

BAIZHONG ZUOWU WUGONGHAI SHIFEI JISHU

百种作物 无公害施肥技术

赵广春 徐俊恒 苏成军 主编



百种作物无公害施肥技术

赵广春 徐俊恒 苏成军 主编

河南出版集团
中原农民出版社

主 编 赵广春 徐俊恒 苏成军

副 主 编 (以姓氏笔画为序)

王德坤 申保成 任 伟 孙丽华 张永生

沈东青 陈新颖 范嘉林 范慧娟 郭振升

审 稿 范兴亮

图书在版编目(CIP)数据

百种作物无公害施肥技术/赵广春,徐俊恒,苏成军主编.
郑州:河南出版集团,中原农民出版社,2006.9
ISBN 7-80641-976-4

I. 百… II. ①赵…②徐…③苏… III. 作物-施肥-无
污染技术 IV. S147.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 057310 号

出版社:中原农民出版社

(地址:郑州市经五路 66 号 电话:0371—65751257

邮政编码:450002)

发行单位:全国新华书店

承印单位:河南农业大学印刷厂

开本:850mm×1168mm 1/32

印张:13.5

字数:337 千字

印数:1-3000 册

版次:2006 年 9 月第 1 版 **印次:**2006 年 9 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7-80641-976-4/S·375

定价:19.50 元

本书如有印装质量问题,由承印厂负责调换

目 录

第一章 作物施肥的基本知识	1
第一节 作物生长发育必需的营养元素	1
一、必需营养元素的主要生理功能	1
二、作物对养分的吸收	6
第二节 配方施肥	7
一、配方施肥的理论基础	7
二、配方施肥的常用方法	11
第二章 粮食作物的无公害施肥技术	32
第一节 小麦	32
一、小麦的生物学特性	32
二、小麦的需肥特点及无公害施肥技术	36
第二节 水稻	38
一、水稻的生物学特性	38
二、水稻的需肥特点及无公害施肥技术	41
第三节 玉米	44
一、玉米的生物学特性	44
二、玉米的需肥特点及无公害施肥技术	47
第四节 谷子	51
一、谷子的生物学特性	51
二、谷子的需肥特点及无公害施肥技术	55

第五节 高粱	59
一、高粱的生物学特性	60
二、高粱的需肥特点及无公害施肥技术	62
第六节 甘薯	64
一、甘薯的生物学特性	65
二、甘薯的需肥特点及无公害施肥技术	66
第三章 经济作物的无公害施肥技术	69
第一节 棉花	69
一、棉花的生物学特性	69
二、棉花的需肥特点及无公害施肥技术	74
第二节 大豆(黄豆、青豆、黑豆)	77
一、大豆的生物学特性	77
二、大豆的需肥特点及无公害施肥技术	81
第三节 花生	83
一、花生的生物学特性	84
二、花生的需肥特点及无公害施肥技术	88
第四节 油菜	91
一、油菜的生物学特性	92
二、油菜的需肥特点及无公害施肥技术	94
第五节 烟草	96
一、烟草的生物学特性	97
二、烟草的需肥特点及无公害施肥技术	99
第六节 芝麻	101
一、芝麻的生物学特性	102
二、芝麻的需肥特点及无公害施肥技术	103
第七节 甜菜	106
一、甜菜的生物学特性	106
二、甜菜的需肥特点及无公害施肥技术	109

第八节 蓖麻	111
一、蓖麻的生物学特性	112
二、蓖麻的需肥特点及无公害施肥技术	114
第九节 向日葵	115
一、向日葵的生物学特性	116
二、向日葵的需肥特点及无公害施肥技术	117
第十节 甘蔗	119
一、甘蔗的生物学特性	119
二、甘蔗的需肥特点及无公害施肥技术	121
第十一节 胡麻	123
一、胡麻的生物学特性	123
二、胡麻的需肥特点及无公害施肥技术	124
第四章 果树茶叶的无公害施肥技术	127
第一节 苹果	127
一、苹果的生物学特性	127
二、苹果的需肥特点及无公害施肥技术	130
第二节 梨	134
一、梨的生物学特性	134
二、梨的需肥特点及无公害施肥技术	137
第三节 桃	140
一、桃的生物学特性	140
二、桃的需肥特点及无公害施肥技术	143
第四节 杏	145
一、杏的生物学特性	146
二、杏的需肥特点及无公害施肥技术	148
第五节 葡萄	150
一、葡萄的生物学特性	151
二、葡萄的需肥特点及无公害施肥技术	154

第六节 柿	157
一、柿的生物学特性	157
二、柿的需肥特点及无公害施肥技术	160
第七节 枣	161
一、枣的生物学特性	162
二、枣的需肥特点及无公害施肥技术	165
第八节 核桃	167
一、核桃的生物学特性	167
二、核桃的需肥特点及无公害施肥技术	170
第九节 石榴	171
一、石榴的生物学特性	172
二、石榴的需肥特点及无公害施肥技术	174
第十节 李	176
一、李的生物学特性	176
二、李的需肥特点及无公害施肥技术	178
第十一节 樱桃	180
一、樱桃的生物学特性	180
二、樱桃的需肥特点及无公害施肥技术	183
第十二节 猕猴桃	185
一、猕猴桃的生物学特性	185
二、猕猴桃的需肥特点及无公害施肥技术	188
第十三节 板栗	190
一、板栗的生物学特性	190
二、板栗的需肥特点及无公害施肥技术	193
第十四节 山楂	195
一、山楂的生物学特性	195
二、山楂的需肥特点及无公害施肥技术	197

第十五节 柑橘	199
一、柑橘的生物学特性	200
二、柑橘的需肥特点及无公害施肥技术	203
第十六节 香蕉	205
一、香蕉的生物学特性	205
二、香蕉的需肥特点及无公害施肥技术	209
第十七节 菠萝	212
一、菠萝的生物学特性	212
二、菠萝的需肥特点及无公害施肥技术	214
第十八节 芒果	217
一、芒果的生物学特性	217
二、芒果的需肥特点及无公害施肥技术	218
第十九节 椰子	221
一、椰子的生物学特性	222
二、椰子的需肥特点及无公害施肥技术	224
第二十节 龙眼	226
一、龙眼的生物学特性	226
二、龙眼的需肥特点及无公害施肥技术	230
第二十一节 荔枝	234
一、荔枝的生物学特性	234
二、荔枝的需肥特点及无公害施肥技术	237
第二十二节 银杏	240
一、银杏的生物学特性	241
二、银杏的需肥特点及无公害施肥技术	242
第二十三节 桑树	245
一、桑树的生物学特性	245
二、桑树的需肥特点及无公害施肥技术	248

第二十四节 茶树·····	250
一、茶树的生物学特性·····	251
二、茶树的需肥特点及无公害施肥技术·····	252
第五章 蔬菜类作物的无公害施肥技术·····	255
第一节 茄果类蔬菜·····	255
一、番茄(包括普通番茄、樱桃番茄、大叶番茄等)·····	255
二、茄子(包括圆茄、长茄、矮茄)·····	258
三、辣椒(包括辛辣型、半辛辣型和甜椒型)·····	262
第二节 瓜类蔬菜·····	265
一、黄瓜·····	265
二、西瓜·····	269
三、甜瓜(包括厚皮甜瓜和薄皮甜瓜)·····	273
四、冬瓜·····	276
五、南瓜·····	278
六、西葫芦(包括笋瓜)·····	281
七、佛手瓜·····	284
八、苦瓜·····	287
九、丝瓜(普通丝瓜和有棱丝瓜)·····	290
第三节 豆类蔬菜·····	292
一、菜豆·····	292
二、豇豆·····	297
三、豌豆和荷兰豆·····	300
四、蚕豆·····	303
五、四棱豆·····	306
第四节 白菜类蔬菜·····	309
一、结球白菜(大白菜)·····	309
二、结球甘蓝(包括普通甘蓝、皱叶甘蓝和紫甘蓝)·····	313
三、抱子甘蓝·····	316

四、花椰菜、青花菜·····	319
五、菜心·····	323
六、紫菜薹·····	325
七、芥菜·····	327
第五节 绿叶类蔬菜·····	329
一、菠菜·····	329
二、芹菜(包括西芹)·····	332
三、茼蒿(包括茼笋)·····	335
四、茼蒿·····	338
五、茴香(包括大茴香、小茴香、球茎茴香)·····	340
六、茼蒿·····	341
七、莧菜·····	344
八、薹菜·····	346
第六节 根菜类蔬菜·····	349
一、萝卜·····	349
二、胡萝卜·····	352
三、根用芥菜·····	355
四、牛蒡·····	357
第七节 葱蒜类蔬菜·····	360
一、韭菜·····	360
二、大葱·····	365
三、大蒜·····	369
四、洋葱·····	373
五、韭葱·····	376
第八节 薯芋类蔬菜·····	378
一、马铃薯·····	378
二、姜·····	383
三、山药·····	386

四、芋	389
五、魔芋	391
第九节 多年生蔬菜	394
一、芦笋	394
二、草莓	399
三、香椿	402
四、百合	405
五、黄花菜	408
第十节 水生蔬菜	411
一、莲藕	411
二、茭白	414
三、荸荠	417
主要参考文献	421
后 记	422

第一章 作物施肥的基本知识

第一节 作物生长发育必需的营养元素

植物从种子萌发到结实成熟的整个生命周期中,除了要求一定的光照、水分、空气和热量条件以外,还必须不断地从外界吸取它所需要的各种营养元素,进行同化作用,以维持其生命活动。

植物必需的营养元素有 16 种,分别是碳(C)、氢(H)、氧(O)、氮(N)、磷(P)、钾(K)、钙(Ca)、镁(Mg)、硫(S)、铁(Fe)、硼(B)、锰(Mn)、铜(Cu)、锌(Zn)、钼(Mo)、氯(Cl)。

除了上述 16 种植物生长必需的营养元素外,还有一些矿质元素,它们对植物生长有刺激作用,但不是必需的,或只对某些植物种类或在特定条件下是必需的,这些元素称为有益元素。

在作物所必需的营养元素中,对氮、磷、钾的要求量比较大,而一般土壤中的氮、磷、钾又难以满足作物生长的需要,生产实践证明,向土壤施用含有氮、磷、钾三种营养元素的肥料,可以明显地提高作物的产量。因此,人们称它们为“氮、磷、钾三要素”。有时也称为“肥料三要素”或简称为“三要素”。

一、必需营养元素的主要生理功能

1. 碳、氢、氧 碳、氢、氧组成碳水化合物,它占植物干物质重的 90% 以上,是植物有机体的主要组成成分,又是植物呼吸作用和一系列代谢作用的能量来源。

由于碳、氢、氧主要来自空气和水,因此一般不考虑施肥问题。

但是,在温室和塑料大棚栽培中,由于经常通风不足,二氧化碳的浓度常低于 0.03%,因此,需要施用二氧化碳肥料(也称气肥)。试验表明,在其他生长因素配合好的情况下,若使温棚内二氧化碳的浓度提高到 0.1%,就可提高作物的净光合率,使作物增产 20%~40%。

2. 氮 氮是植物体内许多重要有机化合物的成分,在多方面影响着植物的代谢过程和生长发育。

氮是蛋白质的主要成分,蛋白质中氮的含量为 16%~18%。蛋白质是植物生命活动的基础,因此氮被称为“生命元素”。

氮是核酸的组成成分,核糖核酸和脱氧核糖核酸是合成蛋白质和遗传的物质基础。氮也是植物体内许多酶的组成成分,植物体内各种代谢过程都必须有相应的酶参加。因而,氮通过酶而间接影响作物体内的各种代谢过程。

氮还是叶绿素的重要组成成分,直接参与植物的光合作用。

此外,植物体内的一些维生素(维生素 B₁、维生素 B₂、维生素 B₆ 等)也含有氮。它们是辅酶的成分,参与植物的新陈代谢。

3. 磷 磷既是植物体内许多重要有机化合物的组成成分,又以多种方式参与植物体内的各种代谢过程。

磷能提高细胞中原生质胶体的水合程度和细胞结构的充水性,提高原生质胶体保持水分的能力,减少水分的损失;磷能促进根系发育,使根系伸入深层土壤吸收水分,从而提高作物的抗旱能力;磷还能促进植物体内碳水化合物的代谢,使细胞中可溶性糖和磷脂的含量增加,因而能在较低温度时,保持原生质处于正常状态,增强植物的抗寒能力。

4. 钾 钾主要呈离子状态存在于植物细胞中,是植物体内许多酶的活化剂,在代谢过程中起重要作用,不仅可以促进光合作用,还可以促进氮的代谢,促进脂肪和蛋白质的合成。另外,碳水化合物的代谢和运输也需要钾的参与。

钾对维持细胞膨压有重要作用,不仅能促进植物生长,还可调节植物经济用水。

钾能增强植物对低温、干旱、盐碱和病虫害等的抗性,还能增强植物的抗倒伏能力。钾可以降低蔬菜中的硝酸盐含量,因此钾被称为“品质元素”。

5. 钙 钙对农作物的主要作用有:①能稳定生物膜结构,维持细胞膜的渗透性和细胞的完整性,在植物细胞的选择性吸收、生长、衰老、信息传递以及植物抗逆性方面都有重要作用。②促进作物根系的生长。③钙是碳水化合物代谢所必需的。④有消除其他离子毒害的作用。⑤在作物体内有生成不溶性盐类,中和有机酸的作用。⑥钙可以促进蛋白质的合成,也是某些酶的活化剂。

6. 镁 ①镁是组成叶绿素分子中惟一的矿质元素,是叶绿素的核心结构组成部分。②镁对植物的光合作用、碳水化合物的合成和代谢具有重要意义,施用镁肥后可以使甜菜中糖分含量增加。③镁能促进植物物质的形成,在酶的作用下能促进番茄中维生素C和维生素A的合成,使之含量增加,有利于提高瓜果和蔬菜的品质。④镁是许多酶的活化剂。⑤镁参与氮的代谢和促进脂肪的合成。⑥增加作物的抗病能力。⑦能刺激豆科作物根瘤菌产生,从而固定空气中的氮素。

7. 硫 硫对农作物的作用主要有:①硫是构成蛋白质不可缺少的成分,植物体内许多蛋白质都含有硫。②硫是许多酶、辅基和辅酶的组成成分。③许多含硫的酶不仅与呼吸作用、脂肪代谢有关,对淀粉合成也有一定的影响。④硫是豆科作物共生固氮菌所必需的。⑤硫还能传递电子,参与植物细胞内进行的氧化还原过程,能起到生长调节作用。⑥一些具有特殊机能的生理活性物质如维生素B₁、谷胱甘肽、维生素H、异硫氰酸、辅酶A等都含有硫,它们在许多重要的生理过程中起促进作用。⑦硫间接参与碳水化合物的代谢和叶绿素的生成,它虽然不是叶绿素的组成成分,但叶

绿素的形成却少不了硫。

8. 铁 铁是合成叶绿素所必需的,它能促进叶绿素的形成,与光合作用有密切的关系。铁通过化合价的变化参与植物细胞内的氧化还原反应和电子传递,铁与有机物螯合生成的细胞色素、血红蛋白、铁氧化还原蛋白等,对于植物体内硝酸还原和豆科作物的固氮都很重要。铁是很多酶的活化剂,也是一些与呼吸作用有关的酶如细胞色素氧化酶、过氧化氢酶、过氧化物酶等的组成成分,因此铁也参与了呼吸作用。铁还参与核酸和蛋白质的合成。

9. 硼 硼对农作物的作用主要有:①硼能促进碳水化合物的合成和正常运转,能和植物糖类、醇、水杨酸以及黄碱素等组成流动性较好的有机硼络合物,从而加快物质的代谢过程,促进作物茁壮发育和成长。②促进植物生殖器官的形成和正常发育,显著提高花的授粉率,增加农作物的产量。③参与半纤维素及有关细胞壁物质的合成。④促进细胞的伸长和细胞分裂。⑤促进根系发育,调节酸的代谢和木质化作用,提高豆科作物的固氮能力。⑥能促进核酸和蛋白质的合成,影响生长素的活性,在提高作物的抗旱性及抗寒性方面也有一定作用。⑦硼能提高作物对疾病的抵抗能力,因为硼本身就是杀菌药剂的组分之一,能有效地防治小麦的黑穗病、棉花的黑根病等。⑧植物的细胞内原生质代谢需要硼,因而硼能够促使作物呼吸增强、代谢旺盛、发育正常,达到提早成熟、颗粒饱满、改善果实品质和提高作物产量的效果。

10. 锰 锰对农作物的主要作用有:①锰参与许多酶的活动,如可以活化许多脱氢酶和硝酸还原酶,因此对三羧酸循环、光合作用和氮代谢产生促进作用。②锰在叶绿体中直接参与光合作用中的氧化还原过程,促进水的光解。③对碳水化合物的运转起重要作用。④锰参与叶绿体的组成,缺锰会引起叶组织失绿。⑤植物体内的其他氧化还原系统也受到锰的影响。

11. 铜 铜对农作物的主要作用有:①铜是植物体内许多氧

化酶的成分,或是某些酶的活化剂,参与许多氧化还原反应和呼吸作用。②铜与有机物结合构成铜蛋白并参与光合作用。③铜是超氧化物歧化酶(SOD)的重要组分。④铜参与氮素的代谢,影响根瘤菌的固氮作用。⑤铜能调节植物的生长,促进花器官的发育。⑥铜能增强植物对干旱、高温和霜冻的抗性,增强作物对疾病的抗御能力。⑦铜能提高植物的呼吸强度,促进植物有机体中的碳水化合物和蛋白质的新陈代谢。⑧促进繁殖器官的发育。⑨增加叶绿素的含量。

12. 锌 锌对农作物的作用主要有:①锌是很多酶的组分或活化剂,如乙醇脱氢酶、铜锌超氧化物歧化酶、碳酸酐酶和 RNA 聚合酶都含有锌,而碳酸酐酶是作物体内氧化还原过程的催化剂,因此锌可以促进植物的光合作用和呼吸作用,锌通过酶的作用对植物碳、氮代谢产生广泛的影响。②锌参与生长素的合成,缺锌后作物则停止生长。③锌参与光合作用中二氧化碳的水合作用。④锌可以促进蛋白质的合成。⑤锌能促进生育器官的发育和提高植物对高温、高盐分浓度、霜冻和干旱的抗御能力。⑥锌与叶绿素的形成有关,缺锌也能引起缺绿病。

13. 钼 钼对农作物的作用主要有:①钼是固氮酶的组成部分,氮代谢和豆科植物的自生固氮和共生固氮都少不了钼,钼能促进根瘤菌和其他固氮微生物对空气中氮素的固定,提高固氮能力几十倍甚至几百倍。②钼是硝酸还原酶的组成部分,能促使硝态氮还原,这种酶没有钼就不能起作用。③钼能发挥磷素的营养作用,促进植物吸收磷素营养,能促进某些有机磷酸复合物的形成和转化。④钼能促进植物体内糖类的形成和转化,提高植物体内糖的含量。⑤提高叶绿素及维生素 C 的含量,从而增强光合作用和呼吸作用。⑥提高作物的抗病、抗旱、抗寒、抗倒伏的能力,保证作物茁壮生长。⑦钼能促使作物早发芽、早发育、早成熟,提高作物的分蘖率,增加结实率,提高产量。⑧钼能减轻或清除过量的铁、

锰、铜等金属离子对植物的毒害。

14. 氯 氯参与植物的光合作用,在水的光解过程中起作用。氯在植物体内起着调节细胞液渗透压和维持生理平衡的作用,对于气孔的开闭也起着调节作用。此外,适量的氯有利于碳水化合物的合成与转化,施用含氯肥料还可以抑制某些病害如小麦全蚀病、玉米茎腐病等的发生。

二、作物对养分的吸收

植物主要通过根系从土壤介质溶液中吸收养分。根系从土壤溶液中吸收养分的方式可分为被动吸收和主动吸收。被动吸收就是养分离子顺着电化势由土壤介质溶液通过截获、质流和扩散3种方式进入细胞内的运动过程。主动吸收就是养分离子逆着电化势由土壤介质溶液通过离子泵和生物膜上的载体进入细胞内的运动过程。根系吸收的养分主要是土壤介质溶液中的离子态养分,如 NH_4^+ 、 NO_3^- 、 HPO_4^{2-} 、 H_2PO_4^- 、 SO_4^{2-} 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 HBO_4^- 、 $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ 、 MoO_4^{2-} 、 Cl^- 等。而铁、铜、锌、钼不仅可以以 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 MoO_4^{2-} 离子形态被作物根系吸收,还可以以 Fe、Cu、Zn、Mo 与有机物的螯合物形态被作物吸收。硼也能以硼酸分子(H_3BO_3)形态被作物吸收。作物还能吸收土壤中存在的非正磷酸盐,如焦磷酸($\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$)、次亚磷酸(H_3PO_2)、偏磷酸(HPO_3)、亚磷酸(H_3PO_3),只是吸收量有限。如果土壤中的无机养分不能满足植物的需要时,就需要通过施肥来补充。植物根系还能吸收少量小分子的分子态有机养分,如尿素、氨基酸、糖类、磷酸脂类(如己糖磷酸脂、甘油磷酸脂、蔗糖磷酸脂、卵磷脂)、植物碱、生长素和抗生素等,这些物质在土壤、粪肥、堆肥中都有存在。但是,土壤中能被根系吸收的有机分子种类并不多,有机分子也不如离子态养分易被植物吸收。因此,矿质养分始终是根系吸收养分的主要形态。

植物除了根系可以吸收养分外,还可以通过叶面(包括部分