

作物专用复混肥料农艺配方系列丛书

陕西省

SHANXISHENG ZUOWU ZHUANYONG FUHUNFEILIAO NONGYI PEIFANG

作物专用复混肥料农艺配方

杨学云 赵秉强 常艳丽 等 编著



作物专用复混肥料农艺配方系列丛书

陕西省

作物专用复混肥料农艺配方

杨学云 赵秉强 常艳丽 等 编著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

陕西省作物专用复混肥料农艺配方 / 杨学云等编著

. —北京: 中国农业出版社, 2015. 2

(作物专用复混肥料农艺配方系列丛书)

ISBN 978 - 7 - 109 - 20187 - 3

I. ①陕… II. ①杨… III. ①复合肥料-配制 IV.
①TQ444

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 032702 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

策划编辑 黄 宇

文字编辑 浮双双

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2015 年 3 月第 1 版 2015 年 3 月北京第 1 次印刷

开本: 700mm×1000mm 1/16 印张: 6

字数: 98 千字

定价: 28.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)



内 容 简 介

本书以作者承担的国家科技支撑计划课题“复合（混）肥养分高效优化技术与工艺（2006BAD10B03）”“复合（混）肥农艺配方与生态工艺技术研究（2011BAD11B05）”的研究成果为基础编写而成。针对陕西省小麦、玉米、大豆、油菜等主要农作物，从陕西省区域生态、作物分布与区划、气候特征、农田土壤肥力调查、作物营养规律与施肥技术、肥效反应等入手，较系统地整理了与作物专用复混肥料配方制订相关的数据资料，分析了陕西省作物专用复混肥料配方制订的主要影响因素，建立了复混肥料配方制订与影响因素间的定量关系，提出了陕西省主要农作物专用复混肥料农艺配方，为作物专用复混肥料配方制订规范化、科学化提供了依据和方法。

本书可为肥料生产企业生产作物专用复混肥料提供依据，为农民合理施肥提供指导，也可为科研和农技推广人员等提供参考。

编 著 者 名 单

主 编 杨学云 赵秉强 常艳丽

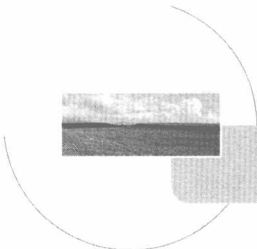
副主编 张树兰 孙本华 李燕婷

编 委 (按姓名笔画排序)

孙本华 李燕婷 杨学云

沈 兵 张树兰 林治安

赵秉强 常艳丽



总 序

中国化肥产业也像世界化肥一样,经历了由低浓度向高浓度、由单质肥料向复合(混)肥料发展的过程,进入2000年以后,我国复合(混)肥料产业开始从通用型向作物专用型方向发展。我国复合(混)肥料发展起步于20世纪80年代,目前全国已取得复合(混)肥料生产许可证的企业有4000多家,生产工艺包括化成法、团粒法、高塔工艺、脱水干燥成粒、氢钾工艺、掺混(BB肥)工艺、挤压工艺等,实际年产量达6000余万t(实物),化肥复合化率达到32%以上。中国复合(混)肥料在2000年以前,几乎以“15-15-15”配方为主导,2000年之后虽然开始逐步生产不同配比的复合(混)肥料,但大部分企业主要还是根据工艺生产的方便性进行配方调整,比如高塔技术生产的高氮复合肥料、脱氯工艺生产的高磷复合肥料等,这些产品只能在一定程度上满足局部区域作物的施肥需要,很难满足大范围、大区域的作物推荐施肥要求。同时,由于缺乏相应的农化服务技术指导,农民施用方法的不合理造成增产效果不明显。最近几年,我国复合(混)肥料产业向作物专用化方向发展的速度明显加快,每个企业都拥有多个甚至数十个复合(混)肥料配方。据不完全统计,目前全国复合(混)肥料配方总数超过2万个,数量多、配方乱、品种杂,大部分配方缺少规范,科学性不强。

本套丛书是“十一五”和“十二五”国家科技支撑计划系列课题“复合(混)肥养分高效优化技术与工艺(2006BAD10B03)”“高效系列专用复合(混)肥技术集成及产业化(2006BAD10B08)”“配方肥料生产及配套施用技术体系研究(2008BADA4B04)”及“复合(混)肥农艺配方与生态工艺技术研究(2011BAD11B05)”近10年来的科研成果总结。《中国作物专用复混肥料农艺配方区划》一书,从全国范围内的气候生态、土壤类型、作物分布、土壤肥力特征、作物营养规律、施肥技术、肥效反应等方面入手,系统研究了我国小麦、玉米、水稻、棉花、花生、大豆、油菜、马铃薯、甘蔗、果树、蔬菜等主要作物专用复混肥料农艺配方研制的原理和方法,提出不同区域主要作物专用复混肥料的农艺配方,为我国作物专用复混肥配方制订的规范化、科学化提供了理论依据和方法。《复合肥料配方制订原理与实践》一书,则是从企业生产

的角度出发,确定配方制订的方法。在配方制订时同时满足工业和农业共用的高效、实用要求,并兼顾环境友好的原则,以“15-15-15”延伸法为主,根据中国生态区域和土壤养分供应特征,分别制订了早稻、双季稻、玉米、小麦的区域配方;在区域配方的范围内,根据作物营养特征和施肥习惯等制订作物专用配方;经济作物(果树、果菜、叶菜)系列肥料是根据营养阶段配置的均衡性、高氮钾型、高钾型等不同专用肥料配方,按照“4+X”试验设计进行配方的调整研究。丛书中的其他品种以15个典型农业省为单元的各省作物专用复混肥料农艺配方,从不同省份的气候特点、土壤类型、生态分区、土壤供肥、作物需肥规律、配方肥料制订依据等方面入手,提出了本省生态区域配方,按照养分归还法(养分平衡)、目标产量法或者大田试验结果,结合农户施肥习惯、土壤养分测定结果等,制订了本省的主要作物专用复混肥料配方,并编绘出配方区划图。

本套丛书所介绍的技术成果,在推动我国复混肥料生产向作物专用化方向发展,实现复混肥料配方规范化、科学化等方面,具有重要理论价值和实践意义,为推动我国复混肥料产业技术升级提供了理论和技术支撑。

本套丛书的出版,得到了国家科技支撑计划系列复合(混)肥料项目的资助,谨此表示衷心感谢!限于作者水平,丛书中错漏之处难免,敬请读者批评指正。

赵秉强

2013年7月



前 言

尽管陕西省广大土壤肥料科技工作者进行了几十年农作物合理施肥的研究和推广工作,卓有成效地改善了农户施肥行为,推动了农业生产的巨大发展。但陕西省农田施肥中依然存在很多问题,如施肥不平衡、过量施肥依然占有很大比重,高浓度复混肥料配方多而杂、配方不尽合理等。这些问题随着城市化进程有进一步恶化的趋势,因为妇女和老人成了农村生产力的主力,而他们的知识水平非常有限。

基于当下农业生产的现状,本书针对农田土壤肥力状况和作物种类、气候状况,给出作物具体的施肥配方,可以为肥料企业生产配方肥提供参考,生产出更科学、更符合区域生产实际需要的复混肥料,便于农户直接施用。这样无疑可以更好地实现科研成果服务于生产企业,形成物化产品,共同为农户服务的目的,形成多赢的局面。

为此,本书针对陕西省主要农作物小麦、玉米、大豆和油菜,利用国家黄土肥力与肥料效益监测试验站长期肥料试验的一些研究结果,国家科技支撑计划课题“复合(混)肥养分高效优化技术研究与工艺(2006BAD10B03)”“复合(混)肥农艺配方与生态工艺技术研究(2011BAD11B05)”子专题所做的陕西省主要农区农田土壤分析结果,大量农户施肥及作物产量效应实地和文献资料调查结果,以及近年来发表的一些短期试验的作物养分吸收规律等研究结果,较系统地整理和分析了与上述作物专用复混肥料配方制订相关的数据资料和密切相关因素,提出了陕西省主要农作物专用复混肥料农艺配方,为作物专用复混肥料配方制订规范化、科学化提供了依据和方法。

由于编者在思路、数据掌握等方面的局限,书中难免有错漏之处,敬请各位读者批评指正。

编著者

目 录

总序 前言

第一章 陕西省复混肥料生态区域配方	1
第一节 陕西省农业生态分布与区域划分	1
第二节 不同农业生态区气候特征	1
第三节 不同农业生态区土壤养分特征	2
一、陕北农业生态区土壤养分特征	2
二、关中农业生态区土壤养分特征	4
三、陕南部农业生态区土壤养分特征	6
第四节 不同农业生态区的作物布局与种植制度	8
第五节 不同农业生态区复混肥料农艺配方制订	9
一、复混肥料农艺配方制订的依据、原理与方法	9
二、不同农业生态区复混肥料农艺配方	10
参考文献	11
第二章 陕西省小麦专用复混肥料农艺配方	12
第一节 陕西省小麦的分布与区划	12
第二节 不同小麦生态区的气候特征	14
第三节 不同生态区麦田土壤肥力特征	18
一、陕北农业生态区土壤养分特征	19
二、关中农业生态区土壤养分特征	19
三、陕西南部农业生态区土壤养分特征	20
第四节 不同生态区小麦营养规律与施肥技术	21
一、不同生育期小麦干物质累积	22
二、不同生育期小麦氮、磷、钾养分吸收量	22
三、小麦百千克籽粒产量的养分吸收量	24



四、小麦施肥技术	26
第五节 不同生态区小麦施肥的肥效反应	29
第六节 不同生态区小麦专用复混肥料农艺配方制订	31
一、小麦专用复混肥料农艺配方制订的依据、原理与方法	31
二、不同生态区小麦专用复混肥料农艺配方	34
第七节 不同生态区小麦复混肥料配方区划图	35
参考文献	35
第三章 陕西省玉米专用复混肥料农艺配方	38
第一节 陕西省玉米的分布与区划	38
第二节 不同玉米生态区的气候特征	40
第三节 不同生态区玉米田土壤肥力特征	43
一、陕北农业生态区土壤养分特征	43
二、关中农业生态区土壤养分特征	44
三、陕西南部农业生态区土壤养分特征	46
第四节 不同生态区玉米的营养规律与施肥技术	46
一、玉米不同生育期干物质和氮素累积特点	46
二、玉米不同生育期氮、磷、钾养分吸收量	48
三、玉米百千克籽粒产量的养分吸收量	49
四、玉米施肥技术	50
第五节 不同生态区玉米施肥的肥效反应	54
第六节 不同生态区玉米专用复混肥料农艺配方制订	56
一、玉米专用复混肥料农艺配方制订的依据、原理与方法	56
二、不同生态区玉米专用复混肥料农艺配方	59
第七节 不同生态区玉米专用复混肥料配方区划图	60
参考文献	61
第四章 陕西省大豆专用复混肥料农艺配方	63
第一节 陕西省大豆的分布与区划	63
第二节 不同大豆生态区的气候特征	64
第三节 不同生态区大豆田的土壤肥力特征	65
一、陕北农业生态区土壤养分特征	65
二、关中农业生态区土壤养分特征	65
三、陕西南部农业生态区土壤养分特征	66
第四节 不同生态区大豆营养规律与施肥技术	66
一、春大豆养分吸收规律及干物质累积	66

二、夏大豆养分吸收规律	67
三、大豆百千克籽粒产量的养分吸收量	68
第五节 不同生态区大豆施肥的肥效反应与施肥方法	68
第六节 不同生态区大豆专用复混肥料农艺配方制订	69
一、大豆专用复混肥料农艺配方制订的依据、原理与方法	69
二、不同生态区大豆专用复混肥料农艺配方	69
第七节 不同生态区大豆专用复混肥料配方区划图	70
参考文献	72
第五章 陕西省油菜专用复混肥料农艺配方	73
第一节 陕西省油菜的分布与区划	73
第二节 不同油菜生态区的气候特征	73
第三节 不同生态区油菜田土壤肥力特征	74
第四节 不同生态区油菜营养规律与施肥技术	75
一、油菜阶段干物质累积及养分吸收规律	75
二、油菜百千克籽粒（干物质）产量的养分吸收量	76
三、油菜施肥技术	77
第五节 不同生态区油菜施肥的肥效反应	77
第六节 不同生态区油菜专用复混肥料农艺配方制订	80
一、油菜专用复混肥料农艺配方制订的依据、原理与方法	80
二、不同生态区油菜专用复混肥料农艺配方	80
第七节 不同生态区油菜专用复混肥料配方区划图	81
参考文献	83



第一章 陕西省复混肥料 生态区域配方

第一节 陕西省农业生态分布与区域划分

陕西省位于我国西北，地处东经 $105^{\circ}29' \sim 111^{\circ}15'$ 和北纬 $31^{\circ}42' \sim 39^{\circ}35'$ 。全省南北长约 880 km，东西宽 160~490 km。北山和秦岭把陕西分为三大自然区域：北部是陕北高原，中部是关中平原，南部是秦巴山地，分别横跨中温带、暖温带和北亚热带三个气候带，形成旱地、灌溉地和水田等不同农业用地类型。因此陕西农业也习惯上被分为陕北、关中和陕南三种不同类型的农业生态区域。

2010 年统计结果显示，陕西耕地总面积约为 418.5 万 hm^2 ，占总土地面积的 20.3%，水田面积为 14.7 万 hm^2 ，占总面积的 0.71%，旱地面积为 368.0 万 hm^2 ，占总面积的 17.9%，水浇地面积为 90.0 万 hm^2 ，占总面积的 4.37%（陕西省统计局，2010）。

陕北农业生态区地貌类型为黄土高原，主要是风沙滩地和丘陵沟壑地貌，约占全省总面积的 45%，其土壤按照地带性分布属于陕北黑垆土地带，主要土壤类型为黑垆土和黄绵土；关中农业生态区地貌类型为渭河阶地和黄土台塬，面积约占全省土地总面积的 19%，其土壤按照地带性分布属于关中褐土—垆土（旱耕土垫人为土）地带；陕南农业生态区地貌类型为山地和盆地，包括秦岭、巴山和汉江谷地，约占全省土地总面积的 36%，其土壤按照地带性分布属于陕南黄泥巴（黄褐土）地带（陕西省农业勘察设计院，1982）。

第二节 不同农业生态区气候特征

陕北农业生态区属于暖温带半干旱气候，总辐射在 $5.23 \times 10^9 \sim 6.28 \times 10^9 \text{ J/m}^2$ ，光合有效辐射在 $2.6 \times 10^9 \sim 3.0 \times 10^9 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$ ， $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 光合有效辐射在 $1.84 \times 10^9 \sim 2.26 \times 10^9 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$ ， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 光合有效辐射在 $1.26 \times 10^9 \sim 1.76 \times 10^9 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$ ；日照 2 500~2 800 h，1 月平均温度 $-10 \sim -4^{\circ}\text{C}$ 、7 月 21~25 $^{\circ}\text{C}$ ，年较差 27~34 $^{\circ}\text{C}$ ，日较差 11~14 $^{\circ}\text{C}$ ， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温



2 880~4 000 °C, 干燥度 1.5~2.0; 年降水量 330~600 mm, 夏季降水量占年降水量的 47%~63%, 年蒸发量 850 mm 左右 (郭兆元, 1992)。

关中农业生态区属于暖温带半湿润气候, 总辐射在 $4.60 \times 10^9 \sim 5.23 \times 10^9$ J/m², 光合有效辐射在 $2.4 \times 10^9 \sim 2.6 \times 10^9$ J/(m² · 年), ≥ 0 °C 光合有效辐射在 $2.01 \times 10^9 \sim 2.43 \times 10^9$ J/(m² · 年), ≥ 10 °C 光合有效辐射在 $1.34 \times 10^9 \sim 1.84 \times 10^9$ J/(m² · 年), 冬小麦生长期光合有效辐射在 $0.84 \times 10^9 \sim 1.00 \times 10^9$ J/(m² · 年); 日照 2 000~2 500 h; 平均温度 1 月 -3~1 °C、7 月 23~27 °C, 年较差 26.0~28.5 °C, 日较差 10~12 °C, ≥ 10 °C 积温 3 500~4 500 °C, 干燥度 1.0~1.5 (《陕西土壤》)。年降水量 500~650 mm, 夏季降水量占年降水量的 36%~48%, 年蒸发量东部超过 900 mm, 西部为 800 mm (郭兆元, 1992)。

陕南农业生态区属于亚热带湿润气候, 总辐射在 $3.77 \times 10^9 \sim 5.02 \times 10^9$ J/m², 光合有效辐射在 $2.0 \times 10^9 \sim 2.6 \times 10^9$ J/(m² · 年), ≥ 0 °C 光合有效辐射在 $1.84 \times 10^9 \sim 2.26 \times 10^9$ J/(m² · 年), ≥ 10 °C 光合有效辐射在 $1.34 \times 10^9 \sim 1.67 \times 10^9$ J/(m² · 年), 冬小麦生长期光合有效辐射在 $0.84 \times 10^9 \sim 1.09 \times 10^9$ J/(m² · 年), 日照 1 400~2 000 h, 平均温度 1 月 0~3 °C、7 月 24.0~27.5 °C, 年较差 21~25 °C, 日较差 8~10 °C, ≥ 10 °C 积温 3 600~5 000 °C, 干燥度都低于 0.8。年降水量 700~1 200 mm, 夏季降水量占年降水量的 36%~48%, 年蒸发量不超过 650 mm (郭兆元, 1992)。

第三节 不同农业生态区土壤养分特征

一、陕北农业生态区土壤养分特征

陕北土壤均为石灰性土壤, pH 一般在 8.40 左右, 最低 7.60, 最高达到 9.00 (表 1-1)。土壤有机质一般含量较低, 绝大部分 (90% 以上) 低于 12.0 g/kg (图 1-1)。该区域农田土壤普遍缺乏氮素, 4 个县 (区) 土壤全氮平均值低于 0.91 g/kg (最高值), 平均仅为 0.52 g/kg (表 1-1); 碱解氮 4 个县平均 30.2 mg/kg, 除横山外, 最高只有 87.6 mg/kg (表 1-1)。该区域土壤有效磷也普遍较低, 低于 10 mg/kg 的样点数至少有 60% 以上, 安塞县和宝塔区几乎全部样点耕层土壤有效磷含量都低于 10 mg/kg, 即使是在相对较高的横山县, 有效磷低于 10 mg/kg 的点数也达到了 60%; 其他 3 个县超过 95% 的土地在 15 mg/kg 以内。黄土一直被认为不缺钾, 4 个县中横山农田耕层土壤 (0~20 厘米) 速效钾 (交换性钾) 低于 100 mg/kg 的样点接近 40%; 安塞接近 70%; 宝塔区相对较高, 不到 5% 的样点土壤速效钾低于 100 mg/kg, 但约 50% 样点速效钾低于 110 mg/kg, 超过 95% 的土壤速效钾在 130 mg/kg 以

内（图 1-2）；靖边速效钾低于 100 mg/kg 的样点也接近 60%，高于120 mg/kg 的土壤只有不到 20%（图 1-2）。

表 1-1 陕西北部地区农田耕层土壤（0~20 cm）主要化学性质

县（区）	含量范围	pH	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	有效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
横山县	平均值	8.51	7.69	0.39	33.3	10.4	109.0
	最小值	7.60	3.10	0.06	12.2	2.9	46.0
	最大值	8.90	55.30	0.83	102.3	44.7	192.0
	CV（%）	2.09	75.15	25.15	35.1	59.8	19.1
安塞县	平均值	8.17	8.64	0.53	30.0	8.7	99.6
	最小值	8.00	6.80	0.45	20.8	6.4	86.0
	最大值	8.20	10.90	0.64	49.9	11.7	128.0
	CV（%）	0.57	7.55	4.99	18.5	8.8	7.4
宝塔区	平均值	8.17	10.73	0.69	28.2	8.2	111.4
	最小值	7.60	5.87	0.34	23.9	5.8	93.0
	最大值	8.70	15.54	0.91	44.8	9.3	140.0
	CV（%）	1.06	6.36	7.81	8.9	3.9	6.3
靖边县	平均值	8.58	8.37	0.42	29.4	9.2	95.6
	最小值	8.10	1.20	0.18	11.4	3.7	33.0
	最大值	9.00	19.50	0.77	87.6	30.0	191.0
	CV（%）	1.74	32.26	22.70	32.9	34.7	28.8
地区	平均值	8.36	8.86	0.52	30.2	9.1	103.9

注：表中数据为多点结果。

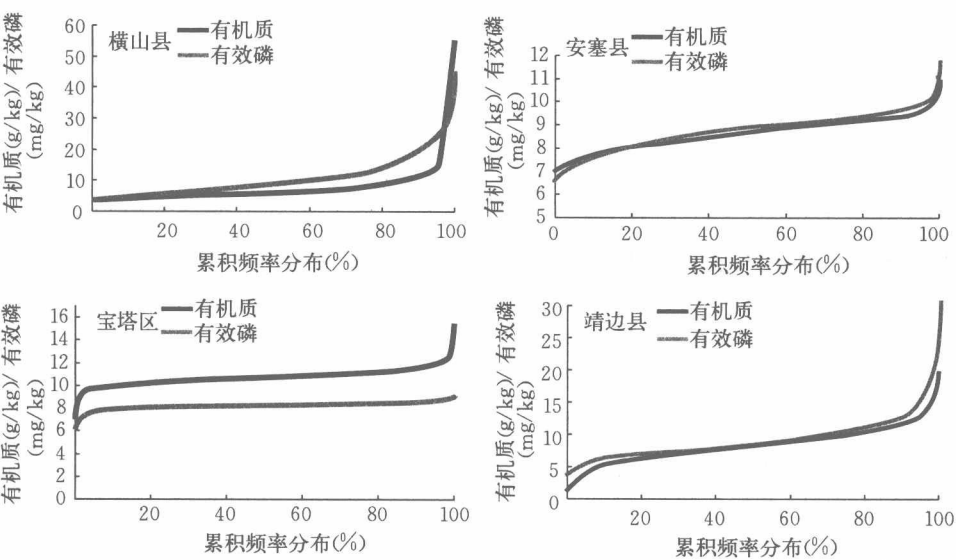


图 1-1 陕西北部农田耕层土壤（0~20 cm）有机质和有效磷分布

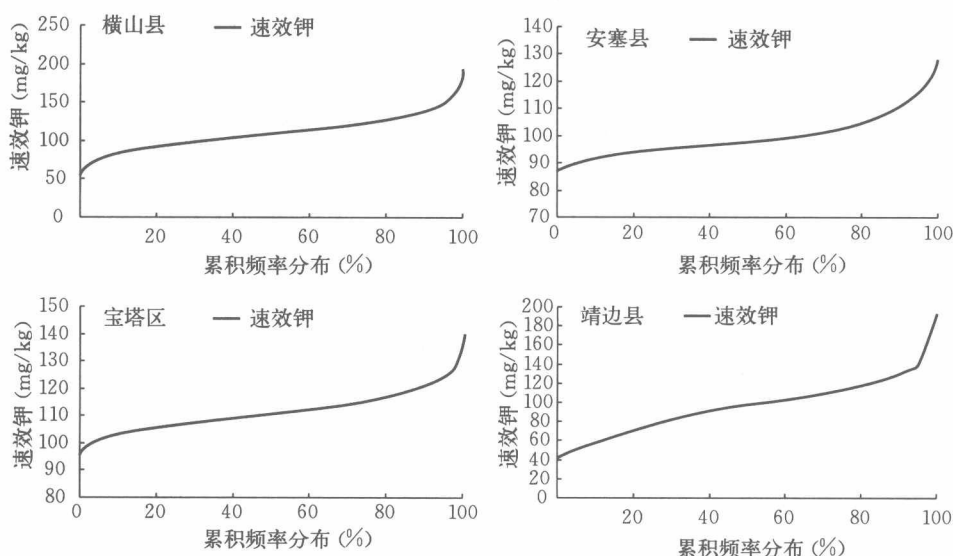


图 1-2 陕西北部农田耕层土壤 (0~20 cm) 交换性钾分布

二、关中农业生态区土壤养分特征

关中地区是陕西省主要粮食作物产区。土壤以旱耕土垫人为土为主，主体为石灰性土壤，土壤 pH 为 8.00 左右。图 1-3 和表 1-2 是 2009 年在关中的宝鸡、咸阳、西安、渭南 4 个地区 14 个县（区）采集的 230 个农田耕层（0~20 cm）土壤样品的有机质、有效磷、交换性钾及其他养分含量。可以看出，该生态区农田耕层土壤有机质含量低于 10 g/kg 的仅为 2%，10~15 g/kg 占 23%，15~20 g/kg 范围分布最广，约占 65%；含量大于 20 g/kg 约占 10%；其中最低含量约为 7.5 g/kg，最高可达 37 g/kg。

在所采集分析的样本中，土壤有效磷含量低于 10 mg/kg 的点数约占 10%，含量在 10~20 mg/kg 范围内最多，约占 45%，20~30 mg/kg 范围约占 30%，含量高于 30 mg/kg 约占 15%；其中最低含量约为 3 mg/kg，最高可达 80 mg/kg（图 1-3）。

关中地区农田耕层土壤速效钾含量小于 115 mg/kg 样品数约占 38%，介于 115~150 mg/kg 的约为 30%；另外 32% 高于 150 mg/kg。其中含量大于 200 mg/kg 约占 20%，最低含量约为 50 mg/kg，最高可达 500 mg/kg 以上（图 1-3）。

土壤交换性钙含量在 12 000~16 000 mg/kg 范围内最多，约占 80%；含量小于 12 000 mg/kg 的样品约占 20%；其中最低含量约为 2 000 mg/kg，最高

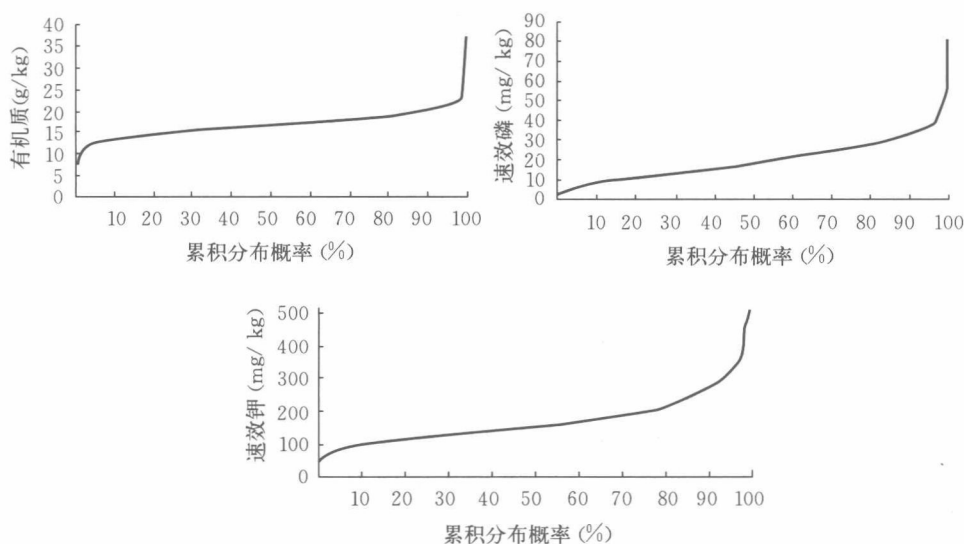


图 1-3 陕西关中农田耕层土壤 (0~20 cm) 有机质、有效磷和速效钾分布

可达 16 000 mg/kg。

关中农业生态区土壤全氮含量平均值为 1.13 g/kg, 较陕北高, 其中最低含量为 0.68 g/kg, 最高含量为 1.47 g/kg。碱解氮平均含量为 95.77 mg/kg, 其中最低含量为 38.55 mg/kg, 最高含量为 198.63 mg/kg, 交换性镁平均含量为 516.75 mg/kg, 最低含量为 167.09 mg/kg, 最高达 948.74 mg/kg; 有效硫平均含量为 78.35 mg/kg, 其最低含量为 11.13 mg/kg, 最高含量可达 175.45 mg/kg; 有效硼平均含量为 0.97 mg/kg, 最低含量为 0.25 mg/kg, 最高含量达到 2.58 mg/kg; 有效铜平均含量为 1.38 mg/kg, 最低含量为 0.44 mg/kg, 最高含量达到 5.16 mg/kg; 有效锌平均含量为 1.98 mg/kg, 最低含量为 0.32 mg/kg, 最高含量达到 29.92 mg/kg; 有效铁平均含量为 3.71 mg/kg, 最低含量为 0.45 mg/kg, 最高含量达到 52.45 mg/kg; 有效锰平均含量为 4.9 mg/kg, 最低含量为 1.14 mg/kg, 最高含量达到 52.34 mg/kg。其中有效铁、有效锰和有效锌最高值偏离平均值较大 (表 1-2)。

表 1-2 陕西关中农田耕层土壤 (0~20 cm) 肥力

养分指标	平均值	最低值	最高值
全氮 (g/kg)	1.13	0.68	1.47
碱解氮 (N, mg/kg)	95.77	38.55	198.63
交换性镁 (Mg, mg/kg)	516.75	167.09	948.74

(续)

养分指标	平均值	最低值	最高值
有效硫 (S, mg/kg)	78.35	11.13	175.45
有效硼 (B, mg/kg)	0.97	0.25	2.58
有效铜 (Cu, mg/kg)	1.38	0.44	5.16
有效锌 (Zn, mg/kg)	1.98	0.32	29.92
有效铁 (Fe, mg/kg)	3.71	0.45	52.45
有效锰 (Mn, mg/kg)	4.90	1.14	52.34

三、陕南部农业生态区土壤养分特征

陕南农田耕层土壤一般呈中偏酸性,最低 pH 达到 5.0 (表 1-3)。有机质含量相对较关中地区高。商州县低于 15 g/kg 的样点数仅有不到 3%;洋县约 18%;汉阴县有机质低于 15 g/kg 的土壤约为 25%。有机质含量在 15~20 g/kg 的样点 3 个县分别为 18.0%、52.0%和 35%,高于 20 g/kg 分别占总样品数的 80%、30%和 50% (图 1-4)。其中最低含量约为 0.3 g/kg,最高可达 52.8 g/kg (表 1-3)。该区农田耕层土壤氮含量也较关中地区稍高,全氮含量平均为 1.43 g/kg,变幅为 0.3~2.82 g/kg;碱解氮平均含量为 125.9 mg/kg,变幅为 18.7~399.8 mg/kg (表 1-3)。有效磷含量相对较关中低。商州县低

表 1-3 陕西南部地区农田耕层土壤 (0~20 cm) 肥力状况

县（区）		pH	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	有效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
商州县	平均值	7.39	22.16	1.42	148.2	15.7	101.3
	最小值	6.50	11.10	1.05	81.4	6.2	41.0
	最大值	8.20	28.40	1.97	252.2	28.4	178.0
	CV（%）	4.98	13.22	11.92	24.6	24.9	25.9
洋县	平均值	7.47	18.31	1.65	86.5	17.3	176.1
	最小值	6.70	8.70	1.00	39.0	7.6	101.0
	最大值	8.20	33.90	2.20	127.3	37.8	238.0
	CV（%）	3.50	19.28	13.08	15.5	24.3	12.4
汉阴县	平均值	6.45	20.30	1.22	143.0	16.0	131.1
	最小值	5.00	0.30	0.30	18.7	1.3	61.0
	最大值	8.50	52.80	2.82	399.8	99.6	348.0
	CV（%）	9.84	38.82	31.63	46.1	85.9	39.3
地区	平均	7.10	20.26	1.43	125.9	16.3	136.2

注:图中数据为多点结果。