



蔬菜的营养 与施肥技术

农业实用新技术丛书

■ 蔡绍珍 陈振德 主编



青岛出版社

农业实用新技术丛书

蔬菜的营养与施肥技术

主 编 蔡绍珍 陈建德
参编 顾 珏 王冠雷 陈建德 李祥云

鲁新登字 08 号

责任编辑:张化新
封面设计:范开玉

农业实用新技术丛书
蔬菜的营养与施肥技术
蔡绍珍 陈振德 主编

*

青 岛 出 版 社 出 版
(青 岛 市 徐 州 路 77 号)
邮 政 编 码:266071

新华书店北京发行所发行
五莲县印刷厂印刷

*

1997 年 7 月第 1 版 1997 年 7 月第 1 次印刷
32 开(787×1092 毫米) 6 印张 130 千字

印数 1-5000

ISBN7-5436-1561-4/S·23

定价:6.50 元

前 言

施肥是蔬菜栽培中的重要内容和技术环节,蔬菜施肥是否科学,直接影响到蔬菜的产量、品质和经济效益,进而影响到人们的身体健康和土壤环境的变化。因此,我们在总结青岛市农科所多年来在露地和覆膜栽培条件下,对主要蔬菜的营养特性与施肥技术的研究成果的基础上,结合国内外有关资料,编写了这本《蔬菜的营养与施肥技术》。

本书全面、系统地介绍了黄瓜、番茄、大白菜、甜椒、甘蓝、花椰菜等10种主要蔬菜的生长动态、干物质积累、需肥规律、施肥效果以及施肥技术等。图文并茂,内容新颖,技术实用,通俗易懂。具有初中以上文化水平的农民技术员都能看得懂,用得上。本书也可供农业院校蔬菜、土壤肥料等专业的师生和从事土壤肥料研究及农业技术推广的科技人员参考。

这本书的出版,对改变我国目前蔬菜施肥上普遍存在的施肥品种单一、施肥结构不合理等问题具有一定的指导作用,对促进我国蔬菜施肥趋向科学化、合理化、规范化有较大的现实意义。

由于水平所限,缺点错误难免,恳请读者批评指正。

编 者

1996年10月

目 录

一、概述	(1)
二、黄瓜的营养与施肥技术	(9)
(一)露地栽培黄瓜的营养与施肥技术	(9)
(二)覆膜栽培黄瓜的营养与施肥技术	(22)
三、番茄的营养与施肥技术	(34)
(一)露地栽培番茄的营养与施肥技术	(34)
(二)覆膜栽培番茄的营养与施肥技术	(46)
四、甜椒的营养与施肥技术	(58)
(一)露地栽培甜椒的营养与施肥技术	(58)
(二)覆膜栽培甜椒的营养与施肥技术	(70)
五、大白菜的营养与施肥技术	(83)
(一)露地栽培大白菜的营养与施肥技术	(83)
(二)覆膜栽培大白菜的营养与施肥技术	(95)
六、甘蓝的营养与施肥技术	(101)
(一)露地栽培甘蓝的营养与施肥技术	(101)
(二)覆膜栽培甘蓝的营养与施肥技术	(111)
七、花椰菜的营养与施肥技术	(120)
(一)露地栽培花椰菜的营养与施肥技术	(120)
(二)覆膜栽培花椰菜的营养与施肥技术	(125)
八、萝卜的营养与施肥技术	(130)

九、茄子的营养与施肥技术	(145)
十、马铃薯的营养与施肥技术	(157)
十一、姜的营养与施肥技术	(171)

一、概 述

蔬菜是人们日常生活中的重要副食品之一。我国种植的蔬菜有 200 余种,其中大量种植的有 50~60 种,可分为根菜类、白菜类、甘蓝类、茄果类、瓜类、豆类、绿叶菜类、薯芋类、葱蒜类、水生蔬菜类、多年生蔬菜类和食用菌类等 12 类。近几年,随着我国人口的增加和人民生活水平的提高,促使蔬菜生产迅速发展,菜田面积和产量逐年增加。栽培的蔬菜主要有番茄、黄瓜、洋葱、南瓜、茄子、辣椒、萝卜、花椰菜和甘蓝等。与此同时,蔬菜地膜覆盖和保护地栽培也迅速发展。地膜覆盖栽培被誉为中国农业的“白色革命”。保护地栽培单产一般比露地栽培高 1~2 倍,纯收入增加 2~4 倍,对调剂蔬菜市场、缓解蔬菜供应发挥了重要作用。另外,蔬菜品种更新加快,一代杂交种已普遍推广应用,有的已占总栽培面积的 80%(如黄瓜)。蔬菜育苗正在向专业化、工厂化、商品化发展。

1. 蔬菜作物的营养特点

蔬菜作物生长期短,复种指数高,根系分布较浅,对土壤理化性状的要求比较严格。掌握其需肥特性和对土壤肥料的特殊要求,通过栽培管理来创造水、肥、气、热协调的土壤条件,是促进蔬菜生长发育、实现持续优质高产的基本措施。

(1)蔬菜作物根系吸收能力强:作物根系盐基代换量是衡量根系活力的主要指标。一般根系盐基代换量大的作物养分吸收能力强。盐基代换量大的蔬菜,根系优先吸收钙、镁等二

价离子；盐基代换量小的蔬菜，根系优先吸收钾、铵等一价离子。蔬菜作物体内含钙、镁较多，钙尤其突出，一般为小麦的5倍左右，萝卜吸钙量比小麦高10倍。钙在植株体内移动性很小，蔬菜生长后期常因根系活力减退，钙在植株体内转移受阻，使不同营养元素之间失去生理平衡而引发生理病害，如大白菜、甘蓝的心腐病（干烧心）等，在土壤pH值小于6或大于7时发病率较高。与禾本科作物比较，蔬菜阳离子代换量高得多。

(2)蔬菜是喜肥作物：蔬菜需肥量较大，1000公斤产量吸收氮2~4公斤、磷0.18~1.2公斤、钾3~5公斤、钙1~1.8公斤、镁0.18~0.24公斤，吸收比例大致为10:3:13:5:1。与小麦养分吸收量比较，氮高0.4倍，磷高0.2倍，钾高1.92倍，钙高4.3倍，镁高0.54倍。但不同蔬菜种类吸收养分的数量和比例不同。吸肥能力大的有甜椒、花椰菜、牛蒡、芋头和小芜菁等；中等的有茄子、番茄、甘蓝、大白菜等；吸肥能力较小的有芹菜、黄瓜、西瓜等。不同蔬菜种类虽然都吸收碳、氢、氧、氮、磷、钾、硫、镁、钙、铁、锌、锰、铜、钼、硼、氯等16种营养元素，但吸收过程不同。如：叶菜类生长期短，初期生长慢，吸收养分少，40~60天时吸收量增大，但已经到收获季节；甘蓝、白菜、根菜类等对养分的吸收，前小中大后小；瓜果类蔬菜营养生长与生殖生长并进，吸收养分的持续时间长，直到生育末期，其养分吸收量仍然较大。从不同蔬菜的耐肥力来看，可分为强、中、弱3类。其中强的有甘蓝、大白菜、芹菜和茄子等；中等耐肥的有番茄、辣椒、洋葱、黄瓜等；耐肥力弱的有草莓、三叶芹、莴苣、甜瓜、菜豆等。

(3)蔬菜是喜硝态氮作物：蔬菜体内铵态氮过多时，会抑

制对钙、钾的吸收,影响其正常生长发育,甚至因打破植株体内的营养平衡而引发生理病害或缺素症,在低温条件下尤其明显。而硝态氮即使在植株体内积累,亦无负作用。但由于目前硝态氮肥品种较少,且适量铵态氮配合施用对大多数蔬菜仍有一定增产效果,因而,在蔬菜施肥中,两种形态的氮肥配合施用较好,其配合比例以硝态氮 70%、铵态氮 30%为宜。目前供应的氮化肥多数是尿素和碳酸氢铵,硝态氮化肥很少。为防止铵在蔬菜体内过多积累和减少尿素、硝态氮的淋溶损失,在蔬菜施肥中,无论哪种氮肥,都要防止一次用量过大,以提高其利用率。

(4)蔬菜根呼吸需氧量大:土壤通气适中是蔬菜作物正常生长发育的重要条件,菜田土壤三相比是衡量土壤肥力的基本指标之一,老菜园一般固相为 50%,液相和气相分别为 20%和 30%。土壤空气组成受植物根呼吸强度和土壤微生物活动程度的影响。根系发达、呼吸强度大、土壤微生物活动旺盛时,二氧化碳增加,土壤中含氧量低。土壤空气组成和含氧量的高低还直接受外界气体交换速度的影响,而交换速度又与风、雨、气压等综合自然因素有关。因而,蔬菜生产中除通过施肥管理改善土壤理化性状,逐步培肥地力外,还要根据当季气候条件,因地制宜,采取相应措施。如高温季节早、晚进行“冷凉灌溉”,大雨过后进行“涝浇园”和适时中耕,以增加土壤的通透性。

不同种类的蔬菜对土壤含氧量的敏感程度不同,萝卜、甘蓝、豌豆、番茄、黄瓜、菜豆、辣椒等对土壤含氧量敏感,氧不足时其生长发育受影响较大。而蚕豆、豇豆和洋葱等,在土壤氧气不足时,相对受影响较小。茄子介于上述两种类型之间。土

壤不同含氧量对瓜果类蔬菜生长的影响见表 1-1。在 3 种蔬菜中,黄瓜对土壤含氧量要求最高,其次是番茄,茄子最低。与 20% 土壤含氧量时的产量比较,10% 土壤含氧量的产量为黄瓜减产 10%,番茄减产 2%,茄子反而略有增产。

表 1-1 土壤不同含氧量对瓜果类蔬菜生长的影响

种 类	含 氧 量 (%)			
	2	5	10	20
黄 瓜	115.3	147.3	197.8	222.2
番 茄	70.0	211.7	265.1	268.1
茄 子	120.5	174.0	201.3	195.3

(5)蔬菜需硼量高:硼在植物体内分为不溶性和可溶性两种,一般单子叶植物体内可溶性硼含量比双子叶植物高。蔬菜大多数属双子叶植物,吸硼量比禾本科作物高 3~20 倍。其主要原因是硼在蔬菜作物体内大都是不溶性的,移动性小,再利用率低。一般情况下,需硼量越高的作物,越容易缺硼。各类蔬菜缺硼的典型症状很不相同,但其共同点是根系不发达,生长点死亡,花发育不全,果实易出现畸形。因而,在蔬菜生产中要注意观察,发现症状后,及时追施硼肥。

2. 外界条件对蔬菜吸收养分的影响

(1)土壤温度对蔬菜吸收养分的影响:土壤温度影响植物的各种生理活动,因而,影响对养分的吸收。一般来说,土壤温度低于 2℃ 时,植物不能进行呼吸作用,只能进行被动吸收。随着温度的升高,植物对养分的吸收速度加快,但温度超过 40℃ 后,由于酶钝化和膜透性大引起的离子泄漏增加,使植物对养分的吸收减慢。同时,由于低温能量供给少,根系的生长

速率减缓,也直接影响对养分的吸收。

果菜类蔬菜根毛伸长的适宜温度为 $28^{\circ}\text{C}\sim 34^{\circ}\text{C}$,对温度要求高低的顺序为甜瓜>西瓜>甜椒>番茄、茄子、菜豆。秋菜类根毛伸长的适宜温度为 $24^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$,不同蔬菜对温度要求高低的顺序为洋葱>胡萝卜>甘蓝、葱、大白菜>菠菜。这类蔬菜根毛发生的最低温度为 $4^{\circ}\text{C}\sim 12^{\circ}\text{C}$,在此温度范围内,根部吸收养分的速度与温度成正比。

低温条件下,根部吸收养分的速度明显减慢,但各营养元素之间差别较大,受温度影响大小的顺序为磷酸根>氮>硫酸根>镁>氯>钙。因而,蔬菜早春育苗和栽培时,经常出现磷素营养缺乏症状,要特别注意增施磷肥。低温对镁的吸收影响很小。

另外,温度对不同氮素形态的影响不同,其中硝态氮对温度的反应比较敏感,温度过高或过低都会明显影响蔬菜对硝态氮的吸收速度。

(2)土壤通气性对蔬菜吸收养分的影响:植物进行生命活动,需要通过呼吸作用来实现能量和物质的转换,蔬菜对各营养元素的吸收也离不开呼吸释放的能量供应。土壤通气性直接影响到植物的呼吸种类和速度,在通气良好的条件下进行有氧呼吸,释放能量较多。相反,在通气不良的土壤条件下,植物为了适应环境,就要进行缺氧呼吸,消耗大量的光合产物来维持自身的生长。

与大气比较,土壤空气的特点是含氧量较低,二氧化碳含量高,一般表层土壤为 $0.2\%\sim 1.0\%$,比大气高 $6\sim 30$ 倍,这是由于作物机体的呼吸作用和土壤有机质的分解造成的。如果土壤通气性良好,土壤气体交换速度加快,能有效地提高土

壤空气的含氧量,减少二氧化碳含量,促进根的呼吸作用,增强根的活性,有利于蔬菜对各种营养元素的吸收。否则,当土壤含氧量不足时,对根系吸收各种元素将产生不同程度的阻碍,其影响大小的顺序为钾>钙>镁>氮>磷。而当土壤中氧气充足时,促进各元素吸收的顺序为钾>氮>钙>镁。

不同蔬菜种子发芽要求的土壤含氧量不同,在土壤含氧量为1%时,黄瓜、葱类蔬菜种子的发芽率为标准发芽率的20%,当土壤含氧量达到2%时,可达到标准发芽率。而茼蒿、萝卜种子等在土壤含氧量为5%时,其发芽率也只有标准发芽率的20%,其余蔬菜类型介于上述两类之间。

另外,土壤通气性好坏对土壤微生物区系、酶的种类、矿质元素的形态和有机物质的矿化都有直接影响。因而,菜田增施有机肥料,对改善理化性状、协调养分供应非常重要。

(3)土壤酸碱度对蔬菜吸收养分的影响:土壤酸碱度直接影响到各营养元素的存在、形态和有效性。一般情况下,弱酸土壤有利于植物对阴离子的吸收,弱碱土壤有利于植物对阳离子的吸收,pH值过高或过低都不利于作物对养分的吸收。不同蔬菜作物对土壤pH值的适宜范围见表1-2。当土壤pH值超出表列范围时,植株就会生长不良。

表 1-2 各类蔬菜对土壤 pH 值的适宜范围

pH 6~6.8	pH 5.5~6.8	pH 5~6.8
洋葱、菠菜、芹菜、根甜菜、叶用甜菜、大白菜、茼蒿、茼蒿、甜瓜、毛豆	芥菜、萝卜、番茄、茄子、黄瓜、南瓜、花椰菜、甘蓝、大葱、大蒜、甜椒、胡萝卜	马铃薯、西瓜、芋头、金针菜

土壤酸碱度对各营养元素的影响机理不尽相同。土壤中

的氮多为有机态,经微生物分解后才能变成易被作物吸收的铵态氮或硝态氮。由于铵化作用适宜的 pH 值为 6.6~7.5,硝化作用适宜的 pH 值为 6.5~7.9,所以,土壤 pH 值为 6~8 时,有效态氮含量高。

磷的有效性受土壤酸碱度的影响最大,在酸性或微酸性土壤中(pH 值为 6 以下)被铁、铝固定,在 pH 值为 7~8 时,易被钙固定,都变成植物难以吸收利用的状态,因而,磷在土壤 pH 值为 6.5 左右时有效性最高。

酸性土壤的氢离子浓度较高,有利于土壤矿物质的风化和钾、镁、钙、硼、铜等元素的释放,提高其有效性。但在酸性环境下,由于土壤胶体上的交换位置绝大部分被氢离子和铝占据,钾、镁、钙、铜、硼等元素淋失的机会增加,常发生缺素症。

(4)土壤水分对蔬菜吸收养分的影响:充足的土壤水分是植物正常生长发育的先决条件,也是影响植物吸收营养的主导因素。首先是土壤水分影响植物的蒸腾作用,根系吸入的水分只有 0.2%用于植物体构成,而 99%以上的用于蒸腾作用。当土壤养分适量时,蒸腾强度和养分吸收速率间无必然的联系。但无论是大量元素还是微量元素过量时,植物对各营养元素的吸收速率随蒸腾强度的提高而增加。

在一般情况下,呈溶解状态的营养物质才能被作物吸收利用,所以,水分不足时,施肥效果较差。特别是磷和钾,在干旱条件下植物难以吸收。但土壤水分过多时,不仅造成可溶性养分大量流失,降低其利用率,而且某些离子会被过量吸收,导致植物中毒。

土壤含水量过高,尤其处于渍水状态时间较长时,因土壤孔隙度降低,氧气不足,根系表面出现吸收障碍,微生物活动

受抑制,蔬菜吸收养分的能力大大减弱,常因养分缺乏而生长不良,易发生病害。

3. 目前我国菜田面临的土壤肥料问题及对策

目前我国菜田面临的土壤肥料问题主要有:

(1)老菜田被大量占用,新菜田迅速增加:随着我国人口的增加和城区的扩大,原有近郊老菜田大批被基建占用,远郊粮田改种蔬菜的面积迅速增加,远郊商品菜供应量越来越大。但远郊新菜田与老菜田的耕层土壤养分含量相差很大。新菜田的肥力水平低,单产上不去,病虫害较多,蔬菜质量较差,生产中必然要加大化肥、农药用量和水电设施投入,使生产成本上升,效益下降。

(2)偏施氮化肥严重影响蔬菜质量:随着我国化肥工业的发展和菜区农民收入的不断增加,蔬菜施用有机肥的数量普遍减少,化肥用量猛增,特别是氮化肥用量远远超过了蔬菜实际需要数量,有的露地栽培一季亩施尿素 100 公斤,保护地栽培用量更为惊人。相比之下,磷化肥用量较小,钾化肥单独用于菜田的极少。不仅养分供需矛盾尖锐,更重要的是污染了环境,降低了蔬菜品质。

针对当前蔬菜生产面临的上述问题,应继续深入贯彻落实执行城市蔬菜生产“以近郊为主,远郊为辅,外埠调剂”的方针,提高依法管地意识,严格控制征用菜田,尽量减少对老菜田的占用,对新菜田增施有机肥,进行快速培肥。为了防止硝酸盐和亚硝酸盐在蔬菜中积累,降低蔬菜品质,应在施用有机肥的基础上,三要素配合施用,按需供给。同时,为提高化肥利用率,应对蔬菜进行根外追肥。

二、黄瓜的营养与施肥技术

黄瓜是人们喜爱的主要蔬菜品种之一,一年四季均可生产,全国各地无不栽培。我国的黄瓜品种主要分为华南型和华北型。根据栽培方式不同,又可分为露地栽培、地膜覆盖栽培、保护地栽培和无土栽培等。黄瓜原产地在热带,根系分布较浅,属于喜肥但不耐肥的作物,其特点是产量较高,需肥量大,营养生长与生殖生长并进的时间较长,这就为施肥带来了难度。目前我国黄瓜施肥存在的突出问题是氮肥用量过大,有机肥和钾肥用量严重不足,不仅导致肥料利用率降低,限制了产量的继续提高,增加了生产成本,同时还恶化了土壤环境,降低了黄瓜品质。因此,应根据黄瓜的营养特性,按需施肥,实现节肥增产,优质高效。

(一)露地栽培黄瓜的营养与施肥技术

1. 露地栽培黄瓜的营养特性

(1)养分吸收量:黄瓜定植后,由于移栽伤根较多,根系吸收养分的能力很弱,尤其露地栽培条件下,气温低,对其生长十分不利,干物质增长量很小,至初花期,每亩干物质积累量只有 22.8 公斤,平均积累速度为 1.23 公斤/亩·日。以后,气

温渐高,根系生长旺盛,营养生长和生殖生长同时进行,干物质积累速度明显加快,至采收始期,每亩干物质积累量达到126.2公斤,平均积累速度为7.38公斤/亩·日,为前期的5.8倍。随着黄瓜生育期的推进和自然温度的不断提高,其生长量越来越大,采收始期到采收盛期和采收盛期至拉秧期,每亩干物质积累量分别达到322.9公斤和555.2公斤,相应的积累速度为10.93公斤/亩·日和17.86公斤/亩·日(表2-1)。据统计分析,黄瓜不同生育期养分吸收量与干物质增长量成正相关,其中氮、磷、钾达到显著水平,钙、镁不显著。具体为:初花期以前黄瓜对氮的吸收量很小,18天每亩吸收量只有0.86公斤,占一生总吸收量的6.5%,吸收强度为46.1克/亩·日;以后伴随生育期的推进,氮吸收逐渐增多,至采收始期每亩累积吸收量达到4.6公斤,占总吸收量的35.6%,吸收强度为266.4克/亩·日;采收始期以后,由于干物质增长减缓,氮的吸收速度有所降低,采收盛期以后又有回升,并达到全生育期的最高峰。黄瓜对磷的吸收与氮不同,前期吸收

表 2-1 黄瓜不同生育期干物质积累和养分吸收量

生育期 (月/日)	干物质		N		P ₂ O ₅		K ₂ O		CaO		MgO	
	(公斤/亩)	(%)	(公斤/亩)	(%)	(公斤/亩)	(%)	(公斤/亩)	(%)	(公斤/亩)	(%)	(公斤/亩)	(%)
定植(5/9)	0.66	0.1	0.03	0.2	0.01	0.1	0.04	0.2	0.04	0.1	0.01	0.2
初花(5/28)	22.8	4.1	0.86	6.7	0.43	3.3	1.07	5.9	1.18	3.8	0.31	4.9
始采(6/11)	126.2	22.7	4.59	35.6	2.89	22.1	5.13	28.2	8.06	25.8	2.01	31.7
盛采(6/29)	322.9	58.2	7.44	57.7	8.28	63.4	12.81	70.0	16.66	53.2	4.42	69.6
拉秧(7/12)	555.2	100	12.90	100	13.06	100	18.19	100	31.30	100	6.35	100

量较小,随着生育期的推进逐渐增大,最大吸收量出现在拉秧期,全生育期平均吸收速度为 207.3 克/亩·日。黄瓜生育过程中对钾的吸收量虽然也是前期较小,以后渐大,但其突出的特点是采收盛期吸收量最大,累积达到总吸收量的 70.0%,吸收速度为 426.7 克/亩·日,是全生育期平均吸收速度的 1.5 倍。钙的吸收量在黄瓜整个生育期内始终处于最大,自身相对吸收量前期较小,以后递增,特别是采收盛期至拉秧期,由于高温多湿和土壤的氮、钾浓度相对较低,仅 13 天每亩吸钙量就高达 14.64 公斤,为同期三要素吸收量的 2.6~3.1 倍。与钙相反,黄瓜对镁的吸收量在 5 种营养元素中始终处于最小,全生育期的平均吸收速度只有 100.8 克/亩·日,不同生育期对镁的吸收过程与钾相近。综合国内有关资料,生产 1000 公斤黄瓜需要的养分为氮 2.8~3.2 公斤、磷 0.8~1.8 公斤、钾 3.0~4.4 公斤、钙 5.0~5.9 公斤、镁 0.8~1.2 公斤。与日本竹下的研究结果比较,氮、磷、钾差异不大,钙、镁明显偏高,尤其是钙,增加 70% 以上,这可能与土壤和气候条件有关。

露地栽培黄瓜不同生育期 5 种营养元素的吸收率不尽相同,氮在黄瓜生育过程中有两次吸收高峰,分别出现在初花期至采收始期和采收盛期至拉秧期,吸收率相应为 28.7% 和 42.7%;磷、钾、镁的吸收率都是前期较小,随着黄瓜干物质的逐步增加,最大吸收率都出现在采收盛期,分别达到 41.3%、42.2% 和 38.0%,以后又有所下降,其中钾降幅最大;黄瓜不同生育期对钙的吸收率与其他元素不同,前期较小,以后递增,至拉秧期才出现吸收高峰(表 2-2)。