

# 土壤肥料学实验指导

(农学专业)

吉林农业大学土化系土壤农化教研室編

一九七三年八月

## 土壤肥料学实验目的与要求

土壤肥料学实验是土壤肥料学的重要组成部分。毛主席教导我们说：“理论的基础是实践，又反过来为实践服务”。在经过了土壤与肥料理论学习之后，也必须在实践中加以验证并加深对理论部分的理解。此外，通过实验，也可以使我们熟悉和掌握土壤肥料的各种分析方法，为将来从事农业生产打下良好的基础。为了达到上述目的，特提出以下要求：

1. 实验前必须预习实验指导，复习有关讲课内容，明确实验目的，了解实验内容、操作及原理。
2. 实验时，要严肃认真，严格遵守操作规程。
3. 实验过程中，必须认真观察和分析实验现象，发挥独立思考，并随时做好记录。
4. 严格遵守实验室安全规则，建立安全检查制度。
5. 爱护国家财产，节约水、电和药品。

目 录

实验一	土壤分析样品的采集与制备.....	1—4
实验二	土壤水分的测定.....	5—7
实验三	土壤腐殖质的测定.....	8—11
实验四	土壤酸碱度的测定.....	12—14
实验五	土壤养分速测.....	15—20
实验六	土壤全盐量的测定.....	21—23
实验七	化学肥料识别鉴定与混合.....	24—32
实验八	氨态氮肥中氮的测定.....	33—34
实验九	过磷酸钙中有效磷的测定.....	35—37

## 实验一 土壤分析样品的采集与制备

### 一、目的

为了深入了解土壤的养分状况及理化性质，必须进行土壤养分及理化性质的分析，这样，首先要采取土壤分析样品并加以制备，以供分析之用。本实验即在于使同学能了解土壤分析样品的采集与制备的方法。

### 二、采样原则、注意事项及采样方法

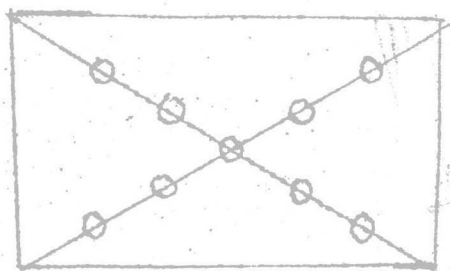
#### 1. 采样原则及注意事项

在土壤分析工作中，样品的采集与制备是一项极其重要的工作。因为通常分析的样品总是少量的，而分析的结果则是代表大块的土地，如果采集的样品没有代表性或者不能正确的制备，则分析结果必然不能符合客观现实，这样，就会给农业生产带来损失。因此，采集与制备样品时，必须慎重，一定要按下列原则及注意事项进行：

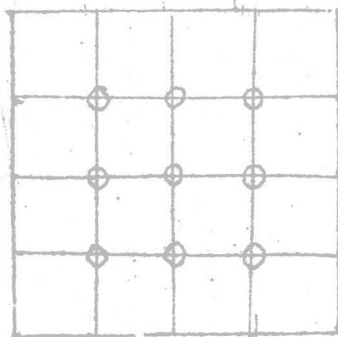
①采集的样品必须具有代表性，如果土地面积较大，包括坡地、平地、洼地及山地等，由于地形不同，土壤肥力状况及理化性质也不同，因此，就需要分别采样。

②在试验田采样时，一般一个处理小区采一个代表样品，此代表样品可先分别在有代表性的4—6处采集，然后混合组成一个代表样品。选点时应根据地形不同采用对角线法，方格法或捌之形法来采样。

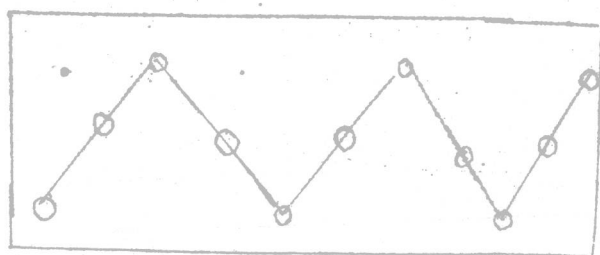
#### 对角线法（适长方形地）



#### 方格法（适正方形地）



### 捌之形法( 适长条地形)



③采样的地点应避免在田边、路边、沟边和特殊的地形部位，以及堆放过肥料的地方。

④采样湿度以不粘镢子时为最好，如太湿采后不易混，并其中某些化学成分（如可溶性盐）易被土袋吸收。

⑤采样深度：一般采样的深度为0—20 cm或0—30 cm，即耕层深度。

⑥采样的重量不得过多或过少，过少时不足分析之用，过多时携带不便，一般采样重量为0.5—1公斤。

(一) 采样时间：在制定栽培措施或设计试验田时，要了解土壤原有肥力状况，可在春季耕地施基肥以前采样。分析土壤肥力状况，作为制定栽培措施或设计试验田的参考。

此外，为研究作物丰产规律，要在作物各个生育期采取样品，以便掌握环境条件对作物的影响。为进一步了解丰产田或试验田的肥力基础，除在作物各个生育期需要采样外，在播种以后出苗以前及秋收以后也需要各采一次样品。

#### 2. 采样方法

采样点选好后，首先应清除地面上的杂物，然后将镢子垂直插入土内，切成一个垂直面，自上而下切取土壤。把各点所取的等重量的土壤放在瓷盘内，捏碎土块，充分混合均匀，按四分法选出0.5—1公斤，装入布袋或塑料袋中，袋内外都应付以标签，便于检查核对，标签的内容应包括下列项目：

土壤编号	
土壤名称	
采样地点	
采样深度	
采样时间	
采样人	

### 三、土壤样品的制备

把野外采回来的土壤及时的平铺在干净的木板或油布上，标签压在下面，放在无 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 并通风良好的室内，上面盖纸，以防尘埃落入。在风干期间随时翻拌土壤，并以手捏碎大土块。

将风干的土壤用四分法分为二分（所谓四分法就是先将样品混合均匀后，平铺在干净的纸上或油布上成四方形，在其上沿对角线划个十字，分为四等块，对角线的二块作为一份，取得二份平均样品），取其一一份样品，~~擦~~去草根、落叶、石块及其他杂物。然后放在研钵内研碎，使其通过1毫米（20号）土筛，直至全部细粒都过筛，筛上仅余碎石为止。将过筛的土壤再用四分法取一半装入广口瓶内，瓶内外付上标签，供一般分析之用（酸碱度，速效养分及盐分等用）。当需要测定腐殖质及全量氮、磷、钾时，取通过1毫米的样品约50克左右，再进行研细，使样品全部通过0.25毫米（60号）筛子。在研细以前应把残留的微细草根仔细的挑选除去。

### 瓶上标签

土壤编号	
土壤名称	
采样地点	
采样深度	
采样时间	
制备人	

四、实验备品：

1. 布口袋或塑料袋。

2. 小铁罐。

3. 油布。

4. 米尺。

5. 研钵。

6. 广口瓶。

7. 土壤标签。

8. 牛角勺。

9. 筛子(20号、60号)。

10. 瓶标签。

11. 线绳。

12. 白瓷盘。

13. 大铝盒。

14. 镊子。



## 实验二 土壤水分的测定

### 一、测定意义

田间的土壤都含有一定的水分，而土壤含水量的多少与作物的生长发育和产量有十分密切的关系。所以，我们必须经常了解土壤中的水分状况，当水分少时要灌溉，以便及时供给土壤适当的水分。水多时要及时排水，去掉多余的水分。因此，我们必须定期测定田间的土壤含水率，以确定是否需要灌溉或排水，只有这样才能保证作物的正常生长和发育，获得高产。

在试验室里经过风干的土壤，也仍然含有一定的水分（吸湿水），我们通常都是取风干状态的土壤来做各项分析测定，为了把分析结果换算为占绝对干土重的百分数，也必须测定土壤水分。土壤含水率以%来表示。

### 二、测定方法

#### 1. 烘干法

取一个已烘干的干净铝盒，在分析天平上称重，然后加入予测土样10克左右（精确称取其重量）。将此装土的铝盒放入烘箱中，在105—110℃烘箱中，烘烤6小时，烘时盖子平放在盒下。烘好后，放入干燥器中，将盒盖盖严，冷却至室温（约半小时），然后称重，称时动作应迅速，以免吸收水分。然后再放入烘箱中，重复烘烤2小时，冷却后再称，反复烘烤，直至前后二次重量差不超过3毫克为止。

#### 计算

$$\text{土壤含水率}\% = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W} \times 100$$

式中  $W_1$  = 烘干前土重+铝盒重  
 $W_2$  = 烘干后土重+铝盒重  
 $W$  = 铝盒重



## 2. 酒精法

是用酒精燃烧土壤，从而求得土壤含水率。但在很肥沃的土壤上采用此法不够精确（有机质含量超过5%时，用酒精燃烧土壤会烧失有机质）。

取铝盒一个，先在 $\frac{1}{10}$ 天平上称其重量，然后将从野外所取的土壤样品（约10克）装入铝盒中再称重，得铝盒加湿土重，以此减去空铝盒的重量即得湿土重。用小量筒往铝盒中加入酒精10毫升，稍加振荡，使混合均匀，然后点燃酒精进行烧土。燃烧至将尽时，用小刀轻轻翻动，以助其燃烧完全。再加入酒精2—3毫升，继续烧灼，同上以小刀来回翻拨至烧干为止。如土仍未干，可续加2毫升继续烧灼，通常烧灼2—3次即可。

土壤干燥与否，以烧后土粒呈松散状为准，如呈焦黄色，即为烧过头表现。

将烧干冷却之土称重，减去铝盒重，即得干土重。湿土重减去干土重即是土壤水分的重量。按下面公式计算土壤含水率。

$$\text{土壤含水率}\% = \frac{\text{湿土重} - \text{干土重}}{\text{干土重}} \times 100 = \frac{\text{水分重}}{\text{干土重}} \times 100$$

### 三、实验备品：

1. 酒精（工业用）。

2.  $\frac{1}{10}$ 天平。

3. 分析天平。

4. 铝盒。

5. 小量筒（10 ml）。

6. 火柴。

7. 小刀。

8. 干燥器。

9. 甘锅钳。

### 实验三 土壤水分测定

系别 \_\_\_\_\_ 组别 \_\_\_\_\_  
 姓名 \_\_\_\_\_ 日期 \_\_\_\_\_

#### 一、记录：

##### 1. 风干土壤含水率(烘干法)

土壤编号	土壤名称	深度	铝盒重	铝盒+风干土重	风干土重	铝盒+烘干土重	烘干土重	土壤含水率 (烘干土为基数)

##### 2. 田间土壤含水率(酒精法)

土壤编号	土壤名称	深度	铝盒重	铝盒+湿土重	湿土重	铝盒+干土重	干土重	土壤含水率

#### 二、计算

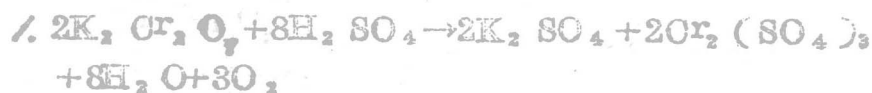
### 实验三 土壤腐殖质的测定(丘林法)

#### 一、目的及原理

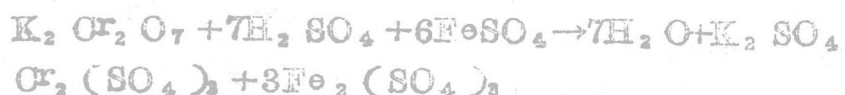
土壤腐殖质含量的多少，对土壤肥力有很大意义，故要了解土壤肥力，就必须进行腐殖质含量的测定。

丘林法测定土壤腐殖质是用过量的重铬酸钾硫酸溶液氧化土壤中的腐殖质成 $CO_2$ ，然后用标准的硫酸亚铁溶液滴定剩余的重铬酸钾，由实际氧化所用去的重铬酸钾毫升数，计算样品中腐殖质含量。

氧化腐殖质的反应方程式：



滴定过程中的反应方程式：



#### 二、测定方法

将装样品的指形管放于分析天平上用减重法称取分析样品(其量可根据腐殖质含量来确定，如含量为7—15%应取0.1克，4—7%取0.2克，2—4%取0.3克，小于2%时取0.5克)，放于50毫升的三角瓶中，倒时应小心(防止粘附在瓶壁上)，加入 $Ag_2SO_4$ 粉0.1克( $Ag_2SO_4$ 为催化剂，可加速氧化反应)，此外，则 $Cl$ 可被 $K_2Cr_2O_7$ 氧化而消耗 $K_2Cr_2O_7$ ，为消除 $Cl$ 干扰，加入 $Ag_2SO_4$ 使 $Cl$ 沉淀)。用滴定管加入10ml 0.4N  $K_2Cr_2O_7$ ，如样品中腐殖质含量大于10%时，在0.1克样品中，应加入 $K_2Cr_2O_7$  1.5—2.0 ml，小心摇动瓶中之物(要注意土粒不要粘在瓶壁上)。

在三角瓶上放一小漏斗，作冷凝用，将三角瓶放在铺砂的电热板或砂浴上加热，加热之初可以看到放出很小的二氧化碳气泡(并非沸腾)，随后有大气泡出现，液体开始沸腾，自沸腾时开始，

继续煮沸五分钟(时间要准确),沸腾应保持稳和,以免水蒸气自漏斗上溅出来。煮沸完后冷却,用蒸馏水冲洗漏斗的内外侧,然后将瓶中之物用蒸馏水洗入500 ml 三角瓶中,加蒸馏水稀释至100—150 ml,溶液的颜色应为橙黄色或淡黄色,如样品煮沸五分钟后显绿色时,则表示用来氧化腐殖质的重铬酸钾量不足,应重作,重作时减少样品或增加重铬酸钾溶液至15—20 ml。

加入2-羧基代二苯胺指示剂10—12滴,此时溶液呈棕红色,然后用硫酸亚铁溶液滴定,当溶液的颜色由棕红色变为紫色后,就应小心滴定,每加一滴就要充分摇动,使瓶中之物仔细混合,由紫色变为暗绿色(灰兰绿色)时,即指示终点已到,如滴定时呈鲜绿色时,即表示滴定已过量,须重做。

腐殖质中C的平均含量为58% 故

58克C  $\longleftrightarrow$  100克腐殖质

1克C  $\longleftrightarrow$  x克腐殖质

$$x = \frac{100 \times 1}{58} = 1.724 \text{ 克腐殖质 (即一克C相当于1.724}$$

克腐殖质)。

同时1毫升1N(1毫克当量)的重铬酸钾或硫酸亚铁溶液相当于0.003克碳,即相当于0.00517克(0.003×1.724)腐殖质。

$$\text{腐殖质含量}\% = \frac{(N_1 V_1 - N_2 V_2) \times 0.00517}{\text{烘干样品重}} \times 100$$

$N_1$  =  $K_2Cr_2O_7$  的浓度

$V_1$  =  $K_2Cr_2O_7$  的体积

$N_2$  =  $FeSO_4$  的浓度

$V_2$  =  $FeSO_4$  的体积

$N_1 V_1 - N_2 V_2$  = 氧化腐殖质所用去的  $K_2Cr_2O_7$  毫克当量数。

附：烘干土样品重 = 风干土样品重 × (1 - 含水率)

### 三、实验备品

#### 药品

1. 0.4 N 重铬酸钾标准液的配制：称纯  $K_2Cr_2O_7$  4.0 克溶于 1000 ml 蒸馏水中，缓缓加入比重 1.84 的浓硫酸 1000 ml，特别注意加  $H_2SO_4$  时要缓慢，并随加随搅以防温度激烈上升。

$K_2Cr_2O_7$  标准液的标定：将配好的  $K_2Cr_2O_7$  溶液充分振荡均匀，于 250 ml 三角瓶中用滴定管加入 10 ml  $K_2Cr_2O_7$ ，加蒸馏水稀释 100 ml 左右，再加入 2-羧基代二苯胺 10—12 滴，用标准  $FeSO_4$  溶液滴定。其准确浓度按：

$$N_1 V_1 = N_2 V_2 \quad \text{公式计算}$$

$$K_2Cr_2O_7 \quad N_1 = \frac{N_2 V_2}{V_1} = \frac{N_2 V_2}{10}$$

式中  $N_2$  = 标准  $FeSO_4$  的当量浓度

$V_2$  = 滴定 10 ml  $K_2Cr_2O_7$  时  $FeSO_4$  的消耗量。

2. 0.2 N  $FeSO_4$  标准液配制：称取  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  56 克溶解于水中，加 6 N  $H_2SO_4$  3.0 毫升，然后加水稀释至 1 升，贮于棕色瓶中备用。

标定方法：吸取已配好的  $FeSO_4$  溶液 10 ml，注入三角瓶中，加蒸馏水稀释后，加 10 滴 8.5%  $H_3PO_4$  以消除  $Fe^{3+}$  (黄色) 颜色对终点的影响。然后用  $KMnO_4$  标准液进行滴定，至粉红色在一分钟内不褪色为终点。按  $N_1 V_1 = N_2 V_2$  计算  $FeSO_4$  的浓度。

3. 2-羧基代二苯胺指示剂配制：称取 0.25 克指示剂，在小研钵中研细，加入 0.1 N  $NaOH$  溶液 12 毫升，在水浴上加热使其尽可能溶解，稀释 250 毫升，放置澄清或过滤，用其清液。

#### 4. $As_2S_3$

5. 85%  $H_3PO_4$

仪器：

1. 三角瓶(50ml 及 250ml)。
2. 量筒(100ml 及 10ml)。
3. 滴定管。
4. 漏斗(30cm)。
5. 电炉。
6. 砂浴。
7. 牛角勺。
8. 洗瓶。
9. 滴定管夹。
10. 滴定台。

### 实验三 土壤腐殖质的测定

系别 \_\_\_\_\_ 组别 \_\_\_\_\_  
 姓名 \_\_\_\_\_ 日期 \_\_\_\_\_

#### 一、记录

土壤 编号	土壤 名称	土壤 深度	$K_2Cr_2O_7$		$FeSO_4$		风 干 土 重	含 水 率	烘 干 土 重	腐 殖 质 含 %
			毫 升 ( $V_1$ )	浓 度 ( $N_1$ )	毫 升 ( $V_2$ )	浓 度 ( $N_2$ )				

#### 二、计算

## 实验四 土壤酸碱度的测定

### 一、测定意义

土壤酸碱度是土壤很重要的化学性质之一，它直接影响着作物的生长发育，大多数作物适宜不酸不碱的中性土壤环境，如土壤过酸或过碱对作物都不利。土壤的酸碱度也直接影响着土壤中的养分动态。由此可见，土壤的酸碱度与作物的生长发育和土壤肥力状况有着密切的联系，是评价土壤的重要依据。

本实验的目的在于使同学们学会土壤酸碱度的测定方法，以便在改良土壤及农业生产中应用。

### 二、测定方法

#### 1. 野外速测法

取白浆土、碱土及黑土各一粒，大小和绿豆一样，分别放在洁净的六孔瓷板的三个孔中，压碎，各加指示剂六滴，轻轻摇动后，放置一分钟，用比色卡片比色，来测定它们的酸度。

#### 2. 单指示剂比色计

##### ①土壤提取液的制备

称取土壤5克，放于干净的大试管中，用量筒加入蒸馏水或1N KCl 溶液25 ml（测活性酸加蒸馏水，而测代换性酸加1N KCl 溶液），摇动一分钟后澄清，吸出上部清液作比色用。如土壤很粘不易获得清液时，可加入化学纯BaSO<sub>4</sub> 2克，以凝集土壤。

##### ②比色装置

取出PH 测定计中的六孔比色匣，按下图所示分别装入标准比色管、蒸馏水管和被检液管。六孔比色匣的背面有毛玻璃片，前面有三个小孔，光线通过玻璃及试管而透射进来，再由前面三个小孔观察比较其颜色。



比色管装置如下：

- 1 • 标准比色管。
- 2 • 被检液。
- 3 • 蒸馏水。
- 4 • 被检液加指示剂。
- 5 • 标准比色管。
- 6 • 被检液。

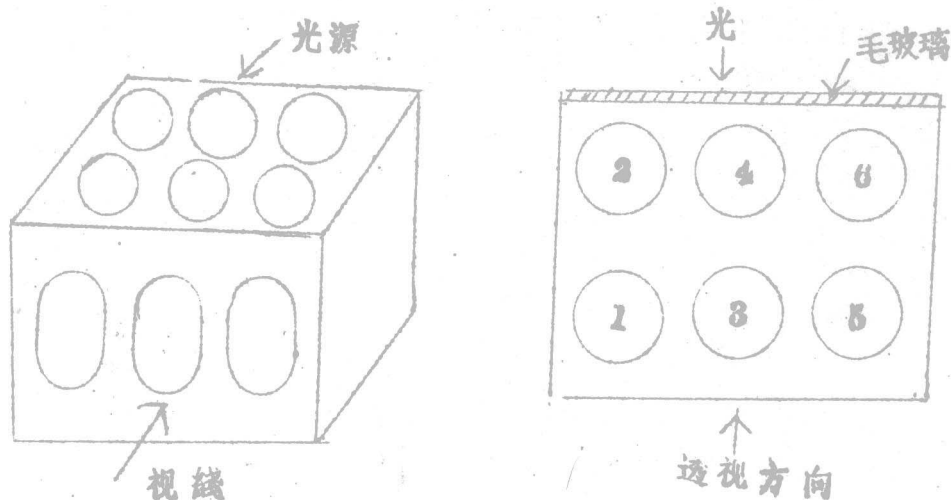


图 比色管装置

### ③ 测定方法

先取两三滴澄清液放在白瓷板的孔穴中，加混合指示剂一滴，粗略的测出土壤  $\text{pH}$ ，以便准确的选择所需要的单指示剂，然后再进行下列测定。

先将浸出澄清液小心移入三个干净的比色管中，每管约 5 毫升，其中之一（4号比色管）加入事先已选定的单指示剂 0.25 毫升（根据指示剂滴管的刻度加入），然后把它放入 4 孔中，其余的两管置于 2 和 6 孔中，第三孔中放蒸馏水管，1 及 5 孔中放标准比色管进行比色。如被检液颜色与某一标准比色管之色相同，则被检液的  $\text{pH}$  即等于该比色管之  $\text{pH}$ ，如其色介于两个标准比色管之间，则

被测液之PH,即为两个标准比色管PH之中间值。例如被检液之色与PH 7.4 的标准比色管颜色相同时,该土壤之PH 即为7.4,若其色介于PH 7.4 及 7.6 二个标准比色管之间时,则其PH 值为7.5。

三、实验备品

1. 万能混合指示剂的配制:称取0.2 克甲基红,0.4 克溴麝兰,0.8 克酚酞;混合均匀。溶解于400毫升95%酒精中,稀释至1000毫升。如有沉淀产生,滴加0.1 N NaOH 至沉淀完全溶解,同时溶液呈中性草绿色。此指示剂变色范围为:

4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5
玫瑰红	红	橙红	橙	黄	枯草黄	草绿	深草绿	绿	墨绿	暗兰	兰	紫兰	紫

- 2. PH 测定计
- 3.  $\frac{1}{10}$  天平.
- 4. PH 比色卡片.
- 5. 牛角勺.
- 6. 白瓷板.
- 7. 大试管.
- 8. 吸管.
- 9. 小量筒.
- 10. 各种土样.

实验四 土壤酸碱度的测定

系别 \_\_\_\_\_ 组别 \_\_\_\_\_  
 姓名 \_\_\_\_\_ 日期 \_\_\_\_\_

记 录

土壤编号	深度	土壤名称	比色箱测定的PH	混合指示剂测定的PH
		黑土		
		白浆土		
		盐碱土		