

# 黄土高原干旱山地花椒生长的气象条件分析

朱拥军<sup>1</sup>, 李建国<sup>2</sup>, 姚小英<sup>1</sup>, 段永良<sup>1</sup>

(1. 甘肃省天水市气象局, 甘肃 天水 741000; 2. 甘肃省秦安县气象局, 甘肃 秦安 741600)

**摘要:**应用1998~2007年秦安县花椒物候、产量资料及1961~2007年气象资料,运用统计学方法计算分析,得出影响秦安花椒生长的主要气象因子:冬季平均最低气温,开花盛期的气温日较差、降水、日照时数,落花期和果实膨大期的平均最低气温,成熟期前期的极端最高气温、降水量,成熟期后期的日平均最高气温及日平均气温。花椒主要灾害是冻害和干旱。2000年以来初春冻害和7月干旱频率增多,花椒种植风险及不确定因素增多,应加强品种培育、土壤条件、栽培管理措施。

**关键词:**黄土高原;花椒生长;气象条件

**中图分类号:**S162.5

**文献标识码:**A

秦安县位于秦岭之北,地理位置独特,属陇中黄土高原梁峁沟壑区,典型的大陆性干旱半干旱地区,海拔高度在1 100~2 980 m,年平均气温10.7℃,降水量472 mm,相对湿度67%,年日照时数1 937 h,气候条件适宜高品质花椒的生长,秦安花椒已成为甘肃黄土高原花椒的主产地,也成为浅干旱山区农民经济收入的重要来源。特别是近几年,由于退耕还林工程的实施和群众自发栽植,花椒面积扩大,截至2007年底花椒总面积1.41万hm<sup>2</sup>,呈规模化扩张态势。

花椒,芸香科,属落叶灌木或小乔木。果皮为调味香料,并可提供芳香油,种子含油量25%~30%,出油率22%~25%,嫩叶可食用。花椒是喜阳树种,喜光较喜温暖,对土壤适应性较强。

花椒产量和品质受气候、土壤、栽培管理措施等诸多因素影响。气候因子以温度、年日照时数、降水量最为重要;土壤条件则以土壤结构、肥力、水分、酸碱度影响为大;地形中坡向、坡度、海拔高度的作用较为突出;花椒生长发育中果实膨大生长期和着色成熟期以密植、施肥、修剪、防冻、采摘等管理措施为关键<sup>[1]</sup>。

樊惠芳等对黄土高原的渭北旱塬花椒灌溉效应进行了研究<sup>[2]</sup>,余优森等对甘肃省陇南花椒品质及果实膨大与气象因子的关系作过研究<sup>[3]</sup>,蔡麟阁对

秦安花椒主要品种及丰产栽培技术进行了分析<sup>[4]</sup>,但有关黄土高原干旱地花椒气象条件方面的研究甚少,因此研究分析气象因子对花椒生长及产量的影响很有必要,对合理利用气候资源,发展优势品牌产业,形成良好生态农业布局意义极大。

## 1 花椒生态气候特性

花椒为多年生作物,在春季日平均气温 $\geq 0$ ℃时树液开始流动,日平均气温稳定通过5℃芽开放,气温达8℃芽开放展叶,气温达10℃、13℃、18℃时,分别进入现蕾期、开花期和着色期,气温升至20℃时果实普遍着色成熟<sup>[3]</sup>。据统计,秦安县花椒从芽开放至果实着色成熟全生育期112~153 d, $\geq 0$ ℃积温2 280~2 940℃。据秦安县农业局观测(1998~2007年),萌芽至现蕾期间隔16~20 d, $\geq 0$ ℃积温252℃,日照时数134 h。现蕾期到盛花期间隔20~25 d, $\geq 10$ ℃积温410℃, $\geq 15$ ℃积温240℃,日照时数1 650 h。果实膨大期25~31 d, $\geq 15$ ℃积温549℃, $\geq 20$ ℃积温346℃,日照时数2 112 h。

上色、种子硬化至果实成熟期为花椒累积的主要时段,其间隔日数15~60 d。早熟品种因累积热量及光照偏少、花椒出皮率低而品质逊于晚熟品种,但因早期上市经济效益较佳。

## 2 影响花椒产量的主要气象因子

1998年以来,秦安花椒产量逐年提高,截至2007年底花椒总面积1.41万 $\text{hm}^2$ ,总产量近710.5t,比1998年增产达3倍。但单产起伏变化较大,1998年为 $303\text{ kg}/\text{hm}^2$ ,2001年 $272\text{ kg}/\text{hm}^2$ ,2005年增至 $800\text{ kg}/\text{hm}^2$ ,2007年降至 $707\text{ kg}/\text{hm}^2$ 。用滑动平均方法分离全县花椒单产资料(1998~2007年,资料来自县农业局,图1),可以明显看到,气候产量变化较大,单产很不稳定,说明气象因子对其产量影响较大。利用气候产量资料与相应年代气象资料(来自秦安县气象测站, $105^\circ40'E,34^\circ52'N$ ,海拔高度1226m),对花椒各生育时段光、热、降水与产量进行相关匹配计算(表1)。

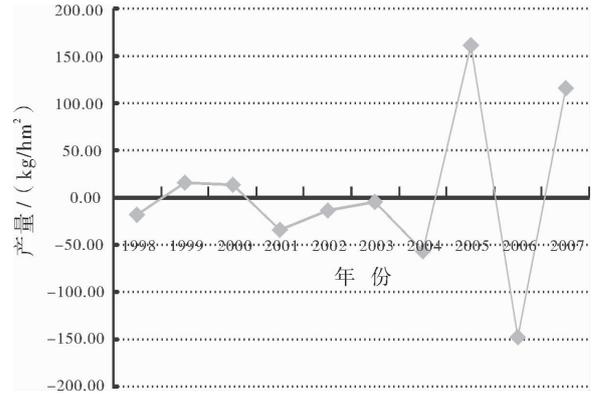


图1 秦安花椒气候产量变化(1998~2007)

Fig. 1 The variation of climatic yield of Chinese Prickly Ash in Qin'an county (1998-2007)

表1 花椒各生育期气候因子与产量相关系数

Tab. 1 The correlation coefficients between climate factors and yields in growth period

生育期	日平均 最低气温	日平均 最高气温	日平均 气温	气温 日较差	极端 最高气温	极端 最低气温	降水量	日照时数
冬季(12~2月)	0.69**	0.36	-0.43	0.10	-0.10	0.48	0.01	-0.29
萌芽—开花期(4月)	0.52	0.40	0.41	0.10	-0.10	0.35	0.10	0.21
开花盛期(4月底至5月上旬)	-0.18	0.47	0.32	0.56*	-0.16	-0.06	-0.60*	0.67**
落花期(5月中旬)	0.73**	0.21	0.45	-0.17	0.18	0.43	-0.14	-0.12
果实膨大期(5月下旬至6月中旬)	0.62*	0.06	0.32	-0.32	-0.27	0.35	0.52	-0.29
果实成熟期前期(7月)	-0.60*	-0.66**	-0.60*	-0.53	-0.71**	-0.56*	0.69**	-0.42
果实成熟期后期(8月)	-0.47	-0.69**	-0.67**	-0.57*	-0.42	-0.22	-0.19	-0.19

注:\*\*为通过信度为0.05的显著性检验,\*为通过信度为0.10的显著性检验。

计算结果表明,影响秦安花椒产量的主要气象因子为:冬季平均最低气温,开花盛期的气温日较差、降水、日照时数,落花期和果实膨大期的平均最低气温,成熟期前期的极端最高气温、降水量,成熟期后期的日平均最高气温及日平均气温。

### 2.1 冬季主要因子

花椒产量与冬季(去年12月~当年2月)的平均最低气温相关性显著,相关系数为0.69。花椒树属多年生的经济树种,落叶小乔木或灌木,花椒树根系浅,耐寒能力较弱。如果冬季气温较高,通过灌水封冻,扩大树盘,熟化土壤,可以促进花椒树根系生长发育;冬季气温较低时,容易造成根系受冻坏死,并影响新枝生长,造成产量下降。

### 2.2 开花盛期主要因子

开花期(4月底~5月上旬)与气温日较差、降水量、日照均有明显相关,相关系数分别为0.56、-0.60、0.67,高温少雨日照充足对花椒最为有利。此

阶段是花椒从营养生长逐渐转向生殖生长的关键时期,阴雨天气往往是灾害性的。数据对比分析,其适宜指标是:日较差 $13.0\sim 18.0\text{ }^\circ\text{C}$ ,降水量 $<4.0\text{ mm}$ ,日照时数 $>62\text{ h}$ 。

### 2.3 落花期主要因子

落花期(5月中旬)主要影响因子是日平均最低气温,与花椒产量的相关系数为0.73。平均最低气温偏高,对落花有利。适宜温度指标是:平均气温 $17.0\sim 22\text{ }^\circ\text{C}$ ,平均最低气温 $11.5\sim 12.0\text{ }^\circ\text{C}$ 。

### 2.4 果实膨大期主要因子

果实膨大期(5月下旬~6月中旬)与平均最低气温相关明显,相关系数为0.62。最低温度偏高,是果实膨大最佳的气象条件。

果实开始膨大生长一般出现在开花后20~25d,果实膨大生长要经历由慢到快、继而又转慢这样一个发育过程。这一时期是影响花椒单株产量、粒重、品质的关键生育期<sup>[5]</sup>。这一阶段的气象条件对

花椒产量和品质的影响最明显。适宜指标是:平均最低气温 14.5 ~ 15.2 °C。

### 2.5 果实成熟期主要因子

果实着色成熟期是色泽、油腺、香气发育积累的过程,即影响品质的关键生育期。成熟期主要影响因子是气温和降水量。成熟期前期与后期的影响因子明显不同。

成熟期前期,平均最低气温、平均最高气温、平均气温、极端最低气温等与花椒产量的相关系数分别为 -0.60、-0.66、-0.60、-0.71,降水量相关系数为 0.69。数据表明:降水偏多,平均气温、最高气温、最低气温等均偏低时,花椒产量较高。前期如果出现高温少雨天气对花椒生长不利。

成熟期后期的花椒产量只与平均气温、平均最高气温、气温日较差相关明显,相关系数分别是 -0.69、-0.67、-0.57。

以上表明,高温干旱是花椒成熟期的主要灾害。

## 3 主要致灾因子对花椒生长的影响

### 3.1 低温冻害

从表 1 可知,4 月份平均最低气温及极端最低气温是影响花椒产量的主要因素。此时段,该地花椒正处于萌芽—现蕾—开花期,极易受低温冻害而使花蕾凋落,从而造成大幅度减产。萌芽—开花期,就花椒的生理需要而言,气温偏高有利于小花分化,形成花蕾愈多,增加座果率。

#### 3.1.1 低温冻害的年际变化特征

从秦安县 1961 ~ 2007 年冬季气温变化曲线中可以看出(图 2),冬季气温呈上上升趋势,冬暖次数

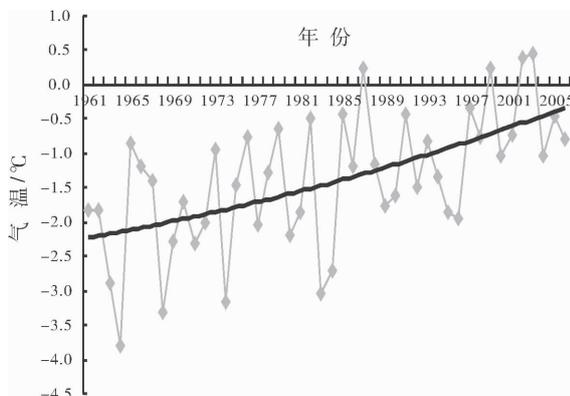


图 2 秦安县冬季气温的年变化

Fig. 2 The yearly variation of temperature in winter of Qin'an county

明显增多。由于冬暖,花椒萌芽期提前,如果 4 月份发生寒潮或霜冻天气,极易造成产量下降或绝产。

据统计,4 月份寒潮 1990 ~ 2006 年出现的气候频率比 1961 ~ 2000 年分别增多 6.15% 和 12.2%; 4、5 月份霜冻分别增多 33% 和 10.6% (表 2)。前期温度偏高,花椒树发育期提前,伴随寒潮,出现降雪、霜冻天气,受冻能力明显减弱。2000 年以后的冻害对花椒树危害更为严重。如 2001 年 4 月 8 日的冻害,使花椒减产 80%; 2006 年 4 月 12 日出现的寒潮,日平均气温下降 13.5 °C,花椒正处于萌芽—花期,花芽冻死冻伤,产量遭受严重影响。

表 2 秦安寒潮、霜冻天气气候频率统计(单位:%)

Tab. 2 Statistics of cold wave and frost probability occurred in Qin'an county

天气类型	3 月	4 月	5 月
1961 ~ 2000 霜冻		10.8	1.9
寒潮	0.1	0.3	
1990 ~ 2006 霜冻		43.8	12.5
寒潮	6.25	12.5	

#### 3.1.2 低温冻害对花椒的影响机理

由于冻害,往往造成枝、干、花、茎、叶受冻,甚至树木被冻死,严重影响了花椒的产量。

根据在秦安县安伏乡杨寺村、阳山村,西川镇雒堡村等花椒重点栽植区分不同品种(大红袍、大油椒、豆椒)、不同海拔、不同坡向进行了现地调查,1988 ~ 2005 年共发生 8 次冻害,其中花芽霜冻 4 次,根颈部冻害 2 次,萌枝抽条 1 次,枝干冻裂 1 次,后面的 4 次均为寒潮天气所致。冻害主要通过以下 4 种形式影响花椒产量。

##### (1) 根颈部和大枝叉处受冻

冻害多发生在 3 ~ 5 a 生幼树,其中根颈部和大枝叉处受冻造成的损失最为严重,地上部分会冻死,需要利用从根部萌发的新枝重新培养结果树形,影响产量 3 ~ 5 a。

##### (2) 枝条冻害(抽条)

由于上一年根颈部冻害,第二年从根部萌发的新枝会发生抽条现象。由于树种品种抗寒力差或枝条不充实,生长停止较晚,枝条常不能很好成熟,易发生抽条现象,尤以先端成熟不良部分更易受冻。轻微冻害时只表现髓部变色,较重时枝条脱水干缩,

严重冻害时,自外向内各级枝条都可能冻死。

### (3) 树干冻害

在低温时,细胞原生质流动缓慢,细胞渗透压降低,致使水分供应失调,枝干就会遭受冻害。温度低到冰结状态时,细胞间隙水结冰,使细胞原生质的水分析出,冻块逐渐加大,致细胞脱水或细胞膨离而死。树皮常纵裂,并沿裂缝脱离木质部,严重时外卷。

### (4) 花芽冻害

花芽一般较枝条抗寒力低,故其发生的范围较广,受冻年份也较频繁,主要为霜冻。

由于花椒是多年生植物,冻害不仅使当年产量遭受损失,还会影响以后多年,并易使树势减弱,腐烂病、干腐病等病害蔓延,甚至毁灭椒园。

## 3.2 干旱

计算结果(表1)表明,生长成熟期(7月)与降水量相关显著,干旱是影响花椒产量主要因素之一。

根据气象干旱标准,利用降水距平百分率将干旱分为以下5类:

- 适宜:某时段降水量偏少 20% 以内;
- 轻旱:某时段降水量偏少 20% ~ 40% ;
- 中旱:某时段降水量偏少 40% ~ 60% ;
- 重旱:某时段降水量偏少 60% ~ 80% ;
- 特大干旱:某时段降水量偏少 80% 以上。

秦安县 1961 ~ 2006 年的 7 月降水距平百分率如图 3 所示。

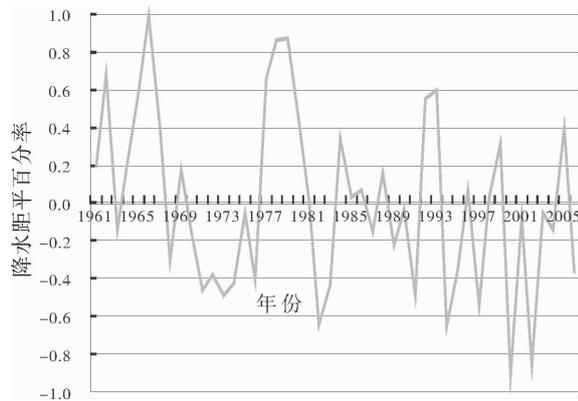


图3 秦安县7月降水距平百分率

Fig. 3 The variation of precipitation anomaly percentage in July of Qin'an county ( 1961 - 2006 )

7月降水变幅较大。1961 ~ 2006年间共发生干旱17次,干旱频率35%,其中轻旱5次,中旱6次,重旱4次,特大干旱2次。2000年以后,干旱发生频率明显增加。

## 4 花椒产量预测模型

从前面计算得知,影响秦安花椒产量的主要气象因子为:冬季平均最低气温,开花盛期的气温日较差、降水、日照时数,落花期和果实膨大期的平均最低气温,成熟期前期的极端最高气温、降水量,成熟期后期的日平均最高气温及日平均气温。

将以上因子用逐步回归进行建模,最后引入的因子是5月中旬平均最低气温和5月上旬日照时数,模型具体如下:

$$Y = -655.27 + 44.95x_1 + 2.22x_2$$

其中, $Y$ 是秦安花椒的气候产量( $\text{kg}/\text{hm}^2$ ), $x_1$ :5月中旬平均最低气温, $x_2$ :5月上旬日照时数。

$F = 4.897 > F_{0.05} = 3.68$ ,  $R = 0.6435$ ,经检验,拟合效果较好。

## 5 讨论

气候变暖导致极端气候事件出现频率增多,寒潮、霜冻、干旱成为限制花椒产量的主要气象灾害,特别是4月寒潮、霜冻造成的冻害加大了花椒种植的风险程度及不确定因素。应加强田间科学管理,及时喷施化学药剂,有条件的地方灌水施肥,提高花椒树抗冻能力,有效减轻灾害危害。如在4月中旬冻害易发时段,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,提高产量和品质<sup>[6]</sup>。

秦安县干旱发生的频率高,“十年九旱”是当地气候主要特征。虽然花椒抗旱性强,严重干旱会使花椒叶萎蔫。5月下旬至7月下旬是花椒果实膨大期和成熟期,此时降水集中程度会对花椒产量、品质造成影响。花椒在营养生长转为生殖生长阶段,对水分要求十分敏感,需水量较多,在一定范围内,降水增多和产量增加呈正相关,水分过多,易发病虫害,且因湿度过大造成热量减少不利于花椒生长与果实的膨大成熟。

光照充足时花椒果实产量高,着色良好,品质提高。若在遮荫条件下生长则会枝条细弱,分枝少,不开张,果穗和籽粒小,产量低,色泽暗淡,品质下降,以至有时产生霉变。秦安县光照充足,完全能满足花椒生长的需要,光照已经不是影响花椒气候产量波动的主要因子,仅仅在5月上旬与花椒气候产量相关明显。

冻害和干旱是花椒的主要气象灾害,因此,必须

选育抗冻和抗旱品种适地适栽,保证椒树稳产、高产,稳定增加农民收入。

参考文献:

[1] 狄彩霞,王正银. 影响花椒产量和品质的因素[J]. 中国农学通报,2004,20(5):35-39.

[2] 樊惠芳,郭旭新,罗碧玉,等. 渭北旱塬花椒灌溉效应研究[J]. 干旱地区农业研究,2005,23(5):15-21.

[3] 余优森,任三学. 陇南花椒品质气象条件和气候区划[J]. 中国农业气象,1995,16(5):32-34.

[4] 蔡麟阁. 秦安花椒主要品种及丰产栽培技术[J]. 农业科技通讯,2004(5):

[5] 余优森. 花椒果实膨大生长与品质的气象条件[J]. 气象,1994,20(7):50-54.

[6] 魏淑秋. 农业气象统计[M]. 北京:气象出版社,1985. 157-162.

### A Study on the Meteorological Conditions for Growth of Bunge Prickly Ash in Chinese Loess Plateau

ZHU Yongjun<sup>1</sup>, LI Jianguo<sup>2</sup>, YAO Xiaoying<sup>1</sup>, DUAN Yongliang<sup>1</sup>

( 1. Tianshui Meteorological Bureau of Gansu Province, Tianshui 741000, China;  
 2. Qing'an Meteorological Office of Gansu Province, Qing'an 743000, China)

**Abstract:** Based on the data of Chinese Prickly Ash phenological observation and the yield during 1998 – 2007 and meteorological data during 1961 – 2007, the main influences of meteorological conditions on Chinese Prickly Ash growth were analyzed and calculated with statistical method. The results indicated that the main meteorological factors about Chinese Prickly Ash in Qing'an county were as follows: the lowest temperature in winter, and temperature daily range, precipitation, sunshine hours during the full flowering period, the lowest temperature in the season of flower dropping and fruit growing, and the extremely highest temperature and precipitation in July; the highest temperature and average temperature in August. The freezing injury in early spring and drought in July are the main meteorological hazards to Chinese Prickly Ash, and their climatic frequencies were increasing from 2000, this would bring more risk and uncertain factors to Chinese Prickly Ash growth, so the variety cultivation, the soil condition, the cultivation management measure should be enhanced.

**Key words:** chinese loess plateau; Chinese Prickly Ash; meteorological condition



## 2008 年度《干旱气象》优秀论文评选揭晓

为激励中青年气象科技人员不断创新、发表更多高水平的学术论文以及进一步提高《干旱气象》的载文质量,促进学术交流,本刊自 2007 年起建立年度优秀论文评选制度,并对优秀论文作者进行奖励。

2008 年度优秀论文评选工作已经结束。经过编委推荐和编委会认真评审,从论文的创新性、实用性及鼓励年轻科研人员投稿积极性等方面出发,编委会从编委推荐的 26 篇文章中评选出 4 篇作为该年度的优秀论文。希望获得优秀论文奖的作者再接再厉,踊跃投稿,同时欢迎广大气象科技工作者积极投稿《干旱气象》并关注《干旱气象》的发展。

**优秀论文名单(排名不分先后):**

“毛乌素沙地南缘凝结水观测试验分析”

作者: 张晓影, 李小雁, 王 卫, 马育军

第一作者单位: 北京师范大学地表过程与资源生态国家重点实验室

“冰雹云垂直累积含水量密度与降雹大小的关系研究”

作者: 刘治国, 田守利, 邵 亮, 宋秀玲, 魏文娟, 伏晓红 第一作者单位: 兰州中心气象台

“西北地区热量资源对气候变化的响应”

作者: 孙兰东, 刘德祥 第一作者单位: 兰州区域气候中心

“西北干旱区棉花对气候变化响应评价指标体系”

作者: 赵 鸿, 王润元, 王鹤龄, 杨启国, 陈 雷 第一作者单位: 中国气象局兰州干旱气象研究所