

配方肥

的生产原理 与施用技术

杨建堂 等主编



中国农业科技出版社

配方肥的生产原理与施用技术

杨建堂 等主编

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国农业科技出版社

(京)新登字061号

图书在版编目(CIP)数据

配方肥的生产原理与施用技术/杨建堂等主编. —北京:
中国农业科技出版社, 1998. 9
ISBN 7-80119-615-5

I . 配… I . 杨… II . ①肥料-配合-方法②施肥, 配方
肥-技术 N . S147. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第14650号

责任编辑
技术设计
出版发行

李祥洲

中国农业科技出版社
(北京海淀区白石桥路30号)

新华书店北京发行所
北京前进印刷厂

787毫米×1092毫米 1/16 印张:14.875

1—1000册 字数:371千字

1998年9月第一版 1998年9月第一次印刷

28.00元

经 销
印 刷
开 本
印 数
版 次
定 价

《配方肥的生产原理与施用技术》作者名单

主 编	杨建堂	河南农业大学
	王文亮	河南农业大学
	葛树春	河南省农业厅土肥站
副主编	韩燕来	河南农业大学
	郑 义	河南省农业厅土肥站
	王继芳	河南省宁陵县烟草办公室
	程道全	河南省农业厅土肥站
	霍晓婷	河南农业大学
	刘玉堂	河南省农业厅土肥站
	谭金芳	河南农业大学
其他编著者	赵竞英	河南农业大学
	王亚莉	信阳农业专科学校
	范留柱	河南省许昌市环卫处
	陈金盘	河南省内乡县农经委
	吕志宏	河南省内乡县农业局
	贾荣敏	河南省内乡县农业局
	任留旺	河南省内黄县农业局

前 言

配方肥是根据土壤条件、作物特性和施肥技术要求设计配方(养分比例,养分含量,养分形态,基础肥料名称、品质、配合量),而后按肥料配方将各基础肥料混合加工而成的一种新型肥料。配方肥的生产和施用是用肥技术上的一项重大革新,是我国农业生产发展之必然。早在我国解放初期至70年代,农业生产几乎全靠施用有机肥料,化肥施用量少,产量低下,土壤氮素亏缺严重,所以,施用化学氮肥增产效果极显著。但施氮增产的事实,又使人们普遍产生了“重氮、轻磷、不信钾”的思想倾向。至70年代后期,随着化肥用量迅速增加,各地普遍反映施氮肥效下降。通过80年代初第二次全国土壤普查,发现土壤缺磷在加剧,随后随着磷肥施量的增加,目前缺磷现象已有所缓和,但缺钾已成为农业增产增效新的主要矛盾。从我国这一施肥实践使我们清醒地认识到,在缺氮补氮、缺磷补磷连续多年“矫正”施肥以后,为了保持和提高土壤生产力,应该按照作物吸肥要求和土壤养分状况,通过施用多种养分肥料来平衡作物从土壤中携出来的养分。目前,生产和施用的合成复合肥料,虽能部分缓解养分不平衡问题,但养分比例固定,其主要养分的含量、形态、比例难以适应不同土壤和不同作物的要求,常需再用单质肥料来调整,这就给农民购置和施用肥料添加了不少麻烦。而配方肥的生产,将施肥技术物化到肥料中去,使农民不仅一次就可购到所需比例的各种养分,又可减少施肥环节,从而可解除农民们“施肥没配方,拿着配方购不全肥”的烦恼。所以,施配方肥颇受欢迎。目前,在配方肥生产和施用大国——美国,全国各地每县都建立了农化服务中心和配肥站,根据土壤化验结果,利用大型化肥厂生产的基础肥料,由配肥站进行二次加工后再供给农民。我国配方肥生产和施用虽起步较晚,但发展速度快,仅1991年由国家颁发生产许可证的配方肥厂已达1000多家,年生产能力达1100万吨。配方肥的开发和推广曾列为“八五”期间国家十大重点推广的农业技术之一。

然而,配方肥配方的设计和配方肥的生产及施用是一项专业技术性很强的系统工程。多年来,在我们与一些厂家联合办厂或技术咨询中,深深感到生产厂家对配方设计原理、生产工艺对配方设计的要求、生产设备的选择、生产许可证的申报及农民对配方肥施用技术等方面的知识较为欠缺,他们渴望得到有关这方面的理论和技术知识,于是,我们在河南省科委的支持下,立题进行研究,取得了一系列试验成果,在此基础上,我们组织了教学、科研、推广和生产等单位有关从事配方肥研究、生产和施用方面的专家和科技人员,结合自

已大量生产实践经验,共同编著了这本《配方肥的生产原理与施用技术》一书。

全书共分七章。第一章由谭金芳、吕志宏编写,第二章由韩燕来、王继芳、程道全编写,第三章由王文亮、郑义、范留柱、陈金盘编写,第四章由霍晓婷、刘玉堂编写,第五章由葛树春、贾荣敏编写,第六章由王文亮、杨建堂、赵竞英编写,第七章由杨建堂、王亚莉、任留旺编写。全书由杨建堂作修订补充,然后定稿。

在本书撰写与出版过程中,得到了河南农业大学农学院、河南省农业厅土肥站、河南农科院土肥所及宁陵化肥厂、许昌市科环复合肥厂等单位领导和有关人员的热情鼓励和指导,特别是徐本生教授在本书计划之初提出了很多宝贵的指导意见,在此深致谢意。同时,在编写过程中,我们引用了国内外不少专家、学者的一些研究资料,在文中不可能一一列出,在此一并表示衷心感谢。

由于编著者经验不足,学识有限,内容难免有疏漏、错误之处,敬请广大读者批评指正。

编著者

1998年3月于郑州

目 录

第一章 配方肥概述	(1)
第一节 配方肥在农业生产中的作用	(1)
第二节 配方肥的概念及分类	(2)
第三节 配方肥的生产历史与展望	(4)
第二章 配方肥配方设计原理与方法	(9)
第一节 植物的一般营养	(9)
第二节 植物的营养特点	(19)
第三节 土壤养分	(26)
第四节 配方肥配方设计方法	(40)
第三章 配方肥生产的工艺原理与技术	(49)
第一节 配方肥的基础原料与性质	(49)
第二节 肥料的配伍原理	(60)
第三节 配方肥生产工艺及设备	(67)
第四节 配方肥配料工艺及生产技术	(81)
第四章 配方肥的质量检测	(89)
第一节 复混肥料的质量标准	(89)
第二节 配方肥的物理性检测	(91)
第三节 配方肥的定性检测	(96)
第四节 配方肥的养分含量检测	(100)
第五章 配方肥的施用原理与技术	(124)
第一节 配方肥施用的基本依据	(124)
第二节 配方肥施用的基本原理	(128)
第三节 配方肥施用的一般技术	(133)
第六章 配方肥厂的建设与管理	(143)
第一节 配方肥厂的建设程序	(143)
第二节 配方肥厂主要从业证件的申办程序	(146)
第三节 配方肥厂的管理	(150)
第七章 配方肥试验研究方法	(154)
第一节 配方肥试验研究的原理	(154)
第二节 试验方案设计	(160)
第三节 田间试验方法设计	(169)
第四节 试验结果的统计分析	(178)
附录:	
附表1 国际原子量表(1979年)	(206)

附表2	学生氏 t 值表(两尾)	(207)
附表3	5%及1%显著标准的 F 值表	(208)
附表4	Duncan's 新复极差测验5%及1%SSR 值表	(211)
附表5	正交多项式表($N=2\sim 30$)	(213)
附表6	正交表	(222)
附表7	拉丁方的标准方选	(225)
附表8	最优混合设计的结构矩阵(X)和相关矩阵(C)表	(226)

第一章 配方肥概述

第一节 配方肥在农业生产中的作用

现代化农业的发展对农业生产的各种技术都提出了新的要求。就化学肥料而言,不仅数量上应满足,而且适用性要好,这是历史发展的必然。综观世界化学肥料发展现状,经济发达国家对尿素、磷酸铵、硫酸钾等基础肥料一般并不是直接使用,而是根据某一地区的土壤条件、作物特性和肥源情况将其进行再加工,生产成配方肥以实现增加产量、改善品质、保护环境、节省费用、增加效益的目的。

一、提高产量 改善品质

化学肥料的合理施用可以提高产量、改善品质,已被国内外生产实践所证实。据国务院农研中心统计分析处测算,化学肥料在我国粮食生产中的贡献率为 33.6%,仅次于粮食播种面积的扩大。但我国化学肥料的增产作用在 80 年代前主要靠克服最小养分而实现,这在一定程度上补偿了土壤中该种养分的亏缺,使土壤中各养分逐渐趋于平衡。进入 80 年代后,在土壤中各养分相对平衡的基础上,要进一步提高作物产量就必须强调平衡施肥。而施用配方肥料,一次施用可同时满足作物对多种养分的需要,就能实现平衡施肥。全国各地大量配方肥料试验表明,增施配方肥比等养分的单质肥料增产效果明显(见表 1-1)。

表 1-1 配方肥料在不同地方不同作物上的增产情况

作物	比等养分单质肥料 增产率(%)	地点	资料来源
水稻	12.2	江苏 海安	陈 斌
中稻	8.3	江苏 海安	陈 斌
棉花	12.5	江苏 海安	陈 斌
玉米	6.1~10.1	辽宁 铁岭	张根林
早稻	21.5	江西	叶厚专
晚稻	64.1	江西	叶厚专
早晚稻	41.6	江西	叶厚专
油菜	15	江西	叶厚专
蔬菜	0.3~3.3	浙江	朱本岳
梨	38.5	辽宁	高艳敏
茶叶	12.7	江西	
葡萄	21.8		葡萄协作网
桑树	9.7~10.9	浙江	王祖义
甘蔗	5	浙江	王祖义
柑桔	8.1~19.2	浙江	王祖义
小麦	9~13	河南偃师	谭金芳等
玉米	13.5	河南镇平	赵月平等
烟草	2~5	河南方城	谭金芳等
棉花	3~5	河南方城	谭金芳等
番茄	6.5~41	河南汤阴	赵月平等

增施配方肥不仅能提高作物产量,而且能改善品质,提高商品率和营养价值,据河南农业大学谭金芳等在河南方城研究,烟草专用配方肥(4-9-12)与进口通用配方肥(15-15-15)相比烟草虽产量提高不多,但上等烟率由进口通用配方肥(15-15-15)的18%,提高到33%,而且烟叶油分大,弹性好,易烘烤。另据辽宁高艳敏研究,梨树施用配方肥者,含糖量增加,酸度降低,糖酸比增高,耐贮性增强;江西叶厚专研究表明,油菜施配方肥提高了籽粒粗脂肪和亚油酸含量,降低了亚麻酸和芥酸的含量,提高了品质;中国葡萄协作网研究表明,葡萄施用其配方肥早着色10~15天,着色度增加12.3%,果实固形物增加1.7%;河南农业大学赵月平等研究表明,番茄施用配方肥平均还原糖增加130~184g·kg⁻¹、维生素C增加155~636g·kg⁻¹、固形物提高1.7~2.7g·kg⁻¹,且NO₃-N含量降低40~80mg·kg⁻¹,果大肉厚,色泽鲜艳,口味香。

二、平衡养分 协调供给

现用配方肥在一定程度上可起到调控氮素营养,增强磷、钾及微量元素,使之更符合当地土壤、作物和气候的要求。由于种种原因,多少年来农村偏施氮肥的现象一直相当普遍,加之有的地方对有机肥的施用也不够重视,这就造成土壤中磷钾,特别是钾的连年负增长,土壤养分供应失衡,不能适应农作物营养需要,最终不仅会造成当年产量降低,甚至会殃及今后产量的提高和品质的改善。

配方肥的应用可有效地弥补这一缺陷,使土壤养分协调供给。据河南农业大学谭金芳等研究,在土壤碱解氮64.7mg·kg⁻¹的土壤上施用含氮磷钾的小麦专用肥,结果返青提早3~5天,成穗多1~2个/株,穗粒数增加3~5个,千粒重增加1~2g。对收获期的土壤养分分析表明,碱解氮有所下降,而磷钾与播前含量相比有升高的趋势。

三、降低成本 提高效益

配方肥的营养含量一般比较高,营养元素的种类也较多,因此,在购买肥料和施用过程中可大大减少购肥环节和施肥次数。另外,有一些配方肥厂(车间)本身就有磷肥厂或碳铵厂等,这样不仅可以节省包装,减少贮运费,降低成本,而且配方肥是有针对性的生产、供应和施用的,是物化了的科学肥料产品,施肥增产和改善品质效果非常明显,经济效益很好。

第二节 配方肥的概念及分类

一、配方肥的概念

配方肥是近期结合我国农业生产实际和农业推广部门的现状及农民科技文化素质情况而提出的。它是按作物要求和土壤供肥状况所设计的配方,将几种基础肥料通过简单的机械混合,或经二次加工造粒而成的一种混合物。显然,其成分中也同时含有N、P、K三要素或其中任何两种元素。所以,配方肥也是一种复合肥,但它与一般化成复合肥相比,其在配方设计和施用对象方面更具针对性。

因为配方肥也属复合肥料,因此配方肥的有效成分一般也用 $N-P_2O_5-K_2O$ 的相应百分比含量来表示。如果一种配方肥料中含 $N15\%$ 、 $P_2O_515\%$ 和 $K_2O15\%$,其有效成分应顺序表示为 15-15-15。假若某种二元配方肥料中含 $N12\%$ 和 $K_2O45\%$,则其有效成分为 12-0-45,即所缺的那种养分在其位置上写作“0”。倘若配方肥料中还含有微量元素,则表示方法是在上述表达方式的后边再加上某种微量元素名称,并在其右下角用阿拉伯数字标明其含量,如一种配方肥料含 N 、 P_2O_5 和 K_2O 各 10% ,并含有硼 2% ;则其有效成分为 10-10-10- B_2 。配方肥料中几种营养元素含量百分数的总和称为其养分总量。根据复混肥料国家标准(GB15063-94)规定,养分总量 $\geq 40\%$ 为高浓度配方肥, $\geq 30\%$ 为中浓度配方肥;三元配方肥养分总量 $\geq 25\%$ 、二元配方肥养分总量 $\geq 20\%$ 的为低浓度配方肥。

二、配方肥的分类

配方肥料根据不同分类依据,有以下几种分类方法。

1. 根据物理性状

可将配方肥分为固体配方肥和液体配方肥两大类;固体配方肥根据加工方法又可分为粒状和粉状两种;粒状配方肥是将粉状或料浆状或熔融状肥料经粒化工艺制成;欧美多数国家及地区大多生产这类肥料,我国也多以生产粒状肥料为主;粒状肥料又可分为柱状和圆球状。粉状配方肥是将基础肥料破碎成粉经机械掺混而成,适用于小型作坊,就地加工,就地施用。液体配方肥料亦有两种:一种是全溶性液肥,它是在配方指导下,氮肥、磷肥和钾肥盐类的混合水溶液;另一种是悬浮液肥,它是含有肥料固体盐类的悬浮体。这些液体配方肥在我国销量不大。

2. 根据营养元素多少

可将配方肥分为二元配方肥料和三元配方肥料,即含有两种主要营养元素的叫二元配方肥,含有三种主要营养元素的叫三元配方肥。

3. 根据化学成分

可将配方肥分为无机配方肥和无机有机配方肥。无机配方肥是指基础肥料全部是化学肥料;无机有机配方肥是指基础肥料不仅含有无机肥料,同时还含有有机肥料,如腐殖质、饼肥,生活垃圾等,使肥料内含有一定量的有机质。

4. 根据肥料功能

可将配方肥分为通用型、专用型和多功能型三类。通用型配方肥是根据多数作物的需肥特性和土壤供肥的一般特征而设计的配方所生产的复合肥料。它适用的作物和地区范围较为广泛,但针对性较差,其中有的养分可能会过剩,有的养分可能不足,且配方固定,不利于施肥技术发挥;专用型配方肥,其养分配比是针对某种土壤、某种作物的供需肥特性而设计生产的,因而针对性较强,肥料效应和经济效益都比较高。河南省新乡市原阳县的“植物营养医院”采用这种作法,深受群众的欢迎;多功能配方肥除了具有专用型肥料特性外还具有除草、治虫、治病等功能。

第三节 配方肥的生产历史与展望

一、配方肥的生产历史

1. 国外配方肥的生产历史与现状

自 1840 年德国农业化学家李比希(Justus Von Liebig)提出“矿质营养学说”、“养分归还学说”及“最小养分律”以后,有力地促进了化肥工业的兴起与发展。19 世纪中叶磷肥工业诞生,后期钾肥工业建成,特别是 20 世纪初合成氨的问世,使化肥工业又发生了革命性的变化,至本世纪 20 年代合成复合肥料磷酸铵的生产已经步入工业化。

进入 70 年代,世界化肥的发展趋势是:由低浓度向高浓度发展,由速效向长效发展,由固体向液体发展,由单质肥料向复合肥料发展。调查资料表明,世界上复合肥料的生产量在化肥中所占的比重越来越大。而且根据某一土壤条件、作物特性、产量目标和气候条件把基础肥料配制成所需一定比例的肥料已愈来愈受欢迎。美国是当今世界上配方肥料的生产和施用大国。该国为了节省贮存、运输和施用过程中的费用,在全国各地每个县都建立了农化服务中心和配肥站,根据土壤化验结果,利用大型化肥厂生产的基础肥料,如合成氨、尿素、硝铵、湿法磷酸、磷铵、过磷酸钙、氯化钾等,由配肥站进行二次加工,而后直接供应给农民。目前,美国各类复混肥的比重已占到 70% 左右。这种肥料由于针对性强,肥效高,深受用户欢迎。

英国、法国、荷兰、德国等西欧各国复合肥的生产起步早,发展快,品种齐全,复合肥所占比重都在 60% 以上,如英国达 70% 以上,法国为 60%。拉丁美洲国家复合肥的生产和施用发展也很快,复合肥所占比重越来越高,如委内瑞拉已达 75%,哥伦比亚和哥斯达黎加都在 60% 左右。在非洲,不少国家都在积极发展自己的复合肥工业,再加上进口部分,复合肥也已占到很大比重,如喀麦隆已达到 69%。亚洲国家复合肥生产起步虽晚,但发展迅猛,如泰国复合肥比重已达 70%,巴基斯坦也已达 38%。

世界各国都普遍认识到,开展农化服务是推广配方肥的有效手段。如在美国每个县都有农化服务中心和配肥站,在印度全国有 300 多个土壤化验室,一年可分析 400 多万个土壤样本,配方施肥面积已占全国耕地的 1/2,为配方肥的生产和施用起到了很好的指导作用。

2. 我国配方肥料的生产历史与问题

(1) 我国配方肥料的生产历史 我国配方肥的生产和施用起步于 70 年代末,当时仅有少数工厂配制了一些浓度很低的二元或三元配方肥料,且认识还不一致。80 年代全国各地应用土壤普查成果,开展测土、配方和推荐施肥,并根据土壤养分状况和作物的吸肥特性,生产各种相应专用肥。据不完全统计,1983 年全国配方肥生产厂(车间)家有三四十个,1985 年就增加到 90 多个,到 1987 年全国已有近 800 家,估计生产总能力为 500 万~600 万吨。90 年代我国配方肥的生产和施用进入到一个新的发展时期。1991 年全国推广配方施肥面积已达 6.5 亿亩,由国家颁发生产许可证的配方肥厂达 1 076 家,实际生产量 400 多万吨,年生产能力可达 1 100 万吨。近几年不仅生产厂家激增,产量增加,而且产品种类也繁多,各生产企业与农业院校和研究部门密切横向联合,开发农化服务,已配制出

粮食作物、经济作物、油料作物、果树、蔬菜、花卉等五大类 50 多个系列的专用配方肥。配方肥的开发与推广工作曾受到国家科委、农业部和化工部的高度重视,被列为“六五”、“七五”国家科技攻关项目和“八五”期间国家十大重点推广的农业技术之一。这是促进农业科技进步,发展优质、高产、高效农业的一项重要措施。

(2)我国配方肥料生产中存在的问题 我国配方肥料的生产应该说还处在初级阶段,许多理论和技术问题仍处在探索研究之中,与发达国家相比还存在着相当大的差距。其存在的主要问题是:

① 生产技术不成熟。主要体现在工艺不完善、设备简陋、机械化程度低、生产环境差、检测手段落后或没有;肥料配方缺乏科学依据,脱离当地生产实际,盲目混配,这不仅会造成资源浪费,又会增加农民负担;肥料品种少,日本一个县农协的一座配肥站,就可生产 800 多个品种或规格的专用肥,我国的一座配方肥厂,一般仅有几个或十几个品种,有的甚至长期生产单一配比的肥料。

② 产量低且分布不匀。据统计,1991 年全国生产配方肥 400 万吨,若以每亩次使用 20 公斤计,可供施 2 亿亩次,仅占农作物总播种面积的 8.9%。1991 年国产配方肥加上进口配方肥仅占化肥使用总量的 9% 左右。江苏省是配方肥生产使用水平较高的省份,也仅达到 11.7%,不仅大大低于发达国家 70% 的水平,也低于许多发展中国家。另一方面,生产厂点布局不合理,由于国家缺乏强有力的宏观调控,使不少地区和单位,不顾当地的需要和可能,在既无可靠原料来源又不具备建厂的起码条件的情况下,一哄而起,盲目建厂,盲目生产,使布点过于集中,如有的县市多达几十个生产厂(车间)。

③ 管理和约束机制不够。近几年来各地行政管理部门,虽对配方肥产品的质量进行了监测管理和对坑农害农的假冒产品进行了处罚,但不少地方的化肥质量监测管理机构不健全,制度不完善,不时有部分厂商生产和经销不合格产品,甚至是假冒产品,不仅坑害农民,还败坏了配方施肥技术及配方肥料的声誉,这一问题若得不到根本治理,将会严重影响配方肥料的发展。

④ 农化服务水平较低。配方肥料的生产、流通、二次配制和施用的系列化服务是现代农化服务(包括化肥、农药、农膜等农用化工产品)的主要组成部分。我国农化服务至今仍处于起步阶段。由于长期以来,农工商部门分割,化肥的产、销、用脱节,市场机制很不发达,发展系列化、科学化、定量化的农化服务困难很多,不能满足农业生产的发展和农民的要求。

⑤ 原料无保障,养分含量低。由于长期以来我国化肥的产、销、用三者脱节,使大多数配方肥厂“吃不饱”,生产能力不能发挥。或从市场议价购进原料,导致产品价格过高。我国基础肥料的养分含量不高,再加上一些不法企业不顾国家标准,冒然生产出养分含量低于国标的配方肥料,在生产上起不到应有效果,给配方肥的生产、推广和施用造成严重的不良影响。

二、配方肥料的展望

1. 配方肥料的发展趋势

纵观国内外化学肥料的生产历史和发展状况,在今后一段相当长的时期内配方肥是一个很好的发展机遇,厂商和农业研究者越来越重视其工艺、设备、管理、农化服务和配方

设计等方面的研究。不难看出今后的发展趋势是：工艺程序化、设备自动化、管理规范化的农化服务系列化和配方设计“五化”。所谓配方设计“五化”是指高浓度化、液体化、长效化、专用化和多功能化。配方设计是配方肥生产的核心技术，因此，人们一般把配方设计的发展趋势就看成是配方肥发展的趋势，现将配方设计的“五化”分述如下：

(1)高浓度化 随着高浓度化学肥料的生产，配方肥的养分含量也随之提高。美国、英国、德国、日本等国的配方肥养分总量多在40%以上，俄罗斯以氯化钾、磷酸、硝酸、氨水制成的无氯三元复合肥养分总量可达80%。

80年代，我国的配方肥是以总养分 $\geq 25\%$ 低浓度产品为主，90年代国产配方肥逐步向中、高浓度方向发展，形成高、中、低并存的格局。随着农民栽培技术水平的提高，特别是在经济比较发达的农村和高产高效种植业生产基地，因中、高浓度配方肥购买、使用省工，增产和改善品质效果显著，它将越来越受到农民的欢迎。河南农业大学宁陵复合肥厂生产的“农利旺”有效养分在30%左右，已有五个系列十几个品种，畅销省内外。连云港市东浦复合肥厂生产的烟草肥，浓度高达32%~45%。无锡县复合肥厂生产的配方肥，有效养分也达到45%。广东省“中加混合肥厂”生产的配方肥有效含量已达51%以上。据估算，施用中高浓度配方肥比施用低浓度配方肥每公斤养分价格低0.5~0.6元，每亩可节省肥料成本十多元，并节省施肥用工、贮运及包装费用约45%。

(2)液体化 液体肥料在欧美一些发达国家发展迅速，其生产技术尤以美国、俄罗斯领先。液体肥料可以根据土壤养分状况和作物需肥特性来配制成所需要的任何适当比例的多元肥料，也可根据需要均匀地加入杀虫剂、除草剂等其他成分。这种肥料施用不会引起烧苗和氨的挥发损失，生产成本和施肥费用也比固体肥料低得多，因此受到许多国家的重视。

叶面喷施的液体配方肥，无论国外还是国内，近几年都发展很快，已进入第三代。第一代是简单的掺合型，如美国的以氮、镁、铁为主要成分的“绿叶”，中国河北的叶肥1号、2号等；第二代是高浓度螯合复合型，如美国的“高美施”；第三代则是多元营养激素综合型，如河南农业大学研制用于小麦的“粒重保”、和用于棉花的“稳早丰”等。

(3)长效化 长效化配方肥是针对当前化学肥料肥效快损失大而提出的。30年代美国就开始研究尿素的长效缓慢释放问题，到50年代曾研制出了商品肥料，60年代美国联合化学公司将脲醛溶液喷涂在硫酸、硝酸磷肥上，使表面形成一种难溶性的膜，成为包膜长效配方肥，这为包膜肥料开辟了先河。此后，世界各国都在探讨包膜材料，美国提出用聚氯乙烯薄膜之后，日本研制了Otefin树脂；还有用胶树脂、聚丙烯、石蜡和聚乙烯混合物作为包膜材料。

70年代中国科学院南京土壤研究所，利用钙镁磷肥作为包膜材料成功地研制出了长效碳铵和长效尿素配方肥，并在水稻、小麦、玉米、棉花、甘蔗、茶叶、橡胶、海带等多种作物上进行了试验，除了茶叶、橡胶、海带因个体差异大或试验条件难以控制，肥效表现不稳定外，在其他作物上都有一定的增产效果。辽宁省盘锦地区农业科学研究所和新疆维吾尔自治区农业科学院于70年代初，用石蜡、沥青作包膜，成功地研制出了氮磷和氮磷钾长效复合肥，对水稻、玉米、高粱等都有一定效果。

(4)专用化 专用配方肥是配方施肥的专用肥料产品，因其针对性强、肥效好而受到农民的普遍欢迎。80年代后期专用配方肥发展很快，目前，国外专用型复合肥的施用对象

主要是经济作物、高档蔬菜、果树及庭园草地等。

我国专用配方肥已广泛用于水稻、小麦、玉米等粮食作物,油菜、大豆、花生、芝麻等油料作物,棉花、烟草、甘蔗等经济作物以及各种果树、蔬菜等作物,已达到品种系列化,施用专用化,大大促进了农业生产,增产幅度一般都在15%~20%,有的甚至更高,而且施用方便。

(5) 多功能化 人们普遍意识到为了节省工时和费用,应该在提高肥效、药效的前提下,混配出“一肥多能”的产品,而多功能配方肥,就是把施肥与除草、防治病虫害及施用生长调节剂等相结合,集肥料、农药、除草剂或生长激素等于一体。这样可大大节省田间作业用工和成本,实现集约化生产,中国科学院南京土壤研究所广泛进行了含除草剂、杀虫剂等配方肥施用的研究,在水稻、小麦、棉花、油菜和西瓜等作物上取得了良好的效果。近几年来,河南农业大学使用“花生乐”,将花生施肥与防治病虫害结合起来增产效果颇佳。江苏省无锡、常州推广使用水稻除草型专用肥,水稻施基肥和除草剂一次完成,效果很好。

2. 我国配方肥料的展望

(1) 我国发展配方肥料势在必行 在我国发展配方肥料势在必行,这是由国际化肥工业发展大趋势和我国实际情况所决定的。就我国实际情况而言主要是因为:

① 土壤肥力状况发生了变化。我国土壤肥力状况的演变可以概括为:50~60年代缺氮,70~80年代缺磷,90年代某些土壤和田块缺钾及配施某些微肥有增产作用。施肥大体可分为三个阶段:一是经验性矫正施肥阶段,二是半定量掺施阶段,三是定量的平衡施肥阶段。回顾我国化肥工业的发展,正是随着农业用肥的不同阶段而向前发展的,如60~70年代是补充氮和磷,因此先是小氮肥,继而是小磷肥应运而生。

随着施肥水平和作物产量的不断提高,作物从土壤中吸收的各种养分逐渐增多,一些养分相继出现缺乏现象。据第二次全国土壤普查结果认为,“北方缺磷,南方缺钾”。但据谭金芳等人研究,进入90年代,河南1亿亩耕地上速效钾(K_2O) $<100mg \cdot kg^{-1}$ 的土壤就占33.6%,可见河南已由土壤原不缺钾已发展到1/3的面积缺钾,且每年以 $2 \sim 4mg \cdot kg^{-1}$ 的速度递减。这就说明我国土壤养分状况发生了很大变化,必须全面地向土壤中归还由作物带走的养分。所以,自80年代初,配方肥料在我国逐渐得到推广应用。

② 化肥生产与消费的比例失调。据联合国粮农组织1990年度《化肥年鉴》统计的数字表明,1990年我国化肥产量已达到1880万吨,居世界第二位,其中 N 1463.7万吨、 P_2O_5 411.6万吨、 K_2O 4.6万吨, $N : P_2O_5 : K_2O = 1 : 0.28 : 0.003$;1995年化肥生产能力2600万吨, $N : P_2O_5 : K_2O$ 为 $1 : 0.33 : 0.02$ 。即使从我国2000年化肥发展战略来看, $N : P_2O_5 : K_2O$ 也仅为 $1 : 0.4 : 0.05$,仍低于世界平均水平 $1 : 0.47 : 0.37$,这种结构是无法满足农业需要的。钾资源的缺乏是我国实现化肥自给自足和比例合理的难以逾越的障碍,因此,在今后的化肥进口政策中不论国家还是地方,都应统一按照“不进氮,少进磷,多进钾”的原则,调整化肥品种结构,实行配方肥施用,从而节省资源与经费,这对工业、乃至整个国民经济都具有重要意义。

③ 配方肥料的特性。配方肥料的最大特点在于它能根据不同的土壤、作物对各种养分的不同需要而进行配制加工。所以它具有很强的针对性,能够满足“平衡施肥”对各种养分的不同要求,故养分利用率高。据研究,化肥配施比单施其养分利用率可提高10%左右。近几年,全国各地对各种作物专用肥进行的肥效试验业已证明,不论南、北方和何种作物,

施用各种专用配方肥不仅比单施肥效提高幅度大(有的高达百分之几十),而且比进口磷铵和 15-15-15 的通用型配方肥还好。各省的试验均已证明,施专用配方肥料比单施的养分利用率能够提高 15% 以上。按全国化肥年产量 1880 万吨(折纯量)平均提高 10% 的利用率计,一年可节约 188 万吨纯养分,相当于增建 101 套年产 3 万吨的小磷铵或 116 套年产 4 万吨的小尿素的产量。

1993~1995 年进口化肥失控,小氮肥、小磷肥都受其冲击而陷入困境,唯配方肥仍保持产销两旺,供不应求。农业转向科学施肥是大势所趋,大力发展配方肥生产势在必行。

(2) 我国配方肥料生产展望和注意问题

①我国配方肥料生产展望。国家和地方各级政府及有关部门都已充分认识到生产与使用配方肥是今后肥料发展的方向,是推进持续农业发展的有效途径之一。因此,自上而下都在采取措施,使配方肥生产技术水平不断提高,使生产经营销售管理走上轨道,配方施肥技术不断完善。今后配方肥料的发展方向是:扩大产量,增加品种,提高浓度,专用与多功能相结合,保证质量,降低成本,加速推广。可以预料,我国配方肥的生产和施用将进入高速增长时期。

②我国配方肥料生产中应注意的问题。

布点要均匀,规模要适中。配方肥厂(点)的布局应列入政府部门的长远规划中,进行科学布局,千万不可一哄而上,造成过度密集。一般中低浓度配方肥料运输半径以本县境内为宜,高浓度配方肥料则以本市境内为宜,配方肥料属二次加工的专用型肥料,不宜搞大中型厂。定型设计能力,中低浓度的年产 3 万吨为宜,高浓度的以年产 5 万吨为宜。

工艺及设备选型要先进。随着农业走向现代化,生产配方肥料应瞄准较为先进的工艺和设备,这样,一可以提高工效,二可以节省劳时,三可以提高产品质量。目前,应提倡计算机配料、皮带传运、机械化作业。

加强质量监测。配方肥料的质量一方面取决于基础肥料的质量、浓度及加工过程中保持养分的措施,另一方面取决于配比是否科学、合理,对作物和土壤是否具有针对性。那些“通用型”固定配方一生产就是几年,以及盲目添加多种微量元素的“十全大补丸”式产品是不科学、不经济、不适用的,乱加微量元素不仅无益而且有害。为了保证质量,生产企业一般应该与大专院校、科研单位联合起来研究出科学的、可变的配方,并在加工过程中严格遵守程序,保证质量。生产出来的产品必须经过质量检测。

参 考 文 献

- 1 浙江农业大学. 植物营养与肥料. 北京:农业出版社,1991. 1. 10
- 2 慕成功、郑义. 农作物配方施肥. 北京:中国农业科技出版社,1995. 3
- 3 金耀青、张中原. 配方施肥方法及其应用. 辽宁科学技术出版社,1993. 6
- 4 张道勇、王鹤平. 中国实用肥科学. 上海科学技术出版社,1997. 1
- 5 中国农业科学院肥料所主编. 国际平衡施肥学术讨论会论文集. 北京:农业出版社,1989. 10
- 6 徐本生、李有田、谭金芳主编. 果树营养与施肥. 河南科学技术出版社,1991. 9
- 7 周鸣铮. 中国的测土施肥. 土壤通报,1987
- 8 林葆等. 我国化肥的肥效及其提高的途径. 土壤学报,1989

第二章 配方肥配方设计原理与方法

生产与施用配方肥的目的在于更好地协调作物对养分的需要与土壤供肥之间的矛盾。因此,配方设计必须充分考虑作物营养与土壤营养。

第一节 植物的一般营养

一、植物的营养成分

1. 植物体的元素组成

植物体一般含有 75%~95% 的水分和 5%~25% 的干物质。若将新鲜植物水分蒸发后再将干物质进行煅烧处理,就可以发现组成植物的元素有两类:一类是煅烧时可全部挥发的元素,即 C、H、O、N 四种气态元素;另一类是一些不挥发的元素,包括 P、Ca、Mg、S、Fe、Mn、Zn、Cu、Mo、B、Cl、Si、Na、Se、Al 等灰分元素。

随着现代科技手段如光谱分析及显微化学分析法的应用,发现在地壳中存在的 90 多种天然化学元素中,植物体内至少存在 70 多种。诸如钛(Ti)、钒(V)、钡(Ba)、铅(Pb)、汞(Hg)、金(Au)、银(Ag)、镍(Ni)、锶(Sr)、锆(Zr)、锡(Sn)、铷(Rb)、溴(Br)、氟(F),以及镭(Ra)、砷(As)、锗(Ge)都能在植物体中发现。

植物体内的元素组成及含量因植物种类、品种以及土壤条件、栽培技术等环境条件的差异而不同。如小麦、水稻等禾谷类作物含硅多,马铃薯、甘薯中含钾多,油菜和糖用甜菜含有较多的硼,豆科植物含有较多的钼,十字花科及百合科植物含有较多的硫,盐土中生长的植物含有较多的钠,酸性红壤上的植物含有铝,海涂上的植物常含有碘等。但作物体内所含的元素并不全部都是生长发育所必需的,有的可能是偶然进入植物体的,甚至还能大量积累;而有些则是植物必需的,生长过程中必不可少的。而施肥则主要是补充作物生长发育所必需的那些营养元素。

2. 植物必需营养元素

1939 年 Arnon 和 Stout 提出了高等植物必需营养元素的三条标准:如缺少该元素,植物就不能完成其生活史;必需营养元素的功能不能由其他营养元素所代替;必需营养元素直接参与植物代谢作用,作为酶的组成成分或参与酶促反应。根据以上原则,通过培养试验发现了 16 种营养元素是高等植物所必需的,它们是:C、H、O、N、P、K、Ca、Mg、S、Fe、Mn、Zn、Cu、Mo、B、Cl。

高等植物对上述 16 种营养元素的需要量之间差别很大,一般根据植物的需要量分为大量元素和微量元素。大量元素一般占植物干重的百分之几十到千分之几,包括 C、H、O、N、P、K、Ca、Mg、S 九种。微量元素的含量只占干物质重量的千分之几到十万分之几,它们是 Fe、Mn、B、Zn、Cu、Mo、Cl 七种,表 2-1 是高等植物必需营养元素较适合的浓度。