

主要农作物 营养失调症 诊断图谱

主 编 韩晓日
副主编 邹德乙
李金凤
许大志

辽宁科学技术出版社



责任编辑:栾世禄
封面设计:曹太文



ISBN 7-5381-2336-9



9 787538 123364 >

ISBN 7-5381-2336-9

S • 313 定价:15.00 元

主要农作物营养 失调症诊断图谱

韩晓日 主编

邹德乙 李金凤 许大志 副主编

辽宁科学技术出版社

• 沈阳 •

主 编 韩晓日

副主编 邹德乙 李金凤 许大志

编 著 者 韩晓日 邹德乙 李金凤

许大志 吴本伟 赵秀兰

苏正义 刘小虎 李靖波

图书在版编目 (CIP) 数据

主要农作物营养失调症诊断图谱/韩晓日主编. —沈阳:
辽宁科学技术出版社, 1996. 9
ISBN 7-5381-2336-9

I. 主… II. 韩… III. ①作物-营养失调症-诊断-图谱
②作物-营养失调症-防治-图谱 IV. S432.3-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 05679 号

辽 宁 科 学 技 术 出 版 社 出 版

(沈阳市和平区北一马路 108 号 邮政编码 110001)

沈阳新华印刷厂印刷

辽宁省新华书店发行

开本: 787×1092 1/16 印张: 4½ 字数: 101,000 插页: 16

1996 年 9 月第 1 版

1996 年 9 月第 1 次印刷

责任编辑: 栾世禄

版式设计: 于 浪

封面设计: 邹君文

责任校对: 李 雪

印数: 1—5,000

定价: 15.00 元

序

合理施肥是提高农作物产量和品质的重要手段，而作物营养诊断是合理施肥的依据之一。作物营养诊断是在农作物生长期间对其代表性植株进行形态诊断和化学分析，根据植株形态特征确定某种营养元素是否缺（过），根据植株营养元素含量水平确定其丰缺程度，以此进行施肥。这一科学技术，已在国内外生产实践中广泛应用，增产、节肥效果十分明显。

近十年来，我国农业生产发展很快，但随着化肥的大量使用和作物产量水平的大幅度提高，各地生产上出现的作物营养失调现象越来越普遍。显然，这是由于不合理的施肥措施引起农田土壤有效养分失去平衡所致，最后导致农作物生长发育受阻，产量受“最小养分”制约而不能提高，严重的可使农作物绝收。如果及时进行营养诊断和合理施肥，即可避免这种损失。

为了帮助广大基层农业科技工作者和农民朋友准确诊断作物营养失调症，沈阳农业大学土壤农化系副教授韩晓日博士等将多年来从事植物营养与施肥的研究结果，结合国内外有关资料和生产实际，编写了《主要农作物营养失调症诊断图谱》一书。本书包括粮食作物、油料作物、经济作物、蔬菜作物和果树等 40 余种主要作物常见营养失调症的诊断方法，并配有 230 余幅彩色图片。以形态诊断为主，还介绍了发生原因和防治方法，是国内同类书刊中较为翔实的资料。全书理论结合实际，典型缺素症的彩色照片为诊断作物营养失调症提供了非常直观的图样，也便于与作物由病原菌侵染所引起的病害特征相区别，因此，本书具有简明、实用的特点。

本书不仅适合基层农业科技工作者和农民朋友使用，对高、中等农业院校师生也是一本很好的参考资料。

谨识如上，以此代序。

沈阳农业大学 金耀青

1996. 3. 10

前 言

随着我国农业生产的发展,作物产量和施肥量大幅度增加,尤其是化肥用量的增加,许多地方出现了作物营养失调症(包括作物缺素症和营养过剩症),给农业生产带来了损失。

通过测土、看苗施肥,进行作物营养诊断,是防治或纠正作物营养失调症的重要手段。结合作物营养失调症彩色图谱和发生营养失调时出现的典型特征,进行作物营养的形态诊断,能比较直观地掌握作物营养状况,易于了解和识别营养失调症。但有些营养失调症往往容易与作物病害相混淆,或是有些营养元素营养失调特征不明显,或是出现营养失调症时已诊断过晚,难以及时纠正,因此必须借助于土壤和植株的化学诊断。因此,我们编写了《主要农作物营养失调症诊断图谱》一书,包括粮食作物、油料作物、经济作物、蔬菜作物和果树等40余种主要作物和230余幅彩图。以形态诊断为主,还介绍了作物发生营养失调症的原因和防治方法。书中所列营养失调症及其诊断仅为单元素失调特征,不包括复合缺素症或营养过剩症。生产上往往出现复合元素失调现象,进行这类营养失调症诊断时,必须借助土壤和植株化学诊断。

本书编写过程中,得到了沈阳农业大学土化系和辽宁省土肥总站的热情支持和帮助。沈阳农业大学金耀青教授在百忙中审阅了全文,并提出了许多宝贵意见,在此一并致谢。由于编写者水平有限,书中疏漏和错误之处难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

1996. 2

目 录

第一部分 作物营养及其诊断方法

一、作物生长发育必需的营养元素	1
二、作物必需营养元素的主要生理功能	2
三、作物营养诊断的一般方法	6

第二部分 粮食作物营养失调症的诊断

一、玉米、高粱	18
(一) 玉米、高粱缺氮 (图版 1)	18
(二) 玉米、高粱缺磷 (图版 1)	18
(三) 玉米缺钾 (图版 2)	19
(四) 玉米缺钙 (图版 2)	19
(五) 玉米缺镁 (图版 3)	19
(六) 玉米、高粱缺硫 (图版 2、图版 3)	20
(七) 玉米缺硼 (图版 2、图版 3)	20
(八) 玉米缺锌 (图版 3)	20
(九) 玉米缺锰 (图版 2)	21
(十) 玉米缺铁 (图版 4)	21
二、水稻	21
(一) 水稻缺氮 (图版 4)	21
(二) 水稻缺磷 (图版 4)	22
(三) 水稻缺钾 (图版 4、图版 5)	22
(四) 水稻缺钙	23
(五) 水稻缺硫	23
(六) 水稻缺锌 (图版 4、图版 5)	23
(七) 水稻缺铁 (图版 5)	24
(八) 水稻铁毒害 (图版 4)	24
三、小麦、大麦、燕麦、谷子	24
(一) 小麦、大麦缺氮 (图版 5)	24
(二) 小麦、大麦缺磷 (图版 5)	24
(三) 小麦、大麦缺钾 (图版 5、图版 6)	25
(四) 谷子缺钾 (图版 6)	25

(五) 小麦缺硫 (图版 6)	25
(六) 小麦、大麦缺镁 (图版 7)	25
(七) 小麦、大麦、燕麦缺硼 (图版 6、图版 7)	26
(八) 谷子缺硼 (图版 6)	26
(九) 大麦硼中毒 (图版 7)	26
(十) 小麦、大麦、燕麦缺锰 (图版 7)	26
(十一) 小麦、大麦、燕麦缺铜 (图版 6、图版 7)	27
(十二) 小麦缺钼	27
(十三) 小麦缺氯 (图版 8)	27
(十四) 小麦受酸害 (图版 8)	27

第三部分 油料作物营养失调症的诊断

一、大豆、花生	28
(一) 大豆缺磷 (图版 9)	28
(二) 大豆缺钾 (图版 7、图版 8)	28
(三) 花生缺钾 (图版 7)	29
(四) 大豆缺硫 (图版 8)	29
(五) 花生缺硫 (图版 8)	29
(六) 大豆、花生缺钙	29
(七) 大豆缺镁 (图版 9)	29
(八) 大豆缺铁 (图版 9)	30
(九) 大豆缺锰 (图版 10)	30
(十) 大豆、花生缺硼 (图版 10)	30
(十一) 大豆、花生缺钼 (图版 10)	30
二、油菜	31
(一) 油菜缺氮	31
(二) 油菜缺磷 (图版 9)	31
(三) 油菜缺钾 (图版 10、图版 12)	31
(四) 油菜缺钙 (图版 9)	31
(五) 油菜缺镁 (图版 9)	31
(六) 油菜缺硫 (图版 10)	32
(七) 油菜缺硼 (图版 10、图版 11)	32
三、向日葵	32
(一) 向日葵缺磷 (图版 11)	32
(二) 向日葵缺硫 (图版 12)	32
(三) 向日葵缺硼 (图版 10、图版 12、图版 13)	32
(四) 向日葵硼中毒 (图版 11)	33

第四部分 经济作物营养失调症的诊断

一、棉花	34
------	----

(一) 棉花缺氮 (图版 10)	34
(二) 棉花缺磷 (图版 12)	34
(三) 棉花缺钾 (图版 13、图版 14、图版 16)	34
(四) 棉花缺钙 (图版 13)	35
(五) 棉花缺镁	35
(六) 棉花缺硫 (图版 11、图版 13)	35
(七) 棉花缺硼 (图版 11、图版 13、图版 14)	35
(八) 棉花缺锌	36
二、烟 草	36
(一) 烟草缺氮	36
(二) 烟草缺磷 (图版 12)	36
(三) 烟草缺钾 (图版 12、图版 16)	37
(四) 烟草缺硫 (图版 14)	37
(五) 烟草缺镁 (图版 14、图版 15)	37
(六) 烟草缺硼 (图版 14)	37
(七) 烟草缺锌 (图版 15)	38
(八) 烟草缺铁 (图版 15)	38
三、甜 菜	38
(一) 甜菜缺氮	38
(二) 甜菜缺磷 (图版 16)	38
(三) 甜菜缺钾 (图版 16)	39
(四) 甜菜、芜菁甘蓝、红糖萝卜缺硼 (图版 14、图版 16、图版 17)	39
(五) 甜菜硼中毒 (图版 24)	39
(六) 甜菜缺钼	39
(七) 甜菜缺锰	40

第五部分 蔬菜营养失调症的诊断

一、番茄、茄子、辣椒	41
(一) 番茄缺氮	41
(二) 番茄氮过剩	41
(三) 番茄缺磷	41
(四) 番茄、辣椒缺钾 (图版 15)	41
(五) 番茄、辣椒缺钙 (图版 15、图版 16、图版 17)	42
(六) 番茄、茄子缺镁 (图版 17、图版 18)	42
(七) 番茄缺硫 (图版 17)	43
(八) 番茄缺硼 (图版 18)	43
(九) 番茄硼中毒 (图版 19)	43
(十) 辣椒缺硼 (图版 17)	43
(十一) 茄子缺铁 (图版 20)	43
(十二) 番茄缺钼 (图版 18)	44

(十三) 番茄受盐害	44
(十四) 番茄受氨气害和亚硝酸气害 (图版 19、图版 20)	44
二、黄 瓜	45
(一) 黄瓜缺氮 (图版 15)	45
(二) 黄瓜氮过剩	45
(三) 黄瓜缺磷 (图版 18)	45
(四) 黄瓜缺钾	45
(五) 黄瓜缺钙	46
(六) 黄瓜缺镁 (图版 15、图版 18)	46
(七) 黄瓜、南瓜缺硼 (图版 17、图版 19)	46
(八) 黄瓜硼中毒 (图版 19)	46
(九) 黄瓜缺钼 (图版 18)	47
(十) 黄瓜锰中毒 (图版 22)	47
(十一) 黄瓜受盐害 (图版 21)	47
(十二) 黄瓜受氨气害和亚硝酸气害 (图版 20)	47
三、叶菜类蔬菜	47
(一) 白菜、甘蓝缺钾 (图版 20)	47
(二) 白菜、甘蓝缺钙 (图版 20、图版 21)	48
(三) 甘蓝、生菜缺硫 (图版 21)	48
(四) 甘蓝缺镁	48
(五) 白菜、甘蓝、生菜缺硼 (图版 20、图版 21、图版 22)	48
(六) 生菜硼中毒 (图版 22)	49
(七) 芹菜缺硼 (图版 20、图版 22、图版 24)	49
四、菜花、萝卜和豆类蔬菜	49
(一) 萝卜缺氮 (图版 23)	49
(二) 豇豆、蚕豆、菜花缺磷 (图版 23)	49
(三) 菜豆、豌豆缺钙	50
(四) 菜花缺硼 (图版 21、图版 22、图版 23)	50
(五) 菜豆、豌豆缺硼 (图版 24)	50
(六) 菜花缺钼 (图版 24)	50
五、马铃薯	50
(一) 马铃薯缺钾 (图版 23)	50
(二) 马铃薯缺钙 (图版 22、图版 25)	51
(三) 马铃薯缺硫 (图版 24)	51
(四) 马铃薯缺硼 (图版 23、图版 24、图版 25)	51
(五) 马铃薯硼中毒 (图版 24)	51
(六) 马铃薯缺锰 (图版 25)	51

第六部分 果树营养失调症的诊断

一、苹果、梨	53
--------------	----

(一) 苹果、梨缺氮 (图版 25、图版 26)	53
(二) 苹果氮过剩 (图版 26)	53
(三) 苹果、梨缺磷 (图版 26、图版 27)	53
(四) 苹果、梨缺钾 (图版 25、图版 29)	54
(五) 苹果、梨缺钙 (图版 26、图版 27、图版 28)	54
(六) 苹果、梨缺镁 (图版 26、图版 27)	54
(七) 苹果、梨缺锌 (图版 26、图版 28)	55
(八) 苹果、梨缺硼 (图版 26、图版 28、图版 29)	55
(九) 苹果、梨缺铁 (图版 26、图版 27)	56
(十) 苹果、梨缺锰 (图版 26)	56
(十一) 苹果锰过剩 (图版 27)	56
二、葡 萄	57
(一) 葡萄缺氮 (图版 27)	57
(二) 葡萄缺磷 (图版 28)	57
(三) 葡萄缺钾 (图版 28)	57
(四) 葡萄缺钙 (图版 30)	58
(五) 葡萄缺镁 (图版 28、图版 29)	58
(六) 葡萄缺硼 (图版 30、图版 32)	58
(七) 葡萄缺铁 (图版 29、图版 30、图版 32)	59
(八) 葡萄缺锰 (图版 30、图版 31)	59
(九) 葡萄缺锌 (图版 28、图版 29、图版 30)	59
三、桃、李、杏、山楂	59
(一) 桃缺氮 (图版 31、图版 32)	59
(二) 桃缺磷 (图版 32)	60
(三) 桃、李、杏缺钾 (图版 31)	60
(四) 桃、李、樱桃、山楂缺铁 (图版 31、图版 32)	60
(五) 桃、李缺硼 (图版 24)	61

第一部分

作物营养及其诊断方法

作物营养诊断是对作物营养水平及营养条件进行调查研究和综合分析的一种手段，其目的是明确土壤中营养元素的供给情况，以及作物对营养元素的需求情况，对已经发生的营养生理障碍查找原因，制定消除障碍的措施，以便及时采取施肥和其他农业措施，来满足作物对营养元素的需要，达到提高作物产量和质量的目的。

一、作物生长发育必需的营养元素

用化学方法对植物样品进行分析发现，任何一种植物体内均含有多达几十种化学元素，几乎地壳中所含有的化学元素在植物体内都能找到。但进入植物体内的化学元素并非都是植物生活所必需的。有些元素可能是由于多种偶然原因进入植物体内的，甚至还大量积累，但它们并非是植物所需要的；相反，有些元素在植物体内含量虽然不高，但却是植物正常生长发育所不可缺少的。到目前为止，已经发现和确定的高等植物所必需的营养元素有 16 种，它们是：碳 (C)、氢 (H)、氧 (O)、氮 (N)、磷 (P)、钾 (K)、钙 (Ca)、镁 (Mg)、硫 (S)、铁 (Fe)、硼 (B)、锰 (Mn)、锌 (Zn)、铜 (Cu)、钼 (Mo) 和氯 (Cl) 等。

在这 16 种植物必需的营养元素中，由于需要量不同，又可分为大量营养元素、中量营养元素和微量营养元素三类：

(一) 大量营养元素

大量营养元素一般植物对它们的需要量较多，约占植物干物质重的百分之几到千分之几。属于这一类的元素有：碳、氢、氧、氮、磷、钾等 6 种。

(二) 中量营养元素

中量营养元素植物的需要量介于大量营养元素和微量营养元素之间，通常划分在大量营养元素中，其养分含量约占植物干物质重的千分之几。属于这一类元素仅有钙、镁、硫 3 种。

(三) 微量营养元素

微量营养元素含量只占植物干物质重的万分之几到百万分之几，甚至更少。属于这一类元素有：铁、硼、锰、锌、铜、钼和氯 7 种。

高等植物必需营养元素的可利用形态和大致含量如表 1—1 所示。

从表 1—1 中可知，C、H、O 等 3 种元素以分子态进入植物体，而其他 13 种元素则以离子态被植物吸收。

表 1—1 高等植物必需营养元素的可利用形态和大致含量

营养元素		化学符号	植物可利用的形态	占干物质的大致含量	
				%	mg/kg
大量营养元素	碳	C	CO ₂	45	
	氧	O	O ₂ 、H ₂ O	45	
	氢	H	H ₂ O	6	
	氮	N	NO ₃ ⁻ 、NH ₄ ⁺	1.5	
	钾	K	K ⁺	1.0	
	磷	P	H ₂ PO ₄ ⁻ 、HPO ₄ ²⁻	0.2	
中量营养元素	钙	Ca	Ca ²⁺	0.5	
	镁	Mg	Mg ²⁺	0.2	
	硫	S	SO ₄ ²⁻	0.1	
微量营养元素	氯	Cl	Cl ⁻		100
	铁	Fe	Fe ²⁺		100
	锰	Mn	Mn ²⁺		50
	硼	B	H ₂ BO ₃ ⁻ 、B ₄ O ₇ ²⁻		20
	锌	Zn	Zn ²⁺		20
	铜	Cu	Cu ²⁺ 、Cu ⁺		6
	钼	Mo	MoO ₄ ²⁻		0.1

在这 16 种必需营养元素中，碳、氢、氧 3 种元素是构成一切植物体的主要元素，但通常从空气和水中获得，一般不必通过施肥来补充。而氮、磷、钾和其他中、微量元素主要来源于土壤，因此，土壤是植物养分的重要来源。

二、作物必需营养元素的主要生理功能

作物必需的各种营养元素，尽管对它们的需要量不同，但它们在作物生长发育过程中所起的作用是同等重要和不可代替的。

(一) 碳、氢、氧

碳、氢、氧三种元素是植物体内各种重要有机化合物的组成元素，如碳水化合物(糖)、蛋白质、脂肪和有机酸等。糖是植物呼吸作用及体内一系列代谢作用所需能量的来源，同时也是合成其他有机化合物的原料。氢和氧还参与体内生物氧化还原过程。

（二）氮

氮是作物体内许多含氮有机化合物的成分，如蛋白质、核酸、叶绿素等，因此，氮在许多方面直接或间接地影响着作物的代谢过程和生长发育。

一般蛋白质平均含氮量为16—18%，而蛋白质又是构成原生质的基本物质。一切有生命的有机体，都是处于蛋白质不断合成和分解之中，因而表现了生命现象。所以说氮素是一切有机体不可缺少的重要元素。

氮也是核酸的组成元素。众所周知，核酸是作物生长发育和生命活动的物质基础，它大量存在于细胞核和植物顶端的分生组织之中，是携带遗传特性的物质。

氮还是叶绿素的组成成分。绿色植物进行光合作用，使光能转变为化学能，把无机物（ CO_2 和 H_2O ）变成有机物（葡萄糖），是借助于叶绿素的作用完成的。

氮素供应充足时，植物可合成较多的蛋白质，促进细胞分裂和增长，叶面积增大，叶绿素丰富，有利于干物质的积累和产量的形成，并能改善作物产品的品质。作物缺氮时，减少了合成蛋白质的原料，使细胞增长和分裂受阻，植株生长缓慢。又因缺氮，影响了叶绿素的形成，使植株出现失绿症。由于氮在作物体内容易转移，能从老叶转移到幼叶，所以缺氮症状首先表现在老叶上。氮素供应过多时，尤其是在磷、钾养分供应不足时，氮与作物体内碳水化合物形成蛋白质多，只有少量的碳水化合物用于合成细胞壁物质，造成植株细胞壁薄，原生质多，组织柔软现象。

（三）磷

磷存在于植物的所有活细胞内，参与多种关键的生理活动，包括能量转化、光合作用、糖分和淀粉的分解，养分在作物体内的运输及性状的代间遗传。磷素供应充足对于新细胞形成以及新细胞形成时遗传密码在细胞间的遗传是必不可少的。磷也是植酸钙镁盐的组成元素，它是种子里磷素的贮存形态，以利种子发芽时对磷素的需要；植酸钙镁盐的形成也有利于淀粉的合成并贮存在种子中。施磷对种子的含磷量影响甚微，缺磷时，种子变小，发芽率降低。

如磷素供应不足，植株吸收的磷主要集中于根系，造成植株地上部生长缓慢。一般而言，供磷不足时，碳水化合物的利用过程减慢，但植株通过光合作用产生碳水化合物的过程则继续进行，导致碳水化合物的积累增多，叶片呈深绿色。有些作物缺磷时，由于糖分消耗不完而累积，叶片呈紫色。磷在作物体内也容易转移，因此，缺磷的症状首先表现在老叶上。

（四）钾

钾与氮、磷等大部分必需营养元素不同，它不是作物体内有机化合物的成分。钾主要以离子状态存在于作物细胞液或吸附在原生质胶粒表面。钾一旦进入植物体，则处于移动状态，并源源不断地从老叶组织转移到幼嫩组织，这是作物缺钾症状首先出现在老叶上的原因。

钾可促进作物根系生长，增强茎秆，活化酶类，促进糖分和淀粉的运输和蛋白质的合成。钾能使作物较好地抗御干旱、霜冻和病虫害，改善水果和蔬菜的贮存品质，增加作物抗倒伏能力。钾素供应不足时，植株生长减弱，易感染病害，茎秆破裂易折。

（五）钙

作物体内的钙大多集中在茎叶中，其中老叶多，嫩叶、籽粒和果实中含量少，说明钙在作物体内移动性很小。钙是构成细胞壁的重要元素，大部分钙在作物体内以果胶酸钙形态存在。

钙有助于细胞膜的稳定性，如果钙素营养不足，细胞膜透性增加，养分离子容易渗漏出来。

钙能抑制真菌的侵袭，减少作物感染真菌病害。

钙能减缓苹果和其他贮藏农产品的衰老和腐烂。如果果实中含钙量低，衰老速度加快，贮藏不久就会出现腐烂现象。

此外，钙对调节外部介质的生理平衡具有特殊作用。如钙能消除铵离子（ NH_4^+ ）过多产生的毒害，同时还能加速铵的转化。在酸性土壤上，钙能减少土壤中氢离子（ H^+ ）和铝离子（ Al^{3+} ）所造成的毒害。在碱性土壤上，钙能减少钠离子（ Na^+ ）过多的毒害。

（六）镁

镁是叶绿素和植酸钙镁的组成成分，缺镁时，叶绿素就不能合成，叶片出现失绿症。但镁的作用并不限于此，镁也是一些重要酶的活化剂，参与作物体内的碳、氮代谢，促进糖、脂肪和蛋白质的合成。施用镁肥可提高油料作物的含油量。

镁在作物体内容易移动，缺镁时症状首先表现在下部老叶上，一般叶脉间失绿，叶脉保持绿色，尤以叶缘和叶尖失绿严重。

（七）硫

硫是蛋白质和酶的组成元素之一。一般蛋白质中含硫 0.3—2.2%。其中蛋氨酸不能在人类和反刍动物中合成，因此，如果缺硫，含硫氨基酸减少，影响蛋白质的营养价值。

硫还是许多生理活性物质的成分，如硫胺素（ VB_1 ），生物素（ VH ），辅酶 A 和乙酰辅酶 A 等。硫胺素能促进根系生长，生物素参与脂肪合成，所以油料作物施用硫肥能提高含油率。

硫能促进叶绿素的形成，缺硫时叶绿素减少，叶片呈淡绿色，严重时变成黄白色，呈现失绿症。因为硫在作物体内移动性很小，较难从老组织向幼嫩组织转移，所以缺硫症状首先在幼叶及幼芽出现。一般幼叶失绿，植株矮小。

（八）铁

铁是形成叶绿素不可缺少的元素。作物缺铁时，叶绿素不能形成，发生失绿症。铁是细胞色素氧化酶、过氧化氢酶的组分，参与光合作用、呼吸作用、硝酸还原和固氮作

用，以及作物体内氧化还原反应和电子传递。

由于铁在作物体内难于转移，缺铁症状首先表现在幼嫩叶片上，而下部叶片仍保持绿色。一般叶脉保持绿色，严重时整个叶片失绿变白，甚至导致植株死亡。

（九）硼

硼和钾一样，不是作物体内的结构成分，但在作物营养方面有特殊作用。

硼能促进碳水化合物的正常运转。豆科作物、甜菜等需硼多的作物是因为硼能加速上部合成的碳水化合物（糖）运输到底下。缺硼时，叶内有大量糖类化合物积累，影响植株生长发育。硼还能促进生长素的运转，因为生长素的运转需要有糖的伴随。

硼能促进繁殖器官的正常发育。在作物体内，硼主要集中在花、柱头、子房等繁殖器官中，缺硼时常常表现出生殖器官发育不正常，出现“花而不实”，“穗而不实”，使结实率降低，严重影响产量。

硼还能增强作物的抗逆性，防止作物发生生理病害。如甜菜心腐病，萝卜、菜花褐腐病等，都是缺硼引起的生理病害。

硼在作物体内较难移动，缺硼首先在生长点和幼嫩部位发生，严重时生长点死亡。

（十）锰

锰在叶绿体中直接参与光合作用中水的光解，缺锰时，光合作用必然受到抑制，碳水化合物合成减少。

锰能促进作物体内硝酸还原过程，有利于蛋白质的合成。

锰在作物体内较难移动，缺锰主要表现在幼叶上，一般有明显的失绿现象，叶脉间失绿，叶脉保持绿色。

（十一）锌

锌的主要生理功能是参与生长素（吲哚乙酸）的合成。缺锌时作物生长发育出现停滞状态。

锌能促进光合作用。因为锌是作物体内碳酸酐酶和谷氨酸脱氢酶的成分，能催化 CO_2 的水合反应。所以缺锌也有失绿症发生。

锌在作物体内容易转移，缺锌时老叶中锌能转移到幼叶中，因此症状首先在下部老叶上出现，特征是植株生长受阻并缺乏叶绿素。

（十二）铜

铜是作物体内某些氧化酶的组分，如抗坏血酸氧化酶和多酚氧化酶等，对氧化还原反应起催化作用。

铜能提高叶绿素的稳定性，避免过早遭受破坏，促进叶片更好地进行光合作用。因此，缺铜叶片易失绿，从幼叶的叶尖开始，以后干枯，禾谷类作物不能结实。作物缺铜症状一般不很明显。