

核心农户培训丛书



农用地土壤 培肥技术

福建省农业“五新”推广工作办公室

林新坚 李清华 罗 涛 等编著



海峡出版发行集团

福建科学技术出版社

THE STRAITS PUBLISHING & DISTRIBUTING GROUP

FUJIAN SCIENCE & TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

核心农户培训丛书



农用地土壤 培肥技术

福建省农业“五新”推广工作办公室

“核心农户培训丛书”编委会名单

主编：陆 菁

编委：陈 弁 赵 辉 陈 斌

本书编著者：林新坚 李清华 罗 涛 章明清
邱孝煊 徐国忠 黄东风 林陈强
孔庆波 王 飞 何春梅 林 诚
李 昱 张 辉 何 盈



海峡出版发行集团 | 福建科学技术出版社
THE STRAITS PUBLISHING & DISTRIBUTING GROUP | FUJIAN SCIENCE & TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

农用地土壤培肥技术/林新坚等编著. —福州:
福建科学技术出版社, 2011. 3
(核心农户培训丛书)
ISBN 978-7-5335-3785-2

I. ①农… II. ①林… III. ①土壤肥力-基本知识
IV. ①S158

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 252119 号

书 名	农用地土壤培肥技术 (核心农户培训丛书)
编 著	林新坚 李清华 罗涛 等
出版发行	海峡出版发行集团 福建科学技术出版社
社 址	福州市东水路 76 号 (邮编 350001)
网 址	www.fjstp.com
经 销	福建新华发行 (集团) 有限责任公司
排 版	福建科学技术出版社排版室
印 刷	福州晚报印刷厂
开 本	889 毫米×1194 毫米 1/32
印 张	5.5
字 数	140 千字
版 次	2011 年 3 月第 1 版
印 次	2011 年 3 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5335-3785-2
定 价	10.00 元

书中如有印装质量问题, 可直接向本社调换

序

土壤资源是一切自然资源中最基本和最珍贵的资源，是农业生产不可代替的生产资料。我国幅员辽阔，受成土母质、气候、植被、地形地貌等影响，形成了区域性、地带性的典型性土壤，多样性的土壤类型必然导致土壤肥力存在明显的差异性。

土壤肥力对作物生长具有重要的作用，农耕系统若要持续健康发展，保持高肥力土壤是重要途径。无论是传统农业，还是现代农业，培肥土壤都是永恒不变的主题。从盘古开天以来，人们利用作物养分管理、轮作制度、绿肥种植、有机废弃物资源化利用、水土保持等措施，努力构建形式多样的土壤培肥技术。

福建省位于我国东南沿海，受亚热带季风性气候影响，其水热资源和生物资源都极为丰富。福建省素有“东南山国”之称，山地丘陵地形复杂，土壤肥力变异明显。另外，福建人多地少，人地矛盾极其尖锐，持续培肥土壤，保持地力新壮，对于充分发挥土壤生产潜力显得尤为必要。为此，福建省农业科学院土壤肥料研究所基于福建省特殊的地理环境，以各项土壤培肥技术为主线，利用该单位历年科研成果，系统总结具有区域性特色的土壤培肥技术，形成《农用地土壤培肥技术》一书。本书通俗易懂、操作性强，为指导农业生产、培肥地力提供行之有效的科学依据，对福建乃至全国的农田土壤培肥具有较强的指导意义。

土壤作为粮食生产的载体和全球最大的碳库，与粮食安全、固碳减排等关系国计民生的重大问题息息相关。面对新形势，土壤培肥承担新的历史使命，即不仅要维护和提升土壤肥力，还应关注其

对水源、大气等环境的影响。土壤肥料和农业资源环境科技工作者应以此为契机，将传统的土壤培肥与环境质量、健康质量紧密结合，构建更加良好的土壤质量。相信该书的出版，对土壤质量的全面提升也会起到积极的促进作用。

徐明岗

2010年9月

前 言

万物土中生，土壤肥力则是土壤的基本属性，它为作物生长提供养分、水分、空气及热量等。在高产农田中，土壤基础地力的贡献力可达50%。因此，提高土壤肥力是几千年来农业生产者孜孜以求的努力方向，也是当今确保粮食安全，实现农业可持续发展的重要措施之一。

土壤肥力不仅受土壤养分、植物的吸收能力和植物生长的环境条件等各因子的影响，更取决于各因子的协调程度。土壤肥力是土壤物理、土壤化学及生物肥力的综合反应。同时，土壤肥力又是动态变化的，气候、种植作物、耕作方式等均影响土壤肥力的演变进程。从刀耕火种农业开始，我们先后经历了有机农业、石油农业和现代农业。长期以来，人们都在精心呵护脚下这片土地，努力探索如何培肥地力，力求建立轻简实用的土壤培肥技术。近年来，国家对耕地质量给予高度关注，目前大力推广实施“南方丘陵岗地红黄壤区沃土技术模式研究与示范”、“绿肥作物生产与利用技术集成研究及示范”、“测土配方施肥技术”、“江南地区冷浸田治理技术与示范（201003059）”等项目，这些都为提高土壤质量、培肥土壤提供了有力的技术支撑。

福建省地处东南沿海，亚热带季风气候特征明显，光、温、水、热等资源丰富，农业生产潜力巨大。本书在福建省农业科学院土壤肥料研究所历年的科研资料基础上，重点提炼适宜福建的土壤培肥技术，注重吸收科研工作者和老农长期积累的实用经验，总结编写了本书。在编写过程中，作者注重理论与实践相结合，力求简

明实用，以期对科技推广部门及生产经营者有所助益。

除署名作者外，参与本书编写的作者还有章明清、邱孝煊、徐国忠、黄东风、林陈强、孔庆波、王飞、何春梅、林诚、李昱、张辉、何盈等。另外，在本书审稿过程中，福建省农林大学唐南奇教授，福建省农业厅姚宝全研究员、陈维高研究员等对此提出许多宝贵意见，项目出版也得到福建省人民政府农村工作办公室的大力资助，在此表示衷心感谢！

由于编者水平有限，谬误之处在所难免，衷心欢迎广大读者批评指正。

林新坚

2011年1月

目 录

第一章 土壤培肥应用现状与存在问题	(1)
第一节 土壤培肥研究现状	(1)
第二节 土壤培肥存在问题与研究任务	(2)
一、土壤培肥存在的主要问题	(2)
二、土壤培肥研究任务	(4)
第二章 土壤肥力特征	(7)
第一节 自然条件概况	(7)
一、地形地貌	(7)
二、成土母质	(8)
三、气候	(9)
第二节 主要地带性土壤肥力特征	(10)
一、赤红壤	(11)
二、红壤	(12)
三、黄壤	(13)
第三节 主要农用地土壤肥力特征	(14)
一、水稻土	(14)
二、菜园土	(17)
三、茶园土	(19)
四、果园土	(21)
五、林地土	(22)

第三章 绿肥利用与土壤培肥	(25)
第一节 紫云英栽培和培肥	(25)
一、紫云英品种及特性	(25)
二、紫云英田间栽培技术	(30)
三、紫云英翻埋还田技术与培肥	(33)
第二节 红萍养殖和培肥	(36)
一、红萍品种及特性	(36)
二、红萍田间养殖技术	(38)
三、红萍综合利用技术	(39)
四、红萍施用技术与培肥	(41)
第三节 山地绿肥生产和培肥	(44)
一、山地绿肥品种及特性	(44)
二、山地绿肥施用技术	(50)
三、山地绿肥培肥效果	(52)
第四章 废弃物资源化利用技术	(56)
第一节 秸秆资源与利用技术	(56)
一、主要作物秸秆资源概况	(56)
二、作物秸秆还田技术	(57)
第二节 畜禽粪便资源与利用技术	(60)
一、畜禽粪便资源概况	(60)
二、畜禽粪便资源化技术	(61)
三、有机肥施用技术与培肥	(65)
第三节 菌渣资源与利用技术	(70)
一、菌渣资源概况	(70)
二、菌渣资源化技术	(71)
三、菌渣有机肥施用技术与培肥	(72)

第四节 麸酸有机废水资源与利用技术	(73)
一、麸酸有机废水资源概况	(73)
二、麸酸有机废水资源化技术	(73)
三、麸酸有机肥施用技术与培肥	(75)
第五节 沼渣(液)资源与利用技术	(77)
一、沼渣(液)资源概况	(77)
二、沼渣(液)施用技术与培肥	(78)
第五章 耕作制度与土壤培肥	(82)
第一节 轮作与土壤培肥	(82)
一、水稻-烤烟轮作	(83)
二、水稻-油菜轮作	(85)
三、水稻-蚕豆轮作	(87)
第二节 套(间)种与土壤培肥	(88)
一、花生-甘薯套种	(88)
二、葡萄-蔬菜套种	(90)
第六章 平衡施肥与土壤培肥	(92)
第一节 福建化肥生产与使用概况	(92)
一、化肥生产	(92)
二、化肥使用	(94)
三、施肥技术	(97)
四、化肥生产和使用中存在的问题	(99)
第二节 水稻施肥指标	(100)
一、水稻土速效氮磷钾养分指标	(101)
二、稻田肥力水平分级指标及其区域施肥决策	(102)
三、水稻施肥技术	(103)
第三节 主要旱作施肥指标	(103)

一、空白区产量对氮磷钾最佳施肥区产量的影响·····	(106)
二、甘薯施肥指标体系·····	(108)
三、马铃薯施肥指标体系·····	(110)
四、花生施肥指标体系·····	(112)
第七章 耕地土壤培肥·····	(116)
第一节 中低产田土壤改良与培肥·····	(116)
一、冷浸田改良与培肥·····	(116)
二、沙漏田改良与培肥·····	(119)
三、黄泥田改良与培肥·····	(120)
第二节 菜园土壤培肥·····	(121)
一、新垦菜园土培育技术·····	(122)
二、老菜园土培肥技术·····	(124)
第八章 茶园、果园与林地土壤培肥·····	(126)
第一节 茶园土壤培肥·····	(126)
一、茶园土壤障碍因子·····	(126)
二、茶园土壤改良与培肥·····	(127)
三、茶园合理施肥与培肥·····	(128)
四、茶园套种绿肥与培肥·····	(129)
第二节 果园土壤培肥·····	(136)
一、果园土壤障碍因子·····	(136)
二、果园土壤改良与培肥·····	(137)
三、果园合理施肥与培肥·····	(138)
四、果园套种绿肥与培肥·····	(140)
第三节 林地土壤培肥·····	(143)
一、林地土壤障碍因子·····	(143)
二、林地合理施肥与培肥·····	(144)

三、林地优化群落与培肥·····	(146)
第九章 水土保持与土壤培肥·····	(149)
第一节 水土流失成因分析·····	(149)
第二节 农业技术措施·····	(152)
一、稻草覆盖·····	(152)
二、合理种植·····	(152)
第三节 田间工程与生物技术·····	(153)
一、田间工程措施·····	(153)
二、生物技术措施·····	(153)
附 录·····	(156)
一、土壤养分含量和酸碱性分级指标·····	(156)
二、茶园土壤培肥实用简表·····	(157)
三、适宜红壤果园种植的牧草及其特性·····	(160)

第一章 土壤培肥应用现状与存在问题

土壤培肥是通过人为措施提高土壤肥力的过程。在一定的土壤条件和耕作模式下，科学的土壤培肥技术是提高土壤肥力，取得高产稳产的关键。

第一节 土壤培肥研究现状

20 世纪 70 年代末至 80 年代末，随着以全国第二次土壤普查及肥料试验网为代表的土壤肥力研究项目的相继开展，福建开展了中长期土壤肥力定位试验、中低产田改良、平衡施肥等土壤肥力的基础与应用研究。其中红萍、紫云英、红壤山地绿肥品种选育和筛选的研究及其相关应用技术已处于全国先进行列。研究并推广稻-萍-鱼、中低产田（黄泥田、冷浸田）改良、土壤识别与优化施肥、测土配方施肥、红壤山地培肥等土壤培育技术模式，在农业生产中产生了巨大的社会、经济和生态效益，并分别获国家或省部级奖励。当前，除田间试验、盆栽试验等传统研究方法外，地理信息系统、专家系统等计算机网络高新技术也开始运用到土壤培肥研究中。

福建省农业厅农田建设与肥料技术总站通过对国家级及省级耕地土壤长期定位试验的监测与分析，阐明了福建主要耕地土壤的养分动态变化趋势。由于施肥和作物残茬回田，水田或旱地土壤有机质含量均随监测期时间的延长平稳提高。水田有机质含量由 1998 年的 38.5 克/千克提高到 2004 年的 39.1 克/千克，提高幅度为 1.56 %；旱地有机质含量由 1998 年的 18.0 克/千克提高到 2004

年的 18.7 克/千克，提高幅度为 3.89%，升幅较水田明显。水田土壤的全氮含量 1998 年为 2.01 克/千克，2004 年为 2.04 克/千克，后者比前者略高，提高幅度为 1.49%。旱地土壤全氮含量 1998 年为 1.05 克/千克，2004 年为 1.03 克/千克，后者比前者略降，降幅为 1.9%。不论水田或旱地，氮、磷均存在表观盈余，而钾则存在表观亏缺。氮、磷平衡系数均大于 1，尤其是旱地氮、磷平衡系数分别达 2.15 和 2.49。钾平衡系数均小于 1，尤其是水田，钾平衡系数仅为 0.45。氮、磷、钾平衡系数分别与土壤全氮、速效磷和速效钾正相关，且耕地土壤全氮、速效磷、速效钾历经 7 年后并无明显的降低趋势，说明氮、磷不是依靠消耗土壤的库存而得到盈余，钾素也未向土壤挖掘后备来补充其亏缺。氮、磷施肥投入偏多而钾肥投入不足。

第二节 土壤培肥存在问题与研究任务

一、土壤培肥存在的主要问题

20 世纪 90 年代后，土壤培肥研究与示范推广进入低谷期，除水土保持项目外，有关土壤培育研究申请国家级、省级项目或自然科学基金都很难获得批准。一些长期从事土壤肥力研究的科技人员不得已转向与环境、生态、资源等有关的研究工作。近年来，小区试验性的土壤培育技术研究虽有一些，但一些长期肥料定位试验点因种种原因而中断。因此，福建省缺乏区域性、系统性、长期性的科研数据和大范围的示范推广。一段时期以来，农民片面追求短期利益，对农业土壤资源进行掠夺性开发利用，用地和养地相脱节，水土流失加剧；长期缺乏科学施肥（尤其偏施氮肥），土壤理化性状变差，肥力下降，保水性能差，季节性干旱严重。福建农业土壤质量退化问题日趋严重，农业土壤资源已相当紧张。故重视加强福

建农业土壤质量退化与保育的研究，提出可行的技术措施具有重要的现实意义。

1. 缺乏科学合理的土壤培肥技术评判标准

自 20 多年前的第二次全国土壤普查以来，土壤肥力究竟如何演变，缺乏有说服力的长期试验结果或监测数据。迄今为止，福建省还未建立一套适合当前农业生产的土壤肥力的评价指标体系，以前简单的指标是否适用还存在争议，因而未能明确反映水田或旱地改良到什么样的状态可称得上是理想的肥沃土壤。现在评价土壤施肥的合理性，依然以当季作物的增产和经济效益作为最主要的依据。一些土壤培育问题，如“土壤变肥了，为什么还要增加施肥才能保住产量”、“肥料利用率是提高了还是降低了”、“轮作制的肥料应如何施用才科学”等，还难以回答清楚。

2. 缺乏农村有机废物资源化管理与应用的技术规范

许多农业企业和农民片面追求短期利益，用地养地脱节，或仅凭经验施肥而缺乏科学方法（尤其偏施氮肥），造成水土流失加剧，面源污染加重，土壤理化性状变差，农业土壤质量退化问题日趋严重。农村中的有机肥资源也未能得到有效管理和利用，有机肥资源的损失、浪费已越发严重，未被收储利用的有机废料进入环境，已成为当前农村和水体环境遭受污染的主要原因。

3. 缺乏“科研-销售-服务”一体化的健全农化服务网络体系

福建多山，坡地梯田和旱作土壤占有相当大的面积，耕作层浅薄，有机质含量低，土壤肥力总体低，且灌溉条件差，单位面积产量较低。山垄田虽然有机质含量较高，但地下水较浅，排水不良，普遍存在冷、烂、酸、锈、毒等障碍因素，土壤有效肥力也低，因而产量也不高。只有小部分冲积平原、河谷平原和滨海平原的水田土壤耕作层深厚，水源及灌溉条件好，经过改造利用和定向培肥，成为福建粮食作物和经济作物的高产土壤。土壤培肥技术经过 20 世纪 70~80 年代的示范推广，取得了一定效果，但由于农业生产

牵涉到千家万户，不论是有效的高产平衡施肥模式还是用地养地结合模式，至今还难以形成足以服务到农户层面、指导农民正确施肥的技术咨询系统。农化服务虽然也进行了多年，但科研、销售、服务的三位一体网络也未真正建成。

二、土壤培肥研究任务

随着国家对粮食安全和食品安全的日益关注，土壤肥力和土壤污染等有关耕地质量、数量的问题也受到重视：“沃土工程”支撑项目、长期定位野外观测站平台建设、土壤污染普查、测土配方施肥技术应用等国家层面的项目陆续立项。应充分利用这个有利时期，针对福建耕地气候资源丰富、生态条件好、适种作物品种多、市场需求潜力大等优势和水土流失严重、土壤肥力低、结构差、种植制度单一、种植效益低、生态脆弱等突出问题，以提高福建水田、旱地有机质和养分含量为目标，研究适合高温、高湿、高集约化利用下，土壤耕地有机质提升、养分含量增高的综合技术措施；以改良表层土壤结构、提高保水保肥能力为目标，研究与之配套的耕作制度与技术、有机肥施用技术、土壤结构改良剂；以提高单位耕地的生产效益、优化农田作物结构为目标，研究适合该区域特点的种植制度和作物类型，形成与种植制度和作物类型相适应的、有利于福建耕地生产力提高和作物高产优质的施肥技术；通过区域示范区建立土壤肥力提升技术集成示范基地，全面提升福建耕地质量和综合生产能力，促进持续高效农业的发展。

1. 建立土壤培肥相关数据库和土壤肥力综合评价指标体系

根据当前农业生产发展形势和技术特点，充分利用计算机技术和网络优势，建立福建全省统一的土壤信息数据库平台：①建立作物营养元素吸收规律数据库；②建立主要土壤类型养分供应能力数据库；③制定土壤肥力综合评价指标体系和评价方法；④建立计算机施肥专家系统；⑤提出不同区域不同作物的专用肥配方及其施肥

标准。在满足作物增产、农民增收、地力增肥、环境变好等多重目标的条件下，建立具有良好兼容性的标准化施肥技术。

2. 深化农业废弃物无害化处理技术及有机肥改土技术研究

有机肥养分资源不断增加，如果处理得好，是一笔可观的财富；如任其流失进入环境，则将是一大祸害。因此，深化研究农村废弃物及城市生活垃圾无害化处理技术，提高秸秆、食用菌废菌料还田的质量和效益，选育（筛选）扩繁绿肥新品种并深化研究土壤培肥和水土保持技术是加强福建省农村有机肥资源管理与应用的关键技术。有机肥与化肥的合理配施，可以防止土壤养分比例失衡，尤其是微量元素的缺失，起到保护和提高土壤肥力、促进农业可持续发展的目的。

3. 加强土壤培肥关键技术集成及农化服务体系建设

“六五”“七五”“八五”期间，福建开展了大规模的土壤普查和配方施肥工作，加之“十一五”的农业部“测土配方施肥”等，基本摸清了福建省的土壤类型、分布和肥力状况，为改良土壤、提高施肥水平提供了科学依据，但还应加强土壤培肥关键技术集成与创新，重点包括以下几方面。

第一，建设不同区域主栽作物的长期定位试验及野外观测平台，通过无线自助网络定点定位，快速地获取反映土壤质量的演变过程，弄清各主要农区各类作物在不同土壤及轮（间）作条件下的需肥规律和土壤培肥技术规程，如茶园和果园等。

第二，加强土壤修复与生态恢复关键技术的研究与推广应用，主要有原位修复技术和异位修复技术等。原位修复技术包括投菌法、生物培养法和生物通气法等，主要用于被有机污染物污染的土壤修复；异位修复技术主要包括预制床技术、生物反应器技术、厌氧处理和常规的堆肥法。此外，还有超积累植物筛选与修复技术。

第三，加强农田精准养分管理和标准化施肥技术，开展与其相关的施肥农机具研发。