

# 西安灞桥樱桃高产优质气候适应性研究

张宏利<sup>1</sup>, 解 斌<sup>1</sup>, 廖小玲<sup>1</sup>, 刘延莉<sup>1</sup>, 樊婷丽<sup>2</sup>, 曹 梅<sup>2</sup>

(1. 西安市灞桥区气象局, 陕西 西安 710038; 2. 西安市大气探测中心, 陕西 西安 710016)

**摘 要:**以灞桥白鹿原、洪庆山及周边的气象、樱桃产量等为研究资料,通过短期气象资料订正法、太阳总辐射推算法、气候产量与气象要素相关分析等方法,形成灞桥樱桃10年气候分析资料库。在此基础上,分析了大樱桃生长需要的气象条件。结果表明:灞桥白鹿原、洪庆山良好的气候资源为樱桃提供了适宜的生长环境;白鹿原樱桃的气候资源优于洪庆山,在满足灞桥樱桃生长的前提下各有特点;在灞桥樱桃生长发育中,普遍存在花期低温阴雨、幼果硬核期春旱、成熟期连阴雨不利的影响因素,但严重的是花期低温阴雨;应重视灞桥樱桃花期低温阴雨灾害,加强防御意识,增强预防能力。

**关键词:**樱桃;高产优质;气候适应性;西安灞桥

**中图分类号:**S 662.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)15-0001-05

樱桃在西安灞桥种植历史悠久,有“春季第一果”的美誉,相传唐代在霸陵坡就有栽植。1989年西安灞桥从山东引进西洋大樱桃,1993年试种成功后,以其果大、成熟早、味道鲜、经济效益高的优势,成为西安灞桥现代都市农业的支柱产业,形成了西北地区最大的樱桃产业基地及陇海线东段重点的早熟栽培区。灞桥樱桃分别被国家农业部和国家技术监督局认证为“国家地理标志保护产品”<sup>[1]</sup>。该试验进行了灞桥樱桃高产优质的气候适应性研究,提出气候资源的优势及对应气象灾害的防御,力求为灞桥樱桃持续高产优质提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

灞桥樱桃面积为2 533 hm<sup>2</sup>,产量为4.4万t。分布在其境内的白鹿原和洪庆山的种植面积分别为1 967、586 hm<sup>2</sup>。白鹿原位于西安东部灞河、浐河之间,是西安境内最大的黄土台原,原面平坦,为东南-西北走向,鲸鱼沟将原面切割为南原、北原,分属灞桥区、蓝田县及长安区,总面积约263 km<sup>2</sup>,海拔600~780 m,人口约20万。原上空气清新、四季分明。特殊的地理位置和自然环境

造就了这块紧临西安城区,但无都市污染的一块净土;洪庆山为国家级森林公园,位于西安城区东部,距离城区不足4 km,属秦岭山系骊山支脉,为地垒式断块山,总面积3 000 hm<sup>2</sup>,海拔500~1 300 m,人口约8万。森林覆盖率75.6%,植被垂直分布情况为常绿阔叶、山地阔叶、山地针叶林带<sup>[2]</sup>。

### 1.2 研究资料

该研究资料来源为3个方面:一是相邻灞桥白鹿原、洪庆山的蓝田、临潼国家气候站资料;二是蓝田华胥、灞桥三阳院管区区域自动气象站及西张坡村考察站资料;三是灞桥区统计局的樱桃产量资料,以及走访灞桥园艺站和灞桥樱桃种植专业学会所得资料。资料的起止日期为2005年1月1日至2014年12月31日。

### 1.3 研究方法

在短期的区域自动气象站及西张坡村考察站资料处理方面采用超短序列订正法研究<sup>[3-4]</sup>;太阳总辐射的推算采用经验公式与最小二乘法研究<sup>[5]</sup>;在樱桃气象灾害鉴定上采用气候产量法研究<sup>[6]</sup>。

### 1.4 数据分析

采用Microsoft Office Excel 2007软件进行资料处理与图表绘制<sup>[7]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 灞桥樱桃生长的气候适应性

2.1.1 光照 大樱桃是喜光果树,适宜的年日照时数为1 200~2 800 h,萌芽至成熟期适宜日照时数为380~420 h<sup>[8]</sup>。白鹿原、洪庆山(阳坡)历年日照时数范围为1 725~2 260、1 473~2 228 h,萌芽至成熟期平均日照

**第一作者简介:**张宏利(1964-),男,硕士,高级工程师,研究方向为气候变化与农业气象。E-mail:41078850@qq.com。

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(70901043);教育部人文社科基金资助项目(09YJC630130);全国统计科研计划资助项目(2011LY033);国家重大基础预研资助项目(2005CCA05300);国家科技基础性工作专项资助项目(2013FY112500);陕西省气象局2015年科研资助项目(2015M-29)。

**收稿日期:**2016-04-25

时数为 410、390 h。太阳总辐射年平均总辐射为  $4\,700\text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ ,在同一条等值线图上,属西安市太阳辐射高值区<sup>[9]</sup>。由图 1、2 可知,白鹿原光照条件好于洪庆山,但比照标准都能满足大樱桃生长对光照条件的要求。灞桥充足的光照有利于大樱桃花芽发育充实,坐果率较高,着色较好,果实含糖量高、酸味少,促使大樱桃成熟期提前。特别注意的是,洪庆山的阴坡光照条件差,不宜种植大樱桃。

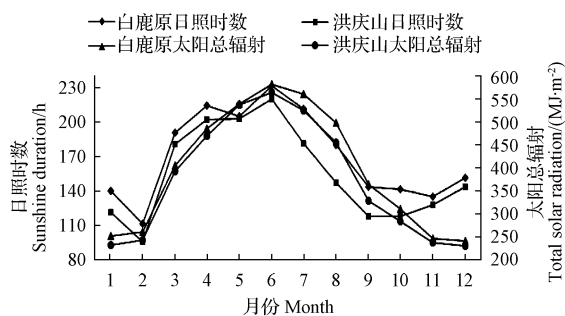


图 1 白鹿原、洪庆山各月日照时数、太阳总辐射  
Fig. 1 Monthly gross solar radiation and hours of sunshine of Bai Luyuan, Hong Qing mountain

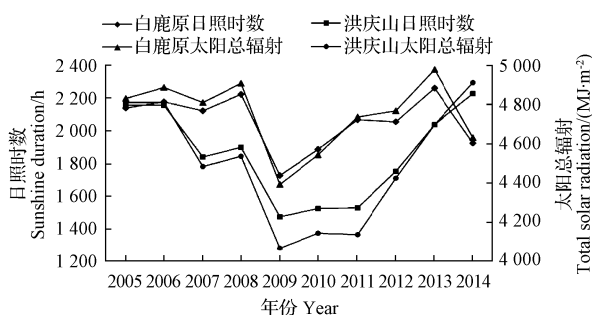


图 2 白鹿原、洪庆山历年日照时数、太阳总辐射  
Fig. 2 Yearly gross solar radiation and hours of sunshine of Bai Luyuan, Hong Qing mountain

2.1.2 温度 大樱桃是喜温不耐寒的果树,气候因素中以温度条件影响最大,不同生育期对温度有不同要求。露地栽培要求年平均气温  $7\sim 14\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\geq 15\text{ }^{\circ}\text{C}$  时开花多、坐果少。一年中日平均气温  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  的天数至少在 150~200 d。越冬休眠期的临界低温  $< -20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。大樱桃花蕾期发生冻害的临界温度为  $1\sim 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$  以下 4 h 花蕾会 100% 受冻,  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  左右花粉会失去活力。果实发育到成熟期适宜温度为  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。大樱桃萌芽至开花需要积温  $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,开花至果实成熟需积温  $446\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。樱桃一般在  $7\sim 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  打破休眠,进入生长发育阶段,当日平均气温达  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  左右时,花芽开始萌动<sup>[10]</sup>。白鹿原、洪庆山日平均气温稳定通过  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  的平均初日分别为 3 月 9 日和 3 月 5 日。日平均气温  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  左右开始开花,整个花期约 15 d,花期温度是影响当年产量的主要生态因子,花期对温度要求

最为严格,过高、过低均不利于授粉受精,夜间最低温度不应低于  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,应保持在  $8\sim 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;白天最高温度  $< 23\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,应保持在  $18\sim 22\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。一般气温低时,花期稍晚,白鹿原、洪庆山日平均气温稳定通过  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  的平均初日分别在 4 月 27 日和 4 月 15 日。 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  时为果实成熟适宜期,白鹿原、洪庆山日平均气温稳定通过  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  的平均初日分别为 5 月 25 日和 5 月 16 日。果实膨大期,白天气温在  $21\sim 23\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,夜间  $10\sim 12\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,有利于幼果生长;果实着色期,白天气温  $22\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,夜间  $12\sim 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,保持昼夜  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  的温差,有利于果实着色<sup>[11-12]</sup>。白鹿原、洪庆山温度条件适宜大樱桃各生长发育阶段对热量的需求,对大樱桃栽培十分有利。数据比较,洪庆山的平均气温、最低气温略高于白鹿原,有其热量资源充足的优势(图 3、4)。

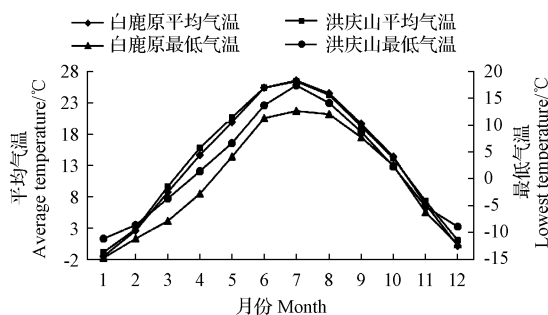


图 3 白鹿原、洪庆山各月平均气温、最低气温  
Fig. 3 Monthly average and lowest temperatures of Bai Luyuan, Hong Qing mountain

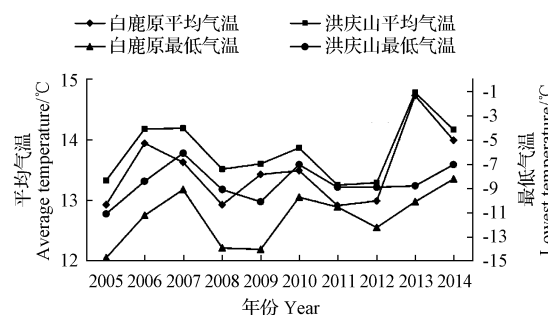


图 4 白鹿原、洪庆山历年平均气温、最低气温  
Fig. 4 Yearly average and lowest temperatures of Bai Luyuan, Hong Qing mountain

2.1.3 水分 由于大樱桃根系分布比较浅,抗旱能力差,且其叶片蒸腾作用强,所以需要较多的水分供应,适于年降水量  $600\sim 800\text{ mm}$  的地区生长。土壤水分低时,尤其是夏季干旱时节,由于供水不足,新梢生长受到抑制。大樱桃也不耐涝,土壤水分过高时,常引起枝叶徒长,不利于结果。灞桥白鹿原、洪庆山年降水量为 600、630 mm,大樱桃生长期,以 3 月底至 4 月降水最少,5 月降水最多,能够满足大樱桃生长期对水分需求。

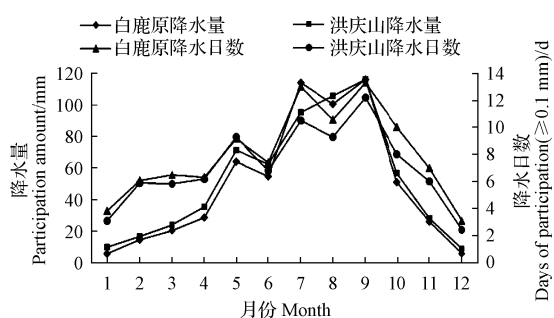


图5 白鹿原、洪庆山各月降水量、降水日数

Fig. 5 Monthly participation amount and days of participation of Bai Luyuan, Hong Qing mountain

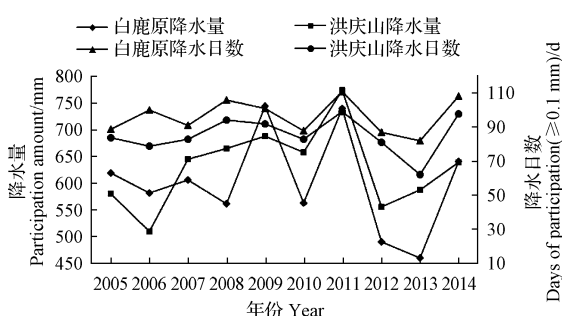


图6 白鹿原、洪庆山历年降水量、降水日数

Fig. 6 Yearly participation amount and days of participation of Bai Luyuan, Hong Qing mountain

白鹿原与洪庆山降水量、降水日数( $\geq 0.1$  mm)相差较小,属樱桃降水资源在同一水平范畴(图5、6)。

## 2.2 灞桥樱桃生长的气象灾害

2.2.1 灞桥樱桃的气候产量 影响大樱桃最终产量形成的因素很多,相互间的制约关系较为复杂。这些影响因素可划分为气象条件、农技能力和随机误差三大类。其中气象条件类是指光、热、水等环境因子对产量的影响,其波动性最大,是决定最终产量的重要条件,相应的产量分量称为气候产量。农技能力类包括品种特性、耕作、施肥、病虫害控制及增产措施等,它反映了一定历史时期的社会生产力发展水平,相应的产量分量称为趋势产量。随机误差除了统计误差外,还包括那些在具体工作模式中前2类因素所没有考虑到的其它偶然因素,相应的分量称为随机分量。其表达式如下: $y = y_w + y_t + \Delta y \dots (1)$ ,式中  $y$  为大樱桃社会产量, $y_w$  为气象产量, $y_t$  为趋势产量,随机分量为  $\Delta y$ ,所占比例很小可以忽略,(1)式可简化为: $y = y_t + y_w \dots (2)$ 。根据式(2),灞桥樱桃每年的增(减)产率按式(3)计算: $p = y_w / y_t = (y - y_t) / y_t \times 100\% \dots (3)$ ,式(3)中, $p$  为增(减)产率,正值表示气象条件有利并增产;负值表示气象条件不利并减产。以 $\pm 7\%$ 为标准,划定2009、2010、2012年为丰产年,2007、

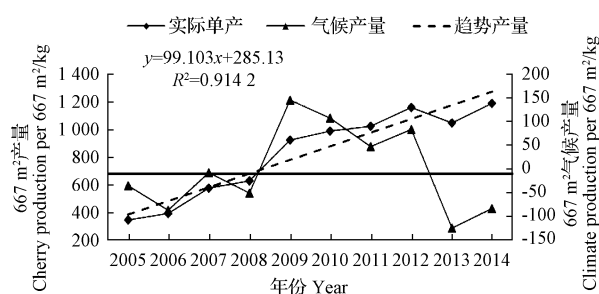


图7 灞桥大田樱桃产量情况

Fig. 7 Circumstances of cherry production in Datian Baqiao

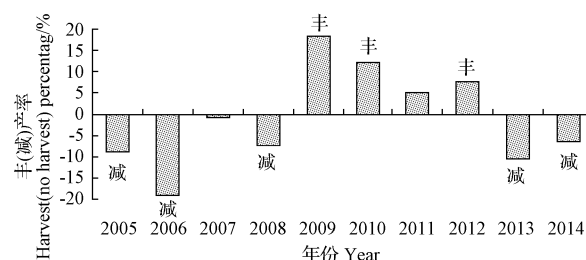


图8 历年丰(减)情况

Fig. 8 Yearly harvest(no harvest) circumstances

2011年为平产年,2005、2006、2008、2013、2014年为减产年(图7、8)。

2.2.2 灞桥樱桃的气象灾害 经气候产量与气象要素相关性分析,结合调查资料,参考陕西大樱桃生长环境分析<sup>[13-14]</sup>,确定灞桥樱桃的气象灾害为花期低温阴雨、幼果硬核期春旱、成熟期连阴雨。1)花期低温阴雨:大樱桃雄花与雌花同时开放,且雄花多、雌花少,花期共持续10~20 d。灞桥樱桃物候观测资料显示,樱桃主产区花期在3月20日至4月10日,盛花期在3月15日至4月5日,此时 $< 12^\circ\text{C}$ 将影响开花授粉,当日极端最低气温 $< 0^\circ\text{C}$ 时,将导致花柱头受冻。如果在3月下旬到4月上旬平均气温较常年同期偏低 $1\sim 2^\circ\text{C}$ ,且日平均日照时数 $< 5$  h;或期间遇上5 d以上连阴雨天气,导致气温偏低、日照时数偏少都将影响授粉,从而导致当年大樱桃产量减产,严重时造成绝收。灞桥近10年出现中重度的年份为2005、2006、2008、2013、2014年,达到2年一遇或年年都有的频次,加之防御难度大,导致危害严重。2)幼果硬核期春旱:4月中、下旬是灞桥樱桃幼果硬核期,这段时期果实、新梢生长迅速,水分供应充足对果实充实生长和提高产量有利。在此期间,降水量 $20\sim 90$  mm有利于形成果实硬核,若出现 $\geq 15$  d的旱情,降水量 $< 10$  mm,将导致果核不能硬化,果实膨大受阻,形成的果实较小,严重时果实会变黄,甚至萎蔫脱落,单株产量降低。灞桥在2005、2007、2011年出现过,由于白鹿原、洪庆山灌溉条件较好,樱桃生长未受影响。3)成熟期连阴雨:灞桥樱桃主要成熟期在4月25日至5月15日,期间



若遇上 3 d 以上的连阴雨天气,日照时数不足 5 h,会引起果实腐病泛滥、虫蚀率增加、含糖量低、着色度下降,导致果实采摘和运输困难;成熟后未及时采摘,若遇上连续降水 12 h 以上,会造成裂果现象,影响当年大樱桃品质及减产。灞桥在 2006、2009、2011、2012、2013 年出现过,由于大部分果农使用天气预报信息,采用及早、找间歇等采摘方式,保证了 80%~90% 樱桃鲜果正常采收。

### 2.2.3 灞桥樱桃生长的气象风险等级 通过白鹿原、洪庆山气候产量、气象灾害分析,结合实地考察得出,灞桥樱桃生长的主要气象风险为花期(3 月下旬至 4 月上旬)低温阴雨,基本无法防御或防御效果不明显,直接影响樱桃产量的形成。而幼果硬核期春旱、成熟期连阴雨的气象灾害,灾害刚出现或有预报预警,则可通过人工手段干预,气象风险等级立即降低,形成有气象数据表现,而灾害表现为大面积很弱或无灾的状况。灞桥樱桃生长的气象风险等级见表 1。

表 1 灞桥樱桃生长的主要气象灾害风险(花期低温阴雨)等级

Table 1 Degree of main meteorological disasters concerning cherry growth in Baqiao (low temperature and rainy flower season)

风险等级	日平均气温下降	最低气温降至	连阴雨天数	出现年份
Risk degree	Descending daily average temperatures/℃	Lowest temperature descend towards/℃	Number of succession rainy days ( $\geq 0.1$ mm)/d	Year of emergence
I(轻度 Light degree)	5	4	2	2007、2011
II(中度 Medium degree)	8	2	4	2005、2008
III(重度 Heavy degree)	10	0	5	2006、2013、2014

## 3 结论与讨论

灞桥白鹿原、洪庆山良好的气候资源为樱桃提供了适宜的生长环境。白鹿原、洪庆山的高海拔,形成了灞桥樱桃生长的光、热、水资源优势。日照为灞桥樱桃的优质生长奠定了能量基础,温度为灞桥樱桃的生长发育提供了热量条件,水分为灞桥樱桃的生长安全提供了生理保障。从而造就了优质高产、成熟偏早及果大、色艳、口感好的灞桥樱桃优生区。

灞桥白鹿原樱桃的气候资源优于洪庆山,在满足灞桥樱桃生长的前提下,各有特点。白鹿原光照丰富,但气温偏低。而洪庆山气温偏高,但光照欠丰,阴坡更差。

在灞桥樱桃生长发育中,都存在花期低温阴雨、幼果硬核期春旱、成熟期连阴雨不利的影响因素,但严重的是花期低温阴雨。危害最严重的是花期低温阴雨,其气象灾害风险等级最高,中-重度风险等级达到 2 年一遇。灞桥樱桃的幼果硬核期春旱、成熟期连阴雨,由于生产条件的改善、农技水平的提高、果农灾害意识的加强,其灾害影响不明显。

应重视灞桥樱桃花期低温阴雨灾害的防治,加强防御意识,增强预防能力。对于灞桥樱桃的花期低温阴雨,一是要重视气象预报预警信息的实际应用;二是使用烟雾发生器法、柴火熏烟法、薄膜包裹法、石灰刷白树干等方法保温防冻;三是对于樱桃晚熟品种可利用激素型药剂、灌水等方法,可延迟开花期,避开危害期。

由于历史原因,该研究所用资料只有 10 年,分析及

结论还有待于进一步验证。

(致谢:感谢西安市气象局罗慧博士,西安市灞桥区东李樱桃合作社理事长李淑霞,西安市灞桥区园艺站站长关俊英给予指导!)

## 参考文献

- [1] 苗小龙,张方. 西安市樱桃产业现状及发展对策[J]. 现代农业科技, 2013(13):330-332.
- [2] 西安市灞桥区志编委员会. 灞桥区志[M]. 西安:三秦出版社,2003:20-35.
- [3] 李军,黄敬峰,王秀珍,等. 山区月平均气温的短序列订正方法研究[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版),2005,31(2):165-170.
- [4] 肖金香,穆彪,胡飞. 农业气象[M]. 北京:高等教育出版社,2010:199-215.
- [5] 罗汉民,吴诗敦,谭克光. 气候学[M]. 北京:气象出版社,1980:10-13.
- [6] 张宏利,韩明玉. 气象生物学模式在城固小麦产量预报中的应用[J]. 陕西气象,1995(2):13-15.
- [7] 文杰书院. Excel 2007 从入门到精通[M]. 北京:机械工业出版社,2007:53-187.
- [8] 曹建新,孙丽华. 山海关气候资源与大樱桃栽培的适宜性分析[J]. 河北果树,2010(1):5-6.
- [9] 张宏利,张纳伟,刘敏茹,等. 西安太阳总辐射时空变化特征及对城市发展的响应[J]. 生态学报,2013,33(7):2304-2313.
- [10] 王春乙,娄秀荣,庄立伟. 气候变暖对东北地区作物种植的影响[J]. 气象科技,2001,29(增刊):11-13.
- [11] 曲泽周,陈维四. 果树生态[M]. 上海:上海科技出版社,1998:93-97.
- [12] 王其仑,唐洪臣,邵达元. 甜樱桃大棚高效栽植技术[J]. 中国果树,1996(4):17-19.
- [13] 李文巧,夏明安,严树斌,等. 勉县大樱桃主要气象灾害指标及防御措施[J]. 陕西气象,2015(5):46-47.
- [14] 杨亚利,郑合清. 铜川市樱桃生长气象条件分析[J]. 现代农业科技,2014(24):233-234.

## The Climate Adaptability Research on High Production and Quality Cherry in Baqiao, Xi'an

ZHANG Hongli<sup>1</sup>, XIE Bin<sup>1</sup>, LIAO Xiaoling<sup>1</sup>, LIU Yanli<sup>1</sup>, FAN Tingli<sup>2</sup>, CAO Mei<sup>2</sup>

(1. Meteorological Bureau in Baqiao District in Xi'an, Xi'an, Shaanxi 710038; 2. Atmospheric Detection Center of Xi'an, Xi'an, Shaanxi 710016)

# 气温升高与干旱胁迫对灵武长枣 叶绿素荧光特性的影响

秦 芳, 曹 兵, 宋 丽 华

(宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021)

**摘 要:**以 4 年生灵武长枣为试材,采用红外线辐射器控制模拟增温环境、土壤自动灌溉系统控制土壤水分水平,设置 2 个大气温度水平、3 个土壤水分水平的 6 个组合,处理灵武长枣植株,测定其叶绿素荧光动力学参数,研究灵武长枣在日间气温升高与土壤干旱胁迫长期交互处理下叶绿素荧光参数的变化。结果表明:处理 40 d 时,灵武长枣在大气温度增高 2℃ 左右的环境下,随着土壤干旱水平的加剧,初始荧光( $F_0$ )、原初光能转化率( $F_v/F_m$ )和 PSII 的潜在活性( $F_v/F_0$ )、光化学猝灭系数( $q_P$ )均有下降趋势;处理 80 d 时,增温环境下,随着土壤干旱水平的加剧, $F_0$  有升高趋势,而  $F_v/F_m$ 、 $F_v/F_0$  明显下降,相对电子传递速率(ETR)呈先升高后降低的趋势,而非光化学猝灭系数(NPQ)随处理时间的延长始终高于常温环境。因此,气温升高 2℃ 左右可缓解灵武长枣因土壤干旱引起的光抑制和电子传递速率的下降,并能提高土壤干旱胁迫下灵武长枣的光保护能力。

**关键词:**气温升高;干旱胁迫;灵武长枣;叶绿素荧光动力参数

**中图分类号:**S 665.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)15-0005-06

因大气  $CO_2$  浓度升高所导致的“温室效应”使大气温度以每 10 年 0.2~0.3℃ 的幅度增加<sup>[1]</sup>,据预测,到 21 世纪末,气温将升高 1.5~4.5℃<sup>[2]</sup>。温度是大多数植物生长发育的主要驱动因子,气候变暖加速了植物的生育

进程,影响植物的光合作用与形态生长,气候变化对植物生长与生理的影响受到极大关注<sup>[3-6]</sup>。全球气候变暖将使不同地区的降水格局发生变化,水资源增加或减少<sup>[7]</sup>。西北地区是我国生态环境的脆弱区,干旱是最大的限制性因子,随着气温的升高,土壤蒸发有可能增加,可能使得干旱化趋势更加严重<sup>[3]</sup>。宁夏地区的气候在全球气候变化的背景下也发生了显著变化。40 多年来,宁夏的年平均气温在波动中持续上升,增温幅度高于全国平均值,宁夏秋季降水有下降趋势,冬季降水存在上升趋势,宁夏气候有变干的趋势<sup>[8]</sup>。

随着温度的上升,植物的株高、地径、分枝数、总生

**第一作者简介:**秦芳(1993-),女,硕士研究生,研究方向为果树栽培生理。E-mail:1358053881@qq.com.

**责任作者:**宋丽华(1969-),女,硕士,教授,硕士生导师,现主要从事旱区造林和经济林栽培等教学与研究工作。E-mail:slh382@126.com.

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(31260171)。

**收稿日期:**2016-04-15

**Abstract:** Applied the meteorological, cherry production data of Bai Luyuan, Hong Qing mountain in Baqiao and surroundings, through methods of short-term meteorological data revision, gross solar radiation calculation and climate yield, formed climate analysis database of Baqiao cherry for 10 years range. On the basis of this, compared to the meteorological conditions of the big cherry required. The results showed that, the fine climate resources of Bai Luyuan, Hongqing mountain in Baqiao provided a suitable environment for cherry growth; the climate resources in Bai Luyuan prevailed that of Hong Qing mountain and both demonstrate their characteristics on the premise of satisfying Baqiao cherry growth. Over the process of growth and development of Baqiao cherry, there existed low temperature and rains in blooming date, spring drought in young fruit hardening period, continuous rains in mature stage, of which the low temperature and rains in blooming date was the severest; it therefore should be attached great importance to, and fortify the awareness of defense as well as the abilities to prevent.

**Keywords:** cherry; high production and quality; climate adaptability; Baqiao in Xi'an