

TURANG FEILIAO YU ZUOWU YANGFEN JIANYI CEDING

土壤肥料与作物养分
简易测定

江苏人民出版社

土壤肥料与作物养分简易测定

中国科学院南京土壤研究所
土壤地理研究室分析室编著

江苏科学技术出版社

前 言

在农业“八字宪法”中，土壤和肥料占着很重要的地位。要正确利用土壤，合理施用肥料，做到科学种田，必须对土壤的理化性状，肥料的成分和养分含量，作物营养的丰缺，进行细致的测定，为正确指导生产提供科学依据。为了便于县、社农技干部掌握土壤测定的基本原理和操作技术，我们编写了这本《土壤肥料与作物养分简易测定》。

本书所介绍的测试方法，具有设备简单、方法快速、容易掌握、结果较准等特点。全书共分七章。第一章为简易测定的基本知识；第二章为样品的采集和处理；第三章至第七章为土壤肥料与作物养分、土壤物理性状和某些有害因子的简易测定方法；附录包括实验室规则、分析工作中的计算常数、简易实验室所需的仪器、药品等。

本书由王振权、过兴度、张连弟、刘兆礼同志执笔，在编写过程中，江苏省响水县农科所提供了有关资料，并得到所内外有关同志的支持，在此表示感谢。由于我们水平有限，书中的缺点错误，望读者批评指正。

编 著 者

目 录

第一章 简易测定的基本知识	1
一、简易测定的意义	1
二、影响简易测定准确性的因素	2
(一)化验环境	2
(二)药品(试剂)的质量选择	3
(三)蒸馏水的质量鉴定	3
(四)测定时的温度影响	5
(五)测定的重复要求	5
(六)严格遵守操作规程	5
三、简易测定的基本操作	5
(一)玻璃器皿的洗涤	5
(二)几种常用量器的使用方法	6
四、模拟标准比色卡及其使用方法	10
五、钾标准比色卡及其使用方法	11
六、常用的浓度单位	11
七、容量分析的计算公式	14
八、酸、碱标准溶液的配制与标定	15
(一)硼砂标准溶液的配制	15
(二)酸标准溶液的配制与标定	15
(三)苯二甲酸氢钾标准溶液的配制	16
(四)碱标准溶液的配制与标定	16
九、中和滴定指示剂的选择	17

十、简易测定的结果表示方式及其换算	18
十一、简易测定的结果计算公式	19
(一)比色(浊)法的计算	19
(二)滴定法的计算	20
(三)计算公式说明	21
十二、湿土称样重量的换算及浸提液用量的计算	22
(一)水分以湿土重为计算基础	22
(二)水分以干土重为计算基础	22
第二章 样品的采集与处理	24
一、土壤样品的采集与处理	24
(一)土壤样品的采集	24
(二)土壤样品的处理	27
二、作物样品的采集与处理	28
(一)作物样品的采集	28
(二)作物样品的处理	30
三、肥料样品的采集与处理	31
(一)肥料样品的采集	31
(二)肥料样品的处理	32
第三章 土壤物理性状的简易测定	34
一、土壤水分的测定	34
(一)红外线烘干法	35
(二)排水称量法	36
(三)酒精燃烧法	38
(四)砂盘烘干法	40
二、土壤比重的测定	41

三、土壤容重的测定(环刀法)	42
四、土壤孔隙度和土壤空气的计算	44
五、土壤浸水容重的测定	45
六、土壤质地的测定	46
(一)指测法	47
(二)吸管速测法	49
七、土壤还原强度的测定(稀释比高法)	53
八、土壤温度的测定	56
 第四章 土壤养分的简易测定	58
一、土壤酸碱度的测定(pH混合指示剂比色法)	58
二、土壤碳酸钙的测定	62
(一)田间速测法	62
(二)中和滴定法	63
三、土壤石灰施用量的测定	
(醋酸钠水解—中和滴定法)	65
四、土壤有机质的测定(重铬酸钾—硫酸比色法)	67
五、土壤全氮的测定	70
(一)扩散吸收法	71
(二)蒸馏法	74
六、土壤水解性氮的测定	77
(一)试剂瓶扩散吸收比色法	78
(二)扩散皿扩散吸收法	81
(三)碱解蒸馏法	83
七、土壤铵态氮的测定	86
(一)纳氏试剂比色法	87
(二)蒸馏法	89

八、旱地土壤硝态氮的测定	91
(一)硝酸试粉比色法	91
(二)聯酸一硝酸试粉比色法	93
九、土壤全磷的测定(酸溶-钼蓝比色法)	95
十、土壤速效磷的测定	
(0.5M 碳酸氢钠提取-钼蓝比色法)	99
十一、土壤速效钾的测定	102
(一)亚硝酸钴钠比浊法	103
(二)四苯硼钠比浊法	106
第五章 肥料养分的简易测定	108
一、常用化肥的定性鉴定	108
二、胡敏酸肥料的定性鉴定	110
三、肥料中水分的测定	110
(一)平衡干燥法	111
(二)低温烘干法	111
四、氨水中氮的测定(中和滴度法)	112
五、无机化肥中铵态氮的测定	113
(一)碳酸氢铵中氮的测定(中和滴度法)	113
(二)硫酸铵中氮的测定(甲醛容量法)	115
(三)硝酸铵中氮的测定(甲醛容量法)	117
(四)氯化铵中氮的测定(甲醛容量法)	117
六、磷肥的测定	117
(一)磷肥中有效磷的测定(钒钼黄比色法)	117
(二)过磷酸钙中游离酸的测定(中和滴定法)	119
(三)磷灰石中总碱度的测定(中和滴度法)	121
七、草木灰中养分的测定	121
(一)全钾的测定(中和滴定法)	121

(二)全钾的测定(亚硝酸钴钠比浊法)	122
(三)全钾的测定(四苯硼钠比浊法)	124
(四)磷的测定(钒钼黄比色法)	125
(五)总碱度的测定(中和滴定法)	125
八、农家有机肥料中养分的测定	126
(一)全氮的测定(扩散吸收法或蒸馏法)	126
(二)全磷的测定(酸溶-钼蓝比色法)	126
(三)水解性氮的测定(扩散吸收法和碱解蒸馏法)	127
(四)速效性磷的测定(0.2N硫酸提取-钼蓝比色法)	127
(五)速效性钾的测定(亚硝酸钴钠比浊法)	128
(六)尿及粪汁中全氮的测定(甲醛容量法)	130
(七)有机肥料中有机物质总量的测定(灼烧减重法)	130
九、绿肥中养分的测定	131
(一)全氮的测定(扩散吸收法或蒸馏法)	131
(二)全磷的测定(酸溶-钼蓝比色法)	131
(三)全钾的测定(亚硝酸钴钠比浊法)	131
第六章 作物组织的营养诊断	133
一、作物看苗诊断法(形态诊断法)	133
二、作物根外追肥诊断法	137
(一)作物营养溶液的配制	137
(二)诊断方法	138
三、作物组织营养的化学诊断法	139
(一)早作物组织中硝态氮的测定(硝酸试粉比色法)	140
(二)水稻组织中氮的测定(茚三酮比色法)	143
(三)水稻组织中氮的间接测定(淀粉-碘试法)	147
(四)作物组织中磷的测定(钼蓝比色法)	148
(五)作物组织中钾的测定(六硝基二苯胺点滴法)	151

(六)作物组织中钾的测定(亚硝酸钴钠比浊法)	154
------------------------	-----

第七章 某些有害因子的简易测定 156

一、土壤中可溶盐分总量的测定(电导法)	157
附：盐土盐分组成类型的确定方法	178
二、土壤中氯离子的测定(硝酸银滴定法)	180
三、土壤中碳酸根、重碳酸根总量的测定 (盐酸滴定法)	182
四、土壤碱化现象的鉴定(酚酞反应法)	184
五、土壤中水溶性亚铁离子的测定(稀释比高法)	185
六、水稻植株中亚铁危害的判断 (邻菲罗啉显色法)	188
七、水稻植株中硫化物危害的判断(黑根判断法)	188

附 录 190

一、实验室规则与安全须知	190
二、化验室的急救措施	191
三、常用浓酸、浓碱的浓度及其比重表	192
四、常用元素原子量表(1971年)	193
五、常用计算单位及其换算	193
六、几种常用酸碱指示剂的 pH 变色范围表	194
七、各种粪尿肥料(鲜物)养分含量表	195
八、秸秆肥料养分含量表	195
九、常见化学肥料主要理化性状表	196
十、饼肥养分含量表	198
十一、灰肥养分含量表	198
十二、土壤标准筛孔对照表	198
十三、绿肥养分含量表	199
十四、各种肥料可否混合施用查对表	200
十五、简易实验室的仪器和药品	201

第一章 简易测定的基本知识

一、简易测定的意义

“万物土中生”。作物的生长,都离不开土壤。对土壤进行测定,可以了解土壤的物理性状和养分的含量、形态及其转化,为合理施肥,合理安排茬口,制订土壤利用规划和改良措施,提供科学依据。

在农业生产中,要获得高产稳产,仅靠土壤中的养分是不够的,必须通过施肥加以补充。所以,肥料是作物生长过程中不可缺少的养分来源。要做到合理施肥,除需了解土壤和肥料的养分供给状况外,还必须了解作物本身养分丰缺情况。因为作物本身各种养分含量与土壤中所含养分的高低是有一定关系的。例如,生长在氮、磷、钾养分含量较高土壤上的作物,其氮、磷、钾养分含量相应的也高些;生长在滨海氯化物盐土上的作物,其氯离子含量相应也会增高,等等。由此可见,土壤是养分的“仓库”,肥料是养分的给源,作物的生长情况则是养分丰缺的反映,因此,需要通过简易测定,了解三者养分的含量情况,以便判断土壤供肥水平和作物求肥程度。几种主要作物每生产100斤籽实吸收氮、磷、钾的数量见表1。

但是,表1只能作为作物按产定肥的参考,不能简单地照表套用。因为作物品种不同,甚至同一品种在不同条件下,吸收营养元素的量不同;在不同条件的土壤中,土壤潜在肥力活化的程度不同,即土壤本身的供肥能力不同;同时,作物对

表 1 几种主要作物每生产 100 斤籽实吸收氮、磷、钾的数量

作物种类	氮(斤) (N)	全磷(斤) (P ₂ O ₅)	全钾(斤) (K ₂ O)	备 注
水 稻	2.40	1.25	3.10	(1) 资料来源于1974年全国化肥合理使用座谈会材料。
冬 小 麦	3.00	1.25	2.50	
春 小 麦	3.00	1.00	2.50	
玉 米	2.60	0.90	2.10	(2) 豆科绿肥系指每生产1000斤鲜茎叶所需的养分。
高 粱	5.20	2.70	6.10	
棉花(皮棉)	15.00	6.00	10.00	(3) 花生、绿肥等豆科作物主要是借助根瘤菌固定空气中氮素，从土壤中吸收的氮仅占三分之一左右。
油 菜 籽	5.80	2.50	4.30	
花 生	6.80	1.30	3.80	
大 豆	7.20	1.80	4.00	
烟 草(叶)	4.10	0.70	1.10	
豆 科 绿 肥	5.00	0.90	3.70	

注：此表引自《土壤知识》一书

肥料的需要量和实际施用量也不一样。所以，不能机械地根据作物从土壤中带走多少养分就补充多少养分来指导施肥。必须把作物种类和品种、土壤肥力水平、施入的肥料被当季作物吸收利用情况、栽培技术条件和生产管理水平等因素，综合起来考虑，加以全面的分析，才能做出正确的判断与结论。

二、影响简易测定准确性的因素

化验环境、样品的代表性、药品(试剂)的质量、蒸馏水的质量、所用器皿、操作方法、测定时的温度等等是否符合规定要求，都会影响测定的准确性，即使其中一项或几项不符合要求，也会使分析结果产生误差，甚至得出错误的结论。

(一) 化验环境

化验环境必须保持清洁。化验室必须经常打扫,使桌面和地面无灰尘。每次完成化验后,要及时洗净用过的器皿,避免被溶液腐蚀。带有挥发性的肥料、酸碱等化学药品必须妥善保管,以免污染环境,影响测定的准确性。即使在田间进行现场测定,化验环境也必须保持清洁。

(二) 药品(试剂)的质量选择

简易测定用的药品试剂,一般选用分析纯(A·R)、化学纯(C·P)、工业用三级。应根据分析时的质量要求,选用适当的药品。例如测定钾时,必须用分析纯试剂配制硫酸钠溶液,如用化学纯或工业用药品配制,则因药品本身可能含有钾离子而影响测定结果的准确性。如果某项测定,用化学纯或工业用的药品即可达到分析质量要求,就不必用分析纯的药品,以免造成浪费。因此,在配制试剂时,必须选择适当规格的药品。试剂配好后要及时贴上标签,并注明试剂名称、浓度,配制日期和配制者。如配制标准溶液,应在记录本上详细记下配制过程,以备查考。试剂应妥善保管,放在阴凉干燥处,有的还要放在阴暗处保存。

(三) 蒸馏水的质量鉴定

试剂的配制,玻璃器皿的洗涤等,都必须用蒸馏水。蒸馏水酸碱度必须接近中性(pH 6.5~7),同时不含有杂质。目前一般用的市售蒸馏水,是医药公司或浴室制造的。大量用的蒸馏水,可用蒸馏水发生器制备,也可用离子交换纯水器制备去离子水。

在田间测定时,如果没有蒸馏水,可用不含有被测成分的井水或河水等代替(但必须同时做空白试验,如有微量被测成分时,用空白予以抵销)。例如可用不含铵离子的井水配制定氮用的氢氧化钠溶液,用不含磷的河水配制碳酸氢钠溶液

等等。但必須和蒸餾水一樣進行質量鑑定。方法如下：

(1) 酸鹼度(pH)鑑定：取 5 毫升待測水于指形管中，滴加 pH4~8 混合指示劑 4 滴，搖勻。如為灰藍色與藍紫色之間，即 pH6.5~7.0，則符合質量要求。

pH4~8 混合指示劑配法見土壤酸鹼度測定(60頁)。

(2) 氯離子(Cl^-)鑑定：取 5 毫升待測水于小試管中，加 2 滴 1:9 硝酸酸化後，再滴加 1 滴硝酸銀試劑，搖勻後如無白色沉淀，表示水中不含氯離子。

硝酸銀試劑的配制：1 克硝酸銀溶解于 100 毫升蒸餾水中，貯于棕色瓶中，放在暗處保存。

(3) 硫酸根(SO_4^{2-})鑑定：取 5 毫升待測水于試管中，用稀鹽酸酸化(呈 0.05N 酸度)，然後加氯化鈣試劑 1 滴，如無白色沉淀，表示水中不含硫酸根。

氯化鈣試劑的配制：稱 10 克氯化鈣溶于 100 毫升蒸餾水中，盛于小滴瓶中備用。

(4) 銨離子(NH_4^+)鑑定：取 4 滴待測水于白瓷板或白瓷酒杯內，加 2 滴納氏試劑，如不呈黃色，說明無銨離子存在。

納氏試劑的配制，見土壤全氮的測定(75頁)。

(5) 磷酸根(PO_4^{3-})鑑定：取 4.5 毫升待測水于試管中，加 1 滴 2,6-二硝基酚指示劑，用稀硫酸或稀碳酸氫鈉溶液調至微黃色，加 0.5 毫升鉍酸銨-硫酸溶液，搖勻，再加 1 滴氯化亞錫甘油溶液，搖勻，如不呈藍色，說明無磷酸根存在。

上述所需試劑的配制，見土壤全磷的測定(98頁)。

(6) 鈣離子(Ca^{++})鑑定：取 5 毫升待測水于小試管中，加飽和草酸銨溶液 1 毫升；如沒有白色沉淀，表示無鈣離子存在。

飽和草酸銨溶液的配制：2 克草酸銨溶于 50 毫升蒸餾

水中,贮于小滴瓶中备用。

(四)测定时的温度影响

各种测定方法,在不同程度上都会受到温度的影响。温度高时,浸提能力强,测定结果相对高些;温度低时,测定结果相对低些。本书所介绍的方法中,一般宜在 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ 温度范围内测定。因此在温度过高或过低时所测得的结果,在具体应用时应考虑温度影响所带来的误差。

(五)测定的重复要求

为了减少由于取样不均匀给测定结果带来误差,在分析每一个样品时,都应同时取两份进行重复测定。并且重复测定的比色结果要求相差在1色阶等级以内,否则应重做一遍。在测定新鲜土壤或农家有机肥料时,重复还需多做几个,结果取其平均值。

(六)严格遵守操作规程

测定时,规定的操作步骤,都有其特定的反应过程,必须严格遵守,不能随意更改,否则会得不到结果,或得到错误的结果。对样品与浸提液的比例,也不得随意改动(除某些高含量样品以外)。测定时应有专门的记录本,如实地反映和记录分析结果及测定过程的真实情况,包括选用的方法,操作步骤,结果计算等;如有特殊现象产生,也应详细记录。如结果不符合要求,要找出原因,并重新测定。

三、简易测定的基本操作

(一)玻璃器皿的洗涤

1. 洗涤方法

速测时必须使用玻璃器皿,如烧杯、试管、三角瓶、量筒、量瓶等。使用前可用重铬酸钾-硫酸洗涤液或盐酸洗涤液

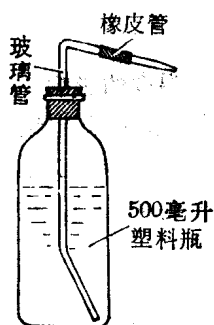


图 1 塑料洗瓶

浸泡，也可用肥皂粉液刷洗，然后用自来水或井水，反复冲洗，再用塑料洗瓶（图 1）中的蒸馏水冲洗瓶内壁 3~4 次。洗净后的瓶内壁应当不挂水珠。将洗净的器皿倒置放在特制的淋洗架上晾干，并贮于清洁的抽屉里，保存备用。

2. 洗涤液的配制

（1）重铬酸钾-硫酸洗液：30 克工业用重铬酸钾固体，慢慢地倒入 1000 毫升工业用浓硫酸中，边加边搅拌，同时用电炉上稍微加热，待其溶解，冷却后贮于磨口瓶中备用。

（2）1:1 盐酸洗液：1 份工业用浓盐酸与 1 份普通自来水混合，贮于磨口瓶中备用。

（二）几种常用量器的使用方法

1. 滴管的选择与校正

在测定中的试剂或待测液常用滴管（图 2）吸取，其用量有时也用滴数计量，因此所使用的滴管应进行选择，要求每 20 滴 ± 1 滴为 1 毫升体积，如超过此误差范围，则必须校正。方法是先于 10 毫升刻度试管中加水至 1.0 毫升刻度处，然后用滴管垂直地逐滴加水至 3.0 毫升或 4.0 毫升处（即加水 2 或 3 毫升），记下滴数，计算相当于每毫升水的滴数。如果每毫升水大于 21 滴或小于 19 滴，不能做定量用。可用酒精灯烧滴管口，使管口扩大或缩小，逐步校正。

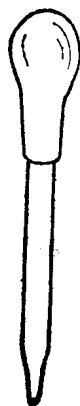


图 2 滴管

2. 刻度试管的选择与读数

市售的刻度试管（图 3）有时体积误差较大，如须用标准

体积时，可用滴定管加液的方法进行选择。

溶液在刻度试管内的液面呈弯月面状，读数时眼睛应与弯月面的最低点处于同一水平，读取弯月面底部的最低点所在刻度的数（见图3）。

3. 漏斗与过滤

合格的漏斗内夹角应为 60° 。滤纸折叠方法：先将圆形滤纸对折成半圆形，然后再对折，放在漏斗上时正好完全紧贴在漏斗内壁（图4）。如不合格时，应将滤纸第二折叠角度作适当的调整，以使折好的滤纸正好紧贴在漏斗内壁。同时，滤纸边不宜高出漏斗内壁。

过滤方法：如用干滤纸过滤时，将折好的滤纸放在漏斗上，用手按紧滤纸边缘，使滤纸各

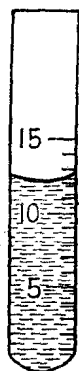


图3 刻度试管与读数

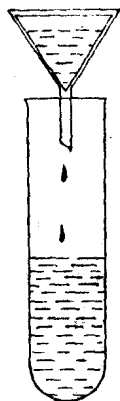
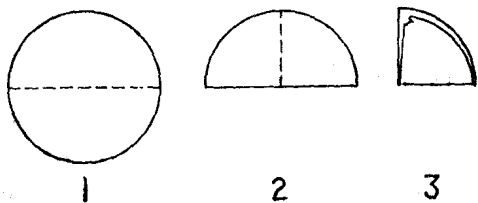


图4 滤纸折叠与过滤

4

处都紧贴漏斗内壁，然后倒入溶液，液面应低于滤纸边缘0.5厘米，以免引起滤液混浊。漏斗下端必须与盛接滤液的容器内壁接触，使溶液不致溅失。所使用的滤纸，一般采用国产快速

的定性滤纸。注意选取的滤纸内不能含有所测定的成分。

4. 吸管与移液

吸管又叫移液管(图5),是准确移取一定体积液体的量器。吸管分刻度吸管与大肚吸管两类。用吸管吸取溶液,一



图5 吸管与移液

般都应用吸管胶吸球或洗耳球吸取。对于无毒、无腐蚀性的液体,若用嘴来吸取时,应注意用嘴轻轻吸取,吸管尖端不能离开液面,以免吸空将液体吸入口中。吸液时,先吸过刻度,再用右手大拇指和中指捏住吸管,用食指迅速擦住管口,使吸管尖端离开液面,再慢慢放松食指,使溶液调节到刻度时(弯月面下缘与刻度相切),即擦住

管口,将吸管垂直移入容器中,放开食指,使溶液自然流出,直到管内溶液流完后,再停15秒钟,最后留在管口的1滴液体,则不要吹出,因为吸管的容积是按自由流出的液体来计量的。在拿吸管吸取溶液时,勿用手指握住吸管的中部,以免溶液受热膨胀而影响溶液体积的准确性。在简易测定的操作中,由于停留时间短,往往是待管内溶液流完后,立即吹出最后一滴液体,或用手握住吸管膨大部分,并靠一下管壁,利用受热膨胀作用使管口最后1滴液体排出,这样与自然流出再停留15秒钟溶液体积是近似相等的。

5. 滴定管与滴定

滴定管是定量分析中不可少的量器,可分为酸式和碱式