

同位素應用方法實驗指導

同位素应用方法实验指导

江苏工业学院图书馆
藏书章

华南农学院农业生物物理研究室

1964.9.

目 录

- 实验一、射线防护测量仪器的认识
- 实验二、放射性污染的去除
- 实验三、放射性同位素的开瓶、分装、稀释
- 实验四、放射性样本的制备方法
- 实验五、放射性 P^{32} 在动物体内的分佈情况
- 实验六、放射性 P^{32} 在动物体内的代谢情况
- 实验七、放射性自摄影法
- 实验八、利用 P^{32} 测定营养平衡对植物吸收磷的影响，以及植物吸收磷素的速度和分佈
- 实验九、应用 P^{32} 标记昆虫的方法，及其代谢试验
- 实验十、利用 P^{32} 研究植物的磷素代谢
- 实验十一、利用 C^{14} 标记植物的同化产物及研究产物的运转
- 实验十二、放射性卵磷脂及放射性磷蛋白的制备
- 实验十三、用离子交换法分离示踪量的磷和钙
- 实验十四、放射性滴定法
- 实验十五、应用同位素稀释法测定溶液中的磷含量
- 实验十六、利用 I^{131} 诊断甲状腺机能状态
- 实验十七、放射性肥料的标记方法及放射性盆栽试验
- 实验十八、磷肥在土壤中的固定、移动和分佈情况
- 实验十九、利用 P^{32} 标记红血球测定动物体中血容量

实验一 射线防护测量仪器 的认识

Ⅰ、目的：通过实验、认识放射性实验室剂量测定所常用的仪器，掌握实验室剂量测定的方法。

Ⅱ、射线防护测量仪器的认识

射线防护测量仪器、常用者有下列

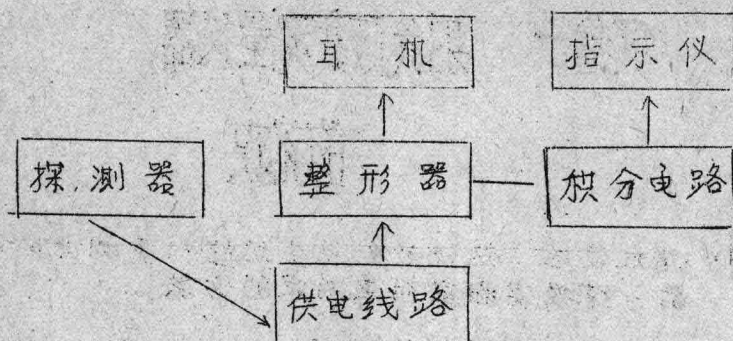
一、乙、丙种野外辐射仪（国产7204型）

1. 辐射仪工作原理：

辐射仪有丙种及乙种射线两种探测器，分别用于探测乙、丙种射线的强度。丙种射线探测器装有四支低压CTC-8型计数管。乙种射线探测器装有四支低压CTC-6型计数管、辐射仪包括：

- (1)、探测器——一组计数管
- (2)、整形器——触发多谐振荡器（矩形波发生器）和听检强度用的耳机。
- (3)、积分器——单网路电阻电容滤波器
- (4)、供电线路——阳极电池、灯丝电池、偏压电池和供给计数管电压的电子换流器。

当带电荷的质点（电子）进入计数管的工作范围时，在计数管内发生气体电离在其负载上发生负电压脉冲，这种负脉冲沿电容量很小的电缆传到辐射仪操纵箱进入整形器输入电子管的栅极上，整形器是按照触发多谐振荡器的路线构成的。当负电压脉冲进入输入管的栅极上时，多谐振荡器受到触发，结果就在输出管的阳极产生了电流脉冲。



2. 使用方法:

- (1) 将丙种或乙种射线探测器插上操纵箱并旋紧螺母。
- (2) 将转换开关从断的位置，旋到“灯丝”位置，用“灯丝”旋钮，调节电表指针、指于“灯丝”刻线。
- (3) 将转换开关旋到“阳极”位置上，用阳极旋钮调节电表指针，指于阳极刻线故使用前必须校正“灯丝”“阳极”。戴上耳机能听得来自计数管“达达……”计数声，和电子整流器微弱交流声。
- (4) 将皮带挂在操纵箱套到操作人员身上。
- (5) 仪器的测量范围：丙种射线——0—1000 $\mu\text{r}/\text{小时}$ ，乙种射线——相当于丙种射线强度 $\rightarrow 100 \mu\text{r}/\text{小时}$ 的放射性强度。

量 程	包括自然辐射底数的测量范围 ($\mu\text{r}/\text{小时}$)	
	使用丙种射线探测器	使用乙种射线探测器
1	0 — 50	不正常
2	0 — 200	不正常
3	0 — 1000	不正常
乙(测乙种射线)	不正常	0 — 100

二、THCC型辐射仪:

1. 用途：用于测量手、衣服、其他物件的表面乙、丙种受放射性物质沾染的程度。

2. 使用方法：

(1). 使用前的准备：在接通仪器之前先注意：

- 1) 把电源开关转到“断开”位置上。
- 2) 把“高压调节”和“灵敏度调节”向左转到尽头。
- 3) 把量程度变换器拨到“3.000”的位置上。
- 4) 把仪器背后“本底抵偿”开关拨在“手拨”的位置上。
- 5) 把仪器背后“校验——工作”开关拨在“校验”的位置上。

(2). 接通电源，等待仪器加热10分钟。

(3). 把“零位调整——工作”开关拨在“零位调整”的位置上，并旋转“零位调整”旋钮以调整零位。

(4). 开动机械计数器一分钟整。读出所记的脉冲数，这个数值应等于3,000左右($3,000 \pm 100$)，而且应与微安培计指针所示的读数相符。

- 1) 把仪器背后的“本底抵偿”开关拨在“自动”的位置上。此时，“准备”信号灯应当发亮。
- 2) 量程交换器拨在“高压”的位置上，用“高压调节”调节电压至400伏特（电压的数值可在仪表上读出）。
- 3) 选择适当的量程，使工作场所的丙种辐射本底造成每分钟脉冲数不超过该量程全值的 $4/5$ 。
- 4) 用被测量物压在探测头上面。如无沾染，指针应转到零位，经过12秒钟后，“清洁”信号灯发亮。如被测物已受乙种或丙种放射性物质的沾染，则指针最初也转到零位，但其后又转至一定的刻度上，这个读数即为被测物受放射性物质沾染的程度。用“脉冲/分”表示。（注意：仪器中的“自动本底抵偿”装置只能抵偿周围环境的丙种辐射本底，如被测物本身同时受到乙种和丙种放射性物质的沾染，则仪器测量出来的是沾染物的辐射。）

5) 如欲预定信号的工作阈，须用每分钟蜕变已知数的乙种放射性制剂压在探测头上面，这个数目就是预定的信号工作阈，经过12秒钟后，仪器上的“清洁”信号灯发亮，此时使信号装置的灵敏度调节向后旋转，直到“清洁”灯熄灭，沾染灯发亮为止。此后如被探测物的沾染程度越过这个预定的阈值，“沾染信号灯”即将发亮。

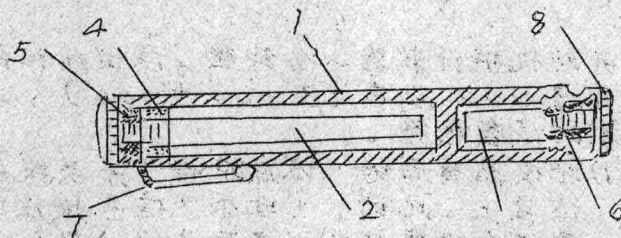
三、K116—1型个人钢笔剂量计

1、结构及工作原理：

全套仪器由下列两部分组成：

(1)、电容式双电离管：

具有钢笔的外形，每套有20支或100支装两种，分别装在专门的匣子里，电容式双电离管的构造如图。



电容式双电离管断面图

1—外壳； 2—0.2 欧中心电极； 3—2.0 欧中心电极
4—绝缘体； 5—橡皮垫； 6—母螺旋； 7—支架，
8—螺旋钉。

外壁为塑料制成，中间有一中心电极，一端固定在绝缘体上，与壁绝缘，因而形成一圆柱型的电容器。当电离管插在充电—测量装置的电孔内充电后，其上便带有一定量的电荷。当电离管在辐射区工作后，由于射线电离作用，其上—部分电荷消失。把电离管插在充电—测量装置的测量孔内，失去的电荷便由电测量仪表上直接以辐射剂量的伦琴读数表示出来，这样就可确定工作人员受到照射的剂量了。

(2) 充电—测量装置：

是具有可拆下的顶盖的小型仪器。打开顶盖后，面板上各控制的位置如下图，其中包括有：

1) 电测仪器表，其刻度以伦琴为单位，

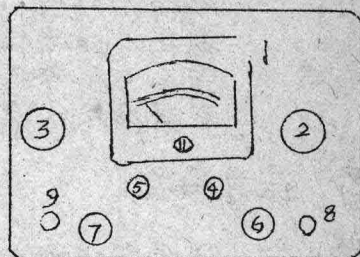
2) 电测仪器表刻度调整钮，

3) 带有盖的充电和测量的插孔，

4) 连接供电电缆的插孔和电源开关；

5) 两个指示剂量仪表不同量程的指示灯；

6) 一个连接地线的装置。



测量装置面板示意图

仪器使用127或220伏特50周交流电源，共有二个量程；一为0.02—0.2 伦琴，另一为0.2—2 伦琴。在温度为 $20^{\circ}\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 $60\pm 20\%$ ，正常电源的情况下，量程为0.02—0.2 伦琴的准确度为 ± 0.02 伦琴；

量程为0.02—2 伦琴的准确度为 ± 0.3 伦琴；仪器能在相对湿度为 $60\pm 20\%$ ，温度为 $5^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ 的条件下工作。

1—表头；2—测量孔；
3—充电孔；4—测量指示灯；5—充电指示灯；6—
7—刻度调整钮；8—充电测量开关；9—电源开关。

2. 使用方法

- (1) 按照使用时的电源电压，将供电电缆的插头准确地插在仪器面板上的电源插孔上。插头上的线要对准所使用的电源电压，特别要注意不得插错。
- (2) 将电源开关放在开的位置上接通电源，此时2.0 伦琴指示灯应亮。
- (3) 仪器加热4—5分钟。
- (4) 用刻度调整钮调整仪器刻度，使电测量仪表的指针位于最左边的刻度线上。
- (5) 取下盖在充电孔上的盖子，旋开电离管的螺旋钉，将电离管两端先后插入充电孔内充电（电离管上端的电容室电容量小，可测0.2 伦琴以下的剂量；下端电容

量大，可以测2伦琴以下的剂量），充电时间不需很长，插入后片刻即可取出，旋好螺旋钉，就可分发给从事放射性工作的人员配带使用。

- (6). 使用过的电离管在测量时，同样地先旋开电离管的螺旋钉，之后，首先将上端插入测量孔内，此时0.2伦琴指示灯亮，读电测量仪表面指针所指的一行刻度的数字；如果辐射剂量超过0.2伦琴，应再测下端，这时2.0伦琴指示灯亮，读上一行刻度数字，根据读数即可确定人员受照射的剂量。

3. 注意事项:

- (1). 仪器应保存在温度为 20°C ，湿度为60%左右的地方，特别是在大气过于潮湿的地区使用时，更需要注意保存，最好能贮存在干燥箱（保持室温）内。

- (2). 要特别注意保持充电与测量两个插孔的清洁、干燥。使用完毕，立即将盖子盖紧。禁用布或棉花洗擦孔内。如有异物落入，用专用清洁元笔轻轻除去。

- (3). 双电离管两端的螺旋钉在充电或测量后，要立即仔细地旋好（不要过紧或过松），以免进入灰尘、水滴，影响绝缘程度。

- (4). 每次使用时要留出两支充电的电离管作为对照。

- (5). 仪器要进行定期检查，至少每季度进行一次。

- (6). 能量大于0.1兆电子伏特的伦琴射线，可以利用此仪器测量。

四、测量结果记录：

1. 实验室内测量结果请填写于下表：

室名	被测物名称		脉冲/分	备 注
低 放 化 室	水 池	大水池		
		脚踏式水池		
		射式水池		
		普通式水池		
	工 作 枱	水泥枱面		
		中间枱面		
		右边枱面		
	污 物 桶	1 号		
		2 号		
	地 面			
室	抽 屜 内			若发现内面物件被 污染，则把被污染 的物件取出。
	柜 内			
高 放 化 室	工作枱面			
	地 面			
	污 物 桶			
	水 池			
	通风柜	柜 口		
		柜 内		

测量日期：

测量仪器：

2. 记录钴源测量的结果

测量日期：

测量仪器：

实验二 放射性污染的去除

一、目的：

1. 了解表面污染机制及清除污染的原理
2. 了解实验室常用材料、用具和器皿对放射性物质的感受性和同一放射性物质对不同材料污染程度的差异。
3. 掌握实验室中清除污染的方法和去污剂的选择。

二、原理：在放射性实验工作中，随时清除放射性污染无疑是十分重要的工作，一方面，从安全防护观点来看，实验工作者在实验的多次操作中总难免丝毫不发生放射性物质的污染，但是，那怕是很微量的污染，如果不随时注意清除积累起来，都会造成严重的后果，因为放射性同位素是以产生各种射线（ α 、 β 、 γ ）为其特征，而这些射线都会对生物机体产生不同的伤害作用；另一方面，从实验准确度的观点来看，在应用放射性同位素的实验中，人们总是通过物质的放射性测量而获得实验结果的，如果实验用具或器皿遭到污染都会给实验结果带来不少的误差甚至是根本错误的结果，比如，测量仪器周围被污染就会使本底增高，而影响到测量的准确性，若测量仪器本身被污染就会引起假计数而造成误差，由此可见，在放射性实验室中清除放射性污染是具有十分重要的意义。

要将所有放射性污染物质，从一个物体表面完全清除虽然并非绝对不可能，但这是一桩极度困难的工作，为了采取有效的方法清除污染，就必须对放射性物质的污染机制有所了解，根据汤姆金（Tomplin）等人的研究，认为放射性物质对物体表面的污染，可能有如下几种情况。

（一）机械结合：由于物质的表面性质的不同（如具有多孔性的表面；不平滑的粗糙表面，而造成放射性物质的机械依附，粘着或沉积在微孔中。

（二）物理结合：由于物体表面原子（或分子）的键力所造成的物理吸附现象。

（三）化学结合：由于放射性物质与物体表面发生化学作用，如放射性同位素的分子（或离子）与物体表面的非

放射性物质之间的化学反应及各种形式的交换作用——离子与沉淀，离子与原子，离子与离子）而造成放射性物质牢固的停留在物体的表面层上，乃至渗入内部，

根据上述的污染机制，再结合放射性同位素的特性，目前清除污染的方法是采用物理化学过程来进行转移的方法，除掉放射性物质，通常用各种洗涤液，溶剂对污染物体进行洗涤液泡等，这样可以通过表面活性剂的作用，以减低溶剂的表面张力，从而达到增加清洗效率的目的。

同时还可以通过化学的交换，以及形成可溶性盐特别是络盐，来清除放射性物质，一般常用的去污剂有下列一些。

1. 酸性去污剂：5—10% 柠檬酸 10% 盐酸 6% 醋酸 8N 硝酸 1~ 盐酸和洗液等。
2. 碱性去污剂：5% 的碳酸钠；5% 的氢氧化钠，10% 的氨水等。
3. 有机去污剂：氯仿、四氯化碳、煤油、苯丙酮和乙醇等。
4. 混合酸以及某些盐的溶液：10% 的柠檬酸与10% 的盐酸的等比混合液 3N 硝酸与 3N 砷酸的混合液；柠檬酸铵，砷酸钠的肥皂溶液和 KI 溶液等。

在实验工作中，去污剂的选择要根据污染物质和被污染物质的特性和理化性质来决定，如：具有多孔表面的材料及水泥可用盐酸及柠檬酸的混合液多次清洗。塑料、油漆布或上漆的表面可用氯仿、煤油、或砷酸钠的肥皂洗涤， Ba^{140} 可用 6N HNO_3 洗涤， P^{32} 可用 3N HNO_3 和 3N H_3PO_4 的混合液洗涤， I^{131} 可用 5G% HI 洗涤，

清除污染的程度以除污率来表示：

$$\text{去污率} = \frac{\text{去污染前的放射性} - \text{去污染后的放射性}}{\text{去污染前的放射性}} \times 100\% = \frac{I_0}{I}$$

$$\text{净化率} = \frac{\text{净化后每毫升每分钟脉冲数}}{\text{净化前每毫升每分钟脉冲数}} \times 100\%$$

三、操作步骤：

<1>、测定不同材料对同一放射性物质的感受性，

取玻片、油漆木板、橡皮片、布、各一块，于每片试板的中间部份划一个同样大小的圆圈，然后滴加污染液1—2滴于划好的圆圈中央处，（切勿流散），分别用培养皿盖好（以免蒸发）放置15分钟，取出试板立即用吸管或滤纸吸去残存的污染液，干后测其放射性，将测过之试板，分别用水浸洗4—5次（每次用水50毫升），前几次每次可沉浸1分钟最后一次要浸泡5分钟，取出，将受污染的表面用滤纸吸干，待干后分别进行放射性测量。（注意每一操作步骤均须注意条件一致）

<2>、了解不同去污剂的去污能力，和洗涤的次数对去污率的影响。

取玻璃片5块，编好号，与前面相同，滴加污染液，在红外灯下烘干测放射性强度，然后，将每一块玻璃片以确定的1种去污剂处理每次用数滴去污剂将污点复盖，但不要流失，再用培养皿盖好放置4—5分钟，取出，吸去去污剂待干后测量，重复此步骤5次。（每次滴加去污剂的量要相同）

去污剂	去污前 I_0 (脉冲/分)	去污后 I (脉冲/分)	$I_0 - I$	$\frac{I_0 - I}{I_0} \times 100\%$	本底

参考书：1、中国农业科学院同位素应用训练班实验指导（1958年）

2、同位素应用实验方法讲义（中国科学院原子能研究所编，科学出版社1960年）

3、生物物理学实验指导（星火，向峰编，人民出版社，1961年）

4、放射化学实验教程（A.H. 涅斯米扬诺夫等编，化学工业出版社，1959年）

实验三 放射性同位素的开瓶、分装、稀释

一、实验目的及原理：

放射性同位素一般都密封在安瓿瓶内，(粉状的则封在铝筒内)，在应用时应先将安瓿瓶打开，在打开时必须避免安瓿瓶的破裂和造成意外事故的发生，因为安瓿瓶内的放射性同位素的强度比较强，若产生不幸事故，不但在物质上受到损失，影响工作的进行，而且污染环境，对工作人员往往带来很大的危害。因此在开瓶、稀释、分装前要有周密计划和充分的准备，将所用的一切工具如小锉刀、镊子及其他稀释用的一切器皿、准备足，对操作步骤要熟练，必要时先做空白试验以熟练开瓶技术。

本实验主要目的就是要熟练开瓶前的准备工作，以及开瓶技术，掌握同位素稀释的计算及熟练各种防护器具的使用方法。

二、几项基本防护原则：

- 1、尽量减少人体接受照射的剂量；
- 2、避免放射性物质进入体内；
- 3、工作人员要经过训练，使之具有使用放射性同位素的知识及熟练的操作技术。

三、开瓶前的准备工作：

- 1、仪器准备：瓷皿、吸水纸、烧杯、棉花、木炭、镊子、剪刀、酒精灯、玻棒、有机玻璃屏、手套、移液管、小烧杯、有机玻璃底座、锉刀、橡皮坩等。
- 2、依不同的射线性质，设有足够的防护设备，如 β 射线用原子序数较低的有机玻璃等物质，加以屏蔽，若 γ 射线则用原子序数高的铅砖(用镜子反射操作)或铅玻璃等加以防护。
- 3、在开瓶前进行锉瓶与移液的空白练习。
- 4、熟练放射性同位素的使用说明书，根据其出厂日期进行时间修正，同时根据使用的强度，进行稀释倍数的计算。

四. 步骤:

〈一〉开瓶: 先将安瓿瓶在铅钵内取出如是乙种放射源, 则放在普通玻璃容器内也可以, 周围用棉花垫好。(安瓿瓶外最好用一层塑料袋, 以防安瓿瓶破裂) 用特制的镊子夹住瓶颈, 或用特制的夹子固定整个安瓿瓶, 用小锤在安瓿瓶颈部敲一圈水平深痕, 然后用烧红的玻璃棒或电热丝烫之使之在深痕处破裂而开口。切忌用机械敲击法去开瓶。开瓶时必须冷静, 不应急躁, 如一次不能打开, 应再重复进行。

打开安瓿瓶之后, 按我们已经计算好的稀释倍数, 进行分装。稀释, 在分装液体放射性物质时, 绝不可用口吸取并绝对避免液体由吸管里滴落在瓶子外面或溅到其他场所, 因此分装时一切用具器皿要放在有3-4层吸水纸的瓷盘内, 决不能直接放在桌面上。

一切开瓶, 分装, 稀释工作都应在防护屏后进行; 如果乙种放射性物质可用原子序数较低的有机玻璃防护, 如果是丙种放射性物质, 必须用铅玻璃或铅砖(结合反射镜及远距离操作器械)加以防护。

〈二〉分装: 按照要求, 用移液管吸取原液, 稀释至应有的数量, 如: 取0.58 mc, 稀释比强为50 mc/ml 的溶液, 要吸取0.1 ml 原液, 要稀释在多少毫升的蒸馏水中?

〈三〉稀释: 通常试验强度不超过5000~6000 脉冲/分, 原液强度必须稀释, 试样制备用滤纸放在有机玻璃盘上, 一般取0.1 ml 放在计数管下测量, (计数效率0.05) 则要求比度为50000 次/分, 设原液放射性比度为 α mc/ml, 则应取原液为 V ml, V_1 为稀释后的量。

$$V_1 = \frac{\alpha \times 3.7 \times 10^7 \times 60 \times 0.05 \times V}{50000}$$

$$\text{即 } V = 50000 \times V_1 / \alpha \times 3.7 \times 10^7 \times 60 \times 0.05$$

五. 注意事项:

1. 通风橱应抽换空气;

2. 发生工作面污染时，应及时除污。
3. 非必要器皿应及时除污。

六、参考书：

1. 中国农业科学院同位素应用训练班实验指导 (1958年)
2. 生物物理学实验指导 (星火，向峰编，人民教育出版社，1961年)

实验四 放射性样本的制备方法

一、目的：掌握各种放射性样本的制备方法，及测量技术，比较其优缺点。

二、原理：放射性样本的制备方法很多，有气体（用气体计数管）、液体（如液浸计数管）和固体的制样，本实验用固体制样的方法，（采用那一种方法的样本测量最适合，取决于同位素的种类。

制样时得达到以下几个要求：

1. 良好的重现性：即是测量样本的放射性强度要能忠实的反映原物质的放射性积聚状况，并且在重复样本及多次测定中都不产生很大的偏差。
2. 制备手续的简力：麻烦，复杂的制样方法，对短半衰期的放射性同位素的测量是不利的，而且往往因为制备手续的复杂化而增加了实验及工作环境的污染机会，从而降低了试验的准确性。
3. 尽可能高的计数率：在试验中往往采用示踪量的放射性元素，因此在测量的过程中要尽量少损失放射性，而样品本身的计数率宜争取大。

除以上要求，在制备样品时，保证在重量、形状、大小、厚薄、成分等的均一性是十分重要的。

三、方法：

1) 鲜样法：取带有放射性的新鲜植物器官剪下（注意代表性、均一性）在培养皿上剪碎，混合均匀，在分析天平上称取 100 mg，放在玻璃片上再用解剖刀捣碎，平铺在一定的面积上，共做两个平行样本，放在计数管下进行放射性测量。

2) 干粉末法：用测过鲜的样本，放在红外灯下烘干。（水分完全消失为止），然后测其放射性，与鲜样作一比较。

3) 干灰化法：主要目的是将样品中的有机物氧化变成灰分元素。称三克鲜样，烘干，放入恒重的坩埚中（坩埚烧灼称量达到恒重）放在茂福炉中，经 250°C 碳化，然后加温到 $500 \sim 600^{\circ}\text{C}$ 灰化，灰化好之后将载有灰分的坩埚，移至干燥器内，冷却后进行称量，首先称取灰分的全重，然后称取 100 mg 制成样品（用有机溶剂铺样）测其放射性（要求制两个平行样本）。

4) 拟湿灰化法：此法是将需测样品用浓硝酸来消化，然后加这些溶剂（如水，丙酮）使成一均匀的溶液供放射性测量。

具体方法：称取 200 mg 鲜样，利用浓 HNO_3 、 H_2SO_4 、 H_2O_2 等将样品消化，在消化的过程中微加热，可以经过 10 多到 20 分钟制成，消化后加水一倍，共 5~6 ml 吸 0.2 制样，（要求制两个平行样品）

* 注意：每一处理，都要将植物组织剪得很碎，混合得很均匀，

四、将测量结果填入下表：