

江南柑桔园 环境研究

汪 铎 编著

南京出版社

江南柑桔园环境研究

汪 铎 编著

气象出版社

内 容 简 介

本书根据国内外和作者70—80年代的调查资料和试验研究成果,系统论述了江南柑桔园的生态环境类型和突出的环境问题;详细分析了几种主要的环境灾害及其对柑桔产量和品质的影响;介绍了提高柑桔产量的重要环境措施。

书中图(表)文并茂,内容深入浅出,注重理论与生产实际结合。适合广大桔农和县、乡农林生产技术人员阅读,可供大、中专院校和研究所有关农林生态、果树园艺、自然地理、资源和规划、气象与气候等专业的师生和科研人员参考。

本书系北京市农林科学院农业综合发展研究所承担的
国家自然科学基金资助项目“二氧化碳增加对农业产量影响的
基础研究”中的一部分

江 南 柑 桔 园 环 境 研 究

汪 铎 编著

责任编辑 张蔚材

高 等 出 版 社 出 版

(北京西郊白石桥路46号)

新华书店总店科技发行所发行 全国各地新华书店经销
北京顺义燕华印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/32 印张: 9.125 字数: 205千字

1991年10月第一版 1991年10月第一次印刷

印数1—1600册 定价: 6.50 元

ISBN 7-5029-0672-X/S·0074

序

果树生态学亦称果树环境学。因此，柑桔园环境的研究，其内容也属于柑桔生态的范畴。我国早在三千多年前已开始有果树生态的记载，并将果树生态的规律运用到生产中去。但是作为一门科学的产生还是最近五十年的事。由于世界人口剧增，生产迅猛发展，导致自然资源枯竭，物种明显减少，土壤流失，环境污染，生态条件恶化，危及人类生存。社会的迫切需要，使生态学日益受到重视，它已成为与物质结构、天体演化、生命本质并列的前沿学科，而得到迅速发展，形成了许多分支学科。早在1935年日本池田伴親和菊池秋雄就编著了《果树生态学》。至70年代以后，则不断出现了一系列果树生态方面的专著。从而加深和丰富了果树生态学科，促使其向纵深方向发展。

汪铎教授专长地理、气象和数学，利用这些学科的优势，在自然环境与农业交叉学科方面有不少研究，结合我国江南柑桔园进行的分析研究是其中一方面。最近他汇集个人研究成果和国内外有关这方面的文献资料，编著成《江南柑桔园环境研究》一书。本书联系我国江南柑桔生产实际，着重论述不同层次气候和地理等环境条件与柑桔生产的关系，并运用数学进行定量或半定量分析；内容丰富，颇具特色，进一步开拓了柑桔生态学科。我知其出版后必将有助于我国柑桔生产的提高和发展，故乐为之序，以示祝贺！

吴光林

一九九〇年七月廿三日
于杭州华家池畔

前 言

环境是地球上所有生物赖以生存的空间和物质基础，其中天气气候和地面状况（包括海拔、水陆、地形、土壤和植被等）是最重要的自然环境因素。植物与周围环境不断进行着能量和物质交换，以维护正常的循环和消长；而其间交换的过程和结果在很大程度上又受到外界环境的种种制约，往往随环境条件的变化而变化。与此同时，植物群体还不断地影响和改变其自身所占有的环境，从而形成种种特定的园地（大田）作物环境。

自古栽培柑桔就重视对周围环境的适宜性选择。宋代韩彦直的专著《桔录》中有这样一段话：“种治：柑桔宜斥卤之地，四邑皆距江海不十里。凡圃之近涂泥者，实大而繁，味尤珍，耐久不损，名曰涂柑。”这是当时对沿海柑桔园环境优越性的宏观描述。另外，浙江衢县县志里记载有“航埠桔林：西乡航埠滨河之区皆有桔树，每年有数十万担之多……民国五年（公元1916年）大冻，损折殆尽。”这一段话对江南丘陵中的河谷滩地柑桔园的环境特点作了概括性写实。由此可见，柑桔与环境关系的密切程度。

以长江中下游地区和江南亚热带丘陵为主体的江南柑桔带，是我国具有发展前景的柑桔区之一。同时，江南柑桔园的环境类型复杂多样，生态问题突出。生产中往往顾此失彼，历史上有许多经验教训足以为鉴。这是著者之所以选择江南柑桔园环境为研究对象的主要考虑因素。拙著无意就柑桔园的生态环境作全面论述，仅着眼在宏观上就柑桔的生存、生

长和出产（产量和品质）受环境条件制约所产生的一系列问题，进行不同层次的分析、归纳；在纵观众多专家学者研究气候、地形等环境因子分别对柑桔发生影响的基础上，力图从总体上进一步系统地研究这些环境因子的综合作用及其所产生的影响问题；并从中整理出一些浅见，以供继续深入思考和实践探索。

在上述领域的近期研究工作中所取得的结果和看法，可以补充现有关于柑桔生态环境方面的内容；并且对80年代以来江南丘陵柑桔园突出的环境灾害作了较为详尽的充实。全书共四篇十六章，运用必要的资料数据和统计方法，从江南柑桔园的环境类型、主要的环境问题和灾害、以及丰产桔园的环境措施等方面有侧重地展开综合性分析论述。并尽量注意内容和形式上的应用性，以期理论与生产实际相联系。

协助本书编著的有叶美德（环境灾害和密植园改造）、张雪林（柑桔园土壤环境）、童希晨（栽培管理和病虫害环境）和郭文扬（有关金衢盆地柑桔环境）四位同志。另外，叶美德、郭文扬、柯武明、吴祖良、郑西良、俞继灿、吴建学、骆高远等同志在调查研究、观测试验和资料分析整理等方面做了许多有益的工作。

本书得到张镔教授、邓根云教授的热情关怀和指导；又承黄寿波教授审阅全书，并提出宝贵意见；著名果树生态学家吴光林教授欣然为本书作序，在此一并深表谢意！

由于学识所限，书中错误和不足之处在所难免，恳望广大读者批评指正。

汪 铎

1990年6月

于浙江师大

目 录

序

前言

第一篇 绪论	(1)
第一章 柑桔园生态环境	(2)
第一节 基本气象条件	(2)
第二节 地形和土壤	(6)
第三节 柑桔园小气候	(8)
第二章 柑桔产量构成与环境条件	(9)
第一节 江南柑桔的物候期	(9)
第二节 影响柑桔产量的关键期	(11)
第三节 丰产柑桔园的环境	(13)
第二篇 柑桔生产与环境	(15)
第三章 江南柑桔生产与环境	(15)
第一节 江南柑桔生产特点	(15)
第二节 江南柑桔园生态环境类型	(19)
第三节 浙江中西部丘陵柑桔带环境分析	(50)
第四章 江南柑桔园的环境问题	(60)
第一节 冻害的影响	(60)
第二节 旱害的影响	(73)
第三节 热害的影响	(78)
第四节 柑桔园小气候环境的影响	(83)
第五节 几种特定环境问题	(93)
第六节 柑桔园环境问题评估	(101)
第五章 1988年柑桔异常减产的环境因素	(103)

第一节	1988年江南柑桔异常减产	(103)
第二节	1988年度柑桔生长期气候异常及其影响	(104)
第三节	低丘柑桔园1988年度环境影响分析	(106)
第六章	柑桔品质受环境的影响	(113)
第一节	影响柑桔品质的因子	(113)
第二节	柑桔品质与环境的关系	(114)
第三节	改善桔园环境,提高柑桔品质	(116)
第七章	柑桔病虫害与环境	(118)
第一节	江南柑桔主要虫害与环境因子	(118)
第二节	江南柑桔主要病害与环境因子	(122)
第三篇	影响柑桔产量的环境灾害	(125)
第八章	柑桔园低温冻害的环境分析	(125)
第一节	柑桔冻害的指标问题	(125)
第二节	柑桔冻害的天气类型	(131)
第三节	江南柑桔冻害的频率	(139)
第四节	江南柑桔冻害的分布规律	(143)
第九章	柑桔园寒风危害的环境分析	(151)
第一节	江南两种寒风环境类型	(151)
第二节	寒风对柑桔危害的分析	(154)
第十章	柑桔园高温干旱危害的环境分析	(159)
第一节	柑桔旱害的发生及其频率	(159)
第二节	晚春初夏的急性高温干旱	(167)
第三节	异常高温危害柑桔着果率的分析	(172)
第四节	夏秋高温干旱对柑桔果实的危害	(187)
第十一章	环境灾害对产量的影响	(197)
第一节	单项灾害对产量的影响	(197)
第二节	环境灾害叠加对产量的影响	(198)
第三节	环境有利丰产年型	(199)
第四节	柑桔产量的环境模式方法研究	(200)
第十二章	柑桔产量与气候振动	(207)

第一节	气候周期性振动的特点	(207)
第二节	柑桔的周期性大冻分析	(208)
第三节	柑桔热害旱害的周期性振动	(211)
第四篇	丰产柑桔园的环境措施	(215)
第十三章	选择有利环境发展柑桔园	(215)
第一节	利用水域环境资源	(215)
第二节	利用地形小气候资源	(220)
第三节	柑桔园的科学规划布局	(225)
第四节	柑桔园生态环境的保护和改善	(234)
第十四章	针对环境灾害采取防御措施	(238)
第一节	营造柑桔园防护林带	(238)
第二节	改善柑桔园土壤环境	(242)
第三节	防冻御寒措施	(249)
第四节	抗高温干旱措施	(253)
第十五章	环境灾害预报及其应用问题	(260)
第一节	环境灾害的预报问题	(260)
第二节	提高预报的应用效益	(263)
第十六章	密植郁蔽柑桔园环境及其改造	(266)
第一节	密植郁蔽柑桔园的形成	(266)
第二节	密植郁蔽柑桔园的环境问题	(268)
第三节	密植郁蔽柑桔园的改造途径	(274)
主要参考文献		(278)

第一篇 绪 论

柑桔是我国亚热带地区栽植面积最广的果树，是江南丘陵重要的经济作物之一。柑桔果实富含营养，具有一定的药用价值，自古有“果之美者江浦之桔”的赞颂。柑桔品种繁多，市场消费量大，经济效益高。

江南柑桔园广布在长江以南和沿江一带，大部分位于中亚热带季风区（沿江部分处在北亚热带南缘），以江南丘陵为主体，东起浙东闽北沿海，西至巫山东南、湘鄂西部，自南岭以北止于长江沿岸，跨6个纬度（ $26-31^{\circ}\text{N}$ ）12个经度（ $110-121^{\circ}\text{E}$ ），包括湖南、湖北、江西、浙江四省大部分和福建省北、西部，以及上海、江苏、安徽的部分地区。境内低丘红壤广布，荒地面积大，铁路线纵横，加之长江水系，运销方便，是我国具有发展前景的柑桔产区之一。

近年来江南柑桔生产发展很快，广大桔农在注意品种和栽培技术的同时，柑桔的环境适应性及其影响产量等问题也愈来愈受到较普遍的重视和关注。在科技兴农指导下，经营柑桔园要求立足于因地制宜、适地适树，充分利用当地自然资源，做到合理布局和有选择地发展柑桔园地，形成具有特色的品种格局，大力提高柑桔单产水平和柑桔品质。针对江南柑桔生产特点，本书着重分析了江南柑桔园的环境条件和存在的问题；详细研究了影响江南柑桔产量和品质的几种环境灾害；并且讨论了提高产量与环境有关的几项措施。

第一章 柑桔园生态环境

柑桔是亚热带和热带常绿果树，受原产地气候温暖、土壤肥沃湿润、部分荫蔽的先天影响，形成喜温暖湿润；怕寒冷不耐干旱；怕高温烈日；忌积水，根部好气好水的生理生态特性。因此，栽培柑桔应注意一定的生态环境条件，包括气候环境、地理环境、土壤环境、生物环境等。其中天气气候、地形和土壤，以及柑桔园小气候是最重要的环境因素。亚热带季风气候和红黄壤丘陵是江南柑桔区的两个主要背景特征。选择并保持良好适宜的柑桔园环境，对争取柑桔稳产高产优质起着关键作用。

第一节 基本气象条件

天气气候是影响柑桔生长发育，左右柑桔产量高低的重要环境条件，通过温度、水分、光照、风等因子产生种种作用和影响。江南柑桔区的气候属典型的亚热带季风气候，其特征是四季分明；气温年较差大，日较差也大；年雨量充沛而季节分配不均，春夏雨水相对集中，秋冬相对少雨，这些条件对柑桔生产有利。另一方面，季风气候的不稳定性，引起江南气候变异大，时常有气象灾害发生，对柑桔生产不利。

一、温度

温度是柑桔的一个重要环境因子，不但关系到柑桔的分布和正常生长，还直接影响柑桔的产量和品质。温度对柑桔生长发育的影响表现为一种非线性关系。适宜柑桔生长的环境要求每年平均温度在 15°C 以上；最低气温在 -3°C 以上；最高

气温在 35°C 以下。生长期中最适宜柑桔生长发育的气温在 $23-29^{\circ}\text{C}$ 之间，地温在 $17-26^{\circ}\text{C}$ 之间。柑桔对积温有一定要求，在生物学最低温度（ 12.5°C ）以上的有效积温是柑桔生长率的决定因素。在中亚热带江南柑桔产区， 12.5°C 以上有效积温通常有 $2000-3000^{\circ}\text{C}\cdot\text{日}$ 。一般积温减少，品质逐渐下降。引起危害的不利温度，通常在 -5°C 以下或 37°C 以上。

柑桔的耐寒能力与品种、树龄、树势、土壤、地形、物候期和低温强度以及前期天气特征等诸多因素有关。以温州蜜柑为代表的宽皮柑桔类在遭遇 -11°C 以下强低温时，可导致整株或部分植株死亡。一般来说，柑桔的耐寒能力在隆冬季节最强。在晚秋初冬时节（11月下旬至12月上旬）江南柑桔园有的树势尚未恢复，夏秋新抽枝条未经锻炼，这时耐寒能力较弱，遇到 $-3-5^{\circ}\text{C}$ 以下低温，还会引起冻害，造成落叶。在树龄、品种、地形等条件相同的情况下，冻害的程度与前期旱情及土壤水分状况有密切关系。

柑桔忍耐高温的程度，也因品种、物候期和土壤水分状况等环境条件而不同。江南丘陵地区在晚春（5月上中旬）出现 $33-35^{\circ}\text{C}$ 以上高温时，对柑桔开花不利，会引起异常落花落果。盛夏（7—8月）出现 37°C 以上持久高温干旱时，对柑桔果实生长不利。 $39-40^{\circ}\text{C}$ 以上高温会使薄皮蜜柑和早桔发生日灼，甚至部分果皮焦枯死亡。关于柑桔冻害和热害将在后面专辟章节分析阐述。

二、雨水

水分是柑桔正常生长必需的条件。江南大面积柑桔园绝大多数以自然降水为柑桔的水分来源。柑桔生长要求年降水量 $1000-1800$ 毫米，土壤相对含水量 $60-80\%$ 为宜；或人工

灌溉达到水分需要量，并且，以四季雨水均能满足需要，又有相对干湿季最为适宜。长时间积水或干旱对柑桔正常生长发育均有不良影响。

自然降水的大部分用于地表径流、土层渗透和土壤蒸发，有一部分用于柑桔的蒸腾作用。假定降水量的1/3可以被柑桔蒸腾所利用，温州蜜柑各月的需水量可参照表1-1所列的情况。江南丘陵地区7—10月是降雨量偏少时期，正是柑桔需水量最大的时段。逢夏季干旱年份，水分供应往往严重不足。从表中以金华为代表的浙江中西部丘陵的月雨量看，常年7、8、9三个月缺水200毫米，柑桔园通常需要灌溉抗旱。

表 1-1 温州蜜柑的需水量（毫米/亩）和金华常年降水量（毫米）

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
需水量	39	27	36	57	57	147	165	171	156	135	78	45	1113
降水量	59	97	133	171	227	233	101	84	108	66	56	48	1389

江南丘陵柑桔园还往往由于地面环境造成易旱易涝，危害柑桔生长。秋冬的持久干旱少雨配合同期或后期低温天气，可加重柑桔冻害落叶。盛夏和夏秋的高温干旱会直接抑制幼果发育增长，造成小果多、产量低、品质差。但采果前一段时期偏旱有利于柑桔优质。江南梅雨汛期（6、7月）和台风汛期（8、9月）的暴雨天气常常引起较大范围洪涝，导致柑桔根系淹水，桔园土壤通透性差；或洪涝侵蚀土壤，水土流失严重，造成桔园土质贫瘠。

三、光照

阳光是柑桔园环境的能源，又是柑桔进行光合作用的必要条件。柑桔在整个生长过程中要求光照充足，一般年日照

2000小时左右为宜。柑桔园的光照时间和强度一方面同季节和天气状况有关，另一方面还同柑桔园的密植程度和林冠郁蔽度，以及园地的地形地貌等有关。光照良好的柑桔园有利于桔树枝干粗壮，花果发育正常，果实着色好，品质优、产量高。江南丘陵盛夏季节时常出现过于强烈的日照，加上高温干旱、水分不足，对幼果成长极为不利，除引起薄皮品种日灼外，还可发生卷叶、软果，乃至落叶、落果。也有些年份夏秋季节光照不足，会影响柑桔正常生长，造成枝条软弱、叶黄、果小、品质差，还会引起病虫蔓延。

采取合理密植，修剪枝叶，调整行株布局等措施可以有效地调节光照强度和时间。在江南丘陵地区还可以选择有利地形和坡向，使光照条件调节在适宜的范围内。

四、风

柑桔对风的要求虽然不如上述三个因子突出，但是在有些地区时有大风、寒风等造成风害，对柑桔的生长和产量起到限制作用。一般地说，微风对柑桔生长发育有利，能提高叶面蒸腾、增强光合作用和花期授粉效果。此外，在冬春微风可防止柑桔遭受严重霜冻的危害；在夏秋微风可改善柑桔园内通风状况，减少病虫害；在采收期有微风可减少果品腐烂。

江南沿海地区夏秋季节多台风影响，常常引起风灾和水灾，对沿海柑桔园有破坏作用。台风还驱使夹带盐分的海水倒灌桔园，造成枝叶干枯、根系腐死，甚至整枝死亡。

江南沿江、滨湖平原和丘陵地带，冬季多寒冷大风，尤其是朝向偏北地形的风口附近，强烈而干燥的寒风会加剧低温和干旱对柑桔的危害，造成落叶多而影响产量。

此外，成熟期大风会使果实受到摩擦损伤。强风可折断

枝干，甚至全株倒伏枯死。有些山区还可能发生干热风危害，引起落花落果异常，或影响果实增长成熟。

第二节 地形和土壤

柑桔在平原、丘陵和山地均能种植。在河谷平原营造柑桔园，用工少、土壤肥沃，但往往与粮食作物争地；气候环境也有一定的限制性。我国丘陵山地比重大，尤其是江南亚热带丘陵地带大面积的低丘红壤，土质疏松、偏酸性，适宜柑桔生长。在低丘缓坡和岗地（台地）上发展柑桔园，土地资源丰富，开园化工投资较山地节省，且便于栽培管理。

土壤是柑桔生长的基础。柑桔土壤环境表现出较大的广宜性，无论是平原土壤（包括水稻田、海涂、水网沼泽和河谷滩地等）、低丘红壤、山地黄壤等都宜柑桔栽植。但是，要建立高产柑桔园，还需改造和优化土壤环境。对那些酸性强的红壤以及土层浅薄、瘦瘠、有机质少的土壤要掺客土加以改造。对沿海淤泥需要排水洗盐，降低盐分，改良结构，提高土壤肥力。山区坡地种植柑桔可尽量保持地形特征筑园，避免或减少水土流失。一些植被好、土壤有机质含量丰富的中低山区，要注意保护森林资源，科学规划布局，优化柑桔园环境。

江南丘陵地带气候湿润、高温多雨，一些植被覆盖率较低的低丘岗地，土壤中养分分解快，易随水流失。目前，除部分有森林和草类覆盖的地区外，大部分低海拔地区的土壤有机质含量低于2%；不少地区低于1%，速效磷一般在15ppm以下，速效钾一般在120ppm以下。因此，土壤中有有机质和潜在养分贫乏，不利于柑桔的生长发育。

江南丘陵柑桔园缺素也较严重。栽于砂质土的桔树易缺

硼，尤其是实生桔树，缺硼更严重；栽于红黄壤的桔树，因风化、淋溶作用强烈，土壤中钾、钠、钙、镁等盐基离子大量淋失，而不流动的铁、铝物质相对积聚，发生脱钙富铝化过程，导致土壤呈酸性或强酸性反应，会抑制桔树对一些微量元素的吸收。同时，铁铝成分易与磷素结合，变成难溶性状态，从而降低了磷的有效性，因此低丘红壤缺磷严重。

在自然状况下，江南丘陵柑桔园土壤的水分变化较大。从季节分布看，冬季土壤的含水量较低。自3月春雨开始到6月底7月初梅雨结束，不论哪一土层，土壤水分含量均较高，通常在20%左右，可以满足柑桔生长的需要。梅雨季节结束后进入江南盛夏干旱时期，果园土壤含水量急剧下降，以表层（0—10厘米）最低，常不足5%；根系密集层（10—50厘米）为7.5—8.5%左右。在整个生长季节中，土壤含水量的变化幅度也是表层最大，中下层比较稳定。因此，土层深厚的柑桔园具有较强的抗旱性能。在旱季要进行灌溉，使土壤保持一定的水分。

江南丘陵的地形地貌复杂多样，小气候资源丰富。在开发中应注意选择有利地形，充分利用地形小气候资源，合理布局发展柑桔园。例如，东南坡或南坡等有利坡向上的热量和光照资源；拥有高山屏障，寒风和冷空气难以到达或驻留的有利地貌形态等。同时，要避免风口地形、朝北陡坡、峡谷冷岙等不利地形，会经常给柑桔带来种种影响和危害。

在江南丘陵北侧沿江一带和大湖（太湖、洞庭湖、鄱阳湖等）附近，具有独特的水体小气候功能，可以调节温度和湿度。如削弱低温或高温的强度，缓解干旱等，适宜柑桔生长，利于提高柑桔产量和品质。在亚热带丘陵山区，山塘水库广布，同样具有这类水体调节功能，适宜在水域四周栽种柑

桔。关于如何选择有利地域种植柑桔，在第四篇中有详细分析讨论。

第三节 柑桔园小气候

第一节中概述的温度、光照、雨水、风等因子指的是较大范围区域上的大气候背景，可以用附近气象站的地面观测资料描述。实际上柑桔园内的小气候环境与大气候背景有很大差异。柑桔园小气候反映了园内从地面到林冠这一气层中温度、光照、水分、风和二氧化碳等要素的综合状况。园内小气候的特点是这些要素的时空变化十分剧烈，并同柑桔园密植程度及其他环境条件（如地形、土壤、植被、供水等）有密切关系，造成园内外气候环境有明显差别。

通常柑桔园内白天温度比园外偏高，光照比园外偏弱，湿度比园外偏小，风也比园外小；夜晚（尤其是冬季寒潮影响下的晴冷夜晚）园内温度比园外偏低，湿度园内外差别不明显。随着柑桔园树龄增长，林冠郁蔽程度愈高，园内外小气候差别愈明显。因此，要了解柑桔园小气候的具体状况，需要根据实际情况，针对某一类型柑桔园作一定的基本观测和分析，才能掌握同类柑桔园小气候的基本特征。

此外，在特定的天气影响过程中，以及柑桔不同的物候期内，柑桔园小气候环境又错综复杂。由此引起的种种环境问题，将在第二篇中分析研究。