

全国中等农业学校试用教材

土壤肥料学 实验实习指导

(农学类专业用)

全国中等农业学校
《土壤肥料学》教材编写组

一九八五年

说 明

根据农牧渔业部教育司指示,1983年11月在北京市农业学校召开了全国中等农业学校《土壤肥科学》教材编写组会议。编写组由陕西省农林学校卢增兰、江苏省苏州农业学校彭家栋、北京市农业学校倪嘉立及四川省温江农业学校胡祖铨组成。会上讨论拟定了《土壤肥科学实验实习指导》的内容和方法,确定了编写人员。初稿完成后,根据1984年8月底在苏州召开的教材审定会上各单位的意见进行了修改,再由陕西省农林学校卢增兰副教授进行审阅,最后定稿。

《土壤肥科学实验实习指导》是《土壤肥科学》教材的组成部分。通过实验实习,对学生进行基本操作技能的训练,印证、巩固和充实课堂理论教学;培养学生观察、分析、解决问题的能力和实事求是、一丝不苟的科学态度。为了提高实验实习教学的效果,每个实验实习中增加了复习思考题,作为实验实习报告内容之一,供教师选用。

为了适应教育要 现代化,面向世界,面向未来的需要,在原宜宾农业学校主编的实验实习指导的基础上,对实验实习内容进行必要的增删、修改,实验实习项目由二十一个增加到二十五个。新增演示实验五个。鉴于全国不同地区自然条件差异大和各校实验室条件差别较大的实际情况,增加了选作的项目,供各校选用。有的内容也可结合教学实习及生产实习进行。

本书中各实验实习是按教材顺序编排的。有的实验实

习，各校可根据季节需要作必要的调整。

实验实习中，有关土壤化学分析和土壤物理分析项目，主要选用《全国第二次土壤普查暂行技术规程》提出的方法，并按照《规程》的补充修改意见进行了修订。

在编写过程中，承北京市农业学校、广西壮族自治区农业学校、广西壮族自治区钦州农业学校及湖北省鄂西自治州农业学校提供部分资料，特此致谢。

由于编者业务水平和实践经验所限，缺点和错误在所难免，敬希使用本书的师生提出宝贵意见。

编 者

一九八四年十一月

实验实习规则

1. 每次实验实习前, 必须认真阅读实验实习指导, 明确实验实习的目的和内容, 对操作步骤要作到心中有数, 预防忙乱, 避免错误。

2. 实验实习开始前, 要检查仪器用具和试剂是否齐全, 有无损坏。如有发现, 应及时报告老师补发。

3. 进行实验实习时, 要按照实验实习指导说明的步骤、方法, 在老师指导下进行操作。试剂用量应按规定数量取用。

4. 实验实习时必须集中精力, 细心观察, 认真思考, 准确记录。所有的原始记录要记在专门的记录本上, 不得随意涂改, 抹掉。

5. 实验室内要保持安静、整洁, 不要随意到处走动, 大声喧哗。

6. 爱护仪器用具和药品, 按规定使用仪器用具和药品。注意保持药品的纯净, 不要将取出的药品倒回原瓶; 取药品后要立即将盖子盖好, 注意不要盖错。

7. 要注意安全, 谨慎处理危险药品, 预防中毒、失火。实验过程中如遇发生意外, 不要慌乱, 应立即报告老师, 采取适当措施进行处理。

8. 实验后的废液、废物等, 不要随意乱丢, 不要倒入水槽中, 应倒入指定的废液缸内。

9. 实验实习完毕后,应及时将仪器用具擦洗干净,放回原处;清洁实验桌台面,打扫地面卫生。仪器用具如有损坏,应报告老师,并填写仪器用具损坏卡片。离开实验室前,应关好门窗、水源、电源。

10. 按照老师规定,按时完成实验实习报告。报告数据要求真实,可靠。书写文字要求整齐,洁净。

目 录

实验实习规则	1
实验实习部分	1
一、土壤样品的采集和制备	1
二、土壤含水量的测定(烘干法和酒精燃烧法)	5
三、土壤质地的测定(简易比重计法和手测法)	11
四、土壤有机质的测定(重铬酸钾法或水合热法)	23
五、土壤容重和孔隙度的测定(环刀法)	29
※六、土壤阳离子交换量的测定(草酸铵—氯化铵法 或氯化钡—硫酸法)	34
七、土壤酸碱度的测定(电位测定法和混合指示剂 比色法)	40
※八、石灰施用量的测定(0.2M CaCl_2 交换—中和 滴定法)	45
九、土壤田间持水量的测定(淹灌方框法或威尔科 克斯法)	48
※十、土壤水吸力的测定(张力计法)	50
※十一、本地区成土主要岩石与母质的识别	55
十二、土壤剖面的观察记载	59
※十三、水稻土中硫化氢、亚铁含量的测定	69
※十四、土壤中可溶性盐和灌溉水中盐分的测定	71
十五、土壤全氮量的测定(蒸馏法或扩散法)	84

注：※表示选作的实验实习项目。

十六、土壤碱解性氮的测定(扩散法)	92
※十七、氨水和碳酸氢铵中含氮量的测定(中和滴定法)	94
十八、土壤速效磷的测定(0.5M碳酸氢钠浸提—钼锑抗比色法)	99
※十九、过磷酸钙中有效磷和游离酸的测定(柠檬酸浸提—钒钼黄比色法和中和法)	106
二十、土壤速效钾的测定(火焰光度计法或四苯硼钠比浊法)	111
※二十一、化学肥料的定性鉴定	118
二十二、有机肥料样品的采集、制备和水分、粗有机质含量的测定(烘干法和灼烧法)	125
二十三、当地主要绿肥品种的识别与生长情况的观察记载	129
二十四、施肥量的估算	133
二十五、土壤与作物的营养诊断	134
※二十六、盆栽试验—土壤有效磷的幼苗测定法	171

演示实验部分

一、土壤缓冲性能的观察	175
二、腐殖质的提取与性质试验	176
三、土壤阳离子代换吸收性能的观察和比较	179
四、土壤阴离子代换吸收性能的观察和比较	181
五、不同粒径土粒水分性质的比较	183

附录

一、常用元素的原子量表	184
二、常用化合物的分子量表	185

三、常用酸碱水溶液的比重 (D) 和浓度(N).....	189
四、常用酸碱溶液的配制.....	190
五、筛孔筛号对照表.....	192
六、常用化学试剂的分级.....	193
七、分析结果的允许误差.....	194
八、P ^H 标准缓冲溶液系列的配制.....	195
九、标准酸碱溶液的标定方法.....	196
十、透光率 (%T) 与吸收值 (A) 的换算.....	199

主要参考资料

实 验 实 习 部 分

实验实习一

土 壤 样 品 的 采 集 和 制 备

一、意 义 土壤样品的采集和制备是土壤分析工作中的一个重要环节，它是关系到分析结果以及由此得出的结论是否正确、可靠的一个先决条件。土壤的组成复杂而又极不均一。为要使分析测定的少量样品，能够反映一定范围内土壤的真实情况，必须有一套科学的采样和制样方法。为了使分析的样品具有最大的代表性，在土壤样品的采集和制备过程中，应该按照“随机”、“多点”和“均匀”的要求进行。

二、目的要求 通过土样的采集和制备，进一步明确其意义，初步掌握耕层土壤混合样品的采集和制备的方法。

三、仪器用具 小铁铲、取土钻、布袋（或塑料袋）、标签、铅笔、钢卷尺、木棒、镊子、土壤筛（18目，60目）、广口瓶、盛土盘。

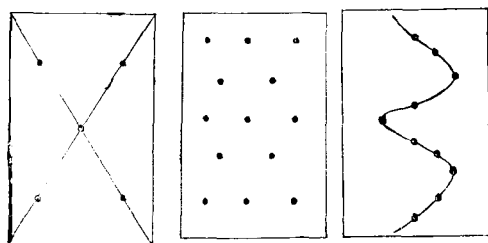
四、操作步骤

（一）土壤样品的采集 土壤样品的采集方法因分析目的不同而异。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，须采原状土样品；

为了解土壤肥力状况或研究植物生长期中土壤养分的供求情况而进行的采样，一般是采集耕作层土壤的混合样品。下面着重介绍采集耕作层土壤混合样品的方法。

耕层混合土壤样品的采集必须按照一定的采样路线和随机、多点、均匀的原则进行。

采样点的分布要尽量做到均匀和随机。布点形式以蛇形较好。只有在地块面积小、地势平坦、肥力均匀的情况下，才用对角线采样法或棋盘式采样法（图1—1）。



对角线采样法 棋盘式采样法 蛇形采样法

图1—1 土壤采样法

采样时不要在非代表性地点（如路边、沟边、田边、肥料堆积过的地方和特殊地形部位等）进行取样。

采样点的数目，最好是根据采样地块的变异系数和试验所要求的精密度进行计算得出（详见《田间试验与生物统计》课程）。一般可根据采样区域大小和土壤肥力差异情况，采集5—20个点。

采样的方法是：在确定的采样点上，先将表土2—3毫米刮去，然后用小土铲（图1—2）或土钻垂直入土至一定深度，通常耕作层取土深度为20厘米左右。每个采样点的取土深度、重量应尽可能均匀一致。然后将采集的各点样品集中起来，混合均匀。

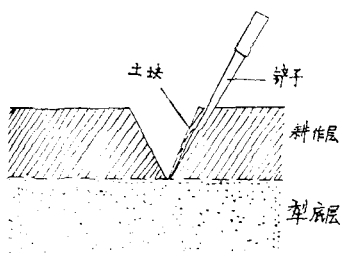


图1—2 土壤采样法

每个混合样品的重量，一般以1公斤左右为宜。如果采集的土样重量过大，可将全部土样放在盘子或塑料布上，用手捏碎混匀后，用四分法将多余的土弃去，直到所需数量为止（图1—3）。

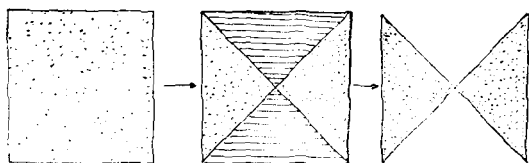


图1—3 四分法分样图

采取水稻土或烂泥土样时，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。

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，一份放在口袋内，一份系在口袋外。标签上应用铅笔写明采样地点（县、乡、村、组、地块名等）、深度、样品编号、日期、采样人、土壤名称等，并将此内容登记于专门的记载本上，备查。除以上内容外，采样记录还应包括地形、地质、水文、植被（或作物）种类、生长状况等。

（二）土壤样品的制备 土壤样品的制备与采集一样，也必须注意样品的代表性。

从田间采回的土壤样品，首先应剔除土壤中的侵入体

(如植物残体、昆虫尸体和石块、砖头等)和新生体(如石灰结核、铁锰结核等)等。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代表性。

土壤样品的处理,一般可分为以下几步:

1、风干。田间采回的土样,应立即捏成碎块,剔除侵入体和新生体后,铺在晾土架、木板或盛土盒中,摊成2—3厘米厚的薄层,进行风干。风干应在阴凉、通风、干燥的室内进行,要严禁曝晒或受到酸、碱等气体及灰尘的污染。风干过程中,要随时翻动,捏碎大土块,剔除新生体与侵入体。

2、磨细与过筛。将风干后的土样平铺在木板或塑料板上,用木棍或塑料棍碾碎。边磨边筛,直到全部通过1毫米筛孔(18目)为止;但石块、结核等不要碾碎。在磨细、过筛过程中,应随时将土样中的植物残根、侵入体和新生体剔除。如果捡出的石子、结核物较多,应称重,并折算出含量百分率。

过筛后的土样经充分混匀后,分成两份:一份供 pH 、速效养分等测定用;另一份继续磨细至全部通过0.25毫米(60目)筛孔,供有机质、全氮等测定用。如需测定全磷、全钾,还应通过0.149毫米(100目)筛孔。

应当强调指出,在分取样品时,必须将通过1毫米筛的全部土样充分混合后,再用四分法或多点取样法分取,而不能在其中随意取出一部分进行磨细,更不允许直接在磨细的样品中筛出一部分作为60目或100目土样使用。

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或塑料袋中，内外各具标签一张。标签上写明土样编号、采样地点、土壤名称、深度、筛孔、采样人及日期等。制备好的土样应避免日光、高温、潮湿或酸、碱气体的影响或污染。

复 习 思 考 题

- 1、土样的采集和制备在分析工作中有何重要意义？
- 2、在土样的采集和制备过程中应注意哪些问题？
- 3、为什么不能直接在磨细通过 1 毫米筛孔的土壤样品中筛出一部分作为 60 目土样？

实验实习二

土 壤 含 水 量 的 测 定

(烘干法和酒精燃烧法)

一、测定意义 土壤水分是土壤的重要组成部分，也是土壤肥力因素中最为活跃、较易控制的一个因素。通过土壤含水量的测定，可以了解田间土壤的含水状况，为作物播种、土壤耕作、合理排灌、合理施肥等提供依据。

在室内分析工作中，风干土样含水量的测定，可以为各项分析结果的计算提供基础，以便于换算成烘干土重为基础

的百分数，使整个分析结果有一个合理的相对性数值。

二、目的要求 掌握烘干法、酒精燃烧法测定土壤水分的原理和方法，能比较准确地测出土壤水分的含量。

三、仪器用具 烘箱、分析天平（感量0.01克和0.001克）、干燥器、铝盒、称样皿、量筒（10毫升）、小刀、无水酒精。

四、测定方法 测定土壤含水量的方法很多，常用的有烘干法和酒精燃烧法。前者是目前国际上测定土壤水分的标准方法，它具有测定结果比较准确，适合于大批测定的优点，但需要时间较长；后者的测定比较迅速，但精密度稍差，适合于田间速测。

（一）风干土样中吸湿水的测定（烘干法）

1、方法原理 在 $105 \pm 2^\circ\text{C}$ 温度下，风干土样中的吸湿水从土壤表面蒸发，而结构水不会破坏，土壤有机质也不致分解。将土壤样品置于 $105 \pm 2^\circ\text{C}$ 下烘至恒重，通过烘干前后重量之差，可计算出土壤中水分含量的百分数。

2、操作步骤

（1）取有盖铝盒（或称样皿）洗净，烘干，放入干燥器中冷却至室温，然后在分析天平上称重（ W_1 ）。注意底、盖配套，不要拉乱。

（2）用角匙取风干土样4—5克，均匀地铺在铝盒（或称样皿）中，称量（ W_2 ）。

（3）将铝盒盖子打开，放入恒温干燥箱中，在 $105 \pm 2^\circ\text{C}$ 温度下烘6小时左右。

（4）盖上铝盒盖子，将铝盒置于干燥器中20—30分

钟，冷却至室温后，称重。

(5) 打开铝盒盖子，放入恒温干燥箱中再烘2小时，冷却、称至恒重(W_3)。

3、结果计算

以烘干土为基础的水分百分数：

$$\begin{aligned}\text{土壤含水量, } W\% &= \frac{\text{风干土重} - \text{烘干土重}}{\text{烘干土重}} \times 100\% \\ &= \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100\%\end{aligned}$$

$$\text{水分系数: } X = \frac{\text{烘干土重}}{\text{风干土重}} = \frac{W_3 - W_1}{W_2 - W_1}$$

在分析工作中，有关风干土、烘干土、水分系数、水分含量间的换算公式如下：

$$\begin{aligned}\text{风干土重} &= \text{烘干土重} \times \frac{100 + W}{100} \\ &= \frac{\text{烘干土重}}{X}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{烘干土重} &= \text{风干土重} \times X \\ &= \text{风干土重} \times \frac{100}{100 + W}\end{aligned}$$

$$X = \frac{100}{100 + W}$$

4、注意事项

(1) 测定风干土样中吸湿水的含量时，一般用1/1000克天平进行称量，并视前后两次重量之差小于或等于0.003克为恒重。

(2) 一般土壤样品烘干的温度应严格控制在 $105 \pm 2^\circ\text{C}$ ，温度过高，土壤有机质易碳化散失。

(3) 为了缩短测定时间,可采用130℃恒温干燥水分快速测定法。测定方法是:称取试样2—5克置于铝盒中,将铝盒放入预先热至130℃的电热干燥箱内(此时温度略有下降,但要求不低于127℃)在 130 ± 1 ℃下连续干燥1小时,取出,稍冷,放入干燥器内冷却15分钟后称重。

附:土壤吸湿系数的测定

土壤吸湿水的多少,与空气相对湿度有关,相对湿度愈大,则土壤吸湿水愈多。当空气相对湿度接近饱和时,土壤吸湿水达到最大数量,这时土壤含水量的百分数称为最大吸湿水量或吸湿系数。由于萎蔫系数不易测定,可通过测定土壤的吸湿系数而间接计算。

1、测定步骤:

(1) 称取通过1毫米筛孔的风干土样5—20克(精确到0.01克),放入已知重量的称样皿(直径5厘米,高3厘米)中,轻轻敲击,使土样均匀地铺成一层。

(2) 将称样皿盖子打开,放入干燥器中有孔的磁板上,而又不与器壁接触。在干燥器磁板下放入盛有10%硫酸(重量百分数)的烧杯,每克土样约用10% H_2SO_4 2毫升。

(3) 将干燥器放在温度比较稳定的室内。土样吸湿一周后,将称皿盖上盖子从干燥器中取出,立即称重。然后重新将称皿盖子打开,放入干燥器中继续吸湿。以后每隔2—3天称重一次,并换一次10% H_2SO_4 溶液,直至恒重(前后二次重量之差不超过0.03克)为止。

*印天寿:130℃恒温干燥水分速测方法的研究,土壤肥料,1984年3期,39页。

(4) 将称皿置于 $105 \pm 2^\circ\text{C}$ 恒温干燥箱中烘至恒重。计算土壤含水量(以烘干土为基数表示),即为该土壤的吸湿系数。

2. 注意事项

(1) 称样多少,依土壤质地和有机质含量而定。粘土和有机质含量多的土壤称5—10克;壤土和有机质含量较少的土壤称10—15克;砂土和有机质少的土壤称15—20克。

(2) 干燥器最好放在 $20 \pm 0.1^\circ\text{C}$ 的恒温箱中。从恒温箱中取出称皿称重时,为了不使温度变动过大,最理想的办法是将恒温箱放在 20°C 的恒温室内,称重就在恒温室内进行。在条件不具备时,也应在室温较高的房间内进行称重。因为温度的变化会妨碍土壤吸湿过程的正常进行,显著的降温会引起土壤中毛管水凝结,影响测定结果。

(二) 新鲜土壤水分的测定

1. 烘干法

(1) 方法原理 同风干土样吸湿水的测定。

(2) 操作步骤 用铝盒(或称皿)称取新鲜土样20克左右(精确到0.01克),在 $105^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 的恒温箱中烘6小时,冷却后称重。再烘2—3小时,称重。并视前后两次重量之差小于0.03克为恒重。每个样品至少应重复测3份。

(3) 结果计算 同风干土样吸湿水的测定,以烘干土重为基础的百分数表示,取算术平均值。

2. 酒精燃烧法

(1) 方法原理 本方法是利用酒精在样品中燃烧放出的热量,使土壤水分迅速蒸发干燥。当酒精燃烧,火焰距土面2—3厘米时,样品温度约 $70-80^\circ\text{C}$;当火焰将熄灭前几