

GANJU HUANJING ZHILIANG
YU SHIYONG ANQUAN KONGZHI

柑橘 环境质量 与食用安全控制

黄昀

李道高 编著



重庆出版集团
重庆出版社



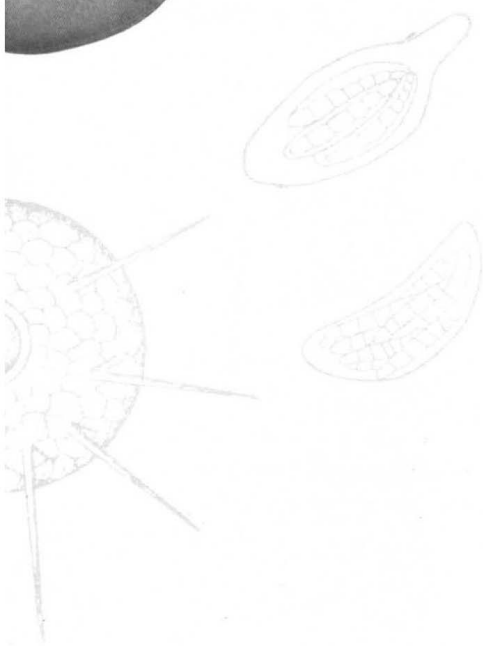
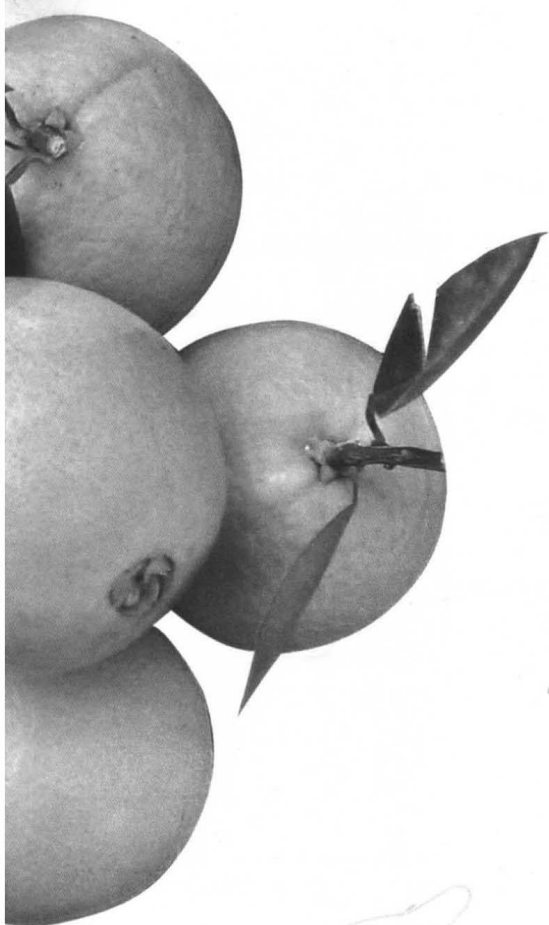
GANJU HUANJING ZHILIANG
YU SHIYONG ANQUAN KONGZHI

柑橘 环境质量 与食用安全控制

黄昀 李道高 编著



重庆出版集团
重庆出版社



作者简介

黄 昀

1965年生，重庆人。高级农艺师、博士，曾先后在原四川省万县地区果汁厂、重庆市万州区技术监督局产（商）产品质量监督检验所、重庆市农业环境保护监测站（农业部农业环境质量监督检验测试中心[重庆]）工作，现任重庆市农产品质量安全中心副主任。多年来从事食品、农产品的质量安全和农业环境污染防治及生态农业建设研究。主持或主研省部级科研项目7项，在农产品质量安全、农业资源环境保护与生态农业建设、果树栽培等领域，发表论文40多篇，主编出版科普读物2本。

李道高

1937年生，西南大学园艺园林学院教授、博士生导师。中国园艺学会理事，中国柑橘学会常务理事，重庆市园艺学会理事长。1982—1984年受国家教委派遣在日本爱媛大学作访问学者。1992年被评为农业部有突出贡献的中青年专家。2002—2005年为重庆市果树学学术技术带头人，参与主持四川省“柑橘基地县优质丰产配套技术研究”，获四川省科技进步二等奖；主持“重庆市果树产业发展研究”，获重庆市科技进步三等奖；主研“柑橘高产优质栽培技术及其生理研究”，获四川省科技进步二等奖；主研“简阳县果品优质丰产技术开发”，获四川省科技星火三等奖；参与主持制订《三峡库区柑橘产业开发规划》，通过了国家三建委和农业部组织的专家评审。主编全国农业高等院校教材《柑橘学》，参编多部教材。在《园艺学报》《菌物系统》《中国农业科学》《果树学报》《中国农学通报》等科技杂志上发表研究论文50余篇。主要研究方向是果树生理生态及优质丰产栽培。

责任编辑:王 梅 徐彦然
装帧设计:陈迪曦 钟丹珂





内 容 简 介

针对当前各级政府、相关职能部门及广大消费者对农业环境和农产品质量安全问题的高度重视和广泛关注,本书以柑橘质量安全问题为中心,研究柑橘对环境污染物的反应特征和食用安全性,对柑橘生产中可能存在的主要污染物(如重金属、农药、大气污染等)对人体健康的影响,农产品质量安全相关法律法规、标准要求,柑橘等农产品环境质量控制与食用安全生产技术等方面进行了科学系统的阐述。为柑橘的规范化生产,改善和优化果园生态系统,实现柑橘产业的可持续发展,提供技术保障。



序

《柑橘环境质量与食用安全控制》是一本很有特色的书。

与时俱进,响应时代呼唤是该书的一大特色。20世纪20年代以来,由于环境污染带来的人类食品安全事件层出不穷,国际上如日本的“水俣病”、英国的“疯牛病”、比利时二恶英污染引起的“肉鸡危机”,21世纪以来亚洲发生并扩展到欧洲、非洲、澳洲、北美洲的“禽流感”,已引起各国政府高度重视和戒备。除“禽流感”外,在国内因“瘦肉精”、“猪链球菌感染”、毒酒等发生的群众性食物中毒事件,以及蔬菜等食物中农药残留超标引发的出口退货事件,都引起了广大消费者的空前关注,并提出了“我们还能吃什么”的疑虑。事实上由于党和政府的高度重视,职能部门和从业人员的真抓实干,我国食品安全形势总体上日趋完善;在重庆市,让市民们吃放心粮、放心肉、放心菜的行动目标,已卓有成效。在重庆市百万吨优质柑橘产业化工程建设顺利推进的大好形势下,人们仍然担心重庆柑橘果品是不是放心果。对于这个必须认真回答的敏感问题,过去是关注得多、议论多,而本书恰是以通过深入研究获得的大量科学数据,响亮回答了:重庆柑橘果品是放心果!这也为三峡库区作为中国柑橘优势产业带的优越生态条件提供了新的佐证。

科学性与系统性是本书的特色之二。全书围绕重庆柑橘的质量安全这个中心,对柑橘生产中可能存在的污染物(如重金属、农药、大气污染等)对人体健康的影响,农产品质量安全相关法律法规要求,柑橘等农产品环境质量与食用安全研究结果和环境质量安全技术等方面进行了科学而系统的阐述。字里行间表达了作者对柑橘等农产品安全控制、农业环境资源的合理开发利用和农业环境保护的高度关注。我深信这种关注一定能赢得广大读者的共鸣,因为这是我国经济和社会可持续发展的基础。

实用性是本书的特色之三。书中提供的大量研究数据将有效消除消费者对重庆柑橘果品食用安全的担心和疑虑,为打造重庆柑橘的质量安全品牌和提升国际竞争力增辉,也可为其他产区果品安全性提供参考依据。本书还向生产者推荐了生产安全果品的技术条件和环境背景,为柑橘的规范化生产,提高其综合竞争力提供技术保障。还值得一提的是本书向经营者展现了重庆柑橘产业的内在魅力,其蕴藏的滚滚财源等待他们去发掘。

本书是由重庆市科委资助,由西南大学李道高教授主持的课题组经过3年潜心研究获得的科技成果。借有幸应邀为本书作序的机会,感谢市科委对柑橘业界的大力支持,祝贺课题组丰收,并谨向广大读者推荐。

中国农业科学院柑橘研究所所长

2006年2月





前 言

近年来,农业环境和农产品质量安全问题受到了各级政府、相关职能部门及社会各界人士的高度重视和广泛关注。其主要背景是国内外多次发生农业环境污染和农产品质量安全方面的恶性事件。如 1931 年、1956 年、1968 年日本发生“骨痛病”、“水俣病”和“米糠油”事件。自英国 1986 年公布发现“疯牛病”以来,英国约有 17 万头牛感染疯牛病,为杜绝“疯牛病”而不得已采取的宰杀行动,宰杀了全部感染牛及其所在牛群约 1 180 万头牛,直接损失高达 300 亿美元,除英国之外,法国、葡萄牙、爱尔兰、瑞士也发现了本地牛群染有疯牛病。1999 年比利时发生二恶英污染“肉鸡危机”。2003 年底以来,东南亚发生大规模的“禽流感”事件。在我国国内,四川等地发生的“禽流感”、“猪链球菌感染”,猪肉中“瘦肉精”引起的多起群体性食物中毒与蔬菜中农药残留超标的“曝光”,引起了人们空前的广泛关注,随之便产生了“我们还能吃什么?”这样的疑虑或误解。事实上,经国务院批准,从 2001 年农业部提出并实施“无公害食品行动计划”以来,经过各级政府、职能部门和广大农产品生产者的真抓实干,我国的农产品和食品安全问题有了较大的改善,目前我国的总体食品安全形势基本上是好的。加入 WTO 以来,我国与世界各国间的贸易往

来日益增加,农产品和食品安全已经成为影响农业和食品工业竞争力的关键因素,并在某种程度上约束了我国农业产业结构的战略性调整。我国是发展中国家,人口众多,人均各种资源占有量很少。在高速发展的今天,人口与资源、环境问题是我们必须面对的重大问题。农业环境是人类赖以生存、发展农业生产和繁荣农村经济的物质基础。保护农业环境,合理开发和利用农业自然资源,维护生态平衡是我国环境保护基本国策的主要内容之一,也是农业管理、农业生产和农业科研应遵循的基本原则。

本书以柑橘质量安全问题为主线,主要对柑橘生产中可能存在的主要污染物对人体健康的影响、农产品质量安全相关法律法规要求、柑橘等农产品环境质量与食用安全性研究结果和柑橘质量安全控制技术进行了阐述。旨在表达作者对农产品质量安全问题、农业资源环境的合理开发与利用和农业环境保护的高度关注。

由于作者水平有限,缺点错误在所难免,敬请广大读者批评指正。

本书在编写过程中得到了重庆市科学技术委员会,周常勇研究员、谢金峰博士、李其林硕士、贺忠秀副教授,重庆市农产品质量安全中心米自由主任、周优良书记,农业部农业环境质量监督检验测试中心刘光德主任、赵中金副主任等领导和同志们热情支持和帮助。在本书付梓之际,谨向以上单位、领导和同志们致以最诚挚的敬意和感谢。

编 者

2005 年 11 月



目 录

序	(1)
前言	(1)
第一章 污染物对人体健康的影响	(1)
第一节 重金属对人体健康的影响	(1)
一、重金属对人体健康的影响	(2)
二、重金属对植物的影响	(25)
三、植物对重金属的吸收与富集	(29)
四、土壤性质对重金属生物有效性的影响	(36)
第二节 农药残留对人体健康的影响	(38)
一、概述	(38)
二、农药使用带来的利与害	(40)
三、农药残留对人体健康的影响	(40)
四、农药污染食品的途径	(62)
五、加工、烹调对食品中农药残留的影响	(63)
六、动、植物对污染环境中农药的吸收	(64)
七、食品中农药残留管理	(65)

第三节 大气污染物对人体健康的影响	(70)
一、概述	(70)
二、一氧化碳	(72)
三、总悬浮颗粒物	(72)
四、二氧化硫	(72)
五、氟化物	(73)
六、氮氧化物	(75)
七、氯	(76)
第二章 样品采制与分析方法	(78)
第一节 采样果园基本情况	(78)
一、奉节县袁梁果场基本情况	(78)
二、奉节县百步梯果场基本情况	(79)
三、忠县复旦果园基本情况	(79)
四、江津市果树研究所实验农场基本情况	(80)
五、长寿湖建业果场和同心二分场基本情况	(81)
第二节 样品采制	(82)
一、柑橘及其土壤、灌溉水	(82)
二、大米及其土壤	(83)
三、蔬菜及其土壤	(83)
第三节 分析方法	(84)
一、灌溉水总砷的测定	(84)
二、灌溉水总汞的测定	(84)
三、灌溉水总铜、锌、铅、镉、镍的测定	(84)
四、灌溉水 Cr^{6+} 的测定	(84)
五、土壤总砷的测定	(85)
六、土壤总汞的测定	(85)
七、土壤总铜、锌、铅、镉、镍的测定	(85)

八、土壤有效态铜、锌、铅、镉的测定	(86)
九、土壤总铬的测定	(86)
十、灌溉水和土壤 pH 值的测定	(86)
十一、植物砷的测定	(86)
十二、植物汞的测定	(86)
十三、植物铜、锌、铅、镉、镍、铬的测定	(87)
十四、植物农药残留量的测定	(87)
第三章 柑橘园生态环境质量研究	(89)
第一节 柑橘园环境质量分析与评价	(89)
一、柑橘园土壤重金属含量特征	(89)
二、柑橘园土壤重金属储量特征	(97)
三、柑橘园灌溉水重金属含量特征	(104)
四、柑橘园土壤重金属含量与全国、全球及国标的 对比分析	(106)
五、柑橘园环境质量评价	(108)
第二节 柑橘园土壤重金属行为特征	(110)
一、同层土壤有效态重金属元素间的相关性	(110)
二、不同层土壤重金属元素的相关性	(111)
三、不同层土壤重金属元素差异显著性检验	(115)
四、土壤重金属有效态含量与全量的关系	(116)
五、土壤 pH 值与有效态重金属含量的相关性	(117)
六、不同土类重金属含量的 T 检验	(118)
七、不同土类有效态重金属含量的对比分析	(119)
第四章 柑橘重金属富集及农药残留特征研究	(120)
第一节 土壤—柑橘系统重金属分布特征	(120)
一、柑橘果肉重金属富集特征	(120)

二、柑橘果皮重金属富集特征	(124)
三、柑橘叶片重金属富集特征	(125)
四、柑橘不同部位重金属富集量的对比	(131)
五、柑橘不同部位重金属富集量的相关性	(133)
六、柑橘重金属富集量与土壤重金属含量的相关性	(135)
第二节 柑橘对重金属的富集能力	(140)
一、柑橘不同部位对土壤重金属的富集能力	(140)
二、柑橘不同品种对土壤重金属的富集能力	(154)
三、柑橘等 8 种农产品重金属富集能力对比	(155)
第三节 柑橘农药残留特征初探	(172)
第四节 柑橘果实食用安全性评价	(175)
一、评价标准	(175)
二、评价方法	(176)
三、评价结果	(176)
四、评价结论	(176)
第五章 柑橘质量安全控制	(177)
第一节 产地环境条件控制措施	(177)
一、生态条件	(177)
二、空气质量	(178)
三、灌溉水质	(179)
四、土壤环境质量	(179)
五、基地建设和保护	(179)
第二节 农药污染综合控制措施	(180)
一、植物检疫	(180)
二、抗病虫品种的合理利用	(181)
三、农业防治	(182)
四、生物防治	(183)

五、物理防治	(185)
六、化学防治	(186)
第三节 肥料污染控制措施	(187)
一、施肥的基本原则	(187)
二、有机肥与化肥配合施用	(187)
三、各种营养元素合理搭配	(188)
四、增产增收与培肥改土相结合	(188)
五、植物生长调节剂类物质的使用原则	(189)
第四节 包装、贮藏与运输、标识控制措施	(190)
一、包装	(190)
二、贮藏与运输	(190)
三、标识	(190)
第五节 建立、健全质量安全抽检制度	(190)
一、农业投入品质量安全抽检制度	(190)
二、农产品质量安全抽检制度	(191)
附录 柑橘无公害生产中禁止使用的农药	(192)
参考文献	(193)

第一章



污染物对人体健康的影响

第一节 重金属对人体健康的影响

密度大于 5 的金属元素称为重金属,地壳及岩石中含有 40 多种重金属元素。人体可以通过饮水、食物及生产、生活活动等接触和摄入重金属元素。进入人体的重金属元素有些是人体代谢所必需的,在一般膳食情况下不致造成对机体的危害。但如汞、镉、铅、砷等重金属元素对人体有明确的毒害作用,铜、锌、铬等重金属元素对人体营养有一定意义,但过量摄入,也会导致对机体的危害。有毒重金属进入人体内多以原来的形式存在,也能转变为毒性更强的化合物。多数有毒重金属在机体内蓄积,且半衰期长。长期少量摄入可以产生慢性毒性反应,也可能有致畸、致突变、致癌的潜在危害。一次大剂量给予也可以产生急性中毒。

一般情况下,人体主要靠食物摄入重金属。食品中重金属的来源一是天然本底;二是环境重金属对食品的污染;三是各种炊具和食具的不清洁。

天然本底:地壳的岩石中含有多种重金属,岩石经自然风化,



使重金属铜(Cu)、锌(Zn)、铅(Pb)、镉(Cd)、镍(Ni)、汞(Hg)、砷(As)、铬(Cr)等广泛存在于土壤、水和空气中,构成了环境中重金属的本底值。生活于自然界的动植物中也有一定量的本底重金属值。

环境重金属对食品的污染:各种矿的开采冶炼,有色金属的熔炼,化工生产、造纸业、烧碱业、煤的燃烧等以及各种重金属化合物在工农业生产中的应用,均可以因为废水、废气、废渣的排放造成环境污染从而污染食品。

炊具和食具对食品的污染:各种炊具和食具的不清洁如不锈钢炊、食具重金属含量超标等也会造成食品污染。

一、重金属对人体健康的影响

(一)汞对人体健康的危害

被汞污染的食品,无论采用什么加工和烹调方法,均不能将所含的汞除净,故长期食用被汞污染的食品容易发生食物中毒。如1953年及1960年日本水俣市和新泻市因食用蓄积了工业废水中高浓度甲基汞的鱼,相继发生的“水俣病”事件。1971年至1972年,在伊拉克发生了由于食用经汞杀菌剂处理的小麦种子,中毒者达6 000多人,其中死亡500人的恶性事件。我国过去曾用含汞农药及废水灌溉农田地区,也发生过因农作物含汞量偏高并引起中毒的事故。这些都是甲基汞所引起的人为污染的结果。

1. 汞的吸收、分布与排泄

人体对汞及其化合物的吸收,可通过消化道、呼吸道、皮肤3种途径。金属汞和离子型无机汞在肠道的吸收率很低,约5%~7%,有机汞的吸收率高达95%以上。金属汞主要是以汞蒸气经呼吸道进入体内。进入人体的无机汞被机体吸收的程



度很低,只有离子态的汞才被吸收。汞被吸收后一方面与血浆蛋白、血红蛋白等血浆和组织的巯基($-SH$)结合成结合型汞,另一方面与含巯基($-SH$)的低分子化合物如半胱氨酸、还原型谷胱甘肽、辅酶以及体液中的阴离子形成扩散型汞,随血流分布于全身各脏器组织。甲基汞主要浓集于肝、肾及血液中。汞在体内的排泄,主要经粪便、尿,部分经汗腺、唾液、乳汁排出。

2. 甲基汞的毒性及对人体的危害

有机汞中的苯基汞、烷氧基汞均易降解为无机汞。甲基汞为低分子烷基汞的代表,具有更强的毒性。

通过食品被吸收入人体的甲基汞可以直接进入血液,与红细胞血红蛋白的巯基($-SH$)结合,随血流分布于各组织部位,并可以透过血脑屏障侵入脑组织,严重损害小脑和大脑两半球,特别是枕叶、脊髓后束和末梢感觉神经。甲基汞在大脑的感觉区和运动区蓄积量较高,尤其大脑后叶蓄积量最高,致使中毒患者视觉、听觉严重障碍。甲基汞通过胎盘侵入胎儿脑组织,从而对胎儿脑细胞造成广泛的损害。甲基汞还可引起肝、肾损害和致畸效应。甲基汞在体内可以引起慢性汞中毒,初始症状为疲乏,头晕,失眠,肢体末端、嘴唇、舌齿等麻木刺痛。继后发展为运动失调,语言不清,耳聋,视力模糊,记忆力衰退,严重者可出现精神错乱,痉挛死亡。

甲基汞在脑组织中呈碳—汞($C-Hg$)原形蓄积,能长期蓄积于脑细胞内,在脑细胞中半衰期为 240 天,对脑细胞产生长期毒作用,使脑细胞出现退行性变。

甲基汞属高神经毒性物,成人引起急性、亚急性中毒的总剂量为 $20mg/(kg \cdot bw)$ (体重)。引起胎儿急性、亚急性中毒剂量为 $5mg/(kg \cdot bw)$ 。