

作物专用复混肥料农艺配方系列丛书

吉林省

JILINSHENG ZUOWU ZHUANYONG FUHUNFEILIAO NONGYI PEIFANG

作物专用复混肥料农艺配方

朱 平 赵秉强 等 编著

中国农业大学图书馆藏 农业工程类图书

吉林省

作物专用复混肥料配方

王 平 编著

中国农业大学出版社



作物专用复混肥料农艺配方系列丛书

吉林省

作物专用复混肥料农艺配方

朱 平 赵秉强 等 编著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

吉林省作物专用复混肥料农艺配方/朱平等编著

.—北京: 中国农业出版社, 2014. 10

(作物专用复混肥料农艺配方系列丛书)

ISBN 978-7-109-19633-9

I. ①吉… II. ①朱… III. ①复合肥料—配制 IV.
①TQ444

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 228341 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)

责任编辑 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

2014 年 12 月第 1 版 2014 年 12 月北京第 1 次印刷

开本: 700mm×1000mm 1/16 印张: 9

字数: 152 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

本书主要根据吉林省玉米、水稻和大豆生产现状和施肥中存在的问题,从3种作物的分布与区划、区域气候和农田土壤肥力特征、营养规律与施肥技术、肥效反应等入手,系统研究了三大作物专用复混肥料农艺配方制订的原理、方法和区划,为吉林省玉米、水稻和大豆专用复混肥料配方的制订,提供规范化、科学化的依据和方法。

本书可为农户合理施肥和化肥企业生产作物专用复混肥料提供指导,也可以为科研及农技推广人员的科学研究及技术推广提供参考。

编 著 者 名 单

主 编 朱 平 赵秉强

副主编 朱 末 张 林 李燕婷

编著者 (按姓名笔画排序)

朱 平 朱 末 李 强

李燕婷 沈 兵 张秀芝

张 林 陈一昊 林治安

赵秉强 高洪军 彭 畅

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,丛中错漏之处难免,敬请读者批评指正。

赵秉强

2013年7月

前 言

吉林省地处我国东北平原腹地，位于北纬 $40^{\circ}52'$ ~ $46^{\circ}18'$ 、东经 $121^{\circ}38'$ ~ $131^{\circ}19'$ 。南邻辽宁省，西接内蒙古自治区，北与黑龙江省相连，东与俄罗斯联邦接壤，东南部与朝鲜民主主义共和国隔江相望，南北最宽处约 600 km，东西长约 750 km，地势东南高、西北低，兼有山地、丘陵和平原三种地貌类型。境内有松辽、松嫩两大平原，土壤肥沃，特别适宜种植粮豆、油料、甜菜、烟、麻、薯类、人参、药材、水果等各种作物。盛产玉米、大豆和水稻，三作物年播种面积可达 400 万 hm^2 以上。吉林省粮食人均占有量、粮食商品率、粮食调出量、玉米出口量连续多年居全国首位，是我国最大的商品粮基地，其中部松辽平原黑土区是世界著名的玉米带。

吉林省年化肥施用量在 195 万~200 万 t，2012 年达到 206.7 万 t，主要以多元复混肥料为主。但是由于复混肥料生产企业众多，各种生物肥、有机无机复混肥料、BB 肥及不同作物专用肥在养分含量、肥料配方等方面仍存在一些问题，同时缺乏相应的农化服务技术指导，加上农民施用方法的不合理造成增产效果不明显。本书编者结合“十一五”“十二五”国家科技支撑计划“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，参考吉林省近年典型土壤类型区域配方肥料田间试验研究结果，编写此书。全书共分 4 章 7 节。第一章由朱平、高洪军、彭畅执笔，主要论述了吉林省气候特点并进行了农业生态区划，以不同农业生态区土壤特征、作物布局与种植制度、作物需肥规律作为不同农业生态区复混肥农艺配方制订的依据，提出不同农业生态区复混肥农

艺配方；第二章由朱平、张秀芝、张林、陈一昊执笔，重点主要介绍了吉林省玉米生产现状并根据玉米施肥中存在的问题进行了玉米专用复混肥农艺配方的制订；第三章由朱平、高洪军执笔，主要介绍了吉林省水稻区域配方制订和水稻区域配方区划；第四章由朱末、李强、朱平执笔，介绍了大豆区域配方制定和大豆区域配方区划。全文由李燕婷、林治安、赵秉强、沈兵统稿。

本书是指导肥料企业科学生产作物专用复混肥料，科学施肥的专业用书，规范复混肥配方和减少施肥使用中存在的盲目性，避免资源浪费，保护农业生态环境，促进吉林省农业发展。限于水平，书中难免有错漏之处，敬请批评指正。

编者

2013年5月

目 录

总序

前言

第一章 吉林省复混肥料生态区域配方	1
第一节 吉林省农业生态分布与区域划分	1
一、吉林省气候特征	1
二、吉林省农业生态区域划分	3
第二节 吉林省不同农业生态区的气候特征	4
一、半干旱农业生态区	4
二、半湿润农业生态区	5
三、湿润农业生态区	5
第三节 吉林省不同农业生态区的土壤特征	6
第四节 吉林省不同农业生态区的作物布局与种植制度	7
一、吉林省不同农业生态区的作物布局	7
二、吉林省耕作制度的演化	11
三、吉林省玉米种植制度演化	11
第五节 吉林省不同农业生态区作物的肥效反应	11
一、土壤供肥性	12
二、土壤保肥性	12
三、气候条件与施肥	13
第六节 吉林省不同农业生态区复混肥料农艺配方制订	14
一、吉林省不同农业生态区复混肥料农艺配方制订的依据、原理与方法	14
二、吉林省不同农业生态区复混肥料农艺配方	22
第七节 吉林省复混肥料生态区域配方区划图	23
参考文献	23

第二章 吉林省玉米专用复混肥料农艺配方	25
第一节 吉林省玉米的分布与区划	25
一、吉林省玉米区划	25
二、吉林省玉米主要栽培技术	28
第二节 吉林省不同生态区玉米的气候特征	35
一、吉林省玉米生产的气象条件分析	35
二、玉米各生育期对环境条件的要求	35
三、玉米品种布局与气象因素的关系	40
第三节 吉林省不同生态区玉米田的土壤肥力特征	42
一、吉林省玉米田土壤养分特征	42
二、吉林省玉米农田土壤质量	43
三、吉林省玉米施肥水平	48
第四节 吉林省不同生态区玉米的营养规律与施肥技术	49
一、吉林省玉米的生长发育规律	49
二、吉林省玉米的营养特征	49
三、吉林省玉米施肥技术	51
四、吉林省不同产量水平玉米吸肥规律	53
五、吉林省不同产量水平玉米的需肥规律	54
第五节 吉林省不同生态区玉米施肥的肥效反应	55
第六节 吉林省不同生态区玉米专用复混肥料农艺配方制订	57
一、吉林省不同生态区玉米专用复混肥料农艺配方制订的依据、原理与方法	57
二、吉林省不同生态区玉米专用复混肥料农艺配方	64
第七节 吉林省玉米专用复混肥料农艺配方区划图	65
参考文献	65
第三章 吉林省水稻专用复混肥料农艺配方	67
第一节 吉林省水稻的分布与区划	67
第二节 吉林省不同生态区水稻的气候特征	68
第三节 吉林省不同生态区稻田的土壤肥力特征	68
一、吉林省水稻田土壤特点	69
二、吉林省水稻田土壤养分特征	69
第四节 吉林省不同生态区水稻的营养规律与施肥技术	71
一、水稻营养特性	71

二、吉林省水稻播种方式	73
三、吉林省水稻土壤耕作模式	75
四、吉林省水稻施肥制度	78
五、吉林省水稻灌溉制度	80
六、吉林省水稻生育进程	81
七、吉林省水稻病虫害发生与防治	81
第五节 吉林省不同生态区水稻施肥的肥效反应	86
一、水稻所需的肥料	86
二、水稻的定产施肥	88
三、水稻定产施肥技术	89
第六节 吉林省不同生态区水稻专用复混肥料农艺配方制订	92
一、吉林省不同生态区水稻专用复混肥料农艺配方制订的 依据、原理与方法	92
二、吉林省水稻的生长发育规律	95
三、吉林省水稻专用肥农艺配方制定与区划	98
四、吉林省水稻专用复混肥料农艺配方区划图	101
参考文献	102
第四章 吉林省大豆专用复混肥料农艺配方	103
第一节 吉林省大豆的分布与区划	103
第二节 吉林省不同生态区大豆的气候特征	105
一、吉林省不同生态区和气候条件	105
二、吉林省不同生态区大豆品种和选择	106
第三节 吉林省不同生态区大豆田的土壤肥力特征	106
第四节 吉林省不同生态区大豆的营养规律与施肥技术	107
一、大豆的需肥特点	107
二、吉林省大豆施肥制度	108
三、吉林省大豆栽培制度	109
四、吉林省大豆土壤耕作模式	111
五、吉林省大豆灌溉制度	112
第五节 吉林省不同生态区大豆施肥的肥效反应	113
一、大豆营养特性	113
二、大豆不同生育阶段营养物质的积累	116
三、吉林省不同肥料对大豆的增产效应	117
四、吉林省大豆丰产施肥方法	122



第六节 吉林省不同生态区大豆专用复混肥料农艺配方制订 126

一、吉林省大豆专用复混肥料区域大配方 126

二、吉林省大豆专用复混肥料区域亚配方 127

第七节 吉林省大豆专用复混肥料农艺配方区划图 127

参考文献 128



第一章 吉林省复混肥料生态区域配方

第一节 吉林省农业生态分布与区域划分

一、吉林省气候特征

吉林省总土地面积为 19 万 km^2 ，在我国气候区划中属于温带大陆性季风气候区，受环球大气环流西风带和东部山地阻隔海洋气流西行的影响，大陆性气候明显，形成具有明显东西部差异的自然地貌和气候特征，主要表现为：

1. 日照 吉林省多年平均日照时数为 2 259~3 016 h，西部松原、白城地区相对较多，东部吉林、通化、延边地区少；日照最多的地区是在吉林省西部白城市的大安，为 3 016h；日照最少的地区在吉林省东部通化市的集安，为 2 259h。全省日照平均以 5~9 月最高，为 2 500~2 800h。全省日照百分率西部平原区最大，约占全省的 65%；东部山地丘陵区最少，不超过 57%。吉林省光能利用率相对较低，日均气温在 10°C 以下时的光能利用率平均为 0.6%，在东部山区的吉林、延边、通化、白山等地的光能利用率相对较高，为 1.0%~1.3%，而西部较低，为 0.3%，一些高产田对光能的利用率可达 5%。目前吉林省作物的光能利用率分别为玉米 5.94%、水稻 3.88%、大豆 1.75%，说明吉林省提高光能利用率的增产潜力很大。

2. 温度 吉林省气温四季变化显著，全省年平均积温在 $2\ 800^{\circ}\text{C}$ 左右，东部吉林、延边、通化、白山等地积温较低，中、西部地区的长春、四平、白城及松原等地较高。吉林省多年平均气温为 $2\sim6^{\circ}\text{C}$ ，中部的四平、长春和西部白城、松原地区平均为 $4\sim6^{\circ}\text{C}$ ；吉林省南部的老岭以南地区平均在 6°C 以上，集安市为 6.5°C ，为全省最高点；延边盆地 $4\sim6^{\circ}\text{C}$ ，长白山天池一带为 -7.3°C ，为全省年平均气温最低点。积温主要影响着作物的生产布局，吉林省在作物品种布局上大体上遵从东、中、西三个气候区的划分，东部地区多种植一些中早熟的作物品种，在中部光温资源比较优越的地区多种植一些中晚熟作物品种，在西部地区可种植中晚熟、晚熟品种。

3. 地温 吉林省年平均地面温度为 $5\sim8^{\circ}\text{C}$ ，地处吉林省南部的集安地区最高，可达为 8.1°C ，在延吉、珲春一带平均为 7.8°C ，西部平原为 $6\sim7^{\circ}\text{C}$ 。

极端最高地面温度在 $60\sim 65^{\circ}\text{C}$ ，最高可达 68.3°C （白城）；极端最低地面温度多为 $-40\sim -45^{\circ}\text{C}$ 。地温年度变幅为 $100\sim 110^{\circ}\text{C}$ ，全省地温随深度加深而变幅减小。秋冬季节地温随深度的加深而升高，春夏季节随深度的加深而降低。

4. 降水 吉林省多年平均降水量在 $400\sim 1\,000\text{mm}$ 。降水量以东南部多，向西逐渐减少；在吉林省东部的长白山区平均可达 $700\sim 800\text{mm}$ ，通化南部的集安一带为 $800\sim 1\,000\text{mm}$ ，在长白山天池附近的高海拔地带最多，为 $1\,300\text{mm}$ 以上；西部平原地区为 600mm 以下，洮南、镇赉等地最少，不足 400mm 。一年中的降水量以 1 月最少，7 月最多。全省冬季降水量较小，西部平原区仅在 10mm 左右，东部山地为 $20\sim 45\text{mm}$ ；吉林省东部山地丘陵区冬季积雪一般深可达 30cm 以上，深者超过 50cm ，中部丘陵平原区积雪在 $20\sim 30\text{cm}$ ，西部平原积雪深多在 20cm 以下，其中，洮南平均为 11cm ，镇赉、通榆平均为 12cm ，是全省积雪最浅的地方。吉林省降水多集中在 6 月、7 月、8 月 3 个月中，占全年降水总量的 70% 左右，雨热同季。吉林省东部长白山区夏季降水量平均为 $300\sim 500\text{mm}$ ，在长白山天池一带最高可达 840.1mm 。由此可见，吉林省的年降水量还是比较充裕的，可以满足大多数作物的生长发育需要。

5. 蒸发量与湿度 吉林省多年平均蒸发量为 $1\,100\sim 1\,900\text{mm}$ ，西部地区蒸发量大，东南部地区小。在东部长白山区年均蒸发量多在 $1\,300\text{mm}$ 以下，延边为 $1\,300\sim 1\,400\text{mm}$ ，吉林、通化等东部山地丘陵区为 $1\,300\sim 1\,500\text{mm}$ ；中部四平、长春地区年均蒸发量在 $1\,500\text{mm}$ 左右，西部白城市达 $1\,800\text{mm}$ 以上，其中洮南为 $2\,083\text{mm}$ ，为全省最高。吉林省多年平均空气相对湿度为 $57\%\sim 74\%$ ，表现为东部山区湿度大，西部平原区小。长白山区年均相对湿度在 70% 以上，在东部山区的吉林、抚松、临江、集安等地相对湿度为 $71\%\sim 72\%$ ，珲春为 86% ，是全省空气相对湿度最大的地区。在中西部平原区空气相对湿度多在 65% 以下，其中洮南为 57% ，是全省空气相对湿度最小的在区。一般 8 月、12 月湿度大，4 月、11 月湿度小。

6. 风速 吉林省主要盛行偏西风，冬季盛行西风。在东部地区的蛟河—松江镇以东地区盛行西北风，九台、舒兰、抚松盛行南风，临江盛行北风，其他各地多西南风和西西南风，平原西部多西北风和北北西风，东部山地盛行西风、西北西风或北风，天池为西西南风。吉林省风能资源东部山区偏小，西部平原区较大。

7. 霜期与冻期 吉林省的霜期为东部山区早，西部平原区晚。初霜在长白山天池一带多出现在 8 月末至 9 月初，平原地区一般出现在 9 月下旬左右。吉林省西部平原区终霜在 4 月下旬，中部和东部地区一般在 5 月上旬出现。全年霜期为 $6\sim 9$ 个月，西部平原为 7 个月，中部为 $7\sim 8$ 个月，长白山区为 8 个

月以上,长白山天池一带超过9个月;全省无霜期一般为100~160d。吉林省结冰期较长,一般10月下旬开始结冰,终冰期到4月下旬,山区延至5月中旬,最晚至6月中旬止。全省结冰期长达6~8个月,山区长、平原短,北部长、南部短。

二、吉林省农业生态区域划分

吉林省自然条件复杂,土壤类型繁多,目前对土地资源的利用以农林为主,农业用地占全省总土地面积的30%左右,林业用地占47%,牧、副、渔业占15%左右。根据气候、地形、土壤和植被等的差异,吉林省农业分区一般划分为长白山地林农区、东部半山农林区、中部平原农业区和西部平原农牧区4个区,综合农业生产基本特点和发展方向的一致性,生产中将长白山地林农区和东部半山农林区合并为一区,按气候特点将吉林省农业生态区域划分为西部半干旱农业生态区、中部半湿润农业生态区和东部湿润农业生态区3个生态区。

1. 东部湿润农业生态区 吉林省东部湿润农业生态区地貌构成以山地和丘陵为主。山地平均相对高度在500m以上,除山间的河谷地带外,大部分山地坡度陡峭,土层较薄,不适农耕,以林地为主,约占80%以上,耕地仅占10%左右,农、林、牧用地比例为1.1:8.2:0.7;低山丘陵地一般相对高度在500m以下,坡度相对平缓,这种低山丘陵地占该区总土地面积的60%左右,这一区域森林覆盖率较高,土地利用具明显的垂直结构,土壤类型主要有暗棕壤、棕壤、白浆土及各种草甸土和冲积土,在宽阔的盆谷地带多分布发育较好的草甸土和冲积土,土壤肥沃,质地适中,比较适于农业生产,是本区重点农业区。低山丘陵区林地比重较山地地区小,占60%左右,耕地占23%,农、林、牧用地比例为2.5:6.7:0.8。东部湿润农业生态区年降水量平均为650~900mm,湿润系数为1.2,属湿润气候区。

2. 中部半湿润农业生态区 从东部大黑山山脉向西,地形渐趋平缓,由丘陵漫岗过渡为平原,为松辽平原的核心地带,属中部半湿润农业生态区。这一地区平均海拔为150~300m,由丘陵漫岗过渡为平原,土壤类型亦发生明显变化,由发育于山地、森林植被下的暗棕壤、棕壤为主逐渐过渡到以发育于漫岗和平原地带、草甸草原植被下的黑土和黑钙土为主;吉林省中西部平原区土地面积占总全省土地面积的50%以上,耕地面积占全省的60%,且集中连片,是吉林省的主要种植业区域,农、林、牧用地比例为7.4:1.6:1;此区降水适中,雨热同季,属半湿润向半干旱过渡的气候区。

3. 西部半干旱农业生态区 从中部平原区向西延伸,进入松嫩平原西部,这一区域降水量明显较东、中部地区减少,属半干旱农业生态区。西部半干旱