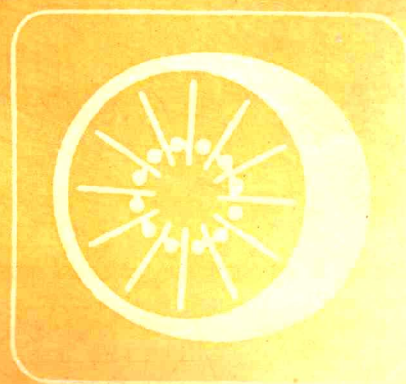




柑橘营养诊断与施肥论文集

THESES OF CITRUS NUTRITION AND FERTILIZATION

俞立达 主编

YU LIDA (Ed.)

上海科学技术出版社

SHANGHAI SCIENTIFIC AND TECHNICAL PUBLISHING HOUSE

ISBN7-5323-3190-3/·346

定 价： 11.00 元

柑橘营养诊断与施肥论文集

俞立达 主编

上海科学技术出版社

编辑委员会

主 编 俞立达
副主编 庄伊美 周学伍
编 委 (按姓氏笔划为序)
刘星辉 张秋明
许建楷 韩为灿

柑橘营养诊断与施肥论文集

俞立达 主编

上海科学技术出版社出版、发行

(上海瑞金二路 450 号)

浙江农业大学印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 12.5 字数 300,000

1993 年 5 月第 1 版 1993 年 5 月第 1 次印刷

印数 1—1000

ISBN7-5323-3190-3/S·346

定价:11.00 元

(沪)新登字 108 号

序 一

果树的营养与施肥是生长发育、开花结果以及果实产量品质的生理基础。果树的适当营养状态,与土、肥、水、光、温、气各因素有着密切的相互作用。

过去的营养诊断,都以目测叶片、枝梢和果实的生长状态,决定施肥标准,而单纯施用氮肥、化肥往往导致缺素症。湖北省宜昌县黄陵庙1962年因单纯施用氮素化肥,引起普遍的小叶病,使原产100万kg甜橙园颗粒无收。通过喷施硫酸锌、加施有机肥恢复营养,才得以丰产。酸性土壤含铝量达0.1ppm就能使柑橘嫩梢枯萎。单纯施用氮素化肥,往往导致缺磷、钾、钙、锌、铁、硼、锰等元素,影响柑橘的生长发育和开花结果。

果树的土壤肥力、营养诊断,已有一百多年的研究历史。氮、磷、钾、钙以及叶片、土壤分析与配方施肥则是1964年以来开始研究。这方面的研究进展,促进了因地、因树、因品种科学施肥,提高了产量、品质,从而达到科学施肥的最佳经济效益。

俞立达等专家、教授,在柑橘营养诊断与配方施肥方面研究多年,造诣很深,并组织了全国有关专家、教授,在召开柑橘营养与施肥第二次、第三次研讨会的基础上,编写、出版《柑橘营养诊断与施肥论文集》。本文集资料新颖,理论与生产实践相结合,是广大柑橘科技工作者的重要参考资料,对指导我国柑橘生产,提高产量、品质,有一定的应用价值。爰此作序,以表祝贺。

国际柑橘学会执行委员 章文才教授

1992年中秋于华中农业大学

序 二

近代,随着国际科学技术的不断进步,果树营养诊断的理论研究和应用技术颇有进展。实践证明,果树营养诊断技术是实现其生产现代化的关键环节,亦是保证果树高产、优质、高效的重要手段。

我国在果树营养与施肥的研究及应用方面,与世界先进水平相比,尚有差距。然而,自1979年在河北昌黎召开首届“全国果树矿质营养与施肥学术讨论会”以来,我国有关科教、生产诸部门的工作者,发扬勤奋、务实精神,在短短的十余年时间,取得了令人欣喜的成绩。在此领域中,柑橘营养与施肥的研究及应用的进展更是令人瞩目。1984年,“全国柑橘营养诊断研究协作组”的成立则是一个重要标志(现为“全国柑橘营养与施肥研究会”)。此后,该组织先后召开三次学术研讨会,并举办七期全国性技术培训班。无疑,这些学术研讨与技术培训,有力地促进了我国柑橘营养诊断和施肥技术的发展。

为进一步推动我国柑橘业的发展,该研究会的同志将第二、三次学术研讨会的论文精选、编辑成《柑橘营养诊断与施肥论文集》。这些论文既涉及基础性研究,亦包括大量的应用技术研究。限于篇幅,该论文集收入的文献难于全面,但已反映出我国当今有关此领域的研究概貌。可以相信,此论文集的出版,将有助于我国柑橘营养与施肥的研究及应用向更高层次发展。

全国柑橘营养和施肥研究会名誉理事长 李来荣教授

1992年9月于厦门

前 言

柑橘营养诊断是柑橘生产和科学研究现代化的一个重要标志,是柑橘合理施肥的先进手段,而合理施肥是保证柑橘实现“一优二高”的重要农业技术措施。

我国柑橘营养诊断与施肥的研究起步较慢,然而十余年来,随着国家改革开放、现代科学技术和先进设备的引进,经广大科技人员的共同努力,使该领域的研究工作取得了较大的进展。特别是1984年在长沙成立“全国柑橘营养诊断研究协作组”,和1989年在南昌研讨会上改为“全国柑橘营养与施肥研究会”以后,学术活动的开展有了组织上的保证,并在各有关单位和领导的关心与支持下,研究会发扬自力更生、发奋图强的精神,使学术活动得到蓬勃地开展,做到每年组办一期技术培训班,两年召开一次学术讨论会,不定期地汇编论文集和译文专辑等工作。到目前为止,已在全国各省举办了培训班七期,培养了数百名专业技术人才,召开了三次全国性的学术讨论会,出席人数近200人次,出版了论文集、译文专辑,并有大量论文在全国各级刊物上发表,不少论文还被各级学术团体评为优秀论文。这无疑促进了我国柑橘生产和科学研究的大力发展。

本论文集是以全国第二、第三次学术讨论会上宣读的论文为主,并收集了部分代表性作品汇编而成。它反映了我国近十年来,在该研究领域中所取得的研究进展和部分科研成果,标志着我国柑橘营养、诊断与施肥的研究进入了一个新的阶段,经济合理的诊断配方施肥正在取代传统的经验施肥。

值此,我们向关心和支持本研究会的单位和领导,在百忙中抽时为本论文集作序的德高望重的章文才教授、李来荣教授和为本论文集审稿的专家们,以及为出版本论文集付出辛勤劳动的上海科学技术出版社、浙江农业大学印刷厂和有关同志们,表示衷心感谢!

由于编著人员各在一方,联系商讨不足,加之水平有限,如有不当之处,敬请读者指正。

全国柑橘营养与施肥研究会

1992年10月25日

目 录

综 述

柑橘营养诊断及其应用·····	俞立达等(1)
-----------------	---------

营 养 生 理

营养平衡及不同时期的营养代谢对锦橙裂果的影响·····	秦煜南等(11)
柑橘叶片矿质营养与产量相关性的研究·····	刘星辉(18)
不同砧木柑氮素营养的研究·····	庄伊美等(24)
锦橙叶片矿质营养元素适量指标的研究·····	周学伍等(29)
沙田柚叶片营养元素含量相关性 & 年变化规律的研究·····	陈腾土等(35)
琯溪蜜柚叶片营养元素含量的研究·····	庄伊美等(41)
广西柑橘园氮、磷、钾营养状况初步研究·····	岳仁芳等(48)
紫色土甜橙矿质营养的研究·····	周学伍等(54)
不同砧木对金柚果实营养品质的影响·····	石伟勇等(61)
椪柑嫁接树和自根树叶片常量元素含量的研究·····	庄伊美等(66)

诊 断 技 术

鄂西长江柑橘带土壤和叶片营养诊断·····	陈 凯 章文才等(72)
柑橘硫素营养失调诊断·····	俞立达等(77)
土壤母质及砧木对柑橘缺素影响的研究·····	周学伍等(81)
柑橘营养诊断与配方施肥初探(I)	
——叶分析和土壤分析诊断与施肥·····	吴金虎等(90)
土壤条件引起柑橘和樟树缺铁黄化症的研究·····	马国瑞等(96)

施 肥 技 术

甜橙氮素营养与施肥技术研究·····	周学伍等(102)
椪柑经济施肥中间试验·····	庄伊美等(108)
柑橘施用氯化铵的研究·····	韩为璆等(113)
柑橘微肥施用试验报告·····	张秋明等(116)
柑橘肥料因子与平衡施肥研究·····	程湘东等(122)
柑橘氮、磷、钾化肥适宜用量和配比研究·····	朱元洪等(129)
温州蜜柑氮肥施用评述·····	石学根等(134)
柑橘氮、磷、钾肥效试验·····	陈冠卿等(140)

柑橘专用复混肥料效果田间试验.....	俞立达等(145)
柑橘专用复混肥料试验报告.....	李信五等(152)
柑橘营养诊断与配方施肥初探(Ⅰ)	
——配方肥料和有机肥的施用效果.....	马湘涛等(158)

稀 土

稀土在柑橘上的应用.....	陈标虎(164)
稀土对柑橘果实品质效应的研究.....	陈冠卿等(168)

简 报

温州蜜柑夏季配方施肥试验初报.....	李信五(175)
湖南温州蜜柑树体营养现状的调查.....	黄秋林等(178)
影响红壤橘园果实品质的土壤肥力因素.....	张颜娟等(180)
不同前处理对柑橘叶片氮、磷、钾分析的影响.....	马湘涛等(183)
柑橘缺锌的诊断及矫治.....	刘光友等(185)
稀土对柑橘座果效应.....	陈星富等(187)

摘 要

矫治柑橘缺锌增产增益.....	陈荣章(189)
山地橘园肥料的主要途径.....	唐振陶(190)
广增素“802”对柑橘保花保果、增进品质效果好.....	广西林桂综合化工厂(191)

综 述

柑橘营养诊断及其应用

俞立达

闵泽萍

(浙江省科学院柑橘研究所, 黄岩 317400)

(湖北省宜昌市柑橘研究所, 宜昌 443001)

提 要 本文主要介绍当今国内外柑橘营养诊断与施肥研究的概况和趋势。概述了柑橘营养诊断研究的生理基础和基本方法。讨论了如何运用营养诊断指导柑橘合理施肥,并提出了今后研究方向。

关键词 柑橘 营养诊断 营养失调 合理施肥

引 言

随着科学的发展,柑橘生产发展十分迅速。当前柑橘市场竞争激烈,各国都在为培育优良新品种、提高果实品质竞争国际市场而努力,各种配套的先进栽培技术也相继孕育而生,柑橘营养诊断法就是其中之一。

柑橘营养诊断是一种应用物理和化学的原理,测定植物体和土壤中的营养成分,以养分平衡学说为基础,对树体和土壤的营养状况作出判断。常用的方法有叶片分析、土壤分析和果实分析法等。植物和土壤分析在科研和生产中的重要作用早就引起人们的极大兴趣和重视。1947年,Goodall 和 Gregory 就对有关植物分析诊断的运用及其发展历史做过很精辟的论述。此后,国际上多次举行有关植物化学诊断及其应用的专题研讨会。在 50 年代召开的 3 次国际学术研讨会上,对以植物分析为主要诊断手段、以合理施肥为主要目的专题进行了深入讨论。1974 年,在西德召开的第七次国际会议上,着重讨论了植物与土壤间的相互关系,在临界状况下的植物矿质营养以及有关的分析技术问题。许多国家成立了有关专门研究组织,开展了植物营养诊断和合理施肥方面的研讨,并相继出版了有关这方面的专著。1964 年和 1974 年,美国加利福尼亚大学出版的《柑橘业》第二卷、第三卷中都有专门章节论述矿质营养、叶片营养诊断法和柑橘施肥,它已成为世界柑橘栽培学、生物学的经典参考著作。1964 年,中国科学院在南京召开了全国微量元素工作会议;1979 年,中国园艺学会在昌黎召开了全国果树矿质营养与施肥研讨会,专门讨论了我国今后这方面的研究规划。近十多年来,柑橘营养诊断和合理施肥的研究与运用得到了迅速发展。我国各地在对柑橘营养基础理论研究的基础上,陆续制订出柑橘主栽品种叶片营养诊断标准和合理施肥措施,研制出各种柑橘专用复混肥料。

(一) 柑橘营养诊断的基本原理

随着科学的高度发展,自动化分析仪器的出现,植物营养诊断测试手段得到不断改进,使人们有可能对植物和土壤成分进行全面而大量的分析,从而有可能较详细地了解植物营养和土壤肥力状况。

叶片不仅是植物进行光合作用的场所,也是贮藏养分的器官。柑橘叶片中的营养元素含量在某一时期相对比较稳定。当树体营养元素发生缺乏或过剩时,叶片上会表现一定的特殊症状,这些特殊症状有助于我们判断这些元素是否缺乏或过量。但当同时发生两种或两种以上元素缺乏或过量,或在潜在营养失调时,必须采取叶片和土壤营养分析诊断法,才能准确地判断植物营养元素的缺乏或过量。由于不同品种、不同时期,柑橘叶片中营养元素含量不同,只有通过研究才能查明,并借以建立不同品种柑橘叶片分析诊断标准,方能有效地将叶片分析诊断法运用于柑橘生产。

为创造一个适宜柑橘生长的土壤环境条件,了解土壤养分状况是十分重要的,土壤分析诊断法就是一种十分必要的手段。首先,必须了解不同植物根系吸收养分的形态和数量,并通过田间生物试验,分别筛选提取各种形态养分的提取剂及浓度。这样,才有可能运用土壤分析诊断手段,达到了解土壤养分及供肥状况的目的。由于土壤是一个复杂的自然体,干扰因素较多,与叶片分析诊断法相比,应用起来要困难得多,尚有待进一步深入研究。

(二) 柑橘营养诊断的主要方法

1. 叶分析诊断法

如前所述,叶分析诊断法是柑橘营养诊断的一种行之有效的方法,已得到广泛应用。正确采集叶样,是获得准确且有代表性的叶分析结果的重要保证。一般当叶龄为4~7个月时,大多数叶片养分含量相当稳定,是叶分析诊断的最佳采样时期。选择采叶的枝梢应采用与所用叶分析诊断标准相同的枝梢类型。在日本和我国,有不少研究者采集营养枝或结果枝上的中位叶作叶样。

叶样采后应根据不同分析目的,及时选用蒸馏水或去离子水0.1%洗涤剂(JOY)或3%醋酸或自来水清洗叶片。一般在60~80℃下烘干48小时,然后粉碎干燥保存。

叶分析诊断确定柑橘叶片营养元素含量适宜范围标准时,必须同时考虑有利于提高柑橘产量和果实品质,以获得最大经济效益为基准。

有关柑橘叶片营养元素含量及其与产量、品质的关系研究不少,大致可归纳为:①不同栽培地,柑橘叶片营养含量不同;②不同种类、品种,柑橘叶片营养含量不同;③柑橘叶片营养含量与产量、品质间有密切相关性。

1962年,Chapman建立了一个适用于甜橙结果枝顶端4~10个月龄春梢叶分析诊断标准。Embleton等(1973)建立了一个适用于成年伏令夏橙和脐橙营养诊断标准(见表1)。该标准除氮外,其他元素的标准可应用于葡萄柚、柠檬和其他一些商品性品种。1976年,日本和歌山建立了一个以宽皮柑橘为主的、运用于结果枝上采叶(10月下旬)的诊断标准。近年来,我国通过柑橘营养诊断的研究,也提出了各地主栽品种的叶分析诊断标准(见表2)。如前所述,不同栽培地区、不同种类与品种的柑橘叶片养分含量各异。因此,建立柑橘叶片营养诊断标准工作,应随着柑橘品种的不断更新和栽培区域的扩大而作出进一步研究。

表1 成年伏令夏橙和脐橙叶片营养分析诊断的标准*

元 素	干物质为基础的单位	范 围				
		缺 乏	低	适 宜	高	过 剩
N	%	<2.2	2.2~2.3	2.4~2.6	2.7~2.8	>2.8
P	%	<0.09	0.09~0.11	0.12~0.16	0.17~0.29	>0.30
K ^①	%	<0.14	0.40~0.69	0.70~1.09	1.10~2.00	>2.30?
Ca	%	<1.6?	1.6~2.9	3.0~5.5	5.6~6.9	>7.0?
Mg	%	<0.16	0.16~0.25	0.25~0.6	0.7~1.1	>1.2?
S	%	<0.14	0.14~0.19	0.2~0.3	0.4~0.5	>0.6
B	ppm	<21	21~30	31~100	101~260	>260
Fe ^②	ppm	<36	36~59	60~120	130~200?	>250?
Mn ^②	ppm	<16	16~24	25~200	300~500?	>1000?
Zn ^②	ppm	<16	16~24	25~100	110~200	>300
Cu ^②	ppm	<3.6	3.6~4.9	5~16	17~22?	>22?
Mo ^③	ppm	<0.06	0.06~0.09	0.10~3.0	4.0~100	>100?
Cl	%	?	?	<0.3	0.4~0.6	>0.7
Na	%	?	?	<0.16	0.0.17~0.24	>0.25
Li	ppm	#	...	<3	3~35?	>35?
As	ppm	#	...	<1	1~5	>5?
Fu ^④	ppm	#	...	<1~20	25~100	>100

①其范围按每树产量而定。

②这些标准不适用于喷过药或沾染尘埃,有可能带有某种特殊元素的叶片。叶片如因已喷药或沾灰而带有Fe、Mn、Zn、Cu,分析值就会出现高或过剩的情况,但以后生长出来的叶片的Fe、Mn、Zn含量就会出现缺乏现象。

③按顶叶的分析数据确定标准(Chapman,1960)。

#这些元素对柑橘生长的机能,尚不清楚。

*除了氮以外其他元素的标准可用于葡萄柚、柠檬,还可应用于其他商品性品种。

根据取自春梢无果先端5~7个月龄叶片的元素含量;分析用叶片取自健康树,而无叶尖黄化症、病虫害及机械伤害等。

表2 我国柑橘各地主栽品种叶养分含量适量范围

(%)

元 素	温州蜜柑	橙 柑	本地早	锦 橙
N	3.0~3.5	2.7~3.3	2.8~3.2	2.75~3.25
P	0.15~0.18	0.12~0.15	0.14~0.18	0.14~0.17
K	1.00~1.60	1.00~1.80	1.00~1.70	0.70~1.50
Ca	2.5~5.0	2.3~2.7	3.0~5.2	3.20~5.50
Mg	0.30~0.60	0.25~0.38	0.30~0.55	0.20~0.50
引用文献	成慎坤等(1985)	陈举鸣等(1986)	俞立达等(1990)	周学伍等(1991)

2. 土壤分析诊断法

土壤分析诊断的正确与否,不仅与化学分析方法有关,而且也与土样采集与处理方法有关。一般土壤分析诊断法包括:

(1)土样采集:一般土壤采样时间是在春季开花前1~2个月或秋季采收后。选择有代表性的果园片,用“Z”字形或对角线取样。每一采样点应于树冠滴水线附近,分2~3层分别采样。采取多点采样、分层混合。

(2)土样采后处理:采集的土样装在干净的塑料袋或布袋中,尽快带回实验室晾干、剔除杂物,风干的土样用木质器具粉碎,并根据测试目的,通过不同的筛网,混合均匀后在干燥条件下保存待用。

(3)土壤诊断指标:不同的土壤类型、品种和养分提取剂与浓度等,其土壤营养指标是不同的。因此,不可能有一个普遍适用的指标。现将目前各地提出的参考指标综合如表3。

表3 柑橘园土壤养分的分级参考指标

土壤养分	养分型态、浓度	方 法	低量或缺乏范围	足量或适宜范围	过量范围	适宜作物	备 注
N	NO ₃ -N(ppm)		<5.00	>5.00	—	柑橘	Chapman(1960)
P	ppm	全磷量	100			柑橘	Aldrich
	ppm	0.7 mol/L 盐酸浸提溶于蒸馏水中, 1:10, 15 min			20~100	柑橘	Bingham (未发表)
K	代换性 (mg/100g 土)	pH7, 1mol/L 醋酸铵	5.3	—	—	柑橘	罗礼凤(1985)
Ca	代换性 (Ca m. e. /100g 土)		0.50			柑橘	Devilliers(1958)
Mg	代换性 (m. e. /100g 土)		0.04~0.20			佛州柑橘	Peech(1989)
	代换性 (m. e. /100g 土)		<1.00			温州蜜柑	Sato(1958)
	代换性 (ppm)		10			温州蜜柑	欧阳洸, 龚高实等 (1983)
Fe	有效态 (ppm)	醋酸铵—硫酸铵 (pH4.0)	<5			温州蜜柑/枳砧	俞立达(1983)
B	水溶性 (ppm)	热水回流可溶性硼	0.08~0.54			柑橘	欧阳洸, 龚高实 (1986)
	水溶性 (ppm)	热水回流可溶性硼, 1:2, 5 min			1.30	柑橘	Penman, Mcalpin (1949)
Mn	(ppm)	代换性 易还原态	<2 <50			柑橘	俞立达(1983)
	(ppm)	代换性	<1.50	>1.50		柑橘	Peech(1939)
Cu	(ppm)	全铜量, 佛罗里达州砂质土			>15000	柑橘实生苗	Reuther, Smith (1953)
Zn	(ppm)	pH7.0, 1mol/L 醋酸铵提取	1.0			柑橘	俞立达(1983)
	(ppm)	0.1mol/L 盐酸提取	0.1~1.5			柑橘	欧阳洸, 龚高实 (1983)

(4)土壤样品的分析:据庄伊美等研究指出:土壤与叶片 20 个相关系数中,仅有 3 个达显著或极显著性,它们是土壤磷(0~20cm、21~40cm)与叶片磷、土壤钾(0~20cm)与叶片钾。以上说明土壤有效养分含量与叶片营养元素含量周期变化的相关性相当复杂,仅依靠土壤分析指导施肥,存在一定困难。为此,南非 S. F. du Plessis(1977)强调,在特定的柑橘园中,土壤分析配合叶片分析作为正确诊断营养状况是有实用意义的。如对铜素营养来说,叶分析不能指出土壤含铜量的毒害水平。因此,建议采用 3mol/L 盐酸浸提的土壤分析法,测定土壤中铜的含量。还证明,有效磷的土壤分析比叶分析更为有用,而钾的土壤分析可作叶分析的补充。土壤 pH 值和土壤钙、镁含量的分析,对于决定土壤石灰量是重要的。

在法国,为确诊缺乏的临界值,调整了土壤分析方法,从而能及时了解植物微量元素的缺乏。L. Deval 和 J. Maxurice(1970)对铁、铜、锰、锌、硼和钼等土壤微量元素的化学分析方法进行了研究。

铁(Fe):测定总铁和游离铁是不可能了解土壤供应给植物铁素的能力,但测定土壤中有效铁含量,可以了解石灰性土壤的缺铁状况。Liwerant(1960)进一步指出缺铁现象的强度和土壤碱度之间有一种新的相互关系。作者(1978)在滨海盐土柑橘缺铁园内观察到,用 pH 4.0 的醋酸铵—硫酸铵溶液提取的有效铁含量在 5ppm 以下,土壤 pH(H₂O)≥8.5。

锰(Mn):应测定土壤代换性锰(包括水溶性锰)和易还原态锰的含量总和即活性锰。那种认为只测定其中的一种是不正确的。作者(1979)观察到,用 1mol/L 醋酸铵提取的锰含量小于 2ppm、用对苯二酚提取的易还原态锰小于 50ppm,柑橘发生明显缺锰症。

铜(Cu):测定总铜量是用硝酸—过氯酸破坏提取的。在法国,缺铜土壤的含铜量为 3~5.5ppm,不缺铜土壤含铜量为 8~75ppm。Blevins massey(1959)用 EDTA 和二硫脲(H_2DE)提取测定了 34 种土壤中的活性铜,发现这两种提取剂与植物吸收铜有显著相关性。

锌(Zn):当土壤 pH(H_2O)大于 6.4、稀盐酸(pH2)提取锌量在 2.1ppm 以下时,将发生缺锌症。作者曾发现,土壤 pH(H_2O)为 7.5、用 1mol/L 醋酸铵提取的锌量在 1ppm 时,柑橘发生缺锌症。

硼(B):诊断缺硼的常用方法是测定土壤中水溶性硼。据作者观察,柑橘发生明显缺硼症的土壤中,水溶性硼含量在 0.25ppm 以下。

钼(Mo):Mitchll 使用中性醋酸铵提取土壤中钼的方法,在作物缺钼诊断中取得最好效果。但必须指出:中性醋酸铵提取的钼,要比草酸铵提取得更少。多种提取剂比较结果以 0.1 mol/L 氢氧化钠和 Tamm 溶液(0.275mol/L 草酸铵—草酸溶液)与植物吸收钼的相关性最大($r=0.849$ 和 0.795)。因此,目前应用较广的是按照 Tamm 公式调节 pH 在 3.3 的草酸铵—草酸提取剂。

3. 诊断施肥综合法(DRIS 法)

(1)基本原理和方法:Beaufils 等在比较作物高产和低产时的养分分布数据中,发现高产组 and 低产组的养分含量的平均值($\bar{x}$)并无多大差别,而低产组的标准差(S. D.)或变异系数(CV%)比高产组的大得多。营养元素的比例也往往比单一元素浓度更能指示出作物所需要的养分之间的平衡状况。因此,他们认为只有当一些元素的比例达到最佳值时,作物才能获得高产。

Beaufils(1973)经过二十余年的研究,在叶分析诊断的基础上提出了营养诊断施肥综合法(Diagnosis and Recommendation Integrated System),简称 DRIS 法。这种方法的特点是除了注意养分浓度外,还利用养分浓度的比值(称为“重要参数”)来解释分析结果。此法的优点是,诊断结果不受采样时期和采样部位的限制,诊断的正确性也比以往的临界值法高,是目前较先进的营养诊断方法。

DRIS 法采用图解法和指数法,对作物的需肥次序作出诊断。其中,图解法简单直观,最适用于三种营养元素间的需肥次序诊断。指数法是用 DRIS 指数来表示作物某一营养元素的需程度。负指数表示作物需要这一元素,负指数的绝对值越大,表示需要强度越大;相反,正指数越大,表示作物对这一元素的需强度越小或不需要,甚至是过剩。当指数为零或接近于零时,则表明该元素与其他元素处于相对平衡状态之中,但并不表明不需要它。根据不同元素的 DRIS 指数值,诊断其需肥次序。

表 4 伏令夏橙 DRIS 诊断指数所用的参比值 (Beverly 等, 1984)

元素比	平均值	标准差 (S. D.)	变异系数 (CV%)
N/P	19.4642	1.81854	9.343
K/N	0.2625	0.0756	28.8
N/Ca	0.6293	0.0963	15.303
N/Mg	8.0946	2.3088	28.523
K/P	5.0746	1.3774	27.143
P/Ca	0.0346	0.0055	16.871
Mg/P	2.6198	0.8525	32.541
K/Ca	0.1667	0.0604	36.233
K/Mg	2.2066	1.1695	53.0
Mg/Ca	0.0825	0.0200	24.243

(2)诊断施肥法的诊断标准:1984年,Beverly等建立了一个伏龄夏橙的DRIS诊断标准(指数)(见表4)。近年来,我国通过柑橘营养诊断的研究,部分省已提出了主栽品种的诊断标准,现综合为DRIS诊断指数(如表5)。

表5 我国各地柑橘主栽品种的DRIS诊断指数的参比值

品 种	元 素 比	适宜范围	平 均 值 ($\bar{x}$)	标 准 差 (S.D.)	变异系数 (CV%)
温州蜜柑 (湖南)	N/P	16.67~23.33	20.00	3.33	16.65
	N/K	1.88~3.50	2.68	0.82	30.6
	N/Mg	5.00~11.67	8.33	3.83	40.0
	Ca/N	0.71~1.67	1.19	0.48	40.3
	Ca/P	13.89~33.33	23.61	9.72	41.2
	Ca/K	1.56~5.00	3.28	1.72	52.4
	Ca/Mg	4.17~16.67	10.42	6.25	60.0
	K/P	5.56~10.67	8.11	2.56	31.5
	K/Mg	1.67~5.33	3.50	1.83	52.3
椪 柑 (庄伊美等)	Mg/P	1.67~4.00	2.83	1.17	41.2
	N/P	18.00~27.50	22.75	4.75	20.9
	N/K	1.50~3.30	2.40	0.90	37.5
	N/Mg	7.11~13.20	10.16	3.05	30.0
	Ca/N	0.70~1.0	0.85	0.15	17.7
	Ca/P	15.33~22.50	18.92	3.59	19.0
	Ca/K	1.28~2.70	1.99	0.71	35.7
	Ca/Mg	6.05~10.80	8.43	2.38	28.2
	K/P	6.67~15.00	10.84	4.17	38.5
本 地 早 (俞立达等)	K/Mg	2.63~7.20	4.92	2.29	46.5
	Mg/P	1.67~3.17	2.42	0.75	31.0
	N/P	15.56~22.86	19.21	3.65	19.0
	N/K	1.65~3.20	2.42	0.78	32.0
	N/Ca	0.94~1.86	1.40	0.46	32.9
	N/Mg	5.09~10.67	7.88	2.79	35.4
	Ca/P	16.67~37.14	26.91	10.24	38.0
	Ca/K	1.76~5.20	3.48	1.72	49.4
	Ca/Mg	5.45~17.33	11.39	5.94	52.2
	K/P	5.56~12.14	8.85	3.29	37.2
	K/Mg	1.82~5.67	3.74	1.92	51.3
	Mg/P	1.67~3.93	2.80	1.13	40.4

(三)营养诊断在柑橘生产上的应用

1. 营养诊断在柑橘营养失调诊断中的应用

大量研究表明,柑橘叶片养分含量与叶片症状表现出密切相关,土壤养分含量与叶片营养也有一定关系。现就柑橘微量元素作简单介绍。

铁(Fe):柑橘叶片含铁素诊断标准见表1。在美国,一般在冬末和春季,缺铁失绿症较为严重,接近夏季,随着叶龄增大,由于含铁量增加,叶片失绿程度减轻,并可能消失。因此,在美国不易在夏季采叶分析铁的含量。然而,在我国滨海涂地柑橘缺铁症的发生,据作者(1978)观察,春季叶片表现较轻,夏秋季较重,认为这与气候和土壤中有效铁含量及树体对铁需要量有关。

以盐酸提取的活性铁作为叶分析诊断指标时,温州蜜柑/枳砧缺铁症叶的活性铁含量一般在40ppm以下。

李学柱、周学伍等(1991)研究指出,四川紫色土上种植的甜橙,由于土壤碳酸钙含量过高,而导致甜橙缺铁黄化。法国 Drouineau(1941)研究指出,对石灰性土壤,可通过分析土壤中碳酸钙含量,推断是否缺铁。Liwerant(1960)进一步研究认为,土壤碱度与植物缺铁存在着一种新的关系;但不同土壤气候条件下,可能有着不同的指标。

锰(Mn):柑橘叶片含锰量见表1。据 Corner(1959)报道,当结果枝上采集的混合叶样含锰量为35ppm或更少时,树体表现轻微缺锰症状;当混合叶样含锰量约为20ppm时,5%的树表现缺锰症;如混合叶样含锰量为10ppm,则所有树都表现出叶面缺锰症状。据作者(1978、1979)报道,我国滨海涂地柑橘的缺锰症状,往往被缺铁症状所隐匿,采用叶分析才能准确作出诊断。一般缺锰症状叶含锰量在20ppm以下。而在丘陵山地酸性土壤患锰过剩症的温州蜜柑叶含锰量在100ppm以上。

作者还观察到,土壤活性锰(水溶性、代换性和易还原态3种锰的总和)含量与柑橘锰营养失调症的发生有密切关系。当水溶性和代换性锰总和在2~3ppm、易还原态锰小于50ppm时,柑橘易发生缺锰;当水溶性和代换性锰总和在70ppm以上时,易发生锰过剩症。

锌(Zn):Stewart等(1955)报道,几乎完全黄化的缺锌叶片含锌量为16ppm;而呈黄绿色杂斑的叶片平均含锌量为21ppm;呈浅绿色杂斑的叶片平均含锌量为29ppm。Embleton、Walihan和Goodall(1965)报道,一般锌含量低于16ppm,橙叶表现缺锌症状;当叶片含锌量低于10ppm,柠檬叶片才可能表现缺锌症。作者(1979)观察到,当叶片中含锌量小于15ppm,本地早叶表现出明显的斑驳和小叶症状。

硼(B):橙类叶片硼的适宜含量为31~100ppm,低含量为21~30ppm,高含量为101~260ppm。柑橘叶片含硼量高于100ppm,叶片将会表现出中毒症状。作者(1982)观察到,红橘缺硼症叶含硼量在10ppm以下。本地早正常叶平均含硼量为40ppm左右。

钼(Mo):柑橘对钼的需求量极少。Smith(1966)报道,甜橙春梢营养枝叶含钼量0.05ppm为缺乏,0.1~1ppm为适量,2~500ppm为过多。我国黄岩本地早叶片平均含钼量为0.056ppm。当柑橘叶片上出现明显椭圆形黄斑时,喷施0.05%钼酸铵(含钼约58ppm),能使黄斑症状消失,且能促进生长、增加产量、提高品质(洪湘汉等,1990)。

铜(Cu):柑橘春梢叶含铜量小于4ppm为缺乏,5~15ppm为适量,大于20ppm为过剩。我国黄岩潮土上种植的本地早叶片含铜量平均在7ppm左右,属适量范围。

2. 营养诊断指导下的合理施肥

已有大量的研究资料表明,要获得柑橘高产,以氮、磷、钾对柑橘果实大小和品质的影响最大,其次是钙、镁和硫。其他铁、锰、锌、硼、铜和钼等微量元素对果实发育和品质也有一定影响。

如何以合理的营养供给,获得最大的经济效益,是柑橘生产经营者所希望的。在不同时期,柑橘对营养元素的需求,呈一浮动变化状态。现在,世界上大多数柑橘栽培者,都采用以叶分析为主的营养诊断法,制订施肥标准。而土壤分析作为指导土壤改良的依据和指导施肥的辅助手段。

现将柑橘氮、磷、钾、钙、镁的施用研究情况作扼要介绍。

氮(N):掌握氮肥的施用,关键在于施用氮肥必须达到足够与经济产量相应的营养水平,