

农業基础实验

П. Ф. СЕРУН 著

北京师范大学大学生物系翻譯室譯

高等教育出版社

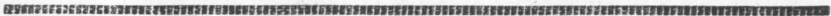


农 業 基 础 实 驗

И. Ф. 謝 孔 著

北京师范大学生物系翻譯室譯

高 等 教 育 出 版 社



本書系根据苏联專家謝孔 (П. Ф. Сегун) 于 1954—1955 年在北京师范大学農業基础研究班講授的農業基础实验的講稿譯出的。本書的主要内容为土壤类型的分析、土壤酸度的測定、肥料的鑒定、測定土壤水分及与土壤水分狀況有关的特性等十几部分。本書可供高等师范学校生物系作为“農業基础实验”課程的参考書，也可供農業院校師生及中学生物教师参考。

农 業 基 础 实 驗

П. Ф. 謝 孔 著

北京师范大学生物系翻譯室譯

高等教育出版社出版

北京琉璃廠一七〇号

(北京市書刊出版業營業許可証出字第〇五四号)

京华印書局印刷 新华書店总經售

統一書号 16010·68 開本 850×1168 $1/32$ 印張 $1\frac{12}{16}$ 字數 39,000

一九五七年一月北京第一版

一九五七年一月北京第一次印刷

印數 0001—7,000 定價 (10) 洋 0.30



416065

录

土壤类型的分析·····	5
土壤酸度的测定·····	8
肥料的鉴别·····	10
测定土壤水分及与土壤水分状况有关的特性·····	15
农作物籽粒的鉴定·····	18
按花序鉴定禾谷类作物·····	25
块根类作物与块茎类作物的形态学·····	30
马铃薯块茎淀粉含量的测定·····	35
各种谷类作物淀粉的显微镜分析·····	38
矿物质肥料施用量的计算·····	39
果树的嫁接·····	44
谷类作物和蔬菜的嫁接·····	48
每昼夜饲养日料的拟定·····	49

土壤类型的分析

岩石由于風化的結果变得非常散碎。在土壤矿物質部分中，很少發現直徑 10 毫米以上的土粒。土壤的主要部分是直徑 1 毫米和 1 毫米以下的土粒。測定土壤矿物質部分各种大小不同的土粒的含量，称为土壤机械分析。土壤机械組成的成分有以下各类：

石块——直徑在 10 毫米以上者，

礫

粗礫——10—5 毫米，

細礫——5—3 毫米，

砂

粗砂——3—1 毫米，

中砂——1—0.5 毫米，

細砂——0.5—0.25 毫米，

粉砂——0.25—0.05 毫米，

極細砂(泥沙)——0.05—0.01 毫米，

粉粒

• 中粉粒——0.01—0.005 毫米，

細粉粒——0.005—0.001 毫米，

粘粒——直徑在 0.001 毫米以下者。

我們不可能詳細地分析土壤机械分析的原則，而且这也不是在我們的任务范围之內。我們只需知道精确地获得各机械組成类别的最完善的机械分析法——威廉士的方法。按照威廉士的方法是將土壤样品通过土篩，分离出其中粒子最大的部分（直徑在

0.25 毫米以上的)。分析直径为 0.25—0.01 毫米的部分则在一种能不断流注速度相等的水流的仪器中进行，由它们在静水中沉淀的速度来区分各类较微小的土粒。

大家都知道，所有土粒和土壤溶液之中的化学反应，都仅仅发生在土粒的表面。而土粒的表面积则又因其不同的大小而有着很大的差异。从下列的资料便可以得到证明：

土 壤 直 径	土 壤 粒 级 (根据机械组成分)	土粒的平均直径 (毫米)	一克土壤的比表面积 (平方厘米)
2.0 —0.2	粗 砂	0.53	44.6
0.2 —0.02	細 砂	0.053	445.8
0.02 —0.002	粉 砂	0.0053	4458.0
0.002—0.000001	粘土物質(粘粒)	0.0000077	29900000.0

根据计算，若以粗砂、细砂、粉砂和粘粒各一克混在一起，其中粘土所占的重量虽然是 25%，而全部粘土微粒的比表面积却比占重量 75% 的其余各类土粒的表面积总和大 600 倍。

由讲义中你们已经知道土粒机械组成的大小在土壤的生活及对于保持土壤肥力具有何等重要的意义。机械组成可以基本上决定吸收能力、化学组成、水分状况、空气状况和养料状况。

含微细粒子（直径在 0.01 毫米及 0.01 毫米以下者）很多的土壤便不易吸收水分而且阻碍营养物质渗透到土壤下层。这种土壤在干燥状态时，便呈龟裂，很坚硬，耕作十分费力，在潮湿状态则粘性很大并易粘附农具。通常这样的土壤含有很多营养物质。如改善它的物理性状便可以成为肥沃的土壤。在土壤中含有大量的粒子而粘土含量极少的情況下，这样的土壤，耕作时轻松，不易保持水分，而且缺乏营养物质。采用有系统的施肥，最主要的是施用有机肥料，便能增加这种土壤的肥力。

根据土壤的机械组成按其各个粒级的含量，定出这种土壤的一定名称。在实践中多应用下列的分级：

	粘土含量	砂的含量
粘土	1份	1—2份
重壤土	1份	3份
中壤土	1份	4份
輕壤土	1份	5—6份
砂壤土	1份	7—10份
砂土	1份	15份或15份以上

在中等学校的条件下,不会有测定机械组成的设备,因此我們應該熟悉最簡單的机械分析方法,为此需要称取 10 克絕對干燥的土壤放入試管中,并注入 $3/4$ 試管的水,將試管仔細地搖动,然后靜置五分鐘。把混濁的溶液倒掉,再加入水并搖动試管,这种方法繼續重复进行,直到靜置五分鐘后能倒出清水时为止。

將剩下的部分冲洗到秤过重量的瓷皿中,烘干其中所含的全部水分,俟冷却后再秤其重量。减去瓷皿的重量,便得到所剩下的砂的重量。从全部秤得的重量中减去砂的重量,便得到含有水分的粘土的重量。知道了砂所占的比例后,就可按粘土为 1 份計算,从上面的表中查出土壤屬於那种类型。但即使采用这种土壤类型測定法,也需要一定的设备。必須有:干燥箱、瓷皿、天平和試管。有时如在田間參觀的情况下需測定土壤,而沒有任何设备。在这种情况下,就应该利用下表:

放大鏡下看到的形狀	用手指搓捏时	在潮湿状态时	在潮湿状态时用 刀切開之剖面	在干燥状态时	土壤类型
1. 密集的砂粒	可以觸覺砂粒 含量很大	不能揉成球	切不开	散開狀	砂 土
2. 大部分为砂粒	能显著地感覺 有砂粒	能揉成球,但不 能搓成繩索狀	切面不平滑	土团極易散開	砂壤土
3. 可發現粗砂粒	偶然能觸覺砂 粒	可搓成短土索狀	切面稍稍不平滑	土团比較堅固	壤 土
4. 可發現細砂粒	塗抹时不能發 現砂	可搓成細而長的 土索	切面平滑	手指揉捏时難 以揉碎土团	粘 土

利用上表时必须注意考虑到每一欄中的标准。如有几个标准不相符合,便应按大部分的标准来断定。

此外，如經常練習便能摸索出技巧，可以幫助我們比較正確地判斷土壤的類型。

土壤酸度的測定

土壤反應是植物生長條件的重要標志之一。土壤反應分酸性反應、中性反應和鹼性反應。有一類作物在酸度很高的情況下，便不能生長，如小麥、三葉草；第二類作物能夠忍耐較高的酸性的條件，如黑麥、燕麥和馬鈴薯；第三類作物能耐土壤的較高的鹼性，如甜菜。

酸性的強弱決定于氫離子(H^+)的存在情況，而鹼性的程度如何是決定于氫氧離子(OH^-)的多少。通常用來表示“氫離子指數”的符號為“pH”，而列于其旁的數字即表示氫離子的濃度。據測定，一升純水，由於電離，具有 $\frac{1}{10000000}$ 克當量氫離子和氫氧離子。這可用 10^{-7} 來表示，而 $\log 10^{-7} = +7$ 。因此中性反應就以 $pH=7$ 來表示。pH 值變小時酸性加強，pH 值增大時酸性減弱。

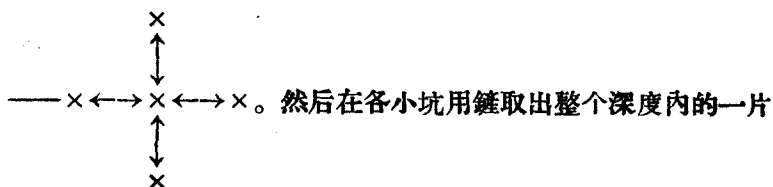
pH 值這種數字並不是氫離子濃度重量的數值。因此在比較不同的 pH 值時必須記住，像 $pH=4.7$ 與 $pH=5$ 這二個數值看起來似乎差異不大，可是前一種數值卻表示氫離子濃度比後者高一倍，而後者的氫離子濃度比之前者低二分之一。從下表可以看出，由計算結果所得的這兩組數值間的變化的對比關係：

pH 值的變化	與原來的氫離子濃度比較相應增減的氫離子濃度 (單位：%% 占溶液濃度的百分數)
0.01	2.8
0.02	5.0
0.04	10.0
0.17	50
0.30	100
0.70	400
1.00	900

測定土壤酸度的方法很多。在苏联最普通采用的是阿良莫夫斯基的比色法(колориметрический метод Алямовского)。

在着手測定土壤酸度以前，首先必須正確地選取土壤樣品。正確地選擇取樣點和精細地選取土壤樣品，對於測定土壤酸度有着很重要的意義。選擇取樣品時，應考慮到地形、土壤的肥力是否一致、及各種農業用地的用途。栽培蔬菜作物的地段中，通常由 1 或 2 公頃內選取一個樣品。在大田作物輪作的地段中，則由 4—5 公頃內選取一個土樣。在地形平坦而肥力均勻的地段可取樣較少，在地形變化多而肥力不均勻的地段則宜取較多的土樣。決不容許在通行車輛的道路近旁採取土壤樣本，必須離開道路 10 米。同時還應該根據地形因素——丘陵、山坡、平原、低地——來按比例地分配各取樣點。

取樣時應遵守下列各項原則：在耕作層掘深達 15—20 厘米的小坑，呈十字形交叉共掘五處，各處與中央的小坑相距 5—10 米



土壤，將這土壤置於布上，仔細攪混，最後從其中取出一個 1 公斤左右重的標本，放在布袋內或用紙張包裹好。土壤樣品上需置標籤，在調查地區的略圖中亦需注明相應的標記。

土壤酸度的測定是在實驗室條件下進行的。測定前需先使土壤樣品達到風干狀態。

土壤中的氫離子可能在土壤溶液中以游離狀態存在，也可能為土壤膠體所吸附。要測定游離氫離子的數量，需先準備水提取液，再由水提取液測出其实际的酸度。測定被膠體吸附的游離氫

离子的含量可利用 7.5% 的氯化鉀溶液，測出代換性酸度。鹽提取液中的氫離子含量几乎总比水提取液中的多。測定實際酸度時取 20 克土壤放在燒瓶中，加入 50 毫升蒸餾水。仔細地振蕩五分鐘後，便使溶液靜置不動（間或加以振蕩）。

測定代換性酸度時，取土壤 10 克放在燒瓶中，注入 25 毫升 7.5% 的氯化鉀溶液，仔細地振蕩。

澄清後（如作精確的分析需靜置 2—3 小時之久），將燒瓶中的內含物過濾到試管里，每試管濾入 5 毫升。如最初的濾液混濁，應將這些溶液倒掉。

在獲得的清潔的濾液中，注入 3—5 滴萬能指示劑。將反應後的顏色與比色表相對照，以測定準確度到 0.5 的 pH 值。

肥料的鑒別

在貯藏肥料時，常常會遺失說明書，或者懷疑該肥料的名称是否正確。實驗園地中做的試驗在很大程度上都與施肥有關。因此每一個生物學家都應該知道最常用的幾種無機肥料的鑒別法。按照肥料的外部形狀，往往很難彼此區別開。而採用簡單的反應，就可以鑒別出不知道的或發生懷疑的肥料。在中等學校的化學實驗室對於做這一類反應，是會有足夠的試劑和設備的。鑒別礦物質肥料的主要方法有兩種：感官測定法（根據外形、色澤、氣味來鑒別）和實驗法（根據用各種試劑作用於肥料時，反應後所得的不同特征加以鑒別）。當用下面所介紹的試劑作用時，必須確定肥料的一些化學性狀和物理性狀，然後將這些性狀與檢索表比較。需考慮的特征如下：色澤、氣味、濕度、結晶的特点、在水中的溶解度、與鹼的關係、與氯化鋇及鹽酸的反應、與硝酸鋇及硝酸的反應及在

炭火上灼燒時的特征。

分析時將 1—2 克肥料放入清潔乾燥的試管中，再加入 5—7 毫升蒸餾水，仔細地震蕩並觀察其溶解度。溶解度可分為下列各等級：完全溶解、顯著溶解（如被溶解者不小於一半）、微溶解（被溶解者在二分之一以下）、不溶解（看去所取肥料的體積沒有減小）。由於溶解的程度不同，而進行各種相應的反應。

I. 完全溶解的肥料 將這種溶液分別傾注於三個清潔而乾燥的試管中。

第一個試管 將 10% 的鹼倒入已裝有半試管肥料溶液的試管中，並略微加溫。根據氨的氣味，可以判斷這種肥料是屬於銨一類的。將用蒸餾水浸濕的紅色石蕊試紙放到試管上面，當存在氣態的氨而使石蕊試紙變藍時，則肯定有氨分離出來。在放入石蕊試紙時，切勿使試紙接觸試管壁，因為管壁可能被鹼液浸過。

第二個試管中倒入 2—3 滴氯化銨的溶液。如發生重白色的沉淀，這就說明該肥料中有硫酸存在。在用稀鹽酸或醋酸和沉淀物作用時，而它在這些酸中不溶解，就可以確証沉淀物是硫酸銨。

第三個試管中加入 5% 的硝酸銀溶液 2—3 滴。在振蕩時如發生白色凝乳狀的沉淀，即存在氯的標幟，如發生黃色沉淀即表示有磷存在。在獲得沉淀的情況下，可用稀硝酸來進行檢驗，——氯化銀不溶解，而磷酸銀則溶解。檢驗所測定的沉淀是否正確的第二種方法是：在沉淀中再加入氨的溶液，氯化銀在這種情況下就會溶解，而磷酸銀則不溶。

硫酸與硝酸銀作用也能發生沉淀，但這種情況下所得到的沉淀是白色、重的、結晶狀的。沉淀迅速地沉落到試管底，占着很小的容積，此外，這種沉淀在與氨接觸時也不溶解。

硝酸銀與熟石灰和生石灰（如果以它們作為分析材料的話）作用便得到棕色的不溶于醋酸的氧化亞銀的沉淀，當試劑過多便易

溶解。所以在加放試劑時應十分小心，一滴一滴地加放進去。

在肥料中如有鈣存在，可以从火焰的顏色反应来証實。作焰色反应時，用鉑金絲取少量肥料，放在酒精灯上火焰的無色部分上。如有鈣存在，則焰色反应呈磚紅色。

II. 部分溶解的肥料 過濾其溶液，濾液按照檢索表的規定进行試驗。

III. 不溶解的肥料 在這種情況下，便在試管或玻璃皿中进行反应。小心地將酸一滴一滴地加到取來的少量干物質上（鑒別其發泡）。

鑒別肥料時應注意各種肥料的有代表性的反应。例如硝酸鉀和硝酸鈉可以在燒紅的木炭上根據其發出爆炸式的着火与焰色加以區別：硝酸鈉燃着時發生爆炸，發出噼噼的聲音而燃燒，火焰為黃色；硝酸鉀燃燒時亦發出噼噼聲，但火焰為紫色。

从硫酸銨和硫酸鉀，与鹼的作用及对石蕊試驗的反应，可以將它們區別開。氨存在時試紙變藍。

硫酸銨与硝酸銨的區別，可以看它們对于氯化銨的反应：氯化銨与硫酸銨作用發生沉淀，氯化銨与硝酸銨作用不發生沉淀。

鑒別礦物質肥料的檢索表

（根据 A. B. 彼堅布爾斯基）

按照預先得到的資料，进行有系統的鑒別。

1. 肥料在水中完全溶解或几乎完全溶解的，参考第 2 条，不溶解或溶解不显著者，参考第 14 条。

2. 肥料溶液与鹼液混合加热時發生氨的，参考第 3 条，不發生氨的，参考第 8 条。

3. 肥料溶液与硝酸銀起作用而生成沉淀（不溶于稀硝酸）的参考第 4 条，不生沉淀而可以产生混濁現象的参考第 6 条。

4. 沉淀顏色是白的参考第 5 条。

沉淀顏色是黃的——磷酸銨或磷酸二銨——



5. 干的肥料为白色或黃色，在燒紅的木炭上不發生爆裂声，但發生白烟且有氨与鹽酸气味——氯化銨—— NH_4Cl 。

6. 肥料溶液与氯化銨溶液作用而生成白色沉淀(不溶于稀鹽酸或醋酸)，参考第 7 条。

不生沉淀但可以發生混濁，在燒紅的木炭上迅速熔化沸騰而發生帶有氨味的白烟——硝酸銨—— NH_4NO_3 。

現在，硝酸銨的肥料都制成顆粒肥料，这样可以避免保存时結成塊狀，同时也改善了松散性，从它的外貌來說，顆粒狀硝酸銨肥料，是一顆顆小球狀的。从它的反应來說，它与非顆粒狀硝酸銨肥料沒有区别。

7. 干燥的肥料在小茶匙中或刮刀上加熱可被熔化，將它投入燒紅炭上，發生光亮而被分解—— $2\text{NH}_4\text{NO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 。

生产这种肥料的目的在于减少易潮解的硝酸銨的吸水性，但是現在由于顆粒狀硝酸銨肥料的制造，而使硫酸銨硝酸銨混合肥料沒有前途。

干燥的肥料在小茶匙或刮刀上加熱不能熔化，投入燒紅的炭火上不上燃燒但發生氨的气味——硫酸銨—— $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 。

8. 肥料溶液与硝酸銀起作用时，生成白色乳狀沉淀而不溶于稀硝酸的参考第 9 条。

不生成沉淀，但能發生混濁現象的，参考第 11 条。

9. 玫瑰色的結晶粗大的肥料，夾杂有紅色結晶——鉀石鹽(сильвинит)—— $\text{KCl} \cdot \text{NaCl}$ 及杂质。

結晶細小的肥料参考第 10 条。

10. 結晶白色，肥料干燥——氯化鉀—— KCl 。

暗色結晶而潮濕的肥料，看起來好像是一種不干淨的食鹽——鉀鹽—— $\text{KCl} + \text{KCl} \cdot \text{NaCl}$ 及雜質。

11. 肥料溶液與草酸銨生成白色沉淀，在炭火上熔化並且燃燒發亮，最後留下白色的石灰——硝酸鈣—— $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 。

不發生沉淀但可發生混濁現象的參考第 12 條。

12. 乾燥的肥料，在小茶匙或刮刀或在燒紅的木炭上燃燒產生一種很易辨別的氨的氣味——尿素—— $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 。

乾燥肥料燃燒時，沒有產生氨的參考第 13 條。

13. 大結晶的潮濕的肥料在燒紅的木炭上發出噼噼聲而燃燒，其火焰為黃色——硝酸鈉—— NaNO_3 。

結晶細小的乾燥的肥料，在燒紅的木炭上也發出噼噼聲而燃燒，火焰顏色是紫色的——硝酸鉀—— KNO_3 。

細小結晶的乾燥的肥料，在木炭上不燃燒，當肥料溶于蒸餾水中，加 1—2 滴氯化鋇時，很快的就產生白色沉淀，而不溶于醋酸或稀鹽酸——硫酸鉀—— K_2SO_4 。

鉀瀉鹽肥料也發生類似的反應，但是與硫酸鉀的區別，是它不易溶解于水的，及含有氯離子（加一滴硝酸銀—— AgNO_3 即生白色沉淀，當搖動時沉淀容易絮固起來）。

14. 當鹽酸或醋酸加入有肥料的試管中即發生氣泡，參考第 15 條。

不發生氣泡或發生不多的氣泡的，參考第 16 條。

15. 肥料外貌是白色或暗色的粉末——石灰岩或泥灰岩。

肥料的外貌是灰色像灰塵樣的粉末並未帶有炭屑——爐灰。

16. 乾燥而白色肥料，參考第 17 條。

別種顏色的肥料，參考第 18 條。

17. 當加硝酸銀入肥料的溶液中時，上層發生黃色的沉淀——磷酸二鈣—— $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。

上層沉淀不是黃色即為石膏—— $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。

18. 淺灰或灰色的肥料，參考第 19 條。

別種顏色的肥料，參考第 22 條

19. 肥料的味道及反應酸性(用通用指示劑或藍色石蕊試紙)
——過磷酸鈣—— $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4) \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot 2\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ；味道及反應不是酸性，參考第 20 條。

20. 乾燥的肥料，在燒紅的木炭上，很快變黑而發生一種焦味的——骨粉——以 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 為主，混合以一些別的物質。

肥料在燒紅的木炭上不起變化的，參考第 21 條。

21. 藍灰色的細的不易吸水的粉末，類似玻璃粉的——加工過的磷灰石—— $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$ 混合以一些別的物質。

全灰褐色的粉體肥料，粗磨過的——磷灰石粉—— $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 為主，混雜以一些其他物質。

22. 差不多是黑色的肥料，細的類似灰塵樣的粉末——氰氨基化鈣—— CaCN_2 + 雜質。

深褐色肥料，很沉重的粉體——湯馬斯磷肥 $\text{Ca}_4\text{P}_2\text{O}_9$ 或 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaO}$ 和別的雜質。

測定土壤水分及與土壤水分 狀況有關的特性

土壤中的全部水分可分為植物能吸收的與不能吸收的兩種。重力水與毛細管水是植物根能吸收的水分，而吸着水是植物不能吸收的水分。不同類型的土壤的貯水比例也不一樣。土壤組成成分中的小土粒愈多，則吸着水的百分率愈高，相反亦如此。水分供應植物的程度可由土壤水分測定來確定。土壤中含有的水量用百

分率来表示称为土壤水分。测定土壤水分时，取已知重量且干燥过的铝盒或称量瓶，并称其重量。全部称量要在化学粗天秤上进行，精确到0.01克。然后从需要的地方（从需要的深度）取20—25克的土壤样品，用盖盖紧以免蒸发而损失水分。装样品的称量瓶要记录，即要精细地记录待测水分的土壤标本是那里采集的。采集后立即称称量瓶与土壤的重量。在温度100—105°C的干燥箱里烘干土壤。从称量瓶上揭下盖放在称量瓶的侧面。经过5小时后称第一次：用盖盖上称量瓶，从干燥箱中拿出，放进干燥器中，凉后称重，然后重新放回干燥箱。第二次称重是经过一小时。如果两次的称重差别不大，那么土壤标本的烘干六小时就够了。如果需要精细测定，则继续烘干并每隔一小时称一次直到重量不变时或发现重量增加时为止。重量的增加是由于发生氧化作用。烘干时必须观察烘箱的温度，温度表的小球应位于放称量瓶的搁板的水平上。由于上述温度的偏差而使所得的材料不正确。土壤水分要按公式 $\frac{B-C}{C-A} \times 100$ 计算，公式中A是空称量瓶重，B—烘干前土壤与称量瓶重，C—烘干后土壤与称量瓶的重。

记录最好按这样的格式进行：

取样地点及称量瓶号	称量瓶及盖重	称量瓶及土壤重	湿土重	第一次烘干后称量瓶及土壤重	第二次烘干后重	蒸发了的水重	烘干土重	土壤水分%

吸着水的测定 测定吸着水后我们就可以知道有效水分的数量。已知土壤中的无效贮水量（即土壤中植物根不能吸收的水分）为吸着水的两倍。测定吸着水要取风干土样。为此要研碎并用细筛筛所取土样。摊在纸上成薄薄一层在房间中过3—5天。这样所有的水分都蒸发掉，而仅仅留下了吸着水。测定吸着水时，取土