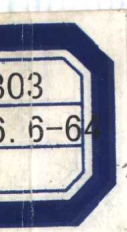
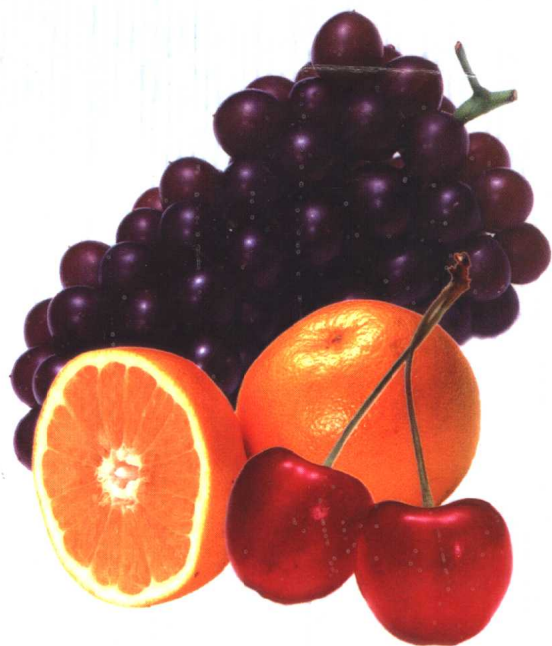
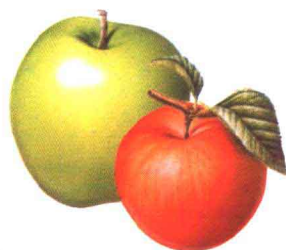


果树营养失调症 原色图谱

马国瑞 石伟勇 主编



中国农业出版社



果 色 调 症

YUAN CE TU PU

原色图谱

马国瑞 石伟勇 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

果树营养失调症原色图谱 / 马国瑞, 石伟勇主编.
北京: 中国农业出版社, 2001.3
ISBN 7-109-07111-1

I. 果 ... II. ①马 ... ②石 ... ③余 ... III. 果树缺乏
病 - 图谱 IV. S436.3-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 00741 号

中国农业出版社出版
(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)
(邮政编码 100026)
出版人: 沈镇昭
责任编辑 贺志清

北京日邦印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行
2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm × 1168mm 1/32 印张: 3.375

字数: 60 千字 印数: 1~5 000 册

定价: 16.80 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)



编写人员

主 编	马国瑞	石伟勇
副 主 编	符建荣	
编 者	谢锦良	李 延
	张建人	



内 容 简 介

本书收集了果树氮、磷、钾、钙、镁、硫、硼、铁、锰、锌、铜、氯等元素营养失调症彩色照片170余张,直观地再现了不同果树营养失调症的主要特征。同时,还对各种营养元素失调症的发生条件、诊断技术及防治措施作了扼要介绍,是一本操作性较强的施肥指南。它既可供农业技术人员和广大果农阅读,又可供农业院校师生参考。



前言

果树大多是多年生木本作物，具有高大的树体，发达的根系，长达数年乃至数十年生长在固定的土壤中，每年要从土壤中选择性地吸收大量的营养元素，一旦养分供应不足，很容易造成土壤中某些养分的亏缺，加上近年有机肥用量锐减和氮、磷、钾化肥施用比例失调，使果园土壤养分平衡状况日趋恶化，以致果树营养失调障碍日趋普遍，这是当前导致果树产量降低和品质变劣的主要原因。

果树产生营养失调障碍时，会在树体不同部位（叶、枝、果、根等）表现出特异症状。人们可以通过对这些特异症状的了解，并结合土壤和植株分析，迅速地提出各种营养失调症的防治措施。为了真实再现各种营养失调症的特征，本书收集了170余张果树常见的营养失调症彩色图片，以供具体应用时对照。

本书在编写过程中着重强调实用性和可操作性，介绍了一般情况下的营养失调症的诊断指标和防治措施，在具体应用时，可以根据当地情况作适当调整。

作者多年从事果树营养与施肥的教学和科研工作，深感广大农技人员及果农迫切需要有关果树营养障碍的发生、诊断及防治方面的知识。为此，我们尽力收集了这一领域近期研究的最新成果，并结合自己的实践撰写成本书，以期为读者有所助益。

本书在撰写过程中，得到了秦遂初教授、杨玉爱教授的大力支持，并提供了不少素材，在此谨表衷心感谢！

编者

2001年2月



目 录

前言

一、果树营养诊断的基本知识	1
二、果树氮素失调症	11
三、果树磷素失调症	19
四、果树钾素失调症	24
五、果树钙素失调症	31
六、果树镁素失调症	38
七、果树硫素失调症	45
八、果树硼素失调症	49
九、果树铁素失调症	60
十、果树锰素失调症	68
十一、果树锌素失调症	74
十二、果树铜素失调症	79
十三、果树氯素失调症	82
附表1 果树营养缺素症状判断	86
附表2 主要树种叶分析的取样方法	88
附表3 果树叶分析诊断参考指标	89
附表4 三要素施用量及其比例	91

附表 5	果树形成 1 000kg 经济产量吸收的 氮、磷、钾量 (kg)	92
附表 6	果园土壤分析诊断参考指标	92
附表 7	果园常用化学肥料的养分含量	93
附表 8	果园常用有机肥料的养分含量	95
附表 9	果园常用肥料混合使用	97
附表 10	果树叶面喷施肥料的适宜浓度	98
主要参考文献		99



一、果树营养诊断的基本知识

(一) 果树必需的营养元素

果树的组成十分复杂,迄今为止,已发现含有70余种化学元素,自然界中存在的元素在果树体内几乎都有它的踪迹。然而,这几十种元素并不都是果树必需的。人们通过反复研究发现,有16种元素是必需的。其中,碳(C)、氢(H)、氧(O)、氮(N)、磷(P)、钾(K)、钙(Ca)、镁(Mg)、硫(S) 9种元素含量大,可占干重的千分之几到百分之几,称为大量元素;铁(Fe)、硼(B)、锰(Mn)、铜(Cu)、锌(Zn)、钼(Mo)、氯(Cl) 7种元素含量少,只占干重的千分之几到十万分之几,称为微量元素。这些必需的营养元素,虽然在体内含量有多有少,但各有其独特作用,彼此不能替代。

大量的研究表明,果树所需的氢和氧主要来自水(H_2O),碳来自空气中的二氧化碳(CO_2)。氮、磷、钾、钙、镁、硫、铁、硼、锰、锌、铜、钼、氯等元素可由土壤供给。然而,果树对氮、磷、钾需要量大,而土壤的供应量往往不能满足需要,通常要增施氮、磷、钾肥。

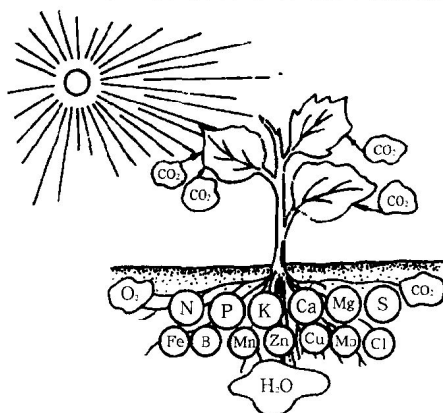


图1 作物养分来源示意图

所以,人们把氮、磷、钾称为“肥料三要素”。钙、镁、硫虽然也属大量元素,但这三种元素在一般土壤含量较多,可以满足果树生长的需要。当然,在缺少时 also 需施用。至于微量元素,由于果树对它们的需要量少,一般土壤中的含量已能满足要求。不过,随着果树高产、优质品种的种植,氮、磷、钾肥料用量的增加,果树微量元素缺乏症也日益增多。

多,如缺硼引起苹果“缩果病”、柑橘“石头果”、油橄榄“多头病”等;缺锌引起苹果“小叶病”、柑橘“绿肋黄化病”等;缺铁引起梨树枝尖叶片脉间失绿,出现“顶枯”、桃树“白叶病”、苹果新梢顶端叶片呈黄白色,出现“梢枯”等;缺铜引起果树“郁汁病”或“枝植病”等;缺锰引起胡桃叶片脉间出现带棱角状的坏死、美洲山核桃叶片变小,并呈杯状上卷,形成“鼠耳”等;缺钼柑橘中、下部叶片表面有黄斑,并向内侧卷曲,形成杯状或筒状(称抱合症)等。果树所需养分的来源可归纳为图1。

(二) 果树发生营养失调症的原因

果树营养失调症的发生,既受到果树本身营养特点的左右,同时也受到土壤、天气等环境因素的影响。

1. 果树营养特性 果树大多是多年生木本作物,它与大田作物相比,具有以下几个明显的特点:

(1) 生命周期长,营养要求高 果树一经定植,在同一块土地上要生长十几年乃至几十年。因此,果树就会长年从土壤中有选择性地吸收大量养分,一旦土壤养分供应不平衡,就很容易引起某些元素缺乏或过剩,尤其是微量元素的缺乏现象更为普遍。所以,果树对土地的生态条件要求高,只有在土层深厚、质地疏松、酸碱度适宜、通气良好的土壤中,才能根系发达,枝干健壮,果多质优。

(2) 树体营养和果实营养要均衡 果树在年生长周期中,要调节营养生长和果实发育之间的养分平衡,才能获得高产优质的商品果实。一般认为,在新梢抽发期以施氮肥为主;花期、幼果期和花芽分化期以施氮、磷肥为主;果实膨大期应配施较多钾肥。如供肥不足,则营养生长不良,即使着生较多的花芽,也会因为得不到足够的营养而不能良好发育,致使果少质次;反之,施肥过多,尤其氮肥过多,会使营养生长过旺,梢叶徒长,花芽分化不良。同时,旺长的枝叶,还会与果实争夺养分,引起果实营养缺乏症。在生产上,因施肥不当造成果实缺钙的情况十分普遍。所以,施肥必须考虑枝叶和果实间的营养平衡。

(3) 砧穗组合与营养关系密切 果树采用嫁接进行繁殖,以维持其优良性状。然而,嫁接的砧木和接穗的组合不同,会明显地影响养

分的吸收和体内养分的组成。如在柑橘类果树中,枳壳作为砧木时,接穗内的含氮量比用粗柠檬作砧木的低,而接在酸橙和粗柠檬上的接穗叶内含磷量,比接在枳壳上的低。又如,柑橘用枸头橙为砧木的本地早、温州蜜柑、早柑、椪柑和瓯柑,苹果用海棠作砧木,在碱性或石灰性土壤上则不易产生缺铁黄化症;柑橘用枳壳、苹果用山荆子作砧木,则极易产生缺铁黄化症。因此,筛选高产、优质的砧穗组合,不仅可以节省肥料,而且可以减轻或避免营养失调症。

2. 土壤条件 果树所需养分,有相当部分是由土壤供给的。据日本对苹果、梨、温州蜜柑、葡萄4种果树三要素试验资料框算,氮吸收量的30%,磷、钾吸收量的50%来自土壤。可见,土壤肥力高低与果树生长和养分吸收的关系十分密切。

(1) 土壤养分 土壤养分不足或施肥比例不当是果树产生营养失调症的主要原因。在当前果树施肥中存在着3个突出问题:一是偏施氮肥,造成氮、磷、钾比例失调。据报道,近年我国施用化肥的 N 、 P_2O_5 、 K_2O 比例为1:0.45:0.14,与果树要求的 N 、 P_2O_5 、 K_2O 比例1:0.5:1相比较,表现出钾的比例明显偏低,使土壤—果树系统钾素处于严重亏缺状态;二是不重视微量元素肥料的施用,导致果树缺硼、缺锌、缺锰的情况较为普遍;三是有机肥料用量明显减少。据浙江省调查,有机肥提供养分的比重已由20世纪70年代的70%,下降到近年来的30%左右,在一些地区,每公顷果园的有机肥投入量不足15 000kg,土壤有机质难以达到平衡。

(2) 土壤酸碱性 不同果树对土壤酸碱性的要求各异。大多数果树适宜在微酸性和中性环境中生长(表1),pH过高、过低均不利果树生长。如苹果、柑橘生长在pH8以上的土壤,容易产生缺铁黄化症;酸度过高会影响根系生长,对果树生育同样会造成不良影响。

土壤酸碱性还影响土壤中的有效养分。一般来讲,有效氮在中性附近最多;有效磷在pH5.5~6.5时含量高,高于7.0或低于5.5时,磷就会和土壤中钙或铁、铝离子结合,形成磷酸钙或磷酸铁、铝的沉淀,使磷的有效性降低;钾、钙、镁的含量在pH大于6时增高;硫在酸性条件下常感不足;微量元素铁、锰、锌、铜、硼则以酸性土壤居

表1 主要果树要求的土壤酸碱度 (pH)*

果树种类	可耐范围	最适范围	果树种类	可耐范围	最适范围
苹果	5.3~8.0	5.4~6.8	菠萝		4.5~5.5
梨	5.4~8.5	5.6~7.2	香蕉	4.5~8.0	6.0~6.5
桃	5.0~8.2	5.2~6.8	油梨		6.0~7.0
葡萄	5.0~8.2	5.8~7.5	杧果		5.5~7.5
板栗	4.5~7.6	5.6~6.5	椰子	5.0~8.0	7.0
枣	5.0~8.5	5.2~8.0	荔枝		6.0~7.5
柑橘	5.0~8.5	5.5~6.5	核桃	5.0~8.0	6.5~7.5
橙		6.0~7.0	龙眼		5.4~6.5
柿		5.0~6.8	香榧		5.0~6.5
无花果		7.2~7.5	橄榄		4.5~5.0
櫻桃	6.0~8.0	6.5~7.5	猕猴桃		4.9~6.7
山楂		6.0~7.5	枇杷		6.6~7.0
杨梅		4.0~5.0	银杏		6.5~7.5
杏		6.8~7.9	腰果		6.0~7.5

* 综合资料。

多,但钼是例外,在酸性条件下有效性低(图2)。所以,在酸性土壤果树容易发生磷、钾、钙、镁、钼等元素的缺乏,而生长在碱性土壤或石灰性土壤的果树,常发生锌、铁、锰等元素的缺乏。

(3) 土壤通气性 果树根系的正常生命活动,要求土壤有一定的通气条件。苹果根系只有在土壤空气中的氧(O_2)浓度为12%~15%时,才能正常生长;梨、桃要求在10%以上;甜橙在2.5%时,根系仍能生

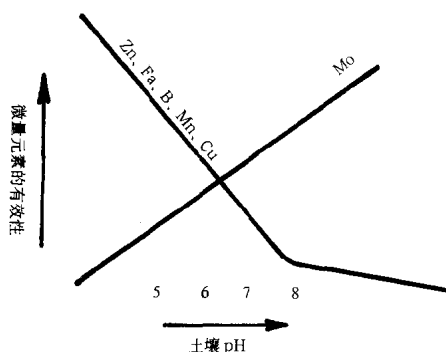


图2 微量元素的有効性和土壤 pH 的关系

长。小林等(1964)对桃、温州蜜柑、柿、葡萄进行研究后指出,随着土壤中氧浓度降低,在减少新梢生长量和总鲜重的同时,钙、镁、钾、氮等营养元素吸收减少,其中对钾的吸收不论在哪种果树上均无例外地受到抑制。

(4) 土壤水分 不同果树对水分的要求各异(表2)。凡抗旱性较强的果树,则不耐

湿；反之，耐湿性强的果树则不抗旱。一般认为，土壤水分保持在田间持水量的60%~80%时，根系能正常生长，养分吸收也可顺利地进行。土壤干旱或土壤水分过多，均容易引起果树缺素症。

表2 常见果树的抗旱性及耐湿性

项 目	强	中 等	弱
抗旱性	桃、杏、石榴、葡萄、核桃、无花果、荔枝、龙眼、菠萝等	苹果、梨、板栗、柿、樱桃、李、梅、柑橘等	香蕉、枇杷等
耐湿性	香蕉、椰子、柿、梨等	葡萄、柑橘等	菠萝、桃、无花果、樱桃、杏、李等

此外，不良的耕层，如土体僵硬坚实，下层有硬盘、漂白层等障碍层次，也能限制根系伸长，减少果树对养分吸收，自然也会促使果树营养失调症的发生。

3. 天气条件 天气条件与果树营养失调症的关系也十分密切，其中主要是光照、温度和水分。

(1) 光照 不同果树对光的需求程度各异。如在常绿果树中，椰子、香蕉比荔枝和龙眼更喜光，而杨梅、枇杷和柑橘则较耐阴；在落叶果树中，桃、杏、枣等比较喜光，苹果、梨、葡萄等次之，而猕猴桃、核桃、山楂则较耐阴。

光照不足，能明显影响磷、钾、氮的吸收，但对钙、镁影响小，其影响吸收的顺序是： $P_2O_5 > K_2O > NH_4^+$ 、 $MnO > SiO_2 > MgO > CaO$ 。所以，光照不足时，尤其是喜光果树更容易发生缺磷和缺钾。

(2) 温度 温度不仅影响果树根系生长，也影响根系对养分的吸收。落叶果树苹果根系的伸长以20℃为宜，但常绿果树柑橘要求的温度则较高，土温在26℃时，才最适于根系生长。因此，只有满足果树根系对温度的要求，才能吸收较多的养分。然而，温度对养分吸收的影响因养分种类而异。有人对香蕉的研究指出，当昼/夜温度低于29/22℃时，植株体内营养元素的浓度，除铁外均降低，铁在25/18℃，氮、钾、硼在33/26℃，磷、钙、铜在37/30℃，镁、氯、锰、锌在29/22℃时浓度最高。

(3) 雨水 水分过多或过少，均左右土壤中营养元素的释放、固定和淋失。在干旱年份，果树容易出现缺硼症，应注意硼肥的使用；在

多雨季节，容易造成土壤中镁的流失和降低铁的有效性，常促使果树缺镁、缺铁。

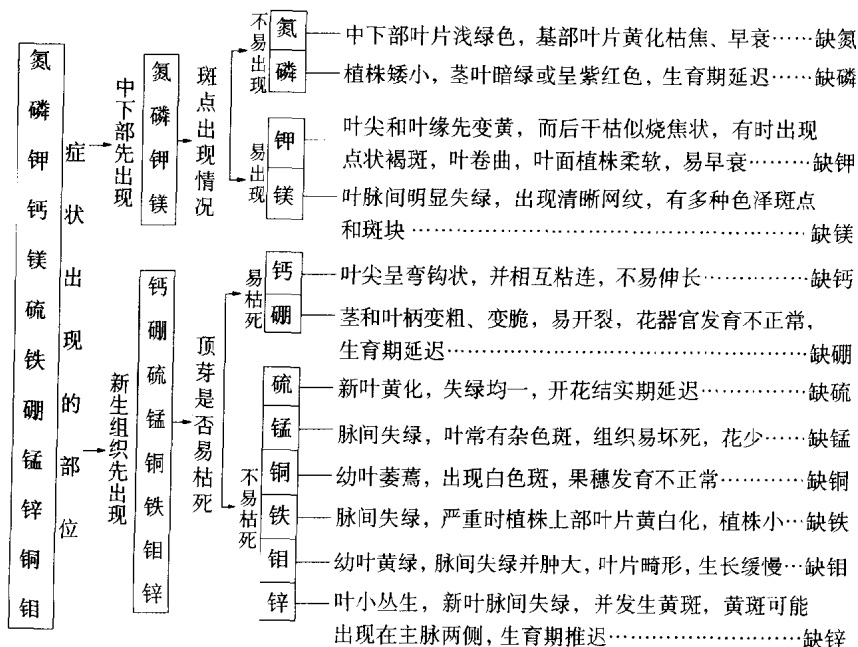
（三）果树营养失调诊断内容

营养失调诊断是通过外形、土壤分析、植株分析或其它生理生化指标的测定，对植株营养状况进行客观判断，用以指导施肥，或改进其它管理措施。

1. 外形诊断 外形诊断（症状诊断及长势、长相诊断）对了解植株短时间内的营养状况是一个良好指标。

不同元素其生理功能及其在果树体内移动性各异，因此，出现的症状及部位也有一定的规律性。人们根据这些规律制成了分析判断某种养分缺乏的检索表（表3）。

表3 果树营养元素缺乏症检索表



然而，外形诊断通常只在植株仅缺一种营养元素情况下有效，如同时缺乏两种或两种以上营养元素，或出现非营养因素（如病虫害或药害）而引起的症状时，则易于混淆，造成误诊。再则，植株出现某些营养失调症时，表明植株营养失调已相当严重，若此时采取措施，常为时过晚。尽管如此，由于该法简单易行，无需仪器测试，至今仍是野外诊断的常用方法。

2. 土壤分析诊断 土壤分析诊断的目的，在于了解土壤中某一时期易被果树吸收的可给态养分的动态变化及供肥水平，并以此为基础，提出了果树土壤养分含量的丰缺指标（附表6）。

然而，土壤中养分能否被果树吸收，还受到土壤供应养分的因子（如土壤种类、土壤中养分总量、阳离子交换量等）及果树利用土壤养分的因子（如果树种类、品种等）影响。土壤温度、土壤水分、土壤通气状况、土壤pH及元素间的相互作用等因素，既影响土壤中养分的供应，又影响果树对养分的吸收，这些微妙的关系，使得单方面的土壤分析标准难以直接准确地反映果树吸收利用养分的状况。尽管如此，这也不能说土壤诊断不重要。首先，它可印证植株营养诊断的结果；其次，植株的外形诊断及植株分析，只能显示植株测定时的营养状况，而不能预报当调整了现实营养失调后，可能再发生的限制因子是什么，但土壤诊断可以给予一些提示及线索；第三，它能帮助我们找到植株营养失调的原因。

3. 植株营养诊断 果树与大田作物不同，其当年树体营养水平，除部分受土壤供给状况影响外，也受树体中初始贮藏养分水平的影响。因此，只测定土壤养分状况，并不能完全反映树体的营养状况，必须直接以树体本身的养分水平作为营养诊断的依据。在一定条件下，植株养分浓度与产量或生长量呈曲线模式（图3）。曲

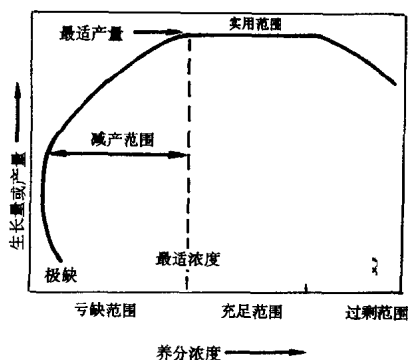


图3 养分浓度与果树产量或生育量关系的模式图

线的前面一段，表示养分极缺时，由于植株生长所引起的稀释效应；在缺乏区，随体内养分浓度增加，生长量或产量也随之增加，至最适浓度时，达最大生长量或产量；在足量区，养分奢侈吸收，已无明显生长效应；在过剩区，奢侈吸收进一步发展就会使养分在体内积累，导致营养失调以至产生毒害。因此，植株体内养分最好控制在最适浓度范围内，即有效区内，这个范围稍高于最适浓度，以保证有充足养分供应而不致于减产。并以此为基础，提出不同果树植株养分的诊断指标（附表3）。

4. 生理生化诊断 当果树某些营养元素失调时，将影响体内一些生理生化过程的速度和方向，引起体内酶活性的变化。据报道，柑橘缺铁时过氧化物酶，缺锌时碳酸酐酶，缺氮、缺钼时硝酸还原酶活性降低（表4）。另外，缺磷时则酸性磷酸酯酶活性增加。

表4 柑橘植株营养元素缺乏对体内酶活性影响*（相对%）

养分状况	含 Mo 硝酸还原酶	含 Fe 过氧化物酶	含 Zn 碳酸酐酶	含 Cu 抗坏血酸酶
正常	100	100	100	100
—Fe	63	36	110	102
—Mn	100	165	86	120
—Zn	51	100	20~30	106
—Cu	88	110	96	57
—Mo	9	108	83	126
—N	20	75	—	—

* 引自 E.J.Hewitt 等的资料。

养分亏缺还会发生代谢产物的累积，现已了解，缺钼造成硝态氮的积累；缺钾造成丁二胺的积累；缺铜时，质体兰素减少，光合活性下降。精氨酸和谷氨酸的累积是由数种养分亏缺造成的（表5）。

表5 养分亏缺对果树叶片中精氨酸和谷氨酸的影响*

氨基酸	果树种类	—Mg	—Fe	—Mn	—Zn	—Cu
精氨酸	柑橘	+	+	0	+	0
	柠檬		+	+		
谷氨酸	柑橘		0	0	+	+
	柠檬		—	0		

* 引自 R.M.Samish 资料。+ 表示增加；— 表示减少；0 表示没有变化，空白处表示没有资料。

生理生化诊断较之外形诊断能更早地察觉植株营养状况,是一个很有应用价值的诊断方法,但目前测试技术还不够完善,测定结果尚未量化,方法也比较复杂,而且又费时费事,至今还尚未被广大果农所应用。近年,采用便携式叶绿素仪 (SPAD),可以在无损植株的情况下,在田间诊断果树的氮素营养水平,并以此作为氮肥推荐的依据,具有简单、快速的特点,已在部分农作物的施肥研究中得到应用。

总之,在进行营养诊断时,最好同时采用多种方法,以保证诊断的准确性。

(四) 营养诊断的研究动向

1. 从单一元素的临界值诊断发展到综合诊断 目前果树营养诊断采用的标准是单一元素的临界范围法。然而,在应用临界范围法来指导施肥,仍有许多实际困难,其原因在于叶片(或叶柄)中元素含量受许多因素的影响而波动,如果树品种、叶龄和叶片着生部位、土壤水分状况及农业措施等。而由皮费尔(Beaufils)和沙恩奈(Sumner)创立的养分平衡诊断法(DRIS),能诊断果树对营养元素的需要顺序,且诊断结果受果树品种、种类及叶片部位等因子的影响小,诊断的准确性也比临界范围法高。这种综合诊断方法尽管还不能根据诊断结果确定施肥量,但它可以告诉人们需要增施什么肥料,再结合临界值法、肥料效应方程,就可确定施肥量。自DRIS法问世以来,已在柑橘、凤梨等多种果树上得到应用,并积累了大量资料。因此,有必要对DRIS法所需数据提出规范化处理和指数计算的计算机语言,以便更好地作出判断。

2. 拓宽营养诊断内容,完善诊断技术和方法 目前营养诊断大多侧重于植株养分分析,但鉴于果树对土壤养分的依耐性在一定程度上高于对当季肥料依耐性这一事实,近年在提高果树对土壤养分利用效率方面的研究十分活跃。开展了土壤中缓效性和难溶性养分、土壤—根系界面养分及环境动态的研究;植物养分吸收效率的理想根构型、根系对养分最大亲和性及其在吸收养分上的作用,不同土壤溶液中最低吸收浓度极限值等内容的研究,以期合理施肥提供一些重要参数。

在测试手段方面,在进行有关田间速测仪器的引进和研制同时,还必须采用先进的测定仪器和应用同位素进行研究,这对阐明元素吸收、

运转和分配具有特殊的效果。原子吸收分光光度计、等离子发射光谱，已被广泛应用于果树矿质营养特别是微量元素营养的分析中。随着时代的进步，更为先进的测试装置，如电子探针以及灵敏度高、并能进行非破坏性分析的质子 x - 荧光分析仪及中子衍射活化分析装置，在营养诊断研究中被广泛应用也为期不远。