

汪李平 黄树苹 编著



蔬菜 科学施肥



金盾出版社
JINDUN CHUBANSHE

蔬菜科学施肥

汪李平 黄树苹 编著

金盾出版社

内 容 提 要

本书由华中农业大学园艺林学学院汪李平教授等编著。内容包括:蔬菜营养诊断,菜田土壤培肥,肥料种类及特征,蔬菜施肥方法与施肥技术。本书语言通俗易懂,内容先进实用,可操作性强,对蔬菜施肥具有指导作用,适于广大菜农、基层农业技术人员和农业院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

蔬菜科学施肥/汪李平,黄树苹编著. —北京:金盾出版社, 2007. 8

ISBN 978-7-5082-4279-8

I. 蔬… II. ①汪…②黄… III. 蔬菜-施肥 IV. S630.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 049754 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京大天乐印刷有限公司

正文印刷:北京天宝印刷厂

装订:兴浩装订厂

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/32 印张:5.75 字数:125 千字

2007 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1—11000 册 定价:7.50 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)



番茄缺钙产生的脐腐病病果

腐熟堆肥作基肥
在田间施用



垃圾无害化处理场

马铃薯正常叶片（左）
与缺镁叶片（右）



芹菜正常植株（左）与
缺硫植株（右）



蔬菜苗泼浇腐熟
人粪尿作追肥

使用沤制腐熟的堆肥



西瓜缺钾叶片

目 录

第一章 蔬菜营养诊断	(1)
一、营养诊断的理论基础	(1)
(一)养分供应及含量与蔬菜产量的关系	(1)
(二)土壤营养失调的原因	(1)
二、营养诊断的方法	(3)
(一)形态诊断	(3)
(二)化学诊断	(6)
(三)施肥诊断	(11)
三、蔬菜营养失调的症状	(12)
(一)蔬菜氮素失调症	(12)
(二)蔬菜磷素失调症	(13)
(三)蔬菜钾素失调症	(13)
(四)蔬菜钙素失调症	(14)
(五)蔬菜镁素失调症	(14)
(六)蔬菜硼素失调症	(15)
(七)蔬菜缺铁症	(16)
(八)蔬菜锰素失调症	(17)
(九)蔬菜缺钼症	(17)
(十)蔬菜氯素失调症	(17)
(十一)蔬菜盐害	(18)
(十二)蔬菜气害	(18)
第二章 菜田土壤培肥	(20)
一、菜田土壤的肥力特征	(20)

(一)菜田土壤的养分含量	(20)
(二)菜田土壤的生物活性	(20)
(三)菜田土壤的培肥	(21)
二、影响菜田土壤肥力的因素	(23)
(一)自然环境的影响	(23)
(二)栽培条件的影响	(23)
三、防止菜田土壤肥力下降的措施	(24)
(一)深耕改土	(25)
(二)增施有机肥	(25)
(三)种植豆科绿肥	(25)
(四)合理轮作	(25)
第三章 肥料的种类及特征	(27)
一、化学肥料	(27)
(一)氮肥	(27)
(二)磷肥	(34)
(三)钾肥	(41)
(四)钙肥	(44)
(五)镁肥	(49)
(六)硫肥	(51)
(七)硼肥	(53)
(八)锌肥	(55)
(九)铁肥	(56)
(十)锰肥	(57)
(十一)铜肥	(58)
(十二)钼肥	(59)
(十三)含氯化肥	(60)
二、复合肥料	(61)

(一)复合肥料的基本概念	(61)
(二)复合肥料的类型	(62)
(三)复合肥料的特点	(62)
(四)蔬菜生产上常用的复合肥料	(63)
(五)复合肥料的施用技术	(68)
三、有机肥料	(69)
(一)人粪尿	(70)
(二)畜禽粪尿	(72)
(三)厩肥	(75)
(四)堆肥	(79)
(五)沤肥	(84)
(六)饼肥	(86)
(七)沼气肥	(89)
(八)绿肥	(91)
四、微生物肥料	(99)
(一)微生物肥料的种类	(99)
(二)微生物肥料的施用	(100)
(三)常用的微生物肥料	(102)
第四章 蔬菜施肥方法与施肥技术	(104)
一、蔬菜的施肥方法	(104)
(一)基肥	(104)
(二)追肥	(105)
(三)叶面施肥	(108)
二、蔬菜配方施肥	(111)
(一)蔬菜配方施肥的理论基础	(111)
(二)蔬菜配方施肥方案的制订	(116)
(三)蔬菜配方施肥应注意的问题	(130)

(四)主要蔬菜作物的配方施肥·····	(132)
三、主要蔬菜的营养与施肥技术 ·····	(135)
(一)黄瓜·····	(135)
(二)番茄·····	(143)
(三)辣椒·····	(151)
(四)茄子·····	(154)
(五)大白菜·····	(157)
(六)甘蓝·····	(160)
(七)花椰菜·····	(163)
(八)萝卜·····	(165)
(九)马铃薯·····	(168)
(十)姜·····	(170)
四、无公害蔬菜施肥技术 ·····	(172)
(一)影响蔬菜产品安全质量的主要因素·····	(172)
(二)无公害蔬菜科学施肥技术要点·····	(173)

第一章 蔬菜营养诊断

一、营养诊断的理论基础

(一) 养分供应及含量与蔬菜产量的关系

在一般情况下,植物产量和其养分含量与土壤养分供应之间存在一定的相关性。当养分供应不足时,产量较低,但植株体内养分基本无变化;在养分缺乏时,植株养分浓度随养分供应的增加而增加,达到最适水平时产量最高;如果继续增加养分,植株体内养分浓度明显增加,属奢侈吸收,产量反而下降。

当植株体内养分含量低于某一浓度值后,产量及生长量显著下降或出现缺乏症状,该浓度值称为“临界值”或“临界浓度”、“临界水平”。Ulrich 等把最高产量减少 5%~10% 时的养分含量作为临界浓度。并指出,如果有干扰元素或陪补元素存在时,则可使该种元素的临界浓度范围加宽。

(二) 土壤营养失调的原因

1. 土壤营养元素的缺乏或过量 土壤营养不足,植物无法吸收到所必需的数量。相反,土壤营养元素过量则会引起中毒现象。某种营养元素缺乏或过量的临界值,因植物的种类、品种、生育期、气候等因素的不同而异。

2. 土壤 pH 值不适 土壤 pH 值强烈地影响着营养元素的有效性。随着 pH 值下降,微量元素(pH 值不低于 4.5)铁、硼、锌、铜、锰溶解度和有效性迅速提高;pH 值接近 7 或

大于 7 时有效性下降,锰则相反。大量元素对 pH 值反应一般比较迟钝,但磷例外。磷的适宜 pH 值范围极窄,严格地说 pH 值仅在 6.5 左右;pH 值小于 6.5 时磷与土壤中的铁、铝等结合而被固定。pH 值越低,铁、铝溶解度越大,固定量也越多;pH 值大于 6.5 时则与土壤中的钙结合固定,有效性也降低。不过,磷酸钙的溶解度要比磷酸铁或磷酸铝大,所以偏碱性土壤中,磷的有效性通常比酸性土壤的高。

3. 营养元素的不平衡 植物体内的正常代谢要求各种营养元素含量保持相对平衡,不平衡会导致代谢混乱,出现生理障碍。某一种营养元素过量,会抑制另一种元素的吸收和利用,这就是元素间的“拮抗”现象。常见的拮抗现象:磷与锌、氮与硼、磷与铁、钾与镁、氮与锌、钙与硼、铁与锰等。其原因有抑制吸收(如铵与钾)、阻碍转运(如磷与锌等)和稀释效应(如氮与钾)。但是营养元素间还有协和作用,如磷与锌,增施磷肥,植株对镁的吸收增加,又如钾可促进铁的转运等。

4. 土壤理化性质不良 土壤板结、地下水位高、渍水、土壤阳离子代换量(CEC)小(如砂土)都影响植物根系对养分的吸收。

5. 气候条件不良 气候条件如温度、降雨、日照等都影响植物的营养状况。温度,主要是低温。一方面是减缓土壤养分的转化,另一方面削弱植物的吸收能力,从而促发缺素症。如番茄在含双硫脲浸提锌 0.9 毫克/升的土壤,当地温 $10^{\circ}\text{C} \sim 15.6^{\circ}\text{C}$ 时,施用磷肥后诱发缺锌症状,而在 $21.1^{\circ}\text{C} \sim 26.7^{\circ}\text{C}$ 时则发生缺锌的症状。干旱促发缺硼、钾、磷、铁。日照不足影响元素的吸收,对磷的影响最明显。

二、营养诊断的方法

(一)形态诊断

形态诊断就是根据植株营养失调时的异常长相和典型症状来判断元素丰缺状况。通常,轻微营养元素失调并不引起明显的症状,因而很难被发现。但养分严重缺乏时,症状明显可见,导致生长受阻,产量下降。

蔬菜缺乏某种元素时,一般都在形态上表现特有的症状,即所谓的缺素症,如失绿、现斑、畸形等。由于元素不同、生理功能不同、症状出现的部位和形态常有它的特点和规律。

症状首先出现的部位,取决于所缺乏的元素在植株体内的流动性。一些容易移动的元素如氮、磷、钾及镁等,当植物体内呈现不足时,就会从老组织移向新生组织,因此缺乏症最初总是在老组织上先出现。相反,一些不易移动的元素如铁、硼、钙等,其缺乏时,首先表现在幼叶和顶部,失绿或坏死以及2种症状兼有。

铁、铜、锰、锌等直接或间接与叶绿素形成或光合作用有关,缺乏时一般都会出现失绿现象;当硫、镁、锌缺乏时,首先失绿(黄化),其中缺氮使下部叶变成均一的淡黄色,缺镁是下部叶片黄化;缺锌、锰时新叶表现叶脉间黄化,而叶脉残留绿色,单子叶植物呈纵的条纹,双子叶植物呈网状;缺铁时新叶表现均匀的黄化;缺锌、锰时新叶表现叶脉间黄化或呈斑点黄化;缺硫时新叶或老叶上均匀黄化。

有些元素如磷、钾、钙、硼等,当缺乏时不表现明显的黄化症状,因为它们与叶绿素和叶绿体蛋白质的形成没有直接关系。缺磷时,叶片呈现发暗的浓绿色,下部叶片和茎的下部逐

渐出现紫色或褐色斑点；缺钾时，下部叶片边缘出现白色斑点，然后形成带状干枯边。

由于钙、硼、铜与细胞壁形成有关，且流动性差，因此缺乏时常表现为新叶或顶部分生组织坏死，常常从新生组织开始表现症状。新生组织生长点萎缩、死亡，与细胞膜形成有关的钙、硼缺乏而使细胞分裂过程受阻碍有关。而磷、硼等和糖类的转运有关，缺乏时糖类容易在叶片中滞留，从而有利于花青素的形成，常使植物茎叶带有紫红色泽；硼和开花结实有关，缺乏时花粉发育、花粉管伸长受阻、不能正常受精，就会出现“花而不实”。畸形小叶——小叶病是因为缺乏锌使生长素形成不足所致等。

以上这些外在表现和内在原因的联是形态诊断的依据。形态诊断不需要专门的仪器设备，主要凭目视判断，所以经验在其中起重要作用。正因为如此，当缺乏某种元素而不表现该元素的典型症状或者与另一种元素有着共同的特征时就容易误诊，因此形态诊断的同时还需要配合其他的检验方法。尽管如此，这一方法在实践中仍有其重要意义，尤其是对某些具有特异性症状的缺乏症。

植物缺乏矿物质营养元素的病症检索表如下：

病 症	缺乏元素
1. 老叶病症	
2. 病症常遍布整株，基部叶片干焦和死亡	
3. 植株浅绿，基部叶片黄色，干燥时呈褐色，茎短而细	氮
3. 植株深绿，常呈红或紫色，基部叶片黄色，干燥时暗绿，茎短而细	磷
2. 病症常限于局部，杂色或缺绿，叶缘杯状卷起或卷皱	
3. 叶杂色或缺绿，有时呈红色，有坏死斑点，茎细	镁
3. 叶杂色或缺绿，叶尖和叶缘有坏死斑点	钾
3. 坏死斑点大而普遍出现于叶脉间，最后出现于叶脉，叶厚，茎短	锌

1. 嫩叶病症

2. 顶芽死亡,嫩叶变形和坏死

3. 嫩叶初呈钩状,后从叶尖和叶缘向内死亡 钙

3. 嫩叶基部浅绿,从叶基起枯死,叶扭曲 硼

2. 顶芽仍活但缺绿或萎蔫

3. 嫩叶萎蔫,无失绿,茎尖弱 铜

3. 嫩叶不萎蔫,有失绿

4. 坏斑点小,叶脉仍绿 锰

4. 有或无坏死斑点

5. 叶脉仍绿 铁

5. 叶脉失绿 硫

形态诊断除了依靠丰富的经验之外,还要按照合理的观察程序并结合具体作物的营养缺素症状的检索表依次对照进行诊断。因此,还要注意如下几点。

第一,产生可见症状的因子很多,如病害、虫害或气候条件,容易混淆,必须结合检测情况,认真分析,避免误诊。

第二,缺素是相对的,一种元素的缺乏往往说明另一种元素的过量,如缺锰可能说明植物吸收大量的铁;而某种元素的过量也会导致其他元素的缺乏,如氮多会导致缺铜或缺锌。这些离子间的拮抗作用,必须通过植株分析和土壤分析才能够明确。

第三,2种以上元素的缺乏,也会造成复杂的症状,使鉴定更加复杂。

第四,有些营养元素的缺乏症状很相似,容易混淆。例如缺锌、缺锰、缺铁和缺镁的主要症状都是叶脉间失绿,有相似之处,但又不完全相同,可以根据各元素的缺乏症状的特点来辨识。辨别微量元素缺乏症状有3个着眼点,就是叶片大小、失绿的部位和反差强弱,以下几点可供识别时参考。

一是叶片大小和形状。缺锌的叶片小而窄,在枝条的顶

端向上直立呈簇生状。缺乏其他微量元素时,叶片大小正常,没有小叶出现。

二是失绿的部位。缺锌、缺锰和缺镁的叶片,只有叶脉间失绿,叶脉本身和叶脉附近部位仍然保持绿色。而缺铁叶片,只有叶脉本身保持绿色,叶脉间和叶脉附近全部失绿,因而叶脉形成了细的网状。严重缺铁时,较细的侧脉也会失绿。缺镁的叶片,有时在叶尖和叶基部仍然保持绿色,这是与缺乏微量元素显著不同的。

三是反差。缺锌、缺镁时,失绿部分呈浅绿、黄绿以至于灰绿,中脉或叶脉附近仍保持原有的绿色。绿色部分与失绿部分相比较时,颜色深浅相差很大,这种情况叫做反差很强。缺铁时叶片几乎成灰白色,反差更强。而缺锰时反差很小,是深绿或浅绿色的差异,有时要迎着阳光仔细观察才能发现,与缺乏其他元素显著不同。

此外,各微量元素的缺乏情况也可以根据土壤类型加以区别:缺锰或缺铁一般发生在石灰性土壤上,缺镁只出现在酸性土壤上,只有缺锌会出现在石灰性土壤和酸性土壤上。

总之,形态诊断是相当复杂的,仅属定性,只能作为化学诊断和田间试验的一种辅助手段。

(二)化学诊断

化学诊断是通过化学测定手段分析植物和土壤的养分含量,再与预先拟订的含量指标相比较,从而作出养分丰缺的判断。一般来说,植株分析结果最能直接反映植株营养状况,所以是判断营养丰缺最可靠的依据。土壤分析结果与植株营养状况一般也有密切的相关。但因为植株营养缺乏除土壤元素含量不足外,还因为植株本身根系的吸收要受外界不良环境的影响,因此有时会出现土壤养分含量与植物生长状况不一

致现象。此外,气候、土壤都可能影响植物的化学组成。而且,对植株分析只能是在某一时间内测定某一部位的养分含量。因此,对每种蔬菜、每个生长时期以及植株的每个不同部位都确立更全面和更完善的诊断标准,需要做大量的工作。

1. 叶片分析诊断 在一定条件下,植株养分浓度与产量表现为:在养分极缺时,由于植株生长所引起的稀释效应;在养分缺乏区,随体内养分浓度增加,生长量或产量也随之增加,至养分最适浓度时,达最大生长量或产量;在养分足量区,养分奢侈吸收,已无明显生长效应;在养分过剩区,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减产。现将部分蔬菜诊断指标列于表 1-1 中,供诊断时参考。

2. 组织速测诊断 以简易方法测定植物某一组织鲜样的成分含量来反映养分情况。这是一类半定量性质分析测定。被测定的一般是尚未同化的或大分子的游离养分。它要求取用的组织对养分丰缺是敏感的。叶柄(叶鞘)常成为组织速测的十分适合的样本。这一方法常用于田间现场诊断,在有正常植株对照下对元素含量水平做大致的判断是有效的。组织速测由于要有元素的特异反应为基础,而且要符合简便要求等,所以不是所有元素都能应用。目前一般还限于氮、磷、钾等有限的几种元素。

3. 土壤分析诊断 一般测定土壤的有效养分。土壤分析结果可以与植株分析结果结合起来判断养分的丰缺,这样可使结论更为可靠。土壤分析诊断和植株分析诊断一样,也有速测和常规分析 2 类,其适用场合也与相应的植株分析相似。

表 1-1 蔬菜叶片中元素含量缺乏、适量、过剩判断标准

作物	营养状况	含量(干物重%)						含量(毫克/千克干物质)					
		氮(N)	磷(P)	钾(K)	钙(Ca)	镁(Mg)	硼(B)	锰(Mn)	铁(Fe)	锌(Zn)	铜(Cu)	钼(Mo)	
番茄 (叶)	缺乏	<2.0	<0.1	<3.0	<1.5	<0.3	<10	<5	<100	<15	<3	<0.5	
	适量	2.5~3.5	0.2~0.4	4.0~5.0	3.0~5.0	0.5~1.0	15~50	30~200	100~350	20~50	10~20	0.5~1.0	
	过剩	>4.0	—	>6.0	—	—	>100	>350	—	—	>30	—	
黄瓜 (外叶)	缺乏	<2.5	<0.2	<1.5	<2.0	<0.3	<15	<10	<50	<8	<5	<0.1	
	适量	3.0~3.5	0.3~0.4	2.0~2.5	2.5~4.5	0.6~1.0	20~50	20~100	100~200	20~30	6~15	0.5~1.0	
甘蓝 (外叶)	缺乏	<2.5	<0.2	<1.2	<1.8	<0.2	<5.0	—	—	—	—	—	
	适量	3.5~4.0	0.3~0.4	1.5~2.0	2.0~3.5	0.3~0.5	15~30	100~200	—	20~60	5~13	—	
大白菜 (外叶)	缺乏	<2.0	<0.1	<1.5	<1.5	<0.2	<15	—	—	—	—	1.0~8.0	
	适量	2.5~3.9	0.2~0.4	1.8~2.8	1.5~3.0	0.4~0.5	20~50	—	—	—	>15	8.5~12.0	
萝卜	适量	2.5~3.0	—	5.0~6.2	1.0~1.5	—	40~70	30~100	—	40~70	5~10	0.5~2.0	
	适量	1.5~2.0	—	3.5~4.0	1.5~2.0	—	20~60	200~300	—	50~90	5~10	0.2~0.5	
甘薯	缺乏	—	—	—	<1.0	—	<20	—	—	—	<3	—	
	适量	—	—	—	1.5~2.0	—	20~50	100~300	—	20~50	3~10	0.5~1.0	
马铃薯	适量	—	—	—	—	—	30~80	100~200	—	100~250	10~25	0.1~0.2	
	适量	1.8~2.2	—	—	—	—	15~30	50~90	—	50~120	5~15	1.0~2.0	
菠菜	缺乏	—	—	—	—	—	<10	<10	—	—	—	—	
	适量	—	—	—	—	—	15~30	50~250	—	50~150	10~15	—	
芹菜	缺乏	—	—	—	—	—	<15	<20	—	—	—	—	
	适量	—	—	—	—	—	30~70	50~150	—	150~200	5~15	—	