



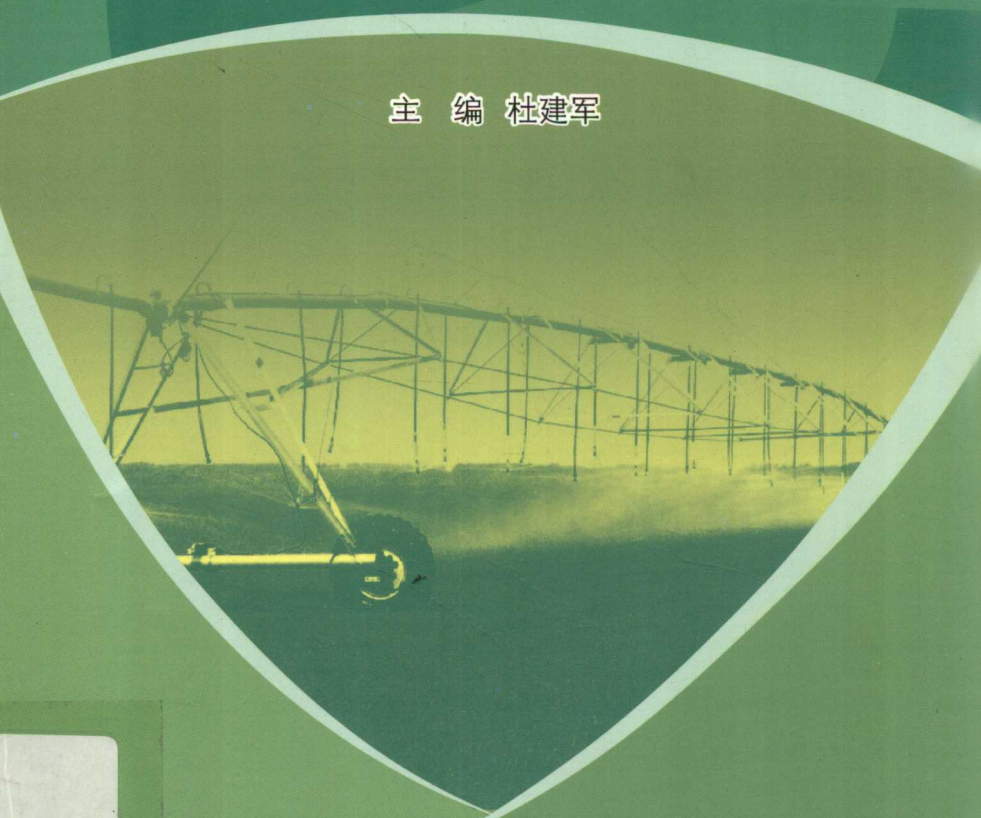
“广东青年发展现代农业实用技能”丛书

丛书主编单位 共青团广东省委员会

肥料施用 实用技能

FEILIAO SHIYONG SHIYONG JINENG

主 编 杜建军



中山大学出版社



“广东青年发展现代农业实用技能”丛书

丛书主编单位 共青团广东省委员会

肥料施用 实用技能

FEILIAO SHIYONG SHIYONG JINENG

主 编 杜建军

中山大学出版社
· 广州 ·

版权所有 翻印必究

图书在版编目 (CIP) 数据

肥料施用实用技能/杜建军主编. —广州: 中山大学出版社, 2012. 6

(“广东青年发展现代农业实用技能”丛书/共青团广东省委员会主编)

ISBN 978 - 7 - 306 - 03734 - 3

I. ①肥… II. ①杜… III. ①施肥—基本知识
IV. ①S147.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 282701 号

出 版 人: 祁 军

策划编辑: 张海昕

责任编辑: 赵丽华

封面设计: 林绵华

责任校对: 廖丽玲

责任技编: 何雅涛

出版发行: 中山大学出版社

电 话: 编辑部 020 - 84111996, 84113349, 84111997, 84110779

发行部 020 - 84111998, 84111981, 84111160

地 址: 广州市新港西路 135 号

邮 编: 510275

传 真: 020 - 84036565

网 址: <http://www.zsup.com.cn> E-mail: zdcbs@mail.sysu.edu.cn

印 刷 者: 佛山市浩文彩色印刷有限公司

规 格: 880mm × 1230mm 1/32 4 印张 102 千字

版次印次: 2012 年 6 月第 1 版 2013 年 12 月第 2 次印刷

定 价: 10.00 元

如发现本书因印装质量影响阅读, 请与出版社发行部联系调换

“广东青年发展现代农业实用技能”丛书

编 委 会

主 任：

曾颖如

副主任：

陈小锋 陈宏宇 池志雄 林万松

编委会成员：

万 忠 白卫东 朱立学 朱根发 刘德武

张光辉 杜建军 罗庆斌 郑奕雄 钟旭华

梁 红 黄燕华 冯永忠 庞开强 黄瑞轸

赵丽贞 蔡耿辉 廖瑞庭 郭炜城 杨 静

编委会办公室主任：

冯永忠 庞开强

编委会办公室副主任：

黄瑞轸

本书编写小组

杜建军 李永胜 谢 勇 肖相政
赵荣芳

总 序

为深入贯彻落实科学发展观，加快转型升级，建设幸福广东，全面开创我省农业农村工作新局面，中共广东省委、省政府作出加快建设现代农业强省的重大部署，推进现代农业强省建设的战略方针，为广大农村青年发挥聪明才智、实现人生理想提供了广阔舞台和难得机遇。要在新时代中建功立业，广大农村青年就必须着力提高文化科技素质，努力成为“有文化、懂技术、会经营”的新型农民，这也是广东率先实现农业现代化、构建文明富裕新农村的重要基础工作。

竭诚服务青年是共青团一切工作的出发点和落脚点。为进一步满足广大农村青年日益增长的生产知识和学习成才的迫切需求，帮助他们掌握现代农业的生产经营知识，推动广东现代农业发展，共青团广东省委员会组织广东青年发展现代农业专家服务团 33 名专家及省内各农业院校、农科研院所教授学者编写了“广东青年发展现代农业实用技能”丛书（以下简称为“丛书”）。本丛书共 12 册，包括肥料施用，蔬菜、果树、花卉苗木、粮食作物、经济作物种植，畜禽、水产养殖，农产品加工、市场营销，农业机械化、经济信息管理等现代农业实用技术，涵盖了我省优势农产品生产技术的主要内容。在编写过程中，我们尽可能做到文字深入浅出，

图文并茂，方便广大农民兄弟阅读和理解。希望本丛书能在促进全省农村青年生产经营水平提高方面发挥积极作用，在全省农村掀起一股科技种养、科技创业、科技致富的热潮，为我省培育新一代新型农民，推进现代农业发展和新农村建设作出积极贡献！

本丛书是众专家的呕心之作，对他们的辛勤付出我们表示衷心的感谢和崇高的敬意。在出版过程中，本丛书还得到了中山大学魏明海副校长以及中山大学出版社的大力支持，在此一并致谢。

是为序。

共青团广东省委员会

2012 年 1 月

前 言

农业生产中，肥料是农作物的粮食，合理施肥是使农作物高产优质的重要措施，不合理施肥常常导致农作物产量下降、品质降低，不仅造成巨大的经济损失，而且还会带来严重的环境问题。所以，掌握科学施肥知识，提高施肥水平，是农民开启科技致富之门的金钥匙之一。

本书主要介绍农作物营养与施肥的一般知识、各种肥料的性质与合理施用，以及肥料的识别与选购知识。全书共七章，其中第一章和第七章由杜建军编写，第二章由李永胜编写，第三章和第六章由谢勇编写，第四章由赵荣芳编写，第五章由肖相政编写，全书统稿由杜建军完成。

本书编著过程中，参阅了国内外有关文献资料，部分研究内容得到了广东省农业领域科技计划重点专项项目“安全种植技术研究与示范”的资助，在此一并致谢！

由于编写时间仓促，书中难免存在错误和不足之处，敬请大家批评指正。

编 者
2011年5月

目 录

第一章 作物营养与施肥的一般知识	1
第一节 植物必需的营养元素	1
第二节 施肥的基本原理	4
第三节 肥料的概念、分类和肥料利用率	7
第四节 施肥技术	9
第二章 氮、磷、钾肥料的合理施用	16
第一节 氮肥的种类、性质及施用	16
第二节 磷肥的种类、性质及施用	30
第三节 钾肥的种类、性质及施用	38
第三章 钙、镁、硫及微量元素肥料的合理施用	43
第一节 钙肥	43
第二节 镁肥	47
第三节 硫肥	48
第四节 微量元素肥料	51
第四章 复混肥料	60
第一节 复混肥料概述	60
第二节 复混肥料种类和性质	63
第三节 复混肥料合理施用	72

第五章 有机肥料和微生物肥料	75
第一节 有机肥料概述	75
第二节 粪尿肥	76
第三节 堆肥、沤肥、沼气发酵肥和秸秆还田	80
第四节 微生物肥料	88
第五节 生物有机肥	94
 第六章 叶面肥	 95
第一节 叶面肥的特点	95
第二节 叶面肥的种类、性质和施用	97
 第七章 肥料的识别与选购	 101
第一节 肥料的识别	101
第二节 肥料的选购	114
 主要参考文献	 117

第一章 作物营养与施肥的一般知识

“庄稼一枝花，全靠肥当家”，作物和人一样，需要不断地进食，才能维持生命。肥料是作物的粮食，在其他条件一致的前提下，施用肥料是决定作物产量高低的关键。作物从外界环境中摄取生长发育所需要的养分，用以维持其生命活动、促进生长发育、建造躯体的过程称为作物营养。作物生长发育过程中所需要的化学元素就是养分。肥料是养分的主要来源之一，合理施肥必须根据作物营养的原理及其营养特点，结合气候、土壤和栽培技术等因素综合考虑，才能制定出合理施肥的技术措施，并达到提高产量和改善品质的目的。掌握作物营养与施肥的一般知识是合理施肥的理论基础。

第一节 植物必需的营养元素

一、植物体的元素组成

任何物质都是由元素组成的，植物也不例外。植物体的组成成分是很复杂的。一般新鲜植物含有75%~95%的水分，5%~25%的干物质。如果将植株中的水分烘干，剩下的干物质中绝大部分是有机化合物，一般约占干物质重的95%，无机化合物只有5%左右。干物质主要是由碳（C）、氢（H）、氧（O）、氮（N）、磷（P）、钾（K）、钙（Ca）、镁（Mg）、硫（S）、铁（Fe）、锰（Mn）、锌（Zn）、铜（Cu）、铝（Al）、硼（B）、氯（Cl）、硅（Si）、钠（Na）、钴（Co）、镍（Ni）、钒（V）、硒

(Se) 等 70 多种营养元素组成的。

实践证明，植物种类和品种的差别，以及气候条件、土壤类型、栽培技术的不同，都会影响作物体内元素的组成。如盐土上生长的植物含有较多的钠 (Na)，酸性黄、红壤上生长的植物含有较多的铝 (Al) 等。从作物种类上看，小麦、水稻等禾谷类作物含硅 (Si) 多，马铃薯、甘薯含钾 (K) 多，豆科作物富含氮 (N)、钾 (K)。可见，作物体内的元素组成，一方面由作物的营养特性决定；另一方面受环境条件的制约。换句话说，植物体内所含的元素并不全部都是作物生长发育所必需的。因此，作物体内的营养元素又分为必需的营养元素和非必需的元素。

二、植物必需的营养元素

判断植物体内的某营养元素是否是植物所必需的，一般来说，必须同时符合以下三条标准：

- ① 不可缺少性。植物若缺少该元素就不能完成其生命周期。
- ② 不可替代性。植物若缺乏该元素就会表现出特有的缺乏症状，该元素的功能不能被其他元素所替代，只有补充该元素后症状才能减轻或消失。
- ③ 直接营养性。该元素必须直接参与植物的新陈代谢，对植物起直接营养作用，而不是改善环境的间接作用。

当某一元素同时符合这三条标准，则称其为必需营养元素。根据这些标准和通过培养试验研究，到目前为止，被公认的植物必需营养元素有 17 种，它们是：碳 (C)、氧 (O)、氢 (H)、氮 (N)、钾 (K)、钙 (Ca)、镁 (Mg)、磷 (P)、硫 (S)、氯 (Cl)、铁 (Fe)、锰 (Mn)、硼 (B)、锌 (Zn)、铜 (Cu)、钼 (Mo)、镍 (Ni)。

三、植物必需营养元素的分组

植物必需的营养元素并不是等量地被植物吸收，而是植物按其生物学特性，根据生长发育的需要吸收这些元素。在 17 种必需营养元素中，根据植物需要量的多少，可以分为大量营养元素、中量营养元素和微量营养元素。

① 大量营养元素。一般占植株干物质重量的百分之几十到千分之几。包括碳 (C)、氧 (O)、氢 (H)、氮 (N)、磷 (P)、钾 (K) 6 种。

② 中量营养元素。一般占植株干物质重量的百分之几到千分之几。包括钙 (Ca)、镁 (Mg)、硫 (S) 3 种。

③ 微量营养元素。一般占植株干物质重量的千分之几到十万分之几。包括氯 (Cl)、铁 (Fe)、锰 (Mn)、硼 (B)、锌 (Zn)、铜 (Cu)、钼 (Mo)、镍 (Ni) 8 种。

以上 17 种必需营养元素中，除碳、氢、氧大量地来自空气和水外，其余均来自土壤和肥料。特别是氮、磷、钾三种营养元素，由于作物需要量大，每造作物收获时从土壤中带走较多的营养元素，一般土壤中这三种元素的有效供应量少。因此，土壤中常常缺乏这三种养分，必须通过大量施肥来满足作物对它们的需求。所以，氮、磷和钾被称为“植物营养三要素”，或“肥料三要素”。

四、营养元素的同等重要律和不可代替律

植物必需的营养元素在植物体内彼此之间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。即必需营养元素对植物的生理和营养功能各不相同，但对植物生长发育都是同等重要的，任何一种营养元素的特殊功能都不能被其他营养元素所代替，这就叫营养元素的同等重要律和不可代

替律。

植物体内各种营养元素的含量差别可达十倍、千倍，甚至数百万倍，但它们在植物营养中的作用并没有重要和不重要之分。尽管植物对某些营养元素的需要量甚微，但缺少它时植物的生长发育也会受阻，严重时甚至死亡，这种情况同植物缺少某些大量元素所产生的不良后果完全相同。必需营养元素在植物体内的这种同等重要和不可代替的关系，决定了在实际施肥中，只有按照作物营养的要求，根据土壤提供养分的状况，考虑不同种类的肥料配合，做到平衡、全面地供给养分，才能避免某些营养元素的供需失调，以利作物的正常生长。

第二节 施肥的基本原理

施肥有经验施肥和科学施肥。科学施肥是培肥土壤、提高作物产量、改善作物品质和增加经济效益的重要措施。随着植物营养科学研究的深入发展和施肥实践的科学总结，施肥的基本规律逐步被揭示出来，为科学施肥提供了较系统的施肥理论依据。主要包括养分归还学说、最小养分律、报酬递减律、最适因子律、因子综合作用律等。

一、养分归还学说

该学说在 19 世纪由德国杰出化学家李比希提出。他认为，“由于人类在土地上种植作物并把这些产物拿走，这就必然会使地力逐渐下降，从而土壤中所含的养分将越来越少。因此，要恢复地力，就必须归还从土壤中带走的全部东西，不然，就难以指望再获得过去那样高的产量。为了增加产量就应该向土壤施加灰分”。这里所说的“灰分”即肥料。该学说的核心是从物质循环的角度出发，通过人为的施肥活动，使土壤系统中养分的损耗与

补偿保持平衡。

该学说也有不足之处。实践证明，并不是必须向土壤归还作物带走的全部东西，也不一定必须当季归还。确切的提法是，应归还作物生长需要而土壤本身不能满足的部分。

养分归还学说问世以来，不仅催生和促进了化肥工业的发展，而且使农民知道要耕种并持续不断地高产就得向土壤施入肥料。目前，农业生产中，仍有不少违背养分归还学说的现象。例如：偏施氮肥，忽视磷钾肥，使土壤养分失调，造成减产；也有不少土壤施肥不足或不施肥料。这些违背养分归还学说的做法，必须予以纠正。

二、最小养分律

作物生长发育需要多种养分，但决定作物产量的却是土壤中相对含量最少的那种养分，如果无视这种养分的短缺，即使其他养分非常充分，也难以提高作物产量。只有补充了这一养分，作物产量才能提高。

最小养分律可用装水木桶来形象地解释。以木板表示作物生长所需要的各种养分，木板的长短表示某种养分的相对供应量，最大盛水量表示产量。很显然，盛水量取决于最短木板的高度。要增加盛水量，必须首先增加最短木板的高度。就像木桶盛水一样，作物产量的多少是由相对含量最少的那种养分决定的（见图1-1）。这一规律也称为施肥的“木桶理论”。

值得注意的是，最小养分不是固定不变的，它随作物种类、产量水平、施肥情况等条件而变化。一种最小养分得到满足后，另一种养分就可能成为新的最小养分。施肥应根据最小养分律决定重点应施什么肥料，否则，就会使土壤养分失去平衡，不仅浪费投资，而且难以获得高产。

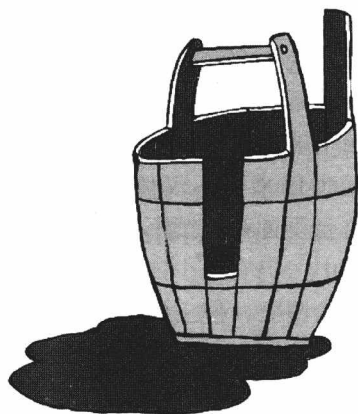


图 1-1 施肥的“木桶理论”

三、报酬递减律

报酬递减律是经济学中的一个基本法则：从一定土地上所得到的报酬随着向该土地投入的劳动和资本量的增大而有所增加，但随着投入的单位劳动和资本的增加，报酬的增加却在逐渐减少。即最初的劳动和资本所得到的报酬最高，以后递增的单位劳动和资本所得到的报酬是渐次递减的。

德国土壤学家米采利希通过肥料试验发现：第一，在技术条件相对稳定的情况下，随着施肥量的逐渐增加，作物的总产量也增加，但单位施肥量的增产量却随施肥量的增加呈递减趋势；第二，如果一切条件都是理想的，作物就会产生某一最高产量；相反，只要某一主要因素缺乏，产量便相应减少。

由报酬递减律可知，在一定生产条件下，随着施肥量的增加，单位肥料所产生的效益逐渐减少，如果一味地盲目大量施肥，就必然会出现“增产不增收”的现象。

第三节 肥料的概念、分类和肥料利用率

一、肥料的概念

凡能够直接供给植物生长必需的营养元素的物料，称为肥料。肥料又可分成有机肥料和无机肥料。

有机肥料常称为农家肥料，是农村中就地取材，利用各种农业废弃物就地积制而成的自然肥料的总称。施用有机肥料不仅能为作物提供全面营养，促进生长，而且肥效长，可以增加、更新土壤有机质，增强土壤保水、保肥能力，促进微生物繁殖，是作物稳产高产、培养地力、增强农业后劲的关键。同时，施用有机肥料还具有缓解化肥比例失调、净化城乡环境、变废为宝、实现资源再利用的作用。

无机肥料多为工厂经过化学加工而成的有高量营养元素的无机化合物，常称之为化学肥料，简称化肥。其特点是养分浓度高、肥效快、便于储藏，不仅是快速实现农业增产的重要因子，而且还能培肥土壤，增加有机肥源。有机肥与无机肥配合施用，可以缓急相济，互补长短，以实现用地养地结合和提高化肥利用率的目的，也是合理利用资源，更好地保持和提高土壤肥力的施肥制度。

二、肥料的分类

肥料的种类繁多，除常分为有机肥料和无机肥料外，还可以按以下分类方法分类：

① 按肥料来源与组分的主要性质可分为：化学肥料、有机肥料、生物肥料。

② 按所含营养元素成分可分为：氮肥、磷肥、钾肥、镁肥、硼肥、锌肥，等等。有时将这些肥料按植物需要量分为大量营养