

云南农村干部学院系列培训教材

作物营养 与合理施肥



云南农村干部学院 编

云南出版集团公司
云南人民出版社

云南农村干部学院系列培训教材

作物营养与合理施肥

云南农村干部学院 编

云南出版集团公司
云南人民出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

作物营养与合理施肥 / 云南农村干部学院编. —昆明:
云南人民出版社, 2012. 11
云南农村干部学院系列培训教材
ISBN 978 - 7 - 222 - 08183 - 3

I. ①作… II. ①云… III. ①作物 - 植物营养 - 干部
培训 - 教材 ②作物 - 合理施肥 - 干部培训 - 教材
IV. ①S147. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 291932 号

责任编辑: 王 梅 周 颖
特约编审: 汪善荣
封面设计: 王睿韬
责任印制: 段金华

书 名	作物营养与合理施肥
作 者	云南农村干部学院 编
出 版	云南出版集团公司 云南人民出版社
发 行	云南人民出版社
社 址	昆明市环城西路 609 号
邮 编	650034
网 址	www. ynpph. com. cn
E - mail	rmszbs@ public. km. yn. cn
开 本	787 × 1092 1/16
印 张	15. 5
字 数	270 千
版 次	2012 年 12 月第 1 版第 1 次印刷
排 版	昆明市五华区教委印刷厂
印 刷	昆明市五华区教委印刷厂
书 号	ISBN 978 - 7 - 222 - 08183 - 3
定 价	126. 00 元 (共 7 册)

《云南农村干部学院系列培训教材》编委会

主 任：张海翔 朱有勇

副主任：朱 江 吴伯志 何明华 袁国友 张乃明

委 员：李国春 杨金江 杨儒正 汪善荣 杨永建

雷兴刚 谢世清 李东华 何 明 王文光

王东昕 窦志萍 沈海梅 朱海山 郭华春

赵鸭桥 张 曦 段 纲 杨焕文 杨清辉

周红杰 李 伟

编 辑：戴 波 黄荣华 陈亚平 苏文革 常 琳

《作物营养与合理施肥》

主 编：张乃明

参 编：段红平 李成学 张仕颖 董 艳

褚素贞 郭建芳 王自林 张乃明

史 静

总序

党的十八大是在我国进入全面建成小康社会决定性阶段召开的一次十分重要的大会，胡锦涛同志在十八次全国代表大会上所作的报告，分析了国内国际形势的发展变化，确立了科学发展观的历史地位，提出了夺取中国特色社会主义新胜利的基本要求，确定了全面建设小康社会和全面深化改革开放的目标，对新的时代条件下推进中国特色社会主义事业作出了全面部署，对全面提高党的建设科学化水平提出了明确要求，为党和国家事业进一步发展指明了方向，也为云南农村干部学院的发展指明了方向。

云南是农业大省，农业农村农民问题是关系全省经济社会发展和党的建设全局的重大问题，是全省工作的重中之重。云南省第九次党代会以来，云南省委、省政府认真贯彻落实中央关于“三农”工作的方针政策，始终把解决“三农”问题摆在重要位置来抓，从基础设施、基本产业、基本保障、基本队伍等方面对农业农村工作作出重要决策和部署，出台了一系列强农惠农的政策措施，极大地促进了云南农村地区经济社会的科学发展和和谐发展跨越发展。

认真贯彻落实党的十八大精神和云南省第九次党代会精神，推动全省如期实现与全国全面建成小康社会的目标，关键在于建设一支“守信念、讲奉献、有本领、重品行”的农村基层干部队伍，培养一大批“有文化、懂技术、善经营、会管理”的农村各类人才。云南省委、省政府从巩固党在边疆民族地区执政基础，培养农村改革发展骨干力量，大幅度提高农村干部人才队伍本领的战略高度和实际需要出发，依托云南农业大学的优质教学资源，创办了云南农村干部学院，专门培训农村基层干部和农村各类人才。

云南农村干部学院自2009年5月创办以来，在云南省委、省政府领导的关心支持下，在省委组织部的组织领导和精心指导下，严格按照中央“联系实际创新路，加强培训求实效”的基本要求，根据云南省农业农村工作的实际需要，针对农村干部的工作特点，认真组织开展农村干部和农村实用人才的教育培训工作。重点进行了农村工作方针政策、农村工作法律法规、农村经济社会



发展、社会主义新农村建设、农业科技知识、农村工作经验方法等方面内容的教育培训，不断强化针对性，讲求实效性，受到中央组织部、国家农业部和云南省委、省政府的充分肯定，受到广大基层干部的热烈欢迎。

在总结办学经验基础上，学院在加强课程体系建设、教师队伍建设、办学基础设施建设的同时，着力做好学院培训教材体系的建设工作，努力开发建设具有云南特色、学院特点、丰富多样、简明实用的农村干部教育培训系列教材。在有关专家学者的支持下，学院的第一批培训教材编写完成，即将出版。这批教材以农业科技和农村实用技术为主要内容，涵盖了农业种植业、养殖业、加工业和农村经济经营管理等方面的内容和知识。在今后的工作中，我们还将继续努力，力争早日建设完成涵盖农村经济建设、社会建设、文化建设、生态建设和党的建设等各方面内容的农村干部教育培训教材体系，为学院办学事业的健康持续发展奠定坚实的基础。

2012 年 12 月 5 日

目 录

第一篇 作物营养

第一章 作物必需的营养元素	/3
第一节 大量营养元素	/3
一、碳、氢、氧 (C、H、O)	/5
二、氮 (N)	/7
三、磷 (P)	/9
四、钾 (K)	/12
第二节 中量营养元素	/15
一、钙 (Ca)	/15
二、镁 (Mg)	/17
三、硫 (S)	/19
第三节 微量营养元素	/22
一、植物体内微量元素的含量与分布特点	/22
二、微量元素的营养功能与营养失调症	/23
第二章 作物营养的基本规律	/31
第一节 养分归还学说	/31
一、养分归还学说	/31
二、养分归还学说的应用	/32
第二节 最小养分律	/33
一、最小养分律的内容	/33
二、最小养分律的应用	/34
三、最小养分律的发展	/36



第三节 报酬递减律和米采利希学说	/37
一、报酬递减律的内容	/37
二、米采利希学说的内容	/37
三、肥料报酬递减律的通俗解释	/38
 第三章 土壤肥力与养分供应	/40
第一节 云南土壤类型与肥力	/40
一、铁铝土	/40
二、半淋溶土	/45
三、淋溶土	/46
四、高山土	/48
五、初育土	/48
六、水成土	/51
七、人为土	/51
第二节 土壤养分含量分级与肥力评价	/52
一、土壤质量的概念	/52
二、土壤质量评价的指标	/52
三、土壤质量评价方法	/53
四、耕地的土壤养分分级标准及肥力评价	/54
五、中、低产田的利用与改良	/55
六、高产肥沃土壤的特征	/56
七、土壤培肥的基本措施	/57
第三节 云南温室大棚土壤的肥力特征	/58
一、设施土壤氮素含量与分级	/58
二、云南温室大棚土壤磷素含量与分级	/60
三、设施土壤钾素含量与分级	/62
四、设施土壤有机质含量与分级	/64
 第四章 平衡施肥技术	/67
第一节 平衡施肥概述	/67
一、概念	/67
二、平衡施肥技术体系	/68

三、平衡施肥的新认识	/68
四、平衡施肥的作用	/69
五、云南省施肥现状及实施平衡施肥 的必要性	/70
第二节 平衡施肥的基本原理	/72
一、作物增产曲线	/72
二、最小养分律	/74
三、养分归还学说	/75
四、因子综合作用律	/76
第三节 平衡施肥的基本方法及实例	/76
一、平衡施肥的基本内容	/76
二、平衡施肥方案的基本确定方法	/76

第二篇 肥料知识

第五章 大量元素肥料	/91
第一节 氮肥	/91
一、氮肥的种类	/91
二、氮肥的合理施用	/102
第二节 磷肥	/107
一、磷肥种类	/108
二、磷肥的合理施用	/113
第三节 钾肥	/115
一、钾肥种类及性质	/116
二、钾肥的合理施用	/118
第六章 中微量元素肥料	/121
第一节 钙、镁肥	/122
一、钙肥	/122
二、镁肥	/126
第二节 硫、硅肥	/128
一、硫肥	/128



二、硅肥	/131
第三节 铜、锌肥	/134
一、铜肥	/134
二、锌肥	/137
第四节 铁、锰肥	/139
一、铁肥	/139
二、锰肥	/142
第五节 硼、钼肥	/145
一、硼肥	/145
二、钼肥	/148
第七章 复合（混）肥料	/151
第一节 复合（混）肥	/151
一、复合（混）肥料的分类	/151
二、复合（混）肥料的养分含量表示方法	/153
三、复合（混）肥料的特点	/154
四、复合（混）肥料的有关计算	/155
五、复合（混）肥料的合理施用	/157
第二节 BB 肥	/158
一、BB 肥概述	/158
二、BB 肥生产常用物料和生产工艺	/159
三、肥料混合的原则	/159
第三节 有机无机复合肥	/161
一、概述	/161
二、有无机复混肥生产常用物料与生产工艺	/162
第八章 新型肥料	/168
第一节 微生物肥料	/168
一、微生物肥料的定义	/168
二、微生物肥料的种类	/169
三、微生物肥料与化肥的关系	/169

四、微生物肥料的主要作用	/170
五、微生物肥料的剂型和安全施用	/171
第二节 叶面肥料	/173
一、叶部营养机理	/173
二、叶部营养的特点	/173
三、影响叶部营养效果条件	/174
第三节 缓控释肥料	/176
一、合成的有机缓控释肥料	/176
二、包膜（裹）型缓控释肥料	/178
第四节 稳定性肥料	/179
一、脲酶抑制剂——稳定肥料	/179
二、硝化抑制剂——稳定肥料	/180

第三篇 合理施肥

第九章 粮食作物合理施肥	/183
第一节 水稻的营养与合理施肥	/183
一、水稻生育时期的划分	/183
二、土壤生态条件对稻米品质的影响	/184
三、施肥措施对稻米品质的影响	/184
四、稻田土壤培肥与稻米品质调优施肥技术	/185
五、水稻营养与合理施肥	/186
六、水稻施肥新技术介绍	/189
第二节 玉米的营养与合理施肥	/191
一、玉米的类型及生育期的划分	/191
二、玉米的营养特性	/195
三、玉米的合理施肥技术	/197
四、特殊玉米的施肥技术介绍	/201
第三节 小麦的营养与合理施肥	/203
一、小麦生育期的划分	/203
二、专用小麦分类	/203



三、小麦营养特性与需肥特性	/204
四、小麦合理施肥技术	/205
第十章 云南特色植物营养与施肥	/209
第一节 咖啡的营养与施肥	/209
一、咖啡的生物学特性	/209
二、咖啡的生长环境与营养特点	/212
三、咖啡的营养诊断与施肥	/213
第二节 香蕉的营养与施肥	/216
一、香蕉的营养特性	/216
二、香蕉的施肥技术	/218
第三节 橡胶的营养与施肥	/221
一、营养元素的作用	/222
二、胶树的合理施肥	/224
参考文献	/228
后 记	/233

第一篇

作物营养



◇第一章 作物必需的营养元素◇

自然界的元素在植物体内几乎都能找到，但不能说自然界的元素全部都是作物必需的营养元素。某种元素是不是必需营养元素，可以用除去某一元素的营养液进行培养试验，通过作物生长和发育的情况来判断。1939 年，Arnon 和 Stout 提出判断高等植物必需营养元素三条标准。

第一，缺少该元素，植物生长发育受阻，不能完成其正常的生活周期。

第二，缺少该元素，植物呈现专一的缺素症，只有补充该元素症状才能减轻或消失，其他元素不能代替它的功能。

第三，该元素在植物营养上是直接参与植物代谢作用，并非由于改善了植物的生活条件所起的间接作用。

只有同时满足上述三个条件才能称为必需营养元素。

自从 1860 年德国的科学家 Sachs 用水培法培养植物成功以来，经过许多科学家的努力，到目前确定的必需营养元素共有 16 种，分别是：C、H、O、N、P、K、Ca、Mg、S、Fe、Mn、Zn、Cu、Mo、B、Cl，这 16 种元素为高等植物生长发育所必需的营养元素。虽然到目前为止确定的植物必需营养元素共有 16 种，但可以肯定地说随着分析技术和实验技术的改进，我们将会发现其他新的植物必需营养元素。

第一节 大量营养元素

各种必需营养元素在植物体内的含量相差很大（表 1-1），一般可根据植物体内含量的多少划分为大量营养元素（包括中量营养元素）和微量营养元素，包括碳、氢、氧、氮、磷、钾、钙、镁、硫等。大量营养元素含量一般占干物质重量的 0.1% 以上，微量元素含量一般在 0.1% 以下，包括铁、硼、锰、铜、锌、钼、氯等。

表 1-1 正常生长植株的干物质中营养元素的平均含量

元素	符号	微摩尔/克（干重）	毫克/千克	%
钼	Mo	0.001	0.1	—
铜	Cu	0.10	6	—
锌	Zn	0.30	20	—
锰	Mn	1.0	50	—
铁	Fe	2.0	100	—
硼	B	2.0	20	—
氯	Cl	3.0	100	—
硫	S	30	—	0.1
磷	P	60	—	0.2
镁	Mg	80	—	0.2
钙	Ca	125	—	0.5
钾	K	250	—	1.0
氮	N	1000	—	1.5
氧	O	30000	—	45
碳	C	40000	—	45
氢	H	60000	—	6

上述必需营养元素在植物体内的含量常受植物种类、年龄以及环境中其他矿质元素含量等因素的影响，尤其是环境条件的影响，可使体内各种营养元素的含量发生很大的变化。在植物组织中常出现某些微量元素含量明显超过其生理需要量，例如铁、锰的含量能接近植株中硫或镁的含量，这主要是环境条件影响的结果。应该指出，植物各器官中营养元素的含量，并不能完全反映植物对这些养分的实际需要量，尤其是一些非必需营养元素常常是被动吸入植物体的。

在必需营养元素中，碳和氧来自空气中的二氧化碳；氢和氧可来自水，而其他的必需营养元素几乎全部是来自土壤。目前只发现豆科作物有固定空气中氮气（ N_2 ）的能力，植物的叶片也能吸收一部分气态养分，如二氧化硫等。由此可见，土壤不仅是植物生长的介质，而且也是植物所需矿质养分的主要供给者。实践证明，作物产量水平常常受土壤肥力状况的影响，尤其是土壤中有效态养分的含量对作物产量和质量的影响更为显著。