



# 江苏吴县柑桔品质的多元分析

罗 琴

(四川省彭县气象局 611930)

## 提 要

双重筛选多对多逐步回归,对于多个自变量、多个因变量之间相互关联、相互影响的回归类型分析具有明显优势。柑桔品质与气象因子之间就存在这种耦联作用。运用双重筛选多对多逐步回归对影响柑桔品质的气象因子分析效果明显。光、温、水等气象因子对柑桔品质均有影响,尤以温、光条件影响为主,多因子综合影响要比单因子影响显著。

**关键词:** 柑桔品质 双重筛选 多对多逐步回归

## 引 言

近年来,柑桔生产由于原有柑桔品种的改良和新品种的引进,以及人工精细栽培等因素的影响,产量虽有较大提高,但其品质仍不能满足人们的需求。有关柑桔品质的研究逐渐增多,但以分析定性描述为主。本文采用双重筛选多对多逐步回归方法,对江苏吴县东山柑桔品质与气象条件的关系作一初探,目的在于分析天气气候条件对柑桔品质影响的数量关系,同时也为亚热带丘陵地区发展柑桔生产和气候资源的合理开发利用提供控制决策的科学根据,从而提高柑桔的品质。

### 1 资料来源

研究对象为温州蜜桔中熟品种“尾张”。光、温、水等气象资料取自江苏吴县东山气象站。另增加了水温比和光温比。柑桔品质分析资料取自1986年9—11月在吴县东山桔园的定点、定时、定期、定向、定位、定成熟度的观测采样资料,其中实验室测定为可溶性

固形物、全糖、还原糖、酸度、V<sub>C</sub>含量5项,另增加了糖酸比、固酸比两项,这样供分析的品质因素为7个。

### 2 多元分析方法简介

双重筛选多对多逐步回归方法能依照因变量 $y_1 \cdots y_p$ 与自变量 $x_1 \cdots x_m$ 间的关系,将各因变量分组,使每个自变量对各组因变量的影响均能反映出来,即与每个因变量相关较好的自变量都能保留下来,从而建立回归方程。

将双重筛选多对多逐步回归方法与计算机结合并应用于农业气象中,可定量解决多个气象因子与多个预报对象的关系。即在同一地域、同一品种、同一时间内,可了解同种天气气候条件对研究对象的影响。本文对柑桔品质的多元分析就是一次初步尝试。

设全部自变量(因子)为 $x_1 \cdots x_m$ ,因变量(预报量)为 $y_1 \cdots y_p$ ,记为 $x_{m+1} \cdots x_{m+p}$ ,共有 $n$ 次观测数据,并假设 $x$ 、 $y$ 之间具有线性关系,即

$$\begin{cases} y_1 = b_{01} + b_{11}x_1 + b_{21}x_2 + \cdots + b_{m1}x_m + \varepsilon_1 \\ y_2 = b_{02} + b_{12}x_1 + b_{22}x_2 + \cdots + b_{m2}x_m + \varepsilon_2 \\ \vdots \\ y_p = b_{0p} + b_{1p}x_1 + b_{2p}x_2 + \cdots + b_{mp}x_m + \varepsilon_p \end{cases}$$

其中; $b_{ij}(i=0, \overline{m}, j=1, \overline{p})$ 是未知回归系数, $i=0$ 时为常数项, $\epsilon_j(j=1, \overline{p})$ 是随机误差项, $\epsilon$ 间相互关联,通常假定它们遵从多维正态分布。

对上述模式进行数学处理,即用最小二乘法原则估计各回归系数 $b_{ij}$ ,并使误差阵 $e$ 各元素平方和相加达极小。

实测值与计算值之差称为残差( $Q_{残}$ ),它是个矩阵,用以考察筛选预报量 $y_{t+1}$ 的资料引入后是否对回归方程有显著的影响。

### 3 计算结果与分析

柑桔果实品质包括外形和内质两部分,外形包括果实的形状(纵横径比)、大小和果皮的色泽、粗细等;内质包括果味、香气、营养成分、维生素含量、糖酸度等,其中糖酸含量及比例是决定因素。

柑桔果实品质除与桔树本身的生物学特性有关外,还与生态环境、人为措施等密切相关。在适宜的土壤和良好的栽培措施下,天气气候是使柑桔生长、产量、品质产生差异的重要因素。

光、温、水等气象因子并非是单一而独立的变量,它们对柑桔果实内的糖、酸、可溶性固形物含量等各品质因子的影响是耦联着

的。相互间具有不等同性和前后相关性,即一方面光、温、水等气象因子的不同,造成柑桔各品质组成因子含量的不同;另一方面,柑桔品质各因素间也是相互影响的,如:糖份的增加必然导致酸度的降低,糖酸比值上升,这种因变量与自变量之间的相互影响、相互制约,正好符合双重筛选多对多逐步回归的基本思路。

#### 3.1 影响柑桔品质的主要气象因子

江苏吴县东山(31°04'N, 120°26'E)濒临太湖,四面为冲积平原,且有不少海拔200—300m的浅丘,由于太湖水体的调节作用,形成了夏少酷热、冬无严寒的亚热带季风气候。该区土层深厚,降水丰沛,极适宜柑桔树生长发育,是我国优质柑桔的生产基地之一。

本文以各气象要素为自变量 $x$ ,柑桔各品质要素为因变量 $y$ ,并假定变量间的关系呈线性,以[1]为理论依据,并应用[2]中双重筛选多对多逐步回归计算程序,经计算机多次筛选得出各品质因子与气象条件之间的相关分析表(表1)及回归方程(表2)。其 $x_1-x_7$ 分别代表热量(积温)、降水、日照、日较差累积、水温比、光温比和相对湿度, $y_1-y_7$ 分别表示可溶性固形物、全糖、还原糖、糖酸比、酸度、Vc含量及固酸比。

表1 吴县气象条件与柑桔品质的相关分析

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$
$y_1$	0.8227	0.8114	0.8056	0.8226	0.7095	-0.5900	-0.3483
$y_2$	0.9653	0.9058	0.9646	0.9736	0.8689	-0.7999	-0.4687
$y_3$	0.6401	0.6383	0.6255	0.6217	0.5530	-0.4664	-0.5121
$y_4$	0.9406	0.8714	0.9428	0.9642	0.8490	-0.7879	-0.3107
$y_5$	-0.9837	0.8387	-0.9851	-0.9860	-0.9522	0.8355	0.4383
$y_6$	0.9502	0.8392	0.9585	0.9671	0.8937	-0.8353	-0.4113
$y_7$	0.9026	0.8698	0.8969	0.9226	0.7884	-0.7112	-0.3103

注:因变量之间的关系、自变量之间的关系略

由表1可见,光、温、水等气象因子与柑桔品质各因素间均存在很好的相关,除相对湿度( $x_7$ )与各品质因素间的相关系数略低

外,其余的相关系数均在0.45以上且通过 $\alpha=0.01$ 的相关检验,但各气象因子对品质因素的影响程度是不同的。

表2 吴县气象条件与柑桔品质的多元回归分析

回归方程	R
$y_2 = 3.0990 + 0.0003x_3 + 0.0067x_4 - 0.6429x_5$	0.9787
$y_5 = 7.9901 + 0.0050x_3 + 0.0067x_4 - 0.7205x_5$	0.9923
$y_6 = -0.6742 + 0.0447x_3 + 0.0588x_4 + 2.0156x_5$	0.9705
$y_7 = -2.8023 - 0.1092x_3 + 0.1142x_4 + 0.6776x_5$	0.9633
$y_4 = 5.1947 - 0.0168x_2 - 0.0654x_3 + 0.0747x_4$	0.9924
$y_1 = -4.4867 + 0.0037x_1$	0.8227
$y_3 = 2.3468 + 0.0003x_1$	0.6401

注:  $\alpha=0.01$   $F_x=3.0$   $F_y=3.0$

从表2可以看见,在诸气象要素中,以水温比( $x_5$ )、日较差( $x_4$ )和日照( $x_3$ )对柑桔品质影响较大,积温( $x_1$ )和降水( $x_2$ )对柑桔品质也有一定影响,而光温比( $x_6$ )和相对湿度( $x_7$ )对柑桔品质的影响均不显著,没有被选入回归方程。说明在吴县东山,光照和温度对柑桔品质的影响是同等程度的。另外,在吴县东山由于太湖水体的调节作用,空气湿润,湿度大且变化小,因而对柑桔品质影响不大。

### 3.2 气象因子对柑桔品质的影响

#### 3.2.1 热量条件

柑桔是一种喜温作物,较好的热量条件不但有利于柑桔的生长发育,也有利于柑桔产量和品质的形成。从表2中可知,可溶性固形物含量及还原糖含量与 $\geq 0^\circ\text{C}$ 积温之间均呈线性关系。说明热量条件对于柑桔品质的影响主要表现在对光合产物的影响上,但单纯热量对品质的影响不如与其它因子配合起来的综合影响大,如水温比对品质的影响就比单纯的热量影响大。

柑桔生长与许多植物一样,不但要求适宜的高温条件,还要求较高的昼温和较低的夜温配合,良好的昼夜温度配合对柑桔的开花结果以及品质的形成均有重要的作用。日较差大利于糖份的积累和有机酸含量减少,桔内固形物增加也多;反之,夜温高、呼吸强、糖份消耗多,则不利于糖份的积累。这在方程中反映也比较明显。日较差( $x_4$ )与全糖含量( $y_2$ )、糖酸比( $y_4$ )、Vc含量( $y_6$ )、固酸比( $y_7$ )

等均存在明显正相关,随着气温日较差的增大, $y_2$ 、 $y_4$ 、 $y_6$ 、 $y_7$ 均相应增加,而酸度( $y_5$ )下降,这与[3]的结论一致。

#### 3.2.2 日照时数

柑桔品质的形成是基于光合作用过程来合成和转化的,而光合作用的能源是光照,光照对于柑桔品质的形成具有重要的意义。柑桔的生长要求充足的光照,以年日照时数2000小时为宜,尤喜漫射光,光照过强过弱均不利其生长。适宜充足的光照利于花果的生长发育,果实着色好、糖份积累多,糖酸比高,风味浓、品质优。

从表2可以看出,随着日照时数的增加,全糖含量与酸度均相应增加,而Vc含量、固酸比、糖酸比等随日照的增加反而下降,这似乎与经典结论相矛盾,但却与东山的实际气象背景相吻合。从表1中可以看出,除酸度外,其余各品质因素与光温比的相关系数均为负值,说明东山秋季阴雨低温天气对柑桔品质的影响主要表现在两个方面:光照促进固形物的合成,而较低的温度促进固形物糖份的水解,使酸度增加。从表2也可以看出,随着光照的增加,酸度的增加比固形物含量的增加来得更快(回归系数分别为0.0050、0.0003),使得固酸比和糖酸比均随光照的增加而减小。由此可见,充足的光照需良好的热量条件搭配,才能使柑桔的品质更优。

#### 3.2.3 降水对柑桔品质的影响

水分是柑桔生长必需的条件,一般认为:

年降水量在 1000mm 以上,土壤相对含水量 60%—80%,空气湿度在 75%左右,且四季雨水分配均匀的地区才能满足其生长所需,长时间的积水或干旱对其产量、品质均不利。

柑桔一生需水量成正态分布,生长前期和果实采收后需水较少,在开花坐果后需水量剧增,在果实生长的 6—11 月所需水量为全年需水量的 85%以上,需水量大于降水量,水分供需矛盾突出,如果此期缺水,会导致柑桔减产,使品质更差。

从回归方程中可以看出,在东山降水对柑桔品质的影响不是很大,仅与糖酸比有关,而降水温度综合影响因素(即水温比)对各品质的影响则较显著。这主要是因为柑桔果实形成时东山降水丰沛,水分供求矛盾得到了缓解,这也从另一个角度证明了太湖水体对气候的调节作用对其品质具有明显的影响。

#### 4 结 语

4.1 双重筛选多对多逐步回归具有许多优点,它不仅可得出多个自变量与一个因变量的关系,还可得出因变量之间的关系,用它分析多个自变量与多个因变量的关系比较容易,特别是借助计算机的处理解决了自变量

和因变量的不断引入和剔出的繁琐运算问题,使该方法容易实现。目前这种方法还是比较适用的。

4.2 9—11 月中,热量、光照、降水等气象因子均可影响柑桔品质,在热量基本满足的条件下,尤以日较差、日照时数的影响最大,各因子的综合影响往往大于单因子影响,综合评价应以各因子的影响程度及递增速率为主,水体对气候的调节在一定程度上制约着气象因子对品质的影响。

4.3 本文只是将双重筛选多对多逐步回归方法应用于柑桔品质的初步尝试,加之多年的柑桔样品化验资料比较难得,但由于资料不完全总会或多或少影响分析的实际效果,这些尚需在以后的工作中进一步改正。

致谢:感谢南京气象学院颜景义教授提供柑桔样品化验资料;感谢南京气象学院冯定原教授、魏文遂老师的帮助。

#### 参考文献

- 1 张尧庭,方开泰.多元统计分析引论.北京:科学出版社,1982.
- 2 卢崇飞等编.环境数理统计学应用及程序.高等教育出版社,1988.
- 3 颜景义等.柑桔品质的形成与气象条件.南京气象学院学报,1986,12(2).

## Multi-Analysis of Wenzhou Citrus Quality at Wuxian County, Jiangsu Province

Luo Qin

(Pengxian Meteorological Station, Sichuan Province 611930)

#### Abstract

Double screening multiplicity stepwise regression has an obvious advantage in the regressive type analysis between the multiple arguments and dependent variables which are interrelative and interactive. There is a coupling relation between orange quality and weather-factors. The application of double screening multiplicity stepwise regression to the analysis of the weather-factors which has an effect on the orange quality is effective. Such weather-factors as light, temprature and water, esp. the first two, all have an effect on the orange quality. The effect of multiple-factors is more obvious than that of single-factor.

**Key Words:** orange quality double screening multiplicity to multiplicity stepwise regression