

“十一五”国家重点图书

测土配方施肥技术丛书

冬小麦

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



冬小麦 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

冬小麦测土配方施肥技术/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 - 13817 - 9

I. 冬… II. 全… III. ①冬小麦—土壤肥力—测定法
②冬小麦—施肥—配方 IV. S512.106

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 059721 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: 5.5 插页: 1

字数: 114 千字 印数: 1~3 000 册

定价: 14.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

《测土配方施肥技术丛书》编委会

主 任：叶贞琴 夏敬源

副主任：胡元坤 栗铁申 王本利

编 委：许发辉 李 荣 高祥照

张洪光 杨 帆 黄 辉

杜 森 马常宝 孙 钊

崔 勇 董 燕

本书编写人员

主 编：叶优良 易玉林 郑 义

雷全奎

副 主 编：武金果 黄玉芳

编写人员：易玉林 郑 义 武金果

叶优良 黄玉芳 雷全奎

沈阿林 李必强 王朝辉

郭世伟 孙义祥 郭跃升

石 磊 钱国平

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

目 录

前言

第一章 小麦生产概况与区域布局 1

一、小麦栽培简史 1

二、小麦生产与发展概况 2

（一）世界小麦生产概况 2

（二）我国小麦生产与发展状况 4

（三）目前国内外小麦生产趋势 10

三、我国小麦区域布局 12

（一）我国小麦生态区划 12

（二）我国小麦品质区划 16

第二章 冬小麦生物学特性与营养元素组成 20

一、冬小麦生物学特性 20

（一）小麦的阶段发育 20

（二）冬小麦生育时期 23

（三）冬小麦生育特点 24

二、冬小麦营养元素组成 34

（一）冬小麦营养元素的种类 34

（二）冬小麦营养元素的生理功能和缺素症状 35

三、冬小麦营养规律 41

（一）冬小麦的需肥规律 41

(二) 冬小麦吸收营养元素的特点	41
(三) 冬小麦营养元素的分配和积累	43
(四) 冬小麦对营养元素的吸收	44
第三章 冬小麦测土配方施肥原理与方法	47
一、施肥基本原理	47
(一) 养分补偿学说	47
(二) 最小养分律	48
(三) 报酬递减律	49
(四) 因子综合作用律	49
二、冬小麦测土配方施肥原则	50
(一) 因土施肥	50
(二) 因小麦品种特性施肥	50
(三) 根据肥料性质施肥	50
三、冬小麦测土配方施肥基本方法	51
(一) 养分丰缺指标法	51
(二) 养分平衡法	53
(三) 地力差减法	56
(四) 肥料效应函数法	57
(五) 氮、磷、钾比例法	60
(六) 应用土壤无机氮测试进行氮肥用量推荐	60
(七) 应用植株硝酸盐测试进行氮肥用量推荐	61
四、冬小麦测土配方施肥基本流程	63
(一) 土壤样品的采集	63
(二) 土壤样品的制备	65
(三) 基于常规分析方法的土壤养分测试	67
(四) 通过田间试验建立测土配方施肥技术指标体系	70

五、冬小麦区域配肥技术	77
(一) 根据不同养分元素特点进行区域配肥设计	78
(二) 根据不同的区域进行冬小麦配肥设计	81
第四章 不同区域冬小麦测土配方施肥技术	85
一、冬小麦施肥技术	85
(一) 施肥量的确定	85
(二) 施肥方式	88
(三) 施肥方法	89
(四) 施肥要点	92
二、华北平原灌溉小麦施肥技术	93
(一) 作物特性	93
(二) 养分需求	93
(三) 推荐施肥技术	94
(四) 施肥指导意见	97
三、北方旱作冬小麦施肥技术	98
(一) 作物特性	98
(二) 养分需求	99
(三) 推荐施肥技术	99
(四) 施肥指导意见	102
四、长江流域冬小麦施肥技术	103
(一) 作物特性	103
(二) 养分需求	103
(三) 推荐施肥技术	104
(四) 施肥指导意见	107
五、优质小麦施肥技术	108
(一) 施肥对小麦品质的影响	110

(二) 强筋小麦施肥技术	119
(三) 中筋小麦施肥技术	121
(四) 弱筋小麦施肥技术	121
第五章 冬小麦测土配方施肥发展趋势与展望	123
一、测土配方施肥的发展状况	123
二、测土配方施肥中存在的问题	127
三、测土配方施肥发展与展望	129
第六章 冬小麦测土配方施肥常用肥料	132
一、化学肥料	132
(一) 大量元素肥料	132
(二) 微量元素肥料	136
(三) 复合(混)肥料	137
二、有机肥料	140
(一) 有机肥料种类	140
(二) 主要有机肥的性质和作用	141
三、微生物肥料	144
(一) 微生物肥料的定义	144
(二) 微生物肥料的分类	145
(三) 微生物肥料的特点	146
四、常用化肥的简易识别方法	147
附录	150
主要参考文献	160

第一章 小麦生产概况与 区域布局

一、小麦栽培简史

小麦是世界上栽培最古老的作物之一。考古学家曾在埃及古墓中发现碳化的麦粒，推测是公元前五六千年之遗物。我国是栽培小麦最古老的国家之一。从甲骨文的记载来看，约在公元前 1 000 多年，在河南一带已盛产小麦。春秋时代已发展到甘肃、陕西、山西、河北和山东等省。以后不断扩展，到了明朝，小麦栽培已遍及全国。我国劳动人民在长期栽培过程中积累和总结了丰富的经验。

小麦是世界上分布最广、栽培历史最久远、总产量最高、种植面积最大、商品率最高的作物之一。栽培面积约占世界谷类作物面积的 31%，总产量占谷类作物的 30%，全世界有 1/3 以上的人以小麦为主粮。

小麦的营养价值较高，一般籽粒中淀粉含量约 60%~80%、蛋白质 11%~17%、脂肪 1.5%~2.0%、矿物质 1.5%~2.0%，以及各种维生素等。面粉可制成松软多孔、

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

易于消化的面包及各种各样的主副食。

小麦具有广泛的遗传基础，有着大量的形态和生态变异，丰富多彩的栽培类型和广泛的适应性，对光、温、水和土壤的要求范围也较宽。因小麦喜冷凉湿润气候，主要分布在北纬 $20^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 及南纬 $20^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 之间。世界上栽培的小麦以冬小麦为主，春小麦仅占 $1/4$ 。我国春小麦仅在西北、东北栽种。

二、小麦生产与发展概况

（一）世界小麦生产概况

从1961—2007年，世界小麦收获面积保持在2.04亿~2.39亿公顷之间。2007年世界小麦播种面积为2.17亿公顷，以印度最高，为2 803.5万公顷，占到世界小麦收获面积的12.89%，其次是俄罗斯、中国、美国，分别为2 445.0万、2 298.0万、2 064.3万公顷，分别占到世界小麦收获面积的11.24%、10.57%、9.49%。

与播种面积相比，产量增加明显，从1961年的2.22亿吨增加到2007年的6.07亿吨。2007年中国小麦总产达10.986万吨，占到世界小麦总产的18.10%，是世界小麦总产第一大国。印度、俄罗斯、美国、法国、澳大利亚总产分别为7 489.0万、5 360.3万、4 939.0万、3 321.9万吨，占世界小麦总产的12.34%、8.83%、8.14%、5.47%。

世界小麦单产从1961年的1 090千克/公顷增加到2007年的2 830千克/公顷。2007年小麦单产以新西兰最高（8 500千克/公顷），其次分别是爱尔兰（8 460千克/公顷）、比利时（7 420千克/公顷）、英国（7 220千克/公顷）、荷兰（7 070千克/公顷）、德国（6 960千克/公顷），中国小麦单产为4 610千

克/公顷,虽然高于世界平均水平,但仅居世界第21位,只有新西兰和爱尔兰小麦单产的1/2(表1-1,图1-1)。

表 1-1 2007 年世界主要国家小麦播种面积和总产

国家	播种面积 (万公顷)	占播种 面积 (%)	国家	总产 (万吨)	占总产 (%)
印度	2 803.5	12.89	中国	10 986.0	18.10
俄罗斯	2 445.0	11.24	印度	7 489.0	12.34
中国	2 298.0	10.57	美国	5 360.3	8.83
美国	2 064.3	9.49	俄罗斯	4 939.0	8.14
哈萨克斯坦	1 287.7	5.92	法国	3 321.9	5.47
澳大利亚	1 234.5	5.68	巴基斯坦	2 352.0	3.87
加拿大	865.1	3.98	德国	2 136.7	3.52
土耳其	860.0	3.96	加拿大	2 064.1	3.40
巴基斯坦	849.4	3.91	土耳其	1 767.8	2.91
伊朗	640.0	2.94	哈萨克斯坦	1 650.0	2.72
乌克兰	602.3	2.77	伊朗	1 500.0	2.47
阿根廷	550.0	2.53	阿根廷	1 400.0	2.31
法国	531.5	2.44	乌克兰	1 380.0	2.27
德国	300.5	1.38	英国	1 336.2	2.20
伊拉克	275.0	1.26	澳大利亚	1 303.9	2.15
摩洛哥	257.2	1.18	波兰	837.9	1.38
阿根廷	219.0	1.01	埃及	737.9	1.22
波兰	212.6	0.98	意大利	726.0	1.20
意大利	203.5	0.94	乌兹别克斯坦	590.0	0.97
阿尔及利亚	200.0	0.92	阿富汗	380.0	0.63
其他	3 044.1	14	其他	8 444.0	13.91

数据来源:中国农业信息网 FAO 数据。

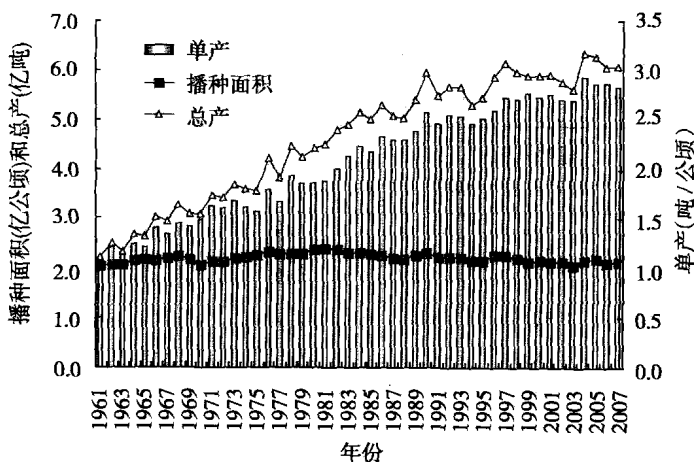


图 1-1 1961—2007 年世界小麦播种面积和产量变化

(数据来源: 中国农业信息网 FAO 数据)

(二) 我国小麦生产与发展状况

中国是世界小麦主要产区, 2007 年播种面积占到全世界播种面积的 10.57%, 总产占到世界总产的 18.10%。中国小麦播种面积从 1949 年的 2 142 万公顷增加到 2007 年的 2 298 万公顷, 仅增加 7.33%, 但小麦总产从 1949 年的 1 380.9 万吨增加到 2007 年的 10 929.8 万吨, 增加了 6.9 倍; 单产从 1949 年的 42.8 千克/亩增加到 2007 年的 307.2 千克/亩, 增加 6.18 倍。

近年来, 在粮食丰产工程、测土配方施肥、高产创建、有机质提升等项目的推动下, 我国小麦单产记录不断刷新。2005/2006 年设置在河南浚县、温县和兰考的 15 亩连片超高产攻关田小麦亩产分别达到 663、686、717 千克; 设置在河