

作物营养与施肥技术丛书

蔬菜营养与施肥技术

陈伦寿 陆景陵 编著



中国农业出版社

作物营养与施肥技术丛书



蔬菜营养与施肥技术

S630.6
7425

陈伦寿 陆景陵 编著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

蔬菜营养与施肥技术 / 陈伦寿等编著. —北京: 中国农业出版社, 2001.6

(作物营养与施肥技术丛书)

ISBN 7-109-06827-7

I. 蔬... II. 陈... III. ①蔬菜—植物营养②蔬菜—施肥 IV. S630.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 13337 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: 5.625
字数: 100 千字 印数: 1~8 000 册
定价: 28.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书共分十二部分，主要论述蔬菜营养特性与蔬菜施肥技术两个主题。与蔬菜营养特性有关的内容有：各种必需营养元素的主要生理功能，蔬菜的营养特性与施肥特点，蔬菜的营养失调症等；涉及蔬菜施肥技术的有关内容有：合理施肥的基本理论，蔬菜配方施肥中确定施肥量的方法，蔬菜施肥的方法与技术，蔬菜品质与施肥的关系，以及主要蔬菜的需肥特性和施肥技术要点等。此外，本书还对蔬菜生长发育的基本条件，菜园土壤的肥力特征和新菜地的培育，设施栽培蔬菜施肥中存在的问题及其对策，以及合理施肥的指标和要诀等问题进行了专题论述。

本书在以下几方面具有特色：(1)搜集了大量彩图，集中展示了蔬菜的营养失调症，可作为蔬菜营养形态诊断的重要依据；(2)深入浅出地介绍了合理施肥的四个基本理论，对指导作物科学施肥具有普遍意义；(3)根据作者多年从事教学和科研的实践经验，总结出评价合理施肥的五项指标和应掌握的六句要诀，对从事大田作物、蔬菜和果树施肥工作很有裨益。

本书内容丰富，文字简练，理论联系实际，不仅适于广大基层农业科技干部和农民朋友学习，而且也可供农业院校相关专业的师生参考。

《作物营养与施肥技术丛书》编委会

主 编：张福锁 R.Härdter

副主编：王兴仁 苏德纯

编 委：毛达如 陈伦寿 陆景陵 曹一平

杨志福 陈新平 江荣风 马文奇

前 言

随着农业生产的发展和人们环保意识的增强,蔬菜生产不仅要求产量高而且要求品质好。为了争取蔬菜高产,科技工作者进行了许多研究和探索,并已取得了不少成果。但是,在当前蔬菜生产中,增产的施肥措施普遍存在投肥过多、养分失衡、肥效不高、资源浪费等问题,不仅影响到蔬菜产量和品质,降低了生产的经济效益,而且造成了土壤和地下水源的环境污染。多数菜农对此认识不清,也未引起足够的重视。

为了解决蔬菜生产中存在的施肥问题,有必要向农民普及蔬菜营养的基本知识和合理施肥的基本理论,建立蔬菜营养平衡的新观念,并指导农民合理施肥。这就是编写这本书的初衷。

在编写本书的过程中,为了使读者能正确诊断蔬菜营养状况,作者精心搜集了大量蔬菜营养失调症的图片,同时根据长期从事植物营养与施肥科研和教学的体会,总结出评价合理施肥的五项指标及合理施肥的六句要诀,期望对广大读者有所裨益。

中国农业大学蔬菜栽培专家聂和民教授对本书进行了审阅,并提出宝贵意见。本书的出版得到了德国钾盐公司的大力资助,在此,作者对本书编写、出版过程中给予支持和帮助的所有人士一并表示衷心感谢。

由于作者水平有限,本书难免有不足之处,请广大读者提出宝贵意见和建议。

陈伦寿 陆景陵

2000年岁末于北京

目 录

前言

一、蔬菜生长发育所需的基本条件	1
(一) 光照	1
(二) 温度	3
(三) 水分	4
(四) 养分	6
(五) 空气	8
(六) 支撑	9
二、各种必需营养元素的主要生理功能	10
(一) 碳、氢、氧的主要生理功能	10
(二) 氮的主要生理功能	10
(三) 磷的主要生理功能	12
(四) 钾的主要生理功能	13
(五) 钙的主要生理功能	14
(六) 镁的主要生理功能	15
(七) 硫的主要生理功能	15
(八) 铁的主要生理功能	16
(九) 硼的主要生理功能	16
(十) 锰的主要生理功能	18
(十一) 锌的主要生理功能	18

(十二) 铜的主要生理功能	19
(十三) 钼的主要生理功能	20
(十四) 氯的主要生理功能	21
三、蔬菜的营养特性与施肥特点	23
(一) 蔬菜需肥的共同特征	23
(二) 各类蔬菜的营养特性与施肥特点	24
四、蔬菜的营养失调症	31
(一) 蔬菜缺氮和氮过剩的一般症状	31
(二) 蔬菜缺磷和磷过剩的一般症状	35
(三) 蔬菜缺钾和钾过剩的一般症状	39
(四) 蔬菜缺钙和钙过剩的一般症状	48
(五) 蔬菜缺镁和镁过剩的一般症状	54
(六) 蔬菜缺硫和二氧化硫中毒的一般症状	58
(七) 蔬菜缺铁和铁中毒的一般症状	60
(八) 蔬菜缺硼和硼中毒的一般症状	63
(九) 蔬菜缺锰和锰中毒的一般症状	72
(十) 蔬菜缺锌和锌中毒的一般症状	78
(十一) 蔬菜缺铜和铜中毒的一般症状	82
(十二) 蔬菜缺钼和钼中毒的一般症状	84
五、菜园土壤的肥力特征和新菜地的培育	94
(一) 我国蔬菜生产的变化和发展趋势	94
(二) 菜园土壤的肥力特征	96

(三) 加速新菜地培育的主要措施	101
六、合理施肥的基本理论	105
(一) 养分归还学说	105
(二) 最小养分律	108
(三) 报酬递减律	111
(四) 因子综合作用律	113
七、蔬菜配方施肥中确定施肥量的方法	115
(一) 目标产量法简介	115
(二) 目标产量法计算施肥量的示例	119
(三) 蔬菜配方施肥实施中应注意的几个问题	120
八、蔬菜施肥的方法与技术	122
(一) 传统施肥的概念与方法	122
(二) 现代施肥的新概念和新措施	124
九、蔬菜品质与施肥的关系	133
(一) 蔬菜的品质成分	133
(二) 蔬菜中硝酸盐含量及其减少的对策	135
(三) 改善蔬菜品质的重要手段	139
十、设施栽培蔬菜施肥中存在的问题及其对策	142
(一) 过量施用化肥	142
(二) 氮、磷、钾养分比例失衡	143
(三) 施肥方法和肥料品种选择不合理	144
十一、合理施肥的指标和要诀	148

(一) 合理施肥的指标	148
(二) 合理施肥的要诀	149
十二、主要蔬菜的需肥特性和施肥技术要点	152
(一) 大白菜的需肥特性和施肥技术要点	152
(二) 甘蓝的需肥特性和施肥技术要点	153
(三) 花椰菜的需肥特性和施肥技术要点	154
(四) 芹菜的需肥特性和施肥技术要点	155
(五) 番茄的需肥特性和施肥技术要点	156
(六) 甜椒的需肥特性和施肥技术要点	157
(七) 黄瓜的需肥特性和施肥技术要点	158
(八) 菜豆的需肥特性和施肥技术要点	159
(九) 萝卜的需肥特性和施肥技术要点	160
(十) 大蒜的需肥特性和施肥技术要点	161
(十一) 大葱的需肥特性和施肥技术要点	162
(十二) 芥菜的需肥特性和施肥技术要点	164
(十三) 马铃薯的需肥特性和施肥技术要点	165
附表1 常用氮肥的成分、性质和施用技术要点	166
附表2 常用磷肥的成分、性质和施用技术要点	167
附表3 常用钾肥的成分、性质和施用技术要点	168
附表4 复混肥料的专业标准 (GB15063-94)	168
附表5 复合肥料的成分、性质和施用技术要点	169
主要参考资料	170

一、蔬菜生长发育所需的基本条件

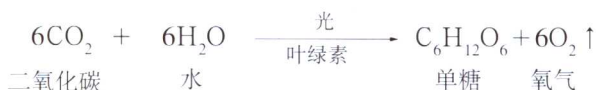
蔬菜的生长发育，取决于内在的遗传特性与外界的环境条件。影响蔬菜生长发育的主要环境因子有光照、温度、水分、养分和空气等。此外，支撑也是蔬菜生长发育的一个基本条件。了解蔬菜生长发育所需的环境条件是蔬菜栽培的前提。蔬菜与大田作物相比，它对环境条件的反应更敏感。

蔬菜在光照充足，温度高，水分适宜，土壤营养丰富的条件下，生长就快，反之则生长缓慢。在栽培上既要了解各个环境因子的单独作用，又要了解它们的相互作用。栽培技术是为了调控环境因子，使之达到综合的总体，以满足蔬菜发育和器官形成的需要，实现高产、优质、高效的综合目标。

以下就蔬菜生长发育所需的基本条件作一介绍。

（一）光照

利用绿色植物特有的光合作用进行生产是农业的最大特点。光合作用就是作物叶片中的叶绿素利用太阳的光能，将根部吸收的水分和由空气里得到的二氧化碳合成最简单的碳水化合物——单糖和释放氧气的过程。通常用下列化学方程式来表示：



单糖是进一步转化为淀粉、蛋白质和脂肪等重要有机化合物的原料。植物干重的90%~95%来自光合作用，缺少光照植物就会死亡。充分利用光能是提高蔬菜产量和改善品质的根本途径。

露地栽培的蔬菜,其生长发育所需要的光照主要来自阳光。正是因为太阳普照大地,才给大地带来了郁郁葱葱,使农业生产出大量的粮食、蔬菜和果品供人们享用。蔬菜生长发育所需的光照条件包括光照时数(即日长)、光照强度和光照成分,三者对生长发育既有单独的作用,也有共同的作用。

光照时数(即日长)是指每天日出至日落的时数。日长的季节性变化又随纬度高低而不同。我国地域辽阔,南北日照时数相差很大。日照时数对植物开花结果、分枝习性、地下贮藏器官的形成等均有重要作用,对植物生长发育的影响比光照强度和光照成分明显。植物在不同日照长度下开花的现象称为光周期现象。根据蔬菜对光周期的反应一般分为三类:①长光性蔬菜。如:白菜、甘蓝类、根菜类以及茼蒿、芹菜、茼蒿、蚕豆、豌豆等。它们在长日照(12~14小时以上)条件下开花,延长日照可以促进开花。在少于12小时的短日照下不开花或延迟开花。②短光性蔬菜。如:扁豆、四棱豆、蕹菜、苋菜以及毛豆等。它们在短日照(少于12小时)的条件下开花,缩短日照可加速开花,延长日照则延迟开花或不开花。③中光性蔬菜。如:番茄、茄子、辣椒和四季豆等,它们的开花与日照长短没有明显关系,只要其它条件适合,一年四季均可开花。

地球上的光照强弱主要取决于太阳高度角与云量,即太阳与地面距离及挡光状况。一年中夏季光照最强,冬季最弱。一天中中午最强,早晚最弱。云量多少也影响光强。蔬菜对光强要求大体上分为三类:①对光强要求高的蔬菜,如:南瓜、丝瓜、豇豆、番茄、茄子、薯芋、山药以及水生蔬菜中大多数种类;②对光照要求中等的蔬菜,如:黄瓜、马铃薯以及白菜类、甘蓝类、芥菜类、根菜类和葱蒜类等;③对光强要求较弱的蔬菜,如:生姜、茼蒿、茼蒿、菠菜和芹菜等。

蔬菜光合作用需要的光照因种类和品种而不同。喜温蔬菜光饱和点(即叶片光合强度最大值的光照度)为5万勒克斯左右,补偿点(即叶片光合作用固定 CO_2 与呼吸作用放出的 CO_2 相等的光照度)为2000~3000勒克斯。喜凉爽蔬菜的光饱和点为3万~4万勒克斯,补偿点为1500~2000勒克斯。蔬菜产量一般随光照度增加而提高。光合能力强的蔬菜,

它们的光饱和点也高,但是当光照度低于光饱和点时,它们的光合能力则急剧下降。光合能力弱的蔬菜,它们的光饱和点也低,但是有充分利用弱光特点的蔬菜,如:结球莴苣、生姜和甜椒等,在光比较弱的条件下能较好地生长。

太阳辐射是由不同波长的电磁波组成的。将太阳辐射按波长顺序排列称太阳辐射光谱,组成光谱的波长称为光成分或光质。太阳辐射中可见光(380~760纳米)占52%,红外线(>760纳米)占43%,紫外线(290~380纳米)占2%。由于大气的吸收、散射与反射,到达地面的光成分因空间、时间而变化。

植物进行光合作用,不能利用所有波长的光,而只能利用可见光中的大部分,这部分光称为光合有效辐射。农用有色薄膜的作用,正是根据植物光合作用对光谱选择吸收的特性。如黑色地膜透光微弱,作为地面覆盖,杂草因缺光而不能生长;墨绿色地膜透过植物不需要的绿光,致使杂草生长不良,难成灾害;蓝色地膜能透过植物光合作用需要的蓝紫光 and 橙红光,作为棚膜覆盖,可使蔬菜矮壮。蔬菜的品质包括形状、风味、色泽以及营养成分等,与光成分都有关系。

改善栽培设施内光照条件的措施有:①菜园透光性强的覆盖物,并加强管理,增加透光率;②利用白灰刷白,利用反光镜、反光板、反光膜等增加反射光;③对所种植的蔬菜,按作物喜光特性和植株高矮确定栽植部位合理布局;④必要时进行人工补光。

(二) 温度

蔬菜的生长和发育都需要一定的温度。各种蔬菜对温度要求不同,一般可分为耐寒、半耐寒、喜温和耐热等四类。各类蔬菜有其生长所需的最低温度、生长适宜的温度和停止生长的最高(低)温度。一般来说,20~25℃是大多数蔬菜生长适宜的温度。蔬菜种子必须在一定的温度范围内才能发芽,而蔬菜生长的快慢与温度密切相关。在一定的范围内,温度高蔬菜长得快,温度低则长得慢,甚至停止生长。如今由于有了大棚和日光温室,可以利用日光增加温度,因此,在严寒的冬季蔬菜也能正常生长。

土壤热量主要来自太阳的辐射能。土壤热状况常表现为土壤温度的

变化。不同蔬菜种类与品种对土温要求各异,其顺序是:甜瓜>西瓜>南瓜、黄瓜>辣椒>茄子、菜豆、番茄、葱头>胡萝卜>甘蓝、葱、大白菜>菠菜。当土壤温度达到一定程度时,播种的种子才能发芽。土壤温度对根系和地上部生长、土壤微生物活动以及养分的转化等都有明显的影响,当土温>气温时,植物光合产物运向根部的比例大;反之,光合产物运向地上部的比例就会增加。早春和冬季土温低的地区,采用地膜覆盖可以提高土温,有利于根系生长,从而促进地上部生长,早发侧枝,提前开花结果,有利于蔬菜早熟丰产。但是各种蔬菜当环境温度超过生长最高或最低温度界限时,都会受到热害或寒害与冻害,对蔬菜生长带来一定的障碍或影响。

各种蔬菜在设施栽培中常用的加温方式有:①气温加温:包括煤火炉加温、热风加温和水暖加温3种方法。②土温加温:包括铺设电热线、铺设酿热物、水暖加温和覆盖地膜等。栽培设施内的高温危害可通过放风或减少覆盖物等措施来调节。

(三) 水分

水分是作物细胞的重要成分,使蔬菜的生命得以维持。假若没有水,植株就要枯萎,果实也要变得干瘪。所以说,水分是蔬菜的主要成分。一般来说,新鲜蔬菜体内含有70%~95%的水分。众所周知,蔬菜含水量的多少往往是其新鲜程度的标志。若将新鲜的黄瓜捣碎后放入离心机

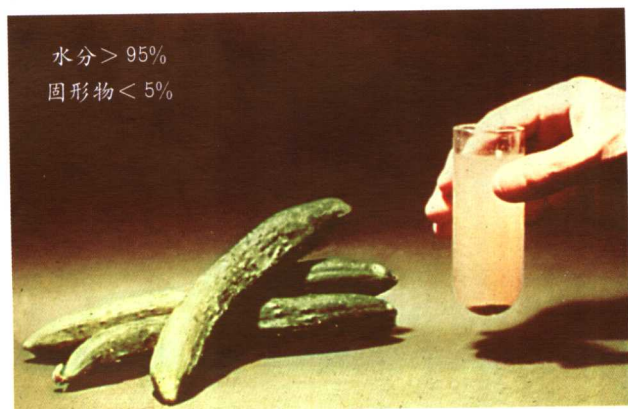


图 1-1 黄瓜中水分与固形物的比较

中离心,可以发现其中96%是水分,其固体部分不足5%,主要是蛋白质和纤维素等物质(图1-1)。植物的光合作用、呼吸作用、有机物质合成和分解都需要水分参与。

水分对维持细胞和组织的紧张度(膨压)是不可缺少的物质。不同种类的蔬菜,其体内的含水量有很大差异,因此,对水分的要求也不相同。陆生蔬菜是指在旱地栽培的蔬菜,如:茄果类、瓜类、豆类、根茎类、叶菜类和薯芋类中多数蔬菜。水生蔬菜则要求生长在水域环境中,它们有特殊的通气组织,如:菱、芡实、莼菜、藕、慈姑、荸荠、茭白以及水芹等。

蔬菜不同生育期对水分的要求不同。苗期生长量小,水分需要量少,但对缺水敏感;成长植株后,茎叶茂盛,生长量大,蒸腾作用旺盛则需水量大,如果水分供应不足,势必影响发棵和结果;食用贮藏器官与多汁果菜的产品器官形成期需要充足的水分;供加工或贮存的蔬菜,在产品器官形成后期,适当干燥可使产品组织充实,有利于加工、贮存,如葱头、大蒜、腌白菜等采收前天晴,土壤适当干燥,能增进质量或提高贮存性。

蔬菜柔嫩多汁,根系较浅,对水分敏感,容易遭受旱、涝危害。蔬菜遭受旱害,轻则生长不良,茎瘦叶小,叶色发暗,缺少光泽,产量降低,品质下降;重则萎蔫,枯死无收。干旱还可诱发病虫害,特别需要指出的是,干旱是番茄果实因缺钙发生脐腐的主要诱发因素。蔬菜受旱时,初期症状不明显,只是生长减慢,待叶片表现干旱症状时已造成损失。因此,天旱时应及时灌溉。蔬菜受涝时,开始不发生根,生长停顿或沤根,最后萎蔫而霉烂。涝害的原因主要是土壤空气减少, CO_2 积累,致使根系呼吸与吸收不良,严重时窒息死亡。涝害也容易诱发病害,如秧苗的猝倒病和黄瓜的根腐病等。及时挖沟排水是多雨地区蔬菜栽培上的一项基础性工作。

蔬菜生长发育所需要的水分有两个来源:一是降水,其中包括降雨和降雪。降水是蔬菜生长发育所需水分的重要来源。二是灌溉,灌溉水能补充降雨的不足。在干旱和半干旱地区发展蔬菜生产,充分利用地下水进行灌溉是蔬菜丰产的关键。

(四) 养分

各种蔬菜除了需要吸收水分外,还需要从土壤中吸收各种营养元素,才能获得一定的产量。例如每公顷产75000千克的番茄,需要从土壤中吸收氮(N) 238.5千克,磷(P_2O_5) 55.5千克,钾(K_2O) 363.0千克。此外,还需要吸收铁1125克,硼199.5克,锰210克,铜115.5克,锌415.5克和钼2.55克。目前公认植物的必需营养元素共有16种,根据作物对它们需要量的多少分成3类:其中含量在百分之几至百分之几十的大量营养元素有:碳(C)、氢(H)、氧(O)、氮(N)、磷(P)、钾(K);含量在千分之几的中量营养元素有:钙(Ca)、镁(Mg)、硫(S);含量在0.1~100毫克/千克的微量营养元素有:铁(Fe)、硼(B)、锰(Mn)、铜(Cu)、锌(Zn)、钼(Mo)和氯(Cl)(表1-1)。

表1-1 高等植物体内必需营养元素的平均含量*

营养元素	化学符号	占干物质 (%)	营养元素	化学符号	占干物质 (毫克/千克)
大量营养元素			微量营养元素		
碳	C	45	氯	Cl	100
氧	O	45	铁	Fe	100
氢	H	6	锰	Mn	50
氮	N	1.5	硼	B	20
磷	P	0.2	锌	Zn	20
钾	K	1.0	铜	Cu	6
			钼	Mo	0.1
中量营养元素					
钙	Ca	0.5			
镁	Mg	0.2			
硫	S	0.1			

* 引自陆景陵主编,《植物营养学(上)》,北京农业大学出版社,1994。

植物必需的16种营养元素是蔬菜体内糖、蛋白质、脂肪、纤维素、淀粉、维生素等多种重要有机化合物的组成成分。它们在蔬菜生长发育过程中各有各的生理功能,因而它们是同等重要和不可替代的,正因为如此,从而保证蔬菜的生命周期得以顺利完成。这部分内容将在第二部

分加以论述。

蔬菜生长发育所需要的养分有两个来源：碳、氢、氧来自空气和水；各种矿质养分来自土壤。因此，人们常把土壤看作是植物的营养库（图1-2）。此外，由于与豆科作物共生的根瘤菌有固定空气中氮素的特殊本领，因此，豆类蔬菜还可以从空气中获得一部分氮素，这也是获得氮素的一个来源。

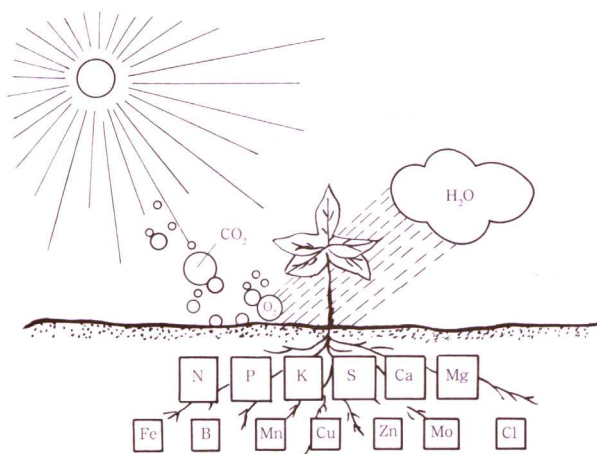


图1-2 植物所需养分来源示意图

土壤中养分含量的多少，在一定程度上反映了土壤肥力的高低，因此，菜农对土壤有“好土”与“坏土”，“肥土”与“瘦土”等不同评价。应该指出的是，土壤中的养分绝大部分是有机态和矿物态的，植物不能直接吸收利用，真正能为植物吸收利用的有效养分的数量却很少，所以当土壤养分不能满足蔬菜需要时，合理施肥就成为补充土壤养分的重要手段。

补充土壤养分不足的肥料一般分为两大类：一类是种类繁多的有机肥料，如厩肥、人粪尿、堆沤肥、饼肥、绿肥等。它们的特点是养分完全但含量低，养分形态为迟效性，肥效慢而能持久。由于含有一定数量的有机质，因而具有培肥改土的功能。另一类是各种化学肥料如：氮肥、磷肥、钾肥、微量元素肥料以及复合（混）肥料等，它们的特点