



□ 全国高等学校“十二五”农林规划教材

药用植物栽培学 实验实习指导

主编 郭巧生 王建华 张重义



药用植物栽培学 实验实习指导

Yaoyong

Zhiwu

Zaipeixue

Shiyan

Shixi

Zhidao

主 编 郭巧生 王建华 张重义

副主编 王康才 杨生超 杨太新 董诚明 王长林 胡润淮

编 者 (按姓氏笔画为序)

王长林 南京农业大学

王 沫 华中农业大学

王建华 山东农业大学

王康才 南京农业大学

邓乔华 广州白云山和记黄埔中药有限公司

朱再标 南京农业大学

刘 丽 南京农业大学

刘爱新 山东农业大学

刘福翠 云南农业大学

纪宝玉 河南中医学院

杨太新 河北农业大学

杨生超 云南农业大学

李 娟 河南农业大学

吴友根 海南大学

何先元 重庆医科大学

张重义 福建农林大学

陈兴福 四川农业大学

陈 暄 南京农业大学

邵清松 浙江农林大学

罗庆云 南京农业大学

郑方强 山东农业大学

胡润淮 浙江农林大学

祝丽香 山东农业大学

晋小军 甘肃农业大学

郭玉海 中国农业大学

郭巧生 南京农业大学

郭宏波 西北农林科技大学

梁宗锁 浙江理工大学

董诚明 河南中医学院

舒少华 华中农业大学

内容提要

本教材具有鲜明的中药农业特色。内容涉及药用植物栽培与耕作学、土壤与植物营养学、植物育种与繁育学、植物保护学及中药材采收与中药材安全监控等多学科的实验实习方法和基本技能,是一本较完整的现代中药农业生产技术体系的指导书。

全书共设计了 43 个实验或实习,分实验、实习和综合实习 3 章。实验部分一般为验证性实验,共 18 个,基本上可以在实验室内进行,每个实验 3~6 个课时。实习部分兼有验证性和设计性实验,共 12 个,应以室内实验与田间实习相结合开展,可在 1~2 周内完成。综合实习包括 SRT 设计和申请、中药材 GAP 文件编制和管理等,共 13 个,以实验设计并开展有关实验或实习相结合进行,一般在 1~12 个月内完成。每个实验实习均强调内容的完整性,各院校可根据实际情况有选择性的开展。各章节均配有作业及思考题。

本教材主要是作为农林和中医药高等院校中药学、中药资源学及药用植物生产或相近专业的教材和教学参考书。同时亦可供有关中药材生产和中药资源开发利用及其他经济植物研究和生产的专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

药用植物栽培学实验实习指导 / 郭巧生, 王建华,
张重义主编. -- 北京: 高等教育出版社, 2012.5
ISBN 978-7-04-034487-5

I. ①药… II. ①郭… ②王… ③张… III. ①药用植物—栽培技术—高等学校—教学参考资料 IV. ①S567

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 061703 号

策划编辑 潘 超 责任编辑 潘 超 封面设计 张 楠 责任印制 田 甜

出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400-810-0598
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	网 址	http://www.hep.edu.cn
邮政编码	100120		http://www.hep.com.cn
印 刷	北京市联华印刷厂	网上订购	http://www.landraco.com
开 本	787mm×1092mm 1/16		http://www.landraco.com.cn
印 张	11.5	版 次	2012 年 5 月第 1 版
字 数	280 千字	印 次	2012 年 5 月第 1 次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	22.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物 料 号 34487-00

前 言

药用植物栽培学是一门应用学科,实验实习是学习药用植物栽培学必不可少的教学环节,也是现代作物栽培学与耕作学学科的创新与发展。为规范教学内容和提升教学质量,我们组织了全国 14 所设置有“药用植物生产类”专业,包括中药学、中药资源学等的农、林、中医药院校的 29 位一线专家教授,同时邀请了国内著名中药材 GAP 基地建设企业有关专家共同编写了本教材,以此作为普通高等教育“十一五”国家级规划教材《药用植物栽培学》的配套实验实习教材。

本教材具有鲜明的中药农业特色。内容涉及药用植物栽培与耕作学、土壤与植物营养学、植物育种与繁育学、植物保护学及中药材采收与中药材安全监控等多学科的实验实习方法和基本技能,是一本较完整的现代中药农业生产技术体系的指导书,各院校可根据自身课程设置和学生基础自主选择。药用植物种类繁多,地域不同,自然分布或栽培的物种不同,各章节所选用的植物材料重在强调其应具有的生物特性,或选用分布区域广泛的代表性物种,方便不同地区的院校选用。

全书共设计了 43 个实验或实习,分实验、实习和综合实习 3 章。实验部分一般为验证性实验,共 18 个,基本上可以在实验室内进行,每个实验 3~6 个课时。实习部分兼有验证性和设计性实验,共 12 个,应以室内实验与田间实习相结合开展,可在 1~2 周内完成。综合实习包括 SRT 设计和申请、中药材 GAP 文件编制和管理等,共 13 个,以实验设计并开展有关实验或实习相结合进行,一般在 1~12 个月内完成。每个实验实习均强调内容的完整性,各院校可根据实际情况有选择性的开展。各章节均配有作业及思考题,以加深学生对理论知识的理解,掌握探讨理论与方法之间的有机联系,训练学生对实验数据的统计分析能力和撰写实验论文的能力,从而提高学生实际操作能力、独立工作能力和自主创新能力。

本教材主要是作为农林和中医药高等院校中药学、中药资源学及药用植物生产或相近专业的教材和教学参考书。同时亦可供有关中药材生产和中药资源开发利用及其他经济植物研究和生产的专业技术人员参考。

自 2008 年 8 月召开第一次编写会议以来,本教材历时三年多的编写过程,其间举办了多次编写、审稿及统稿会议,许多专家学者对本教材的编写提出了许多宝贵意见,特此诚挚感谢!同时在编写过程中亦参考了最新出版发行的国内外有关专业文献资料,在此对有关作者和出版单位表示衷心感谢!

由于编写者水平有限,书中缺点和错误在所难免,特别是中药农业的蓬勃发展,中药现代化、国际化对行业不断提出新要求和新规范,有必要不断更新完善本书内容。敬请广大读者提出宝贵的意见,以便以后修订。

编 者

2011 年 12 月

目 录

第一章 实验部分	1	作综合实习	64
实验一 土壤剖面观测与主要理化性状分析	1	实习二 药用植物种子处理与催芽技术	72
实验二 药用植物田间小气候观测	10	实习三 药用植物容器育苗技术与管理	75
实验三 药用植物种子形态结构与休眠特性观察	12	实习四 药用植物扦插繁殖技术	78
实验四 药用植物种子品质检验	16	实习五 药用植物嫁接繁殖技术	81
实验五 药用植物种子生活力的快速测定	21	实习六 药用植物压条与分株繁殖技术	84
实验六 药用植物果实分类与构造观察	23	实习七 药用植物快速繁育技术	87
实验七 药用植物根系形态结构与生长观察	29	实习八 药用植物苗木的分级、保存与移栽技术	91
实验八 药用植物叶面积指数与叶重测定	31	实习九 药用植物保花保果技术	94
实验九 药用植物叶片光合色素含量的测定	33	实习十 药用植物春化处理及观测	100
实验十 药用植物光合速率的测定	36	实习十一 药用植物生长发育动态及相关性分析	102
实验十一 药用植物花芽分化观察	41	实习十二 药用植物产量构成因素分析及田间测产	106
实验十二 药用植物开花、结果习性的观测	43	第三章 综合实习部分	109
实验十三 药用植物花粉生活力测定与有性杂交技术	45	综合实习一 药用植物物候与生育期的观测	109
实验十四 药用植物群体光照条件分析	49	综合实习二 密度试验设计及其对药用植物生长产量和品质的影响	113
实验十五 木本药用植物冠体结构分析	51	综合实习三 药用植物需肥规律与平衡施肥方案制订	115
实验十六 药用植物植株调整技术	54	综合实习四 药用植物需水规律与合理灌溉技术研究	119
实验十七 药用植物常见病害的识别与诊断	58	综合实习五 盐胁迫对药用植物产量和品质形成的影响	123
实验十八 药用植物常见虫害的识别与诊断	61	综合实习六 药用植物需光特性及光照处理技术	125
第二章 实习部分	64	综合实习七 药用植物病虫害调查及其防治技术	127
实习一 药用植物栽培农事基本操			

综合实习八 药用植物最佳采收期 的确定	131	编制与档案管理	144
综合实习九 药材采收和初加工	133	综合实习十三 SRT 申请及指导	155
综合实习十 药用植物园的规划设计 与建设	137	附录 1 环境监测指标及常用测定方法 介绍	160
综合实习十一 常用肥料的鉴别 技术	141	附录 2 GAP 文件目录(主要部分) ...	165
综合实习十二 中药材 GAP 文件的		附录 3 中药材 GAP 文件的编制 实例	167

第一章

实验部分

实验一 土壤剖面观测与主要理化性状分析

一、实验目的与要求

通过土壤剖面观测和土壤的主要理化性质分析,了解土壤剖面特性、土壤结构的观察方法及土壤质地的测定方法;掌握土壤样品的采集与处理方法;掌握土壤的田间持水量、土壤自然含水量、容重、pH 等指标的测定方法。

二、实验仪器与材料

铁铲、切土刀、锌铁盆、钢尺(2 m)、小布袋、标签纸、记录本、铅笔、铝盒、天平、烘箱、环刀、环刀托、削土刀、铁铲、天平(感量 0.1 g)、铝盒、烘箱、酸度计、玻璃电极、甘汞电极或复合电极、台秤、50 mL 烧杯、玻璃棒、25 mL 量筒、滤纸、纱布、橡皮筋、玻璃皿、小锤子和胶头滴管。

pH 4.01 标准缓冲液[称取 10.21 g 在 105 °C 烘至恒重的苯二甲酸氢钾($\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$, 分析纯),用水溶解后定容至 1 L],pH 6.87 标准缓冲液[称取 3.39 g 在 50 °C 烘至恒重的磷酸二氢钾(KH_2PO_4 , 分析纯)和 3.53 g 无水磷酸氢二钠(Na_2HPO_4 , 分析纯),溶于水后定容至 1L],pH 9.18 标准缓冲液[称取 3.80 g 硼砂($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, 分析纯),溶于无 CO_2 的冷水后定容至 1 L]。这些标准缓冲液的 pH 易变化,应注意保存。

三、实验原理

土壤剖面一般是在野外选择典型地段挖掘。自然土壤剖面大小:长 2 m、宽 1 m、深 1~2 m (或达到地下水层),土层薄的要求挖到基岩;一般耕种土壤剖面大小:长 1.5 m,宽 0.8 m,深 1 m。

土壤结构是指土壤颗粒(包括团聚体)的排列与组合形式。土壤结构影响土壤水分、养分的保蓄和供应能力,对植物根系的生长、土壤微生物活动、土壤气体和热量交换等产生直接影响。观察土壤剖面中的结构类型,可大致判别土壤的成土过程;观察自然散开的土壤结构体形状和大小,确定结构体类型。

土壤质地即土壤机械组成,是指土壤中各级土粒含量的相对比例及其所表现的土壤沙黏性质。根据各粒级颗粒具有不同的可塑性和黏结性估测土壤质地类型。

土壤样品采集要选取有代表性的少部分土壤进行分析测定,采集土壤样品时要求土样具有代表性,即能代表所研究土壤的总体情况。各种样品采集量一般为鲜重 1 kg 左右。采集的土样多,可用四分法淘汰,即将采集的土样弄碎,除去石砾、根、叶及虫体,并充分混匀铺成正方形,画

对角线分成 4 份,淘汰对角 2 份,再把留下的部分合在一起,即为平均土样,直到留下的土样达到所需数量(1 kg 左右)。

田间采回的土壤样本,都要经过一定的处理,制成分析样本。处理样品的目的是:①使样品能较长期地保存,不会因微生物活动而变质;②挑去非土部分,使分析结果能代表土壤本身的组成;③将样品适当磨细和充分混匀,使分析时所取样品具有较高的代表性,减少称样的误差;④将样品磨细,增大土粒的表面积,使制备待测溶液时分解样品的反应能够完全和均匀一致。

土壤自然含水量的测定是以烘干样品重为相对统一的计算标准,使各项分析结果可互相比较。

土壤容重与孔隙度的测定为判断土壤肥力高低提供参考指标。测定土壤容重时利用一定容积的环刀切割未搅动的自然状态土样,使土样充满其中、称量后计算单位体积的烘干土质量。

田间持水量反映自然状态下,土壤土毛管全部充满水的数量,用水分占干土重的百分数表示。

土壤 pH 是土壤溶液的酸碱反应的重要指标,其影响土壤养分的有效性。

四、实验步骤

(一) 土壤剖面观察

1. 土壤剖面的挖掘

选择调查地点具有代表性的地块,并离道路、住宅、沟渠、粪坑有一定距离,避免一切人为因素干扰。挖掘土壤剖面时要求剖面的观察面垂直并向阳,表土与底土分别堆放在土坑两侧,观察面上方不能堆土或走动,剖面如图 1-1 所示。

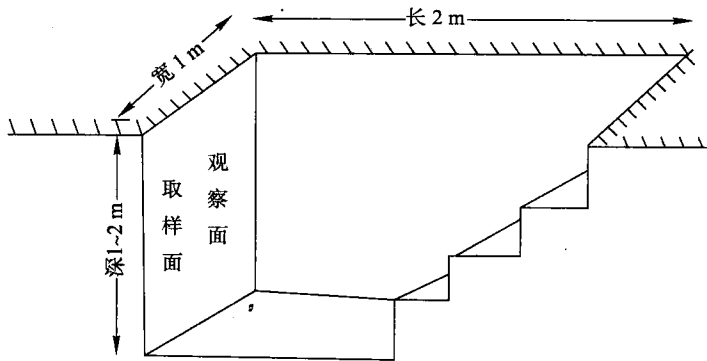


图 1-1 土壤剖面(土坑)示意图

2. 土壤剖面观察

(1) 土层划分

根据土壤剖面的外部特征,包括土壤的发生层次、颜色、质地、结构和新生体等的差异划分土壤层次(称为发生层),如表土层(A 层)、心土层(B 层)和底土层(C 层)等。

(2) 样品采集

土壤剖面划分后,从底层向上分别采集各层段中间部分的土壤,装入样品袋内,写好标签。

样品数量根据测定项目,采集鲜土 1 kg。

(3) 剖面观察

土壤颜色:观察土壤外在色彩,用一种颜色表示常常有困难,可用两种颜色来表示,如棕色,有暗棕、黑棕、红棕等之分。前面的指次要的颜色,后面指主要的颜色。

土壤结构:观察剖面土壤团聚体的形状大小,常见的结构有块状、核状、柱状、片状、微团聚体及单粒结构等。

土壤质地:采用手测法来判断土壤质地,将土壤质地分为:沙土、沙壤土、轻壤土、中壤土、重壤土及黏土等。

土壤湿度:将土壤放在手心,判断土壤水分含量状况,在野外常将土壤湿度分为:干、潮、湿、重湿及极湿等。

新生体:在土壤形成过程中新产生的或聚积的物质称为新生体,它们具有一定的外形和界限。新生体可以按它们的外观分类,也可按它们的化学组成来分类。按外观分为新生体盐霜、盐斑、结核等。

侵入体:位于土体中,但不是土壤形成过程中聚积和产生的物体,称为侵入体。侵入体有砖头、瓦片、铁器和瓷器等。

孔隙度:对土壤结构体内部或土壤单粒之间的空隙(孔隙)、土体结构体之间的孔隙(裂隙)数量与大小等进行观察。通常用大、中、小表示孔隙的大小,大、中、小表示裂隙大小,多、中、少表示孔隙的多少。

紧实度:观察土壤的松紧程度,常分为极松、松、散、紧及极紧等。

根系:描述土壤剖面各层里的根系分布情况,通常用没有根系、少量根系、中量根系、大量根系表示。

注意事项

- (1) 挖掘土壤剖面的位置要具有代表性,能反映调查点土壤的基本情况。
- (2) 各层段观察同一性状的观察标准要一致。

(二) 土壤结构观察

1. 挖取耕层土壤

挖取时挖出一大块土体,尽量使土块不散,保持最大的块状。挖取过程不得破坏土体,保持原来的状态,以免影响结构观察结果。

2. 观察与确定结构

用手顺其结构之间的裂隙轻轻掰开,或轻轻摔于地上,使结构体自然散开,然后观察结构体的形状、大小。将观察到的土体结构的形状、大小与表 1-1 对照,确定结构体类型。

3. 观察结构体聚集状态

用放大镜观察结构体表面有无黏粒或铁锰淀积形成的胶膜,并观察结构体的聚集形态和孔隙状况,对观察到的情况进行描述。

表 1-1 土壤结构类型及大小的区分

类 型	形 状	结构单位	大 小
结构体沿长、宽、高三轴平衡发育	块状:棱角不明显,形状不规则;界面与棱角不明显	大块状结构	直径>10 mm
		小块状结构	100~50 mm
	团块状:棱面不明显,形状不规则略呈圆形,表面不平	大团块结构	50~30 mm
		团块状结构	30~10 mm
		小团块结构	<10 mm
	核状:形状大致规则,有时呈圆形	大核状结构	>10 mm
		核状结构	10~7 mm
		小核状结构	7~5 mm
结构体沿垂直轴发育	柱状:形状规则,明显的光滑垂直侧面,横断面形状不规则	大柱状结构	横断面直径>50 mm
		柱状结构	50~30 mm
		小柱状结构	<30 mm
	棱柱状:表面平整光滑,棱角尖锐,横断面略呈三角形	大棱状结构	>50 mm
		棱状结构	50~30 mm
		小棱状结构	<30 mm
结构体沿水平轴发育	片状:有水平发育的节理平面	板状结构	厚度>3 mm
		片状结构	<3 mm
	鳞片状:结构体小,局部有弯曲的节理平面	鳞片状结构	
	透镜状:结构上、下部均为球面	透镜状结构	

注意事项

- (1) 挖取土体时尽量保持土壤结构体完整。
- (2) 掰开土壤结构体时保持力度适当,不破坏土体结构体。

(三) 土壤质地估测

1. 取样

将待测土块捏碎到没有结构,取一部分放在手掌中捏揉至均匀、柔软的感觉或某种粗糙的感觉。根据搓揉中的感觉判断土壤颗粒组成情况:沙粒粗糙,无黏结性和可塑性;粉粒光滑如粉,黏结性与可塑性微弱;黏粒细腻,表现较强的黏结性和可塑性。

2. 搓揉土壤

用适量水浸湿土壤,加水时要逐渐地少量地加入,用手指将湿土调匀,拌水过多或未充分湿润的土样均不适用,所加水量要恰使土壤和匀后不黏手。

3. 观测

当土团具有可塑性时,将土团尽量做成小球,搓成土条,并将土条弯曲成土环。根据搓揉成的形状,对照表 1-2 的规格估测土壤的质地。

表 1-2 手测土壤质地鉴定规格

质地名称	土壤干燥状态	干土用手研磨时的感觉	湿润土用手指搓捏时的成形性	放大镜或肉眼观察
沙土	散碎	几乎全是砂粒,极粗糙	不成细条,亦不成球,搓时土粒自散于手中	主要为砂粒
沙壤土	疏松	砂粒占优势,有少许粉粒	能成土球,不能成条(破碎为大小不同的碎段)	砂粒为主,杂有粉粒
轻壤土	稍紧、易压碎	粗细不一的粉末,粗的较多,粗糙	略有可塑性,可搓成粗 3 mm 的小土条,但水平拿起易碎断	主要为粉粒
中壤土	紧密、用力方可压碎	粗细不一的粉末,稍感粗糙	有可塑性,可成 3 mm 的小土条,但弯曲成 2~3 cm 小圈时出现裂纹	主要为粉粒
重壤土	更紧密,用手不能压碎	粗细不一的粉末,细的较多,略有粗糙感	可塑性明显,可搓成 1~2 mm 的小土条,能弯曲成直径 2 cm 的小圈而无裂纹,压扁时有裂纹	主要为粉粒,杂有黏粒
黏土	很紧密,不易敲碎	细而均一的粉末,有滑感	可塑性、黏结性均强,搓成 1~2 mm 的土条,弯成的小圆圈压扁时无裂纹	主要为黏粒

注意事项

- (1) 取土适宜,过多过少影响土壤的成形。
- (2) 加水适量,过多不能成形,过少反映不出质地真实情况。

(四) 土壤耕作层样品采集与制备

土壤样本采集的方法,根据研究目的的不同而不同。如果是研究整个土体的发生与发育,则应按土壤发生层次采集,如果研究耕地土壤的肥力特性,通常是在多点采取混合样本。即在一块田中,采取 5~20 点的样本,每点约取 250 g,然后混合均匀。样点的数目和分布,应根据田块的形状、大小和肥力状况确定。一般有 3 种采样法。

1. 根据地块特性选取取样方法

对角线采样法适用于田块面积较小,接近方形,地势平坦,肥力较均匀的田块(图 1-2A),取样点不少于 5 个。

棋盘式采样法适用于面积中等,形状方整,地势较平坦,而肥力不均匀的田块(图 1-2B),取样点不少于 10 个。

蛇形采样法适用于面积较大,地势不太平坦,肥力不均匀的田块(图 1-2C)。按此法采样,在田间是曲折前进来分布样点的,至于曲折的次数则依田块的长度、样点密度而有变化,一般为 3~7 次。

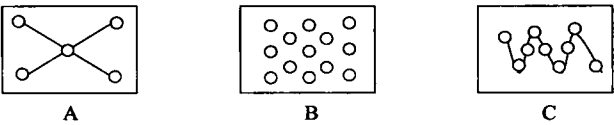


图 1-2 土壤样本取样方法示意图

A. 对角线采样法 B. 棋盘式采样法 C. 蛇形采样法

2. 取样

各点先用锹挖 20 cm, 弃去, 然后沿坑纵向取一薄层, 多点混合到一起取得的样本, 放在同一锌铁盆上, 捏碎混匀, 用对角弃置法取出一部分均匀样本。将所取土样倒入干净的小布袋中, 每个样本质量应不少于 1 kg, 随即写出两张标签, 一张折好放入布袋中, 一张则挂在布袋旁边, 标签上要写明样本号码, 采土地点、深度、采样人姓名及采样日期, 并在记录本上记载有关的情况。

3. 风干

样品的风干可在通风橱中进行, 将土壤铺在锌铁盆上, 摊成薄层, 拣去根系及残枝落叶, 风干过程中, 将大块土捏碎, 风干后的样品充分混匀后用四分法取出所需的数量, 400~500 g。

4. 磨细和过筛

风干的土样用木槌压碎, 然后用孔径为 1 mm 的筛子过筛, 直至全部土粒过筛为止, 不能过筛的石砾应称其质量, 计算其占全部风干样品质量的百分率。通过 3 mm 筛孔的土壤中, 均匀取出约 250 g 保存, 根据测定项目再制成相应样品。

5. 保存

生产和科研工作中的土样, 通常应保存一段时间, 以备必要时查核之用。标准样本或对照样本则须较长期妥善保存于磨口塞的广口瓶中。

6. 记录

目的是为了计算砾质的质量占土壤样品总重的百分数, 作为土壤质地分类的依据。同时便于安排分析计划。记录项目有:

- 土壤样本总重(g)
- 大于 1 mm 的砾石(g)
- 通过 1 mm 筛孔样本(g)
- 砾石占样本总重的质量分数(%)

注意事项

取样必须在有代表性的位置进行, 避免在植株生长特殊的位置、田边、路旁、沟边、低洼积水部位或放置过肥料的地方取样, 采集耕作层土壤时, 应先把田面的枯枝落叶或其他杂物拨开, 用锄或铲挖到所需要的深度, 切成垂直剖面后再取样(在作物地采样时, 一般在作物株行间进行)。采样时要注意样本的均匀性, 各个部位的取样数量应大致相等。如果在一个剖面中要分层采取, 一般先采取下层样本, 然后采上层样本, 以免混杂土壤。

(五) 土壤含水量

1. 风干土壤吸湿水的测定

取编有号码的小铝盒(需打开盒盖),烘干后,冷却,在电子天平上称得其恒重(W_1),平铺入约 5 g 风干土样,再准确称重(W_2),放入烘箱中,在 105~110 °C 烘烤 8 h 取出,加盖后放在干燥器内冷却至室温,立即称重(W_3),必要时重复烘烤 3 h。冷却称重,以验证是否恒重(两次质量之差不大于 3 mg)。结果计算:(以烘干土壤为基础的水分,%)

$$\text{土壤含水量}(\%) = (W_2 - W_3) \times 100 / (W_3 - W_1)$$

2. 新鲜土壤水分测定

取大的水分皿或大铝盒在田间用土钻钻取代表性土样,挖取土钻中部土样 20 g 左右迅速装入已知质量(W_1)的铝盒,带回实验室再称重(W_2)。同测定土壤吸湿水步骤相同。立即烘烤,冷却称重(W_3),依上式计算土壤水分(%)。

(六) 土壤容重与土壤孔隙度

1. 室内称量铝盒质量

105 °C 烘干铝盒至恒重,冷却至室温并称量。

2. 挖掘土壤剖面

先在田间选择挖掘土壤剖面位置,然后挖掘土壤剖面,观察面向阳,挖出的土放在土坑两边,挖的深度一般是 1 m 或见到地下水为止。如测定耕作层土壤容重,则不必挖土壤剖面。

3. 采集土样

用修土刀修平土壤剖面,并记录剖面的形态特征,按剖面层次,分层采样。

用土刀修正土壤剖面,按要求深度将环刀向下垂直压入土中,直至环刀筒中充满土样为止。用土刀(或铁锹)切开环刀周围的土样,取出已充满土的环刀,细心削平环刀两端多余的土,并擦净环刀外围的土,每层重复 3 次。

4. 土样质量测定

将环刀内的土壤无损失地移入已知质量的铝盒内,记下处理位置、层次、铝盒号,带室内称铝盒和湿土重。

5. 测定土壤含水量

105 °C 烘干至恒重,冷却至室温,称铝盒和干土重,计算土壤含水量。

6. 结果计算

$$\gamma_s = \frac{g \times 100}{V \times (100 + W)}$$

式中 γ_s ——土壤容重(g/cm^3);

g ——环刀内湿土样重(g);

W ——土壤样品含水量(%);

V ——环刀体积(cm^3)。

环刀体积—— $V = \pi r^2 h$

r ——环刀内半径(cm);

h ——环刀高度(cm);

π ——圆周率。

(七) 土壤三相比的计算

1. 固相率

通过实测的土壤密度和土壤容重进行计算,即:

$$\text{固相率} = \text{容重} / \text{密度}$$

2. 液相率(容积含水率)

由烘箱法或其他方法测定土壤质量含水量,再通过实测的土壤容重值换算:

$$\text{土壤质量含水量}(\%) = \text{土壤水质量} / \text{干土质量}$$

$$\text{土壤容积含水率}(\%) = \text{土壤质量含水量}(\%) \times \text{土壤容重}$$

3. 气相率

由土壤孔隙度减去容积含水率得到,而前者则由土壤容重和密度的实测值计算得到:

$$\text{孔隙度} = 1 - \text{固相率}$$

$$\text{气相率} = \text{孔隙度} - \text{容积含水率}$$

$$\text{土壤三相比} = \text{固相率} : \text{容积含水率} : \text{气相率}$$

(八) 田间持水量测定

1. 室内称量铝盒质量

105℃烘干铝盒至恒重,冷却至室温并称量(W_1)。

2. 采集土壤样品

在田间选择挖掘的土壤位置,用土刀修正土壤表面,按要求深度将环刀向下垂直压入土中,直至环刀筒中充满土样为止,然后用土刀切开环刀周围的土样,取出已充满土的环刀,细心削平环刀两端多余的土,并擦净环刀外围的土,将环刀及筒内的土壤无损地带回实验室。

3. 称土壤样品重

在环刀底端放大小合适的滤纸2张,用纱布将环刀和土样包好,用橡皮筋扎好。放在玻璃皿中,玻璃皿中事先放2~3层滤纸,将装土环刀放在滤纸上,用胶头滴管不断地滴水于滤纸上,使滤纸经常保持湿润状态,至水分沿毛管上升而环刀内土柱全部充满水,达到恒重为止。

4. 烘干土样称重

取出装土环刀,去掉纱布和滤纸,取出一部分土壤放入已知质量的铝盒内称重(W_2),并放入105~110℃烘箱中,烘至恒重,再取出称重(W_3)。

5. 结果计算

$$\text{土壤田间持水量}(\%) = \frac{(W_2 - W_3) \times 100}{W_3}$$

(九) 土壤 pH 测定

1. 待测液的制备

称取通过1mm孔径筛子的风干土样25g,放入50mL烧杯中,用量筒加无CO₂蒸馏水25mL,用玻璃棒搅拌30min,放置平衡30min后,用pH S-3B pH计测定。

2. 仪器校正

把电极插入与土壤浸提液pH接近的缓冲液中,使标准缓冲溶液的pH与仪器标度上的pH一致。然后移出电极,用水冲洗、滤纸吸干后插入另一标准缓冲溶液中,检查仪器的读数。最后移出电极,用水冲洗、滤纸吸干后待用。

3. 测定

- (1) 接通电源,开启电源开关,预热 15 min。
- (2) 将开关达到 pH 档。
- (3) 将斜率顺时针达到底。
- (4) 用温度计测出缓冲溶液或(待测液)的温度,将温度旋钮调至此温度。
- (5) 将电极放入 pH 为 6.86 的缓冲溶液中,调定位旋钮,使仪器显示 6.86。
- (6) 将电极冲洗干净后,再放入 pH 为 9.18(或 4.01)的缓冲溶液中,调斜率使仪器显示 9.18(或 4.01)。
- (7) 如此重复(5)、(6)步直到仪器显示相应的 pH 较稳定为止。
- (8) 将洗净的电极放入待测液中,仪器即显示待测液的 pH,待显示数字较稳定时读数即可。此值为待测液的 pH。

把电极小心插入待测液中,并轻轻摇动,使溶液与电极密切接触,待读数稳定后,记录待测液的 pH。每个样品测完后,立即用水冲洗电极,并用滤纸将水吸干再测定下一个样品。每测定 5~6 个样品后用 pH 缓冲溶液重新校正仪器。

注意事项

- (1) 测定土样严禁受室内氨气或其他酸类气体的影响。
- (2) 玻璃电极在使用前要用蒸馏水浸泡 24 h。玻璃电极的电极球体极薄易碎,使用务必当心,电极不用时,可放在 0.1 mol/L KCl 中用蒸馏水保存,长期不用可放在纸盒中保存。
- (3) 土水比不同,对土壤 pH 有影响。一般分析采用的土水比为 1:2.5~1:1.0。
- (4) pH 计的使用参照仪器说明书。

五、作业与思考题

1. 选择几处农田或试验田,观察并判断其土壤结构与质地。
2. 确定土壤剖面挖掘地点时应考虑哪些因素?
3. 为什么在土壤样品处理时要挑选出石砾和动植物残体?
4. 简要回答土壤含水量与田间持水量的含义。
5. 测定土壤 pH 时,为什么要测定待测液的温度?

参考文献

- [1] 黄巧云. 土壤学[M]. 北京:中国农业出版社,2005.
- [2] 林大仪. 土壤学实验指导[M]. 北京:中国林业出版社,2004.

实验二 药用植物田间小气候观测

一、实验目的与要求

通过对复合群体及农田小环境的测定,掌握农田小气候测定和研究的方法。

二、实验仪器与材料

选定某种药用植物种植田块为实验对象。

照度计、风速计、遥测通风干湿表、半导体温度计、自动感应自动记录仪、地温表、烘箱、取土钻、天平、铝盒、钢卷尺、皮卷尺、测杆、支架、木箱、细绳和记录纸等。

三、实验原理

1. 观测地段的选择

首先是选择地段要具有典型性,其次是观察条件要具备一致性和可比性。

2. 测点设置

观测点设置既能客观反映所测农田小气候的特点,又不受周围环境所影响。观测点的数目要根据观测的要求、人力和仪器设备等情况来确定。

根据药用植物生长情况和研究目的来确定观测的高度。田间温度测定取 10~20 cm、2/3 株高、植株顶部高度和 150 cm 4 个高度;光照度观测自下而上等距离分若干层次;风速测定一般测定 20 cm、2/3 株高和株高以上 100 cm 3 个高度。土壤温度观测一般取 0、5、15、20、30、50 cm 6 个深度,农田水温可取水面和水与土壤的交界面两个观测点观测。

3. 测定时间

结合植物生育期,选择典型天气测定。例如,要了解田间小气候的日变化或某要素的变化特征,可在作物生育的关键时期,选择典型天气,每间隔 2 h 进行全日的连续观测。也可采用定时观测(2、8、14 h 3 次观测值平均作为日平均值),以便于和气象台站的观测结果进行比较。

4. 测定仪器安置

各测点的仪器排列在田间作物的同一行间,尽可能保持行间原来的自然状态。仪器排列顺序和观测顺序一致,高的仪器放在低的仪器北面,保证记录的准确性和观测方便。

四、实验步骤

(一) 光照度的测定

测定光照度的仪器是各种类型的照度计。各种光照度测定仪器的使用,要严格根据使用说明书进行操作。

由于田间透光率不匀,在每个观测部位上均应水平随机移动测量数次,以平均值代表该部位的光照度。测定时可用数台仪器,在各测点同一部位同时进行,可用其中一台测定自然光照,以便计算观察部位的透光率。

$$\text{透光率}(\%) = \frac{\text{某一部位光照度}}{\text{自然光照度}} \times 100\%$$

(二) 温度、湿度的测定

观测空气温度、湿度的仪器有玻璃液体温度计、机动通风干湿表、遥测通风干湿表、自记温湿计；观测土壤温度的仪器有直管和曲管地温表、遥测土壤温度表；测定植物温度的有半导体温度计。一般常用烘箱法测定土壤水分含量。各种仪器的使用要根据说明书进行规范操作。

(三) 风速测定

风速测定使用的仪器为热球式电热风速计，该仪器易损坏，一定要严格根据使用说明书正确使用。

(四) 土壤湿度测定

用取土法或目测法。

(五) 观测资料的整理

在完成各个测点及各项观测内容后，首先将多项观测记录进行误差订正和查算，并检查观测记录有无陡升或陡降的现象，找出其原因并决定取舍，然后计算读数的平均值，最后查算出各气象要素的值。

为了从测定的小气候特征中寻找它们的差异，必须根据实验任务进行各测点资料的比较分析。在资料统计中，对较稳定的要素（如温度或湿度）可用差值法进行统计，而对易受偶然因素影响或本身变化不稳定的要素（如光照度和风速）宜用比值法进行统计。这样得出的数据既便于说明问题，又利于揭示气象要素本身的变化规律。

此外，应根据资料情况用列表法将重点项目反映在图表上。当平行资料不多或时间又不连续的时候，用列表法比较合适；但在资料多、长时间连续性观察、差异显著的情况下，应力求用图示法来反映重要的变化特征。

五、作业与思考题

1. 根据测定资料，对农田小气候做出综合分析。
2. 试述农田小气候观测的程序及应注意的问题。
3. 最高温度表、最低温度表应如何调整？
4. 农田小气候观测点设置应考虑哪些方面？
5. 为什么田间温度测定必需测定植株顶部温度值？

参考文献

陈雨海. 植物生产学实验[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.

(王建华 祝丽香)