

全国农业技术推广服务中心 编

中国化肥 100年回眸

—— 化肥在中国应用100周年纪念

中国农业科学技术出版社

中国化肥 100 年回眸

——化肥在中国应用 100 周年纪念

全国农业技术推广服务中心 编

中国农业科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国化肥 100 年回眸/全国农业技术推广服务中心编. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2002. 5.

ISBN 7-80167-332-8

I. 中… II. 全… III. 化学肥料—农业史—中国—文集
IV. S143-09

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 025125 号

责任编辑
出版发行

经 销
印 刷
开 本
印 数
版 次
定 价

李功伟

中国农业科学技术出版社 邮编:100081

电话:(010)68919711; 传真:62189014

新华书店北京发行所

河北省地勘局测绘院印刷厂印刷

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:18

印数:1~1000 册 字数:420 千字

2002 年 5 月第 1 版 2002 年 5 月第 1 次印刷

50.00 元

前 言

自 20 世纪初至今,化肥在中国走过了它的 100 年历程,在百年的岁月中,化肥为解决我国人民的温饱问题,提高人民的生活水平做出了巨大贡献,为实现我国农业的突破和稳定发展,促进国家经济建设稳步前进和繁荣发挥了重要作用。

1840 年德国科学家李比希(Justus Von Liebig)提出矿质营养学说,奠定了化肥工业的理论基础,1843 年第一种人造肥料—过磷酸钙在英国投产,开创了化肥应用于农业的先河,1901 年氮肥引入到我国的台湾,开始了中国化肥使用的新篇章。化肥的生产和施用在 19 世纪 30 年代得到了迅速的发展,为世界农业发展做出了重大贡献。我国的化肥应用大致分为三个阶段,即认识阶段(1901~1949 年)、起步阶段(1950~1969 年)和发展阶段(1970~2000 年)。

1、认识阶段

1901 年氮肥从日本输入我国,首先在台湾省甘蔗种植上施用。1905 年以后,外商又陆续向我国大陆沿海地区销售化肥。1909 年,清政府设北京农事试验场,开始进行化肥的肥效试验,证明氮肥和磷肥的效果较为显著。1936~1940 年,前中央农业实验所首次进行了全国规模的氮、磷、钾三要素肥效试验,当时称为地力测定。我国当时没有化肥生产能力,受经济水平的限制,在此阶段我国化肥应用量很少。

2、起步阶段

1950 年,农业部召开了第一次全国土壤普查工作会议,在 1957 年,建立了全国化肥试验网。1959~1962 年开展了全国规模的第二次氮、磷、钾三要素化肥肥效试验。推进了氮肥和磷肥在我国的应用。

3、发展阶段

1970 年后我国化肥用量显著增加,同时施肥技术的研究和推广也得到了发展。1981~1983 年,进行第三次全国规模的化肥肥效试验,80 年代中后期,全国开展了以“三类六法”为主要内容的配方施肥技术,1993~1998 年,在联合国开发计划署(UNDP)援助下推广了平衡施肥技术;1996 年,全国农业技术推广服务中心在全国开展耕地钾素调查,推广“测土、配方、生产、供肥、施肥技术指导”一

条龙综合服务示范项目;1998~1999年,在全国实施了平衡施肥丰收计划项目;2000年全国建立了“百县千村”平衡施肥技术重点示范区,进行耕地养分调查。这些举措有力地促进了我国化肥行业的发展。

化肥,在它的百年历程中展示了卓越的业绩,提高了作物产量,改善了作物品质,保护了耕地质量,从而促进了农业生产的发展。与此同时,不得不指出的是,不合理施用化肥给我国农业和环境留下深层次的隐患和沉重的教训。

本书收集了农业技术推广系统、化肥生产系统、教学科研系统的专家、学者的论文40余篇,分别从不同的行业角度回顾了化肥在各个领域的发展历程、巨大作用、发展经验及存在的问题,同时展望了21世纪化肥发展的方向,对推进我国科学施肥技术和农业可持续发展具有重要的参考价值。

本书在编辑过程中得到了各位作者和作者单位的大力支持,唐近春专家参加了该书的审稿工作,他们为此书付出了辛苦的劳动,在此表示真诚的谢意!另外由于编者研究的不够深入和所收集的资料有限,书中还存在着许多不足,希望读者指正。

编者

2002.4.20

编 委 会

主 编：马常宝 高祥照

委 员：陈守伦 杨 帆 杜 森 钟天润

栗铁申 蒋启全 王金等 许发辉

朱 彧

顾 问：唐近春

目 录

中国化肥百年回顾	马常宝等	1
我国肥料科学研究与教育的发展	张福锁等	7
化肥百年后展望	许秀成	14
我国土壤钾素肥力概况和钾肥使用的进展	谢建昌	23
中国化肥生产百年回眸	冯元琦	34
基于 GIS 的农田农化信息管理探讨	杜 森等	37
肥料及科学施肥对我国农业发展的作用	钟天润	41
我国科学施肥的发展、问题及前景	杜 森等	45
吉林省化肥百年回顾	肖延华等	49
山东省肥料应用研究百年回眸	杨 力等	54
山东省科学施肥的百年回顾与展望	郭跃升等	61
湖南省化肥推广应用回顾与展望	夏海鳌等	68
河北省化肥施用量和结构的演变及调整发展的前景分析	刘宗衡等	73
甘肃省化肥研究及应用的回顾	金绍龄	76
50 年重庆肥料结构演变与农业持续发展	毛知耘等	81
山西化肥百年历程回顾	刘银忠	97
合理施肥与安徽农业可持续发展	叶世娟等	108
土壤肥料与河北省农业持续发展	秦双月等	118
江苏农产品优质生产中的肥料问题与对策	许学宏等	123
江苏省复混肥产品质量现状分析与对策	王红慧	128
化肥在河南农业生产中的作用与展望	郑 义等	134
浙江省化肥百年历程及科学施肥技术的进展	谢锦良等	144
上海化肥使用中的问题和对策	上海市农业技术推广服务中心	150
黑龙江化肥百年	施兆禄等	153
福建省化肥百年发展历程的回顾与展望	吴 杰	159
山东省肥料投入现状	郭跃升	167

甘肃省化肥养分投入数量及其比例演变分析	张树清等	170
河北省肥料利用现状与发展对策	郝立岩等	179
陕西省化肥发展及施肥问题研究	石 磊	183
贵州化肥施用的历史回顾与评价	贵州省土肥总站	188
广西化肥历史回顾	陆兴伦等	192
云南化肥使用状况、成效、问题及对策	黄兆贞等	201
江苏省提高化肥利用率技术研究初探	梁永红	209
试论无公害农产品与化学肥料	常志州等	216
青海省化肥百年历程回顾	张增艺等	220
坚持科学施肥 构筑农业新的增长点	向祥盛等	227
宁夏科学施用化肥的进展和在农业增产中的作用	关晓春等	233
内蒙古自治区化肥百年历程回顾	郑海春等	238
辽宁省农田土壤有效钾变化及施肥途径	赵 斌等	243
辽宁省有机肥源开发利用中的问题及对策	王玉丰等	247
江西化肥与农业可持续发展	江西省土肥站	250
种植业结构调整中土壤肥料工作存在的问题及发展对策	王 巍等	253
北京地区土壤肥力与施肥变化	朱 莉等	257
科学施用化肥 实现农业可持续发展	惠州市土肥站	267
沧海桑田说化肥	李早东	275
浅谈科学施肥与农业可持续发展	林君磷	280

中国化肥百年回顾

马常宝 杨帆 高祥照 陈守伦

全国农业技术推广服务中心,北京 100026

20 世纪初(1901 年)化肥进入我国,拉开了我国应用化肥的序幕,到 20 世纪末,化肥在我国走过了它百年的历程(1901~2000 年)。我国的化肥生产从无到有,化肥应用从少到多,有力地推动了我国农业的迅猛发展和经济建设的稳步前进,为解决我国人民的温饱问题,提高人民生活水平做出了巨大的贡献,为推进我国经济的发展,保障国家的安定团结发挥了重要的作用。

化肥走过的百年历程既展示了它的辉煌成效和杰出贡献,也给我国的农业和环境留下了隐患;既给我们提供了许多宝贵的经验,也给我们留下沉重的教训。在 21 世纪,化肥将继续在推动我国农业和经济发展中产生更加深远的影响。详尽地回顾化肥在我国走过的百年历程,使人们充分地认识化肥在农业生产中的卓著成效,认识科学施肥技术为化肥合理使用所做的重要贡献和巨大的潜能,认识盲目施肥遗留的隐患,同时,展望化肥行业的发展前景和科学施肥技术的发展趋势,推进 21 世纪化肥行业和农业的发展。

1 化肥百年历程回顾

1840 年,德国科学家李比希在总结前人研究成果的基础上批判了腐殖营养学说,提出了矿质营养学说。李比希矿质营养学说的创立,为化肥工业的兴起奠定了理论基础。从 1843 年第一种人造肥料——过磷酸钙在英国投产以来的约一个半世纪中,全世界已生产和施用了数十种含有单一的或两种以上的植物必需营养元素的化肥。特别是第一次世界大战以后,化肥的生产和施用得到了迅速的发展,为世界的农业作出了重要贡献。

我国的化肥应用大致分为三个阶段:认识阶段、起步阶段和发展阶段。

1.1 认识阶段(1901~1949 年)

1901 年氮肥从日本输入我国,首先在台湾省甘蔗种植上施用。1905 年以后,外商又陆续向我国大陆沿海地区销售化肥。1909 年,清政府所设的北京农事试验场开始进行化肥的肥效试验。当时的氮肥增产率水稻为 20%,小麦为 30%。1936~1940 年,前中央农业实验所首次进行全国规模的氮、磷、钾三要素肥效试验,当时称为地力测定。根据在 14 个省的 68 个试验点,对 8 种作物所作的 156 个试验结果表明,作物对氮肥的需要程度约占 80%。说明那时我国的耕作土壤普遍缺氮,施用磷肥显著增产的占 20%,钾肥一般无增产效果。尽管试验证明氮肥和磷肥的效果较为显著,但由于我国当时几乎没有生产能力,又由于经济水平的

限制,我国的化肥应用量很少,几乎完全依赖进口。

1.2 起步阶段(1950~1969年)

新中国成立后,我国的农业化学进入新的发展阶段,我国的化肥应用进入起步阶段。1950年,农业部召开第一次全国土壤普查工作会议。当时化肥的生产量和进口量很少,化肥的施肥量很低,1952年化肥施用量只有7.8万t。国内供应量的不足,使有机肥的施用仍占主导地位,1956年1月,国家颁布了《农业发展纲要(草案)》,深耕改土,增施有机肥料是其中重要的一项。1957年,成立全国化肥试验网。1959~1962年,开展了全国规模的第二次氮、磷、钾三要素化肥肥效试验。试验结果表明,当时我国农田土壤约有80%缺氮、50%缺磷、30%缺钾。在50~60年代期间,化肥使用量缓慢增长,1962年使用量达63万t,主要是氮肥。60年代期间,我国各省市对磷肥的肥效开展了广泛的研究,为磷肥在我国的应用起到了重要的推动作用。

1.3 发展阶段(1970~2000年)

从20世纪70年代开始,无论是化肥生产、化肥使用还是施肥技术的研究与普及都得到前所未有的迅猛发展。

1971年化肥生产量为299万t(纯养分,以下均指纯养分),1980年已达1232万t,翻了两番,速度之快为世界罕见。1999年,化肥生产量达到2938万t,是70年代初期的10倍,使我国一跃成为世界上最大的化肥生产国之一。与此同时,化肥生产厂家也在增加,据不完全统计,目前全国共有县级以上化肥厂1348个(不包含复混肥),其中氮肥厂731个,磷肥厂438个,钾肥厂5个,匀合肥料厂46个。全国共有各种类型复混肥厂1000多个(1998年统计数据)。

伴随着化肥工业的发展,化肥的应用量也显著增加。1970年为351万t,1980年为1269万t,1990年为2590万t,1999年为4124万t,化肥应用绝对增长量为3773万t。90年代是化肥绝对增长量最大的阶段,达1500多万t。

在化肥产量和施用量增加的同时,我国的施用技术研究和成果推广也得到了进一步的发展。1981~1983年,进行第三次全国规模的化肥肥效试验。对其中4943个试验点的资料统计分析表明,肥效的总趋势是氮肥的肥效大于磷肥,磷肥的肥效大于钾肥。80年代以来对钾肥、微量元素肥料和复(混)合肥料肥效开展了深入的研究,大力推广了化肥深施技术、配方施肥技术、平衡施肥技术;开展了补钾工程、补锌工程,有力地带动并促进了我国复(混)合肥、钾肥、微肥的推广应用。

2 化肥在农业中的贡献

我国是个人口大国,吃饭问题始终是我国的头等大事。粮食产量是保障人民生活水平和社会安定的前提和基础。在百年的历程中,特别是80年代以后,化肥对我国农业的贡献尤为突出,使我国农业连年取得丰收,粮食总量增长,农产品品种增加,人民生活水平提高,向世人证明了,中国人可以用占世界9%的耕地养活占世界22%的人口。

2.1 保证农产品产量,解决温饱问题

化肥是农作物的“粮食”,作物产量高低与施肥量有着密切的关系。据1950~1970年统计,世界粮食增加1倍,提高单位面积产量增加占78%,在提高单位面积产量的增产中,肥料

的增产作用占 40%~70%，平均每 kg 化肥(纯养分)可增产粮食 10kg 左右。联合国粮农组织(FAO)对 41 个国家 18 年施用化肥效果进行了调查统计,41 万个试验点的平均结果表明:化肥的平均增产效果为 60%;对 1981 年开始布置的 52 个 10 年以上长期肥料定位试验点的试验资料统计,结果表明,施用化肥对粮食产量的贡献率,全国平均 40.8%,1950~1970 年我国化学肥料的施用量(纯养分)由 3.9 万 t 增加到 351 万 t,粮食总产量由 13 212.5 万 t 增加到 23 995 万 t,两者之间有着良好的相关性。从 70 年代开始,随着我国化肥应用量的增加,我国的粮食产量也迅速提高,1980 年,粮食总产量为 32 055 万 t;1990 年为 45 184 万 t;1999 年为 50 838 万 t。粮食总量的稳步增长,一方面解决了人民的温饱问题,降低了我国贫困人口数量,到 1999 年我国的贫困人口数量降低到 2 000 万左右;另一方面,粮食总量的增加促进了我国食品加工业、畜牧业等众多行业的发展。1952 年,我国人均消费猪肉为 5.9kg,1980 年为 11.2kg,1990 年为 16.6kg,1998 年达 32.4kg。人民的生活水平逐步提高,尤其是近二十年,生活水平上了一个新台阶。

2.2 优化农产品质量,提高人民的健康水平

在提高农产品产量的同时,合理施用化肥还改善了作物品质。肥料养分对品质的调控机理主要表现在营养元素的生理功能上,首先是影响与该元素有关的品质成分的含量。施氮肥可调控与作物品质有关的含氮化合物 NO_3^- -N、蛋白质、必需氨基酸和环氮化合物(VB、生物碱等),提高香稻的香味成分 2-乙酰-1 吡啶;施磷肥可提高作物品质成分正磷酸盐、磷脂、植酸、磷蛋白、核蛋白等含磷化合物含量;钙是植物的第二信使,钙肥可提高植物果胶、饲草和马铃薯块茎中钙含量;施硫可提高大豆、花生中胱氨酸、半胱氨酸、甲硫氨酸含量和葱蒜类的芥子油、葱油的含量;施锌可使 20 多种蔬菜吸锌高于普通施肥蔬菜的数倍至数十倍。肥料养分可促进其他营养品质的形成,如适量施钾可明显提高蔬菜、水果中糖分、Vc 含量,抑制单施氮肥的不良效应,降低硝酸盐含量,提高油料、糖料、纤维素类作物的品质和榨菜头中鲜味氨基酸和甜味氨基酸含量,降低苦味氨基酸含量;施磷促进作物体内贮存物质蔗糖、淀粉和脂肪的合成;适量施 B、Zn、Mn 肥可以提高瓜果蔬菜 Vc 和糖分,Fe、Mn、Zn 肥可使香稻米质改善。施 Ca 防治瓜、果的水心病、苦痘病、脐腐病等有明显改善作物外观品质的作用。

2.3 保障耕地质量,适应农业可持续发展的需要

耕地是人类赖以生存的基础,高质量的耕地是农业可持续发展的前提。我国是有着悠久传统的农业国家。过去农田养分主要依靠有机肥来供应。众所周知,农业生产是一个能量转化和物质循环的过程,同时又是一个开放系统,人们不断从系统中收获产品,将各种养分带出系统,随着世界人口的增长和人们生活水平的提高,要求从农业系统带出的产品量不断增加,若要维持系统的生产能力,即达到可持续发展的目标,则需要向系统投入一定的化学物质予以补偿,仅仅靠有机肥来维持内部物质循环的封闭式农业是不行的,必须从农业系统外投入物质和能量,扩大物质循环和能量转化的强度,才能实现农业的持续增产。因此,适当的化学品投入是必需的。问题的关键是提高投入效率,降低由此引起的副作用。由此可见,合理投入、提高效率是农业可持续发展的重要手段。1999 年美国 Noman E. Borlaug 提出只有“可持续发展的集约农业”才能解决 21 世纪人口增长对粮食和其他农产品的需求,施用化肥正好满足了这种要求。可见,化肥是可持续发展集约化农业不可或缺的生产资料。

1949~1999年期间我国有机肥施用量增长3倍,相比而言,化肥施用量增长速度更快,特别是在最近的20年中—化肥的平均用量以每年143万t的速度递增,1980年,化肥施用量1269万t,1999年,达到4124万t。有机肥所占的比重不断下降,化肥比重逐步提高,为改善我国农田养分投入和产出的平衡作出了重大贡献。80年代以前,我国化肥投入不足,土壤养分的消耗始终高于补给。50~60年代表现得尤为突出,原因在于,解放后政府重视农业发展,农民种田积极性增强,作物产量大幅度提高,但限于经济和技术条件,化肥供应不能满足农业发展的需要。因此,在这个时期被称为“掠夺式”经营。农田养分长期亏缺,导致70年代中、后期土壤普遍缺氮,大部分缺磷,南方开始缺钾,耕地质量下降,制约我国农业可持续发展。进入80年代,化肥比重超过有机肥,这一状况逐渐改观。目前,我国土壤缺磷状况有所缓和,但土壤钾素的亏缺仍无根本性改变,缺钾面积继续由南向北推进。化肥将会在很长一段时期内,在补充和平衡土壤养分、保护耕地质量方面起重要的作用。

3 化肥带来的负面影响

化肥给农业带来的革命性变化和它为我国和世界农业所做的贡献是不容置疑的,但片面强调和不合理应用也给农业生产和环境带来了一系列负面影响。主要体现在:

3.1 片面强调或忽略化肥的作用,引发生态环境的破坏

化肥的突出作用,使农民片面地认为化肥的施用量与它的产出一一直成正比,于是在我国部分地区出现过量施肥的现象。沿海部分地区氮肥亩施用量高达30kg(15kg左右为适宜量),一方面造成资源浪费,另一方面引发氮肥流失,造成水体污染,破坏生态环境。过量施用氮肥和磷肥造成水体富营养化、地下水污染严重等。中国农业科学院对某地区14个县市69个点调查结果表明,该地区的农村和小城镇,由于农用氮肥的大量施用而引起的地上水、饮用水中有半数以上超过饮用水硝酸盐含量的最大允许量50mg/L,高者达300mg/L。我国5大湖泊的水体已不同程度受到污染,就太湖水体污染富营养化而言,23%的氮素来自农田流失。中国农业大学对某大城市80个地下水样测定,25%水样中的硝酸盐含量超过国家饮用一级标准,部分水样超过二级标准。忽视化肥的施用,造成耕地用养结合失调,退化、沙化严重,是引发我国连续发生沙尘暴的重要原因之一。我国西北地区化肥投入量普遍偏低,1999年青海省平均每亩投肥仅有8kg,只占沿海某省投肥量的1/9。

3.2 不合理的施肥,造成耕地质量和农产品品质下降

化肥的突出作用也是引发农民盲目施肥的又一重要原因。氮肥和磷肥的肥效在70年代前得到了充分的验证,因此农民大量施用氮肥和磷肥,造成施肥比例失调,耕地地力下降。据湖北省调查资料,近10年来有67%的耕地土壤有机质含量下降,平均降幅为20%,且呈持续下降的趋势。施肥比例失调,造成缺素面积日益增加,1995年钾素调查结果表明,我国严重缺钾面积由1985年的31%增加到1995年的56%,几乎扩大了1倍,约50%的耕地土壤中微量元素缺乏,1995年,硼、锰、锌、铁的缺素面积达23.6亿亩(次)。同时,造成耕层变浅、耕性变差,板结、保水保肥能力下降。施肥比例的不合理,造成作物品质下降,瓜果含糖量低,适口性差,棉麻纤维变短,食品中有害的硝酸盐含量及重金属超标,加工、贮藏性能差。京、沪、津等7城市123种市场主要蔬菜调查数据表明:硝酸盐轻度污染的有34种,占27.6%,中高度污染的占72.4%。按世界卫生组织(WHO)和联合国粮农组织(FAO)规定推

算,已不允许食用的蔬菜品种有 33 个,占 26.8%。随着我国加入 WTO,农产品品质将是影响我国农产品在国际国内市场竞争地位、出口创汇的重要原因之一。

4 科学施肥技术的发展和推广对化肥应用的贡献

化肥在我国进入起步阶段后,我国的科技推广人员就进行了大量科学研究和推广应用工作,为推进化肥在我国的应用和充分发挥化肥肥效起到了重要的作用。1950 年,农业部召开第一次全国土壤普查工作会议,随后进行全国第一次土壤普查工作,摸清我国耕地类型、耕地养分状况等。1957 年成立了全国化肥试验网,试验了氮肥、磷肥的肥效。1959~1962 年,又开展了全国规模的第二次氮、磷、钾三要素化肥肥效试验,为氮肥和磷肥在我国大面积的推广应用起到了重要的推动作用和良好的示范窗口作用。随着化肥用量的增加,我国的耕地状况和水平发生了明显的变化。为了准确地了解耕地的养分状况、化肥施用后耕地养分变化情况,1979 年开展了第二次全国土壤普查工作,摸清了我国 20 年耕地养分变化状况,化肥施用对我国耕地质量的影响。两次全国土壤普查在摸清土壤资源基本情况的基础上,大力推广土壤改良技术,使 80% 的中低产田得到不同程度的改良,同时也为指导我国科学施肥提供了依据。1981~1983 年,我国又进行第三次全国规模的化肥肥效试验,检验氮、磷和氮、磷、钾协同效应。在此基础上,推广了配方施肥技术和平衡施肥技术,平衡施肥技术提高肥料利用率 5%~10%,每亩提高粮棉产量 15~30kg,亩节约成本 5~10 元。“八五”期间全国完成配方施肥面积累计达 33 亿亩(次),平均每年 6.6 亿亩(次),每年增产粮食 65 亿 kg。“九五”期间,农业部又大力推广了平衡施肥技术,实行“测、配、产、供、施”一条龙服务。2000 年全国共推广平衡施肥面积约 8 亿亩(次),重点推广面积 8 000 万亩(次)。同时,为配合各项技术的推广应用,相继启动并开展了补钾补素工程、平衡配套施肥试验示范工程、统测统配示范工程、精准农业示范工程等。

5 “十五”期间肥料工作畅想

20 世纪,尤其是后 40 年,化肥的作用充分地展示出来。进入 21 世纪,随着人口的增加,耕地的减少,化肥将继续发挥它无可替代的重要作用。肥料工作者需要在总结前人工作的基础上,取其精华,去其糟粕,不断进取,开拓创新。

5.1 引进并发展高精尖科学施肥技术,跟踪并追赶国际新潮流

高精尖技术是一个国家科技实力的具体体现。我国是农业大国,但农业发展水平还很低;施肥水平虽然有了较大的进步,但与发达国家相比,差距仍很大。需要我们积极引进国外先进技术,消化、吸收,并且发展,形成具有自己特色、适于本国需要的施肥技术,促进农业可持续发展。因此,“十五”期间,要进一步引进国际先进的科学技术,如“精准农业”,结合国内农业生产实践,形成具有自己特色的“精准农业模式”,建立精准农业试验示范区。同时,引进国际上比较先进和流行的灌溉施肥技术,提高肥料和水资源的利用率,保护生态环境。

5.2 组建“航空母舰”,发挥 1+1>2 协同效应

在 20 世纪末期,我国大力推广了配方施肥技术、平衡施肥技术、平衡配套施肥技术、化肥深施技术、有机肥综合利用技术等,每项技术在特定的时期都发挥了重要的作用。随着农业生产水平的提高,单项技术的作用不再十分显著。为了充分发挥各项技术的协同作用,要

将各种施肥技术组装配套,组建土壤肥料“航空母舰”。“十五”期间要开展实施“沃土工程”项目,综合利用土、肥、水等各项技术,提高土、肥、水资源利用率,从而达到“合理利用资源,促进农业发展”的目标。“沃土工程”项目是将各项先进科学技术合理组装和配置,形成“航空母舰”,充分发挥单项技术不能达到的 $1+1>2$ 的协同效应。

5.3 推广适宜的科学施肥技术,适应人民生活需要

随着人民生活水平的提高,老百姓更加注重生活质量,对农产品提出了更高的要求。无公害农产品、优质农产品、绿色食品等农产品的消费量逐年增加,市场前景广大。传统的施肥方式和肥料产品已经不再适应农业生产的需要,我们要积极调整工作重点,推广无公害农产品、优质农产品、绿色农产品、蔬菜和花卉等施肥技术,开发特种产品专用肥、商品有机肥、生物肥料、有机无机复混肥等,适应农业发展需求,适应市场需求,适应人民生活需要。

参考文献

- [1] 中国农业百科全书. 农业出版社,1996
- [2] 全国农业统计提要. 中华人民共和国农业部市场与经济信息司,2000
- [3] 全国农业统计提要. 中华人民共和国农业部市场与经济信息司,1990
- [4] 农村经济资料手册. 农业部综合计划司,1949~1990
- [5] 金继运. 植物营养与肥料学报. 1998,4(1):1~7

我国肥料科学研究与教育的发展

张福锁 毛达如 陈伦寿 曹一平 王兴仁

中国农业大学资源与环境学院, 北京 100094

肥料科学是植物营养理论、施肥技术、肥料产品开发和技术推广等多个方面的综合,其科学研究需要大量训练有素的专业人才。世界各国高层次人才的培养主要由高等院校来完成,与此同时高校还承担着国家和各层面的科研任务,所以肥料科学的教学必须与生产和科研实践相结合。在我国,与肥料科学有关的教学——科研体制的形成和发展已有百年的历史,本文只是对此作一个初步、简要的总结。了解历史是为了启迪未来,因此讨论的重点放在中华人民共和国成立后的 50 余年,特别是改革开放后的 25 年。由于施肥技术一直是我国肥料科学研究与教学的重点,因而也是本文讨论的主线。

1 肥料科学研究的发展

我国肥料科学研究及为之服务的教学可大致分为四个发展时期:

1.1 以寻找最小养分为主要目的的肥料效应试验时期

这一时期大致在 20 世纪初到 1949 年中华人民共和国成立。我国有文字记载的施肥实践可以上溯到公元前 16 至 8 世纪周朝的“除草肥田”,但化肥的施用和施肥技术的研究则始于 20 世纪初^[1]。1905 年中国首次进口化肥(当时称为“人造肥料”),与此同时开展了一些肥料效应试验,主要由农业研究单位和农业院校教师来完成,其主要目的是寻找我国农田土壤的“最小养分”。例如,1902 年保定直隶农事试验场进行的小麦有机肥、磷肥及山芋钾肥试验;1917 年原中华农学会与德国爱礼司肥料公司合作开展的肥料试验;1914~1920 年在广东和 1927~1928 年在苏杭等地进行的氮磷钾肥试验;1933~1936 年彭加元等的硫酸铵和有机肥对稻米产量、品质影响试验等。1939~1940 年,前中央农业试验所张乃凤、姚归耕等在全国 14 省 68 个试验点不同土壤和作物上所布置的肥料三要素地力测定,是我国化肥网试验的先导,初步查明我国多数农田普遍缺氮、磷次之,钾基本不缺。其后,孙羲、黄瑞采、斐保义、何文骥等也进行了一些化肥和有机肥试验。这一时期的肥料试验虽然数量和规模有限,但却对了解土壤肥力和合理施肥及后来的施肥技术研究起到了积极的推动作用。

与施肥技术研究相比,施肥教学的发展较为滞后。解放前虽然有 23 所综合大学设有农学院^[2],但没有植物营养和施肥技术专业。当时,由于我国大多数农民几乎没见过和不施用化肥,教学的一项重要任务就是以李比希的矿质营养学说和西方施用化肥的生产实践为依据,宣传化肥的性质和作用,强调有机肥与无机肥配合施用的重要性^[3]。

1.2 以作物需肥特征为主要依据的作物施肥时期

这一时期大致为 1949 年至 20 世纪 80 年代初。解放后,随着农业生产的迅速发展,我国施肥水平,特别是化肥施用量的逐年增加,农民的施肥技术水平亟待提高,这使得施肥技术研究和技术推广得到迅速发展。全国及各省、县级农业科学研究和技术推广单位相继建立,一般都设有土壤肥料研究所或工作站,与此同时,各农业大专院校也设有土壤农业化学系或教研组。它们对肥料知识的普及、施肥技术的研究和推广起到了重要作用。这一时期的研究成果以中国农业科学院土壤肥料研究所组织全国科研单位和高等院校协作进行的有机肥、化肥多点定位试验最具代表性。

其间科研和教学的一个重要特点是以作物为中心,将作物需肥特性作为施肥的主要依据,并特别重视学习和总结农民的施肥经验,但对定量化施肥技术研究却涉及甚少。例如,60 年代初,前北京农业大学等我国重点农业院校单独或协作编写的农业化学总论和作物施肥法等教材,主要讲授肥料性质、作物营养特性及常规施肥技术,例如如何根据冬小麦等作物营养生长和产量形成的关系及需肥特点进行施肥调控等。教学中引导学生学习农民的经验,如小麦专家刘应祥据“驴耳朵、马耳朵、猪耳朵”等叶片形态进行氮肥调控的经验;水稻专家陈永康据叶色“三黄三黑”的变化规律进行氮肥调控的经验等。这些农学理论和专家经验对指导农民合理施肥和科学研究起到了重要作用。

1.3 以效应函数为主要定量方法的配方施肥时期

这一时期大致在 20 世纪 80 年代初至 90 年代中后期。其间定量化施肥是施肥技术的核心,推荐施肥方法从以专家和农民经验为主的定性阶段走向以田间生物效应为基础的定量化阶段^[4]。

“文革”后,特别是改革开放以来,我国在施肥技术的研究内容、方法及教材改革上与发达国家进行了交流和相互学习。1984 年前北京农业大学、河北农业大学等几所高等农业院校协作编写的新教材《农田施肥原理与实践》^[5],在国内施肥法教学上,首次提出了施肥的基本原理和效应函数经济计量施肥法,即在肥料田间试验的基础上,通过回归分析建立施肥模型,再用边际分析方法确定最高产量和经济最佳施肥量。后来这一方法在我国教学和科研领域得到了广泛认可。

这一时期,我国以肥料效应函数法为主要手段进行施肥技术研究的实例不胜枚举,其中比较典型的是中国农业科学院、中国农业大学、江苏农业科学院、南京土壤所等单位协作,在 1980~1985 年进行的国家“七五”技术攻关项目——黄淮海平原施肥技术的研究^[6],其推荐施肥技术和研究方法在国内有相当大的影响。

20 世纪 90 年代以后,随着化肥特别是氮肥施用量的增加,我国曾多次举办全国或国际植物营养培训班和平衡施肥学术讨论会,加强平衡施肥理论和技术的研究,推广配方施肥技术;以平衡施肥为主要科技含量的肥料新产品开发在一些研究单位和农业院校也陆续展开。与此同时,在教学上逐渐与国际接轨,加强了对本科生、研究生的植物营养理论教学。

1.4 以节肥增效为主要效益目标的农田养分综合管理时期

化肥的施用对我国农业生产发展作出了巨大的贡献,但因肥料施用不合理、区域间分配失调和有机物料管理、利用不当等带来的负面效应也日趋严重。仅以氮肥为例,目前我国每

年的氮素损失相当于 1 900 多万 t 尿素,价值达 380 多亿元^[7]。氮肥施用量比发达国家为防止化肥对水质污染而设置的安全上限(225kg/hm²)还高出近 45%。在这种情况下,必须进一步拓宽和发展传统的施肥技术模式,建立养分资源的概念,将土壤、肥料和环境中的所有可能提供的养分均作为养分资源,以农业可持续发展为目标,以施肥为主要手段,对农田养分进行综合管理^[8,9]。它包含以下基本含义:

(1)对肥料效益不能只考虑作物产量、产品质量和肥料经济效益,还应考虑施肥对土壤肥力、环境和食品安全的影响。

(2)要实现肥料综合效益目标,不仅要研究肥料的施用技术,还要注意施肥技术与其他各项农业管理措施的配合,发挥其综合作用。

(3)将节肥增效作为农田养分综合管理的核心目标。通过提高土壤养分的生物有效性、挖掘作物营养高效基因潜力和加强有机物质中矿质养分的再循环和再利用,控制化肥施用量,充分发挥化肥的增产、培肥土壤、改善产品质量 and 环境保护的积极作用,尽可能减少或消除其因不合理施用而带来的负效应。

(4)农田综合管理必然涉及区域和全国范围的养分资源宏观调控和土壤养分及肥料效应的长期监测。对于我国这样一个幅员辽阔、生态条件复杂、历史悠久的农业大国来说,尤其如此。

基于上述认识,我国近期的肥料科学研究和教学得到了全面发展,广度和深度有了新的提高。例如,在施肥技术研究上,中国农业科学院和中国农业大学等长期合作进行的国家科技攻关项目——黄淮海平原施肥技术专题研究,在“八五”期间,推荐施肥量的确定除将土壤养分肥力作为主要依据外,还考虑到气候年型对施肥量的影响;除将主要作物产量、品质 and 经济效益作为施肥决策的主要效益目标外,还考虑到土壤养分的持续变化及施肥对土壤残留 NO₃-N 等环境因素的影响^[10]。在“九五”期间,则进一步将“养分资源持续高效利用新技术系统”的建立和应用作为技术目标。通过多学科协作,研究了田块级土壤养分的空间变异与推荐施肥的关系,对我国条件下“精确施肥”的途径进行了探索^[11];对亩产吨粮模式或更高产条件下节肥省水的农业技术整合及农田养分综合管理技术体系的建立进行了初步尝试。中国农业大学与德国霍恩海姆大学长期合作,1990~1992年,有农学、土壤、施肥、机械、农经等学科师生参加,对北京北纬 40°机械化吨粮生产综合技术进行了研究^[10]。1998年,又以京郊 200 亩生产田为试验基地,对“华北平原作物高产及高生产力条件下环境承受的可持续农业”进行研究,这次共有植物营养、土壤、农药、农学、生态、信息、农经、蔬菜等 8 个专业的专家、研究生参加。与此同时,高等院校与地方科研、生产和技术推广部门紧密配合,形成了施肥技术与推广的新局面,例如中国农业大学负责的国际引进项目“土壤、植物测试推荐施肥”研究^[12],因有全国 18 个科研、高校和技术推广部门参加,扩大了先进技术的推广面积和推广效果,而地方承担的果树营养和烟草施肥等项目,因与中国农业大学等高等院校合作,得以在“根际生态理论”和“作物库-源养分调控理论”等方面取得突破,并在关键技术上取得重大进展^[13]。

2 肥料科学教育的发展

肥料科学教育(主要是学科建设和人才培养)的发展与我国社会、经济和农业的发展过