

农家丛书

种养
技术

农村安全生产生活系列

重庆市新闻出版局策划



高效科学 施肥技术

GAOXIAO KEXUE SHIFEI JISHU

黄桂兰 吴人贵 主编



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

高效科学施肥技术

黄桂兰 吴人贵 编

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书主要阐述肥料的种类、性质和施用方法,肥料种类方面包括常见有机肥料(如秸秆肥、绿肥、粪尿肥、沼气池肥),无机肥料(如氮肥、磷肥、钾肥、复混肥料),生物肥料(简单地进行介绍),重点介绍农业生产中常用肥料的性质、施用方法和注意事项。

本书适用广大农民、农业技术员、植保工作者、中等农业学校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

高效科学施肥技术/黄桂兰,吴人贵编. —重庆:重庆大学出版社,2009.12

(农家丛书.农村安全生产生活系列)

ISBN 978-7-5624-5013-9

I. 高… II. ①黄…②吴… III. 施肥—基本知识 IV. S147.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 163780 号

高效科学施肥技术

黄桂兰 吴人贵 编

责任编辑:彭 宁 版式设计:彭 宁

责任校对:夏 宇 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/32 印张:5 字数:112 千
2009 年 12 月第 1 版 2009 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5624-5013-9 定价:8.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

前 言

随着农业生产水平的提高,肥料在农业生产中的作用日益重要。肥料是农业生产的基本生产资料,亦是人类赖以生存的重要资源。肥料尤其是化学肥料的投入越来越成为重要的增产手段。化学肥料具有养分含量高、见效快、效果好的特点,但与有机肥料比较,化学肥料又存在着养分单一、易流失等不足之处,施用不当不仅会造成肥料本身的损失、浪费,还会导致农作物减产,严重的还会造成环境污染。微生物菌剂(肥)则能通过微生物的生命活动及其代谢产物的作用,改善作物养分供应,达到提高产量、改善品质、提高土壤肥力、减少或降低病(虫)害发生、改善环境质量的目的。明确各种肥料的性质及特性,便能有针对性地选择购买商品肥料,并合理施用,以降低生产成本,获得农作物高产、优质、高效。此书注重突现“加强基础,淡化专业,拓宽专业面,重视应用”的原则;力求体现土壤肥料科学中新知识、新技术、新动向;尽可能加强有利于农民能力培养、可操作性强的内容。各种土壤退化类型的防治与改良;现代新型肥料及各项施肥新技术;各类常规肥料的有效合理施用技术;各种植物营养缺素症的诊断及防治技术,同时,本



书参阅了近年来国内外同行的大量有关论著、文献,在此一并致以深切的谢意。由于编者水平所限,书中缺点和疏漏在所难免,敬请读者对书中不足之处给予批评指正。

编 者

2009 年 8 月

目 录

第一章 肥料概述	1
第一节 作物必需营养元素	1
第二节 肥料	25
第三节 施肥及其基本环节	30
第二章 化学肥料	34
第一节 氮肥	34
第二节 磷肥	48
第三节 钾肥	57
第四节 微量元素肥料	63
第五节 复合(混)肥料	72
第六节 肥料的混合	79



第七节 稀土农用制品	81
第三章 有机肥料	87
第一节 有机肥料概述	88
第二节 粪尿肥	91
第三节 堆沤肥	100
第四节 绿肥	111
第五节 杂肥	120
第四章 微生物菌剂(肥)	127
第一节 概述	127
第二节 根瘤菌肥料	132
第三节 固氮菌肥料	134
第四节 磷细菌肥料	137
第五节 硅酸盐细菌肥料	140
第六节 复合微生物肥料	144
第七节 生物有机肥料	146
参考文献	151

第一章 肥料概述

第一节 作物必需营养元素

1. 植物的组成

一般新鲜植物含有 75% ~ 95% 的水分和 5% ~ 25% 的干物质,干物质由 90% ~ 95% 的有机物质和 5% ~ 10% 的灰分元素所组成。灰分元素包括磷、钾、钙、镁、钠、铁、锰、锌、硼、钼、铜、钨等几十种灰分元素,只占 1% ~ 5%。

2. 植物必需的营养元素

(1) 植物必需的营养元素

植物必需营养元素的三条标准:



①必要性 如缺少某种营养元素,植物就不能完成其生活史。

②专一性 必需营养元素的功能不能由其他营养元素所代替。

③直接性 必需营养元素直接参与植物代谢作用。

根据以上三条原则,可以确定 16 种高等植物必需营养元素,它们是碳(C)、氢(H)、氧(O)、氮(N)、磷(P)、钾(K)、钙(Ca)、镁(Mg)、硫(S)、铁(Fe)、锰(Mn)、硼(B)、铜(Cu)、锌(Zn)、钼(Mo)、氯(Cl)。

(2) 植物必需的营养元素的分组

在 16 种营养元素中又可按需要量划分为大量元素和微量元素。大量元素前 9 种(C、H、O、N、P、K、Ca、Mg、S),微量元素后 7 种(Fe、Mn、B、Cu、Zn、Mo、Cl),其中的氮(N)、磷(P)、钾(K)三种元素,由于作物需要量比较多,而土壤中可提供的有效量相对比较少,常常须通过施肥才能满足作物生长的需要。因此称为“作物营养三要素”或者“肥料三要素”。

3. 作物营养过多或缺乏症状识别

在农业生产中,作物常因土壤因素及人为过量偏施化肥而影响作物对某种元素的正常吸收,发生营养元素的缺乏或过多现象。在栽培上可根据作物所表现的生理失常现象,确定其原

因,及时加以矫正,以恢复作物的正常生长。

(1) 营养过多症

氮素过多症 供氮过多时,叶绿素形成多,叶色浓绿。植株徒长,贪青晚熟。蛋白质合成消耗大量的碳水化合物,构成细胞壁的纤维素、果胶等物质减少,细胞壁发育不良,变薄,易倒伏。

磷素过多症 磷素供应过多时,由于植物的呼吸作用过强,消耗大量碳水化合物和能量,使谷类作物无效分蘖增多,抽穗不整齐,空瘪粒增加;叶片肥厚而密集,繁殖器官过早发育,茎叶生长受到抑制,营养体小,产量低。水稻过多吸收磷会导致硅吸收减少,使水稻易患稻瘟病。由于水溶性磷酸盐可与土壤中的微量元素如铁、锌、锰等元素形成溶解度低的化合物,降低了这些元素的有效性,从而可能诱发植物缺锌、缺铁、缺锰症状的产生。

钾素过多症 钾肥用量过多时,由于造成离子不平衡,会影响对其他阳离子特别是镁、钙的吸收,引起作物的钙、镁缺乏。

(2) 营养缺乏症

缺氮 植株浅绿、基部老叶变黄,干燥时呈褐色。茎短而细,分枝或分蘖少,出现早衰现象。若果树缺氮则表现为果小、果少、果皮硬等现象;枝条细长发硬,叶小花小。叶色从老叶到



新叶由浓绿而渐变淡,继而出现红紫色;直到萎黄脱落,严重时全株失去绿色。植物生长速率缓慢,植株瘦弱,茎秆细长,叶片小且老叶过早地脱落。缺氮使叶绿体分解并抑制其形成,缺氮造成的缺绿症均匀的分布在整片叶片上,稍后在缺氮严重的阶段,叶片坏死。氮素缺乏引起植物过早地成熟和营养生长期缩短,这种过早地衰老可能与细胞分裂素的合成和转移受到氮素供应状况的影响有关。缺氮症状从下而上扩展,严重时下部叶片枯黄早落;根量少,细长;侧芽休眠,花和果实量少,种子小而不充实,成熟提早,产量下降。主要作物缺氮症状如下:

小麦叶片短、窄,茎部叶片先发黄。植株瘦小、直立,分蘖少或无,穗小粒少。

玉米植株矮小,茎细弱,生长缓慢,叶片由下而上失绿黄化,症状从叶尖沿中脉向基部发展,先黄后枯,成“V”形。

棉花植株矮小,叶片由下至上逐渐变黄,幼叶黄绿,中下部叶片黄色,下部老叶为红色,叶柄和基部茎秆暗红或红色,果枝少,结铃小。

花生叶片呈淡黄色至几乎白色,茎发红,根瘤很少。

大豆叶片出现青铜色斑块,渐变黄而干枯,生长缓慢,基部叶片先脱落,茎瘦弱,花荚稀少。

水稻植株瘦小,直立,分蘖少,叶片小,呈黄绿色,从叶尖沿中脉扩展到全部,下部叶片首先发黄焦枯,穗小而短。



甘薯基部叶的边缘红到紫色,叶柄短,易脱落,蔓细长,稀疏。薯块小,纤维多。

马铃薯叶片小,淡绿至黄绿色,中下部小叶边缘褪色呈淡黄色,向上卷曲,提早脱落。植株矮小,茎细长,分枝少,生长直立。

油菜植株矮小瘦弱,分枝少,叶片小而苍老,叶色从幼叶至老叶依次均匀失绿,由淡绿到淡绿带黄以至最后呈淡红带黄。

烟草生长缓慢,幼叶叶色淡绿,中下部叶片变黄,并逐渐干枯脱落,叶上竖立,与茎形成的夹角较小。

大白菜生长缓慢,植株矮小,叶片小而薄,叶色发黄,茎部细长,包心期缺氮,叶球不充实,叶片纤维增加,品质降低。

番茄植株瘦弱,叶色淡绿或黄色,叶小而薄,叶脉由黄绿色变为深紫色,茎秆变硬并呈深紫色。花蕾变为黄色,易脱落,果小而少。

黄瓜植株矮化,叶呈黄绿色。严重时叶呈浅黄色,全株呈黄白色,茎细而脆。果实细短,呈亮黄色或灰绿色,多刺,果蒂呈浅黄色或果实呈畸形。

洋葱叶少而窄小,叶色浅绿,叶尖呈牛皮色,逐渐全叶呈牛皮色。

苹果叶小,淡绿色,较老叶片为橙色、红色或紫色,以致早期落叶;叶柄与新梢夹角变小;新梢褐至红色,短而细;花芽和



花减少,果实小且高度着色。

杏叶淡黄绿色,且小;营养枝短而细,花多,果小,产量低。

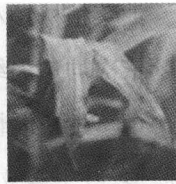
桃枝梢顶端叶片淡黄绿色,基部叶片红黄色,呈现红色、褐色和坏死斑点,叶片早期脱落。枝梢细尖、短、硬,皮部呈淡褐红至淡紫红色。



油菜缺氮



花生缺氮



玉米缺氮

防治方法:增施腐熟的人粪尿、饼肥、厩肥或硫酸铵、尿素、硝酸铵等肥料。

缺磷 植株深绿,常呈红色或紫色,干燥时暗绿。茎短而细,基部叶片变黄,开花期推迟,种子小,不饱满;叶片由深绿色转为紫铜色,叶脉(尤其是叶柄)呈黄中带紫色。花芽形成困难,开花小而少且色淡,导致果实发育不良,甚至提早枯萎凋落。主要作物缺磷症状如下:

小麦 植株瘦小,分蘖少,叶色深绿略带紫,叶鞘上紫色特别明显,症状从叶尖向基部,从老叶向幼叶发展,抗寒力差。

玉米 从幼苗开始,在叶尖部分沿叶缘向叶鞘发展,呈深绿带紫红色,逐渐扩大到整个叶片,症状从下部叶片转向上部

叶片,甚至全株紫红色,严重缺磷叶片从叶尖开始枯萎呈褐色,抽丝延迟,雌穗发育不完全,弯曲畸形,果穗结粒差。

棉花 植株矮小,苍老,叶色灰暗、茎细,基部红色。果枝少、叶片小、叶缘和叶柄常出现紫红色,根系发育不良,成熟延迟,蕾铃易脱落,产量及品质下降。

花生 老叶呈暗绿至蓝绿色,以后变黄而脱落,茎基部红色。

大豆 植株瘦小,叶色浓绿,叶片狭而尖,向上直立,开花后叶片出现棕色斑点,籽粒细小。严重缺磷,茎及叶片变暗红。

水稻 植株瘦小,不分蘖或分蘖少,叶片直立,细窄,色暗绿。严重时稻丛紧束,叶片纵向卷缩,有红褐色斑点,生育期延长。

甘薯 早期叶片背面出现紫红色,脉间先出现一些小斑点,随后扩展到整个叶片,叶脉及叶柄最后变成紫红色,茎细长,叶片小,后期出现卷叶。

油菜 植株瘦小,出叶迟,上部叶片暗绿色,基部叶片呈紫红色或暗紫色,有时叶片边缘出现紫色斑点或斑块,易受冻害。分枝小,延迟开花和成熟。

马铃薯 植株瘦小,严重时顶端停止生长,叶片、叶柄及小叶边缘有些皱缩,下部叶片向上卷,叶缘焦枯,老叶提前脱落,块茎有时产生一些锈棕色斑点。



烟草 整株簇生状,叶窄、色暗,直立,老叶有坏死斑点,干枯后变棕色。经火烤后的烟叶色暗无光泽。

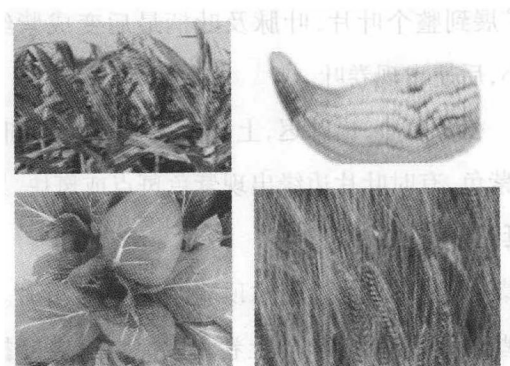
番茄 早期叶片背面出现紫红色,脉间先出现一些小斑点,随后扩展到整个叶片,叶脉及叶柄最后变成紫红色。茎细长,富有纤维,叶片小,后期出现卷叶,结实延迟。

黄瓜 植株矮化,严重时,幼叶细小僵硬,并呈深绿色,子叶和老叶出现大块水渍状斑,并向幼叶蔓延,斑块逐渐变褐干枯,叶片凋萎脱落。

洋葱 缺磷多表现在生长后期,一般生长缓慢,老叶尖端干枯死亡,有时叶片表现出绿黄色同褐色相间的花斑。

苹果 叶片小,带青铜暗绿色至紫色,发枝少,叶稀少,果小。

桃 叶片暗绿转青铜色,或发展为紫色;一些较老叶片窄小,近叶缘处向外卷曲;早期落叶,叶片稀少。



缺磷外叶呈紫红色

防治方法:增施骨粉、鱼粕,家禽肥或过磷酸钙、磷酸铵、磷酸钾(为磷、钾复合肥),一般用0.10%左右的水溶液作根外追肥。

缺钾 茎易倒伏,叶片边缘黄化、焦枯、碎裂,脉间出现坏死斑点,整个叶片有时呈杯卷状或皱缩,褐根多。粮食类作物及其他含糖量大的作物生长后期需钾量较大,如禾谷类和马铃薯、甘薯、西瓜、葡萄等;植株矮小,茎秆柔软易倒伏。叶片常皱缩,老叶由叶尖沿着叶边出现黑褐色斑色,叶周围变黄,而中部及叶脉仍呈绿色。作物缺钾通常是老叶和叶缘发黄,进而变褐,焦枯似灼烧状。叶片上出现褐色斑点或斑块,但叶中部、叶脉和近叶脉处仍为绿色。随着缺钾程度的加剧,整个叶片变为红棕色或干枯状,坏死脱落。根系短而少,易早衰,严重时腐烂,易倒伏。主要作物的缺钾症状如下:

小麦植株呈蓝绿色,叶软弱下披,上、中、下部叶片的叶尖及边缘枯黄,老叶焦枯。茎秆细弱、早衰、易倒伏。

玉米叶片与茎节的长度比例失调,叶片长,茎秆短,老叶尖端及边缘褐色焦枯,茎秆细小柔弱,易倒伏。

棉花缺钾初期,叶肉组织褪绿出现黄白色的斑块。严重缺钾下部叶片焦枯似灼烧状,向下卷曲。棉铃小,吐絮差,抗病性低,易早衰,产量低,品质差。

大豆苗期缺钾,叶片小,叶色暗绿,缺乏光泽。中后期缺



钾,老叶尖端和边缘失绿变黄,叶脉间凸起,皱缩,叶片前端向下卷曲,有时叶柄变棕褐色,根系老化早衰。

水稻苗期叶片绿中带蓝,老叶软弱下披,心叶挺直,中下部叶片尖端出现红褐色组织坏死,叶面有不定型红褐色斑点。随后老叶焦枯,早衰,稻丛披散。叶鞘短,叶片相对长,根系发育显著受损害,谷粒缺乏光泽,不饱满。易倒伏和感染叶斑病、赤枯病。

甘薯老叶缺绿,叶脉边缘干枯,叶片向下翻卷,部分叶片早落。

马铃薯生长缓慢,节间短,叶面积缩小,小叶排列紧密,与叶柄形成较小的夹角,叶面粗糙、皱缩并向下卷曲。早期叶片暗绿,以后变黄,再变成棕色,叶色变化由叶尖及边缘逐渐扩展到全叶,下部老叶干枯脱落,块茎内部带蓝色。

油菜缺钾时叶片的尖端和边缘开始黄化,沿脉间失绿。有褐色斑块或局部白色干枯。严重缺钾时,叶肉组织呈明显的灼烧状,叶缘出现焦枯,随之凋萎,有的茎秆表面呈现褐色条斑,病斑继续发展,使整个植株枯萎死亡。

大白菜从下部叶缘变褐枯死,逐渐向内侧或上部叶片发展,下部叶片枯萎,抗软腐病及霜霉病的能力下降。

番茄老叶叶缘卷曲,脉间失绿,有些失绿区出现边缘为褐色的小枯斑,以后老叶脱落,茎变粗,木质化,根细弱。果实着