

农学专业综合 实训教程

主编 刘 铭 尹福强



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

农学专业综合实训教程

主 编 刘 铭 尹福强
副主编 赵益强 余前媛
王向东 熊仿秋



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP) 数据

农学专业综合实训教程/刘铭,尹福强主编. —武汉:武汉大学出版社,2016. 6
ISBN 978-7-307-17710-9

I. 农… II. ① 刘… ② 尹… III. 农学—高等学校—教材 IV. S3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 065090 号

责任编辑:方竞男

责任校对:刘小娟

装帧设计:张希玉

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:whu_publish@163.com 网址:www.stmpress.cn)

印刷:虎彩印艺股份有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:11.75 字数:276 千字

版次:2016 年 6 月第 1 版 2016 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-17710-9 定价:32.00 元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

前 言

当前,我国经济建设需要大量的应用型人才,因此西昌学院非常重视应用型人才的培养。学院从自身实际出发,结合高等教育对人才素质的新要求,于2009年提出并实施“本科学历(学位)+职业技能素养”的应用型人才培养模式。按照新的培养模式,农学专业实践教学比例达45%以上。为了保证实践教学质量,西昌学院于2014年启动了“西昌学院百书工程”,组织校内外专家紧密结合地方特色撰写配套实践实训教程,本书就是在这样的背景下诞生的。

本书以农学专业学生为对象,把与作物种植有关的专业实训进行综合归类,自成体系。全书共分七个模块,模块一为土壤肥料篇,共五个实训项目;模块二为田间试验技术篇,共四个实训项目;模块三为植保技术篇,共二十一个实训项目;模块四为栽培技术篇,共十八个实训项目;模块五为育种技术篇,共十一个实训项目;模块六为种子生产技术篇,共五个实训项目;模块七为科技论文写作篇,有一个实训项目。本书突出对应用能力、实用能力和实践能力的培养,其形式新颖、内容充实、操作性强、适用面广。本书可作为农学专业的综合实践课教材,也可作为农业科技工作者的参考用书。

本书由刘铭、尹福强担任主编,赵益强、余前媛、王向东、熊仿秋担任副主编。

本书在编写过程中参考和引用了大量相关文献,谨此向原作者致谢。

由于本书内容广泛,涉及知识面多,限于编者的学识有限,书中难免会有疏漏之处,恳请读者提出宝贵意见,以便补充和修正。

编 者

2016年2月

目 录

模块一 土壤肥料篇.....	1
实训一 土壤剖面的观察与记载.....	1
实训二 土壤样品的采集与制备.....	6
实训三 配方施肥技术.....	9
实训四 常用化学肥料的定性鉴定	13
实训五 植物的溶液培养和缺乏必要元素时的症状	16
模块二 田间试验技术篇	19
实训一 田间试验方案制订	19
实训二 试验地区划与播种	20
实训三 田间调查、计产与考种.....	22
实训四 田间试验总结	24
模块三 植保技术篇	25
实训一 水稻主要病害的识别	25
实训二 小麦主要病害的识别	31
实训三 玉米主要病害的识别	38
实训四 油菜主要病害的识别	43
实训五 马铃薯主要病害的识别	45
实训六 烟草主要病害的识别	48
实训七 水稻主要害虫的识别	53
实训八 小麦主要害虫的识别	56
实训九 玉米主要害虫的识别	58
实训十 烟草主要害虫的识别	59
实训十一 病虫害的田间调查	64
实训十二 病虫害的预测、预报.....	68
实训十三 田间药效试验技术	72
实训十四 石硫合剂的熬制及质量检查	78
实训十五 波尔多液的配制	81
实训十六 常见农药质量的简易鉴别	83
实训十七 植物病理标本的采集和制作	85

实训十八 昆虫标本的采集、制作和鉴定	88
实训十九 植物病理生物绘图技术	91
实训二十 农业昆虫生物绘图技术	92
实训二十一 作物田间杂草防除	94
模块四 栽培技术篇	97
实训一 作物生产技术方案制订	97
实训二 水稻旱育秧技术	99
实训三 小麦播种技术	102
实训四 玉米直播技术	104
实训五 玉米肥球育苗技术	105
实训六 油菜育苗技术	107
实训七 马铃薯播种技术	108
实训八 烟草漂浮育苗技术	109
实训九 水稻移栽技术	118
实训十 水稻大田管理技术	119
实训十一 小麦大田管理技术	121
实训十二 玉米大田管理技术	122
实训十三 油菜大田管理技术	124
实训十四 马铃薯大田管理技术	125
实训十五 作物生育进程调查	126
实训十六 作物苗情调查	128
实训十七 作物产量测定	129
实训十八 作物考种	132
模块五 育种技术篇	135
实训一 育种试验计划书的制订和实施	135
实训二 水稻有性杂交技术	137
实训三 小麦有性杂交技术	140
实训四 玉米自交和有性杂交技术	143
实训五 油菜自交和有性杂交技术	145
实训六 马铃薯有性杂交技术	148
实训七 烟草杂交技术	151
实训八 杂交育种程序确定	154
实训九 水稻杂种后代的田间鉴定与评价	157
实训十 作物田间单株选择技术	159
实训十一 异交作物杂种优势与 F_2 衰退现象的观察	161
模块六 种子生产技术篇	163
实训一 玉米亲本繁殖和杂交制种技术	163

实训二 种子室内检验技术.....	165
实训三 种子田间检验技术.....	169
实训四 种子干燥与清选技术.....	171
实训五 种子药剂处理技术.....	173
模块七 科技论文写作篇.....	176
实训 科技论文写作规范.....	176
参考文献.....	179

模块一 土壤肥料篇

实训一 土壤剖面的观察与记载

一、实训目的

- (1)掌握土壤剖面的设置、挖掘、观察与记载的基本技能。
- (2)能依据观察结果判断土壤肥力及生产性能。

二、内容说明

土壤剖面是土壤内在性质的外在表现,土壤剖面形态特征包括土体构型,各发生层次的颜色、质地、结构等,这些是野外鉴别和划分土壤类型的主要依据。因此,观察和正确地描述、记载土壤剖面特征,是土壤野外调查的重要基本功。

三、主要仪器设备及用具

- (1)主要仪器及用具:土铲、剖面刀、小镢头、卷尺、剖面记载表、比色板、门赛尔土壤比色卡、土袋。
- (2)药品试剂:10%盐酸、混合指示剂。

四、操作步骤与方法

(一)土壤剖面位置的选择及挖掘

土壤剖面的选择必须具有代表性,切忌在道旁、沟边、肥堆及土层经过人为翻动或堆积的地方挖掘剖面 and 采集样品。

选择有代表性的地点后,挖长约 2 m、宽 1 m、深 1~1.5 m 的土坑(如地下水位较高,达到地下水时即可),将朝阳面挖成垂直的坑壁,而与之相对的坑壁挖成每阶 30~50 cm 的阶梯状,以便上下操作(图 1-1)。

在挖剖面时要注意观察朝阳面,观察面上端不准堆土,也不准站人踩踏,以保持土壤的田间自然状况,挖出的土抛在土坑长边的两旁,表土与心土分别堆放,观察与记载结束后,必须将土坑按先心土、后表土的顺序进行填平。

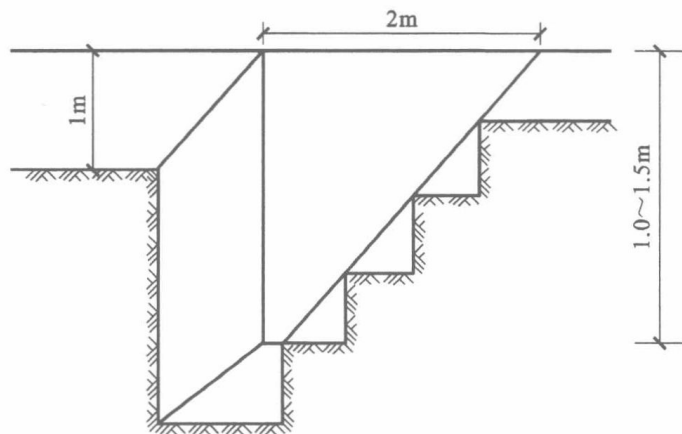


图 1-1 土壤剖面示意图

(二)土壤剖面观察与记载

1. 层次的划分与深度

首先站在剖面坑上大致观察,依据土壤的颜色、质地、结构、根系的分布情况将剖面分成几层,然后进入剖面坑内仔细观察,进一步确定层次,最后用剖面刀将各层分别划出,于剖面记载表上分别记录各层起止深度。

(1)土壤发生层次及其排列组合特征是长期而相对稳定的成土作用的产物。目前国际上大多采用 O、A、E、B、C、R 土层命名法。

- O 层:有机层;
- A 层:腐殖质层;
- E 层:淋溶层;
- B 层:淀积层;
- C 层:母质层;
- R 层:基岩层。

此外,还有一些由上述有关土层构成的过渡土层,如 AE 层、EB 层等。若来自两种土层的物质互相交错,且可以明显区分出来,则以斜线分隔号“/”表示,如 E/B 层、B/C 层。

(2)农业土壤剖面一般分为四层,具体如下。

- ① 耕作层:经多年耕翻、施肥、灌溉熟化而成。颜色深、疏松、结构好,是作物根系集中分布的层次,一般深度为 15~20 cm,代号 A。
- ② 犁底层:长期受犁、畜、机械的挤压,土壤紧实,有一定的保水、保肥作用。一般厚度为 6~8 cm。如果犁耕深度经常变化,或是质地较粗的砂质旱地,则该层往往不明显,代号 P。
- ③ 心土层:受上部土体压力而较紧实,耕作层养分随水下移淋溶到此层,受耕作影响不大,根系分布较少,一般厚度为 20~30 cm,代号 B。
- ④ 底土层:位于心土层以下,不受耕作的影响,根系极少,保持着母质或自然土壤淀积层的原来面貌,还可能是水湿影响的潜育层,或冲积物形成的冲击层,代号 C。

土层划分之后,用钢卷尺从地表往下量取各层深度,单位为 cm,以与残落物接触的矿质土表为零点,分别向上、向下量得,并记录深度变幅。如:

O 4/6~0 cm;

A 0~17/22 cm;

B 17/22~34/36 cm。

2. 土壤颜色

土壤颜色均以门塞尔土壤比色卡表示,命名系统是利用颜色的三属性,即色调、亮度和彩度来表示的。色调是指土壤呈现的颜色;亮度是指土壤颜色的相对亮度,把绝对黑定为0,绝对白定为10,由0到10逐渐变亮;彩度是指颜色的浓淡程度,例如:5YR 5/6表示色调为亮红棕色,亮度为5,彩度为6。同时,描述干色(指风干时)与润色(指在风干土上滴上水珠,待表面水膜消失后的颜色)。比色时应当注意,土块应是新鲜的断面,表面要平;光线要明亮,在野外时不要在阳光下比色,室内最好靠近窗口比色。

3. 干湿度

干湿度可分为以下四级。

(1)干:放在手中丝毫无凉的感觉,吹之尘土飞扬。土壤水分在凋萎系数以下(>15巴)。

(2)润:放在手中有微凉感觉,吹之无尘土飞扬。土壤水分高于凋萎系数,低于田间持水量(0.33~15巴)。

(3)潮:放在手中挤压,无水流出,但有湿印,能握成团状而不散。土壤水分高于田间持水量(0.01~0.33巴)。

(4)湿:放在手中,稍加挤压,水分即从土中流出。土壤空隙中充满水分(<0.01巴)。

4. 土壤结构

土壤结构是指在自然状态下经外力掰开,沿自然裂隙散碎呈不同形状和大小的单位个体。土壤结构通常沿用前苏联土壤学家查哈罗夫的长、宽、高三轴发展的分类法,一般分为团粒状、核状、块状、棱柱状、柱状、碎块状、屑粒状、片状、鳞片状等。

5. 土壤质地

新中国成立后我国土壤质地分类标准一直采用的是前苏联卡庆斯基制,但因美国土壤系统分类及联合国土壤图中均采用美国制,且上述分类流行颇广,现将美国 C. F. Shaw 的简易质地类型简述如下,供野外应用。

(1)砂土:松散的单粒状颗粒,能够见到或感觉出单个砂粒,干时若抓入手中,稍一松手即散落;润时可呈一团,但一碰即散。

(2)砂壤土:干时可手握成团,但极易散落;润时握成团后,用手小心拿起不会散开。

(3)壤土:松软并有砂粒感、平滑、稍黏着。干时手握成团后,用手小心拿起不会散;润时握成团后,一般性触动不致散开。

(4)粉壤土:干时成块,但易弄碎,粉碎后松软,有粉质感。湿时成团或为塑性胶泥,干、润时成团块,均可随便拿起而不散开。湿时以拇指与食指搓捻不成条,呈断裂状。

(5)黏壤土:破碎后呈块状,土块干时坚硬。湿土可用拇指和食指搓捻成条,但往往经受不住它本身的重量,润时可塑,手握成团,手拿时更加不易散裂,反而变成坚实的土团。

(6)壤黏土:调水后用于摸时没有砂性感觉,湿时黏手,能揉成表面较光滑的泥条,弯成圆圈时不断裂,用手指压时可留下明显的指纹。

(7)黏土:干时常为坚硬的土块,润时极为可塑,通常有黏着性,手指间搓捻成长的可塑土条。

国际制与前苏联制土壤质地指感法鉴定标准见表 1-1。

表 1-1 土壤质地指感法鉴定标准

序号	质地名称		土壤状态	干捻感觉	能否湿搓成球	湿搓成条状况 (2 cm 粗)
	国际制	前苏联制				
1	砂土	砂土	松散的单粒状	捻之有沙沙声	不能成球	不能成条
2	砂壤土	砂壤土	不稳固的土块, 轻压即碎	有砂质感觉	可成球,轻压即碎, 无可塑性	勉强成断续 短条,一碰即断
3	壤土	轻壤土	土块轻搓即碎	有砂质感觉, 绝无沙沙声	可成球,压扁时, 边缘有多而大的 裂缝	可成条,提起即断
4	粉壤土		有较多的云母片	面粉质感觉	可成球,压扁 边缘有大裂缝	可成条,弯成 2 cm 直径圆即断
5	黏壤土	中壤土	干时结块, 湿时略黏	干土块较难捻碎	湿球压扁边缘 有小裂缝	细土条弯成的圆环 外缘有细裂缝
6	壤黏土	重壤土	干时结大块, 湿时黏韧	土块硬, 很难捻碎	湿球压扁边缘 有细散裂缝	细土条弯成的圆环 外缘无裂缝, 压扁后有
7	黏土	黏土	干土块放在水中 吸水很慢,湿时 有滑腻感	土块坚硬捻不碎, 用锤击亦难粉碎	湿球压扁的 边缘无裂缝	压扁的细土环 边缘无裂缝

6. 松紧度

松紧度是反映土壤物理性状的指标。目前测定松紧度的方法,以及名词术语尚不统一。有的用坚实度,有的用硬度。坚实度是指单位容积的土壤被压缩时所需要的力,单位是 kg/cm²;硬度是指土壤用以抵抗外力的阻力(抗压强度),单位是 Pa(帕)。松紧度应用特定仪器来测定。

测定土壤坚实度可使用土壤坚实度计,其使用方法如下。

(1)首先判断土壤的坚实状况,选用适当粗细的弹簧与探头类型。

(2)工作前,弹簧未受压时,套筒上游标的指示线,如为 kg 时,应指向零点,如深度为 cm 时,应指向 5cm 处。

(3)工作时,仪器应垂直于土面(或壁面),将探头揷入土中,至挡板接触到土面即可从游标指示线上获得读数,即探头的入土深度(cm)和探头体积所承受的压力(kg)。

(4)根据探头入土深度、探头的类型、弹簧的粗细,查阅有关土壤坚实度换算表,即得土壤坚实度的数值(kg/cm²)。

(5)每次测定完毕,必须将游标推回原处,以便重复测定,但必须防止游标产生微小滑动,以免造成测定误差。

(6)工作结束后,坚实度计必须擦刷干净,防止生锈,以保证其测定的精度。

在没有仪器的情况下,可用采土工具(剖面刀、取土铲、土钻等)来测定土壤的坚实度,其标准大体如下。

(1)极松:土钻、铁锹等放在土面,不加压力即能自行进入土体,如砂土。

(2)松:稍施加压力,土钻、铁锹即能进入土体,如壤土。

(3)紧:土壤结构较紧,必须用力,土钻、铁锹才能进入土体,如黏土、轻黏土。

(4)极紧:需用大力,铁锹才能进入土中,但速度慢,取出不易,而取出后有光滑的表面,如重黏土及具有柱状结构的心土层等。

7. 空隙

土壤空隙是指土壤结构体内部或土壤单位之间的空隙。土壤空隙可根据土体中空隙大小及多少表示(表 1-2)。

表 1-2 土壤空隙分级

空隙分级	细小空隙	小空隙	海绵状	蜂窝状	网眼状
孔径/mm	<1	1~3	3~5	5~10	>10

8. 新生体和侵入体

由于土壤存在多种利用方式,在土层中往往出现特点不同的新生体,如石灰结核、铁锰结核、锈纹锈斑、盐斑、假菌丝等。野外观察时,详细记载各种新生体的种类、性状、坚实度和厚度,在剖面中分布的特点,开始出现和终止出现的深度,大量集中的深度。根据新生体的性质和形状,可判断出土壤类型、发育过程及历史演变特征。

侵入体包括土壤中的砖块、瓦片、岩石碎块、死亡动物的骨骼、贝壳等,它们的存在与土壤形成作用一般没有直接的关系,但可以用来判断母质来源和古土层的存在情况。

9. 根系

土壤根系描述标准可分为四级(表 1-3)。

表 1-3 土壤根系

描述	没有根系	少量根系	中量根系	大量根系
标准(根条数/cm ²)	0	1~4	5~10	>10

10. 碳酸盐反应

用 10% HCl 与样品反应,碳酸盐反应一般分为以下几级。

- ① 无石灰性反应:不起泡沫,碳酸盐含量小于 1%,以“-”表示。
- ② 微石灰性反应:有微量泡沫,但消失很快,碳酸盐含量为 3%~5%,以“+”表示。

③ 中石灰性反应:有较多的泡沫,但不能持久,碳酸盐含量为 3%~5%,以“++”表示。

④ 强石灰性反应:泡沫多而持久,碳酸盐含量大于 5%,以“+++”表示。

11. 土壤 pH 值

用酸碱指示剂测定各层土壤的反应。

五、注意事项

土壤剖面的观察一般在野外,一定要听从指导老师安排,注意安全。

六、思考题

(1)根据土壤剖面观察结果,初步判断该土壤的肥力状况。

(2)设计土壤剖面记载表,并将相关数据填入表内。

实训二 土壤样品的采集与制备

一、实训目的

(1)掌握土壤样品的采集方法。

(2)掌握土壤样品的制备方法。

二、内容说明

土壤样品的采集与制备是土壤分析工作中的一个重要环节,其直接影响分析结果的准确性和应用价值,必须按科学的方法进行采样和制样。土壤样品的采集方法因分析目的不同而不同。为了研究土壤基本理化性状而进行的采样,应按土壤剖面层次,自下而上地分层采集各层中部的典型样品;为进行土壤物理性质测定而进行的采样,须采原状土样;为了解土壤肥力状况或研究植物生长期土壤养分的供求状况而进行的采样,一般采集耕作层土壤的混合样品。本实训主要完成耕作层土壤的混合样品的采集与制备。

三、主要仪器设备及用具

取土钻、小土铲、钢卷尺、布袋(或塑料袋)、标签、铅笔、木棒、镊子、土壤筛(1 mm 和 0.25 mm)、广口瓶、研钵和盛土盘等。

四、操作步骤与方法

(一)土壤样品采集

1. 样点设置

耕作层混合土壤样品的采集必须按照“随机”“多点”“均匀”的原则进行,使所采集土样

具有代表性。样点设置应根据地形及面积而定。长条形地块以蛇形采样较好；地块面积小、地形平坦、肥力比较均匀的情况下，多用对角线采样或棋盘式采样(图 1-2)。避免在路边、沟边、田边、肥料堆底和特殊地形部位选点，以减少土壤差异，提高样品的代表性。采样点的数目可根据分析精度要求及人力多寡而定，一般可根据采样区域大小和地力差异情况，采集 5~20 个点。采样时间一般在前作物收获之后、施肥之前进行。

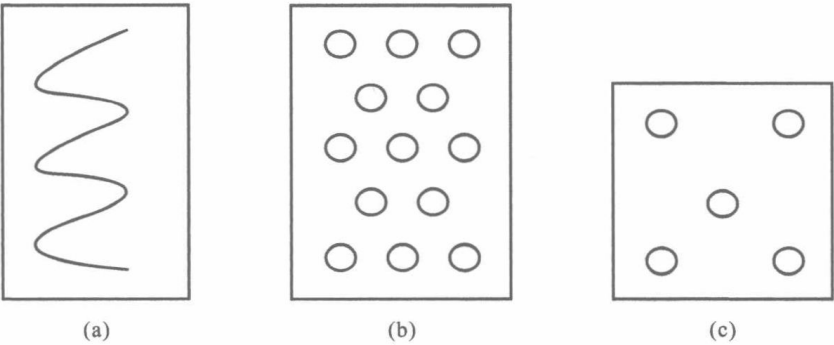


图 1-2 取样点设置示意图
(a)蛇形；(b)棋盘式；(c)对角线

2. 采样方法

在确定的采样点上，首先除去地面杂物及落叶，并将表土 2~3 mm 刮去，把土钻或小土铲垂直插入土内 15~20 cm，通常耕作层取土深度为 0~20 cm(注意土钻刻度)。如用小土铲取样，可用小土铲切取上下厚薄一致的薄片(图 1-3)。各点所取土样要在深度、数量上尽量一致，上下土体均匀。所有样品集中起来，混合均匀。取样质量为 1 kg 左右。土样过多时，可将全部土样放在盘子或塑料布上，用手捏碎混匀，拣出有机残体、侵入体等，采用四分法将多余的土缩减至所需数量为止(图 1-4)。

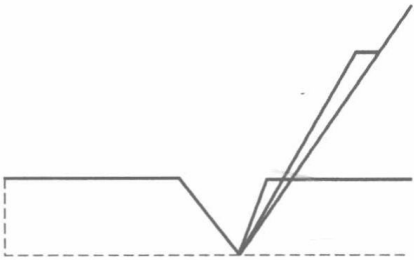


图 1-3 土铲取样法

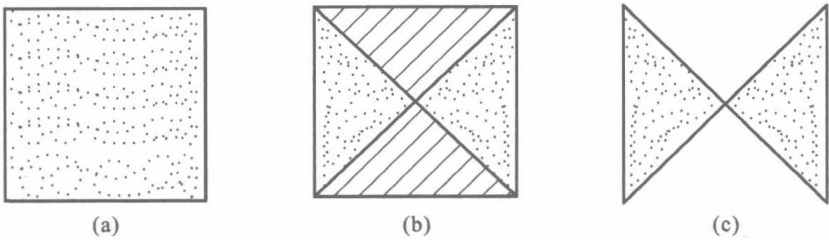


图 1-4 四分法取舍土样
(a)第一步；(b)第二步；(c)第三步

3. 采样时间

为了解决随时出现的问题,需要测定土壤时,应随时采样;为了摸清土壤养分变化和作物生长规律,可按作物生育期定期采样;为了制订施肥计划,一般在前作物收获之后、施肥之前进行;为了了解施肥效果,则在作物生长期,施肥的前后采样。

4. 装袋与填写标签

采好的土样可装入布袋(或塑料袋)中。土样装袋后,应立即书写标签,一式两份,一份放在袋内,另一份系在袋外。标签上应用铅笔写明土壤名称、采样地点、深度、样品编号、日期、采样人等。同时将此内容登记在专门的记录本上备查。

(二) 土壤样品制备

除速效性养分、还原性物质的测定需用新鲜土样外,一般应及时将土样进行处理,以抑制微生物活动和化学变化,便于长期保存和提高分析结果的准确性。土壤样品的处理一般可分为以下几步进行。

1. 风干去杂

田间采回的土样,应立即捏成碎块,剔除侵入体等杂质后,铺在盛土盘中,摊成 2~3 cm 厚的薄层,放置在背光、通风、干燥、清洁的室内风干,严禁暴晒或受到酸性、碱性、氨等气体及灰尘的污染。风干过程中,要随时翻动,捏碎大土块,剔除植物残体、新生体与侵入体,一般经过 5~7 d 后可达风干要求。

2. 磨细过筛

将风干后的土样平铺在木板或塑料布上,用木棍或橡皮塞碾碎,边磨边筛,直到全部通过 1 mm 筛为止。石块、结核不易碾碎,量少时可弃去,如果捡出的石块、结核较多,应称重,并折算出百分率。如果仅做化学分析,可用粉碎机磨细。

通过 1 mm 筛后的土样,用四分法分成两份,一份供 pH 值、速效养分测定用;另一份继续磨细至全部通过 0.25 mm 筛;如需测定全磷、全钾,还应取出一部分通过 0.1 mm 筛。

应特别注意的是,在处理样品时,必须将全部土样通过 1 mm 筛并充分混匀后,再用四分法或多点取样法分取,不允许直接将通过 1 mm 筛的样品用 0.25 mm 的筛筛出一部分作为 0.25 mm 土样使用。

3. 装瓶贮存

过筛后的土样经充分混匀后,应装入具磨口塞的广口瓶中,内外各贴标签一张。标签上写明土样编号、采样地点、土壤名称、深度、粒径、采样人及日期等。制备好的土样应避免阳光、高温、潮湿或酸、碱性气体的影响与污染。

五、注意事项

(1) 土壤是一个不均一体,它的影响因素较多。采取 1 kg 样品,再从其中取出几克或几百毫克,而足以代表一定面积的土壤,似乎要比正确的化学分析还困难些。实验室工作者只能对送来样品的分析结果负责,如果样品不符合要求,那么任何精密的仪器和熟练的分析技术都将毫无意义。因此,分析结果能否说明问题,关键在于采样。

(2)采取水田或烂泥土壤样品时,可将土样放入塑料盆(桶)中,将各点土样充分搅匀后,再取出所需数量的土样。

六、思考题

- (1)在土样采集和制备过程中,应注意哪些问题?
- (2)为什么取回的土样需制备后保存?

实训三 配方施肥技术

一、实训目的

- (1)掌握配方施肥的基本方法。
- (2)熟练掌握养分平衡法的基本技术。

二、内容说明

配方施肥是综合运用现代农业科技成果,根据作物需肥规律、土壤供肥性能与肥料效应,以有机肥为基础,提出氮、磷、钾和微量元素的适宜用量与比例,以及相应的施用技术的一项综合性科学施肥技术。它包含配方和施肥两方面的内容。配方的核心是根据土壤、作物状况,产前定肥、定量。施肥是肥料配方在作物生产过程中的执行,保证目标产量的实现。应根据土壤与作物特性来确定肥料的品种和用量,合理安排基肥和追肥的施用比例、次数、时期、用量。

(一)配方施肥的理论依据

(1)养分归还学说。配方施肥应解决作物需肥与土壤供肥的矛盾。作物的生长发育不但消耗土壤养分,而且消耗土壤有机质。因此,正确处理肥料投入与作物产出、用地与养地的关系,是提高作物产量和改善作物品质,维持和提高土壤肥力的重要措施。

(2)最小养分律。作物生长发育需要多种养分,但决定作物产量的是土壤中相对于作物需求含量最少的那种养分即最小养分,最小养分不是绝对不变的。作物在生长发育中所必需的多种营养元素之间要求有一定的比例关系。因此,有针对性地解决限制作物产量提高的最小养分,协调各营养元素之间的比例关系,实行氮、磷、钾、硫、钙、镁及微量元素肥料的配合施用,发挥各养分之间互相促进的作用,是配方施肥的重要依据。

(3)报酬递减律作物施肥增产曲线。该曲线证实了肥料投入报酬递减律的存在。因此,对某一作物品种的肥料投入量应该有一定的限制。在缺肥的中低产田,施用肥料的增产幅度大;而高产田,施用肥料的技术要求则比较严格。肥料的过量投入,将会导致肥料效益下降以致减产,因此,确定经济的肥料用量是配方施肥的核心。

(4)因子综合作用律。配方施肥是一项综合性技术体系,虽然其以确定不同养分的施肥量为主要内容,但是,为了发挥肥料的_{最大}增产效益,施肥必须与选用良种、肥水管理、耕作

制度、气候变化等影响肥效的诸多因素相结合,形成一套完整的施肥技术体系。

(二) 配方施肥的基本方法

配方施肥可以分为地力分区(级)配方法和目标产量配方法。

(1)地力分区(级)配方法。地力分区(级)配方法是按土壤肥力高低分成若干等级,或划出一个肥力均等的地块作为一个配方区,利用土壤普查资料和以往田间试验的成果,结合生产实践经验,估算出这一配方区内比较适宜的肥料种类及其施用量。这种方法比较粗放,适用于生产水平差异小、基础较差的地区。

(2)目标产量配方法。目标产量配方法是根据作物产量的构成,由土壤和肥料两个方面供给养分的原理来计算肥料的施用量。目标产量确定后,计算作物需要吸收多少养分来施用肥料。目前,目标产量配方法已发展成为地力差减法 and 养分平衡法两种方法。

① 地力差减法:作物在不施任何肥料的情况下所得到的产量称为空白区产量,它所吸收的养分全部取自土壤,从目标产量中减去空白区产量,就是施肥所得的产量。

② 养分平衡法:以土壤养分测定值来计算土壤供肥量。施肥量可按下列公式计算:

$$\text{土壤养分供应量}(\text{kg}/\text{hm}^2) = \text{土壤养分测定值}(\text{mg}/\text{kg}) \times 2.25 \times \text{校正系数}$$

其中,2.25 是土壤养分测定值 mg/kg 换算成 kg/hm^2 (土壤养分供应量和施肥量的单位)的乘数。若土壤养分供应量和施肥量的单位为 $\text{kg}/\text{亩}$ 时,这个乘数值应为 0.15。

$$\text{土壤养分校正系数} = \frac{\text{土壤养分供应量}(\text{kg}/\text{hm}^2)}{\text{土壤养分测定值}(\text{mg}/\text{kg}) \times 2.25}$$

$$\text{施肥量}(\text{kg}/\text{hm}^2) = \frac{\text{目标产量} \times \text{单位产量养分吸收量} - \text{土壤养分值} \times 2.25 \times \text{校正系数}}{\text{肥料中有效养分含量} \times \text{肥料当季利用率}}$$

$$\text{施肥量}(\text{kg}/\text{亩}) = \frac{\text{目标产量} \times \text{单位产量养分吸收量} - \text{土壤养分值} \times 0.15 \times \text{校正系数}}{\text{肥料中有效养分含量} \times \text{肥料当季利用率}}$$

(三) 配方施肥的有关参数

(1)目标产量。目标产量是指作物生产所要获得的计划产量。配方施肥的核心就是要为一定的目标产量施用适量的肥料。目标产量应根据土壤肥力来确定,通常先做田间试验,将不施任何肥料的空白区产量和最高产量区的产量进行比较,在不同土壤肥力条件下,通过多点试验,获得大量的成对产量数据,以空白区产量作为土壤肥力的指标,求得一元一次方程式的经验公式。在推广配方施肥时,空白区产量常常不能预先获得,可采用当地前3年作物的平均产量作为基础,再增加 10%~15% 的比例,作为目标产量。

(2)单位产量养分吸收量。作物单位产量养分吸收量是指作物每形成一单位(1 kg 或 100 kg)经济产量,所吸收养分的数量。所吸收养分的数量是作物地上部分含有养分总量,可分别测定茎、叶、籽实的质量及其养分含量,累加获得。计算公式如下:

$$\text{单位产量养分吸收量} = \frac{\text{作物地上部分含有养分总量}}{\text{作物经济产量}} \times \text{应用单位}(1 \text{ kg}/100 \text{ kg})$$

由于作物对养分具有选择吸收的特性,作物组织的化学结构也较稳定,在推广中可以应用现成的科研成果。各种作物单位产量养分吸收量,一般可在肥料手册中查得。现以几种作物为例说明单位产量所吸收氮素、磷素、钾素养分量,见表 1-4。