

金继运 白由路 杨俐苹等 编著

[illegible]

高效土壤养分测试 技术与设备

金继运 白由路 杨俐苹等 编著

中国农业出版社

图书在版编目(CIP)数据

高效土壤养分测试技术与设备 / 金继运等编著. —北京: 中国农业出版社, 2006.6

ISBN 7-109-10934-8

I. 高... II. 金... III. ①土壤有效养分—测试技术②土壤有效养分—测试装置 IV. S158.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第060265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)

出版人: 傅玉祥
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
2006年11月第1版 2006年11月北京第1次印刷

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 12.5

字数: 320千字 印数: 1~10 000册

定价: 58.00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 金继运 白由路 杨俐苹

副主编 魏义长 卢艳丽 梁鸣早

参加编写人员 (按姓氏笔画排列)

马常宝 王 磊 王红娟 孔庆波

卢艳丽 白由路 朱向溟 齐振兴

杜 森 李 瑞 李书田 杨 烁

杨俐苹 何 萍 金继运 高祥照

党雪瑞 梁鸣早 黄绍文 程明芳

魏义长

前 言

众所周知，化肥是重要的农业生产资料，在现代农业中，粮食生产对化肥的依赖性越来越高。所以，化肥已成为涉及国家粮食安全的战略物资。自化学肥料发明以来，施用化学肥料一直是最重要、最直接、最普遍、最快捷的农业增产措施。同时，肥料也是我国最大的农业投入品。为了大幅度提高作物产量，需要增加肥料用量、不断提高施肥技术，肥料在保证我国粮食安全方面起到了极其重要的作用。但是，必须清醒地看到我国科学施肥水平整体还不高，部分地区盲目施肥现象仍很严重，造成了肥料资源的巨大浪费，这不仅增加成本，降低效益，而且导致农产品品质下降、土壤肥力衰退与环境污染，直接影响到粮食持续增产、农业实质增效、农民节本增收和农产品质量安全。为此，必须把大力推进测土配方施肥作为落实科学发展观，发展循环经济，建设节约型社会的重大举措，作为转变农业增长方式，促进农业增效、农民增收、增强农产品竞争力，确保农业生产发展上新台阶的关键环节抓实抓好。

土壤养分测试是测土配方施肥工作的基础，长期以来，我国采用的土壤养分测定方法效率低、成本高、养分测试周期长，是目前我国测土配方施肥工作的瓶颈之一。所以，采用高效土壤养分测试技术，实现测土配方施肥工作中分析设备自动化、样品测试批量化、数据管理信息化、施肥推荐程序化是测土配方施肥工作的基础之一。本书通过介绍高效土壤养分测试技术与设备，旨在为我国测土配方施肥工作的顺利进行提供参考。

本书共分十三章，第一章介绍了高效土壤养分测试的意义、基本内容和土壤养分测试的基本过程；第二章介绍了测土配方施肥过程中土壤样品采集与处理，包括土壤样品的风干与编号、土壤样品粉碎机的结构与使用以及土壤样品的排序等；第三章主要介绍土壤样品批量化处理过程中的量样、加液与浸提设备的结构、原理与操作方法，还包括多联搅拌机、联体杯和样品车等；第四章介绍了泵吸式分光光度计的结构、原理与使用；第五章介绍了原子吸收分光光度计的测试原理与三种原子吸收分光光度计的操作方法等；第六章介绍了搅拌式酸度计的操作方法；第七章介绍了ASI法土壤养分的测定过程及操作步骤；第八章介绍了使用批量化前处理设备进行M3法土壤养分的测定基本过程；第九章介绍了吸附试验与盆栽试验；第十章介绍了实验室数据自动采集与处理软件及其使用方法；第十一章重点介绍了基于ASI方法的土壤养分分级与施肥推荐模型等；第十二章主要介绍了实验室辅助设备，自动洗涤与纯水制备设备的原理与操作；第十三章介绍了有关实验室设计与管理的—般情况。

在本书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、加拿大钾磷研究所中国项目部、中国植物营养学会等单位的大力支持，在此一并表示衷心的感谢。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

2006年10月

目 录

前言

第一章 概述	1
第一节 高效土壤养分测试的意义	1
一、高效土壤养分测试是测土配方施肥的前提	1
二、高效土壤养分测试是农业综合生产能力建设的基础	1
三、高效土壤养分测试是地力评价的重要手段	2
四、高效土壤养分测试是构建节约型社会的科学保证	2
第二节 高效土壤养分测试的基本内容	2
一、室内化学分析	2
二、确立养分指标	3
三、推荐施肥	4
四、土壤对养分的吸附试验	4
第三节 高效土壤养分测试的基本过程	4
一、批量化前处理过程	5
二、快速高效的测定过程	5
三、分析数据自动采集过程	5
四、程序化的施肥推荐过程	5
第二章 土壤样品采集与处理	6
第一节 土壤样品的采集	6
一、采样点的选择	6
二、各种土壤样品的采集方式	7
三、土壤样品的采集时间	8
第二节 土壤样品的风干过程与风干盘	9
一、土壤样品的分取与风干	9
二、土样编号	9
第三节 土壤样品的处理与土样粉碎机	12
一、土壤样品粉碎机	12
二、土壤样品粉碎机的使用及样品处理	12
三、土样排序	13

第三章 土壤的量样、加液与浸提设备	14
第一节 土壤量样器	14
第二节 加液器及加液稀释器	14
一、浸提剂加液器 (3V-3S)	15
二、溶液稀释器 (1V-2S)	16
三、加液稀释器 (2V-3S)	17
四、加液器的型号与参数	17
五、加液器的安装与调试	19
第三节 专用样品杯与样品车	20
第四节 多联搅拌机与土壤养分的浸提	21
一、多联搅拌机的原理、结构与使用	21
二、定时器的设置	22
三、搅拌机的故障与排除	22
第四章 泵吸式分光光度计	24
第一节 分光光度计	24
一、UV-1800C 分光光度计	24
二、T6S 新世纪紫外/可见分光光度计	29
第二节 自动进样装置	34
一、专用流动比色皿的结构与原理	34
二、进样控制系统	34
第三节 电动吸引器	37
一、主要性能与工作原理	37
二、电动吸引器的安装与调试	38
三、使用、保养及注意事项	39
四、故障分析与排除	40
第四节 泵吸式分光光度计的一体化操作	41
一、泵吸式分光光度计的安装	41
二、泵吸式分光光度计的操作步骤	41
第五章 原子吸收分光光度计	43
第一节 原子吸收分光光度计的基本原理	43
一、元素的共振线和吸收线	43
二、火焰中基态原子的浓度及定量分析	45
第二节 原子吸收分光光度计的类型	46
一、单光束型原子吸收分光光度计	46
二、双光束型原子吸收分光光度计	47
第三节 原子吸收分光光度计的操作	47

一、原子吸收分光光度计的一般操作步骤	47
二、PE100 型原子吸收分光光度计的操作步骤	50
三、TAS-986S 型原子吸收分光光度计的操作步骤	53
四、WFX-120C 型原子吸收分光光度计的操作步骤	57
第六章 搅拌式酸度计	62
第一节 酸度计	62
一、仪器的外观及操作键	63
二、仪器的安装与使用	65
三、仪器的故障识别与处理	68
第二节 自洗式搅拌器	70
一、自洗式搅拌器的结构与原理	70
二、自洗式搅拌器的安装与调试	72
三、故障排除	72
第三节 搅拌式酸度计的一体化操作	73
一、仪器校准	73
二、样品测定	73
第七章 ASI 法土壤养分的测定过程	74
第一节 土壤碱溶有机质的测定	74
一、测定原理	74
二、试剂配制	74
三、操作步骤	75
四、结果计算	75
第二节 土壤有效磷、钾、铜、铁、锰、锌的测定	75
一、ASI 浸提剂与浸提方法	76
二、土壤有效磷的测定	76
三、土壤有效钾的测定	78
四、土壤有效铜、铁、锰、锌的测定	79
第三节 土壤交换性酸、速效氮、有效钙和镁的测定	80
一、浸提剂与浸提过程	80
二、土壤交换性酸的测定	80
三、土壤硝态氮的测定	81
四、土壤铵态氮的测定	82
五、土壤有效钙、镁的测定	84
第四节 土壤中有效硫、硼的测定	84
一、浸提剂与浸提过程	85
二、土壤有效硫的测定	85
三、土壤有效硼的测定	86

第五节 土壤酸碱度的测定	87
一、方法原理	87
二、试剂配制	87
三、操作步骤	87
第八章 M3 法土壤养分的测定过程	89
第一节 Mehlich3 浸提剂	89
一、Mehlich3 浸提剂的浸提原理	89
二、配制方法	89
三、浸提步骤	90
第二节 土壤有效磷的测定	90
一、方法原理	90
二、试剂配制	90
三、操作步骤	91
四、结果计算	91
第三节 土壤速效钾的测定	91
一、方法原理	91
二、试剂配制	91
三、操作步骤	92
四、结果计算	92
第四节 土壤速效铜、铁、锰、锌的测定	92
一、方法原理	92
二、试剂配制	92
三、操作步骤	93
四、结果计算	93
第五节 土壤速效钙、镁的测定	93
一、方法原理	93
二、试剂配制	93
三、操作步骤	94
四、结果计算	94
第九章 吸附试验与盆栽试验	95
第一节 吸附试验	95
一、吸附试验的基本原理	95
二、吸附试验的测定过程	95
三、吸附试验的结果分析	98
第二节 盆栽试验	98
一、最佳处理设置	99
二、盆栽方法	101

第三节 盆栽试验的结果分析	105
一、试验统计	105
二、盆栽试验结果的应用	106
第十章 实验室数据自动采集与处理	108
第一节 硬件要求与软件安装	108
一、硬件要求	108
二、软件安装	109
第二节 控制台软件应用	115
一、启动	115
二、编辑土样	117
三、数据采集	121
四、测定结果	126
五、推荐施肥	127
六、检索查询	129
七、系统操作	132
第三节 数据采集软件应用	135
一、分光光度计软件	135
二、酸度计软件	138
三、原子吸收软件	139
第四节 系统管理与模型设定	140
一、软件启动与登录	140
二、标准溶液浓度设定	141
三、控制样品测定范围设定	142
四、结果值计算方法设置	142
五、作物施肥推荐模型设置	143
六、用户与权限管理	144
七、系统备份与恢复	145
第十一章 土壤养分分级与施肥推荐模型	148
第一节 土壤养分分级与施肥推荐	148
一、土壤养分的评价分级	148
二、土壤有机质和速效氮的分级指标与氮素推荐	148
三、土壤速效磷分级与磷肥推荐	150
四、土壤速效钾分级与钾肥推荐	152
五、土壤有效钙镁分级与钙镁肥推荐	153
六、土壤有效硫分级与硫肥推荐	155
七、土壤有效铜分级与铜肥推荐	156
八、土壤有效铁分级与铁肥推荐	158

九、土壤有效锰分级与锰肥推荐	159
十、土壤有效锌分级与锌肥推荐	161
十一、土壤有效硼分级与硼肥推荐	162
第二节 定量化推荐模型及其参数	164
一、大量元素施肥推荐的修正目标产量法模型	164
二、微量元素施肥推荐的量化分级指标模型	166
三、钙镁元素施肥推荐的量化施用模型	166
第十二章 实验室辅助设备	167
第一节 自动洗涤器	167
一、自动洗涤器的结构原理	167
二、自动洗涤器的安装与调试	168
三、自动洗涤器的故障与排除	168
第二节 纯水设备	169
一、高纯度水制备的方法与原理	169
二、CAHT-30L 高效超纯水生产系统	170
第十三章 实验室建设与管理	175
第一节 实验室规划与设计	175
一、实验室规划设计的指导思想与目标	175
二、实验室分析能力设计	175
三、实验室设备配置	175
四、实验室建设的基本要求	176
五、实验室人员配备	177
六、实验室布局与设计	177
第二节 实验室质量控制	179
一、土壤取样和前处理过程控制	179
二、分析过程控制	180
三、高效土壤养分测试精确度要求	182
第三节 实验室管理规则	182
一、实验室使用管理规则	182
二、实验室质量管理规则	183
三、实验室安全制度	183
附表 ASI 方法使用试剂清单	185
主要参考文献	186

第一章 概 述

第一节 高效土壤养分测试的意义

一、高效土壤养分测试是测土配方施肥的前提

“测土配方施肥”顾名思义是通过土壤测试，确定土壤中有效养分的含量，然后根据作物对营养元素的需求做到缺什么、补什么、缺多少、补多少，全面协调植物营养状况，达到作物高产、高效、优质的目的，同时保护农业生态环境，节约肥料资源，促进农业可持续发展。所以土壤养分测定特别是土壤速效养分的测定是测土配方施肥的前提，只有快速准确地分析出土壤中养分的含量，才能做出正确的施肥决策。

测土配方施肥一般适宜于指导整个作物生长期内的养分的需求总量。众所周知，测土配方施肥是一项时效性很强的工作。因为指导施肥的技术方案必须在作物播种前做出，同时还必须有一定的时间提前量，以便农民购买所需的肥料。所以高效快速地测定出土壤养分是测土配方施肥的关键。如果土壤养分测定的周期长，当作物种植后还没有土壤测定的结果，占作物施肥总量很大的基肥就不能科学地施肥，特别是磷钾肥，作物的需肥临界期一般在作物生长的前期，这很可能错过施肥的最佳时间，使肥料的效益不能充分发挥。过去测土配方施肥的经验和教训也证明了这一点。过去由于采取传统的方法，分析结果不及时，往往是作物收获后土壤的分析结果还没有出来，这大大降低了测土配方施肥的科学性，同时也降低了测土配方施肥的积极性。这也是我国测土配方施肥工作从建国以来几上几下而不能广泛应用的重要原因。

在追肥方面，对土壤养分测定时效性的要求更高，往往只有几天的时间，如果不能测定出土壤养分状况或植株的养分含量，就错过了最佳追肥时期，以后做出的土壤养分测定值就失去了意义，在这种情况下，土壤养分的测定非但没有提高施肥的科学性，反而增加了农业生产成本。所以快速准确（高效）地测定出土壤养分不仅仅是提高施肥科学性的问题，而且还是涉及到是否增加农业生产成本、提高农业生产效益的大问题。

高效土壤养分测试的另一个范畴是土壤养分的测定成本，它也是直接关系到测土配方施肥工作成败的关键问题，在土壤养分测定中，其成本除试剂消耗、设备折旧等以外，还有很大一部分是分析人员的人工费用，如果分析速度慢，在分析成本中分析人员的费用势必加大，因此提高分析速度也是降低分析成本的重要方面。所以采用高效的土壤养分测试方法，降低配方施肥过程的测试成本也是便于测土配方施肥工作推广的必要前提。

二、高效土壤养分测试是农业综合生产能力建设的基础

农业综合生产能力是确保国家粮食安全的核心。粮食问题始终是我国经济社会发展中的头等大事，粮食安全始终是悬在我们头上的“一把剑”。我国农业基础薄弱，抗灾能力不强，在很大程度上还是“靠天吃饭”。新中国成立以来的55年中，粮食年际增减超过250亿kg的就有11年，产量波动过于频繁、幅度过大，对粮食供求关系和社会经济生活产生了很大影响。今

后,我国人口资源矛盾将日趋突出,要以较少的土地养活较多的人口,满足日益增长的消费需求,必须把农业综合生产能力搞上去,把粮食稳定增产的基础打牢。

影响粮食综合生产能力的因素可以归纳为五大类:土地、资本、技术、劳动、制度。可见,土地是影响粮食生产能力的首要问题。众所周知,土地问题可分为土地数量和土地质量两个层面,对粮食生产而言,土地质量与土壤质量的含义基本相同,土壤肥力状况是土壤质量的重要内容。为了加强粮食综合生产能力建设,只有培育肥沃的土壤,才能逐步实现由“藏粮于仓”转向“藏粮于地”。

土壤是粮食生产的基础,在土壤没有重大的障碍因子情况下,土壤中速效养分的含量及其平衡状况与作物产量的关系十分密切。提高土壤中营养元素的水平及其平衡状况,首先是要对土壤中营养元素的含量有所了解,在目前情况下,了解土壤中营养元素状况的最佳方法是进行土壤养分的测定,然后根据土壤养分的状况,进行合理的配方施肥。只有通过高效的土壤养分测试,清楚地了解土壤养分状况,才能有明确的培肥目标,所以,高效土壤养分测试也是农业综合生产能力建设的基础。

三、高效土壤养分测试是地力评价的重要手段

地力评价是从宏观上了解土壤状况的方法,而土壤养分含量是地力评价的重要参数。过去的土壤养分测定大多采用传统方法,分析成本高、速度慢,工作量极大,往往影响数据的实效性、全面性,例如,不少省份在进行农田地力分等定级方案时,仅将土壤有机质、土壤速效磷和速效钾作为分等定级的养分指标,这给培肥土壤带来了很大的不便。同时由于过去土壤养分测定困难,我国至今没有一套用于土壤养分管理的养分指标体系。所以,方便、快速地测定出土壤中的营养元素含量,实时进行土壤养分状况评价对于管理土壤养分、提高作物产量、改善产品品质都有重要意义。

四、高效土壤养分测试是构建节约型社会的科学保证

肥料是资源依赖型产品,氮肥的生产消耗大量的天然气、煤、石油和电力,磷肥、钾肥还要消耗有限的矿物资源。肥料的转运还消耗大量的运力。据预测,到2010年我国化肥需求量在7000万t(折纯)左右,按目前的发展势头可能还会突破。我国不少地方农民施肥不当,氮肥肥料利用率平均不足30%,一些地方不足10%,发达国家一般在60%左右。我国化肥的利用率每提高一个百分点,就相当于增加了100万t(纯养分)的肥料产量。实施测土配方施肥,化肥的当季利用率比习惯施肥提高10~15个百分点,同时节省农民配肥、施肥用工每亩^①2~3个,有效减轻农民劳动强度,节约劳动成本。

第二节 高效土壤养分测试的基本内容

一、室内化学分析

室内化学分析是高效土壤养分测试的重要内容,也是基本内容。就测土配方施肥而言,测试的目的是为了推荐施肥,所以,在土壤养分分析中,主要测定的是土壤中的有效养分,对土

^① 亩为非法定计量单位,1亩=667m²。

壤中的全量养分一般不进行测定。由于土壤成份复杂,作物需要的营养元素数量众多,全面了解土壤中的大、中、微量元素含量及其平衡状况对提高作物产量和改善产品品质都有重要作用。所以高效的土壤养分测试方法应能全面、准确地反映土壤各种营养元素的状况和平衡。本书中所介绍的高效土壤养分的测试项目主要包括pH、有机质和交换性酸等常规分析,还包括对氮、磷、钾、钙、镁、硫、铁、硼、锰、锌、铜共11种元素的速效含量的测定。其中土壤pH、交换性酸的测定主要是为土壤改良,特别是石灰性物质的施用提供依据;在高效土壤养分测定过程中,土壤有机质的测定主要是碱溶性有机质,即土壤有机质中的腐殖酸部分,不包括土壤有机质的胡敏素,这主要是由于碱溶性有机质在作物生长期可分解为作物提供部分养分,这里主要是和土壤中的速效氮一起推荐氮素的使用;土壤速效氮包括铵态氮和硝态氮,主要用于推荐氮素;磷、钾、钙、镁、硫、铁、硼、锰、锌、铜的测定主要用于推荐相应的元素。

为了提高分析速度,仪器设备是重要方面,本方法配套了全部专业化的土壤养分分析设备,高效土壤养分测试技术的全套设备包括土壤样品风干设备、土样粉碎机、土样量器、样品盘、样品车、加液稀释器、土样搅拌器、样品盘冲洗器、泵吸式分光光度计、原子吸收分光光度计、搅拌式酸度计、纯水制备装置及附属物品等。可适合多种方法的分析测试。该方法显著优于土壤养分的常规分析,在土壤样品分析过程中,采用一系列先进的操作技术:土壤风干盘避免了常规土壤风干占地大、易污染的缺点;专用土壤样品粉碎机采用锤片式结构,不会破坏土壤的微团聚性能;按体积称量样品,使得分析结果的重现性更好;批量加液稀释器的使用,能完成批量加液,同时还能加液和稀释一次完成,大大节约了土壤分析过程中移液、稀释、显色、定容等繁琐的手续;样品盘冲洗器可一次冲洗11个容器,并能一次完成自来水和去离子水的冲洗。在分析过程中,土样搅拌器代替了传统的振荡机,避免了样品易溢出和容器易碎的缺点。在比色分析中,采用了泵吸流动进样,使比色分析的效率大为提高,土壤酸度测定中,采用了自动搅拌技术,使搅拌和测定同时进行,大大简化了测定程序。

二、确立养分指标

这里指出,土壤速效养分的测定主要是为了了解当季作物能在土壤中所吸收的养分数量,遗憾的是,目前还没有一种化学的方法可以完全准确地区分土壤能被作物吸收的部分和不能被作物吸收的部分,这给测土配方施肥工作带来了很大的难度。不同的浸提剂和不同的测试方法,所测定的土壤速效养分含量相差很大,所以不同的测定方法必须有一个相应的评价指标和施肥推荐指标;要建立这样的指标体系,必须有大量的田间试验,如果一种方法没有相应的评价指标和施肥推荐指标体系,其分析数据是没有任何意义的,对测土配方施肥来讲,还很有可能误导施肥,不仅不能使作物高产优质,还可能浪费肥料,造成作物减产,降低作物品质。

在土壤养分测定中,土壤养分的评价指标与施肥推荐指标既有相似之处,又有一定的区别。评价指标是对农田养分状况的一个一般性评价,它一般不考虑作物的种类,也不具体考虑作物的产量情况,指标级数较少,一般只分高、中、低即可。对营养元素测定也要求越少越好,只要能反应农田土壤的养分水平即可,表1-1就是采用ASI法分析土壤速效养分的评价指标。

但是,采用这种方法进行指导施肥有许多局限性,特别是对大量元素而言,将所有土壤、所有作物的施肥均分为三个水平有些过于粗糙。另一方面,不同作物对营养元素的需求差别很大,不考虑作物种类,显然其精确程度不够。所以,对于指导施肥而言,除上述的评价指标体

表 1-1 基于 ASI 法的土壤速效养分分级指标

	分级	Ca	Mg	K	N	P	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
砂土 (或 CEC <5cmol/L)	低 (临界值)	<260	<50	<60	<20	<12	<12	<0.2	<1	<10	<2	<1
	中	260~700	50~180	60~100	20~50	12~24	12~24	0.2~0.4	1~2	10~20	2~12	1~2
	高	700~2000	180~600	100~140	50~100	24~48	24~40	0.4~6.0	2~3	20~30	12~125	2~4
	极高	>2000	>600	>140	>100	>48	>40	>6.0	>3	>300	>125	>4
壤土、黏 土 (或 CEC ≥5cmol/L)	低 (临界值)	<400	<120	<80	<20	<12	<12	<0.2	<1	<10	<5	<2
	中	400~1200	120~300	80~120	20~50	12~24	12~24	0.2~0.6	1~2	10~30	5~15	2~3
	高	1200~4800	300~1460	120~160	50~100	24~60	24~40	0.6~8.0	2~3	30~300	15~150	3~6
	极高	>4800	>1460	>160	>100	>60	>40	>8.0	>3	>300	>150	>6

外还要有一个具体的推荐施肥指标体系。该体系是将土壤养分测定结果直接用于施肥的重要桥梁,没有这个指标体系就谈不上配方施肥。要建立这样的施肥体系,最直接的方法是进行田间试验,并且需要大量的田间试验。这里强调指出,没有推荐施肥指标体系的分析方法和分析结果都是毫无意义的。

三、推荐施肥

通过土壤养分测试值所计算的施肥量就是推荐施肥量,它也是施肥推荐指标的具体应用。目前推荐施肥的方法很多,但目前应用的方法主要有两种,一种是目标产量法,另一种是养分指标法。在本书介绍的 ASI 测定方法中,分别介绍了目标产量法和养分指标法,该方法可对 100 多种植物进行推荐施肥。该方法将在以后的章节中详细介绍。

四、土壤对养分的吸附试验

当植物营养元素以肥料的形式施入土壤后,可以被土壤组分吸附(或固定)而使有效性和利用率降低,吸附固定能力的大小因土壤组分的不同和各营养元素的特征而异。多年来,对各营养元素被不同土壤或不同土壤组分的吸附过程开展了大量的研究工作。但是,由于吸附试验复杂难做,一直未能把土壤对养分的吸附固定作为一个因素直接应用于土壤养分状况的评价及施肥量的推荐上。吸附试验是本书中介绍的 ASI 法的创新之一。它的基本操作是在一系列一定量的土壤样品中加入一种不同元素各自含量的溶液,在自然条件下风干,在短时间内模拟田间条件下各元素与土壤组分从水分饱和到风干过程中的各种反应,然后用与原始土样的常规化学分析方法相同的浸提剂浸提土壤,测定土壤中各营养元素的可浸提量,然后以各元素的加入量对风干后的可浸提量作吸附曲线图,用来评价土壤的吸附固定能力。

第三节 高效土壤养分测试的基本过程

土壤养分测试的基本过程包括前处理过程和分析测试过程。为了提高土壤养分测试的效率,中国农业科学院原土壤肥料研究所在引进设备的基础上,经过科研人员几十年的消化吸收和国产化改造,研制形成了适合我国大部分地区使用的高效土壤养分系列分析设备,大大提高了分析效率。土壤养分测试的基本过程可以分为四个方面,即批量化前处理过程、快速高效的

测定过程、分析数据自动采集与处理过程以及程序化的施肥推荐过程。

一、批量化前处理过程

在土壤养分测试过程,我们将从土壤样品风干处理到分析测试前的一系列步骤称为前处理过程,它包括土壤样品的风干、处理、量样、浸提、稀释、显色等过程。在常规分析中,前处理是最繁琐的工作,也是影响土壤养分测定效率的关键步骤。在高效土壤养分的测定过程中,采用专用的土壤样品风干设备、土样粉碎机、土样量样器、样品盘、样品车、专用加液器、多联搅拌器、样品盘冲洗器等设备,配以专用的纯水器,使部分工作完全实现了批量化和半自动化,每批样品 30 个,所有设备均与之配套。土壤风干盘避免了常规土样风干占地大、易污染的缺点;专用土壤样品粉碎机采用锤片式结构,不会破坏土壤的微团聚性能;批量加液稀释器的使用,能完成批量加液,同时还能使加液和稀释一次完成,大大节约了土壤分析过程中移液、稀释、显色、定容等繁琐的手续;样品盘冲洗器可一次冲洗 11 个容器,并能一次完成自来水和去离子水的冲洗。在分析过程中,土壤搅拌器代替了传统的振荡机,避免了样品易溢出和容器易碎的缺点;在比色分析中,采用了泵吸流动进样,使比色分析的效率大为提高;土壤酸度测定中,采用了自动搅拌技术,使搅拌和测定同时进行,大大简化了测定程序。

二、快速高效的测定过程

在高效土壤养分测定过程中,所有的比色分析均配有可自动进样的泵吸式进样器,完全避免了将已显色的溶液一个个倒入比色杯进行比色的繁琐过程。泵吸式进样器效率很高,进样时间仅有 12~20s,大大提高了比色测定的效率。

在土壤 pH 的测定过程中,采用了自洗自搅拌式酸度计,避免了磁力搅拌器搅拌,并且电极和搅拌头可自动冲洗,提高了 pH 测定的速度,也减化了测定步骤。

三、分析数据自动采集过程

在土壤样品的测试过程中,样品在测定过程中编号、记录是一个十分认真和十分繁琐的工作,并且还容易出现错误。在高效土壤养分测试过程中,采用了联体杯色标技术和数据自动采集技术,使整个测定过程基本上不再记录数据,由于联体杯不能分离,所以整个测定过程中的样品次序不会发生错乱,基本实现了测试过程无纸化。

分析数据的采集是在每个分析仪器上,利用仪器的数据接口,将测试数据传输到数据采集终端(计算机)、然后通过网络送到数据服务器上,数据服务器承担数据的存贮和处理功能,同时也要进行送样单的编辑和数据上传。在高效土壤养分测试过程中,共有三台数据采集终端,分别接在分光光度计、原子吸收分光光度计和酸度计上。每个终端都有一个与之相适应的数据采集程序,分析数据可自动采集到服务器上,在测试过程中,每批的分析只要记下批号即可。

四、程序化的施肥推荐过程

在实验室的数据服务器上,除了具有数据的存贮和处理功能外,还有一个施肥推荐程序。它可自动匹配实验室中的样品编号,然后根据施肥推荐模型进行施肥推荐。推荐施肥模型考虑了土壤测定值、土壤质地、推荐作物和目标产量。该程序中的施肥推荐模型参数是开放的,用户可根据自己的田间试验数据,不断修改参数,使推荐施肥更加精准。