

# 温州蜜柑果实生长、品质与气象条件的关系

余优森\*

任三学

(兰州干旱气象研究所, 730020)

(甘肃陇南地区气象局, 武都 746000)

## 提 要

研究了温州蜜柑果实生长发育与品质形成的气象条件, 认为柑桔果实的膨大生长期是影响产量和品质的关键生育期, 此期温度是主要的影响因子, 得出果实生长和优质的适宜气象指标。

**关键词:** 果实生长 柑桔品质 温度

## 引 言

柑桔是我国主要水果之一, 以温州蜜柑为代表的宽皮类柑桔则是其中的主要品种, 主要分布在亚热带东部地区(包括广东、浙江、湖南、福建、湖北、江西、江苏、上海、安徽等省市, 该地区柑桔占全国总产的76.4%)和亚热带西部山区(包括四川、广西、贵州、云南、陕西、甘肃等省区, 占全国总产量的23.6%)。

国内外对柑桔气候生态条件曾作过大量的研究(文献略)。本文着重对温州蜜柑的果实生长发育与品质形成的气象条件作一研究。

## 1 温州蜜柑的果实生长发育与气象

### 1.1 生育期热量指标

温州蜜柑的果实生长发育需经历花芽分化、芽开放、开花座果、果实生长膨大及着色成熟各个生育期。统计我国主要柑桔产区温州蜜柑的物候观测资料, 可以看出, 温州蜜柑的生育期一般是由南向北、由东向西推迟, 全生育期 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温4300—5400 $^{\circ}\text{C}$ 。芽开放出现在2月中旬至3月下旬, 旬平均气温在12 $^{\circ}\text{C}$

以上。开花期和幼果形成期东西部差异不大, 但果实迅速膨大生长期和着色成熟期, 东西部桔区有明显差异。西部亚热带桔区由于果实生长期温度适宜, 从幼果形成后, 自6月中下旬便进入果实迅速膨大生长期; 而东部桔区由于受夏季高温的影响, 日平均气温高于28—29 $^{\circ}\text{C}$ , 因而, 抑制了果实的迅速膨大生长, 使果实膨大生长变得迟缓, 果实着色成熟期则因北部桔区先出现低于20 $^{\circ}\text{C}$ 以下的适宜着色温度, 故成熟期早于南部桔区。

### 1.2 果实迅速膨大生长

果实的迅速膨大生长, 是柑桔果实发育的关键生育期, 它与产量、品质有密切关系。当第二次生理落果之后形成幼果时, 便进入果实生长发育和迅速膨大期, 果实的生育一般要经历由缓慢到迅速增长又转为缓慢增长这样一个过程。

温州蜜柑果实膨大生长受温度影响很大。当其他条件满足时, 温度适宜, 果实膨大迅速, 日增重量大, 单果重, 产量高, 品质好; 反之, 就会抑制果实的膨大生长。据研究<sup>[1]</sup>, 温州蜜柑果实膨大生长的适宜平均气温为20—25 $^{\circ}\text{C}$ , 以23 $^{\circ}\text{C}$ 左右最为适宜。

\* 国家气象局、国家农业区划委员会资助项目; 陈饶海同志参加了研究。

对比分析甘肃武都和浙江丽水<sup>[8]</sup>两地温州蜜柑果实生长累积增长变化的“S”型生长曲线(图1)。用Lojeste累积增长“S”型曲线方程进行拟合:

$$\text{武都 } V = \frac{121.555}{1 + \exp(4.799 - 0.056t)} \quad (1)$$

$$\text{丽水 } V = \frac{131.500}{1 + \exp(3.526 - 0.374t)} \quad (2)$$

式中:V表示温州蜜柑果实膨大累积增长量/ $\text{cm}^3$ ;t为旬序号,武都自6月中旬至10月中旬;丽水自6月中旬至11月中旬。

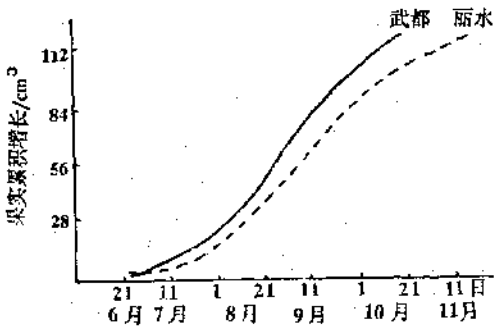


图1 温州蜜柑果实生长累积增长曲线图

对比研究两地果实生长累积增长量的动态变化发现,地处北亚热带边缘的武都,由于柑桔生长期 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温比地处中亚热带的丽水桔区少1157 $^\circ\text{C}$ ,而夏季7—8月气温却又处于果实膨大生长最适宜的温度范围(23—24 $^\circ\text{C}$ ),因而武都柑桔虽然果实生长期比丽水缩短2—3旬,但果实迅速膨大生长期却延长2旬,即武都从7月中旬开始就进入果实迅速膨大期,直至10月上旬。而丽水则受夏季高温的抑制作用(7—8月平均气温29—28 $^\circ\text{C}$ ),使果实膨大期生长变得迟缓,至9—10月才出现果实膨大生长高峰,且武都的果实膨大旬增长量明显大于丽水(图2)。

从图2看出,武都温州蜜柑的果实生长期短,而果实迅速膨大生长期长,旬增长量大,一般都在6—14 $\text{cm}^3$ 之间。

为研究温州蜜柑果实生长膨大的适宜温度,笔者利用1988—1989年在武都立亭桔园观测的资料,统计分析果实膨大生长旬增长量( $\text{CAV}/\text{cm}^3$ )与旬平均气温( $T$ )、日最高气温( $T_M$ )、日最低气温( $T_m$ )的关系,发现它们之间呈抛物线相关,拟合的数学方程为:

$$\text{CAV} = -57.96 + 6.57T - 0.15T^2 \quad (3)$$

$$R = 0.832$$

$$\text{CAV} = -63.78 + 5.93T_M - 0.11T_M^2 \quad (4)$$

$$R = 0.851$$

$$\text{CAV} = -50.89 + 7.02T_m - 0.19T_m^2 \quad (5)$$

$$R = 0.794$$

经检验,信度都超过0.01。

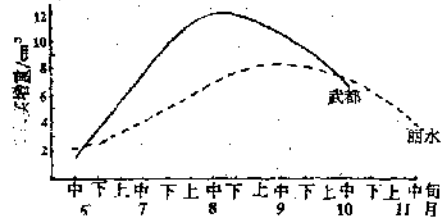


图2 温州蜜柑果实生长逐旬增长变化

用一阶导数求解式(3)—(5),得果实迅速膨大生长的最适宜气温为22 $^\circ\text{C}$ ,旬平均最高气温为27 $^\circ\text{C}$ ,旬平均最低气温为18.5 $^\circ\text{C}$ 。实际观测柑桔果实迅速膨大生长的最适宜气温为21—25 $^\circ\text{C}$ 。

### 1.3 果实着色成熟

果实着色是柑桔成熟的标志,柑桔成熟后果皮呈橙黄色,这主要是类胡萝卜素的反映。据研究<sup>[1]</sup>,柑桔类胡萝卜素总量以日平均气温20 $^\circ\text{C}$ 时最多,果实要经过一段气温低于20 $^\circ\text{C}$ 的时间方可着色。这与我们在立亭桔园两年观测的结果是一致的。武都自9月上、中旬平均气温达20 $^\circ\text{C}$ 时开始着色,至10月中、下旬平均气温为20—15 $^\circ\text{C}$ ,果实全部着色成熟。

柑桔果实着色程度在适宜气温下还与光强有关,观测的事实是向阳坡柑桔的着色好

于二阴坡。

## 2 温州蜜柑的品质与气象

柑桔品质通常以可溶性固形物(含糖量)、含酸量、糖酸比、维生素C( $V_C$ )及食口性等指标来衡量。柑桔的品质与品种、栽培措施及气候-土壤生态条件有关。但在相近的栽培条件下,同一品种柑桔的品质与果实生长成熟期气象条件有密切关系。本文利用亚热带西部山区课题组在甘肃武都和四川等地的采样分析资料,中国农科院柑桔研究所以及亚热带东部山区课题组的品质分析资料,对温州蜜柑品质与气象条件的关系作一分析研究。

### 2.1 含糖量

在我国亚热带柑桔产区,温州蜜柑的含糖量(全糖,下同)为6%—12%,一般中亚热带高于南北亚热带。分析温州蜜柑含糖量与果实迅速膨大生长关键期温度的关系呈二次曲线函数分布(图3),拟合的数学方程如下:

$$S_c = 95.635 + 8.705T - 0.179T^2 \quad (6)$$

$$R = 0.625, n = 19, F > F_{\alpha=0.05}$$

$$S_c = -185.970 + 13.306T_M - 0.226T_M^2 \quad (7)$$

$$R = 0.621, n = 19, F > F_{\alpha=0.01}$$

式中, $S_c$ 代表温州蜜柑含糖量(%), $T$ 、 $T_M$ 分别为果实迅速膨大生长期平均气温和日平均最高气温。

用一阶导数求解式(6)、(7),得出果实迅速膨大生长和含糖量最高的适宜平均气温为24.3℃,适宜平均最高气温为29.4℃。比前面求得的果实生长膨大的适宜气温指标略高,这主要是因为果实膨大生长计算是用的武都单点资料;而含糖量是用的我国主要柑桔产地资料,其代表性较好。

果实迅速膨大生长期温度与含糖量之间相关密切,是因为温度适宜有利于果实的迅速膨大增长和增加光物质的积累,为果实成熟及糖分转化积累奠定了基础。

分析温州蜜柑含糖量与产地年日最高气

温 $\geq 35^\circ\text{C}$ 日数( $D$ )的关系呈显著的负相关:

$$S_c = 10.009 - 0.065D \geq 35 \quad (8)$$

$$R = 0.580, n = 19, F > F_{\alpha=0.01}$$

结果表明,温州蜜柑含糖量随着年高温日数的增加而降低,在年高温日数1—10天的柑桔产地,含糖量一般达9%—12%,年高温日数16—34天的产地,含糖量仅为6%—9%,说明高温对柑桔果实膨大生长有抑制作用,日数过多不利于果实的膨大生长和光物质的积累。

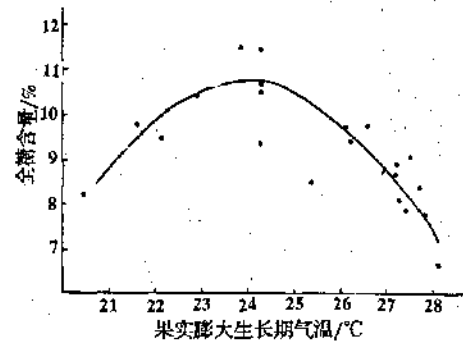


图3 温州蜜柑含糖量与果实迅速膨大生长期气温的关系

### 2.2 含酸量

我国亚热带柑桔产区温州蜜柑的含酸量一般为0.6%—1.3%,分布的趋势是积温高的产地含酸量低,积温低的产地含酸量高。分析温州蜜柑含酸量( $a_c$ )与 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温( $\sum T_{10}$ )关系如图4。拟合的数学方程呈指数

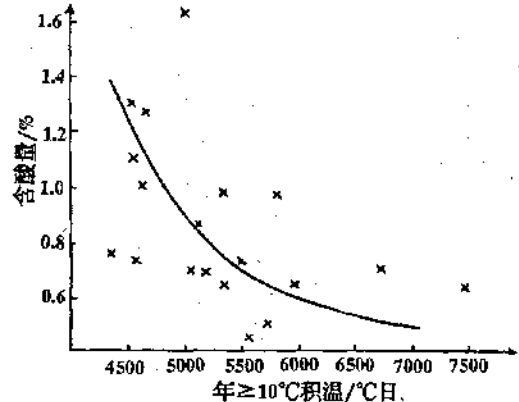


图4 温州蜜柑含酸量与 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温关系

函数分布:

$$a_c = 0.232e^{(6647.552/\sum T_{10})} \quad (9)$$

$$R = 0.510, n = 19, F > F_{\alpha=0.01}$$

### 2.3 $V_c$ 含量

$V_c$  对于人体有多种功能,柑桔是  $V_c$  含量较高的水果之一。我国亚热带桔区,温州蜜柑的  $V_c$  含量为  $0.2-0.7\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ,一般是温度高的柑桔产地  $V_c$  含量低,温度低的产地  $V_c$  含量高。

分析温州蜜柑的  $V_c$  含量与年平均气温 ( $T_y$ ) 关系为显著的负相关。

$$V_c = 120.841 - 4.913T_y \quad (10)$$

$$R = 0.720, n = 13, F > F_{\alpha=0.01}$$

温州蜜柑的  $V_c$  含量随着年平均气温升高而降低,在年气温  $14-16^\circ\text{C}$  的柑桔产地  $V_c$  含量为  $0.2-0.3\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 。

### 2.4 柑桔品质与桔园小气候

在同一地区的温州蜜柑品种,由于桔园所处的地形小气候和桔树树冠小气候不同,柑桔的品质有所差异。

采样分析甘肃武都白龙江河谷不同地形小气候桔园温州蜜柑的品质列于表1。

表1 甘肃武都不同地形小气候桔园温州蜜柑品质比较

柑桔品质	含糖量/%		含酸量/%		$V_c/\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$		
	1988	1989	1988	1989	1988	1989	
川坝850m	7.65	9.19	0.72	0.98	0.426	0.465	
武浅 都山 立桔 亭园	早阳坡 900-950m	8.00	11.41	0.74	1.14	0.489	0.600
	早阳坡 1000-1040m	9.97	11.81	1.01	1.03	0.531	0.586
	晚阳坡 1000-1040m		9.01		0.87	0.541	
白川 龙坝 江河 谷园	向阳1000m	7.00	7.40	0.77	0.72	0.487	0.622
	向阳1020m	6.04	7.73	0.64	1.00	0.470	0.397
	早阳1120m		6.65		1.07	0.545	

\* 统一采样,甘肃省商科研究所化验分析,数据为多点平均值

结果表明,同一地区在不同年份,由于果实膨大生长和着色成熟期的气候条件不同,温州蜜柑的品质有所差异,如1989年的热量、

水分条件和品质明显优于1988年。

在不同地形小气候的桔园中,则表现为浅山桔园的品质明显优于河谷川坝桔园,这主要是由于浅山桔园的越冬期和夏季果实膨大生长期的气象条件优于川坝所致。而在同一浅山桔园中,又以逆温暖层高度(相对高度  $100-1500\text{m}$ )的品质最优。在同一白龙江沿岸桔园中,随着海拔高度的升高和积温的减少,品质明显下降。

在同一株桔树上,由于着果的部位和树冠小气候不同,果实的品质亦有差异。表2是温州蜜柑不同着果部位的果实品质。由表中可看出,处于树冠下层着果部位的果实品质要优于中、上层;外部要优于内部;东西向优于北向,这于着果部位的树冠小气候,即光热条件较优有关。

表2 温州蜜柑果实不同着果部位的品质比较

	样本数	还原糖/%	有机酸/%	$V_c/\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$	
分层	上层	55	2.029	1.04	0.195
	中层	62	2.216	0.95	0.205
	下层	63	2.256	0.93	0.207
部位	内部	50	2.16	1.00	0.200
	外部	130	2.17	0.96	0.204
方向	东	26	2.19	0.98	0.203
	西	23	2.32	0.94	0.204
	南	27	2.15	0.95	0.202
	北	28	2.12	0.98	0.202

\* 资料引自浙江省柑桔研究所

## 3 结 语

3.1 在我国亚热带桔区,影响温州蜜柑产量和品质的关键生育期和气象因子,是果实迅速膨大生长期温度。果实膨大生长的适宜气温为  $22-25^\circ\text{C}$ 。

3.2 我国亚热带东部桔区温州蜜柑的果实生长期要比西部长,但在果实迅速膨大生长期因受高温抑制作用,表现为果实生长迟缓,旬膨大增长量小于西部桔区。而亚热带西部桔区则因果实迅速膨大生长期温度适宜,膨大生长期长,果实的旬增长量大。

(下转第20页)

(上接第16页)

3.3 我国亚热带西部桔区(川东、广西例外)和沿海的温州、黄岩产区,温州蜜柑的果实膨大生长期长,温度适宜,昼夜温匹配好,没有或 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 的高温危害少,有利于果实的膨大生长和优良品质的形成。

3.4 同一地区的温州蜜柑品质,浅山逆温暖层桔园的果实品质要优于川坝平地桔园,早晚阳坡桔园的果实品质要优于阴坡桔园。

## 参考文献

- 1 沈兆敏. 柑桔与气候. 重庆出版社, 1989, 1: 15-20.
- 2 周蕾芝等. 温州蜜柑果实生长与气象条件关系研究. 中国柑桔, 1990, 1: 14-15.
- 3 中国亚热带东部丘陵山区农业气候资源及其合理利用研究课题组. 中国亚热带东部山区农业气候. 北京: 气象出版社, 1990, 12: 198-199.
- 4 余优森等. 陇南桔园地形小气候的研究. 中国柑桔, 1991, 1: 18-19.

## Study on Meteorological Conditions of Wenzhou Citrus Growing Process and Quality Forming

Yu Yousen

Ren Sanxue

(Lanzhou Arid-Meteorological Institute, 730020) (Longnan Regional Meteorological Bureau, Gansu Province)

### Abstract

Weather conditions of citrus growing processes and quality forming are studied. The results show that temperature is a key factor for citrus quality and quantity. And proper meteorological indexes to fruit growth and the best quality are obtained.

**Key Words:** fruit growth citrus quality temperature