

# 湖北省 1991 年度柑桔冻害与避冻栽培区划

乔盛西 吴宜进

(湖北省气候应用所, 武汉 430074)

陈正洪

(湖北省农业气象中心, 武汉 430074)

## 提 要

文章研究了湖北省各地 1992 年柑桔单产的减产率与 1991 年 12 月最低气温的关系, 发现两者之间是一种指数相关关系, 它能较好地解释冻害程度与最低气温的关系. 用 Gumbel 分布计算了 59 个台站 5、10、20、25 和 50 年一遇的最低气温. 并根据各地不同的 10 年一遇最低气温, 将湖北省分成适宜、次适宜和不适宜柑桔种植区, 为柑桔避冻栽培提供了科学依据.

关键词: 最低气温; 柑桔减产率; Gumbel 分布; 避冻栽培区划.

## 1 提出问题

80 年代以来, 随着农村经济的发展, 湖北省柑桔种植面积迅速扩大, 由 1983 年的  $2.7 \times 10^4 \text{hm}^2$ , 猛增到 1991 年的  $9.2 \times 10^4 \text{hm}^2$ , 形成了县县种柑桔的“柑桔热”. 1991 年 12 月的低温, 使柑桔受冻面积超过以往历史冻害, 经济损失惨重. 大的冻害使人们认识到有必要重新提出柑桔的避冻栽培问题, 以减少不必要的损失.

## 2 1991 年 12 月最低气温与 1992 年柑桔减产率的关系

湖北省 1991 年底的柑桔受冻面积达  $7.3 \times 10^4 \text{hm}^2$ , 占总面积的 80.4%. 损失柑桔  $25 \times 10^4 \text{t}$  以上, 直接经济损失为 3 亿元. 柑桔受冻面积之大、程度之重, 超过历次冻害<sup>[1]</sup>.

本文用柑桔单产减产率表示柑桔的冻害程度, 分析了柑桔减产率与最低气温的关系, 由此可以看出低温对柑桔产量的影响. 根据各地低温与减产率的差异情况, 选 29 个县为代表站. 以  $y$  代表 1992 年柑桔的单产减产率, 以  $x$  代表 1991 年 12 月的最低气温. 将  $x$ 、 $y$  值点绘成相关散布图(图 1), 由图 1 可见点子的分布近似于指数曲线. 曲线的特点是先陡后平, 转折点在最低气温  $-11^\circ\text{C}$  附近. 柑桔单产减产率随最低气温的降低而急剧增加; 过了转折点, 最低气温再降低, 减产率的增加就相当缓慢. 而  $-11^\circ\text{C}$  正是柑桔地上部分冻死的低温指标.

用指数函数表示  $y$  与  $x$  的关系:

$$y = a \exp(b/x) \quad (1)$$

对式(1)两边取对数:

$$\ln y = \ln a + b/x \quad (2)$$

令  $y' = \ln y$ ,  $x' = \frac{1}{x}$ ,  $a' = \ln a$ , 将式

(2) 变换成线性回归方程:

$$y' = 5.2467 + 10.4092x' \quad (3)$$

由式(3)和式(2)可确定参数  $a, b$ , 于是有

$$y = 189.94e^{10.4092/x} \quad (4)$$

对式(3)作方差分析,  $F = 33.23$

$>> F_{0.01}^{(1,27)} = 7.68$ ,  $y$  和  $x$  的指数相关是高度显著的。

在利用式(4)计算柑桔单产减产率时,须注意两点:①在计算结果前面加一个负号,表示减产百分率;②最低气温的适用范围为  $-3 \sim -16^{\circ}\text{C}$ 。

用式(4)计算几个县的减产率,与实际减产率很接近,一般相差在  $\pm 5\%$  范围内(见表 1),说明式(4)计算的精度是比较高的。由此可见,低温对柑桔产量的影响是显著的。

表 1 柑桔单产减产率的计算值与实际值

县 名	秭归	宜昌	远安	潜江	宜城	谷城	郧西
1991 年 12 月最低气温( $^{\circ}\text{C}$ )	-3.4	-5.2	-8.9	-9.5	-11.0	-13.7	-15.6
1992 年单产减产率计算值(%)	-9	-26	-57	-63	-73	-89	-97
1992 年单产减产率实际值(%)	-8	-28	-50	-62	-74	-93	-97
(计算值-实际值)(%)	-1	2	-7	-1	1	4	0

### 3 用 Gumbel 分布计算不同重现期的最低气温

我国在 80 年代初所作的柑桔避冻区划,多以最低气温及其出现频率作为分区的主要依据。在当时资料年代短的情况下,经验频率的变化大、代表性差的缺点是显而易见的。

从概率统计学可知,若能从一组年最低气温资料中,找出其概率分布表达式,据此计算出一定重现期的最低气温,以此作为柑桔避冻区划的依据,就有理论根据了。世界气象组织出版的农业气象业务指南指出:用 Gumbel 分布来描述气象要素的极值分布,可以从中获得有价值的经济情报<sup>1)</sup>。

极小值  $x_{\min}$  的分布服从下列分布函数:

$$F(x) = P(x_{\min} < x) = 1 - \exp(-\exp(\alpha(x + u))) \quad (5)$$

式中  $F(x)$  为极小值的分布函数,  $P(x_{\min} < x)$  为极小值的概率分布表达式,  $1 - \exp(-\exp(\alpha(x + u)))$  为极小值的耿贝尔分布函数,  $\alpha$  及  $u$  是极小值分布参数。

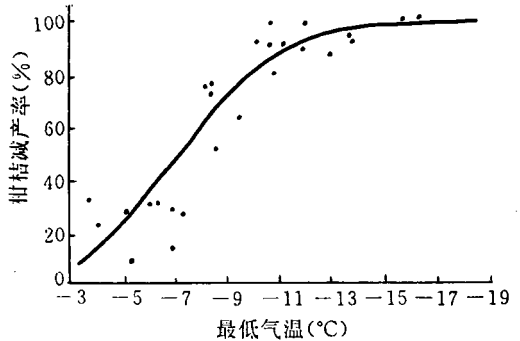


图 1 柑桔减产率与最低气温的关系

1) 刘树泽、李大山等译. 世界气象组织, 农业气象业务指南. 《黑龙江气象科技》特刊, 1982 年 1 期.

由冬季最低气温资料合理地估计出参数  $\alpha$  和  $u$  的数值后,再将式(5)变换为:

$$x_p = \frac{1}{\alpha} \ln[-\ln(1-P)] - u \quad (6)$$

式中  $x_p$  是给定概率值  $P$  下的极小值. 对本文而言,  $x_p$  是指几年或几十年一遇的最低气温值. 由式(6)可以求出各地 5、10、20、25 和 50 年一遇的最低气温值.

### 3.1 1991年12月最低气温的重现期

先给出几个代表站的 1991 年 12 月最低气温,再用式(6)计算出与其相近的某一重现期的最低气温值  $x_p$ , 这个  $x_p$  值的重现期,即是 1991 年 12 月最低气温的重现期. 由表 2 看出 1991 年 12 月最低气温的重现期分别为:长江三峡和清江河谷 3~5 年;江汉平原 3 年;鄂东南 8~9 年;鄂北和鄂西北 15 年.

表 2 几个代表站 1991 年 12 月最低气温的重现期(年)

地 区	三峡和清江河谷 (秭归,宜昌,恩施)		江汉平原 (公安,武汉)		鄂东南 (黄冈,咸宁)		鄂北和鄂西北 (老河口,郧县)		
1991年12月最低气温(°C)	-3.4	-5.2	-3.2	-6.0	-9.6	-8.0	-10.7	-13.0	-10.3
与其相近的 $x_p$ (°C)	-3.2	-5.4	-3.5	-5.8	-9.3	-8.1	-10.7	-13.0	-10.2
$\frac{1}{P}$ (年)	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{15}$

### 3.2 不同重现期的最低气温

用湖北省 59 个气象台站自建站(多为 1959 年建站)到 1991 年的历年冬季最低气温资料,按式(6)分别计算出其 5、10、20、25 和 50 年一遇的最低气温. 表 3 给出 10 个县(市)计算结果.

表 3 10 个代表站不同重现期的最低气温(°C)

地名	武汉	秭归	宜昌	恩施	郧县	老河口	公安	孝感	黄冈	咸宁
5年一遇	-11.1	-3.2	-5.4	-4.7	-7.7	-10.5	-7.3	-9.6	-7.0	-8.9
10年一遇	-13.3	-4.8	-6.9	-6.1	-9.3	-12.4	-9.3	-11.7	-8.6	-11.0
20年一遇	-15.5	-6.2	-8.3	-7.5	-10.8	-14.5	-11.2	-13.8	-10.1	-12.9
25年一遇	-16.2	-6.7	-8.8	-8.0	-11.3	-15.1	-11.8	-14.4	-10.5	-13.5
50年一遇	-18.3	-8.1	-10.2	-9.4	-12.8	-17.0	-13.9	-16.4	-12.0	-15.5

## 4 湖北省柑桔避冻栽培区划

### 4.1 分区经济指标和低温冻害指标

根据柑桔在 10 年一遇的周期性冻害中获得正常结果年数的不同,规定:获得 9~10 年正常结果,为能达到经济栽培目的;获得 7~8 年正常结果,为基本上能达到经济栽培目的;获得 5~6 年正常结果,为不能达到经济栽培目的.

湖北省栽培大宗温州密柑等耐寒性较强的宽皮桔类,也有少量甜橙类柑桔. 这两类柑桔严重受冻和地上部分冻死的低温指标,前者为  $-9^{\circ}\text{C}$  和  $-11^{\circ}\text{C}$ , 后者为  $-7^{\circ}\text{C}$  和  $-10^{\circ}\text{C}$ .

### 4.2 避冻栽培分区

根据 Gumbel 分布计算 59 个县(市)10 年一遇的最低气温值,对照上述分区指标,将湖北柑桔避冻栽培区域分为三个区(图 2)。

I 区为适宜栽培区:10 年一遇的最低气温高于  $-7^{\circ}\text{C}$ ,不论是栽培宽皮桔类或是甜橙类柑桔,一般都不会出现影响正常结果的低温冻害。由表 2 可知,宜昌、秭归和恩施的 50 年一遇低温仍高于  $-11^{\circ}\text{C}$ ,说明长江三峡和清江河谷盆地在 50 年内也不会出现冻死柑桔地上部分的大冻,是湖北省种植柑桔最适宜地区,也是甜橙类柑桔唯一适栽区。本区发展柑桔的冬暖条件比美国著名的柑桔产区佛罗里达州还要优越<sup>[2]</sup>。

II 区为次适宜种植区:10 年一遇的最低气温虽然都高于  $-11^{\circ}\text{C}$ ,但多数地方仍可遇到  $-9^{\circ}\text{C}\sim-11^{\circ}\text{C}$  的低温冻害。由此可见,本区不仅不宜栽培甜橙类柑桔,而且种植温州密柑也有可能遇到严重的低温冻害,影响 2~3 年的正常结果,为次适宜种植区。本区的优势是多湖泊、水库,利用水体增温效应来减轻低温对柑桔的危害,是一项行之有效的措施。湖泊冬暖的小气候资源,有待开发利用。

III 区为不适宜种植区:10 年一遇的最低气温都低于  $-11^{\circ}\text{C}$ ,5 年一遇的最低气温多低于  $-9^{\circ}\text{C}$ 。本区主要是指  $31^{\circ}\text{N}$  纬线以北的地区(丹江口水库库区除外),以及江汉平原东部以武汉为中心的冷区。在这 10 年一大冻和 5 年一中冻的地区,种植柑桔达不到经济栽培的目的,是不宜种植区。

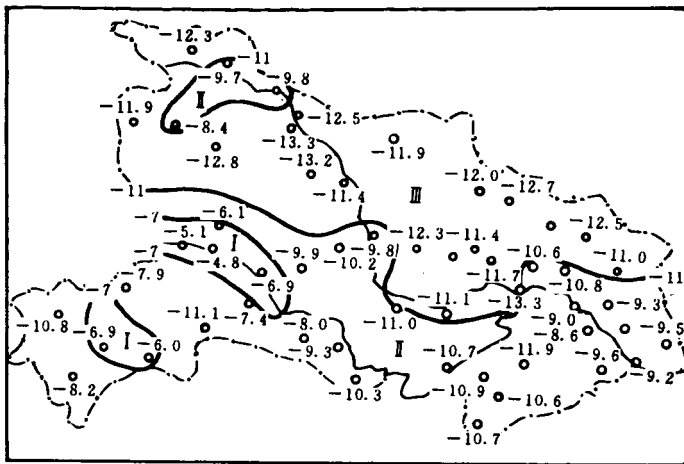


图 2 湖北省柑桔避冻栽培区划

## 5 小 结

(1)湖北省各地的 1992 年柑桔单产减产率,与 1991 年 12 月最低气温呈指数关系,即  $y=189.94e^{10.4092/x}$ 。

(2)指出前人用经验频率作柑桔区划依据的局限性。提出用 Gumbel 分布计算不同重现期的最低气温的合理性,并计算了湖北省 59 个台站的 5 年、10 年、20 年、25 年和 50 年一遇的最低气温值。

(3)根据各地 10 年一遇(即  $P = \frac{1}{10}$ )最低气温的地理分布,将湖北省柑桔避冻栽培区域分成三个区,即适宜、次适宜和不适宜种植区。

致谢:林杏华参加了 Gumbel 分布的计算工作,特此致谢。

### 参 考 文 献

- 1 陈正洪,杨红青,倪国裕等.湖北省 91/92 柑桔大冻区域差异.华中农业大学学报,1994,13(3):306~309.
- 2 乔盛西,马乃孚.长江三峡和清江河谷冬暖的成因及其与柑桔生产.地理研究,1986,5(3):27~36.
- 3 中国自然保护纲要编写委员会.中国自然保护纲要.北京:中国环境科学出版社,1987.p105.

## THE FREEZING DAMAGE OF CITRUS OF HUBEI PROVINCE IN 1991 AND THE DIVISION OF FREEZING-AVOIDING CULTIVATION

Qiao Shengxi Wu Yijin

(Climatic Application Research Institute of Hubei Province, Wuhan 430074)

Chen Zhenghong

(Hubei Agrometeorological Center, Wuhan 430074)

### Abstract

By examining the relationship between decreasing rate of orange yield per unit area in 1992 and the minimum temperature in December 1992 in various regions of Hubei Province, it is found that there is an exponential correlation. So, the relationship between the freezing damage degree of citrus and the minimum temperature can well be explained. By using Gumbel distribution, the minimum temperature once every 5, 10, 20, 25 and 50 years are calculated for 59 stations. Furthermore, according to various minimum temperature once in a decade in different regions of Hubei Province, the area-division between optimum, sub-optimum and no-optimum for planting orange in Hubei Province is given. Therefore, the scientific basis for freezing-avoiding cultivation is provided.

**Key words:** The minimum temperature; Decreasing rate of orange yield; Gumbel distribution; Division of freezing-avoiding cultivation.