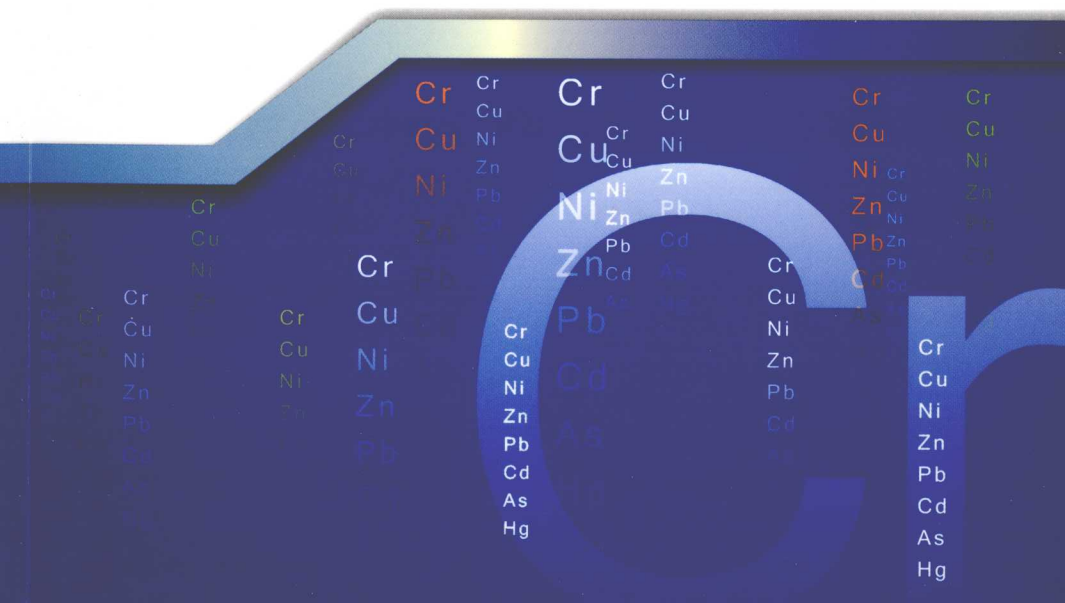


杨定清 等 编著

攀西地区主要蔬菜水果基地 重金属含量 及安全性评价

四川出版集团 四川科学技术出版社



杨定清等 编著 ■

攀西地区主要蔬菜水果基地 重金属含量 及安全性评价

Cr
Cu
Ni
Zn
Pb
Cd
As
Hg

四川出版集团·四川科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

攀西地区主要蔬菜、水果基地重金属含量及安全性评价/杨定清等编著.-成都:四川科学技术出版社, 2009.3

ISBN978-7-5364-6742-2

I.攀… II.杨… III.①蔬菜—土壤环境—重有色金属—残留量测定—攀枝花市②水果—土壤环境—重有色金属—残留量测定—攀枝花市③蔬菜—土壤环境—重有色金属—安全性—评价—攀枝花市④水果—土壤环境—重有色金属—安全性—评价—攀枝花市 IV.S606

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 030670 号

攀西地区主要蔬菜水果基地
重金属含量及安全性评价

编 著 杨定清等
责任编辑 何 光
封面设计 张维颖
责任出版 周红君
出版发行 四川出版集团·四川科学技术出版社
成都市三洞桥路 12 号 邮政编码 610031
成品尺寸 210mm x 146mm
印张 4.75 字数 100 千
印 刷 四川省农业科学院情报所印刷厂
版 次 2009 年 3 月成都第一版
印 次 2009 年 3 月成都第一次印刷
定 价 20.00 元

ISBN 978 - 7 - 5363 - 6742 - 2

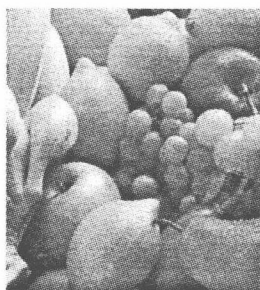
■ 版权所有·翻印必究 ■

■ 本书如有缺页、破损、装订错误,请寄回印刷厂调换。

■ 如需购本书,请与本社邮购组联系。

地址/成都市三洞桥路 12 号 电话/(028)87734035

邮政编码/610031 网址:www.sckjs.com

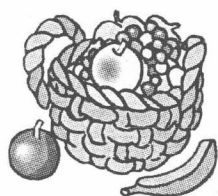


内容简介

本书系统介绍了攀西地区(四川省攀枝花市和凉山彝族自治州)主要蔬菜和水果基地土壤中镉、汞、砷、铜、铅、铬、锌、镍八种重金属元素分布状况和相应蔬菜及水果对这八种重金属元素的吸收累积情况。并按土壤环境标准对土壤进行了污染等级评价,按有关蔬菜和水果质量标准对各类蔬菜和水果进行了安全性评价,为该区无公害农业生产提供了科学依据。

《攀西地区主要蔬菜水果基地
重金属含量及安全性评价》编
著人员名单

杨定清	李仁霖	雷绍荣	周 娅
谢永红	黄惠兰	王 棚	刘晓华
杨世佐	邓正泉	周 平	



前言

无机污染物对人体的危害主要指:汞、铅、镉、砷、铬等进入人体会导致癌变、神经萎缩、生育能力受损、肝和脾受损、骨折疼痛等病症。据报道,我国受铬、镉、铅、砷等重金属污染的耕地面积有上千万公顷,约占耕地总面积的 1/5。全国每年被重金属污染的粮食多达上千万吨。这已引起我国政府及研究人员的重视,我国的北京、上海、杭州、天津、广州、深圳、沈阳、成都、南京、重庆、西安、福州、长沙、湘潭、邵阳、泰安等大中城市都相继对该市郊区菜园土壤的重金属污染状况作过较系统的调查研究工作。

攀西地区(四川省攀枝花市和凉山彝族自治州)位于青藏高原、云贵高原和四川盆地的过渡地带,地处四川省的西南部。由于该区受新构造运动的显著作用,属横断山区高山峡谷的一部分,是地貌学上的著名攀西大裂谷。境内山峦重迭,河谷幽深,断层多,矿产露头多,特别是有色金属矿产资源丰富,从地球化学的观点看,岩石的风化和元素的迁移会直接对土壤产生影响。攀西地区气候具有南亚热带气候的特征,气温高,日照长,平均气温为 17.5 ~21℃,日照时数为 2 700 小时,

是我国著名的热带作物区之一，亦是四川省农业资源开发潜力最大，农产品特色十分突出的区域，受到国家和省内有关部门和学术界的高度关注。近年，四川省委、省政府提出了在攀西地区“做大做特绿色产业”的奋斗目标。为响应省委、省政府的号召，保护和利用好攀西地区有限的土壤资源，开展攀西地区主要蔬菜和水果基地土壤及相关蔬菜和水果中重金属污染调查研究十分必要（攀西地区 20 世纪 80 年代进行过土壤普查，但涉及重金属污染方面的调查几乎为空白），对控制攀西地区环境污染，确保生态平衡，实现食物生产和安全生产的可持续发展具有重要的现实意义和深远的历史意义。

改革开放以来，攀西地区的农业生产取得了长足进步，全面开发南亚热带水果、蔬菜成效显著，建立了一批极具特色的农业生产基地。本研究选择了其中一些主要基地：蔬菜基地选择的是攀枝花市米易县攀莲镇和撒莲镇；水果基地选择的是攀枝花市仁和区大田镇石榴基地、仁和区大龙潭乡芒果基地，西区格里坪镇芒果、枇杷基地，盐边县金河乡芒果、枇杷基地，凉山彝族自治州会理县海潮乡石榴基地等，调查区面积约为 1 万亩。本次调查根据土壤类型、土地利用现状及污染源分布三兼顾的原则，采用系统网格布点法布设样点，在一定面积（约 10 亩）的土壤中采集 3~5 个点的土壤形成一个土壤混合样，共计采集土壤样品 946 个，其中蔬菜地样品 217 个，果园土壤样品 729 个。采集蔬菜样品 130 个，水果样品 411 个。

本研究是首次较系统地分析攀西地区主要蔬菜和水果基地的重金属污染状况。该项目得到了四川省发展改革委员会攀西办事处的大力支持和指导，调查中攀枝花市农业局、仁和区及西区农业局、米易县农业局、盐边县农业局、会理县农业局等亦给予了大力支持，由四川省农业科学院承担，具体实施由四川省农业科学院分析测试中心完成。

目 录

第一章 采样设计	1
1 米易蔬菜基地重金属污染调查采样设计	1
1.1 攀莲镇青皮村蔬菜基地采样设计	2
1.2 撒莲镇禹王宫村蔬菜基地采样设计	3
2 凉山彝族自治州会理县海潮乡打吉塘村石榴基地 采样设计	4
3 攀枝花市西区格里坪镇芒果、桂圆基地采样设计	6
4 攀枝花市仁和区大龙潭乡芒果基地采样设计	7
5 攀枝花市盐边县金河乡芒果、枇杷基地采样设计	8
6 攀枝花市仁和区大田镇石榴基地采样设计	9
第二章 测试方法及评价标准	11
1 土壤样品测试方法及评价标准	11
2 蔬菜水果样品测试方法及评价标准	12
第三章 必需元素土壤与产品分析及评价	15
1 锌	15
1.1 土壤中锌含量分布评价	15
1.2 蔬菜和水果中锌含量分布评价	18
2 镍	25
2.1 土壤中镍含量分布评价	25
2.2 蔬菜和水果中镍含量分布评价	28
3 铜	35
3.1 土壤中铜含量分布评价	35
3.2 蔬菜和水果中铜含量分布评价	37
第四章 非必需元素土壤与产品分析及评价	44
1 镉	44
1.1 土壤中镉含量分布评价	45
1.2 蔬菜和水果中镉含量分布评价	48



2 铅	55
2.1 土壤中铅含量分布评价	55
2.2 蔬菜和水果中铅含量分布评价	57
3 砷	64
3.1 土壤中砷含量分布评价	64
3.2 蔬菜和水果中砷含量分布评价	67
4 汞	73
4.1 土壤中汞含量分布评价	73
4.2 蔬菜和水果中汞含量分布评价	76
5 铬	82
5.1 土壤中铬含量分布评价	82
5.2 蔬菜和水果中铬含量分布评价	85
第五章 综合分析评价	93
1 蔬菜基地土壤和蔬菜重金属综合分析评价	93
1.1 米易攀莲蔬菜基地土壤和蔬菜重金属综合分析评价	93
1.2 米易撒莲蔬菜基地土壤和蔬菜重金属综合分析评价	102
2 水果基地土壤和水果重金属综合分析评价	109
2.1 攀枝花市西区格里坪镇芒果、桂圆基地土壤和水果 重金属综合分析评价	109
2.2 攀枝花市仁和区混撒拉村芒果基地土壤和芒果重金属 综合评价	114
2.3 攀枝花市盐边县金河乡芒果基地土壤和水果重金属 综合分析评价	118
2.4 凉山彝族自治州会理县海潮乡打吉塘村石榴基地土壤和 石榴重金属综合分析评价	123
2.5 攀枝花市仁和区大田镇石榴基地土壤和 石榴重金属综合分析评价	126
附图 1 米易县蔬菜基地土壤采样点地理位置图	131
附图 2 攀枝花市水果基地土壤采样点地理位置图	132
附图 3 会理县石榴基地土壤采样点地理位置图	133
附图 4 攀枝花市米易县蔬菜采样布点示意图	134



目 录

附图 5	攀枝花市仁和区混撒拉村芒果 采样布点示意图	135
附图 6	攀枝花市盐边县金河乡芒果、枇杷 采样布点示意图	136
附图 7	攀枝花市西区格里坪镇肋巴山芒果、桂圆 采样布点示意图	137
附图 8	攀枝花市仁和区大田镇石榴采样点示意图	138
附图 9	会理县石榴基地采样点示意图	139



第一章

采样设计

农业土壤中重金属含量与土壤类型、质地、地形、耕作方式、施肥方式、污染源种类及离污染源的距离等因素有关,该研究项目针对攀西地区,包括攀枝花市的西区芒果、桂圆基地,仁和区石榴、芒果基地;盐边县芒果、枇杷基地;米易县蔬菜基地及凉山彝族自治州会理县石榴基地。每个基地的土壤类型、自然地理环境、灌溉方式、土地利用方式等都有差异,因此对每个研究基地都根据实际情况设计了不同的抽样方式。

1 米易蔬菜基地 重金属污染调查采样设计

米易县是“八五”期间国家重点建设的“南菜北调”基地县,年反季节蔬菜种植规模6万余亩(1亩=667m²)。安宁河谷区气候独特,日照丰富,光热充足,具有典型的南亚热带为基带的



立体气候,拥有“南方的热量,北方的光照”的优势,是四川省的“天然温室”和反季节蔬菜生产的最佳适宜区,其早市蔬菜远销省内及国内的不少大中城市。本项目选择了该县蔬菜主要种植区攀莲镇青皮村(原典所村和水塘村)及撒莲镇禹王宫村(原丙海村)蔬菜基地作为调查对象。

1.1 攀莲镇青皮村蔬菜基地采样设计

攀莲镇即为当今米易县城所在地,介于北纬 $26^{\circ}42' \sim 27^{\circ}10'$,东经 $104^{\circ}44' \sim 102^{\circ}15'$ 之间。位于安宁河干流中段,南距攀枝花 70km,北距西昌 157km,属南亚热带立体气候,年平均气温为 19.7°C ,光照充足,无霜期高达 301.8~313.7 天,冬季气温高,夏秋季节凉,是天然的“大地温室”。214 省道、成昆铁路、西攀高速公路纵贯其间,交通便利。该基地土壤类型主要为安宁河灰色冲积土,有的田块混有附近山坡的客土,母质来源复杂。随机抽取 10% 的土样进行 pH 值测定, pH 值范围在 6.19~7.03,平均 pH 值为 6.53;阳离子代换量为 $5 \sim 14 \text{ cmol}(+)/\text{kg}$ 土。该基地面积约为 3 500 亩。耕种方式为水稻-蔬菜轮作。基地农业种植历史悠久,附近无工业污染源,灌溉用水为安宁河水,土壤中重金属含量主要与母质和施肥及灌溉等因素有关。土壤类型单一,地势平坦,因此,在抽样布点时只考虑了蔬菜种类、离河岸的远近等因素,尽量覆盖各种质地的土壤。蔬菜种类有苦瓜、茄子、豇豆、玉米、番茄、丝瓜、海椒、三月瓜、豌豆、莴苣等。由于该基地是米易县蔬菜科技示范核心区,90% 以上的蔬菜地都较为规范,因此在考虑抽样时,基本上以大棚为单元抽样。采集土样深度 0~20cm,每一取样单元采用对角取样法,一般为 5 点混合成一个待检样。为根据《土壤环境监测技术规范》HJ/T166-2004 中 5.3.1 公式 $N=t^2s^2/D^2$ 计算所需样品数,与本研究所取样本数进行类比(表 1-1)。



表 1-1 攀莲镇青皮村蔬菜基地土壤采样数量检验

元素	均方差 (s^2)	可接受的绝对偏差 (D)	计算取样数 (N)	实际取样数
Cr	903.25	7.55	63	147
Cu	125.44	3.37	42	146
Ni	204.49	2.83	98	148
Zn	2034	15.0	35	143
Pb	97.02	3.04	40	148
Cd	0.028 9	0.044	57	143
As	25	0.92	113	148
Hg	0.01	0.017 5	125	148

注: t 为 95 %置信水平,一定自由度下的 t 值。该基地 t 取 1.96,下同。

s^2 为各元素实际测定结果均方差,下同。

可接受的绝对偏差 (D):按均值的 10%~20%取用,其中镉、汞相对偏差取 20%,其他元素取 10%,下同。

从表 1-1 中可以看出,各元素实际取样数都远大于理论计算的取样数,为理论计算数的 1.2~4 倍,说明该基地采样量足够。由于该基地土壤类型单一,土壤实际抽样数量又大大超过理论抽样数量,因此,在蔬菜抽样时,适当减少了抽样数量,共 83 个,但基本覆盖了所有蔬菜种类,以考察不同蔬菜品种对不同重金属吸收特性。在所抽蔬菜品种中瓜类占 42%,茄果类占 30%,根菜类占 7.2%,叶菜类占 10.8%,豆类占 9.6%。

1.2 撒莲镇禹王宫村蔬菜基地采样设计

米易县撒莲镇位于攀西地区安宁河下段串珠状湖盆式“U”型宽谷的西坡,米易县城西南部。其地理坐标为东经 $101^{\circ}57' \sim 102^{\circ}6'$,北纬 $26^{\circ}42' \sim 26^{\circ}56'$,幅员面积 99.44km^2 。本研究选择禹王宫村蔬菜基地作为调查对象,基地农业种植历史悠久,基地土壤类型同属于安宁河灰色冲积土,有的田块混有附近山坡的客



土,母质来源复杂。随机抽取 10%的土样进行pH 值测定,pH 值范围 在 5.82~6.92,平均 pH 值为 6.82。阳离子代换量为 7.6~22.1cmol(+)/kg 土。该基地面积约为 1000 亩。耕种方式为水稻-蔬菜轮作,施肥方式以复合肥为主。该蔬菜基地附近无工业污染源,灌溉用水为安宁河水,土壤中重金属含量主要与母质和施肥及灌溉等因素有关。采集土样深度 0~20cm,每一取样单元采用对角取样法,一般为 5 点混合成一个待检样。基地抽样数为 69,由于土壤类型单一,地势平坦,因此,在抽样布点时只考虑了蔬菜种类、离河岸的远近等因素,尽量覆盖各种质地的土壤。

表 1-2 禹王宫村蔬菜基地土壤采样数量检验

元素	均方差(s^2)	可接受的绝对偏差(D)	计算取样数(N)	实际取样数
Cr	36	6.05	4	66
Cu	75.86	2.40	51	69
Ni	64.8	3.17	25	67
Zn	3 540	16	53	69
Pb	89.11	3.50	28	69
Cd	0.012 5	0.049 4	20	64
As	4	0.651	36	67
Hg	0.004 49	0.021 6	37	67

从表 1-2 可以看出,各元素实际取样数都远大于理论计算的取样数,为理论计算数的 1.2~16 倍,说明该基地土壤采样量足够。在该基地所抽 47 个蔬菜品种中,瓜类占 34.7%,茄果类占 34.7%,根菜类占 6.5%,叶菜类占 13%,豆类占 10.9%。

2 凉山彝族自治州会理县 海潮乡打吉塘村石榴基地采样设计

会理县位于四川省西南部,凉山彝族自治州的最南端,地理位置为东经 101°52'~102°38',北纬 26°5'~27°12',全县地形



轮廓由东北到西南呈一狭长的山间盆地。会理县具有得天独厚的自然资源和气候资源,境内气候温和,冬无严寒,夏无酷暑,冬暖夏凉,四季如春,素有“小昆明”之称。由于独特的自然环境和气候条件使该县的生物资源极为丰富,特别盛产石榴,会理石榴远销北京、上海、哈尔滨、广州、深圳等大中城市,市场占有率较大,知名度较高,深受广大消费者的喜爱。本研究选择海潮乡打吉塘村石榴基地作为研究对象,该基地为新开垦的山坡地,土地利用最长的有6年历史,土壤为石灰性紫色土,随机抽取10%的土样进行pH值测定,范围为pH值7.86~8.10,均值为pH值7.95。阳离子代换量为18.0~18.4cmol(+)/kg土。该基地面积约为500亩左右。灌溉水源为附近一水库,施肥方式以羊粪等有机肥为主,也施含锌、锰、铁、磷等元素的复合肥。基地附近无工业污染源,土壤中重金属含量主要与母质和施肥及灌溉等因素有关。该基地为丘陵地貌,地形坡度较大,有3年、4年、5年、6年树龄的石榴树,土壤类型单一,采样时除了考虑不同坡度外,还考虑了树龄因素,同一地点在受施肥影响较大的树窝附近和受施肥影响较小的窝间分设取样点,以尽量覆盖不同质地的土壤和人为活动对土壤重金属含量的影响。

表 1-3 凉山彝族自治州会理县海潮乡打吉塘村石榴基地土壤采样数量检验

元素	均方差(s^2)	可接受的绝对偏差(D)	计算取样数(N)	实际取样数
Cr	292.41	6.90	24	46
Cu	30.580 9	2.22	24	45
Ni	17.64	3.50	6	45
Zn	2 025	13.1	45	46
Pb	16.81	0.41	8	46
Cd	0.003 25	0.031 8	12	46
As	2.433 6	0.68	20	46
Hg	0.006 241	0.036	18	46



从表 1-3 看出, 各元素的采样点实际采样数都高于理论计算数, 为理论计算数的 1.02~7.5 倍, 说明采样量足够。在该基地采集青皮软籽石榴样品 52 个。

3 攀枝花市西区格里坪镇 芒果、桂圆基地采样设计

该基地位于攀枝花市西区格里坪镇肋巴山上, 年平均气温 28.9℃, 极端气温 41℃, 属典型的南亚热带干热气候。85% 的土壤为第三系昔格达组岩层(疏松黄色沙岩及黏土岩)的残坡积物发育而成, 15% 为中性紫色土, 随机抽取 10% 的土样进行 pH 值测定, pH 值范围为 6.00~7.77, 平均 pH 值为 7.02。阳离子代换量为 11.2~23.1cmol(+)/kg 土。灌溉用水为基地蓄水池, 施肥方式以猪、鸭、鸡粪等有机肥为主, 也施含锌、锰、磷等元素的复合肥。面积大约 2 500 亩。90% 栽种芒果, 10% 栽种桂圆和枇杷。基地北面 9km 处(直线距离约 2km)有一热电厂, 为粉尘污染的主要来源。该基地为新开垦的坡地, 利用历史最长的只有 6 年。采样时考虑布点因素有土壤类型、质地、坡度、果树种类等。该基地共

表 1-4 攀枝花市西区格里坪镇肋巴山芒果、桂圆基地土壤采样数量检验

元素	均方差(s^2)	可接受的绝对偏差(D)	计算取样数(N)	实际取样数
Cr	2 440	9.34	107	213
Cu	166.4	3.13	65	212
Ni	408.04	4.79	68	212
Zn	2 873	8.99	102	207
Pb	148.84	3.19	56	211
Cd	0.007 056	0.027 4	36	209
As	7.022 5	0.847	38	210
Hg	0.000 441	0.010 9	14	209



设采样点 213 个,在同一种类的果树中布点,同时还考虑了施肥对土壤中重金属含量的影响,同一地点在受施肥影响较大的树窝附近和受施肥影响较小的窝间分设取样点,以尽量覆盖不同质地的土壤和人为活动对土壤中重金属含量的影响。树龄有 4 年、5 年、6 年的芒果和 6 年桂圆树,5 年的枇杷树。

从表 1-4 可以看出,实际取样数远大于理论计算数,为理论计算数的 2~15 倍,说明该基地取样数足够。由于基地芒果品种改良原因,挂果树枝约为种植面积的一半,因此水果采样量只有 60 个,其中 10 个桂圆样品,品种为福圆 8 号,凯特芒果为 50 个,在紫色土上的果树都未挂果。

4 攀枝花市仁和区大龙潭乡 芒果基地采样设计

该基地位于攀枝花市仁和区大龙潭彝族自治县混撒拉村,地处金沙江畔,海拔 2 100m,最低海拔 960m,总面积 220km²,属南亚热带半干旱季风气候区,全年平均气温 20.3℃,年降雨量 800mm,无霜期 350 多天。土壤主要由第三系昔格达组岩层(疏松黄色沙岩及黏土岩)的残、坡积物发育而成,另有极少量的紫色土出露。土地利用方式有的是新开垦的坡地,有的是退耕还林后的水稻土。面积大约 3 000 亩,全都栽种芒果。随机抽取 10%的土样进行 pH 值测定,pH 值范围为 5.98~6.82,均值为 pH 值 6.50。土壤阳离子代换量为 5.20~15.4cmol(+)/kg 土。灌溉用水为基地自建的小型水库,施肥方式以猪粪等有机肥为主,也施含锌、锰元素的复合肥及磷酸氢钙等。

该基地以坡地地形为主,采样时考虑布点因素有土壤类型、质地、坡度、树龄、土地利用历史等。该基地共设采样

