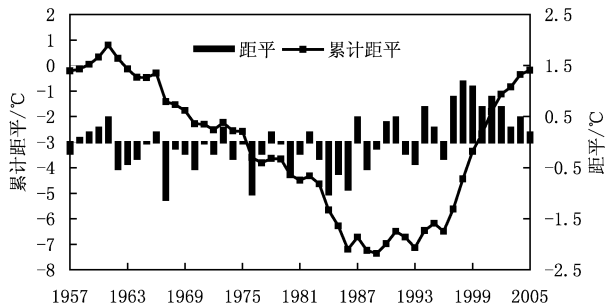


图 1 吴起 1957~2005 年平均气温距平变化曲线

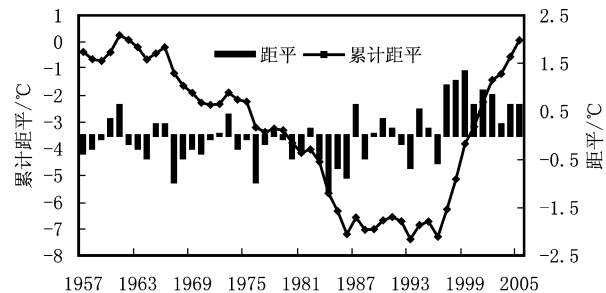


图 2 子长 1957~2005 年平均气温距平变化曲线

2.2 积温变化

一般认为,适于苹果栽培的年平均温度是 8~14 °C,或者年平均温度略低,但生长期较长,大于等于 10 °C 积温应在 3000 °C 以上。子长、安塞年平均温度多在 8 °C 以上,而吴起、志丹两县 60~80 年代年平均温度多数低于 8 °C,因此,统计分析两县大于等于 10 °C 的初终日和积温的变化十分必要。

2.2.1 初终日变化

吴起、志丹大于等于 10 °C 的多年平均初终日基本一致,吴起大于等于 10 °C 的初日为 4 月 27 日,比志丹晚 1 d,终日与志丹相同,为 10 月 3 日。图 3 为吴起大于等于 10 °C 初日变化曲线,呈现提前趋势,相关系数 $r=0.263$,通过 0.10 的显著性水平检验。年代际变化为,60 和 90 年代分别提前 4 d 和 5 d,而 70 年代偏后 4 d,80 年代正常,近 5 年略提早 2 d。同样方法分析,大于等于 10 °C 的终日变化不明显。

大于等于 10 °C 的初日和终日间日数多年平均值为 159 d,60~90 年代在平均值上下有 2~3 d 的变化,近 5 年来,日数增加 9 d,也可以说从 1997 年气温处于相对偏暖阶段以来,初日和终日间日数有明显增加。

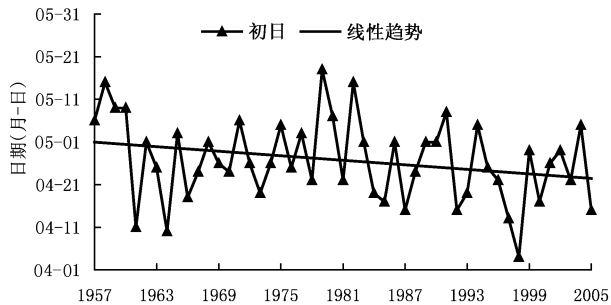


图 3 吴起县日平均气温大于等于 10 °C 初日变化曲线

2.2.2 大于等于 10 °C 的积温变化

吴起、志丹多年平均积温小于 3000 °C。1997 年以来,气温升高,大于等于 10 °C 的初终日数增加,积温增多。1997~2006 年 10 年平均积温吴起为 3200 °C,志丹增加明显达到 3355 °C。

2.3 花期冻害分析

参考文献[2]指出,在年平均温度低于 9 °C 的范围内,苹果虽然可以越冬,但春冻频繁,花芽、幼果易受害,影响产量锐减。根据实地调查和统计分析[8],延安北部一般在 4 月中旬以后出现的强降温天气会对苹果花芽和幼果造成损害。分析发现,县与县之间各旬最低气温相关性很好,相关系数在 0.9 以上,通过 0.001 显著性水平检验。

分析历年 4 月各旬和 5 月最低气温变化(图 4),可发现 4 月中旬最低气温随年际基本无变化,4 月上旬、下旬和 5 月的最低气温在不断升高。4 月上旬、5 月的最低气温线性趋势通过 0.05、0.1 的显著性水平检验,4 月下旬的最低气温虽在升高,但趋势不明显。在温度升高的背景下,4 月上旬和 5 月的最低气温也明显升高,但 4 月中旬的最低气温无变化,说明花芽和幼果期冻害的发生频率在降低,而冻害将主要出现在花期。

参考文献[9]指出,苹果花期、幼果期冻害的临界温度因生育的进程有所不同,花蕾期为 -2.8 °C,开花期为 -1.7 °C,幼果期为 -1.1 °C;冻死率 50% 时的温度:花蕾期为 -6.1 °C,开花期为 -3.3 °C,幼果期为 -2.2 °C。根据指标和物候做进一步统计分析(表 2),吴起县在 20 世纪 60~80 年代苹果的

花蕾期和花期出现冻害的次数很多,花蕾期 10 年有 7 年出现冻害,花期近一半年份出现冻害,而在 90 年代以后出现冻害温度次数明显减少,花蕾期冻害较以前减少一半以上,花期 10 年一遇,幼果期冻害

出现很少。在花蕾期、花期冻死率 50% 时的温度出现次数均为 10 年一遇。统计花期、幼果期出现冻害临界温度的年份为 33 年,占总年数的 66%,冻死率 50% 的温度年份为 8 年,约 6 年一遇。

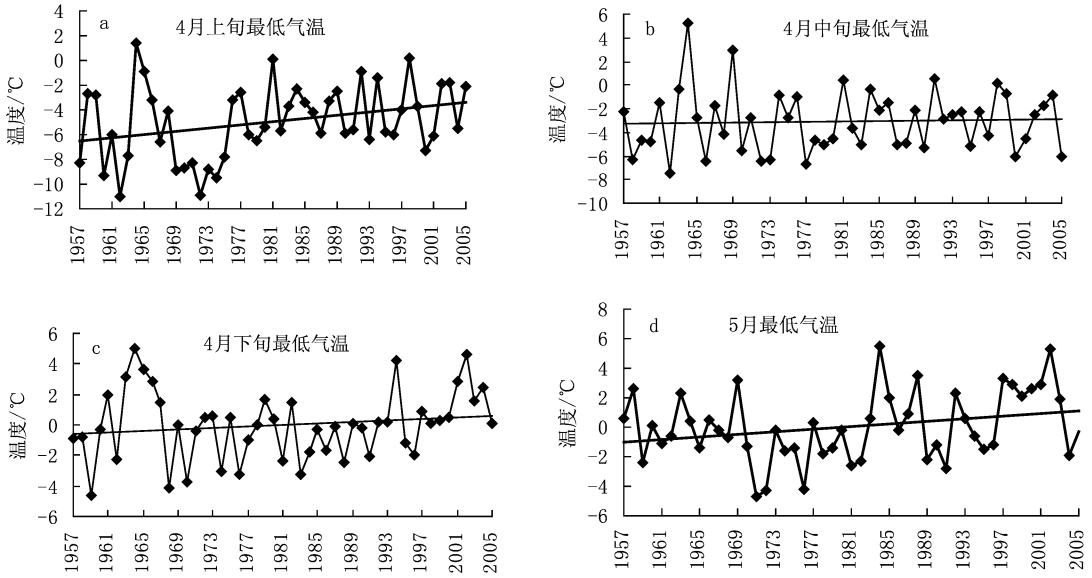


图 4 志丹县 1957~2005 年 4 月各旬和 5 月最低气温变化曲线(直线为线性拟合趋势)

表 2 吴起苹果花芽、幼果期冻害发生次数

次

年代	花蕾期		花期		幼果期	
	$\leq -2.8\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\leq -6.1\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\leq -1.7\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\leq -3.3\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\leq -1.1\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\leq -2.2\text{ }^{\circ}\text{C}$
60	7	3	3	0	1	0
70	8	0	5	1	0	0
80	7	1	5	2	1	0
90	3	0	1	1	0	0
2001~2005	3	1	1	0	0	0
小计	28	5	15	4	2	0

用同样方法分析其它 3 县冻害情况,志丹与吴起出现次数、分布规律大致相同,所不同的是志丹幼果期冻害温度次数略多,为 5 年。子长、安塞两县苹果的花蕾期冻害约 5 年一遇,花期、幼果期冻害和冻死率 50% 的温度出现极少。

2.4 降水变化分析

苹果一般喜干凉气候,在年雨量 500~800 mm 的范围内,如季节分布适宜,基本上可以满足苹果的需要。延安北部 4 县多年平均降水量接近苹果生长所需降水的下限,有必要分析降水的变化对发展苹果产业的影响。

2.4.1 降水的年代际变化

由表 3 可见,延安北部 4 县降水年代际变化明

显。在 60 年代降水明显偏多,70 年代降水偏少,80 年代降水趋势不一致,安塞、子长偏多,吴起、志丹偏少,90 年代明显偏少。近 5 年的年平均降水量子长、安塞偏多,吴起正常,志丹偏少。

2.4.2 降水的年际变化

不同的气象站观测数据表现出不同的年际变化。从线性趋势分析,吴起、志丹、子长降水量在减少,安塞持平。吴起、志丹的累计距平曲线表现出相同的趋势,从图 5 可看出,1968 年以前曲线上升,降水量多,1969~1985 年曲线有升有降,1986 年后,曲线下降,降水量持续偏少,2001 年以后,曲线波动,年际降水距平正负出现次数相当。安塞县累计距平曲线(图略)1995 年以前在波动中上升,1996~2000

年有 1 段突降,2000 年以后,又持续上升。子长县累计距平曲线(图略)1971 年以前曲线上升,1972 年

以后以短波振动为主,其中在 1997~2000 年突降,表明降水负距平明显。

表 3 延安北部 4 县降水量年代际变化

mm

年代	吴起		志丹		安塞		子长	
	降水	距平	降水	距平	降水	距平	降水	距平
60	546.7	76.7	572.8	74.9			537.9	44.7
70	464.2	-23.8	486.1	-11.8	494.4	-7.7	486.3	-6.9
80	445.0	-25.0	488.3	-9.6	538.9	36.8	503.2	10
90	428.6	-41.4	448.1	-49.5	460.1	-42.0	423.6	-69.6
平均	470.0		497.9		502.1		493.2	
2001~2005 年	473.3	3.3	480.2	-17.7	537.4	35.3	514.9	21.7

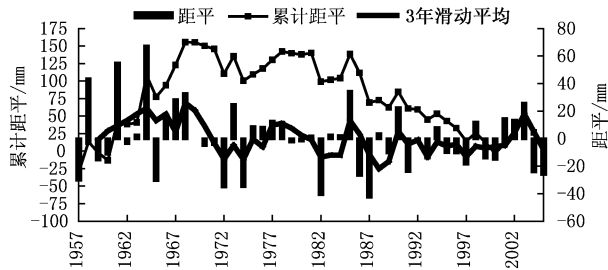


图 5 吴起 1957~2005 年降水距平及累计距平变化

3 结论与讨论

20 世纪 60~80 年代,延安北部 4 县的气温偏低,1986 年以来,呈现出上升趋势,特别是 1997 年以后,气温上升明显。1997~2005 年,吴起、志丹年平均气温在 8℃ 以上,比 1957~2005 年平均高 0.7℃ 和 0.8℃,大于等于 10℃ 的积温达到 3200℃ 以上,进入相对温暖期,温度可满足苹果生长发育需求。在寒冷阶段,上述两县年平均温度和大于等于 10℃ 的积温均达不到苹果生长的适宜范围。

随着气候变暖,春季各旬的最低气温升高,因此花期冻害出现次数大为减少。但由于 4 月中旬的最低气温基本未变,因此,冻害出现的时段可能将主要集中在花蕾期。

年降水量在 60 年代明显偏多,以后在缓慢减少,20 世纪 90 年代的后 5 年减少幅度最大,但进入 2001 年后,降水量增多。吴起、志丹年降水量只有在 60 年代超过 500 mm,近几年虽然降水在增多,仍未达到苹果生长所需的适宜值。

安塞、子长的温度和降水可满足苹果正常生长发育。吴起、志丹的温度在寒冷期达不到苹果生长所要求的适宜范围,只有在降水丰水期和温暖期同期出现方可满足苹果的正常生长发育。

延安北部 4 县处于干寒苹果栽培区和寒地中小苹果栽培区的过渡地带,地域面积大,地形复杂,每个县只有 1 个气象站,气象资料分析结果不能完全代表整个区域状况。在发展苹果产业时应在品种选择、管理措施上因地制宜。

参考文献

- [1] 朱琳,郭兆夏,李怀川,等.陕西省富士系苹果品质形成气候条件分析及区划[J].中国农业气象,2001,22(4):50-53.
- [2] 陆秋农.我国苹果的分布区划与生态因子[J].中国农业科学,1980,(1):1-7.
- [3] 魏钦平,张继祥,毛志泉,等.苹果优质生产的最适气象因子和气候区划[J].应用生态学报,2003,14(5):713-716.
- [4] 刘爱梅,李景宁,杨晓武.张家口气候变化及其对种植业的影响[J].气象科技,2007,35(2):236-239.
- [5] 黄珍珠,李春梅.气候增温对广东省植物物候变化的影响[J].气象科技,2007,35(3):400-403.
- [6] 高桂琴,齐作辉.冬季负积温变化特征及其对冬小麦的影响[J].气象科技,2007,35(3):404-406.
- [7] 张厚瑄.我国种植制度对全球气候变化响应的有关问题 I.我国种植制度对气候变化响应的主要问题[J].中国农业气象,2000,21(2):11-14.
- [8] 孙智辉,王晓东,蒋小莉,等.延安丘陵沟壑区苹果种植气候与冻害分析[J].中国农业气象,2007,28(增刊):154-156.
- [9] 陈尚谟,黄寿波,温福光.果树气象学[M].北京,气象出版社,1987.

Variation Characteristics of Main Meteorological Restricting Factors for Apple Production in Northern Yanan

Sun Zhihui Liu Zhichao Cao Xuemei Lei Yanpeng

(Yan'an Meteorological Bureau, Shaanxi Province, Yan'an 716000)

Abstract: The variation characteristics of the main meteorological restricting factors for and the influences on apple production in the 4 northern counties of Yan'an are analyzed by means of the local meteorological observation data. The results indicate that there was an increasing tendency in temperature in the 4 northern counties of Yan'an since 1986, especially after 1997. From 1997 to 2005, the annual average temperature was 8 °C higher in Wuqi, Zhidan, and the over-10°C accumulated temperature is over 3200 °C, being a relative warm period, in which the temperature meets the needs of apple growth and development; besides the mid-April, the minimum temperature of each dekad in spring rose; the number of freezing injury occurrence in the flowering period reduced by half, and the freezing damage occurred mainly in the bud stage; there was much more precipitation in the 1960s', with the mean annual precipitation of Wuqi and Zhidan being over 500 mm; the rainfall decreased slowly after 1968 with the minimum in the 1990s'; after 2001, the precipitation increased, but still cannot reach the suitable level for the growth of apple.

Key words: apple production, meteorological limiting factor, suitable rainfall

新一代气象卫星闪电探测仪

NOAA 与 NASA 宣布,已经选定 Lockheed Martin Space Systems Company of Palo Alto, Calif 公司来设计与开发将搭载于新一代天气卫星的闪电探测仪,项目资金为 96.7×10^6 美元。这种新的地球静止闪电成像仪(Geostationary Lightning Mapper)可以探测西半球任何时间地点各种类型的闪电,探测结果可作为预报人员预报雷暴与龙卷风的指标。该探测仪将搭载 2014 年 12 月发射的 NOAA 新一代地球静止卫星 GOES-R。

目前的全美国地基闪电监测网主要是针对云地闪电设计的,可云地闪在所有闪电中只占一小部分。地球静止闪电成像仪能够连续、稳定地监测所有闪电活动,包括所有云内闪及云地闪,探测范围覆盖美国及其附近海域以及从新西兰到非洲西海岸的区域。该开发商除了开发设计地球静止闪电成像仪外,还将为该系统提供后续技术支持。到 GOES-R 系列卫星发射时,现有天气环境监测功能将会升级,标志着美国的地球静止遥感进入一个新时代。

曾晓梅编译自 NOAA 网站,NOAA News, 2008-12-19, <http://www.noaanews.noaa.gov>