

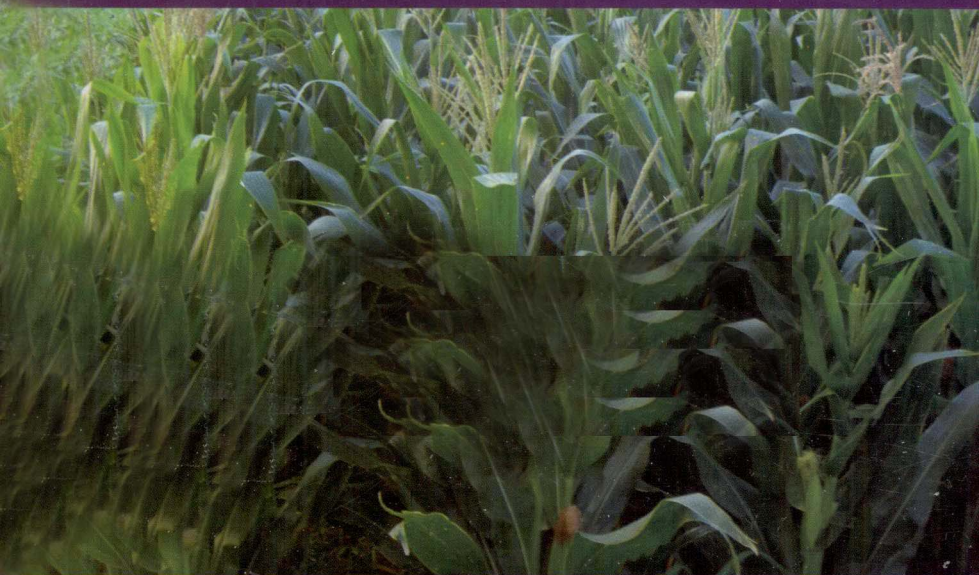
“十一五”国家重点图书

测土配方施肥技术丛书

春玉米

测土配方施肥技术

全国农业技术推广服务中心 组织编写



 中国农业出版社



春玉米

测土配方施肥技术

全国农业技术推广服务中心 组织编写

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

春玉米测土配方施肥技术/全国农业技术推广服务中心组织编写. —北京: 中国农业出版社, 2009. 8
(测土配方施肥技术丛书)
ISBN 978-7-109-13811-7

I. 春… II. 全… III. ①玉米—土壤肥力—测定法②玉米—施肥—配方 IV. S513.06

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 059727 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

责任编辑 贺志清

北京通州皇家印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2011 年 1 月第 1 版 2011 年 1 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/32 印张: 4.875 插页: 1

字数: 100 千字 印数: 1~3 000 册

定价: 13.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

前 言

2005 年，国家启动实施了测土配方施肥补贴项目。六年来，中央财政累计投资 49.5 亿元，在全国 2 498 个项目县（单位、场）启动实施测土配方施肥项目。至 2009 年，全国测土配方施肥技术实施面积 11 亿亩以上。测土配方施肥已成为国家支持力度最大、覆盖面最广、参与单位最多的支农惠民行动。全国测土配方施肥项目坚持“试点启动、稳步扩展、全面普及”的发展思路，测土配方施肥技术由外延扩展到内涵提升，突出技术进村入户、配方肥推广到田，保证了项目顺利实施，取得了显著的经济、社会和生态效益。

从科学施肥技术层面上看，测土配方施肥包括测土、配方、配肥、供肥、施肥指导五个环节，包括野外调查、采样测试、田间试验、配方设计、校正实验、配肥加工、示范推广、宣传培

训、数据库建设、效果评价和技术研发十一项工作，工作环节多，技术要求高，协作部门广，各级农业部门按照“统筹规划，分级负责，分步实施，整体推进”的原则，狠抓技术规范落实，建立推进工作机制，积极探索推广模式，稳步扩大应用面积。

从技术开发服务层面上看，测土配方施肥注重结合优势作物种植布局，围绕作物品种特性，从粮油大宗作物不断扩展到棉麻糖等经济作物，有的还拓展到果蔬茶花等园艺作物。测土配方施肥已成为全国粮棉油糖高产创建的主要技术手段，也成为全国标准园田建设的核心技术措施，为我国的粮食安全和农产品有效供给奠定了坚实的技术基础。

为了深化测土配方施肥技术，提高科学施肥技术的到位率，从项目启动实施开始，全国农业技术推广服务中心即在注重耕地土壤肥力和肥料养分配比的基础上，围绕不同农作物的生育特性和需肥规律，开展了大量的肥效田间试验和示范，探索出了适合当前生产水平的农作物施肥技术，形成了小麦、水稻、玉米、大豆、棉花、油

菜、花生等粮棉油糖农作物和蔬菜、水果、茶叶等经济作物的科学施肥技术模式，并组织全国30多个省级土肥站富有实践经验的专家及技术骨干编写了《测土配方施肥技术丛书》（以下简称《丛书》）。

《丛书》充分运用了最新的测土配方施肥技术成果，以农作物品种为主线，以作物生育期营养需求和不同区域土壤供肥规律为基础，形成不同农作物的施肥建议。

《丛书》共有20册，涉及小麦、水稻、玉米、大豆、棉花、油菜、花生、蔬菜、果树、马铃薯、烟草等作物。《丛书》介绍了不同作物的区域布局、作物营养特征、作物需肥特性、测土配方施肥方法，以及不同栽培条件下，不同肥料品种的施用时期、数量、方法等。特别是书后附有作物缺素症状图片，并在文中对相对敏感的营养元素的缺素症状进行了直观的描述，是对测土配方施肥技术的一个很好的补充和完善。

《丛书》突破了以往就肥料论肥料、就营养论营养的专业性施肥指导模式，立足在特定区域（土壤）围绕农作物品种研究科学、合理施肥，

具有较强的针对性、专一性和可操作性，是基层农技人员进行科学施肥的必备参考书，也是种植大户和广大农民朋友掌握测土配方施肥技术的良好读本。

在《丛书》的编写过程中，我们前后两次组织全体编写人员及农业部测土配方施肥技术专家组成员参加审稿会，提出具体编写要求，认真审稿，保证了《丛书》内容的高质量。中国农业出版社对《丛书》的出版付出了辛勤劳动，专此致谢。

尽管我们谨笔慎墨，疏漏和差错仍在所难免，希望广大读者多提宝贵意见，以臻完善。

编 者

2010年10月

(四) 主要营养元素在春玉米生长发育中的作用	21
三、春玉米营养失调症状及防治方法	25
(一) 春玉米氮素失调症及其防治方法	25
(二) 春玉米磷素失调症及其防治方法	27
(三) 春玉米钾素失调症及其防治方法	28
(四) 春玉米钙素失调症及其防治方法	30
(五) 春玉米镁素失调症及其防治方法	31
(六) 春玉米硫素失调症及其防治方法	32
(七) 春玉米铁素失调症及其防治方法	32
(八) 春玉米锰素失调症及其防治方法	33
(九) 春玉米锌素失调症及其防治方法	34
(十) 春玉米硼素失调症及其防治方法	36
四、春玉米施肥技术原理与方法	38
(一) 春玉米营养特性与施肥	38
(二) 土壤条件与施肥	41
(三) 气候条件与施肥	45
(四) 肥料性质与施肥	46
(五) 农业技术条件与施肥	55

第三章 春玉米测土配方施肥技术发展现状及

基本原理	58
一、测土配方施肥技术发展现状及趋势	58
(一) 测土配方施肥发展现状和成效	58
(二) 测土配方施肥发展趋势	60
二、测土配方施肥基本原理和方法	63
(一) 测土配方施肥基本原理	63
(二) 测土配方施肥基本方法	65

(三) 测土配方施肥技术流程	75
(四) 土壤有效磷测定方法 (Olsen 法和 Bray1 法)	81
(五) 土壤速效钾的测定方法 (1.0 摩尔/升 NH_4OAc 浸提—火焰光度法)	82
(六) 土壤硝态氮的测定 (0.01 摩尔/升 CaCl_2 浸提— 紫外分光光度法)	82
三、通过田间试验建立测土配方施肥技术指标体系	83
(一) 建立测土配方施肥技术指标体系的基本流程	84
(二) 利用“3414”试验建立测土配方施肥技术 指标体系	86
(三) 春玉米施肥数量确定实例	90
第四章 春玉米生产实用技术方法	98
一、当前春玉米施肥存在的问题	98
(一) 春玉米盲目施肥现象严重	98
(二) 有机肥料投入不足	99
(三) 缺少深耕深松措施	99
二、春玉米科学施肥方法	99
(一) 基肥 (底肥) 的作用与方法	100
(二) 种肥 (口肥) 的作用与方法	101
(三) 追肥的作用与方法	101
(四) 氮、磷、钾、中微量元素配合施用	103
(五) 深施肥技术	103
三、春玉米生产中其他相关技术措施与方法	103
(一) 深耕与整地	104
(二) 选用优良品种	105
(三) 适时播种	105

(四) 合理密植	107
(五) 推广栽培新技术	109
(六) 及时灌水	111
(七) 加强田间管理	113
(八) 加强病虫害防治	116
第五章 春玉米生产与施肥技术展望	121
一、春玉米施用缓控释肥料技术	121
(一) 缓控释肥料特点	121
(二) 缓控释肥料发展趋势	122
二、春玉米机械化保护性耕作技术	125
(一) 春玉米机械化保护性耕作内容	125
(二) 主要推广的技术路线	126
(三) 田间秸秆覆盖技术	126
(四) 免耕、少耕机械播种技术	127
(五) 病虫害控制和防治技术	127
(六) 深松技术	128
三、春玉米精量播种机械化技术	129
(一) 常用春玉米精量播种技术方法	129
(二) 技术规范	130
四、春玉米化肥深施机械化技术	131
(一) 技术内容	131
(二) 化肥深施机械化的优点	131
(三) 实施技术要点	132
(四) 机械化深施肥机具的选择	134
附录	137
主要参考文献	142

第一章 玉米生产概况与 区域布局

一、玉米生产概况

(一) 国际玉米生产概况

玉米是世界上分布最广的作物之一，从北纬 58°到南纬 35°~40°的地区均有大量栽培。北美洲种植面积最大，亚洲、非洲和拉丁美洲次之。种植面积最大、总产量最多的国家依次是美国、中国、巴西、墨西哥。从栽培面积和总产量看，玉米仅次于小麦和水稻，居第三位。

近年来玉米生产发展很快。这主要得益于杂交种的采用、品种的更新、生产条件的改善与栽培技术的提高。美国的 Hallauer 等研究指出，美国玉米增产总值的 60%源于遗传改进即品种更新，我国也有类似的报道。玉米杂交种秸秆质量的改善及紧凑型品种的出现，使密植栽培成为可能，也使得玉米产量稳步增加。化肥投入的增加、水利设施的兴建等，都是玉米生产发展的原因。

注：亩为非法定计量单位，为方便农民朋友阅读，本书仍使用亩作为面积单位，1 亩=1/15 公顷≈667 米²。

（二）我国玉米生产基本情况

我国玉米种植面积和总产量仅次于美国，居世界第二位。玉米在我国分布很广，南自北纬 18° 的海南岛，北至北纬 53° 的黑龙江省的黑河以北，东起台湾和沿海省份，西到新疆及青藏高原，都有一定面积。玉米在我国各地区的分布并不均衡，主要集中在东北、华北和西南地区，大致形成一个从东北到西南的斜长形玉米栽培带。种植面积最大的省份是山东、吉林、河北、黑龙江、辽宁、河南、四川 7 省。

我国幅员辽阔，玉米种植形式多样。春玉米主要分布在黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、宁夏全部玉米种植区。河北、陕西两省的北部、山西省大部 and 甘肃省的部分地区。西南诸省的高山地区及西北地区。其共同特点是由于纬度及海拔高度的原因，积温不足，难以实行多熟种植，以一年一熟春玉米为主。相对于夏播区，大部分春播区玉米生长期更长，单产水平也更高。

二、我国玉米区域布局及不同区域生产特点

我国地域辽阔，平原、山地、丘陵都种植玉米，复杂多样的自然条件形成了我国多种种植制度和栽培特点：①玉米集中地分布在从东北斜向西南的狭长玉米带，大致包括黑龙江、吉林、辽宁、河北、山西、山东、河南、陕西、四川、云南、贵州、广西 12 个省（自治区）。②我国是四季玉米之乡，从北向南一年四季都种植玉米，以春玉米和夏玉米种植面积最大，这在世界上是绝无仅有的。③我国有 2/3 的玉米

分布在丘陵旱地上,依靠比较集中的自然降雨,又称“雨养玉米”。蓄住天上雨,保住土中墒,是玉米增产的关键。科研机关研究出旱作玉米综合配套栽培技术以及土安田、丰产坑等许多精耕细作玉米抗旱栽培方式。④间套复种是我国玉米栽培的重要特点,是玉米在空间和时间上的集约化,可以实现一地多熟,一季多收,季季增产和全年增产的目的,特别是在西南玉米区,间套复种玉米占玉米总面积的90%以上。

我国玉米生产很不平衡。玉米产区主要集中在东北、华北和西北,北方的辽、吉、黑、蒙、晋、冀、鲁、豫8省(自治区)生产了全国70%以上的玉米,尤其是东北地区(含内蒙古),常年玉米播种面积700万公顷,近年来播种面积有所下降,正常年份玉米产量4000万吨左右,产量占全国的三成多,东北地区也是我国最大的商品玉米产地。华北地区的晋、鲁、冀、豫4省常年玉米播种面积800万公顷,正常年份玉米产量4000万吨左右,产量约占全国的30%。而长江以南(含长江流域)的15省(自治区、直辖市)常年玉米播种面积600万公顷左右,正常年份玉米产量2800万吨左右,约占全国玉米总产的21%。近20年来,西北5省(自治区)的玉米播种面积的比例提高了1倍,达到了215万公顷,产量也由1985年的519.6万吨上升到1998年的1115.6万吨,由销区变为产区。在2000年的国内种植结构调整中,扩种玉米又成为南方解决早籼稻积压的主要措施。2000年长江以南的一些省(自治区、直辖市)玉米播种面积有了较大幅度增加;而东北地区(含内蒙古)由于玉米积压过多,在种植结构调整中,玉米播种面积减幅达17%以上,由1999年的826.8万公顷减少到672万公顷;

全国玉米播种面积也由 1999 年的 2 590 万公顷减少到 2 306 万公顷, 减幅为 11% (表 1-1)。

表 1-1 1998/1999—2001/2002 年全国玉米主产区生产情况

省份	播种面积 (千公顷)				产量 (千吨)			
	1998/ 1999	1999/ 2000	2000/ 2001	2001/ 2002	1998/ 1999	1999/ 2000	2000/ 2001	2001/ 2002
全 国	25 239	25 904	23 056	23 790	132 954	128 086	106 000	115 000
河 北	2 581	2 664	2 479	2 500	11 872	10 880	9 945	11 250
山 西	887	923	794	800	4 761	3 754	3 548	3 200
内 蒙 古	1 471	1 572	1 298	1 420	8 398	7 714	6 292	7 100
辽 宁	1 638	1 668	1 423	1 350	11 209	9 854	5 511	8 000
吉 林	2 421	2 376	2 197	2 100	19 247	16 926	9 932	12 600
黑 龙 江	2 487	2 652	1 801	2 110	11 997	12 284	7 908	10 130
江 苏	474	454	423	450	2 862	2 648	2 368	2 475
安 徽	570	588	486	560	2 265	2 133	2 190	2 240
山 东	2 782	2 768	2 414	2 400	15 536	15 514	14 675	14 640
河 南	2 153	2 194	2 201	2 100	10 963	11 566	10 750	10 080
四 川	1 365	1 359	1 236	1 400	6 231	6 400	5 474	5 600
陕 西	1 065	1 123	1 057	1 100	4 811	4 404	4 137	3 960
其 他	5 345	5 563	5 247	5 500	22 802	24 009	23 270	23 725

资料来源: 国家粮油信息中心, 《谷物市场月报》。

根据我国玉米的分布地区和种植制度的特点, 结合各产区的农业自然资源状况以及玉米在谷类作物中所占的地位、比重和发展前景, 把我国玉米划分为 6 个产区。

(一) 北方春玉米区

本区自北纬 40° 的渤海岸起, 经山海关, 沿长城顺太行

山南下，经太岳山和吕梁山，直至陕西的秦岭北麓以北地区。包括黑龙江、吉林、辽宁、宁夏和内蒙古的全部，山西的大部分，河北、陕西和甘肃的一部分，是我国主要的玉米产区之一。常年春玉米播种面积约 1.1 亿亩，约占全国玉米面积的 31%，总产量占全国玉米总产量的 34% 左右。

本区属寒温带湿润、半湿润气候，冬季气温低，夏季平均温度在 20℃ 以上； $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温 2 500~4 100℃，无霜期 130~170 天。全年平均降水量 400~800 毫米，其中 60% 集中在 7~9 月。东北大平原地势平坦，土壤肥沃，以黑土、淤土、棕色土为主。大部分地区温度适宜，日照充足，对春玉米生长发育有利。春玉米主要种植在旱地上，灌溉地春玉米面积不足 1/5，为我国的主要春播春玉米区，基本上为一年一熟制。

本区地势平坦，人少地多，耕作比较粗放，很适于发展机械作业。东北三大平原（松嫩平原、三江平原和辽宁平原）是我国以旱粮为主的商品粮基地。春玉米是本区优势作物，在粮食作物中占有很大比重，在松辽平原沿京长铁路两侧形成春玉米集中产区。特别是吉林省，春玉米种植面积已占粮食面积的 50% 以上。在农业生产中，适当调整作物布局，逐步改善生产条件，实行科学种田，培育早熟高产春玉米，因地制宜地实行机械作业，不断提高春玉米产量，建成我国重要的春玉米商品生产基地。

（二）西南山地玉米区

本区包括四川、云南、贵州全部，陕西南部 and 广西、湖南、湖北的西部丘陵地区以及甘肃的一小部分，为我国主要玉米产区之一。玉米种植面积约 6 000 万亩，约占全国玉米

面积的20%。本区属温带和亚热带湿润、半湿润气候，雨量丰沛，水热资源较好，光照条件较差，各地气候因海拔不同而有很大变化，除部分高山地区外，无霜期多在240~330天，4~10月平均气温均在15℃以上，全年平均降水量800~1200毫米，多集中在4~10月，有利于多季玉米栽培。本区地形复杂，近90%以上的土地为丘陵山地和平原，河谷平原和山间盆地只占5%。玉米从平坝一直种到山巅，种植制度从一年一熟至一年多熟兼而有之。玉米是当地农民的主要口粮和饲料，生产的玉米基本自给，还需要调入一部分玉米供作饲料。因此，本区仍应适当扩大玉米面积，发展玉米生产。但旱坡地比重大，土壤贫瘠，耕作粗放，夏旱和秋旱是部分地区玉米增产的限制因子。今后要发展农田水利建设，扩大灌溉面积，增施肥料，培肥地力；在光热条件比较丰富的地区，继续提高复种指数，提高玉米产量。

（三）南方丘陵玉米区

本区北界与黄淮海平原夏播玉米区相连，西接西南山地玉米区，东部和南部濒临东海和南海。包括广东、福建、浙江、江西、台湾的全部，江苏、安徽的南部，广西、湖南、湖北的东部，是我国主要水稻产区，玉米种植面积较小，约占全国玉米总面积的5%。本区属热带和亚热带湿润气候，气温较高，降水丰沛，霜雪很少，适宜农作物生长的日期在220~365天，3~10月平均气温在20℃左右，一年四季都能种植玉米。但本区种植水稻产量较高，玉米面积波幅较大，产量亦不稳定，主要为秋作或冬作，也有早春栽培的。本区长期以来发展畜牧业大多饲喂稻谷，饲料报酬率很低，每年需从东北和华北长途调运