

园艺植物 营养诊断标准

〔美〕H.D. 查普曼主编

庄伊美 江 由 邵少华 译



上海科学技术出版社

园艺植物营养诊断标准

〔美〕H. D. 查普曼 主编

庄伊美 江 由 邵少蕙 译

李来荣 校阅



北林图 A00005258

353820

上海科学技术出版社

Diagnostic Criteria for Plants and Soils
H. D. Chapman

园艺植物营养诊断标准

(美) H. D. 查普曼 主编

庄伊美 江 由 邵少蕙 译

李来荣 校阅

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

总发行所上海发行所发行 上海东方印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 17.25 字数 378,000

1986年7月第1版 1986年7月第1次印刷

印数: 1—3,900

书号: 16119·880 定价: 2.80 元

增 译 前 言

随着我国园艺事业的发展, 园艺植物营养和施肥的研究不断深入, 且其应用亦愈趋广泛, 特别是晚近几年, 它正在促进着园艺业的现代化。1983年以来, 全国先后召开了果树、柑桔营养诊断专题座谈会, 足以证明我国果树营养研究虽起步较晚, 然而进展甚快。蔬菜、观赏植物有关这方面的研究亦有成效。

1980年, 我们翻译出版了《果树营养诊断标准》一书, 对科研、教学、生产起到应有的参考作用。鉴于此书早已脱销, 而我们仍不时收到索书之函, 为适应各地园艺工作者之需, 在上海科学技术出版社的大力支持下决定增译再版。译者考虑到今后我国园艺事业发展的趋势, 以及适应各方面工作的需要, 在原译书基础上, 将其内容范围适当扩充, 由七章(七种元素)增为十一章(十一种元素), 并增译了原附录表中蔬菜、观赏植物的全部资料和数据, 以《园艺植物营养诊断标准》作为增译本书名。

导师、园艺学教授李来荣博士始终给予热忱指导, 且值高龄仍勉力详细校阅。卓仁松教授、陈举鸣副教授十分关切此项工作, 并予以热情鼓励和指教。王仁玢助理研究员负责本书附录表中蔬菜、观赏植物全部资料的翻译工作。陈珊轮先生协助增译部分章节的校阅。在此, 译者一并表示深切的谢意。

对于本书中欠妥和错误之处, 衷心希望诸位予以教正。

译 者

1984年7月于福建厦门

序

作物营养诊断已成为当前世界上实现农业生产和农业科学技术现代化的重要手段，许多国家广泛地应用于各种农作物。六十年代以来，随着分析仪器的改进，诊断的内容、技术、方法及其应用均有较大的进展。尤其近年来应用电子计算机处理复杂的诊断数据和影响作物生产的各种参数，以制定施肥方案，为诊断的精确性与预测预报开辟了广阔的道路，并成为衡量一个国家农业生产和科学技术现代化的标准之一。不少国家更侧重于果树园艺作物诊断的研究与应用，且较普遍使用于指导施肥。譬如美国的果树营养诊断发展到了商品生产广泛应用的阶段，目前加利福尼亚州绝大部分柑桔生产均采用营养诊断来指导施肥。新西兰北帕默斯顿植物研究中心及其他国家的一般化验室配备电子计算机，逐步实现分析化验自动化，对果树等作物的施肥及其他管理措施进行顺序控制。

三十年来，我国果树营养与施肥的研究取得一定的成果，然而同世界先进水平相比差距尚大，尤其是果树营养的基础理论及其诊断的应用等方面。为了尽快赶上世界先进水平，实现农业现代化，中国园艺学会于今年九月间召开了建国以来首届“果树矿质营养与施肥”专题学术讨论会。可以相信，它将有助于我国果树矿质营养学科的发展。

为促进我国果树生产和科研事业的发展，帮助大家掌握各种果树的营养诊断及丰产优质的施肥指标，我们选择了美国加利福尼亚州大学 H. D. 查普曼 (Chapman) 教授

主编的《植物和土壤诊断标准》一书中，与果树关系较为密切的部分译出，并以《果树营养诊断标准》为本译书名。我们希望通过本译书提供对我国果树营养诊断研究之参考，则译书的目的就算达到了。

李来荣

1979年10月于福建

译 者 的 话

一、本书系根据美国加利福尼亚州大学 H. D. 查普曼教授主编的《植物和土壤诊断标准》(1966 年初版, 1973 年再版) 一书译出。原书按化学元素分章叙述了三十四种元素的植物、土壤诊断方法和指标; 系统介绍诊断植物和土壤营养状况的适用标准, 以及各元素缺乏或过量毒害的可见症状(附有照片)、分析项目、测定方法, 缺素或过量的矫正措施。书后附录表有: 指示营养状况的组织分析有效数据; 简明土壤测定方法及指标; 指导施肥用叶采样技术; 指示植物实例。由于原书篇幅较大, 我们抽译其中主要的七个元素编为七章; 以及四个附录表中有关果树作物的全部资料和数据。本书涉及到我国常见与一般果树四十余种, 内容颇为丰富, 书中收集了本世纪以来世界上有关果树园艺作物大部分营养诊断指标, 可供果树营养研究之参考。

二、原文中个别内容有所省略。对有笔误的文字和数据作了校正或译注。译书中涉及相当大量数字为美英制度量衡, 仍予保留(书后附有关单位换算表)。

三、本译书承蒙李来荣教授审校, 在翻译过程中蒙陈举鸣、陈秀明先生有力的帮助, 并提供不少宝贵意见, 特此表示衷心的感谢。

四、由于我们水平所限, 译书中欠妥和错误之处在所难免, 尚望读者给予批评指正。

目 录

增译前言

序

译者的话

第一章 氮	1
一、诊断植物氮素水平的适用标准	2
二、组织分析值	5
三、诊断土壤氮素水平的适用标准	5
四、缺氮与氮素过量的矫正	10
第二章 磷	17
一、诊断植物磷素水平的适用标准	17
二、组织分析值	18
三、诊断土壤磷素水平的适用标准	19
四、土壤分析有效值	21
五、缺磷与磷素过量的矫正	32
六、结束语	33
第三章 钾	56
一、诊断植物钾素水平的适用标准	57
二、组织分析值	61
三、植物生产性能有关的植株分析	61
四、诊断土壤钾素水平的适用标准	63
五、缺钾的矫正方法	65
六、摘要	70
第四章 钙	85

一、诊断植物钙素水平的适用标准	88
二、组织分析值	89
三、诊断土壤钙素水平的适用标准	89
四、缺钙与钙素过量的矫正	101
五、摘要	104
第五章 镁	116
一、诊断植物镁素水平的适用标准	116
二、组织分析值	118
三、诊断土壤镁素水平的适用标准	119
四、土壤分析有效值	124
五、缺镁的矫正方法	127
第六章 锌	149
一、诊断植物锌素水平的适用标准	150
二、组织分析值	151
三、诊断土壤锌素水平的适用标准	152
四、土壤分析有效值	154
五、缺锌的矫正	159
六、锌素过量的矫正	165
第七章 硼	171
一、诊断植物硼素水平的适用标准	173
二、组织分析值	176
三、诊断土壤硼素水平的适用标准	177
四、土壤分析有效值	180
五、缺硼与硼素过量的矫正	184
第八章 铁	197
一、诊断植物铁素水平的适用标准	197
二、组织分析值	201
三、诊断土壤铁素水平的适用标准	202
四、缺铁的控制方法	20

五、缺铁的矫正方法	206
第九章 锰	212
一、诊断植物锰素水平的适用标准	213
二、组织分析值	215
三、诊断土壤锰素水平的适用标准	216
四、土壤分析有效值	218
五、缺锰的矫正方法	221
六、锰素过量的矫正方法	224
第十章 铜	233
一、沿革	233
二、诊断植物铜素水平的适用标准	236
三、组织分析值	238
四、诊断土壤铜素水平的适用标准	238
五、土壤分析有效值	239
六、土壤铜的专用值	242
七、植物缺铜与动物的关系	250
第十一章 钼	261
一、沿革	261
二、诊断植物钼素水平的适用标准	262
三、组织分析值	264
四、诊断土壤钼素水平的适用标准	264
五、缺钼的矫正方法	271
附录	273
附录说明	273
附表 1. 指示营养状况组织分析适用数据	276
附表 2. 简明土壤测定方法及指标	506
附表 3. 指导施肥用叶采样技术	519
附表 4. 指示植物实例	530
单位换算表	535

第一章

氮

Winston W. Jones

人们对植物营养中的氮素研究已发表相当大量的报告。由此表明,氮不仅在植物生理上有它的重要性,而且要确定其适用的临界水平也有困难。氮的供应密切地关系到绝大多数植物的生长和结果。商品生产上,它又是最易产生缺乏的要素。然而在植物生理上,氮是一个非常活动的元素,这个元素可形成许多化合物,并且受某些内在和外因因素所影响。当其他元素没有严重限制时,氮素大大地支配了碳水化合物应用为植物的营养生长或生殖生长。许多植物中,氮素显著地影响人们所利用的植物部分的品质和价值。本章仅就氮素诊断及其缺乏与过量矫正等问题的有关文献进行综述。

氮素进入植物体而构成氨基酸,酰胺,生物碱以及叶绿素。它形成了大部分的有机化合物,并且在灰分中全然是挥发性的。植物体灰化后,灰分无氮的事实延缓了人们对植物需要氮素的认识。1953年 Russell 在一个植物营养研究史的讨论中指出,1750年,最初已知植物需要“硝酸钾”。大约直到1850年,英国的 Rothamsted 试验站确认,植物可从土壤施用硝酸盐而有所反应。1886年的研究结果,突出地证明了豆科植物的固氮能力。而1918年 Kraus 与 Kraybill 确立了番茄碳氮比率的研究,是植物氮素营养理论上的一个重要里程碑。此后,许多研究工作致力于测定获得最高产量所需

氮的数量,然而一些研究却未考虑产品的质量。晚近十年,植物组织分析的方法才用来表明植物体中生长与结果氮素的含量。作者在本文试图把这方面已有的资料予以归纳。

一、诊断植物氮素水平的适用标准

氮素不足致使叶片叶绿素含量降低,同时叶色褪绿。氮素缺乏初期症状是叶色呈现淡绿至淡黄绿。继而,较老叶片变干或脱落。在大多数植物中,氮素不足的特征是叶片一致变黄。

氮素缺乏的症状可能出现在土壤硝酸盐含量适当的叶片中。因为土壤硝酸盐在植物可利用前,必需通过还原作用。硝酸盐的转化是需要钼的(Evans, 1956; McElroy 与 Nason, 1954)。当钼不足时,硝酸盐会积累在植物中达到毒害的程度。同时植物会显出缺氮症状(Fernandez 与 Childers, 1960)。世界许多地区都有缺钼的症象,当植物中产生硝酸盐的过量积累时,则应检定钼的水平(Stout 与 Johnson, 1956)。

钴对豆科植物共生固氮作用是很必要的(Delwiche 等, 1961)。据 Delwiche 等的研究报告,土壤中缺钴或者缺其他菌种时,紫花苜蓿如若没有无机氮素的供应则会显出严重的缺氮。

许多植物中,轻度缺氮在其发育的某些阶段可能是适宜的(Embleton 等, 1959)。通常氮素过量的可见症状是没有明显的界限,在这种情况下,分析叶片或土壤是有益的。

决定缺乏或过量,其参考指标必须早先确定。尚应根据植物种类及人们所利用植物的部位不同而异。以糖用甜菜为例,Ulrich 等(1959)的研究发现了植物营养生长高峰和根系

最大干重的氮素适宜水平，对于获得最高的产糖量是过量的，相反地，最高产糖量的适宜氮素水平对营养生长又是不足的。上述关系也适用于甘蔗 (Clements, 1957)。取得苹果 (Boynton 与 Cain, 1942) 及柑桔 (Jones 与 Embleton, 1959) 优质果实的适宜氮素水平，对于高产来说可能显示缺乏。Embleton 等(1959)的报道指出，鳄梨果实产量的氮素适宜水平对其营养生长是不足的。在以往的研究报道中，仅以产量来确定缺乏或过量的标准看来有一定的缺陷。基于这个见解，明确以下观点可能是有益的：植物氮素不足时，只要增加氮素水平将提高植物、植物器官或作物产品的经济收益；而植物氮素过量时，只要降低氮素的水平也将改善植物、植物器官或作物产量的经济收益。

(一)缺氮的可见症状

1. 早期 以鳄梨为例，通常可见到叶片正常的浓绿色产生褪色，新梢延长轻度受阻。这种状况将影响到结果量。

2. 中期至严重期 果树叶片一般是全部褪绿。鳄梨呈现典型的叶色褪绿及营养生长减弱。叶片发生早期脱落。叶片稀疏和叶色显出淡绿至黄色。新梢生长较弱，且新叶小，叶淡绿至黄色。果实产量大为减少。

(二)缺氮的指示植物

最普遍的缺氮症状是叶色均匀褪绿；生长矮化以及果树新梢回枯。然而，生长矮化和新梢回枯并非缺氮的特异性。缺镁类型的花叶与因环状剥皮的花叶，同样呈现叶片氮素低水平，但是上述症状加剧时，缺氮则不是特异性的。

玉米是大多数大田作物中缺氮最好的指示植物。果树作物中，诸如苹果、桃和柑桔是缺氮良好的指示植物。但是在果

园中,非豆科覆盖作物比起果树本身,则是一种更好的缺氮指示植物。

表 1-1 描述的是许多研究者在田间观察记载一些有代表性果树缺氮的症状。

(三)氮素过量的可见症状

1. 早期 氮素过量指标的确定,其临界值不敏感。因为从氮素适宜水平进入过量水平的转变是逐渐的。

2. 中期至严重期 通常氮素过量会出现植物营养生长过度,而且产量也随着下降 (Kraus 与 Kraybill, 1918; Embleton 等, 1959); 或者导致产糖量降低 (Ulrich 等, 1959; Clements, 1958); 也可能使果实品质变劣 (Bell 与 Childers, 1954; Jones 等, 1957; Reuther 等, 1958; Jones 与 Embleton, 1959)。

此外,氮素过量与土壤氮肥施用有关,并且与氮素在土壤中的运转 (Parker 与 Jones, 1951) 和土壤含盐量有一定关系 (Harding 等, 1958)。

(四)氮素过量的指示植物

氮素过量可能导致过度营养生长,且因营养生长过度而造成果实产量下降,例如番茄和鳄梨;或可能使商品等级降低,譬如苹果、桃和伏令夏橙;也可能引起运输中品质下降,如马铃薯;还会造成作物产品品质降低,如糖用甜菜和甘蔗,以及成为复杂的土壤盐渍度问题的一个难题。因而,氮素过量是难以确定的,各种植物有所不同,可以参考下列“植物诊断标准”中氮素过量确定的标准。

表 1-2 描述的是几个研究工作者在田间记载几种代表性果树的氮素过量的症状。

二、组织分析值

氮素的组织分析比其他元素所做的工作更多，然而氮素标准值的确定却显得比其他元素为少。这是因为供试植物氮素水平有很明显的季节性变化；这种变化存在于不同的植物种类中；在植物体内氮素活动性很强；植物对氮素的需求也有季节性变化，特别是果树作物；由于上述种种原因，而引致确定缺氮或氮素过量标准的判断有很大的差异。

鉴于此，区别氮素的缺乏、适宜或过量水平则没有明确的界限。许多研究工作已提出了各种级别最好的幅度。表 1-3 所列出的组织分析值是引用迄今已有的参考文献。今后如有更多的研究资料，这些标准将更趋完善。

在一些植物中，包括绝大多数的木本作物，硝态氮并非经常存在于叶片中，因此，通常是测定氮素的全量，并以全氮占干物质重的百分率来表示。而在某些植物中，包括牧草，硝态氮可以存在于叶片、叶柄、叶鞘或叶基之中。在这种情况下，硝态氮一般是以鲜重或干重的 ppm 来测定和表示的。

三、诊断土壤氮素水平的适用标准

(一) 缺氮

1. 通常发生缺氮的土壤种类：

- (1) 高雨量条件下的砂质土。
- (2) 有机质含量低的土壤。

氮是植物生长发育所需的一个要素，它几乎完全受栽培者所控制。倘若不增施氮素，几乎所有农业土壤或迟或早会

呈现缺氮现象。土壤的氮素循环是复杂的，并且受许多因素所制约 (Lyon 与 Buckman, 1943)。土壤氮素的供应大致有三种形式：

- (1) 硝态氮。
- (2) 铵态氮。
- (3) 有机态氮。

硝态氮靠土壤水分而移动。铵态氮短时间内被固定在土壤粘粒上，一直到变为硝酸盐，然后也靠土壤水分而移动。假若在铵态肥料中附加少量的 2-氯-6-(三氯甲酯) 吡啶，便可促进铵态氮转变为硝态氮 (Goring, 1962)。有机态氮则是被土壤微生物作用而逐渐地释放出来。因此它不被固定，而是长时间地在土壤中供应氮素。人们必须不断地增加土壤有机态氮以保持作物产量，或将豆科覆盖作物翻埋土中，亦可增加土壤中的氮素。

2. 土壤管理及其他措施对土壤氮素的影响：

实际上，提供土壤氮素有：

- (1) 豆科覆盖作物。
- (2) 厩肥及覆盖物。
- (3) 化学肥料。

覆盖作物：大量的试验研究已证明了覆盖作物在农业生产中的意义。从覆盖作物获得的这些效益，经常地影响着土壤结构，而有利于土壤水分的渗透 (Parker 与 Jones, 1951; Harding 等, 1958); 并且在整个耕作层均具上述状况 (Lyon 与 Buckman, 1943)。当然，豆科覆盖作物能够固氮 (Chapman 等, 1949; Smith, 1944; Fred 等, 1932)，如果将其翻埋土中，还可增加覆盖作物对土壤氮素的供应。倘若土壤中具有有效氮素，豆科覆盖作物固定氮素的数量便会减少 (Viets 与

Crawford, 1951)。在木本作物园中，由于树木遮荫致使豆科覆盖作物的生长量减少，而其所固定的氮素也相应地减少，因而则关系到木本作物本身的氮素营养（Parker 与 Jones, 1951）。Proebsting (1937b) 在美国加利福尼亚州戴维斯温暖半旱的条件下作了十年的观察，发现覆盖作物不能增加土壤氮素，也未能提高土壤的保水能力。Baker (1937) 在印第安纳州苹果园进行了覆盖作物试验，以豆科植物与非豆科植物作比较，在二十三年的试验工作中，尚未发现有一种能保持土壤氮素的总量。

厩肥与覆盖物：厩肥和覆盖物大部分以有机质形式，并且取决于有机质的成分，提供了不同数量的氮素。这些氮素通常都要变成无机态才能被栽培作物所吸收。此种转变为无机态的速度又取决于土壤微生物活动的状况。土壤微生物的活动还受到土壤温度、土壤湿度以及有机质施入土壤后碳氮比率等的影响。在温暖条件下，土壤中有机质短期性的较大量的增加是不容易达到的。Pratt 等人 (1959) 的研究发现，在没有施用有机质的地方，经过二十八年时间土壤有机质并无改变。在二十八年中，每畝若年施大约 10 吨厩肥，土壤有机质略有增加。通常而言，有机质与土壤全氮量之间是密切相关的（Pritchett 等，1959）。

厩肥和覆盖物对于改善土壤结构，以及作为氮素给源均有意义。但长期连续施用厩肥和覆盖物可能产生其他元素的过量积累（Pratt 等，1959）。

化学肥料：对农作物应用于土壤的大量氮素肥料是以化学肥料来供应的。在此不拟讨论肥料的试验，但须指出，影响氮素运转的因子是重要的（Parker 与 Jones, 1951），以及无论是铵态氮或者是硝态氮形式，都会影响到其他元素特别