



高 梁 夏荣基 郑 伟 等编著

稀土 农用的 研究与实践

本书叙述了稀土在粮食、烤烟、西瓜及其它一些
作物上的施用效果，提出了科学施用稀土的
条件性、针对性和特需性等严格要求及
注意事项，为稀土农用提供了重要
的科学理论依据和应遵循的原
则。



天津科技翻译出版公司

稀土农用的研究与实践

高 梁 夏荣基 郑 伟 编著
高 佳 马忠林

天津科技翻译出版公司

稀土农用的研究与实践

编 著 高粱等

责任编辑 张毓青 张春琦

* * *

天津科技翻译出版公司出版

邮政编码 300192

全国新华书店经销

三河市印刷厂印刷

* * *

开本:787×1092 1/32 印张:4 字数:70千
1998年2月第1版 1998年2月第1次印刷

印数:1—2000册

ISBN 7-5433-1004-X

S·20 定价:12元

内 容 提 要

本书扼要地叙述了稀土在农业中的施用及其前景,稀土在粮食、烤烟、西瓜及其它一些作物上的施用效果,稀土农业施用的技术要点,稀土促进作物增产和优质的原理,稀土施用的效果与农业生态环境条件的关系,农用稀土的毒理学及放射性安全分析等。尤为突出的是作者根据多年工作的实践,提出了科学施用稀土的条件性、针对性和特需性等严格要求及注意事项,为稀土农用提供了重要的科学理论依据和应遵循的原则。本书内容翔实、全面,深入浅出,可供农业工作者、稀土农用工作者、农业环境保护和有关学科的工作者,以及国营农场的广大职工和农村广大农民技术员阅读,也是有关工作的国家公务人员的重要参考读物。

作者简介

高粱:科普作家,农业教授,北京市西城区人,50年代北京农业大学(现中国农业大学)毕业生。现任中国贫困地区文化促进会理事、科教培训中心主任,天津市科普作家协会理事、农业专业委员会主任,天津市静海县人民政府农业技术顾问等职务。著有《热带土壤的定位研究》,编著有《土壤简易理化分析方法》、《怎样栽培西瓜》、《锌素营养与作物丰收》和《环境保护与农业丰收》等书;在国内、国际学术会议上,发表了多篇学术论文,其中数篇获奖;主持的科研项目亦有多项获奖;创作并发表了大量科普文章,多篇科普作品获奖。高粱同志是中国科普作家协会、中国生态学会、中国土壤学会、中国农学会、中国农业生态环境保护协会等学(协)会的会员。

夏荣基:中国农业大学教授,土壤学家,曾任河北省土壤学会副会长,现任土壤学名词编审委员会委员。从事土壤肥力及土壤化学、黑龙江白浆土改良等工作,参加编著《土壤化学原理》、《土壤形成中的化学》、《稻作科学》和《西藏农业考察报告》等书,主译《土壤有机质研究》、《农业生态系统中矿质养分的循环》和《腐殖质化学》等多本著作。

郑伟:全国稀土农用中心副主任、教授级高级工程师。1972年起从事稀土农用技术研究,是我国最早的稀土农用科技人员之一。在稀土农用和稀土冶金技术研究中曾获十多项国家级或省、部、委级重大科技成果奖和国家发明专利。

高佳:我国赴日本留学生,参加编著的《锌素营养与作

物丰收》、《环境保护与农业丰收》等书已正式出版,并写有多篇科普作品,为青年科普作家。

马志林:农艺师,参加编著的《锌素营养与作物丰收》一书已正式出版。

前 言

中共中央、国务院《关于加速科学技术进步的决定》中明确指出：“必须始终把科技进步摆在农业和农村经济发展的优先地位，把农业科技摆在科技工作的突出位置，推动传统农业向高产、优质、高效的现代农业转变，使我国农业科技率先跃居世界先进水平。”^[1]中共中央、国务院《关于加强科学技术普及工作若干意见》中指出：“依靠科技进步和知识传播，促进社会主义物质文明和精神文明建设，维护社会稳定，是当前我国的重要任务，也是今后我国经济发展、科技进步和社会稳定的重要保证。”^[2]遵照党中央、国务院的上述指示精神，在稀土农用推广工作中，应贯彻中央有关部委提出的积极、慎重、稳妥和因地制宜的方针，坚持稀土农用产品质量第一的原则，科学合理地进行稀土农用，认真按照稀土农用的条件性、针对性、特需性的要求，高标准地全面做好稀土农用的科研与推广工作。

稀土农用技术是近期发展起来的农业科学技术，科学、合理地进行稀土农用，能够促进作物增产与提高品质，使传统农业向高产、优质、高效的现代农业转变，使我国农业科技率先跃居世界先进水平，而且不影响农业环境^[3]。混合稀土的硝酸盐和氯化物以及单一稀

土化合物,均属于低毒物质;在一般的稀土矿床中,并不存在放射性元素钍,而其余 16 个稀土元素中,具有天然放射性同位素的有镧、铈、钕、钐和镨,但由于这 5 个元素的天然放射性同位素丰度低,半衰期长,所以放射性活度很低,低于国家对放射性物质规定的标准^[4]。所以,这里有一个量的问题,应该按照施用稀土的条件性、针对性、特需性原则,限量、合理地施用稀土。如果不是限量地、有针对性地科学合理施用稀土,不但会抑制作物生长,而且经过多年的积累,长期发展下去,可能对人体和生态环境产生某些不良影响^[5]。世界上的一切事物及过程都包含着两个既相互依存又相互否定的方面,这两个方面的联系及斗争、对立和统一,推动着事物和过程的发展变化。这就是唯物辩证法的对立统一规律。对立统一规律,也称“矛盾规律”,是唯物辩证法的核心内容和最根本的规律^{[6][7]}。稀土农用这一事物的上述两个方面,互相联系、互相依存,甚至于在一定意义上互相对立,这种对立和统一推动着稀土农用事物的发展变化,说明对立统一规律同样适合对稀土农用事物做正确分析及指导生产。关键是我们应认真按照积极、慎重、稳妥和因地制宜的方针进行稀土农用推广工作,严格地按照稀土农用的条件性、针对性、特需性的要求,在农业中合理限量地施用稀土,发挥稀土农用有益的一面,严格防止其不利的一面恶性发展,科学合理地开展稀土农用工作,这正是本书所要

阐述的最主要内容之一。

本书由高粱、夏荣基、郑伟、高佳、马忠林五位同志编著，高粱同志执笔。书中主要内容均由编著者们讨论过。由于编写时间紧促，书稿完成后，未及再次讨论，但书中内容及所述观点，均由执笔者高粱教授负责。

笔者从70年代开始从事稀土农用研究及推广工作，工作中多次受到学者王静淑老先生的教诲与鼓励。王老先生已经与世长辞而未能见到本书的出版，现于此向学者王静淑老先生致以最深切的悼念。

在稀土农用工作中，我们得到了国务院和冶金部稀土办公室、中国有色金属工业总公司和北京有色金属研究总院、全国稀土农用协作网和全国稀土农用中心以及中国稀土协会《稀土》编辑部等部门和单位领导及有关同志的关怀、指导和帮助；有关领导白洁、唐克峰、王彩凤以及熊炳昆、郭伯生等同志也曾关心并支持过我们的稀土农用研究工作；农业部环境保护科研监测所党委书记龚进义，中国贫困地区文化促进会常务副会长张维民、秘书长宋祥增、副秘书长梁占甲，静海县人大常委会副主任董景发，云南省江川县原县委书记陶兴祥、江川县原农村工作办公室主任赵发运，云南省个旧市轻工局焦彤彬工程师等许多位同志，都曾对我们的工作给予了热心的鼓励、支持与帮助。在本书出版之际，对上述各位领导及同志们表示衷心的感谢。我们将继续努力，进一步做好稀土农用的研究和科技推

广工作,为祖国的农业持续丰收和实现社会主义农业现代化贡献力量。

高 梁

1996 年 11 月 30 日

目 录

前言

一、稀土在农业中的施用及其前景	(1)
1. 稀土的农用研究及进展概述	(2)
2. 稀土农用及其前景	(10)
二、烤烟施用稀土显良效	(19)
1. 烤烟施用混合稀土显良效	(20)
2. 单一稀土对烟叶的增产作用	(29)
三、用稀土培育的西瓜更甜	(35)
四、粮食及其它一些作物上施用稀土后的效果	(40)
1. 小麦上施用稀土的效果	(41)
2. 水稻上施用稀土的效果	(51)
3. 玉米上施用稀土的效果	(52)
4. 韭菜上施用稀土的效果	(56)
五、稀土促进作物增产及优质的原理	(58)
1. 稀土促进作物吸收磷素作用的研究	(59)
2. 稀土促进磷酸酶活性的研究	(62)
3. 作物显微结构的研究	(70)
4. 稀土促进作物发芽、生根作用的研究	(74)
六、稀土施用的效果与生态环境条件的关系	(77)
1. 土壤中稀土元素的总量和可给态稀土元素含量	(79)

2. 以土壤中的有效性磷为代表的土壤环境条件	··· (81)
七、农用稀土的毒理学及放射性安全分析和农用	
稀土产品质量第一的原则	····· (84)
1. 农用稀土的毒理学及对人体和农业环境的影响	····· (84)
2. 稀土的放射性情况及其对人体和农业环境的影响	····· (86)
3. 坚持农用稀土产品质量第一的原则	····· (90)
八、稀土农用推广应贯彻积极、慎重、稳妥和因地	
制宜方针,按照条件性、针对性、特需性的要求	
科学合理地施用稀土	····· (93)
结语	····· (101)
参考文献	····· (104)
附录(科普文章)	
王老伯卖瓜	····· 高 梁(109)
稀土农用原理及应用	····· 高 梁(111)

一、稀土在农业中的施用及其前景

我国稀土储量居世界首位,稀土产量也已跃居世界第一位^[8]。我国稀土农业施用面积,近数年来每年已约达 330 万公顷(约 5000 万亩);在林业、橡胶树等热带作物及果树、蔬菜上,已经推广使用稀土;在畜禽及水产养殖等方面,亦已逐步推广使用稀土。也就是说,稀土不仅在农业种植业上有较大施用面积,而且已向林业、畜牧业及家禽饲养业和水产养殖业等方面延伸。本书主要论述应用稀土的总合数量大、面积广的农业种植业方面,因为这不仅是稀土农用的最主要的方面,而且其研究结果对有关的林、牧、水产等方面也有重要参考意义。准确地说,稀土农用,不仅应指将稀土物质施用于土壤及各类作物,以及畜禽、水产等方面,还应包括稀土在农业机械(例如球墨铸铁、稀土钢)等方面的应用。本书所讲述的稀土农用的研究与实践,主要是稀土农用面积大、稀土总用量也较多,即最为重要的稀土在农业种植业等方面的研究和应用,这对于稀土在其它方面的应用,对于整个的稀土农用工作都具有重要的参考价值。目前,我国每年已有较大的稀土农用面积,这就给我们提出了几个需要明确解答的问题:稀土的理化性质及有关稀土毒性等情况;稀土农用的进展;稀土农业施用的原理;稀土对农业环境和人体的影响;

怎样严格按照稀土农用中的条件性、针对性、特需性的具体要求,科学合理地施用稀土;在稀土农用推广工作中,怎样认真贯彻积极、慎重、稳妥和因地制宜的方针,坚持农用稀土产品质量第一的原则等。本书将在各有关章节里,论述与回答以上各有关问题,并将大量的宝贵的研究与生产实践中的应用结果等内容,按章节写于本书之内。

1. 稀土的农用研究及进展概述

稀土包括元素周期表中的第三副族镧系 15 种元素(镧、铈、镨、钕、钐、铕、钆、铽、镱、铟、铊、镱、镱、镱、镱)和在化学性质上与镧系元素近似的、也属于第三副族的钷、铈 2 种元素,共 17 种元素。目前农业上使用的稀土主要是能溶于水的混合稀土硝酸盐(硝酸稀土),也有少量氯化稀土的施用。我国稀土储量居世界首位,已探明的工业储量为 3900 万吨,约占世界已探明储量的 80%^[9]。丰富的稀土资源,使我国在稀土农用上,有着可靠的物质保证。根据我国矿源的成分、特点等,用作农用的稀土元素,主要为镧、铈、镨、钕、钐、铕等稀土成分,即以轻稀土(铈组元素)为主。

人类有意识地研究稀土元素对植物作用的初始报道见于 1917 年,我国学者钱崇澍发表了论文“钽铈铈对水绵的特殊生理作用”^[10]。1993 年,当时的苏联托木斯克大学的 И·Б·萨沃斯金和 И·М·捷尔聂尔,为

弄清磷灰石中含有的稀土元素成分是否具有生理活性而进行了盆栽试验。他们用碳酸镧和草酸铈做了两个小麦品种的营养生长试验,结果是镧具有较大的生长刺激作用,而铈对小麦生长产生了抑制作用。上述工作虽只是初期的探索工作,在剂量以及试剂的选择上还缺少经验,但毕竟很早就提出了稀土元素对作物是具有生理活性的。1935年,前苏联的A·A·德罗布科夫开始进行稀土对作物生育影响的研究,供试的作物有豌豆、黄瓜、萝卜、亚麻等,研究表明这些作物对微量稀土是很敏感的。在水培条件下,德罗布科夫研究了单一稀土镧、铈、钕以及混合稀土对豌豆生育的影响,发现无论是混合稀土或者单一的铈、镧、钕,都增加了豌豆地上部营养体、种子以及根的重量;而混合稀土比单一稀土元素的效果更明显一些^{[4][11]}。R. S. Young(1935年)选用生长在沙壤土上的梯牧草(也叫猫尾草, timothy),用多种金属元素,其中包括一些稀土元素进行试验,发现镧、铈、钕对梯牧草生长有刺激作用^{[11][12]}。地壳中稀土的含量为0.0153%,土壤平均含稀土(以 RE_2O_3 计)0.01%~0.02%,植物体中含稀土0.002%~0.003%(即约为20~30ppm);但是不同植物种类和植物的不同部位含稀土元素有的却具有明显的差别(Robinson W. O., 1943年),例如花期的苜蓿中稀土的含量为21~51微克/克(21~51ppm),甜菜根部含稀土20微克/克(20ppm),萝卜的地上部含稀土22微克

/克(22ppm),玉米籽粒稀土含量为5微克/克(5ppm),玉米叶部含稀土可达122微克/克(122ppm),菠菜的稀土含量达51~168微克/克(51~168ppm)。H. H. Sharoubeem(1966年)等用硝酸稀土对菜豆进行沙培试验,混合稀土主要含铈、镧、钕、镨等元素,以混合稀土的浓度为5微克/克(5ppm)的硝酸稀土对菜豆的地上部分增重(鲜重和干重)的效果最佳,而用浓度为2.5微克/克以及7.5微克/克和10微克/克的混合稀土来处理时,对地上部分的鲜重和干重的增重虽也有一些效果,但均逊于5微克/克的稀土促进菜豆增重的效果^[11]。自60年代开始,罗马尼亚和保加利亚的一些科学工作者也对稀土农用进行了研究。罗马尼亚的高罗维茨应用硫酸铈,研究对小麦、甜菜、向日葵、豌豆和杂交玉米种子发芽的影响,证明适当浓度的硫酸铈有促进这些作物的种子发芽出苗,以及增加地上部和根系鲜重、干重的作用。保加利亚的依凡诺娃用氯化铈对水稻、玉米、小麦、甜菜进行了试验,在甜菜生育期中,喷施三次氯化铈(质量浓度50mg/L),甜菜增产24%,含糖量增加0.4%;依凡诺娃还研究了氯化铈对大豆光合作用强度及对酶活性的促进作用。日本在1980年发表的专利中提到褐钇铈矿是植物生长发育的活化剂,并对于防治水稻枯萎病和白菜软腐病有一定效果。近些年来,美国使用了铈作为合成包衣化肥(包于种子外面)的成分之一;菲律宾则是从植物病理方面研究不

同剂量的稀土对作物生长的影响^{[4][11]}。从以上国外对稀土农用的研究情况来看,国外的研究比较零散,而且主要还停留在试验室阶段,尚没有进入大田实用,也还没有进入到按照稀土农用的科学原理,有意识、有计划、有步骤地在农田、农地中大面积施用。由于磷肥中常含有一定量的稀土元素(例如含镧可达5~100微克/克),多年来前苏联及其它许多国家向耕地土壤中施用了大量的矿质磷肥,这样也就无意识地随着磷肥中的自然含量一并施入了稀土元素,但这是属于附带性的无意识地施入稀土元素,说明国外对稀土农用的机理问题,还没有解决。尽管也有关于稀土促进作物增产、提高质量的报道,但仍停留在研究阶段,而没有进入田间大面积的科学应用阶段,也没有解决对作物施用稀土的具体技术问题。根据我们的调研,有的国家至今尚未进行稀土农用,未将稀土在大田农地中施用,很可能与没有解决稀土农用的条件性、针对性、特需性的具体要求,未能妥善解决不合理施用稀土可能给环境带来的污染等问题有关。

早在本世纪70年代初,我国就开展了稀土农用研究及其试用推广工作^{[4][13]}。在国家有关部门的组织领导下,中央有关部委等所属的有色金属研究单位及有关的农业科研单位等,在研制稀土农用产品取得试用成效后,很快推广到河北、云南、内蒙、湖南、广东、黑龙江、江西、湖北、江苏、广西、福建、安徽、河南、天津等