

中等农业学校試用教科书

定量分析与 农化分析

江苏省淮阴农业专科学校主編

土壤肥料专业用

农业出版社

主 編 江苏省淮阴农业专科学校
編著者 江苏省淮阴农业专科学校 陆炳升
山东省农业专科学校 錢家驍
山东省农业干部学校 彦景璉

中等农业学校試用教科书
定量分析与农化分析
江苏省淮阴农业专科学校主編

农 业 出 版 社 出 版
· 北京老錢局一 号

(北京市书刊出版业营业許可証出字第106号)

新华书店上海发行所发行 各地新华书店經售

中华书局上海印刷厂印刷裝訂

統一书号 13144·106

1961 年 8 月上海鋼型	开本 787×1092 毫米 三十二分之一
1961 年 9 月初版	字数 185 千字
1962 年 1 月上海第二次印刷	印張 七又十六分之十五
	插頁 一
印数 1,771—3,070 册	定价 (7) 七 角

前 言

本书是由农业部委托山东省农业厅负责组织领导,江苏、安徽两省的农业厅协助,责成江苏省淮阴农业专科学校等三校编写的。由于中等农业专科学校毕业的学生将来工作的要求,主要不是测定土壤肥料中含有那些物质(定性分析),而是测定土壤肥料中某些物质的含量(定量分析),同时与农业生产有关的个别离子的检验,在“化学”一书的各个章节中都已分别叙述,因而把本书定名为“定量分析与农化分析”。

本书的内容分两部分。

前一部分为定量分析,着重于系统地讲述定量分析的基本原理和操作技术。后一部分农化分析是在前一部分的基础上叙述的,其内容包括土壤、肥料、植物的分析,并以土壤为主,相应地讲述肥料、植物的分析意义、方法、原理及结果计算。在土壤分析中又着重于讲述与农业生产有关各个项目。

在定量分析的理论部分,每章后还选录若干复习题,以供学生思考和练习。

本书与实验在教学上必须视为一个课程的整体,使学生既有系统的理论知识,又有熟练的操作技能。并且,还要养成学生遵守操作规程的良好习惯和培养其独立思考、独立操作的能力。

本书由江苏省淮阴农业专科学校主编。参加编写的单位和人员有:江苏省淮阴农业专科学校陆炳升同志,山东省农业专科学校钱家驷同志和山东省农业干部学校彦景珪同志。

本书承蒙山东农学院审阅,提出了许多宝贵意见,在此致以谢意。

由于编写人员的政治水平和业务能力有限,经验不足,缺点和错误在所难免,希望各地教师和同学在教学过程中,多多提出批评意见,以便再版时修改。来信请寄江苏省淮阴农业专科学校。

編 者

一九六一年五月卅一日

目 录

前 言

緒 論	1
-----------	---

第一篇 定量分析

第一章 定量分析概述	5
定量分析的目的和用处	5
定量分析的方法	6
定量分析的准确度和精密度	9
分析前器皿的洗滌	16
工作記錄本	17
第二章 分析天平	20
分析天平的構造	20
砝碼	23
天平的零点和平衡点	24
天平的灵敏度	26
分析天平的維護和使用規則	28
称量	30
天平的其他类型	33
第三章 重量分析	40
重量分析概述	40
溶度积和沉淀	41
称取样品与溶液制备	49

沉淀剂的选择和用量	58
沉淀的过滤和洗涤	63
沉淀的干燥和灼烧	68
重量分析结果的计算及其误差	71
第四章 容量分析	75
容量分析概述	75
基本量器的准备和使用	77
标准溶液浓度表示法	82
标准溶液的配制和标定	85
容量分析的计算和误差	87
第五章 中和法	92
中和法概述	92
指示剂	92
中和滴定过程中 pH 值的变化和指示剂的选择	96
酸和碱标准溶液的配制及标定	103
第六章 氧化-还原法	108
氧化-还原法概述	108
氧化-还原指示剂	110
高锰酸钾法	111
重铬酸钾法	114
碘量法	115
第七章 沉淀滴定法与络合物滴定法	122
沉淀容量法	122
络合物滴定法	126
第八章 比色分析	131
比色分析的概述	131
比色的原理 郎白-贝尔定律	131
比色方法	133
比浊法	139

第二篇 土壤农化分析

第九章 样品的采集与制备	141
样品的采集与制备	141
样品中水分含量的测定	145
第十章 土壤有机质的测定	148
分析意义	148
测定方法	148
第十一章 氮的分析	153
分析意义	153
土壤中全氮量的测定	155
土壤中速效性氮的测定	160
肥料中含氮量的测定	162
第十二章 磷的分析	166
分析意义	166
土壤中全磷量的测定	167
土壤中速效磷的测定	173
肥料中磷含量的测定(矿质肥料)	175
第十三章 钾的分析	176
测定意义	176
土壤中全钾量的测定	177
土壤中速效钾的测定	182
肥料中钾含量的测定	183
植物体中磷钾含量的测定	184
第十四章 植物组织速测	187
分析的意义和原理	187
分析的项目和方法	188

第十五章 土壤酸度	191
分析意义	191
水浸出液土壤pH(活性酸)的比色测定	192
鹽浸出液土壤pH的测定	196
土壤潛在酸的测定	197
土壤水解性酸的测定	198
碳酸鈣含量的测定	199
第十六章 土壤可溶性鹽的测定	203
分析意义	203
土壤含鹽量的测定	204
阴离子的测定	207
阳离子的测定	210
第十七章 土壤代換性的测定	215
分析意义	215
酸性和中性土壤代換量及代換性鹽基的测定——醋酸銨淋洗法	217
鹽土及碱土的代換性鈉的测定	220
石灰性土壤代換性的测定	222
石灰需要量的测定	223
第十八章 收获物品质的分析	225
分析意义	225
植物体中粗脂肪的分析	226
还原糖的测定	228
双糖类的测定	231
淀粉的测定	231
附录	233
(一)根据燒灼物体的顏色决定溫度(°C)	233
(二)重量分析中常用的化学因素	233
(三)酸、碱和氨的溶液在15°时的比重表	234
(四)溶度积(25°C)	235

(五)标准氧化势	236
(六)标准筛孔对照表	237
(七)每毫升二氧化碳比重表	238
(八)将离子的毫克数换算成毫克当量时所用的乘数表	239
(九)国际原子量表(1955)	240
(十)对数表	241

緒 論

定量分析与农化分析的内容和目的

定量分析是准确地测定物质中各组成的含量。它与国民经济各部门都有密切的关系。尤其是在工农业生产中,往往需要知道物质中成分的含量,才能够经济合理地使用生产资料 and 正确地指导生产。此外,定量分析在许多科学研究中也是一种不可缺少的工具。

农化分析是定量分析的原理和方法在农业生产和农业科学研究上的应用。所以也可以说,定量分析是农化分析的基础。其内容包括:土壤分析、肥料分析、植物分析、农药分析、饲料分析以及农牧产品的鉴定等;而本书的农化分析部分着重于土壤、肥料的成分含量,植物养分含量,作物收获物的品质鉴定,以及三者之间的相互关系。

我们利用定量分析与农化分析的方法可以得出可靠的数据。这些数据为正确贯彻农业“八字宪法”和提高作物的产量、品质,提供科学依据。

定量分析与农化分析的叙述范围及其 在农业生产上的重要性

定量分析是农化分析的基础,其叙述范围是定量分析系统的基本原理和方法,并适当结合土壤肥料专业的内容,以适应农业化

学分析内容的需要,使理论密切联系实际。

农化分析的叙述范围包括土壤、肥料、植物的分析,着重于:土壤化学性质的分析,有机和无机肥料中氮、磷、钾的分析,植物组织的速测和作物收获物品质的鉴定等。

从上面所列举的叙述范围,可以看出定量分析和农化分析与农业生产的关系。

在农业“八字宪法”中,土为基础,肥为前提之一,因此就有对土壤、肥料作深入研究的必要。农化分析的主要部分,也就是土壤分析。因为土壤是植物的立足点、植物营养物质的储藏库和土壤微生物的居住地,所以它直接影响植物的生长发育。通过土壤分析,了解到不同类型土壤的肥力的高低,从而为栽培不同作物和采取施肥等农业技术措施,提供科学的根据。

有一种土壤,如盐碱土,其理化性质较差。为了要知道这种土壤中盐碱成分的含量和为害程度,进而提出土壤改良措施,就必须预先进行土壤分析。

施肥可以补给植物营养料的不足、调节土壤理化性质和生物状况,但是不对土壤进行分析,就很难做到合理施肥,不知那一种肥料要多施,那一种要少施。

对于肥料本身,也需要先了解它的有效成分,如氮、磷、钾的高低,化学反应和生理反应的性质等等,然后才能确定各种肥料的配合比例,计算施肥的用量以及什么土质施用什么肥料。因此,进行肥料分析对农业生产也是很重要的。

通过土壤分析,了解到植物营养料主要来源的土壤情况,又通过肥料分析,确定了肥料的有效成分和性质,并把肥料施用到土壤中;但是土壤与肥料相互影响的结果,对作物生长发育的效果如何,以及对作物产量的高低和品质的好坏如何,就需要进行植物分析。例如,在作物生长发育各时期,可以测定植物营养料的含量对

肥料的质和量有什么要求,同时再测定土壤中植物营养料的变化,以供合理施肥的依据。

我国大跃进以来,土化肥在全国各地蓬勃发展,但制造土化肥的原料复杂,配料、制造方法各地都不一样;所以对土化肥的鉴定,也需要应用农化分析。

学习定量分析与农化分析的要求

学习定量分析与农化分析这门课,必须遵循毛主席的教导,通过“实践、认识、再实践、再认识”的不断提高的过程,根据理论联系实际,科学技术为生产服务的原则,学习群众的丰富经验,以及学习苏联和其他国家的先进的科学技术成就。

要学好农化分析,必须认真学习定量分析的基本原理和熟练掌握其操作技术,打下牢固的基础,并且还要学好土壤学、肥科学、植物生理学及作物栽培学等。只有具备必需的科学知识,养成独立思考的能力,才能发现问题,分析问题。

分析工作者,必须忠实地对待科学,务求从分析得出准确的数据,以供农业生产的应用。

我国近代分析化学和农化分析的发展

据史籍记载,我国古代已有分析化学的萌芽,在战国时代就能创造和使用原始天平。至于近代分析化学,自十九世纪中叶,开始从外国传入,那时期的书笈有我国化学家徐寿翻译的“化学求数”、同文书馆出版的“化学鉴原”以及其他等等。

解放前,我国外受帝国主义的侵略,内受反动政权统治的束缚,工农业生产落后,科学研究发展不大。但是在这种情况下,我国劳动人民和少数科学家,在科学上仍有一定的成就。至于科学参考资料和科学研究设备,大都是仰求于外国。

解放以来,在党的正确领导下,工农业生产飞跃发展,推动了定量分析和农化分析的发展,解决了不少生产上的问题,同时化学分析工作者的队伍也日益壮大。除了全国各地设有研究机构,大专院校有一批专业队伍外,有的人民公社也建立了农业化验机构。许多定量分析的方法和简易的分析仪器都由群众创造出来了。

至于化学分析的精密仪器,如分析天平、光电比色计、极谱仪、pH 计等,都能自己生产;玻璃仪器几乎全部可以自给。化学试剂,也大部分能自制,并有一部分推销国外。

此外,我国化学分析工作者提出的论文,数倍于解放前几十年,为祖国社会主义建设提供了大量的分析数据。

在党的正确领导下,由于劳动人民和科学技术工作者的辛勤劳动以及苏联的帮助,我国化学分析及农化分析已取得辉煌成就,并在迅速地发展着。但是,我们还要在已有的基础上,不断提高政治思想水平和业务水平,加紧学习,使化学分析事业取得更大的发展,为社会主义建设服务。

第一篇 定量分析

第一章 定量分析概述

定量分析的目的和用处

分析化学包括定性分析和定量分析两部分。定性分析的目的是检查和鉴定物质的组成(元素或离子),而定量分析的目的则是准确地测定物质中组成的相对含量,即试样中的组成百分数。在一般分析工作中,定性分析必先于定量分析。通过定性分析可以知道试样的定性组成及其大约含量(大量、中量、小量或微量的存在),才能正确地选择定量分析的方法,准确地测定某一物质的成分。例如,在测定铁时,如果试样中含有中量以上的铁而不含铝,就可以直接用 NH_4OH 沉淀 Fe^{+++} 离子。又例如用重量法测定铝含量时,如果试样中不含铁,同样就可直接用 NH_4OH 沉淀 Al^{+++} 离子。如果试样中铁铝并存,测定方法就不会这样简单了。因为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 会与 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 同时沉淀出来,所以这时可用容量分析法来测定铁的含量。如果试样中铁含量很微,可以采用比色分析法。

从农业用途来看,分析土壤、肥料、农牧产品、农用矿物等,因为它们的定性组成是已知的,所以不需要先作定性分析,只要选择最适于测定某一物质的定量分析方法。

定量分析在生产实践和科学研究上是不可缺少的工具,它的用处很多,无论工业或是农业都要用到它。在农业生产方面,例如

土壤调查,肥料调查,土壤肥力的测定,农药和农牧产品品质的鉴定,肥料、农药的制造,农产品的加工等,都需要借助于定量分析。我们对自然现象和化学反应过程作准确和精密的了解时,必须研究其中量的关系;所以在科学研究中也少不了定量分析。

定量分析是一门基础课,它不仅是土壤分析、农化分析的基础,而且是各专业分析的基础。因此,我们要认真学习并牢固地掌握定量分析的基本原理和全套基本操作技术,进而学好农化分析,把它用来解决生产和科学研究上的问题。

定量分析的方法

任何定量分析方法,几乎都需要称量,即质量的测定。因此,定量分析的发展与天平的改进有密切关系。定量分析按照分析试样用量的多少,可分为下列测定方法:

常量分析 用 100 毫克以上的试样进行分析。

半微量分析 试样的用量在 10 到 100 毫克之间。

微量分析 试样的用量在 0.01 到 10 毫克之间。

超微量分析 试样的用量少于 0.01 毫克。

上列方法不仅试样的用量有区别,分析操作法和使用的仪器也不一样。一般分析则常用常量分析法,用半微量法的很少。只有在特殊情况下(如试样极少时),具有特别的设备和操作技术,才采用微量和超微量分析。

定量分析又可按照测定方法的不同而分为两大类:化学的方法;物理及物理化学的方法。

一、化学分析法 这类方法是根据能定量地完成的化学反应进行的。它又可分为下列三法。

(一)重量分析法 被测定试样中,加入适当的试剂,使试样中

要测定的组分生成难溶的沉淀而析出；此沉淀又经过适当的处理后，在分析天平上称量，根据沉淀的重量，即可求出被测定组分的含量。这是一种最准确的分析方法。

(二)容量分析法 此法是用一种已知准确浓度的试剂溶液(标准溶液)和被测定组分起反应，根据反应完全时所消耗的试剂溶液的体积计算被测定组分的含量。容量分析又按所用反应的类型不同而分为两类：

一类是离子结合的反应(中和法，沉淀滴定法，络合滴定法)；另一类是离子间电子转移的反应(氧化还原法)。

容量法要求极精确地确定反应进行的终点，反应必须符合一系列的条件。不然，就易导致测定结果有较大的误差。容量法最显著的优点是简单、迅速，而且能达到一定的准确度。因此，在常量分析中应用最广。

(三)气体分析法 如果分析的试样是混合气体，则可用适当的试剂(吸收剂)来吸收其中被测组分，即由混和气体体积的减小来确定被测组分的含量；或用另一种气体(试剂)与被测组分作用生成新的气体，从反应前后气体体积的变化来确定被测组分的含量。

二、物理的和物理化学的分析法 这一类定量分析方法是根据物质的物理性质，主要是光学性质和电学性质而进行的。很多物理性质(例如颜色，密度，粘度，折射率，沸点，导电度，光谱，放射性等)与物质的浓度在一定的条件下成简单的数学关系，因此可以进行被测组分的定量测定。这类方法中最重要的是光学分析法和电化学分析法。

(一)比色法 比较溶液颜色的深度来确定物质的含量。

(二)比浊法 利用生成沉淀反应而使溶液呈混浊，比较其混浊程度来确定物质的含量。

(三)光谱法 根据被测物质被激发而发光时所生成的光谱,从谱线的强度来确定被测成分的含量。光谱法具有极高的灵敏度,并可在数分钟内完成。

以上是主要的光学分析法。以下还有电化学分析法。

(四)电重量分析法(电解分析法) 被测定成分借电解作用呈单质或氧化物形式的游离状态析出于已称重的电极上,根据其重量来确定被测成分的含量。

(五)电容量分析法(电导法和电势法) 电容量分析的原理与容量分析相同,但它的滴定终点不是依靠指示剂,而是借溶液的电导度的改变(电导法)或借两电极间电势动势的改变(电势法或电位法)来确定的。

(六)极谱分析法 此法也属于电化学分析法,试液在电解池内电解时,利用滴汞电极测定的电流-电压的变化绘成伏特-安培曲线(极谱)来确定被测元素或离子的含量。

在物理的和物理化学的分析中,因为需用比较精密而又复杂的仪器,所以也总称为仪器分析。

近年来,仪器分析有很大的发展,这是由于这些方法的灵敏度高,操作简单,分析迅速,能够测定含量极少的组分,而且有一定的准确度。然而,这并不能降低化学分析法的作用。因为所有物理化学分析法,都必须把未知物的分析结果与已知的标准物作比较,而所用的标准则常需用化学分析法测定;所以化学分析仍然是最基本而应用最广泛的方法,并可认为是各种分析方法的基础。仪器分析只能补充而不能完全代替化学分析。

综上所述,各种分析方法并不是彼此孤立的,而是综合应用的。复杂物质的分析,可用几种方法进行,例如土壤的全量分析,一般用重量法测定 SiO_2 , R_2O_3 等,用容量法测定 N , P_2O_5 ; 用比色法测定速效磷等。至于同一种物质的分析,可以选用几种方法中的