

天水市大樱桃种植中影响产量的生态气候因素分析

姚小英^{1,2}, 杨小利³, 蒲金涌⁴, 马鹏里⁵, 吴 丽²

(1. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室, 中国气象局 干旱气候变化与减灾重点开放实验室, 甘肃 兰州 730020; 2. 甘肃省天水市气象局, 甘肃 天水 741000; 3. 甘肃省平凉市气象局, 甘肃 平凉 744000; 4. 甘肃省天水农业气象试验站, 甘肃 天水 741020; 5. 兰州区域气候中心, 甘肃 兰州 730020)

摘要: 在分析天水市地区大樱桃物候特征及生态气候条件的基础上, 运用统计学方法计算分析该区域气象因子与大樱桃产量的关系。结果表明, 4 月上、中旬平均最低气温、4 月极端最低气温及年降水量为影响当地大樱桃生长的主要气象因子, 根据春季低温冻害及春旱对大樱桃产量的影响程度, 确立了影响系数, 对大樱桃种植的风险程度进行评估。并提出了合理利用气候资源, 发展大樱桃产业生产建议。

关键词: 天水市; 大樱桃; 生态气候; 种植风险

中图分类号: S162.5⁺7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2009)05-0261-04

大樱桃是天水市春季上市的果品, 其果实色泽鲜艳、营养丰富, 被誉为“果中珍品”, 因其上市较其他水果更早, 亦有“春果第一枝”之称。大樱桃果实生长发育时间短, 生产成本低、结果早, 经济效益较其它水果高。天水市种植大樱桃有着地域、气候等优势, 为西北地区适宜露地大面积发展大樱桃生产为数不多的地区之一, 所产大樱桃果型、口感俱佳, 在市场上极具竞争力。上世纪 80 年代末期天水引进大樱桃至今, 全市大樱桃种植面积已发展到 1 300 多公顷。秦州“天翠”大樱桃已形成知名品牌, 在果实色泽, 品质等方面均优于山东烟台和辽宁大连等名产区。国内林果部门对大樱桃栽培技术方面的研究较多, 但由于大樱桃在天水市地区发展较晚, 关于其生态气候方面的研究几乎为一空白。因此, 分析研究大樱桃生态气候特性及影响产量的主要气象因素, 对发挥地域优势, 发展高效生态农业, 增加农民果树种植的效益意义极大。

1 调查地点与研究方法

大樱桃物候资料及产量资料取自调查地点——天水市果树研究所(1996~2008 年), 气象资料取自各县(区)气象观测站(1961~2008 年)。大樱桃产量及气候要素的变化分析计算采用有关数理统计方法^[1]。

2 结果与分析

2.1 天水大樱桃物候及生态气候条件分析

天水市地区大樱桃栽植主栽品种为红灯, 一般

于 3 月中旬芽开放, 4 月上旬进入开花期, 5 月中下旬至 6 月初浆果成熟(表 1)。大樱桃最主要的生态条件是温度、水分和土壤, 适于凉爽而相对干燥的气候条件种植, 最适宜种植区的年平均气温为 10℃~12℃, 年降水量 600~900 mm, 萌芽至开花期需要 ≥10℃ 以上积温 280℃, 越冬休眠期的临界低温不得低于一 20℃。大樱桃发芽期适宜的温度为 10℃, 开花期适宜温度为 15℃, 显蕾后抗寒力降低, 花蕾期发生冻害的临界温度为 1.1~1.7℃, 开花和幼果发育期冻害的临界温度为 1℃。大樱桃需要日照充足的生态环境, 耐寒性较差, 春季气象条件对其生长发育和产量影响较大^[2~4]。天水市热量条件从北到南递增, 与主产区烟台、大连相比, 关山区清水、张家川等地年平均气温偏低 2~4℃, 热量条件不足, 年极端最低气温偏低, 特别是 4 月份大樱桃开花期气温偏低, 易发生低温冻害而限制大樱桃生长; 年降水量与主产区相比均偏少, 特别是渭北甘谷、武山等地年降水尚嫌不足易发生干旱而影响大樱桃生长。光照条件各地均稍逊于主产区(表 2)。

2.2 影响大樱桃产量的主要气象因子

20 世纪 90 年代以来, 天水大樱桃产量逐年提高, 尤以秦州区最为显著。近年来大樱桃种植面积快速增长, 总产量达到 300 万 kg。利用天水市果树研究所 1996~2008 年大樱桃产量资料及相应年份天水市观测站气象资料, 用滑动平均方法分离大樱桃产量资料, 得到趋势产量和气候产量(图 1)^[1]。可以明显看到, 气候产量变化较大, 2005 年达到了

收稿日期: 2009-04-10

基金项目: 甘肃省气象局“十人计划”; 国家科技部公益行业(气象)科研专项“西北地区旱作农业对气候变暖的响应特征及其预警和应对技术研究”(200806065); 中国气象局兰州干旱气象研究所干旱气象基金(IAM200803)

(C)1 作者简介: 姚小英(1998-), 女, 甘肃天水人, 硕士, 高级工程师, 主要从事气象业务及应用气象研究工作。E-mail: txyx66@163.com, net

2 395.8 kg/hm² 的最高值, 2006 年又达到 -3 645.0 kg/hm² 的最低值。单产很不稳定, 说明气候因子对大樱桃产量影响较大。

表 1 天水市大樱桃物候期(月一日)

Table 1 Big cherry phenophase of Tianshui(M-d)

品种 Cultivar	萌芽期 Embryonic	初花期 Beginning of flowering	花期 Flowering	落花期 Ending of flowering	果实膨大期 Fruit expanding	果实成熟期 Fruit riping	落叶期 Leaf falling
红灯 Hongdeng	03-15	04-04	04-05	04-08	05-15	05-19	10-31
巨红 Juhong	03-15	04-02	04-05	04-06	05-20	06-07	10-31

表 2 天水市各地气候要素值与大樱桃主产区比较

Table 2 The comparison of climatic element value between different counties of Tianshui, Gansu and other main producing area of big cherry

地点 Site	年平均气温(°C) Annual average temperature	4 月平均气温(°C) Average temperature of April	年降水量(mm) Annual precipitation	年日照时数(h) Annual sunshine	年极端最低气温(°C) Annual extremely lowest temperature
秦州 Qinzhou	11.0	12.6	491.6	1910.8	-17.4
麦积 Maiji	11.1	12.6	496.5	2032.5	-17.6
秦安 Qin'an	10.6	12.2	448.8	2042.5	-18.9
甘谷 Gangu	10.3	11.8	441.9	2113.2	-19.2
武山 Wushan	9.7	11.1	431.7	2213.2	-17.5
清水 Qingshui	9.0	10.4	546.8	2052.9	-24.9
张家川 Zhangjiachuan	6.9	8.0	561.2	2031.4	-25.5
山东烟台 Yantai, Shandong	11.8	9.5	651.9	2698.4	-17.6
辽宁大连 Dalian, Liaoning	10.5	9.7	950.0	2636.9	-21.0

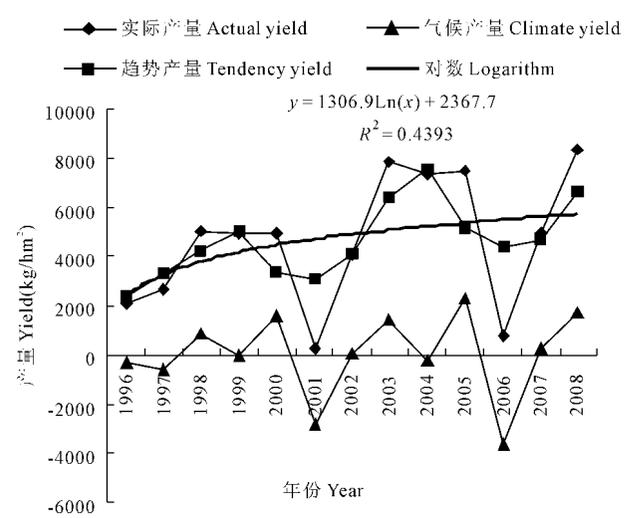


图 1 大樱桃气候产量变化

Fig.1 The variation of climatic yield of big cherry

为了进一步分析影响大樱桃产量的气象因子, 对各生育时段光、热、水共计 23 个因子与气候产量进行了相关普查计算(表 3)^[1]。

2.2.1 气温对大樱桃产量的影响 相关计算结果表明, 4 月极端最低气温及 4 月上~中旬的平均最低气温为影响天水市大樱桃适宜种植区产量的主要热量因子, 从图 2 中可以明显看到二者变化的一致

性。此期正值大樱桃开花期, 4 月份的寒潮、霜冻导致的低温冻害使大樱桃花期缩短, 受孕时间减少, 同时叶片、花芽、茎不同程度、不同部位受冻, 严重影响产量。相关普查结果表明其余时段温度及各生育时段 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 以上积温与产量相关系数较低, 未通过检验, 说明该区域热量条件充裕, 不成为大樱桃产量的限制因子。

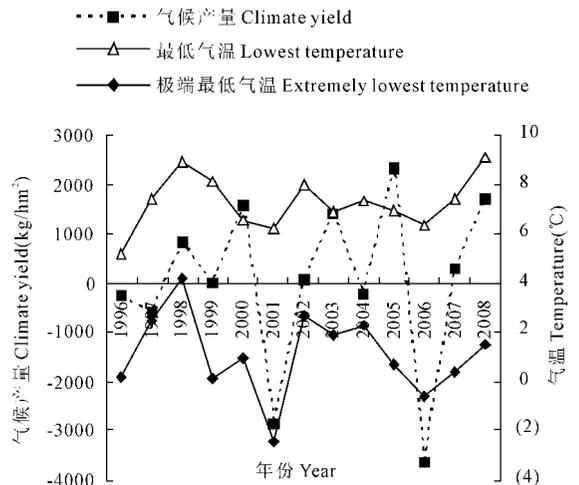


图 2 4 月最低气温、极端最低气温与大樱桃气候产量变化

Fig.2 The variation of average lowest temperature, extremely lowest temperature in April and climate yield of big cherry

表3 大樱桃各生育期气候因子与产量的相关系数

Table 3 The correlation coefficient between climate factor and yields in growth period of big cherry

生育期 Growth period	最低气温(°C) Lowest temperature	日平均气温(°C) Average temperature of day	≥10°C积温(°C) Accumulative Temperature(≥10°C)	极端最低气温(°C) Extremely lowest temperature	降水量(mm) Precipitation	日照时数(h) Sunshine hour
芽开放期(3月中旬一下旬) Buds sprouting	0.5259*	0.5030	0.3521	0.3421	0.3546	0.3211
开花始期—开花盛期 (4月上旬—4月中旬) Beginning—Ending of flowering	0.6444**	0.2641	0.3789	0.8040**	-0.5276*	0.4268
果实增长期(5月上旬—中旬) Fruit growing	0.4123	0.3412	0.4129	—	0.5426*	0.5132
果实成熟期(5月下旬) Fruit ripeness	0.2864	0.2214	0.2471	—	-0.5521*	0.5237*
全生育期 Whole growth period					0.6333**	

注: **为通过信度为0.01的显著性检验, *为通过信度为0.05的显著性检验。

Note: ** means significant difference at 1%, while * means significant difference at 5%.

2.2.2 降水对大樱桃产量的影响 大樱桃根系分布比较浅,抗旱能力差,叶片大,蒸腾作用强,所以需要较多的水份供应。一般年份,天水市地区大樱桃生长的水分条件是能够满足的,除渭北地区特别是武山等地因旱影响大樱桃正常生长外,其余各地的降水供应基本满足大樱桃生长的需求。大樱桃生长季降水量在地域分布表现为南多北少,萌芽—浆果成熟期降水总量为69.5~85.9 mm,其中开花至成熟期为58.3~72.0 mm。相关分析表明,花期降水与气候产量负相关比较明显,这是由于大樱桃花期虽对水分的需求较多,但降水偏多,会导致气温降低明显,由此带来的冻害危害远远大于降水偏少的干旱影响;果实增长期降水与产量正相关较为显著,此期降水偏少,对产量会造成一定影响;成熟期间降水与产量负相关较为显著,此期降水日数多将会使成熟的籽粒烂裂、脱落,对大樱桃生长反倒不利。全年降水量与产量相关系数极为显著。分析1996~2007年降水量与大樱桃气候产量关系(图3),可以看出,除2001年及2006年因春季低温冻害导致大樱桃产量大幅度减产之外,其余年份全年降水量与大樱桃产量变化趋势呈正相关。

2.2.3 光照对大樱桃产量的影响 天水市大樱桃生长季的日照时数分布呈北多南少之势。全生育期日照时数为1 630~1 890 h,其中开花~成熟期间日照时数为380~420 h,占全生育期的23%左右。通过对大樱桃产量与日照时数相关计算分析,果实成熟期日照时数与产量正相关较为明显,此期日照充裕,浆果风味好,着色度优,其余各时段日照与气候产量相关均不显著,未通过检验(表3),说明天水市各地年日照时数虽逊于主产区(表2),但在大樱桃

主要生育阶段日照比较充裕,不成为影响大樱桃生长的主要因素。

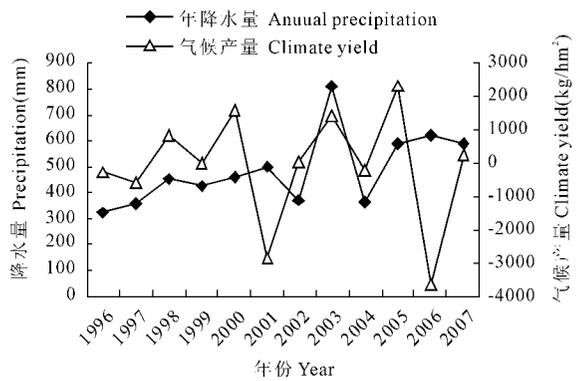


图3 年降水量与大樱桃气候产量变化

Fig.3 The variation of annual precipitation and climatic yield of big cherry

2.2.4 生态气候因素对大樱桃产量影响的模拟分析 综合以上分析,影响大樱桃产量的主要气象因子为:4月上、中旬平均最低气温(x_1)、4月极端最低气温(x_2)及年降水量(x_3)。根据影响大樱桃产量的主要气象因子,运用统计模型,建立天水市大樱桃气候产量预测模式^[1]:

$$Y = -3859.734 - 166.973x_1 + 539.482x_2 + 10.304x_3$$

$$F = 5.118 > F_{0.05} = 3.68 \quad R = 0.7815$$

经检验,拟合效果较好。

3 结论与讨论

大樱桃在天水市种植有一定的气候优势,但也存在一定风险。因寒潮、霜冻导致的春季低温冻害和春旱是影响大樱桃生产的主要因子。天水市大樱桃由于开花早,始花期多在当地晚霜结束之前,花蕾

耐低温能力差,因此春季低温冻害成为影响天水市大樱桃生长的主要农业气象问题。据调查,春季低温冻害轻者可使樱桃减产 4~5 成,重者可致绝收。例如 2001 年 4 月 9 日~10 日的寒潮天气 24 h 平均气温下降 12.4℃,11 日最低气温达到 -2.4℃,使市果树所大樱桃减产 8 成以上。

根据大樱桃多年产量受春季低温冻害及春旱影响程度,建立大樱桃产量影响系数^[5],并以此作为评估大樱桃生长期主要气象灾害对产量影响定量描述的依据。根据计算得出^[5],如果在樱桃开花的关键发育期,有霜冻或寒潮发生,产量水平将降低 75%,如有春旱发生,产量降低 10%,霜冻、寒潮及春旱均发生,其产量平将降低 85%;这种估算与实

际生产是基本吻合的。

根据春季低温冷害和春旱对各地大樱桃生产危害程度的不同,取霜冻、寒潮对产量的影响系数为 0.65~0.75,春旱影响系数为 0.10~0.20,用 U (4 月寒潮、霜冻及春旱气候概率(表 4^[5]) \times 影响系数)表示大樱桃种植的风险程度, $F(F=1-U)$ 表示大樱桃种植的保险率。 F 的大小可定量描述当地大樱桃种植的气候优劣程度(表 5)。从表 5 中可以看出,天水市地区渭河谷地种植大樱桃的气候条件最为优越,保险程度最高,风险性最小,渭北地区次之,关山区张川风险性最大。综合分析,我市大樱桃生长的最适宜种植区为渭河谷地的秦州及麦积区。

表 4 天水市各地 4 月寒潮、霜冻及春旱气候概率统计(%) (1970~2008)

Table 4 Statistics of climate probability of cold wave, frost and drought in spring in different counties of Tianshui

项目 Item	秦州 Qinzhou	麦积 Maiji	秦安 Qin'an	甘谷 Gangu	武山 Wushan	清水 Qingshui	张家川 Zhangjiachuan
霜冻 Frost	8.5	2.6	10.8	5.5	6.8	10.0	23.1
寒潮 Cold wave	0.3	0.2	0.3	0.2	0.4	0.2	0.5
春旱 Drought in spring	33.3	32.7	42.2	40.1	43.7	31.7	33.3

表 5 寒潮、霜冻及春旱对大樱桃产量影响系数及生产保险率(F)

Table 5 The effective coefficient and insurance rate(F) of cold wave, frost and drought in spring to yield of big cherry

项目 Item	秦州 Qinzhou	麦积 Maiji	秦安 Qin'an	甘谷 Gangu	武山 Wushan	清水 Qingshui	张家川 Zhangjiachuan
霜冻 Frost	0.75	0.75	0.65	0.65	0.65	0.75	0.75
寒潮 Cold wave	0.75	0.75	0.65	0.65	0.65	0.75	0.75
春旱 Drought in spring	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10
F	0.9007	0.9463	0.8434	0.8828	0.8658	0.8918	0.7897

大樱桃全生育期对水份要求较高,天水市地区春旱发生频率较高,特别是渭北区年降水量不能完全满足大樱桃生长需求,4 月初因寒潮、霜冻、强降温造成的冻害加大了天水市大樱桃种植的风险程度及不确定因素。应合理利用气候资源,在秦州区等大樱桃适宜种植区进一步发展规模种植及品牌效应,引进先进的农技管理技术,科学管理,按时修剪,增加透风、透气和透光条件,及时喷施化学药剂,有条件的地方灌水施肥,提高果树抗旱抗冻能力。如在 4 月上、中旬冻害易发时段,采用灌水、熏烟等物理和生态法,推迟萌动期,防霜抗冻,减轻或避免冻害危害,果实生育期注意病虫害防治,提高优质果品率,提高产量和品质^[6,7],使大樱桃产业得以持续稳健发展。

参 考 文 献:

- [1] 魏淑秋. 农业气象统计[M]. 北京: 气象出版社, 1985: 157-162.
- [2] 邓振镛. 干旱地区农业气象研究[M]. 北京: 气象出版社, 1999: 194-195.
- [3] 中国农业百科全书·农业气象卷[M]. 北京: 农业出版社, 1986: 88-90.
- [4] 辽宁省熊岳农业学校. 果树栽培学[M]. 北京: 农业出版社, 1983: 83-100.
- [5] 姚小英, 蒲金涌. 天水市夏秋作物种植布局风险决策的研究[J]. 甘肃科学学报, 2002, 14(1): 87-90.
- [6] 姚小英, 朱拥军, 把多辉. 天水市 45 a 气候变化特征对林果生长的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2008, (2): 240-243.
- [7] 姚小英, 张岩, 马杰. 天水桃产量对气候变化响应[J]. 中国农业气象, 2008, (2): 202-204.

(英文摘要下转第 270 页)

- [17] Li X D, Thornton I. Chemical partitioning of trace and major elements in soils contaminated by mining and smelting activities [J]. *Applied Geochemistry*, 2001, 16: 1693-1706.
- [18] 龙安华, 刘建军, 倪才英, 等. 贵溪冶炼厂周边农田土壤重金属污染特性及评价[J]. *土壤通报*, 2007, 37(6): 1212-1217.
- [19] 陈怀满. 环境土壤学[M]. 北京: 科学出版社, 2005: 84.
- [20] 沈珍瑶. 环境影响评价实用教程[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2007: 94.

Analysis and evaluation of the characteristics of heavy metals contaminating farmland soil around Lantian Smelter

ZHANG Su-juan, XIAO Ling, GUAN Shuai-peng, ZHANG Yao-hua, ZHANG Jun, CHENG Dong-ge
(College of Tourism and Environmental Sciences, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062, China)

Abstract: To understanding the soil pollution of smelting, the spatial distribution characteristics of the heavy metals content in farmland soils around the Lantian Smelter were studied, and the heavy metal pollution level was evaluated with pollution index method, providing a basis for preventing future contamination of heavy metals and remediating soil pollution. The results showed that at horizontal directions the highest content of Pb, Zn, Cu and Cd were up to 1 341.693 mg/kg, 188.877 mg/kg, 251.015 mg/kg and 21.810 mg/kg, and were 3.833, 0.630, 2.510 and 36.349 times that of the national soil environment quality standard (level 2) in the topsoil 100 meters from a smelter, respectively. The content of these four heavy metals in topsoil first rose, then declined, and finally tend to steady with the increasing distance between sampling spot and the smelter. Heavy metal content decreased with soil depth in profile soil, and it decreased significantly in the layers of 0~35 cm, while changed smoothly under 35cm soil layers. In regard to combined pollution index, all the sampling spots in topsoil and profile soil were far over 3, which indicated that this area has been severely polluted.

Keywords: smelter; farmland; heavy metal; distribution law; pollution evaluation

(上接第 264 页)

Analysis of ecoclimate factors affecting cherry yield during planting in Tianshui of Gansu Province

YAO Xiao-ying^{1,2}, YANG Xiao-li³, PU Jin-yong⁴, MA Peng-li⁵, WU Li²

(1. Key Laboratory of Arid Climatic Change and Reducing Disaster of Gansu Province, Key Open Laboratory of Arid Change and Disaster Reduction of CMA, Institute of Arid Meteorology, China Meteorological Administration, Lanzhou, Gansu 730020, China; 2. Tianshui Meteorological Bureau, Tianshui, Gansu 741000, China; 3. Pingliang Meteorological Bureau, Pingliang, Gansu 744000, China; 4. Agro-meteorological Experiment Station of Tianshui, Tianshui, Gansu 741020, China; 5. Lanzhou Regional Climate Center, Lanzhou, Gansu 730020, China)

Abstract: Based on analysis of bio-temperature characteristics and eco-climatic condition of big cherry in Tianshui, Gansu Province, the correlational relationship between meteorological factors and big cherry climate yield were calculated using the statistical method. The result indicates that the average lowest temperature during the first 10 days to the middle ten days in April, extremely lowest temperature in April and the annual precipitation are the most main meteorological factors which affect big cherry growth. According to influencing degree of low temperature freeze injury in spring and spring drought to big cherry climate yield, the effective coefficient is carried out, and the risk of big cherry plating in Tianshui is discussed and estimated. Suggestions for utilizing properly climatic resources and developing big cherry production are also set forward.

Keywords: Tianshui; big cherry; eco-climate; risk of planting