

基于高效土壤养分测试技术

测土配方施肥原理与实践

白由路 杨俐苹 金继运 编著

 中国农业出版社

测土配方施肥原理与实践

基于高效土壤养分测试技术

白由路 杨俐苹 金继运 编著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

测土配方施肥原理与实践: 基于高效土壤养分测试技术/白由路, 杨俐苹, 金继运编著. —北京: 中国农业出版社, 2007. 6

ISBN 978-7-109-11733-4

I. 测… II. ①白…②杨…③金… III. ①土壤肥力-测定法②施肥-配方 IV. S158.2 S147.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 087644 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 100026)
责任编辑 贺志清

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2007 年 9 月第 1 版 2007 年 9 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 13.75 插页: 4

字数: 320 千字 印数: 1~3 000 册

定价: 38.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

主 编 白由路 杨俐苹 金继运

副主编 魏义长 卢艳丽

参加编写人员（按姓氏笔画排列）

王 贺 王 磊 王红娟 孔庆波

卢艳丽 白由路 齐振兴 李 瑞

李书田 杨俐苹 何 萍 林继雄

金继运 梁鸣早 黄绍文 程明芳

魏义长

前 言

测土配方施肥是提高作物产量、保证粮食安全、降低农业生产成本、增加农民收入、节约资源、保证农业可持续发展、保护农业生态环境的重要措施。在社会主义新农村建设和发展现代农业的新背景下,测土配方施肥又是转变农业增长方式,发展节约型农业、节本增效的重要举措。党中央国务院对测土配方施肥工作给予了高度关注。为了配合我国测土配方施肥行动,提高基层科技工作者的业务水平,作者在原来《测土施肥原理与技术》基础上,结合多年来的实践,对内容进行了较多的更新。

本书共分七章,前五章介绍了测土配方施肥的基本原理及土壤养分的测试方法等。其中绪论部分介绍了有关测土配方施肥的意义、内容和技术模式等;第一章介绍了作物的营养特性,包括了作物缺素症状等内容;第二章介绍了土壤中的营养元素状况,介绍了近15年来,中国农业科学院国家测土施肥中心实验室对全国4万多个土壤样品的分析结果;第三章从理论的角度介绍了测土配方施肥的基本原理;第四章主要介绍了高效土壤养分的分析测试技术,该技术也是以后章节中推荐施肥的基础方法;第五章介绍了施肥配方确定的方法,主要介绍了以土壤养分测试为基础的养分指标法和目标产量法;第六章介绍了肥料效应田间试验的具体方法和利用EXCEL软件进行“3414”试验的结果统计方法等;第七章是常用化学肥料的性质及施用技术等;第八章介绍了不同作物种类的施肥推荐指标与施肥技术等。

本书在编写过程中得到了中国农业科学院国家测土施肥中心实验室、中国植物营养与肥料学会、国际植物营养研究所中国项目部、中化化肥有限公司和中阿化肥有限公司的参与和大力支持,在此一并表示衷心感谢。由于作者水平有限,加之时间匆促,谬误之处恳请读者批评斧正。

作 者

2007年5月

目 录

前言

绪论 1

- 一、测土配方施肥的意义 1
- 二、测土配方施肥的内容 2
- 三、测土配方施肥的模式 3

第一章 作物的营养特性 7

第一节 植物生长发育必需的营养元素 7

- 一、植物营养元素的种类 7
- 二、必需元素的生理功能 7
- 三、养分供应不足植物所表现的症状 11

第二节 植物对养分的吸收 16

- 一、根部营养 16
- 二、叶部营养 18

第二章 土壤中的营养元素 19

第一节 土壤中的氮 19

- 一、土壤中氮素的形态 19
- 二、土壤氮素的状况 20
- 三、土壤中氮素的转化 22
- 四、土壤氮素与施氮的关系 23

第二节 土壤中的磷 23

- 一、土壤中磷的含量 23
- 二、土壤磷素的形态 24
- 三、土壤中的有效磷 25
- 四、土壤中磷的固定及其机制 26
- 五、影响土壤固磷作用的因素及减少固磷作用的途径 28

第三节 土壤中的钾 29

- 一、土壤中钾的形态及其有效度 29
- 二、土壤中钾的含量 30
- 三、影响土壤钾含量的因素 31

四、土壤中钾的固定	32
第四节 土壤中的硫、钙、镁	32
一、土壤中的硫	32
二、土壤中的钙	33
三、土壤中的镁	34
第五节 土壤中的微量元素	36
一、土壤中的锌	36
二、土壤中的硼	37
三、土壤中的钼	38
四、土壤中的锰	39
五、土壤中的铜	39
六、土壤中的铁	40
第三章 测土配方施肥的基本原理	42
第一节 测土配方施肥技术的理论依据	42
一、植物矿质营养学说	42
二、营养元素的同等重要与不可替代律	42
三、养分归还学说	42
四、最小养分律	43
五、报酬递减率	44
第二节 作物的需肥规律	45
一、作物的需肥规律	45
二、营养临界期与最大效率期	45
第三节 土壤的供肥特性	46
一、土壤中各种速效养分的数量	46
二、迟效养分转化为速效养分的速率	47
三、速效养分持续供应的时间	48
第四章 高效土壤养分测定技术	49
第一节 土壤样品的采集与处理	49
一、土壤样品的采集	49
二、土壤样品的风干过程与处理	52
第二节 土壤有效养分的测定过程	54
一、土壤碱溶有机质的测定	54
二、土壤有效磷、钾、铜、铁、锰、锌的测定	56
三、土壤交换性酸、速效氮、有效钙和镁的测定	60
四、土壤中有效硫、硼的测定	65
五、土壤酸碱度的测定	67

第五章 施肥配方的确定	69
第一节 施肥总量的确定	69
一、养分指标法	69
二、目标产量法	77
第二节 肥料的合理分配与施用	81
一、肥料的合理分配	81
二、肥料的施用技术	82
第六章 肥料效应的田间试验	84
第一节 肥料效应田间试验的意义	84
一、肥料效应田间试验的概念	84
二、田间试验的内容和任务	85
三、肥料效应田间试验的基本要求与误差控制	86
第二节 肥料效应田间试验方案设计	87
一、“3414”完全实施方案	87
二、“3414”部分实施方案	88
三、对比试验方案设计	89
第三节 田间试验的实施	91
一、试验地的选择	91
二、田间试验的布置和管理	93
三、田间试验的观察记载和测定	99
第四节 试验结果的统计和分析	103
一、“3414”方案设计的特点	103
二、“3414”试验完全实施的结果统计与分析	104
三、“3414”试验部分实施方案的结果统计与分析	112
第五节 县级单位布置肥料效应田间试验一般流程	114
第七章 常用化学肥料	116
第一节 氮肥	116
一、常用氮肥品种和施用	116
二、氮肥的使用技术	122
第二节 磷肥	127
一、常用磷肥的品种和性质	128
二、磷肥的使用技术	129
第三节 钾肥	134
一、常用钾肥的品种和性质	134
二、钾肥的使用技术	137

第四节 复(混) 合肥料	141
一、复(混) 合肥料的主要种类	141
二、复(混) 合肥料的肥效和使用技术	143
三、复(混) 合肥料的用量计算	147
第五节 中微量元素肥料	149
一、钙、镁、硫肥料种类和使用技术	149
二、硼、锌、锰等微量元素肥料种类和使用技术	153
第八章 主要作物的营养特点与施肥	156
第一节 大田作物施肥配方与施肥技术要点	156
一、水稻	156
二、小麦	158
三、玉米	160
四、甘薯	162
五、马铃薯	164
六、谷子	166
七、棉花	167
八、大豆	169
九、油菜	170
十、花生	172
十一、甘蔗	173
十二、甜菜	174
十三、烟草	175
十四、茶树	177
第二节 果树的营养与施肥	179
一、果树营养的基本特性	179
二、果树施肥的基本原则	180
三、苹果、梨	182
四、桃树	184
五、葡萄	185
六、猕猴桃	187
七、枣树	187
八、柑橘	188
九、荔枝、龙眼	189
十、香蕉	191
十一、柿树	193
十二、枇杷	194
第三节 蔬菜的营养与施肥	195

一、蔬菜营养的基本特性.....	195
二、蔬菜施肥的基本原则.....	197
三、西瓜.....	197
四、大白菜.....	199
五、芹菜.....	200
六、结球甘蓝.....	201
七、花椰菜.....	202
八、番茄.....	204
九、辣椒.....	205
十、黄瓜.....	206
十一、菜豆.....	207
十二、萝卜.....	208
十三、大蒜.....	209
十四、大葱.....	211
十五、保护地蔬菜施肥.....	211
主要参考文献.....	214

绪 论

一、测土配方施肥的意义

(一) 提高作物产量，保证粮食安全

在农业生产中，各种资料都表明作物产量的 50% 来源于施肥，自 1840 年德国化学家李比希 (Leibig) 提出植物的矿质营养理论后，化学肥料已成为农业生产中不可缺少的物质保证。据统计：1850 年到 1950 年的 100 年间，在世界范围内，粮食增产的 50% 来源于化学肥料。我国 20 世纪 60 年代以后开始大量施用化肥，粮食产量也随之增加。化肥，这个现代农业的支柱，是需要合理利用的，在化肥短缺的时代，化肥施用量满足不了作物的需要，只要施肥就能增产，不存在“合理”的问题。今天，随着化肥产量的增加，如何选择，如何施用，就成了农业生产的一个重要问题，施用不当会减产，配比不合理也不能增产，只有通过土壤养分测定，才能根据作物需要，正确确定施用化肥的种类和用量，才能持续稳定地增产。中国农业科学院近年在全国进行的实验示范结果表明：通过测土配方施肥，水稻平均增产 15.0%、小麦 12.6%、玉米 11.4%、大豆 11.2%、蔬菜 15.3%、水果 16.2%。同时通过测土配方施肥，可以有效地诊断出当地限制作物产量的养分因子。例如：2002 年 10 月至 2003 年 5 月，通过中国农业科学院对上海佘山农场的土壤养分测定结果表明，土壤缺锌严重，仅补施锌肥一项，小麦增产 18.3%、大麦增产 22.2%。

(二) 降低农业成本，增加农民收入

肥料在农业生产资料的投入中，约占 50%，2005 年全国化肥施用总量达 4 766 万 t (折纯，下同)，约占全世界化肥用量的 1/3。但是，在施入土壤的化学肥料中，能为作物吸收利用的仅一小部分，还有一大部分不能被作物吸收，一般情况下，氮肥的当季利率为 30%~50%，磷肥为 20%~30%，钾肥为 50% 左右，不能被作物吸收利用的肥料，在土壤中会发生挥发、淋溶和固定等。在肥料的损失中，除一些不可避免的因素外，很大程度上与不合理施肥有关，所以，如何减少肥料的浪费，对提高农业生产的效益至关重要。据测算，全国农业每年用于化肥的投入全国约为 2 000 亿元，2004 年仅由于化肥价格上涨一项，全国农民就多支出约 600 亿元，相当于中央所有惠农政策直补资金的一倍，所以，化肥问题不仅是单纯的技术问题，也是影响农业和农村经济的社会问题。

(三) 节约资源，保证农业可持续发展

众所周知，肥料是资源依赖型产品，氮肥生产所需的氮素虽来源于大气，是取之不尽的自然资源，但是，每生产 1t 合成氨约需要 1 000m³ 的天然气或 1.5t 的原煤，所以氮肥的生产是以消耗大量的能源为代价的；磷肥的生产需要有磷矿，据中国磷肥工业协会的估计，我国高品位磷矿资源仅可利用至 2012 年，也就是说，2012 年以后，我国磷肥工业的生产只能采用中低品位的磷矿石；目前我国钾肥约 70% 依赖于进口，以后的矛盾会更加

加剧。所以,采用测土配方施肥技术,合理施用肥料,提高肥料的利用率也是构建节约型社会的具体体现。据测算,如果氮肥利用率提高10%,则可以节约2.5亿 m^3 的天然气或节约375万t的原煤。在能源和资源极其紧缺的时代,进行测土配方施肥具有非常重要的现实意义。

(四) 减少污染,保护农业生态环境

众所周知,不合理的施肥会造成肥料的大量浪费,它不仅造成了大量原料和能源的浪费,工业固氮造成了大量的 CO_2 排放。浪费的肥料必然进入环境中,氮磷的大量流失造成了水体的富营养化。根据调查资料显示,我国集约化农区化肥过量施用以及有机资源浪费导致生态环境恶化,水体污染严重,全国近70%的淡水湖泊达到富营养化。中国科学院农业资源与农业区划研究所在北方集约化农区20个县600多个样点的调查显示,45%地下水硝酸盐含量超标。所以,使施入土壤中的化学肥料尽可能多地被植物吸收,尽可能减少在环境中的滞留,对保护农业生态环境也是有益的。

综上所述,测土配方施肥不仅影响到农业生产、粮食安全,同时涉及资源、环境以及农业、农村和农民等一系列社会问题。党中央国务院对测土配方施肥工作十分重视,多次在国家重要决策中提及测土配方施肥问题,2005年开始划拨财政专项资金,用于全国测土配方施肥的试点建设工作,所以,就目前我国的发展形势,测土配方施肥已不是一个单项的技术措施,而是一个国家政策措施,推广测土配方施肥已不是一个部门的行为,而是一个国家政府的行为。

二、测土配方施肥的内容

测土配方施肥来源于测土施肥和配方施肥,测土施肥是根据土壤中不同的养分含量和作物吸收量来确定施肥量的一种方法,如果对每一种养分都进行土壤测定,并根据作物吸收的多少确定出不同养分的施用数量,各种养分的配比自然也就有了,所以,测土施肥本身也包括有配方施肥的内容,并且这样所得到的“配方”更确切、更客观;配方施肥除了也进行土壤养分测定外,还要根据大量的田间试验,获得肥料效应函数等,这是测土施肥所不进行的内容。所以,配方施肥和测土施肥具有共同的目的,只是侧重面有所差异,所以也概括称为测土配方施肥。“测土配方施肥”包括土壤养分测定、施肥方案的制订和正确施用肥料三大部分,具体可分为土壤测试、配方设计、肥料生产、正确施用等环节。

(一) 土壤养分测定

正确的施肥方案来源于三个方面,即所谓的“看天、看地、看庄稼”。科学地讲,是根据作物对养分的需要特点和土壤中养分贮量来确定的,其中作物对养分的需要量一般比较稳定,从有关资料中可以查到。而土壤中的养分贮量由于受多种因素诸如挥发、淋失、固定、吸收等的影响,变化幅度相当大,经常需要测定。一般粮食作物土壤每2~3年测定一次,经济作物土壤则要求每年或每季测定。必要时,一个作物生长期中还需要测定数次,才能正确判断土壤中养分的含量,正确指导施肥。所以,土壤测定是测土施肥工作中的重要环节之一,只有客观地测定出土壤养分含量,才能获得科学的数据,指导施肥方案的制订。由于农业生产的季节性、时效性强,因此,一个好的土壤测试方法的选择非常重要。一个好的土壤测试方法不仅要求土壤有效养分测试值与作物实际吸收量间相关性好,

而且测定方法尽可能简单、快速、准确。只有这样,根据土壤测试结果指导作物施肥才能真正做到不误农时。

(二) 施肥方案的制订

施肥方案的制订,包括两个内容:一是确定作物整个生育期中各种肥料的施用总量;二是根据作物生长发育中对养分的需要规律,安排各种肥料的分配或施用时期。

施肥总量的确定是要根据作物的生育特点和从土壤中吸收养分的数量,参考土壤养分测定的数据进行计算的,不同的作物对养分的需要量是不同的,不同的土壤其养分含量也有差异,所以,不同作物或同一作物不同地块的施肥量都不相同。它只有在土壤养分测定的基础上,根据作物需要才能确定。

施肥量确定以后,接下来是如何施用,一次施用呢?还是分次施用呢?这也要根据作物的生长特点和土壤肥力状况来确定,不同作物对养分吸收的特点不同,应区别对待,如一般作物需磷较多的时期在生育前期,所以磷肥一般宜在前期施用,作基肥或种肥,土壤只要不严重缺磷,很少追施磷肥,这些都需要在了解作物的吸收特点后进一步确定,在制订施肥方案中还要根据肥料的特性,有些宜作基肥,有些宜作种肥,有些宜于叶面喷施,有些宜于土壤施用,这些都需要考虑。

施肥量和肥料的分配都属于施肥方案的内容,它的正确与否不仅与作物产量有很大关系,而且与肥料的利用率也关系密切,只有正确的方案,才能指导合理施肥,提高作物产量。

目前,在社会化的服务过程中,为了解决测土配方施肥过程中肥料配比的问题,一些厂家根据土壤养分测定的结果,提出较为合理的养分配比,然后生产出适合一定区域的复(混)肥料,这就是测土配方施肥过程中的配方设计和肥料生产环节。

(三) 肥料的施用

施肥方案确定以后,就是如何实施方案,也就是如何将肥料施入土壤中。在肥料的损失中,约有60%来源于不正确的施肥方法。不同的肥料,其施用技术差异很大,这要根据肥料的性质和土壤的理化性状来确定,肥料能否被作物吸收、不损失,其关键是如何施用,这是生产中经常遇到,且出现问题较多的环节。例如,一些地方施用尿素时经常撒在地表,这种方法是否得当呢?这也是在测土施肥过程中需要解决的问题。

这里指出,测土配方施肥是技术性很强的工作,田间试验、技术推广以及技术创新等研究都是测土配方施肥的必要内容。

三、测土配方施肥的模式

(一) 政府主导的测土配方施肥模式

从2005年开始,国家对测土配方施肥进行了大量的资金投入,至目前,在全国建立了数百个测土配方施肥项目县,同时,各地方也建立了数量更多的测土配方施肥试点工作。在测土配方施肥及其推广工作中,围绕着“测、配、产、供、施”等环节,探索了一系列的技术模式。这里列举几个模式,仅供参考。

辽宁省在推进测土配方施肥实践中探索出了“五定”模式,即一定配方,在测土和田间试验基础上,全省制定了不同区域、不同土壤类型、不同作物肥料施用配方,2005年,

全省共制定配方 58 个。二定企业,通过公开招标,全省两批认证了 26 家配方肥定点生产企业。三定经销商,以土肥部门培训、考核,认定了 200 家配方肥指定经销商。四定销售区域,即划定配方肥的销售区域。五定价格,通过与企业协商,对配方肥终端零售价格进行核定。

江苏省在测土配方施肥工作中,特别是在测土配方施肥的指导服务方面,推行“五个一”的模式,即县有一个系统(耕地资源管理信息系统)、乡有一幅图(施肥分区图)、村有一张表(施肥推荐表)、户有一张卡(施肥建议卡)。其中南京市在实行了“五统一”模式,即统一检测化验、统一分区配方、统一定点生产、统一连锁专供、统一技术服务,江苏仪征市在测土配方施肥实践中总结的技术模式,即在测土配方施肥工作中采取“统一标识、统一服务方式、统一服务承诺、统一供货渠道、统一零售价格”的五统一模式。湖北枝江市在测土配方施肥中实行的“五个一”模式与江苏省稍有不同,即一个系统、一幅图、一张表、一张卡、一个网络。

山西省在组织测土配方施肥工作中,总结出了“一区一方、一县一厂、一户一卡、一村一点、一乡一人”的推广应用新模式,一区一人是指项目按照农作物布局和土壤养分状况,确立测土配方施肥区域,由县农业局根据土壤化验结果,组织专家针对每个区域、每种作物,确定一个“大配方”;一县一厂是指通过严格认定,每个县确定一个大中型肥料企业作为项目区配方肥定点企业,按照“大配方”生产供应配方肥;一户一卡是指农业局为项目区的每个农户提供一张农作物施肥建议卡,用“大配方(农业局提供给生产企业的配方)小调整(作单质肥料调整总体养分用量)”的办法实现配方到户;一村一点是指项目区每个村在县农业局的协调下,设立一个配方肥销售点,为每户农民按配方卡提供配方肥和单质肥料;一乡一人是指每个乡(镇)由县农业局指派一名具有中级以上职称的农业技术人员作为技术骨干,与乡(镇)农业技术员一道指导农民施肥。

江西省在测土配方施肥过程中,通过实践探索,初步形成了“十六字法”,即“测土到田、配方到厂、供肥到点、指导到户”。重庆市在测土配方施肥中探索三种模式,一种模式是:“专家配方、企业配肥、连锁供应、服务到户”;第二种是:“大配方、小调整”模式;第三种模式是“供肥到乡、发卡到户、按方抓药”。河北省邯郸市组织了有关人员研究开发测土配方施肥专家系统及查询终端,初步建立了“一村一个查询站,一户一张查询卡”的工作模式。

总之,我国进行大面积的测土配方施肥工作,新中国成立以来还是第一次,其中有许多经验都需要在工作中不断总结、不断完善。

(二) 企业测土配方施肥的技术模式

在测土配方施肥过程中,企业应是测土配方施肥的主要参与者。对肥料生产企业而言,企业首先是肥料的生产者与供给者,只有良好的肥料,才能提高测土配方的效益;同时,企业又是肥料配方的直接落实者,特别是目前,我国的化学肥料的复合化程度不断提高,养分配比的合理程度,也是决定测土配方施肥成效的关键;第三,企业也是测土配方施肥的直接受益者,通过测土配方施肥,企业可以提高产品的针对性,提高产品的科学性,从而获得更多的市场和效益。对肥料使用企业而言,通过测土配方施肥,可提高肥料的利用率,提高产量,获得更高的效益。对肥料销售企业而言,通过测土配方施肥,可获

得更高的认知度，从而提高销量，获得效益。不同类型的企业，在测土配方施肥过程，应采用不同的运行模式，这里以肥料生产企业、肥料使用企业和肥料销售企业为例，介绍不同类型企业应采用的测土配方施肥技术模式。

1. 肥料生产企业的中心—工作站—服务点三级架构模式

肥料生产企业，特别是较大的肥料生产企业，由于销售区域广，服务范围大，靠企业一级应对千家万户的农民是不可能的，所以，肥料生产企业进行测土配方施肥时，可采用中心—工作站—服务点的三级架构模式（图 0-1），不同级别所履行的职能各不相同。

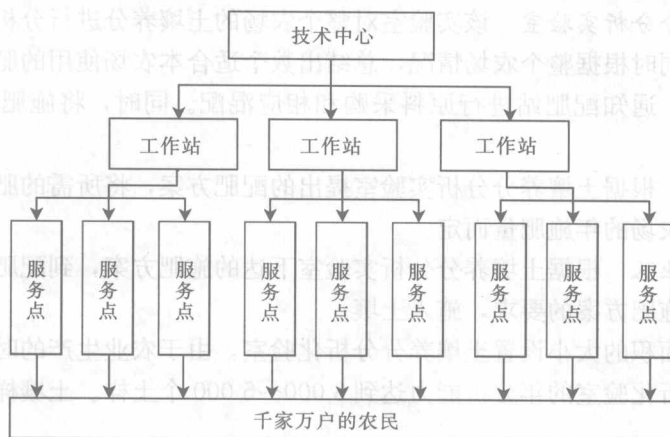


图 0-1 企业测土配方施肥的三级架构体系

(1) 测土配方施肥技术中心 测土配方施肥技术中心是企业测土配方施肥的领导和组织机构，主要负责企业测土配方施肥的全面工作，收集各工作站信息，为企业生产提供决策指导。同时，中心还要指导各工作站的技术工作，协调各工作站之间的业务范围。在技术方面，还要负责各工作站样品测试的质量控制，提供各工作站的参比样品，并定期检查各工作站的工作情况等。

(2) 测土配方施肥工作站 工作站是企业测土配方施肥的具体执行机构，主要任务是进行土壤样品的分析化验工作，对各服务点送来的样品进行及时分析，同时对所分析的土壤样品做出样品分析报告和施肥推荐报告；工作站还要指导所属各服务点的土壤样品采集工作，并对该辖区内的测土配方施肥进行指导。工作站还要定期向中心报告工作情况，特别是遇到疑难问题时，向中心汇报。

(3) 测土配方施肥服务点 企业测土配方施肥服务点是面向广大农民的服务机构，也是企业测土配方施肥的窗口。主要任务是向农民宣传测土配方施肥的意义及重要性，指导农民进行土壤样品的采集。同时填写土壤样品送样单，送达工作站进行样品分析。工作站送来的土壤样品分析报告和施肥推荐报告经由服务点送达农民，还要向农民解释土壤样品分析报告中的各项内容，引导农民合理购买肥料和施用肥料。

不同生产规模的企业可根据生产量及销售区域确定工作站的数量，当生产规模较小时，工作站的数量可减少，每一个工作站可根据服务点的样品数量建立 20 个左右的服务点为宜。

2. 肥料使用企业的测—配—施一体化模式

这里所指的肥料使用企业肥料年使用量在 1 万 t 以上的农场等, 如果肥料使用量较小, 不宜采用该模式。

所谓测—配—施一体化模式是指土壤养分测定、配方形成、肥料混配和肥料田间施用均由自己完成。对一些大的农场而言, 由于肥料使用量较大, 完全可以自己建造肥料混配的工厂, 这样, 从土壤样品的采集到土壤样品的分析再到肥料和购买和混配及施用形成一个一体化的整体。具体的机构设置可分为土壤养分分析实验室、配肥站和施肥专业队等。

(1) 土壤养分分析实验室 该实验室对整个农场的土壤养分进行分析化验, 并对农场进行施肥推荐。同时根据整个农场情况, 总结出数个适合本农场使用的肥料养分配方及每个配方的需要量, 通知配肥站进行原料采购和相应混配。同时, 将施肥方案送达施肥专业队。

(2) 配肥站 根据土壤养分分析实验室提出的配肥方案, 将所需的肥料混配制成。配肥站的规模根据农场的年施肥量而定。

(3) 施肥专业队 根据土壤养分分析实验室下达的施肥方案, 到配肥站领取相应的肥料, 同时, 按照施肥方案的要求, 施入土壤。

农场可根据面积的大小设置土壤养分分析化验室, 由于农业生产的时效性很强, 一般一个土壤养分分析化验室的年分析能力达到 3 000~5 000 个土样。土壤样品过多时, 可多设立实验室。

3. 肥料销售企业的测—配结合模式

这里所指的肥料销售企业是指肥料的销售点。目前, 随着科学技术的不断进步, 以单袋配肥的机械已经面市, 针对千家万户的农民, 由于每户的肥料配方都有不同, 依靠肥料生产企业生产出适合每家每户的配方是不可能的。所以, 针对千家万户生产肥料的任务就需要肥料的销售商来完成, 对一些销售量大的销售商, 可采用测—配结合的测土配方施肥技术模式。这种测配结合的模式需要两个部分, 一是土壤养分分析实验室, 其职能是将农民送来的土壤样品进行分析化验, 并提供相应的施肥配比和施用量; 二是配肥车间, 根据土壤养分分析实验室的分析结果和推荐量, 通过快速配肥设备, 配制成农民所需要的肥料。

在此过程中, 虽然农民购买的是适合自己需要的配方肥料, 但肥料是由合格的原料肥料配制而成, 其中不添加任何填充物, 经销商只是将不同的肥料混在一起销售而已, 所以, 也可省去配方肥料生产过程的登记程序。

总之, 大规模、大面积的测土配方施肥在我国还刚刚进行, 其中企业如何参与到测土配方施肥的行动中来, 采用更好的模式, 还需要在实践中不断探索。

第一章 作物的营养特性

第一节 植物生长发育必需的营养元素

一、植物营养元素的种类

一般新鲜植物体含有 75%~95% 的水分和 5%~25% 的干物质。据测定,在干物质中,组成植物有机体的碳、氢、氧、氮 4 种元素约占 95% 以上,剩余的为钙、钾、硅、磷、硫、氯、铝、锰、锌、硼、铜、钼等几十种灰分元素,只占 1%~5%。

植物体所含元素很多,但目前肯定为植物生长发育必需的营养元素只有 16 种,它们是碳、氢、氧、氮、磷、钾、钙、镁、硫、铁、锰、硼、锌、铜、钼、氯。那么什么是植物生长发育必需的营养元素呢?所谓必需元素需要满足三个条件:

第一,这种元素是完成植物生活周期所不可缺少的。

第二,缺少某元素时呈现专一的缺素症,唯有补充它后才能恢复或预防。

第三,在植物营养上具有直接作用效果,并非由于它改善了植物生活条件所产生的间接效果。

在 16 种必需营养元素中,由于植物对它的需要量不同,又可分为下列两类:

第一,大量营养元素。大量营养元素一般占植物干物质重量的百分之几十到千分之几。它们是碳、氢、氧、氮、磷、钾、钙、镁和硫,其中氮、磷、钾 3 种元素由于土壤中的含量低,常不能满足作物的需求,要以施肥方式加以补充,因而称为“作物营养的三要素”或称“肥料三要素”。

第二,微量营养元素。微量营养元素有铁、锰、硼、锌、铜、钼和氯 7 种。它们的含量只占干物质质量的千分之几到十万分之几。

这里注意,1987 年以后,人们开始注意了镍(Ni)对植物营养的作用,在 1995 年 Marschner 出版的《高等植物矿质营养》一书中,将镍列为了植物必须营养元素,所以,目前国内也有人称植物必需的营养元素有 17 种。

二、必需元素的生理功能

(一) 碳、氢、氧

碳、氢、氧占植物体干重的 90% 以上。它们是构成有机化合物如糖类、蛋白质、脂肪等的结构元素。同时,氧和氢在植物体内生物氧化还原过程中起着十分重要的作用。

(二) 氮

植物所吸收的氮素,主要是无机态氮,即铵态氮和硝态氮,也可吸收利用小分子的有机态氮,如尿素等。