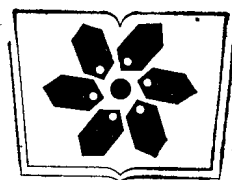




中國南方土壤肥力
與栽培植物施肥



中国科学院科学出版基金资助项目

中国南方土壤肥力与 栽培植物施肥

主持单位 中国科学院长沙农业现代化研究所
何电源 主编

编辑组成员 何电源 廖先苓 向万胜

科学出版社

1994

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

本书由我国南方 10 省区的 30 多位专家各就自己专长编写有关章节。全书分两篇共 34 章。第一篇土壤肥力,扼要阐述南方土壤类型和分布,以及影响土壤肥力的诸因素,分章讨论水稻土、砖红壤、赤红壤、红壤、黄壤、潮土、紫色土和石灰土的肥力特性及其与植物施肥的关系。第二篇栽培植物施肥,重点介绍现代施肥的理论基础及技术,植物营养元素的生理作用、缺乏症状及诊断技术,概略地阐明有机、无机肥料的种类、组成及特性,分章、节讨论水稻、麦类、棉花、油菜、豆科作物、薯类作物、麻类作物、甘蔗、玉米、高粱、烟草、柑桔、龙眼、荔枝、香蕉、蔬菜、茶叶、油茶、橡胶、剑麻、香茅、咖啡、椰子、胡椒等栽培植物的适生环境、营养特性、施肥的效应和技术。资料翔实、内容丰富。

本书可供从事农业科学、农业技术人员和土壤科学工作者参考。

中国南方土壤肥力与 栽培植物施肥

何电源 主编

责任编辑 陈培林

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1994 年 6 月第一版 开本:787×1092 1/16

1994 年 6 月第一次印刷 印张:37 3/4 插页:2

印数:1—680 字数:871 000

ISBN 7-03-003628-X/S·106

定价:55.00 元

序

我国南方地跨热带、亚热带,总面积达 $2.1796 \times 10^6 \text{km}^2$ 。约占国土总面积的 22.7%。本区光、热、水、土和生物资源都很丰富,是我国发展粮食和热带、亚热带经济作物及林、牧、副、渔的重要基地。建国以来,国家和各省、区都很重视热带、亚热带资源的开发利用。土壤农化科技工作者在积极完成国家任务的同时,对土壤的发生分类、基本性质、资源状况、改良利用以及合理施肥等方面的研究都积累了大量的资料。

随着现代科学技术的发展和长期田间肥料试验资料的积累,使我们对植物必要营养元素的研究、植物对养分的吸收机制、影响养分吸收的因素、肥料与土壤的相互作用及其对土壤肥力的特性和作物产量与品质的影响等方面,都有了许多新的认识。因此,系统地总结我们在土壤肥料研究方面的成就,将有助于推进我国的农业生产和农业科学技术的发展。

参加本书撰写工作的30多位作者,就各自之所长,编写有关章节,汇编成《中国南方土壤肥力与栽培植物施肥》一书。这本专著分为两篇共34章。第一篇土壤肥力,第二篇栽培植物施肥。本书作者把握住栽培植物施肥作为主轴。第一篇概略地介绍了南方土壤类型、分布及肥力特性之后,突出论述了土壤有机质及其累积和分解过程中的动力学,土壤氮、磷、钾、钙、镁、硅、硫及微量营养元素的状态、转化规律及其对植物的有效性。分章讨论了砖红壤、赤红壤、红壤、黄壤、潮土、紫色土、石灰土和水稻土的肥力。撰写时引用的资料,除作者本人的研究工作和我国近十多年来在农业、土壤、肥料等学术刊物上发表的论文报告外,还引用了80年代以来国内外所发表的有关这方面研究工作的主要文献,包括在我国召开的水稻土、红壤和旱地土壤等几次国际学术讨论会,以及第13届(德国汉堡)和第14届(日本京都)国际土壤学会和在泰国召开的第1次水稻土肥力国际学术讨论会的论文和报告。

本书第二篇在讨论不同作物的合理施肥之前,首先介绍了现代施肥的理论基础;植物营养元素的生理功能以及有机、无机肥料的组成和特性。使读者既能看到森林,也可见到树木。书中详细地讨论了水稻、麦类、棉花、油菜、柑桔、橡胶树、茶叶、荔枝、龙眼等30多种(类)作物和果木的施肥。这些植物种类都是我国南方重要的粮食、经济和果蔬作物。文中所用的资料,既包括了作者多年从事研究工作的成果,也广泛吸收了国内外已有的成就和先进经验,这对科研、教学和生产实践都具有较大的参考价值。

1949年以来,我曾经长期在南方从事土壤肥料的调查、试验和研究工作,现在由于年龄比较大了,很难长途跋涉,再做这方面工作。当《中国南方土壤肥力与栽培植物施肥》一书即将出版之际,自然是很高兴的。

1992年2月

前 言

我国南方,北起长江沿岸,南到南海诸岛,东自台湾及其附近诸岛屿,西到云贵高原与横断山脉,总面积约 $2.1796 \times 10^6 \text{km}^2$, 占全国土地总面积的 22.7%。

本区跨热带、南亚热带、中亚热带及中亚热带向北亚热带过渡地带;气候温暖,雨量丰沛;作物、果树、蔬菜种类繁多。本区是我国粮食作物及热带、亚热带经济作物、果木和蔬菜生产的重要基地。笔者自 1952 年以来,在海南、广东、广西、湖南、江西和浙江等省(区)长期从事土壤利用改良、肥力特性及作物合理施肥的研究,积累了较多的资料,渴望能总结成一本专著,奉献给南方人民。经与同行挚友相商,认为以合作编著为宜。乃邀集南方 10 个省(区)的同行 30 多人,各就自己之所长,编写有关章节,汇编成为专著。

1983 年,科学出版社出版了我的导师、中国科学院院士李庆逵主编的《中国红壤》。这本专著对我国红壤地区土壤的分类、分布,基本性质,土壤肥力和肥料问题,开发利用及土地资源,进行了比较全面的论述。1985 年,农业出版社出版了《中国红黄壤地区土壤利用、改良区划》一书。该书主要论述了我国南方的土壤类型、资源特点、利用改良途径和区划。我们这本书侧重于我国南方土壤的肥力特性,以及作物的合理施肥,是我国南方土壤肥料方面的重要著作,并与上述两本专著互为补充。

科学研究的进展日新月异,土壤农化科学也是一样。经过各位作者的共同努力,我们总算按照既定的目标完成了本书的撰写工作。我们希望这本书对我国南方的农业生产和科研教学和生产有所裨益。同时,希望大家对本书的不足之处给予批评指正。

我们衷心感谢中国科学院院士李振声为本书题写书名。

我的导师李庆逵教授,在他八十大寿之际为本书写了序,这对我们是极大的鼓励。对于本书的编著,李老也给予了热情的指导和关怀,今天,趁本书出版之际,特向李老致以深切的感谢和敬意。

本书在编写过程中得到了我所领导班子的大力支持和所内外许多同志的大力帮助,谨致谢意。

何 电 源

1992 年 6 月

目 录

序.....	李庆远	i
前言.....	何电源	iii

第一篇 土壤肥力

第一章 南方土壤类型及分布	何电源	3
一、主要的自然条件		3
二、土壤的水平和垂直分布		8
三、主要土壤类型		9
第二章 南方土壤的肥力特性	何电源	19
一、土壤形成条件与土壤肥力特性的关系		19
二、土壤化学和物理化学性质与肥力特性的关系		21
三、土壤的物理特性与肥力的关系		23
四、土壤的生物学特性		24
五、土壤养分特性		25
第三章 土壤有机质及其周转动力学	吴金水	28
一、土壤有机质研究意义和周转动力学概念		28
二、土壤有机质的分解、转化动力学		29
三、土壤微生物生物量		37
四、农业生态体系的土壤有机质水平		47
五、土壤有机质周转的计算机模拟		50
第四章 土壤氮的状态及转化	廖先苓	63
一、土壤氮素的形态及含量		63
二、土壤中氮素的转化、影响因素及其有效性		64
三、农田土壤中氮素的循环及调节		71
第五章 土壤磷的状态及转化	袁正平 肖永兰 何电源	75
一、土壤全磷、有效磷及供磷强度		75
二、土壤磷的形态		77
三、土壤磷的吸持和转化		81
四、土壤磷素的转化		86
第六章 土壤钾、钙、镁、硫和硅的状态、转化及其对植物的有效性		89
第一节 土壤中的钾	葛旦之 何电源	89
一、土壤钾的形态		89
二、土壤钾的固定和释放		91
三、土壤中含钾矿物的转化		93
四、土壤钾的动力学		94
五、我国南方土壤钾的状态及钾肥需要的前景		95

第二节 土壤中的钙和镁	向万胜 何电源	98
一、土壤中的钙		98
二、土壤中的镁		103
第三节 南方土壤硫的含量、状态及其对植物的有效性	陈国安	107
一、土壤中硫的含量与状态		108
二、土壤中硫的转化与环境条件		110
三、土壤中硫的形态及其对植物的有效性		112
第四节 土壤中的硅	向万胜 何电源 廖先苓	113
一、土壤中硅的含量及形态		113
二、土壤硅对植物的有效性		117
第七章 土壤微量元素的含量状态及其对作物的有效性	欧阳洮 何电源	122
一、土壤微量元素与地球化学的关系		122
二、我国南方土壤微量元素的含量和分布		125
三、土壤微量元素的形态及其影响因素		125
四、我国南方土壤有效态微量元素含量及其对作物的有效性		134
第八章 红壤的肥力	何电源 凌龙生 宋淑琼	137
一、红壤的物理性质与肥力特性的关系		137
二、红壤化学和物理化学性质与肥力特性的关系		141
三、红壤的微生物学特性、腐殖质和土壤酶活性与土壤肥力的关系		147
四、红壤的养分状态及供应特性		149
第九章 赤红壤、褐红土和燥红土的肥力	凌龙生 宋淑琼 何电源	158
一、土壤形成特点与肥力的关系		158
二、土壤颗粒组成与肥力的关系		158
三、土壤的化学组成和粘土矿物		160
四、土壤的腐殖质和养分状况		162
第十章 砖红壤的肥力特征	何电源 凌龙生 宋淑琼	171
一、砖红壤的物理特性与肥力的关系		171
二、砖红壤的化学性质与肥力的关系		173
三、砖红壤的微生物和腐殖质组成		176
四、砖红壤的养分含量状态及其对作物的有效性		177
第十一章 黄壤、黄棕壤的肥力与施肥效应	陈旭辉 曹文藻	184
一、黄壤的形成特点和主要类型		184
二、影响黄壤肥力特性的土壤基本性质		185
三、黄壤的养分状态及其对植物的有效性		188
四、山地黄棕壤的肥力		197
第十二章 潮土的肥力	何电源	200
一、潮土的颗粒组成和物理性质		200
二、潮土的化学性质和粘土矿物		201
三、潮土的养分含量及其有效性		202
第十三章 紫色土的肥力及其与作物施肥的效应	廖思樟 何才富 宫玉良等	205
一、紫色土的形成特点		205
二、紫色土的亚类及其特性		205

三、紫色土的养分状况及其对作物的有效性	207
第十四章 石灰土的肥力周国良 肖泽宏 张肇元等	218
一、石灰土的主要类型及其形成特点	219
二、石灰土的基本性状和肥力特征	220
第十五章 水稻土的肥力何电源	227
一、水稻土的剖面结构	227
二、水稻土的物理性质	229
三、水稻土的化学和物理化学性质	230
四、水稻土的有机物及微生物性质	233
五、水稻土的养分特性	236

第二篇 栽培植物施肥

第十六章 现代施肥的理论基础及技术马国瑞	251
第一节 植物施肥的理论基础.....	251
一、植物的营养成分	251
二、植物对养分的吸收	252
三、影响养分吸收的因素	259
四、根际和根内微生物对养分有效性的影响	271
第二节 施肥技术.....	272
一、施肥量的确定	272
二、施肥时期	276
三、施肥方法	277
第十七章 植物营养元素的生理功能、缺乏和过量症状及其诊断技术秦遂初	279
一、大量营养元素	279
二、中量营养元素	283
三、微量营养元素	285
四、其他元素	291
第十八章 有机肥在培肥土壤和作物营养中的作用廖先苓	294
一、有机肥的种类、性质及其特性	294
二、有机肥的主要成分及其转化	297
三、有机肥在培肥土壤和作物营养中的作用	299
第十九章 主要化肥品种及特性廖先苓	302
一、氮肥	303
二、磷肥	306
三、钾肥	308
四、微量元素肥料	309
五、复合肥料	310
第二十章 石灰的合理施用廖先苓 何电源	313
一、酸性土壤施用石灰的意义及其对土壤性质的影响	313
二、石灰对作物生长发育和产量的影响	321
三、石灰的合理施用及石灰施用量的测定方法	322
第二十一章 水稻营养与施肥何电源 向万胜	324

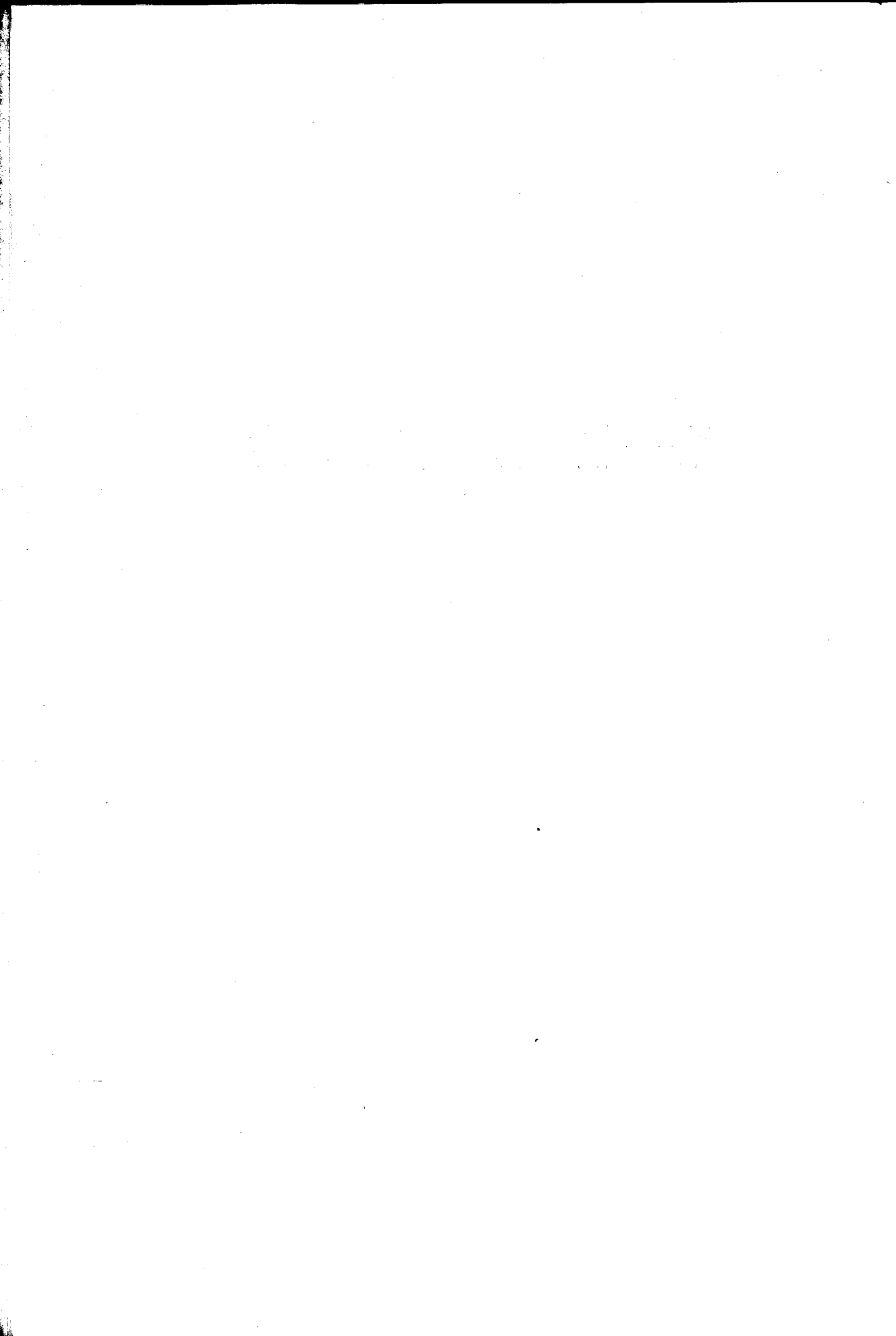
第一节 水稻的营养特性及肥料效应	324
一、水稻的氮、磷、钾营养及肥料效应	326
二、水稻的钙、镁、硫、硅营养及肥料效应	340
三、水稻的微量元素营养及微肥的效应	343
第二节 稻田中氮肥的损失及减少损失的措施	347
一、氮肥损失的原因	347
二、减少氮肥损失的措施	348
第三节 水稻合理施肥与高产施肥法	349
一、几种习惯施肥法的原理与特点	349
二、配方施肥法	351
三、配方施肥与水稻氮素营养叶色诊断	356
四、氮素调控法(氮调)	356
五、稻田多熟制的作物合理施肥	360
第二十二章 大、小麦的营养和施肥	李元沅 365
一、我国南方稻田麦区的分布和栽培特点	365
二、大、小麦对土壤条件的要求	366
三、大、小麦的营养特性	367
四、施肥对大、小麦产量和品质的影响	370
五、大、小麦的施肥技术	372
第二十三章 棉花施肥	皮美美 374
一、棉花高产的土壤环境条件	374
二、棉花的营养特性和需肥规律	375
三、肥料对棉花的生长发育、产量和品质的效应	379
四、棉花合理施肥	385
第二十四章 油菜营养与施肥	刘武定 391
一、油菜对土壤环境的要求	391
二、油菜的营养特性	392
三、肥料对油菜产量、品质的效应	395
四、油菜合理施肥技术	399
第二十五章 豆科作物的营养与施肥	404
第一节 花生的营养与施肥	刘武定 404
一、南方花生产区的分布和栽培特点	404
二、花生对土壤条件的要求	405
三、花生的营养特性	405
四、肥料对花生产量和品质的效应	407
五、花生施肥技术	409
第二节 大豆的营养和施肥	李元沅 411
一、南方大豆的生态分布	411
二、大豆的营养特性	412
三、大豆的施肥技术	414
第三节 绿肥牧草施肥	龙桂芝 415
一、南方绿肥牧草概述	415

二、绿肥牧草的磷、钾营养特性	416
三、绿肥牧草中“以磷增氮”的效应和“以小肥养大肥”的作用	416
四、施肥方法与用量	417
五、微量元素在绿肥牧草上的应用及效果	418
六、植物生长激素和调节剂在绿肥牧草上的应用	419
七、紫云英施肥	419
第二十六章 薯类作物施肥向万胜 何电源	422
第一节 甘薯的营养与施肥	422
一、甘薯在南方各省区的分布	422
二、甘薯对土壤条件的要求	423
三、甘薯的营养特性	424
四、甘薯的施肥	427
第二节 马铃薯营养与施肥	430
一、马铃薯对土壤条件的要求	430
二、马铃薯的营养特性	430
三、马铃薯的施肥技术	433
第二十七章 麻类作物施肥周兆德	435
第一节 苧麻	435
一、苧麻生长发育对土壤条件的要求	435
二、苧麻的营养生理及施肥效应	435
三、苧麻的合理施肥	438
第二节 黄麻	440
一、黄麻高产优质的土壤条件	440
二、黄麻生物学特性与施肥的关系	441
三、黄麻不同生育期对养分的吸收和需肥特点	441
四、黄麻的合理施肥	443
第三节 红麻	443
一、红麻高产优质的土壤条件	443
二、红麻的生长发育与需肥特点	444
三、红麻的合理施肥	446
第二十八章 甘蔗玉米高粱施肥	448
第一节 甘蔗施肥张国庆	448
一、甘蔗的营养特性	448
二、甘蔗施肥的原则和技术	451
第二节 玉米的营养与施肥向万胜 何电源	460
一、玉米对土壤条件的要求	460
二、玉米的营养特性	460
三、玉米的施肥	464
第三节 高粱的营养与施肥向万胜 何电源	466
一、高粱对土壤条件的要求	466
二、高粱的营养和特性	466
三、高粱的施肥	469

第二十九章 烟草营养与施肥	欧阳锋声	474
一、烟草对土壤条件的要求		474
二、烟草营养特性		476
三、烟草适产优质的施肥技术		478
第三十章 果树施肥		483
第一节 柑桔的营养特性及施肥.....	周国良 肖泽宏	483
一、柑桔的营养特性		483
二、柑桔施肥		488
第二节 龙眼、荔枝施肥	庄伊美	495
一、龙眼、荔枝的营养特性及其与土壤肥力的关系		495
二、施肥与营养诊断		497
第三节 香蕉施肥.....	庄伊美	500
一、营养特性与施肥效应		501
二、香蕉施肥技术		503
第三十一章 蔬菜的营养特性与施肥		507
第一节 蔬菜的营养特性及诊断方法.....	苏国栋	507
一、蔬菜的一般营养特性		507
二、蔬菜对土壤条件的要求		509
三、蔬菜营养诊断方法		510
第二节 叶菜类蔬菜的施肥.....	苏国栋	515
一、大白菜的营养生理特点		515
二、大白菜不同生育期对矿质营养的需求		516
三、大白菜施肥技术		517
第三节 根菜类蔬菜的施肥.....	李冠平	519
一、萝卜施肥		519
二、胡萝卜施肥		521
第四节 果菜类蔬菜的施肥.....	李冠平	523
一、番茄施肥		523
二、茄子施肥		527
三、辣椒施肥		530
四、黄瓜施肥		532
五、冬瓜施肥		536
第三十二章 茶树和油茶树的营养和施肥	何电源	538
第一节 茶树的营养和施肥.....		538
一、茶树对土壤条件的要求		538
二、茶树的营养特性及其与茶叶产量和质量的关系		538
三、茶树的施肥技术		549
第二节 油茶树的营养与施肥.....		553
一、油茶树的适生环境和土壤肥力		554
二、油茶树的施肥		554
第三十三章 橡胶树的营养与施肥	许能琨 何电源	557
一、橡胶树对生态环境的要求		557

二、橡胶树的营养特性	558
三、肥料对橡胶树的生长、产胶和胶乳质量的影响	560
四、不同土壤类型上主要肥料对橡胶树的效应	566
五、橡胶树的营养诊断与施肥	568
第三十四章 热带经济作物施肥	571
第一节 剑麻施肥	许能琨 571
一、剑麻的生产分布及其对土壤条件的要求	571
二、剑麻的营养特性及施肥的效应	572
第二节 香茅施肥	胡继胜 徐奕言 576
一、香茅对土壤条件的要求	576
二、香茅的营养特性	577
三、肥料对香茅产量和品质的效应及合理施肥技术	578
第三节 咖啡、椰子和胡椒施肥	581
一、咖啡的施肥	张籍香 581
二、椰子施肥	何电源 583
三、胡椒施肥	何电源 586

第一篇 土壤肥力



第一章 南方土壤类型及分布

我国南方土壤主要指长江以南自北纬 32° 直至南海诸岛的广大中亚热带、热带地区, 包括福建、江西、湖南、广东、海南、广西、贵州、台湾等省(区)的全部, 浙江、云南、四川省的大部, 皖南、鄂南的一部, 以及西藏东南和江苏西南边缘的一小部分, 总面积为 $2.1796 \times 10^6 \text{ km}^2$, 约占全国总面积的 22.7%^[1,9,15]。

本区自然条件优越, 生产潜力大, 全区耕地仅占全国的 28%, 但粮食总产却占全国的 42.7%, 其中水稻产量占全国的 3/4; 种植油茶 6 000 多万亩¹⁾; 到 1987 年底, 已种植橡胶树 870 万亩, 产干胶 $2.376 \times 10^5 \text{ t}$, 均居世界第四位^[2]; 森林面积占全国的 45%^[3]。从发展大农业的角度出发, 本区在发展粮、油、饲料、牧草和热带、亚热带经济作物及林果等方面, 都占有极其重要的地位^[1,9,12,15]。本章仅就与大农业和土壤形成关系密切的自然条件和土壤类型及分布作一概述。

一、主要的自然条件

(一) 水热状况

中央气象局的中国气候区划主要以日平均气温 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温, 最冷月平均气温和极端最低气温作为一级区划(即划分气候带)的指标^[3]。有关热带、亚热带的温度如表 1-1。云南地区由于地形屏障, 东亚冷空气少到, 因此极端最低, 气温比同纬度东部地区要高些。在同样的极端最低气温下, 云南地区的作物需要的积温可比东部同纬度地区低。例如在

表 1-1 我国热带、亚热带气候区划指标^[3]

气候带	$\geq 10^\circ\text{C}$ 积温(及其天数 d)	最冷月平均气温	年极端最低气温	备注
北亚热带	4250—4500 $^\circ\text{C}$ 至 5000—5300 $^\circ\text{C}$ (220—240d)	0 $^\circ\text{C}$ 至 4 $^\circ\text{C}$	-20 $^\circ\text{C}$ 至 -10 $^\circ\text{C}$	
中亚热带	5000—5300 $^\circ\text{C}$ 至 6500 $^\circ\text{C}$ (240—300d)	4 $^\circ\text{C}$ 至 10 $^\circ\text{C}$	-10 $^\circ\text{C}$ 至 -5 $^\circ\text{C}$	云南
	5000—5300 $^\circ\text{C}$ 至 6000 $^\circ\text{C}$ (240—300d)	4 $^\circ\text{C}$ 至 10 $^\circ\text{C}$	-10 $^\circ\text{C}$ 至 -1—-2 $^\circ\text{C}$	
南亚热带	6500 $^\circ\text{C}$ 至 8000 $^\circ\text{C}$ (300—365d)	10 $^\circ\text{C}$ 至 15 $^\circ\text{C}$	-5 $^\circ\text{C}$ 至 2 $^\circ\text{C}$	云南
	6000 $^\circ\text{C}$ 至 7500 $^\circ\text{C}$ (300—350d)	10 $^\circ\text{C}$ 至 15 $^\circ\text{C}$	-1—-2 $^\circ\text{C}$ 至 2 $^\circ\text{C}$	
北热带	8000 $^\circ\text{C}$ 至 9000 $^\circ\text{C}$ (365d)	15 $^\circ\text{C}$ 至 19 $^\circ\text{C}$	2 $^\circ\text{C}$ 至 5—6 $^\circ\text{C}$	云南
	>7500 $^\circ\text{C}$ (350—365d)	15 $^\circ\text{C}$ 至 19 $^\circ\text{C}$	2 $^\circ\text{C}$ 至 5—6 $^\circ\text{C}$	
中热带	9000 $^\circ\text{C}$ 至 10000 $^\circ\text{C}$ (365d)	19 $^\circ\text{C}$ 至 26 $^\circ\text{C}$	5—6 $^\circ\text{C}$ 至 20 $^\circ\text{C}$	
南热带	>10000 $^\circ\text{C}$ (365d)	>26 $^\circ\text{C}$	>20 $^\circ\text{C}$	

1) 1 亩 = 666.6m², 下同。

表 1-2 我国南方土区代表性地点的水热状况(据 1951—1980 年中央气象局统计资料)^{a)}

地带	地点	纬度 (北纬)	经度 (东经)	海拔 (m)	年均温 (°C)	年积温 (≥10°C)	年雨量 (mm)	最冷月均温 (°C)	极端气温(°C)		无霜期 (d)
									最高	最低	
中 亚 热 带	杭州	30°19'	120°12'	7.2	16.2	5101.7	1398.9	0.7	39.9	-9.6	246.5
	恩施 ^{a)}	30°16'	109°22'	437.2	16.4	5212.6	1424.8	—	—	—	313.0
	岳阳 ^{b)}	29°23'	113°05'	51.6	17.0	5382.2	1269.7	—	39.3	-11.8	276.8
	南昌	28°40'	111°30'	36.7	17.5	5569.1	1710.0	2.0	40.6	-9.3	279.0
	长沙	28°12'	113°05'	44.9	17.2	5457.3	1396.1	1.6	40.6	-11.3	274.8
	福州	26°05'	119°56'	91.0	19.6	6505.0	1343.7	7.6	39.8	-1.2	325.7
	赣州 ^{a)}	25°50'	114°50'	123.8	19.4	6119.1	1439.8	7.9	—	—	325.0
	郴州 ^{b)}	25°48'	113°02'	184.9	17.9	5608.1	1455.9	—	41.3	-9.0	290.0
	贵阳	26°35'	106°48'	1071.2	15.3	4637.5	1174.7	2.2	37.5	-7.8	270.5
	昆明	25°01'	102°41'	1891.4	14.7	4490.3	1006.5	1.4	31.5	-5.4	226.2
南 亚 热 带	台北	25°02'	121°31'	9.0	21.7	7924.2	2118.7	13.1	38.6	-0.2	346.0
	漳州 ^{a)}	24°30'	117°39'	30.0	21.0	7100.0	1583.0	13.1	—	0.4	—
	广州 南宁	23°08' 22°49'	113°19' 108°21'	6.3 72.2	21.9 21.6	7660.6 7483.1	1694.1 1300.6	9.7 9.6	38.7 40.4	0.0 -2.1	344.9 341.9
热 带	河口	22°31'	103°57'	136.7	22.1	8210	1800	15.4	40.9	4.9	365
	儋县	19°31'	109°35'	168.7	23.0	8457.2	1815.6	16.8	36.3	0.4	365
	三亚 (崖县)	18°14'	109°31'	3.9	25.5	9300.7	1254.7	17.7	35.7	5.1	365

a) 中央气象局 1951—1970 年气候资料。b) 湖南省气象局 1951—1977 年统计资料。

北热带东部地区需要 8000—9000℃ 积温才能生长的热带、亚热带作物，在云南地区只需 $\geq 7500^{\circ}\text{C}$ 就够了。所以云南地区的热量(积温)具有经济性。

气候区划以年干燥度为二级区划指标，即年干燥度 < 1.0 为湿润， $1.00—1.49$ 为亚湿润， $1.50—3.49$ 为亚干旱， ≥ 3.50 为干旱。季干燥度作为三级区划指标，即季干燥度 ≤ 0.94 为湿润， $1.00—1.49$ 为亚湿润， $1.50—1.99$ 为亚干旱， ≥ 2.00 为干旱。根据这些指标划分的结果，南方土区的气候带、大区 and 区的分区如下：I. 中亚热带湿润区：A1 江南区；A2 瓯江、闽江、南岭区；A3 四川区；A4 贵州区；A5 滇北区。II. 南亚热带湿润区：A1 台北区；A2 闽南-珠江区；A3 滇南区。III. 北热带湿润区：A1 台南区；A2 雷琼区；A3 滇南河谷区。亚湿润区：B1 琼西区。亚干旱区：元江区。IV. 中热带湿润区：A1 琼南-西沙区。V. 南热带湿润区：A1 南沙区。

为了更具体地了解南方土壤各地的水热状况，现将有关地方的水热状况主要测定结果列入表 1-2^[3]。从表中可以看出，一般纬度越低，年均温和年积温($\geq 10^{\circ}\text{C}$)越高。在纬度大致相同时，从东海之滨向云贵高原过渡，越向西其年均温和年积温越低，年降雨量也有类似的趋势。从极端气温和无霜期天数看，中亚热带很大部分地方一年可以种植两季水稻和一季冬作。适合于茶叶、油茶、柑桔等亚热带作物和林果木的生长。南亚热带除发展一般亚热带作物外，也可种植龙眼、荔枝、香蕉、木瓜、杨桃等需热量较高的植物。在北纬 24° 以南的地方，还可选择有利的环境，利用逆温层及不同坡向受热量的差异，有条件地发展一些热带植物(如橡胶、咖啡)的耐寒品种(系)。

本区的水热条件都较优越，但也有不利的因素。例如降雨分配不均，干湿季节极为明显，沿海常有寒潮及台风侵袭，易受洪涝灾害威胁。华中地区降雨集中，每年 3—8 月常出现暴雨，不但引起山丘区土壤严重侵蚀，而且给江河两岸及洞庭湖、鄱阳湖等地区的农业生产带来不良影响。云南高原干湿变化异常悬殊，干季(11—4 月)雨量少，气温高，辐射强，风势大，而雨季(5—10 月)则完全相反。特别是由于地形切割，使气候的垂直变化极为复杂。贵州云雾和雨日均多，日照少(贵阳市 1951—1980 年平均日照仅 1371h/a)，给农作物生长带来了不利影响。所有这些因素在农业生产及土壤管理和施肥上都应充分重视^[14,23]。

(二) 地质地貌特点

我国南方土区在大地构造上属横断山块断带、康滇地轴、扬子准地台及华夏陆台等单元。由于在长期的地质运动中不断受到抬升、褶皱、扭曲、断裂、剥蚀、湖陷及江河冲积等作用的影响，使整个地区的地形地貌比较复杂。本区以山地、丘陵、高原、盆地为主，平原的面积较小。山地与丘陵和平地的比例大体上是 $7:2:1$ ^[11,9,15]。

在中亚热带东部和东北部的山地有浙-闽-赣山地(包括武夷山、武功山等)；皖-浙-赣-湘山地(包括黄山、天目山、幕阜山等)；湘-鄂、川、黔山地(武陵山等)；赣-湘-粤-桂边界的南岭山地(五岭及罗霄山脉等)；黔桂山地(苗岭等)。这些山地的海拔在 $1500—2000\text{m}$ 左右，为花岗岩、流纹岩、砂岩及石灰岩所构成。丘陵地主要有皖南、浙北丘陵(宣城、安吉、长兴等)；浙赣盆地丘陵(金衢盆地、信江乐安河上中游低丘等)；赣江河谷丘陵；洞庭、鄱阳湖环湖丘陵及湘中丘陵盆地；母质以砂岩、板页岩及第四纪红土为主。平原主要是分布在