气候变化对咸阳苹果生产的影响及对策研究

马延庆[1],刘新生[2],马　文[3],李鹏利[4],千琼丽[5],杨晓云[1]

(1.陕西省咸阳市气象局,陕西 咸阳 712000;2.陕西省咸阳农业气象科学研究所,陕西 咸阳 712035;
3.陕西省咸阳市人工影响天气办公室,陕西 咸阳 712000;4.陕西省三原县气象局,陕西 三原 713800;
5.陕西省咸阳市秦都区植保植检站,陕西 咸阳 712035)

摘　要:利用咸阳12个(区)县自建站到2009年气象观测资料,采用气候统计方法,分析了温度、降水、日照、相对湿度等气象因子的变化特征。结果显示:咸阳苹果产区对全球气候变化的响应明显。主要表现为温度升高;降水、日照减少;空气相对湿度降低。气侯变化对苹果生产的影响表现在:气候变暖使得果树物候期提前;暖冬导致病菌孢子和虫卵的越冬基数过高,有利于果树及病虫害的发生;降水减少造成干旱灾害发生频繁;高温热害影响果品商品率的提高;低温霜冻对果树的开花坐果、果品质量产生严重影响;冰雹对果实和枝叶造成机械损伤,导致大量落果;秋季连阴雨影响果实着色。结合20世纪80年代以来的苹果生态观测数据对苹果气候适宜性进行了评价,得出了气候变化对咸阳不同苹果产区的影响结论,提出了苹果生产应对气候变化的对策建议。

关键词:气候变化;咸阳市;苹果生产;对策

中图分类号:S162.5+7　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-7601(2011)02-0259-07

经过多年来的发展,咸阳市各类水果种植面积已达到26.67万hm^2,水果总产量482万t,其中苹果面积20.67万hm^2,总产400万t,产量居陕西第一,咸阳已成为全国重要的优质苹果生产基地。20世纪90年代以来,由于气候变化的影响,咸阳苹果产量、品质也相应受到严重影响。本文从气候学角度出发,结合咸阳苹果生产实际情况,着重分析气候变化对咸阳苹果生产的影响,以期找到相应的对策建议。

1　资料与方法

利用咸阳市12个(区)县自建站到2009年气象观测资料,采用气候统计方法分析气候变化特点,结合20世纪80年代以来的苹果生态观测数据进行对比分析,得出气候变化对苹果生产的影响结论,并提出针对性对策建议。

2　分析与结果

2.1　苹果种植区的环境划分

综合各种自然环境资源要素,考虑地貌、土壤、气候、水文、植被兼顾行政区划分,将咸阳苹果产区的环境划分为:黄土高原沟壑区,黄土丘陵残塬区,黄土台塬区,泾渭平原区(见图1)。自然资源基本情况见表1。

2.2　气候变化及特点

据1950年以来气象观测资料分析,咸阳对全球气候变化的响应明显。主要表现为温度升高,降水,日照减少,空气相对湿度降低。

2.2.1　*气温升高*　咸阳苹果产区年平均气温范围在6.1℃～14.8℃(见表2)。总体年平均温度变化呈上升趋势,平均上升速率为0.1286℃/10a。从20世纪90年代开始,温度上升速率加快,达0.5℃/10a。在整个年代际中,各果区均为21世纪初年代平均温度最高。平均气温最高的年份均出现在21世纪初期。就季节变化来看,升温最快的是冬季(12月～2月),而其他季节温度变化不太明显,冬季温度升高,导致气温年较差变小。统计还发现从20世纪60年代开始,5～8月份日最高气温≥35℃出现的日数在逐渐增多(见图2)。

2.2.2　*降水量减少*　在1960～2009年期间,咸阳市各果区年平均降水量在255.2～954.3 mm。各年降水变化幅度相对较大,但总体变化呈减少趋势(见图3)。平均减小速率为13.753 mm/10a。在年代际变化中,增减交替变化,其中20世纪70年代和90年代为少雨时期,90年代雨量最少;60年代、80年代是一个相对的多雨时期,80年代雨量最大;21世纪初年降水量有所增加,但其值仍未超过20世纪80年代。在季节降水变化中,春季50年代为少雨

收稿日期:2010-06-14
基金项目:咸阳市2009年科技计划"咸阳市农业气象灾害监测预警与调控技术研究"项目(xy0902－3)
作者简介:马延庆(1953－),男,陕西咸阳人,高级工程师,主要从事应用气象及气候资源开发研究工作。E-mail:may_an_qing@126.com。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

时期，60年代为多雨时期，70年代是相对少雨期。80年代少雨，到90年代，降水明显减少，减少幅度达20%，21世纪初仍为少雨时期。6～11月降水变化为70年代和90年代为明显的少雨时期，90年代比70年代更严重，降水比正常值减少10%～22%，2003年和2004年虽为多雨年，但仍未改变春季(3～5月)降水在减少的总体变化趋势。

图1 咸阳市苹果种植分区

Fig.1 Apple plants area in XianYang

统计还发现，春季第一场透雨(日降水量≥10.0 mm)的出现日期在推迟，夏季暴雨(日降水量≥50.0 mm)出现日期在提前。

2.2.3 日照时数减少 咸阳苹果产区年日照时数在1 326.3～2 831.0 h之间，年日照时数最大值出现在永寿(黄土丘陵残塬区)，出现年份为2002年，最小值出现在兴平(泾渭平原区)，出现年份为1989年。日照时数总体变化呈下降趋势，平均变化速率为−42.579 h/10a(见图4)。在年代变化中，20世纪60年代日照最丰，80年代日照最欠。在季节变化中，夏季日照最多。

2.2.4 相对湿度减少 咸阳苹果产区年平均相对湿度维持在56%～79%。平均相对湿度总体变化表现不一致，其中黄土高塬沟壑区呈下降变化趋势，其他各个区域呈现出略有上升(见图5)。但20世纪90年代各果区与其前相比，均呈下降趋势，下降幅度在1.4%～4.3%之间。

2.2.5 干旱极易发生，21世纪初极端气候事件频发 咸阳苹果产区极易发生的气象灾害为干旱，在1950～2009年60 a间，全市有干旱发生的频次为121次，平均每年发生2.01次。进入21世纪以来，各种极端气候事件频繁发生，对咸阳苹果生产已构成严重威胁。如：2002年7月9日～21日出现了≥35℃的持续高温天气，日最高气温>35℃的日数达8～15 d，部分县(区)最高气温达39℃、40℃以上。2005年5月30日发生20年一遇的冰雹、雷雨、大风天气等重大灾害性天气。2007年8月8日19时～9日14时发生了百年一遇的区域性大暴雨。2008年1月11日～28日发生了50年一遇的低温、雨雪、冰冻灾害，2008年11月1日～2009年2月6日发生了20年一遇的干旱。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1　咸阳苹果种植分区基本情况统计表

Table 1　The basic conditions of apple planting areas in Xianyang

分区单元 Zoning unit	范围 Scope	水资源 Water resources	拔海、土壤 Elevation and soil type	气候特点 Weather characteristics
黄土高原沟壑区 Loess plateau gully region	包括长武县、彬县泾河以北地区,以及淳化、旬邑县的所有乡镇。面积 4 014.2 km^2,占全市面积的 28.1%。 A area of 4 014.2 km^2, accounting for 28.1% of the total area of Xianyang.	总量 3.37 亿 m^3,其中地表水 1.7 亿 m^3,地下水 0.7 亿 m^3。 Totally 337 million m^3, including 170 million m^3 of surface water and 70 million m^3 of groundwater.	海拔高度 1 000～1 200 m,土壤类型以黑垆土和黄土为主。 Elevation: 1 000～1 200 m; Soil type: dark loessial soil and loess.	温度适中,降水量适中略有偏少,日照时数适中。 Moderate temperature, moderate or slightly dificient precipitation, moderate sunshine hours.
黄土丘陵残塬区 Loess plateau hill region	包括彬县南部,永寿全部,乾县、礼泉北部,以及泾阳、三原山区部分,面积 2 630 km^2,占全市总面积的 25.7%。 A area of 2 630 km^2, accounting for 25.7% of the total area of Xianyang.	总量 3.37 亿 m^3,其中地表水 1.7 亿 m^3,地下水 0.7 亿 m^3。 Totally 337 million m^3, including 170 million m^3 of surface water and 70 million m^3 of groundwater.	域海拔高度 500～800 m,土壤类型以塿土(褐色土)为主。 Elevation: 500～800 m; Soil type: lou (brown) soil.	温度偏高,降水量适中而略低,日照偏少,相对湿度偏高。 Too high temperature, moderate or slightly dificient precipitation, too few sunshine hours, too high relative humidity.
黄土台塬区 Loess tableland region	包括乾、礼南部,秦都、渭城、兴平、武功的宝鸡峡塬上灌区,泾阳、三原北部塬区,含北山山前洪积扇区,面积 2 219.1 km^2,占全市面积的 21.7%。 A area of 2 219.1 km^2, accounting for 21.7% of the total area of Xianyang.	总量 2.5 亿 m^3,其中地表水 0.8 亿 m^3,地下水 1.7 亿 m^3。 Totally 250 million m^3, including 80 million m^3 of surface water and 170 million m^3 of groundwater.	域海拔高度 500～800 m,土壤类型以塿土(褐色土)为主。 Elevation: 500～800 m; Soil type: lou (brown) soil.	温度偏高,降水量适中而略低,日照偏少,相对湿度偏高。 Too high temperature, moderate or slightly dificient precipitation, too few sunshine hours, too high relative humidity.
泾渭平原区 Jingwei plain region	包括泾阳、三原的泾惠渠灌区及秦都、渭城、兴平、武功的渭高干渠以南各乡镇,面积1 361.2 km^2,占全市面积的13.3%。 A area of 2 630 km^2, accounting for 25.7% of the total area of Xianyang.	总量 4.7 亿 m^3,其中地表水 0.5 亿 m^3,地下水 4.2 亿 m^3。 Totally 470 million m^3, including 50 million m^3 of surface water and 420 million m^3 of groundwater.	域海拔高度 320～500 m,土壤类型为塿土(褐色土)和潮土为主。 Elevation: 320～500m; Soil type: lou (brown) soil and alluvial soil.	气温高,降水量少,光照充足。相对湿度稍大。 High temperature, dificient precipitation, sufficient sunshine hours, too high relative humidity.

表 2　咸阳果区各站建站—2009 年年平均气温出现范围及年份

Table 2　The scope and years of yearly average temperature from weather stations(until 2009) in apple planting region of Xianyang

项目 Item	长武 Changwu	旬邑 Xunyi	淳化 Chunhua	彬县 Binxian	永寿 Yongshou	乾县 Qianxian	礼泉 Liquan	泾阳 Jingyang	咸阳 Xianyang	武功 Wugong	兴平 Xingping	三原 Sanyuan
年平均气温最小值(℃) The minimum value of yearly average temperature	8.1	6.1	9.1	10.5	9.8	11.7	11.8	12.3	12.0	12.4	12.3	12.5
出现年份 Years	1984	1957	1963	1963	1984	1984	1984	1984	1984	1984	1984	1984
年平均气温最大值(℃) The maximum value of yearly average temperature	10.4	10.1	11.5	12.4	12.4	14.1	14.0	14.6	14.0	14.8	14.6	14.2
出现年份 Years	2006	2006	2002	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2002	2006	2006

2.3　气侯变化对苹果生产的影响

2.3.1　气候变暖使得果树物候期提前　冬季气温升高,促使苹果树开花期提前,增加了苹果开花期遭受冻害的机率。礼泉红富士苹果 20 世纪 80 年代中期的初花期、盛花期分别是 4 月 23 日和 4 月 26 日,而 2001～2009 年平均初花、盛花日期分别是 4 月 1 日和 4 月 6 日。2000 年以后,受暖冬气候影响,红富士苹果开花期较 80 年代中期提前约 20 d。由于开花期提前,极大地增加了苹果开花期遭遇低温冻害的机率。

2.3.2　"暖冬"导致病菌孢子和虫卵的越冬基数过高,利于果树及病虫害的发生　90 年以来,冬春增温明显,导致果树病虫越冬基数显著增加,苹果早期落叶病、腐烂病、苹小食心虫等危害加剧,在苹果生产中,加大了施用农药的次数和浓度,对无公害果品和绿色果品生产构成一定的威胁。

2.3.3　降水减少造成干旱灾害发生频繁　据统计,自 1961～2007 年间咸阳果区随着气温的增加,年降

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

水量呈减少趋势，气候变化对苹果产量和品质具有显著影响。当春季发生干旱时，会造成果树延迟萌芽或萌芽不整齐，常常引起落花、落果[1]。空气相对湿度偏小可缩短花期，并影响授粉、受精。果树新梢生长期为需水临界期，此期如供水不足，则削弱生长，以致提前停止生长[2]。幼果期缺水，影响果实膨大，引起落果，影响苹果产量。冬季干旱，常使幼树枝条因失水而干枯，发生越冬“抽条”现象。

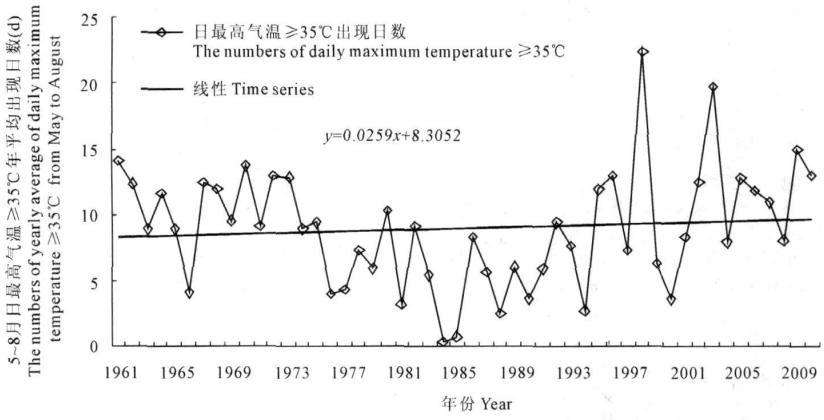

图2 5～8月份日最高气温≥35℃年平均出现日数时间序列

Fig.2 The time series of yearly average times of daily maximum temperature ≥35℃ from May to August

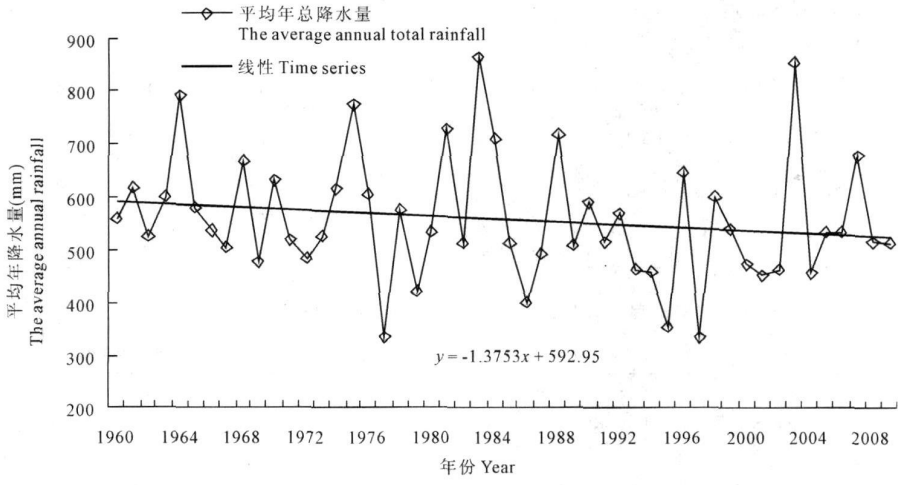

图3 咸阳果区平均年降水量时间序列

Fig.3 The time series of average annual rainfall in regional apple plants of XianYang

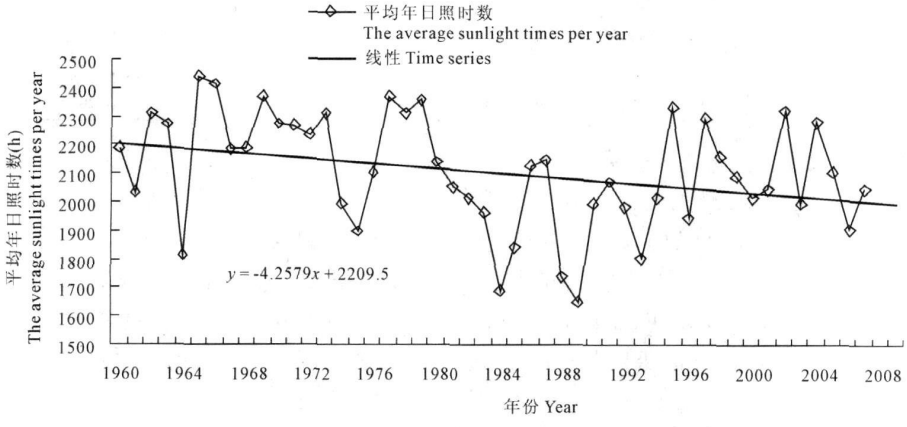

图4 咸阳果区平均年日照时数时间序列

Fig.4 The time series of average sunlight times per year in regional apple plants of XianYang

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

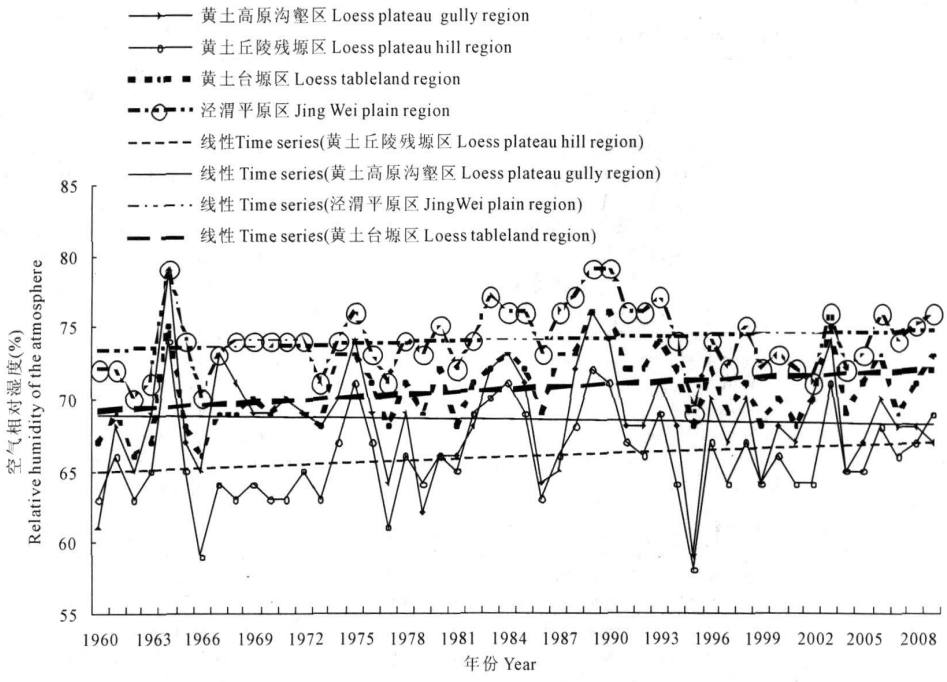

图 5　咸阳各果区空气年平均相对湿度时间序列

Fig.5　The time series of average annual relative humidity of the atmosphere in apple planting region of XianYang

2.3.4　*高温热害影响果品商品率的提高*　高温热害多发生在果实膨大期,干旱高温阻碍了营养物质的合成和吸收,使得果实生长缓慢,且易造成“日灼”现象,使得果实小而果皮厚。高温还可使果树光合作用受阻或停止,造成缩果、落果等[3],对苹果产量、品质,尤其是商品率造成严重影响。2000 年以来,高温热害有加重发展的趋势。高温热害和大气或土壤干旱叠加,加重了高温热害的危害程度。2002 年 7 月 9 日～21 日出现了≥35℃的持续高温天气,日最高气温>35℃的日数达 8～15 d,部分县(区)最高气温达 39℃、40℃以上。当年苹果果实普遍小于常年,且灼伤严重,据调查,未套袋苹果灼伤率达 10%左右,套劣质膜袋灼伤率达 13%左右。另外在苹果开花期,当日最高气温达 25℃以上且持续 1 h 以上时,容易造成苹果“穹花”,导致苹果坐果率降低,严重时整树不结果。

2.3.5　*低温霜冻对果树的开花坐果、果品质量产生严重影响*　如在 2001 年 4 月上旬,各个区域日平均气温 24 h 降低达 10℃～15℃,使得大量花朵冻死,影响授粉,使得果实子房发育不良,产量和质量大幅度下降。2000～2007 年,8 a 中有 4 a 发生严重的低温冻害,3 a 发生中等强度的冻害。发生的频次和强度明显高于其它年代际。

2.3.6　*冰雹对果实和枝叶造成机械损伤,导致大量落果,是危害严重的自然灾害*　我市几条主要冰雹天气运动路径,都经过苹果生产最适宜区。虽然是局部性灾害,但是成灾损失严重,不容忽视。

2.3.7　*秋季连阴雨影响果实着色*　苹果成熟收获期常常会发生连绵阴雨,出现“秋霖”,光照不足,影响果实着色,果面产生锈斑,甚至引起黑斑、红斑病和果实腐烂,造成严重损失。

2.4　苹果生产环境适应性评价

2.4.1　*评价指标*　根据国内外研究资料[4,5],一般认为苹果栽培的最佳气候条件是,年平均温度在 8.5℃～12.5℃;≥10℃的积温,晚熟苹果品种要求≥2 700℃,早中熟苹果品种要求≥2 500℃;6～8 月日平均温度 18℃～24℃;果实生长期(6～9 月)有≥10℃的气温日较差;夏季≥35℃的酷热日数不超过 5 d;年降水量在 500～800 mm;果树生长期 4～10 月的降水量要求在 400～550 mm;相对湿度 60%～70%;年日照时数 2 000～2 600 h。

2.4.2　*评价结果*　选择决定苹果品质的关键性气候因素指标,按照所划分的四个区域,进行苹果生产的气候环境适宜性评价。评价结果见表 3。

3　应对气候变化的对策建议

咸阳苹果生产的规模和效益在全国的地位逐年提高。在全球变暖的影响背景中,尽管受环境演变和气象灾害影响,咸阳黄土高原沟壑区、黄土丘陵残塬区仍然是苹果生产的最适宜区(优生区),可以继

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表3 咸阳苹果生产环境适应性评价表

Table 3 The evaluation of environment adaptability of apple production in Xianyang

分区单元 Zoning unit	评价结果 Evaluation results
黄土高塬沟壑区 Loess plateau gully region	本区年平均气温9.3℃;年平均降水量579.0 mm;6～9月平均日较差≥10℃的天数为80 d;年平均日照时数2 121.9 h。该区气候温和,温度适中,昼夜温差较大,降水量适中略偏少,日照充分,相对湿度较小,是优质苹果的最佳生产区域。 由于本区降水量偏少,干旱是影响本区苹果生产的主要因素。春季的低温、霜冻、大风、沙尘暴时有发生,果树物候期提前,低温冻害会有所加重,加之春季降水量减少,土壤水分散失较快,会使果树萌芽期的抗逆性降低[6];夏季冰雹也是该区苹果优质生产的限制因素。 Average annual temperature: 9.3℃; Average annual precipitation: 579.0 mm; Days with diurnal range of temperature ≥10℃ during June～September: 80; Average annual sunshine hours: 2 121.9. With mild climate, moderate temperature, large disparity of temperature between daytime and night, moderate or slightly dificient precipitation, sufficient sunshine and low relative humidity, it is a optimum area for high quality apple production. Because of deficient precipitation, drought is the main restricting factor for apple production in the area. Low temperature, frost, strong wind and sandstorm happens sometimes in spring. The advance of the phenophase of fruit trees may intensify freezing damage. The precipitation in spring decreases but moisture loss increases, which weakens the stress resistance of fruit trees in the sprout period. In addition, the hail in summer is another restricting factor for apple production in the area.
黄土丘陵残塬区 Loess plateau hill region	本区年平均气温11.1℃;年平均降水量567.2 mm;6～9月平均日较差≥10℃的天数为37 d;年平均日照时数2 236.3 h。该区温度适中,降水量适宜略显少,日照丰富。各项气候指标基本在苹果的适宜环境范围内。 由于本区夏季降水分布不均,伏旱高温对苹果果实膨大有一定影响,加之6～9月平均日较差≥10℃的天数较少,也是限制苹果品质(含糖量)提高的重要因素。 Average annual temperature: 11.1℃; Average annual precipitation: 567.2 mm; Days with diurnal range of temperature ≥10℃ during JuneSeptember: 37; Average annual sunshine hours: 2 236.3. With moderate temperature, moderate or slightly dificient precipitation and sufficient sunshine, it is a suitable area for apple production. Because of uneven distribution of precipitation in summer, drought has adverse effect on fruit expansion. Moreover, too few days with diurnal range of temperature ≥10℃ restrict the quality (sugar content) improvement of apple.
黄土台原区 Loess tableland region	本区年平均气温13.1℃;年平均降水量516.3 mm;6～9月平均日较差≥10℃的天数为65 d;年平均日照时数2 081.9 h。该区气温略高,降水稍少,日照适宜,大部分气候指标都处于苹果最适宜生长范围值的临界边缘。 随着全球变暖的影响,春季的低温霜冻影响会加重,但是夏季的高温炎热、≥35℃的日数大大增加,年平均相对湿度增大,春季干旱和严重伏旱,会严重影响苹果生长。 Average annual temperature: 13.1℃; Average annual precipitation: 516.3 mm; Days with diurnal range of temperature ≥10℃ during June～September: 65; Average annual sunshine hours: 2 081.9. With slightly too high temperature, slightly dificient precipitation and moderate sunshine, it is on the margin of suitable area for apple production. Worsening spring frost, too high temperature in summer, increasing days with diurnal range of temperature ≥10℃, rising average annual relative humidity amd severe drought in spring and summer have adverse effect on apple growth.
泾渭平原区 Jingwei plain region	本区年平均气温13.3℃;年平均降水量615.9 mm; 6～9月平均日较差≥10℃的天数为54 d;年平均日照时数1 965.3 h。该区气温偏高,降水适宜,光照不足,部分气候指标处于苹果适宜范围之外。夏季的高温和高湿度是影响苹果产量和品质的最主要气候和环境因素。 Average annual temperature: 13.3℃; Average annual precipitation: 615.9 mm; Days with diurnal range of temperature ≥10℃ during JuneSeptember: 54; Average annual sunshine hours: 1 965.3. With too high temperature, moderate precipitation and deficient sunshine, some of the climatic indexes are beyond the range of suitable area for apple production. Too high temperature and humidity in summer are the main climatic factors restricting the yield and quality of apple.

续扩大和巩固苹果生产,建立绿色苹果生产基地。黄土台塬区、泾渭平原区受夏季高温、低光照、低温差等不利气候因素影响,应当调减压缩苹果种植面积,根据区域地貌、气候和环境的立体结构,发展时令、特色果品。

通过分析论证,提出以下对策建议:

1) 合理开发利用气候资源,继续调整布局,优化品种和质量结构,实现早、中、晚熟品种、鲜食与加工品种合理配置。在海拔800～1 400 m地区重点发展晚熟和中晚熟优质鲜食苹果,在海拔600～800 m地区重点发展早、中熟鲜食苹果和专用加工苹果,以实现苹果品种结构调整与质量效益提高的协调统一。

2) 加强综合管理措施,应对气温增高对苹果生产的影响。气温增高无疑扩展了咸阳北部苹果栽培区的范围。但气温增高也有一些负面影响,笔者认为其主要有两方面:一是加剧了严冬交替冻融型冻害,二是春末晚霜型冻害的机率增大。而这两冻害都由大区域外部冷空气侵入造成。因为在严冬,昼夜温差变幅会加大,树体的越冬性必然下降,受冻的机率增加;气温增高会使苹果萌芽展叶提前[7],但春末的大区域外部冷空气入侵并未提前结束,导致物候期提前的苹果花和苹果树幼梢受冻。要有效预防和减轻低温冻害影响,首先要提高灾害性天气与农业气象灾害预报的准确率,并及时将预报信息发送给农民;其次,要采取保护、防护等技术措施,减轻极端天气的不利影响;第三,要在山区选择有利地形栽种果树,避开易受低温影响的地区;第四,开展冻害

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

风险评估与管理,使果树冻害由单纯的抵抗防御向风险管理转变。

3) 加强防雹增雨技术体系建设,减轻冰雹灾害对苹果生产的影响。咸阳优质果品基地大都属于冰雹灾害多发区,几乎每年都有果园受灾。受到全球气候变化影响,气候不稳定性增加,冰雹灾害发生会更加频繁。所以在主要冰雹天气移动路线上,应当建立冰雹灾害监测和云层爆破技术网络,采用现代信息技术结合催化剂化雹为雨的方法人工防雹减灾。同时在一些重点区域的果园,可以采用尼龙网防雹,减少雹灾损失。

4) 积极采用综合抗旱节水措施,应对降水量减少对苹果生产的的负面影响。针对区域气候干旱化,降水量减少,果园土壤干燥化,春旱和伏旱的问题,在无灌溉条件的地区,尽可能充分利用雨水的同时,可以采取覆草措施。利用麦草、玉米秆等农作物秸秆,树叶和杂草等覆盖果园土壤,能够大大抑制水分蒸发,保水效果显著,也可以促进土壤团粒结构形成,间接产生保水作用,也能够削弱土壤水分季节变化的幅度,使得土壤水分状况稳定。覆草也可以增加土壤有机质,大大促进微生物活动,增加土壤有效养分[8]。同时覆草也可以降低地温的季节变化幅度,改善土壤温度状况。在土壤 pH 值偏高、可溶盐含量较大的区域,果园覆草还可以有效地防止盐分积累,减轻盐害,在坡地果园,覆草还可以防止土壤侵蚀,保持水土和养分。总之,覆草措施在咸阳苹果生产基地可以大力推广。它既可以减少土壤水分损耗,又能够增加土壤有机质,促进土壤团粒结构形成,可以在短期内全面促进土壤水、肥、气、热和生物因素的综合改善,形成适宜果树生长的良好生态系统。

参 考 文 献:

[1] 朱德兰,吴发启.黄土高原旱地果园土壤水分管理研究[J].水土保持研究,2004,11(1):40－42.

[2] 汪景彦.红富士苹果高产栽培[M].北京:金盾出版社,1993.

[3] 朱　琳,郭兆夏,李怀川,等.陕西省富士系苹果品质形成气象条件分析及区划[J].中国农业气象,2001,22(4):50－53.

[4] 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,(5):713－716.

[5] 徐志达.渭北绿色食品苹果(A 级)全程标准化操作指南[M].陕西扬凌:西北农林科技大学出版社,2006.

[6] 魏钦平,程述汉,唐　芳,等.红富士苹果品质与生态气象因子关系的研究[J].应用生态学报,1999,10(3):289－292.

[7] 余优森,蒲永义.苹果品质与气象条件关系的研究[J].气象,1991,17(3):22－26.

[8] 王　菱,尹思明.气象条件对苹果品质影响的分析[J].中国农业气象,1992,13(4):15－18.

Countermeasures to the influence of climate change on the apple production of Xianyang

MA Yan-qing[1], LIU Xin-sheng[2], MA Wen[3], LI Peng-li[4], QIAN Qiong-li[5], YANG Xiao-yun[1]

(1. *Meteorological Bureau of Xianyang*, *Shaanxi* 712000, *China*; 2. *Institutes of Agriculture Meteorological Sciences of Xianyang*, *Shaanxi* 712035, *China*; 3. *Weather Modification Office of Xianyang*, *Shaanxi* 712000, *China*; 4. *Meteorological Bureau of Sanyuan*, *Shaanxi* 713800, *China*; 5. *Plant Protection and Plant Examination Station of Qindu District*, *Xianyang*, *Shaanxi* 712035, *China*)

Abstract: Based on the meteorological data from weather observation stations from establishing to 2009 in 12 counties of Xianyang, analysis was made of the characteristics of the change of meteorological factors from some aspects of temperature, precipitation, sunshine and relative humidity by the method of climate statistics. The results show that the climate change has an obvious effect on apple production of Xianyang, and it is mainly represented by rising temperature, decreasing precipitation, sunshine time and relative humidity of the atmosphere. The climate warming exerts on advancing the time of the phenophases of apple trees; Green winter causes the overwintering base of spore germination and ova too high. It is very suitable for disease and pest growth; The drought is happening there with increasing frequency from decreasing precipitation; High temperature influences improvement of apple commodity rate; Low temperature and frost have seriously affected apple blooming, fruit setting and apple quality; Hail causes mechanical damages of flowering branch and a great quantity of apple drop; Rainy period in autumn influences coloring of fruit. Combined with the observation data of apple ecology since the 1980 s, evaluation is carry out of climate suitability to apple production, and countermeasure and suggestions are put forward for fighting against the climate change.

Keywords: climate change; Xianyang; apple production; countermeasure

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net