



大同市

DATONGSHI
FEILIAO SHIYONG JISHU

肥料实用技术

杨新莲 编著



中国农业出版社

大同市肥料实用技术

杨新莲 编著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

大同市肥料实用技术/杨新莲编著. —北京: 中国农业出版社, 2008. 7

ISBN 978-7-109-12761-6

I. 大… II. 杨… III. 施肥-技术手册 IV. S147.2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 091867 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 100125)

责任编辑 贺志清

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2008 年 7 月第 1 版 2008 年 7 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 10

字数: 280 千字 印数: 1~2 000 册

定价: 30.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

前 言

肥料是农作物的“粮食”，合理施肥是提高农作物产量和改善农产品品质的重要手段之一，同时也是提高耕地综合生产能力，保证农业可持续发展的重要前提。联合国粮农组织（FAO）调查统计结果表明，化肥对粮食生产的贡献率约为40%，可见增加化肥产量是保持农业可持续发展的重要物质基础。进入21世纪，随着我国人口不断增加和耕地面积的不断减少，肥料将继续发挥着保障粮食安全无可替代的重要作用。随着人民生活水平的提高，人们将更加注重生活质量，对农产品品质提出了更高的要求。提高粮食产量和改善农产品品质是摆在我们面前的两个重要目标。合理施肥是实现这一目标的前提。

随着化肥工业的发展，我国每年施用化肥的数量逐年增加，粮食产量也不断提高。但是，在生产实践中，我们发现大同市广大农村在肥料施用方面普遍存在着重无机肥轻有机肥；重氮肥轻磷、钾肥；重大量元素肥料轻微量元素肥料的“三重三轻”现象，导致产量徘徊不前，农产品品质下降，肥料利用率下降，农业生产经济效益低下，甚至出现耕地地力下降的趋势。

施肥中存在不合理现象，反映出肥料施用的基础知识和科学施肥技术亟待普及。编者针对大同市施肥存在的主要问题，利用近年来全市测土配方施肥技术成果，结合大同市土壤气候特点和本地适宜种植作物以及常用肥料编著了《大同

市肥料实用技术》一书。全书共分五部分：第一部分是作物营养与施肥的基础知识；第二部分是本地常用肥料的种类、性质和合理施用方法；第三部分是适合本地栽培的主要农作物、蔬菜和果树的需肥特性和无公害施肥技术；第四部分是施肥与农产品品质和环境的关系；第五部分是肥料的混合、贮存与鉴定。本书理论与实际相结合，较为系统全面地介绍了适合晋北地区种植作物和常用肥料的施肥技术，是一本专门指导晋北地区广大农民科学施肥的普及性读物，适合于广大农民朋友和基层农业技术人员使用。

本书在编写过程中力求做到通俗易懂，但由于编者水平所限，书中疏漏、错缪之处难免，敬请专家、同行及广大读者批评指正，多提宝贵意见。

编 者

2008年6月

目 录

前言

第一章 植物营养与施肥	1
第一节 植物营养特性	1
一、植物必需营养元素	1
二、植物对养分的吸收	5
三、植物营养特性	13
第二节 作物营养与施肥的一般原理	15
一、养分归还学说	16
二、最小养分律	17
三、报酬递减率与米氏学说	20
四、因子综合作用率	21
第三节 作物营养与施肥的基本依据	22
一、作物营养特性与施肥	22
二、土壤肥力特性与施肥	26
三、气候条件与施肥	30
四、肥料性质与施肥	31
第四节 合理施肥的方式方法	31
一、合理施肥的方式	31
二、合理施肥的方法	33
三、配方施肥技术	34

第二章 肥料的种类、性质与施用	44
第一节 肥料的种类	44
一、按化学成分	44
二、按含有养分量	45
三、按肥效作用方式	45
四、按肥料的物理状况	46
五、按作物对营养元素需求量	46
六、按肥料的化学性质	46
七、按反应性质	47
第二节 有机肥料的种类、性质与施用	47
一、有机肥料概述	48
二、主要有有机肥料的种类、性质与施用	51
第三节 腐殖酸肥料的种类、性质与施用	107
一、腐殖酸铵	108
二、腐殖酸钠	108
三、腐殖酸复混肥	109
第四节 氮素化学肥料的种类、性质与施用	110
一、铵态氮肥	110
二、硝态氮及硝态氮肥	117
三、酰胺态氮肥——尿素	118
四、氮肥的高效施用技术	120
第五节 磷素化学肥料的种类、性质与施用	121
一、水溶性磷肥	121
二、弱酸溶性磷肥	124
三、难溶性磷肥	125
四、磷肥的高效施用技术	126
第六节 钾素化肥的种类、性质与施用	129
一、硫酸钾	130

二、氯化钾	131
三、草木灰	132
四、钾肥的高效施用技术	135
第七节 微量元素肥料的种类、性质与施用	136
一、锌肥的种类、性质与施用	137
二、硼肥的种类、性质与施用	138
三、铁肥的种类、性质与施用	139
四、锰肥的种类、性质与施用	140
五、钼肥的种类、性质与施用	141
六、铜肥的种类、性质与施用	143
第八节 复混(合)肥料的种类与性质	144
一、复混肥料概述	144
二、复合肥	146
三、混合肥料	149
四、复混肥料的专业标准	151
五、复混肥料的合理施用技术	152
第三章 主要作物无公害施肥技术	155
第一节 主要粮食作物无公害施肥技术	155
一、玉米	155
二、谷子	159
三、高粱	161
四、莜麦	162
五、马铃薯	163
第二节 主要经济作物无公害施肥技术	165
一、大豆	165
二、甜菜	166
三、向日葵	168
四、胡麻	169

五、油菜	171
六、蓖麻	172
第四章 主要蔬菜无公害施肥技术	175
第一节 瓜类蔬菜施肥技术	175
一、西瓜	175
二、甜瓜	176
三、黄瓜	178
四、南瓜	180
五、西葫芦	182
第二节 茄果类蔬菜施肥技术	184
一、番茄	184
二、茄子	187
三、辣椒	189
第三节 白菜类蔬菜施肥技术	191
一、大白菜（结球白菜）	191
二、结球甘蓝（包括普通甘蓝、皱叶甘蓝、紫甘蓝）	193
三、花椰菜、青花菜	195
第四节 绿叶类蔬菜施肥技术	196
一、菠菜	196
二、芹菜	198
三、茼蒿	200
第五节 根菜类蔬菜施肥技术	201
一、白萝卜	201
二、胡萝卜	203
三、根用芥菜	205
第六节 葱蒜类蔬菜施肥技术	206
一、韭菜	206
二、大葱	208

三、大蒜	210
第七节 黄花菜施肥技术	211
第八节 食用菌施肥技术	213
一、食用菌营养特性	213
二、食用菌施肥技术	215
第五章 主要果树无公害施肥技术	218
第一节 苹果	218
一、苹果的需肥特点	218
二、苹果的无公害施肥技术	219
三、苹果树的缺素症及其防治	221
第二节 梨	223
一、梨的需肥特点	224
二、梨树的无公害施肥技术	224
第三节 桃	226
一、桃树的需肥特点	227
二、桃树的无公害施肥技术	227
三、桃树的缺素症及其防治	229
第四节 杏	231
一、杏的需肥特点	231
二、杏树的无公害施肥技术	232
三、杏树的缺素症及其防治	233
第五节 葡萄	234
一、葡萄的需肥特点	235
二、葡萄的无公害施肥技术	236
三、葡萄缺素症状及防治	238
第六节 李	239
一、李树的需肥特点	239
二、李树的无公害施肥技术	240

第六章 合理施肥与人类健康	242
第一节 施肥与农产品品质	242
一、有机肥料施用对农产品品质的影响	243
二、氮肥施用对农产品品质的影响	244
三、磷肥施用对农产品品质的影响	251
四、钾肥施用对农产品品质的影响	253
五、微量元素肥料施用对农产品品质的影响	257
第二节 施肥对环境的影响	258
一、施肥与全球变暖	258
二、有机肥料施用对环境的影响	261
三、氮肥施用对环境的影响	263
四、磷肥施用对环境的影响	268
第三节 环境保全型施肥技术	273
一、减少环境污染的氮肥施用技术	273
二、减少环境污染的磷肥施用技术	276
第四节 绿色食品生产的施肥	278
第七章 肥料的混合、贮存和鉴定	281
第一节 肥料的混合	281
一、化学肥料的混合	281
二、生物肥料与其他肥料的混合	285
三、混合肥料的配制方法	286
第二节 肥料的包装与贮存	287
一、液体肥料的包装和贮存	287
二、固体肥料的包装和贮存	288
三、肥料的安全管理	293
第三节 肥料的识别与鉴定	295
一、简易识别	295

二、定性鉴定	297
三、快速测定	300
四、假化肥的识别	301
主要参考文献	305

第一章 植物营养与施肥

植物营养是指植物从外界环境中吸取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，土壤肥力会逐渐下降，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原理和作物营养特性，结合气候、土壤和栽培技术等因素综合考虑，从而找出合理施肥的理论及技术措施，以便指导和发展农业生产。

第一节 植物营养特性

一、植物必需营养元素

1. 植物体内元素的组成 植物体是由许多化合物构成的，其组成十分复杂。一般新鲜的植物体中含有 75%~95% 的水分和 5%~25% 的干物质。将其烘干即得干物质，干物质包括有机物和无机物。有机物占其质量的 90%~95%，无机物占 5%~10%。干物质经煅烧后，有机物的主要组成元素碳（C）、氢（H）、氧（O）和氮（N）等以二氧化碳、水蒸气、分子态氮、氨和氮的氧化物形态散失，一部分硫（S）煅烧成硫化氢及二氧化硫，因此这些元素可称之为挥发性元素。煅烧后剩下的固态无机物为矿物质，也称为灰分，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）、钴（Co）、铝（Al）、镍（Ni）、钒（V）、硒

(Se)等。现代分析技术研究表明,在植物体内可检测出 70 多种矿物质元素,几乎自然界里存在的元素在植物体内都能找到。

2. 植物必需营养元素的确定依据和种类 依据灰分的化学分析,植物体所含的化学元素虽然可多达几十种,但并不都是植物所必需的。其中有许多化学元素是机械地或偶然地被植物吸收,甚至还能大量积累;反之,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。判断某种元素是否为植物生长发育所必需,一般必须符合以下 3 个标准:

(1) 不可缺少 该元素是植物正常营养生长和生殖生长所必需的,是植物完成整个生命周期不可缺少的。

(2) 特定症状 缺少该元素时植物会显示出特殊的、专一的缺素症状,其他营养元素不能代替它的功能,只有补充这种元素后,病症才能减轻或者消失。

(3) 直接营养作用 该元素必须对植物起直接的营养作用,并非由于它改善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,影响土壤微生物的活动等)所产生的间接作用。

某一营养元素只有符合这 3 条标准,才能被确定为植物必需的营养元素。

到目前为止,通过人工培养试验与植物材料的成分分析,已经确定为植物生长发育所必需的营养元素有 16 种,即碳(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)。

3. 植物体内必需营养元素的分组 植物所必需的营养元素虽然多达 16 种,但并不是等量地被植物所吸收。植物是按其生物学特性,根据生长发育的需要而吸收这些元素的。在 16 种必需营养元素中,由于植物对它们的需要量不同,可以分为大量营养元素、中量营养元素和微量营养元素(表 1-1)。

(1) 大量营养元素 大量营养元素一般占植株干物质质量的百分之几到千分之几。它们是碳 (C)、氧 (O)、氢 (H)、氮 (N)、钾 (K)、磷 (P) 6 种。

(2) 中量营养元素 中量营养元素占植株干物质质量的百分之几到千分之几。它们是钙 (Ca)、镁 (Mg)、硫 (S) 3 种, 也称为次量元素。

(3) 微量营养元素 微量营养元素占植株干物质质量的千分之几到十万分之几。它们是氯 (Cl)、铁 (Fe)、锰 (Mn)、硼 (B)、锌 (Zn)、铜 (Cu)、钼 (Mo) 7 种。

表 1-1 16 种必需营养元素在植物体内的适合含量及利用形态

营养元素		植物利用形态	在干组织中的浓度	
			mg/kg	含量 (%)
大量 营养 元素	碳 (C)	CO_2	450 000	45
	氧 (O)	O_2 、 H_2O	450 000	45
	氢 (H)	H_2O	60 000	6
	氮 (N)	NO_3^- 、 NH_4^+	15 000	1.5
	钾 (K)	K^+	10 000	1.0
	磷 (P)	H_2PO_4^- 、 HPO_4^{2-}	2 000	0.2
中量 营养 元素	钙 (Ca)	Ca^{2+}	5 000	0.5
	镁 (Mg)	Mg^{2+}	2 000	0.2
	硫 (S)	SO_4^{2-}	1 000	0.1
微量 营养 元素	氯 (Cl)	Cl^-	100	0.01
	铁 (Fe)	Fe^{2+} 、 Fe^{3+}	100	0.01
	锰 (Mn)	Mn^{2+}	50	0.005
	硼 (B)	H_2BO_3^- 、 $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$	20	0.002
	锌 (Zn)	Zn^{2+}	20	0.002
	铜 (Cu)	Cu^{2+} 、 Cu^+	6	0.000 6
	钼 (Mo)	MoO_4^{2-}	0.1	0.000 01

在植物必需的营养元素中，碳（C）、氢（H）、氧（O）3种元素来自空气和水分，氮（N）和其他灰分元素主要来自土壤。在土壤的各种营养元素中，氮（N）、磷（P）、钾（K）是植物需要量和收获时带走较多的营养元素，而它们通过残茬和根的形式归还给土壤的数量却不多，常常表现为土壤中有效含量少，需要通过施肥加以调节，以供植物吸收利用。因此，氮（N）、磷（P）、钾（K）被称为“肥料三要素”。

4. 植物体内必需营养元素的一般生理功能 由于植物营养元素的种类不同，各种营养元素在植物体内所起的作用是不同的。它们在组成植物体和促进植物新陈代谢等方面，具有如下功能：

（1）构成植物体的结构物质、生活物质和储藏物质 形成这些物质的营养元素主要是碳（C）、氧（O）、氢（H）、磷（P）、钙（Ca）、镁（Mg）、硫（S）等。植物体内的结构物质如纤维素、半纤维素、木质素及果胶质物质等；生活物质如氨基酸、蛋白质、核酸、叶绿素、酶及辅酶等；储藏物质有淀粉、脂肪、植素等。

（2）在植物新陈代谢中起催化作用 大多数微量元素和钾（K）、钙（Ca）、镁（Mg）等都具有加速植物体内代谢过程的作用。这些具有催化作用的营养元素，大多数是许多酶的组成部分或是酶辅基和活化剂。

（3）对植物具有特殊功能 在植物体内，参与物质的转化与运输、信号传递、渗透调节、生殖、运动等。如钾（K）对植物体内碳水化合物的转化与运输起重大作用，从而增加储藏物质和经济产量。

5. 植物必需营养元素之间的相互关系 植物必需营养元素在植物体内构成了复杂的相互关系，这些相互关系主要表现为同等重要和不可代替的关系。即必需营养元素在植物体内不论含量多少都是同等重要的，任何一种营养元素的特殊生理功能都不能

被其他元素所代替。首先各种营养元素的重要性不因植物对其需要量的多少而有差别，植物体内各种营养元素的含量差别可达十倍、千倍，甚至上万倍，但它们在植物营养中的作用并没有重要和不重要之分。缺少大量营养元素固然会影响植物的生长发育，最终影响产量；缺少微量元素也同样会影响植物生长发育，也必然影响产量。

其次，植物体内必需营养元素的生理功能是不可代替的。由于各种营养元素在植物体内的生理功能有其独特性和专一性，即使有些元素能部分地代替另一必需营养元素的作用，也只是部分或暂时代替，是不可能完全代替的。因此在实际施肥中，必须按植物营养的要求，根据土壤提供养分的状况，考虑不同种类的肥料配合，才能避免某些营养元素的供需失调，以利植物正常生长。

二、植物对养分的吸收

植物的根系、茎、叶是吸收养分的主要器官。一般把植物营养分为根部营养和根外营养两种方式。植物的根部营养是指植物根系从营养环境中吸收养分的过程。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。根外营养是指通过叶、茎等根外器官吸收养分的过程。

（一）植物的根部营养

1. 植物根系吸收养分的部位 根系是植物吸收养分和水分的重要器官。在植物生长发育过程中，根系不断地从土壤中吸收养分和水分。对于活的植物体来说，根尖大致可分为4个区，即根冠区、分生区、伸长区和根毛区。根毛区是根尖吸收养分最活跃的区域。但植物的种类不同，其根系的类型也不同，吸收土壤养分的效率也不同。

2. 植物根系吸收养分的形态 植物根系可吸收离子态和分子态的养分，一般以离子态养分为主，其次为分子态养分。土壤