



《新疆服务“三农”建设小康书库》

主 编 陈 冰 盛建东

施肥原理与方法



新疆大学出版社

施肥原理与方法

主 编：陈 冰 盛建东

编写人员：陈 冰 盛建东

贾宏涛 武红旗



新疆维吾尔自治区图书馆 XT0-0871957

新疆大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

施肥原理与方法/陈冰,盛建东主编. —乌鲁木齐:
新疆大学出版社, 2005.6

ISBN 7-5631-1940-X

I. 施… II. ①陈… ②盛… III. 施肥
IV. S147.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 060859 号

施肥原理与方法

Shifei Yuanli Yu Fangfa

陈冰 盛建东 主编

新疆大学出版社出版发行

(乌鲁木齐市胜利路 14 号 邮编:830046)

新疆新华印刷厂印刷

787×1092 毫米 1/32 4.5 印张 97 千字

2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月第 1 次印刷

印数:1—5 000 册

ISBN 7-5631-1940-X 定价:5.50 元

《新疆服务“三农”建设小康书库》

领导小组:

组 长:努尔·白克力

副组长:吴敦夫 熊银辉 库热西·买合苏提

成 员:景海燕 阿日甫 祝 谦 刘长明

米吉提·卡德尔 张新泰 戴跃红

高 兴 左文龙

办公室:

主 任:刘长明 米吉提·卡德尔

副主任:张新泰

本书编委:

(新疆农业大学)

雒秋江 文启凯(常委) 李洪运

廖 康 蒋平安 王登元 王子荣

(新疆大学出版社)

常焕欣 伊不拉音·哈木都拉 周 轩

宋鸿忠 阿迪力江 王国鸿 古丽娜尔

《新疆服务“三农”建设小康书库》出版发行支持单位

(排名不分先后)

中共新疆维吾尔自治区纪律检查委员会

中共新疆维吾尔自治区委员会组织部

中共新疆维吾尔自治区委员会宣传部

共青团新疆维吾尔自治区委员会

新疆维吾尔自治区发展计划委员会

新疆维吾尔自治区科学技术厅

新疆维吾尔自治区财政厅

新疆维吾尔自治区农业厅

新疆维吾尔自治区畜牧厅

新疆维吾尔自治区林业局

新疆维吾尔自治区卫生厅

新疆维吾尔自治区建设厅

新疆维吾尔自治区民政厅

新疆维吾尔自治区司法厅

新疆维吾尔自治区精神文明建设办公室

新疆维吾尔自治区计划生育委员会

新疆维吾尔自治区扶贫办公室

新疆维吾尔自治区统计局

新疆维吾尔自治区水利厅

新疆维吾尔自治区广播电影电视局

新疆维吾尔自治区地方税务局

新疆维吾尔自治区科协

新疆维吾尔自治区农业科学院

新疆农业大学

新疆维吾尔自治区社会科学院

前 言

党中央、国务院始终高度重视农业、农村、农民问题,把解决好农业、农村、农民问题作为全党工作的重中之重。国家出台了一系列重大政策,从2004年开始,逐步降低农业税税率,计划5年内取消农业税等。新闻出版是党的事业的重要组成部分,在解决“三农”问题上,肩负着繁荣“三农”读物出版、搞活农村出版物流通,为农牧民群众提供精神动力和智力支持的重要职责。农民问题是“三农”问题的核心。只有不断提高农牧民的科学文化素质,才能真正促进农业增效、农牧民增收和农产品竞争力增强,才能真正地推动农村的经济发展和社会进步。

自治区新闻出版局以高度的政治责任感,结合自治区的实际情况,采取有效措施,加强了自治区服务“三农”读物的出版发行工作。各出版发行单位结合新疆农牧区生产、生活实际,围绕农林牧副渔的科技普及,农村教育文化娱乐活动、卫生保健、法律知识普及等,积极健康地拓展“三农”读物出版发行领域,带着感情为“三农”服务,为农牧民群众提供了物美价廉、品种多样的读物。

《新疆服务“三农”建设小康书库》大致由种植篇、养殖篇、健康生活篇、法律知识篇、经营理财篇等几部分组成。坚持“贴近生活,贴近实际,贴近群众”的原则,以满足广大读者需

求为目标,以提高农牧民科技文化素质和丰富农牧民精神文化生活为重点,面向农村,面向基层,重视每册图书的科学性、通俗性、实用性和低价位,力求广大农牧民看得懂,用得上,买得起,旨在宣传新技术、新生活、新理念,最大限度满足农牧民群众不断增长的精神文化需求。

《新疆服务“三农”建设小康书库》中各文种图书,是各出版单位在多方了解信息,广泛听取读者、专家意见的基础上,由经验丰富的专家、学者编撰或编译而成。部分少数民族图书在编译中,注重结合新疆实际增删内容,以进一步突出其实用性。

该套书的出版发行倾注了新闻出版管理部门,各领域专家、学者,以及出版单位、发行单位大量的心血,为不断提高《新疆服务“三农”建设小康书库》的编写出版水平,出版发行单位能把更多优秀出版物奉献给农牧民朋友,希望广大读者积极提出批评意见和宝贵建议。

努尔·白克力

说 明

合理施肥是在综合考虑土壤供肥能力、植物需肥特点、肥料特征、气候条件和栽培措施等因素的基础上,以实现培肥地力、增加产量、改善品质、提高效益与保护环境相统一为目的,将肥料施于土壤或植物以调节植物营养平衡的一项重要农业技术措施。据联合国粮食组织估计,二次大战后,发展中国家粮食的增产作用有 55% 以上来自化肥的贡献,其中氮肥起着最重要的作用。化肥的应用,大大促进了我国农业发展。近 50 年来,我国粮食总产由 1949 年的 1.13×10^8 吨,增加到 1998 年的 5.12×10^8 吨,单产由 67 公斤/亩提高到了 300 公斤/亩;1998 年人均粮食和肉蛋生产量均超过了世界平均水平。

化肥工业的发展之快、化学肥料的施用量及作用之大,使得合理施肥问题的研究成为近代与当代农业科学的重要研究课题。在不同的历史阶段,合理施肥研究与时俱进,并以自身当时发展所达到的技术水平影响着各时期的农业生产的发展。目前,农业可持续发展迫切需要有适合新条件需要的施肥理论与技术做支撑。这是因为,近年来,化肥尤其是氮肥的大量使用,在满足作物高产需求的同时,带来的肥料效应、肥料利用率下降、环境污染加剧等负效应已不容忽视,面对新的经济形势,并随着种植业结构的调整,施肥对象及施肥环境有了重大的改变。

新疆地处亚欧大陆腹地,气候极端干旱,以绿洲灌溉农业为主要的经营模式,耕作技术具有显著的干旱区特色。编写本书的目的是为新疆农村基层广大各族群众了解并掌握施肥的基本原理与技术提供一本通俗易懂、可操作性强的实用材料。该书力求阐述施肥理论简明扼要,介绍施肥技术与方法注重先进实用,为新疆农村肥料的施用提供科学依据。

全书共分九章。第一章植物营养与施肥原理;第二章肥料的种类;第三、四、五章分别介绍氮肥、磷肥和钾肥的种类与施用;第六章介绍微量元素肥料的种类、性质与施用;第七章复混(合)肥料的种类与性质;第八章有机肥料的种类、性质与施用;第九章肥料的有效施用技术。

本书由新疆农业大学长期从事植物施肥原理与方法教学和研究的同志们编写,参编人员查阅了大量国内外相关文献,在继承已有知识的基础上,精心遴选最新研究成果、优化内容,尽可能地使之成为一本较为系统的、理论联系实际的、实际操作性强的科普书籍。本书可供新疆农业生产第一线的广大科技人员、管理干部以及农民读者参考。

由于编者学识有限,书中错误在所难免,真挚地希望广大读者不吝赐教。

编 者

2005.5

目 录

一、植物营养与施肥原理	1
(一)植物对营养元素的吸收与运输	1
(二)植物营养与施肥的一般原理	10
(三)植物营养与施肥的基本依据	18
二、肥料的种类	37
(一)按化学成分	37
(二)按含有养分数量	38
(三)按肥效作用方式	39
(四)按肥料的物理状况	39
(五)按作物对营养元素的需求量	40
(六)按肥料的化学性质	40
(七)按反应性质	40
三、氮素化肥的种类、性质与施用	42
(一)铵态氮肥	42
(二)硝态氮及硝铵态氮肥	47
(三)酰胺态氮肥——尿素	49
(四)缓释氮肥	50
四、磷素化肥的种类、性质与施用	52
(一)水溶性磷肥	52
(二)弱酸溶性磷肥	54

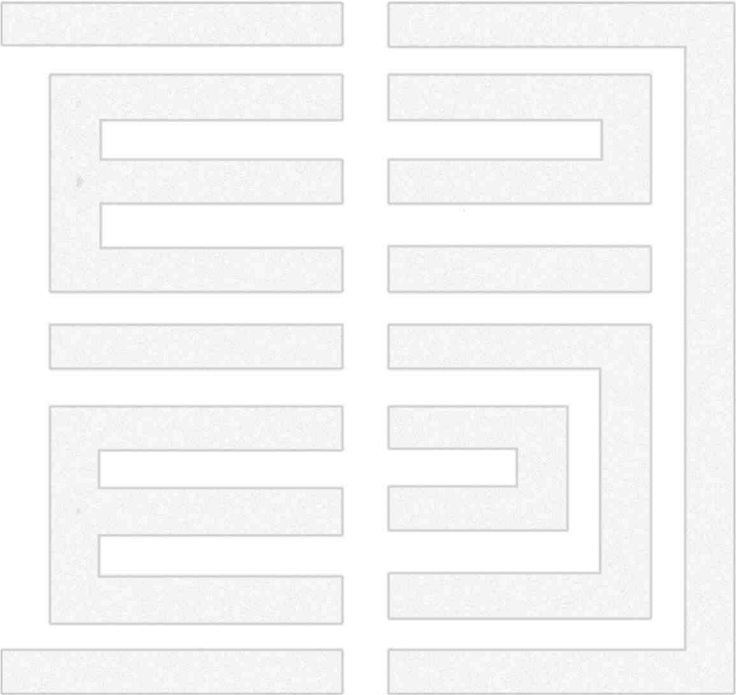
(三)难溶性磷肥	57
五、钾素肥料的种类、性质与施用	59
六、微量营养元素肥料的种类、性质与施用	64
(一)锌肥的种类、性质与施用	64
(二)硼肥的种类、性质与施用	66
(三)锰肥的种类、性质与施用	66
(四)钼肥的种类、性质与施用	68
(五)铁肥的种类、性质与施用	69
(六)铜肥的种类、性质与施用	70
七、复混(合)肥的种类与性质	72
(一)复混肥的含义和养分量表示法	72
(二)复合肥	73
八、有机肥料的种类、性质与施用	79
(一)粪尿肥	79
(二)堆沤肥	90
(三)秸秆肥	95
(四)绿肥	99
(五)土杂肥	109
(六)饼肥	109
(七)泥炭	110
(八)腐殖酸肥料的性质与种类	112
(九)氨基酸类肥料	115
(十)微生物肥料的种类与性质	116
九、肥料的有效施用技术	118
(一)基肥的有效施用技术	118
(二)种肥的有效施用技术	119

(三)追肥的有效施用技术..... 120

(四)肥料的选择..... 123

(五)肥料的使用..... 123

(六)施肥量的估算..... 124



一、植物营养与施肥原理

植物营养是指植物从外界环境中吸取其生长发育所需要的物质和能量,以构成其细胞组成成分和进行各种代谢,并用以维持其生命活动的过程。在农业生产中,由于土壤的养分不断被作物吸收,肥力会逐渐下降,施肥便成为提高作物产量的一个重要手段。植物营养是施肥的理论基础,合理施肥应按照植物营养的原理和作物营养特性,综合考虑气候、土壤和栽培技术等因素,从而找出合理施肥的理论及技术措施,以便指导生产,提高产量,改善品质。

(一)植物对营养元素的吸收与运输

1. 植物必需的营养元素

植物体是由许多化合物构成的,这些化合物又由不同的元素组成,但这些元素不一定是植物必需的。通过溶液培养法和砂基培养法确定了植物必需的营养元素。

(1)植物的营养成分

一般新鲜植物中含有 75% ~ 95% 的水分和 5% ~ 25% 的干物质。将其烘干即得干物质,其中包括有机物和无机物。干物质经灼烧后,有机物中的碳、氢、氧、氮等元素以二氧化碳、水蒸气、分子态氮、氨和氮的氧化物形态散失,一部分硫灼烧成硫化氢及二氧化硫,因此,这些元素称为可挥发性元素。灼烧后剩下的固态残留物质便是灰分。灰分中的元素称为灰

分元素,能被植物所利用的灰分元素,称为营养元素。灰分元素的成分很复杂,包括磷(P)、钾(K)、钙(Ca)、镁(Mg)、硫(S)、铁(Fe)、锰(Mn)、锌(Zn)、铜(Cu)、钼(Mo)、硼(B)、氯(Cl)、硅(Si)、钠(Na)、硒(Se)、铝(Al)等。作物种类、器官和品种的差别及气候条件、土壤肥力、栽培技术等不同,都会影响作物体内营养元素的种类和含量。如豆科植物富含钙,马铃薯含有较多的钾。玉米叶片中含氮量 2% 左右,而茎含氮仅占 0.7%。盐土中生长的植物含有钠,酸性红壤中的植物含有铝。

(2) 必需营养元素的确定依据及其种类

依据灰分的化学分析,只能确定植物含有元素的种类与数量,但这些元素不一定是植物必需的。植物体内的营养元素种类很多,现已发现的有 60 种以上,存在于不同的植物中,有些元素可能是偶然被植物吸收,甚至还能大量积累;而有些元素对于植物来说需要量虽然极微,但却是植物生长不可缺少的营养元素。要确定哪些是必需的元素需进行人工培养试验。确定高等植物必需元素的三条标准:1) 该元素是植物正常生长和生殖所不可缺少的,缺少了植物就不能完成生活史。2) 植物缺乏该元素出现的病症,加入该元素可逐渐消除,不能用别的元素代替。3) 该元素的作用是直接的,不是由于它改变了植物的其他生活条件(如促进或抑制其他元素的吸收,改变土壤 pH 值,影响土壤微生物的活动等)而造成的。当然,随着研究的深入,还可能发现有其他元素会成为必需营养元素。

必需营养元素是指在培养液中系统地减去植物灰分中某些元素,而植物不能正常生长发育,这些不可缺少的元素称为

必需营养元素。

通过人工培养试验与植物材料的成分分析,证明植物生长发育必需营养元素共有 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)、铜(Cu)、硼(B)、钼(Mo)、锌(Zn)、锰(Mn)、氯(Cl)。大多数高等植物对 16 种必需营养元素的需要量相差很大。一般地,碳、氢、氧、氮、磷、钾、钙、镁、硫这 9 种元素称为大量元素;氯、硼、铝、铜、锌、铁、锰 7 种元素称为微量元素。

(3)必需营养元素的一般生理功能

植物体内必需营养元素的生理功能,可概括为两大类:一是构成植物体的物质成分,如氮、磷、硫、碳、氢、氧是组成植物体的主要成分;二是调节生命的代谢活动。例如,某些必需矿质元素是酶的辅基或活化剂。此外,还有维持细胞的渗透势,影响膜的透性,调节原生质的胶体状态和膜的电荷平衡等作用。

每一种必需营养元素在植物生命活动中,不论数量多少都具有同等作用,对植物体各有其特殊的生理作用,不能被其他元素所代替。营养元素的这一性质我们称之为必需营养元素的同等重要性和不可代替性。

2. 植物对养分的吸收

植物根系是吸收养分的主要器官。根系吸收的养分被运输到植物的地上部分,并且在植物体内进行再分配。无机离子的吸收跨膜运输是一个重要的生理过程,它不仅决定了离子在细胞中的积累,而且影响着植物的生长发育。

(1)植物对养分吸收的特性

1)选择性 植物从介质中吸收无机离子,并不决定于介

质中离子的浓度,而是由植物根系自身的需要优先吸收某些营养元素,而摒弃另一些元素。例如,海水或池水中钠的浓度大大高于钾,虽钠和钾的化学性质很相似,但植物却能选择性地吸收更多的钾。

2)基因型差异 不同植物或同一植物的不同品种,吸收与运输养分的能力有所不同,这是植物间的差异性所致。例如,用相同培养液分别培养番茄和水稻,番茄对钙和镁的吸收速率快,吸收量多,但几乎不吸收硅。水稻对钙和镁的吸收速率较慢,吸收量也少,但却大量地吸收硅。近年来这方面的研究极为活跃,人们希望通过育种的手段,筛选或培养吸收养分能力强的品种,以适应在贫瘠土壤上生长,或选育利用肥料养分能力强的品种,以提高肥料的利用率。

3)累积性 植物在吸收无机离子时,尽管植物细胞中的离子浓度比外界溶液浓度高得多,但仍能吸收无机离子。海带中碘离子浓度远高于海水中碘离子浓度,但仍能吸收大量的碘。在通常情况下,这种吸收是逆浓度、逆电位势进行的,一般需要能量的供给。

4)阶段性 植物营养期包含若干营养阶段,不同的阶段对营养元素的种类、数量和比例即营养条件有不同的要求,这就是植物营养的阶段性。比如,水稻在苗期吸收氮、五氧化二磷、氧化钾的百分数分别为 0.50%、0.26%、0.40%;分蘖期吸收三者的百分数分别为 23.16%、10.58%、16.95%;圆秆期吸收量则增加为 52.40%、58.03%、59.74%。

(2)植物对养分吸收的形式

1)介质养分向根迁移的方式 养分离子向根部的迁移,一般有截获、扩散和集流 3 条途径。

A. 截获:根系从土壤中吸收养分时,由于植物根与土粒密切接触,因此,根细胞外 H^+ 和黏土外交换性阳离子发生离子交换。这种由于接触土壤而获得养分的过程叫截获。通过截获吸收离子态养分极少,但钙离子经截获移至根部一般较多些,其次是镁离子。

B. 集流:由于植物的蒸腾作用,使养分随水流通过土壤孔隙向植物根部的迁移即集流。它主要受植物的蒸腾作用和土壤溶液中离子态养分多少的影响。当土壤温度高时,植物蒸腾作用较大,体内失水较多,使根际周围水分不断地流入根表,土中离子态养分也就随着水流达到根表。当土壤中离子态养分含量较多,供给根表的养分也随着增加。氮、钙、镁主要是由集流供给的,而且钙、镁供应量常能满足一般作物的需要。

C. 扩散:在土壤溶液中当某种养分浓度出现差异时,所引起的养分迁移到根表的过程叫扩散。这一作用使养分从浓度高处向浓度低处移动,直至达到平衡。当根对养分的吸收大于养分由集流迁移到根表的速率时,根表面养分离子浓度下降,同时根周围土壤中养分也有不同程度的减少,出现根际某些养分亏缺,于是根表与附近土体间产生浓度梯度,高浓度养分向低浓度处扩散,土壤中养分则向根表迁移。植物养分在土壤中的扩散受很多因素影响,如氯离子、钾离子、硝态氮在水中扩散系数较大,而磷酸根则较小,土壤质地较轻的砂土,养分扩散速率比质地较重的土壤快,土温高的比土温低的扩散快等等。

以上养分迁移的3种过程在土壤中是同时存在的。但总体来说,截获取决于根表与土壤黏粒接触面积的大小,集流取