

主 编 鲁如坤

土壤农业化学 分析方法

中国土壤学会编

中国农业科技出版社

鲁如坤
PDG

ISBN 7-80119-925-1



9 787801 199256 >

ISBN 7-80119-925-1/S · 400
定价 .98 元

主编 鲁如坤

土壤农业化学分析方法

中国土壤学会

中国农业科技出版社

1999

(京)新登字 061 号

图书在版编目(CIP)数据

土壤农业化学分析方法/鲁如坤主编. —北京:中国
农业科技出版社,2000

ISBN 7-80119-925-1

I. 土… II. 鲁… III. 土壤化学分析-分析方法 IV. S151.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 15433 号

内 容 提 要

本书是由中国土壤学会组织我国有关专家编写的一本农业化学分析方法专著。它总结了我国近 50 年的土壤农化分析工作方面的成熟经验,也包括了近年来某些新进展、新成就和新方法。

全书共十一篇五十二章,内容除常规分析方法外,还包括一些专题研究方法,并增加了仪器分析、环境污染物质分析以及土壤多元素通用浸提剂等内容。本书可作为从事土壤农业化学和环境保护科技工作者及农林院校师生的参考书。

责任编辑
出版发行

经 销
印 刷
开 本
印 数
版 次
定 价

刘晓松 陈少华

中国农业科技出版社

(北京海淀区白石桥路 30 号)

新华书店北京发行所发行

南京航空航天大学印刷厂

787×1092 毫米 1/16 印张:42

1—3000 册 字数:1010 千字

2000 年 4 月第 1 版 2000 年 4 月第 1 次印刷

98.00 元

编辑委员会

顾问：李庆逵 李酉开 史瑞和

主编：鲁如坤

编委：朱海舟 何平安 陈超子 陈怀满 周健民

苏德纯 徐建民 秦怀英 鲍士旦 鲁如坤

蒋式洪

审稿人

主审 史瑞和 袁可能 李酉开 李良谟 徐富安 朱其清

朱海舟 鲁如坤 蒋式洪 张连弟

审稿 陈培森 张宝贵 王 坚 鲍士旦 秦怀英 陈怀满

顾益初 胡纪常 郑绍建 丁昌璞 徐建民 何平安

周健民 马毅杰 傅积平 过兴度 邢光熹

编辑说明

一、关于几个名词的含义

1) 水:指蒸馏水或去离子水(符合 GB6682-92 三级水标准)。如加水 200 mL,即加 200 mL 蒸馏水或去离子水。

2) 定容:指在有一定容积的量器中加水至刻度,并充分摇匀。

3) 空白试验:指为校正试剂误差,仪器误差及一切可能导入误差的操作而进行的对照试验。它除不加样本外,其余与正常测定完全相同。

4) 稀释倍数:指稀释后的定容体积与吸取原溶液体积之比。

5) 分取倍数:指待测液体总体积与测定者吸取的待测液体积之比,书中以 t_s 表示。

6) 试剂级别:化学试剂通常按纯度区分为优级纯(GR),分析纯(AR),化学纯(CP)和实验用试剂(LR)四级。我国有时分别称为一级试剂(GR),二级(AR),三级(CP)和四级(LR)试剂。要求较高时则用纯度更高的光谱纯试剂或基准试剂,如制备某些光谱分析的标准溶液等。

二、文中需要加以说明的地方和注释。在一般情况下,列为“注意事项”并单独作为正文的一节,个别直接说明性的注释,在正文中注出并编号,如注 1 等,此等注释按编号统一列于“注意事项”节中。

三、各分析方法中的“分析意义”一节主要介绍该项分析在我国农业生产上的意义及我国土壤中大致含量范围,以使读者较易判断所进行分析结果的正确性及实用意义。

四、关于磷钾单位的表达:在一般农化文献中由于磷钾的表达所用单位不同,如有用 P_2O_5 、 K_2O 系列,也有用 P、K 系列的极易造成混乱。在本书中,对于土壤,植物中磷钾成分,一律用元素(P、K)表示,对于肥料中磷钾成分,则用 P_2O_5 、 K_2O 表示,如土壤有效磷为 $\omega(P)=10\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 等,钾肥全钾为 $\omega(K_2O)=50\%$ 等等。

编者

1998. 3.

序

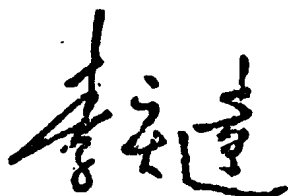
我非常高兴地获悉由中国土壤学会主办,鲁如坤同志主编的《土壤农业化学分析方法》即将付梓出版。

回想在1937年我曾编过一本《土壤分析法》,已经60多年过去了。建国之初,我和鲁如坤同志又合编过一本《土壤分析法》,这也是45年以前的事了,在这一段时间中,我国土壤分析事业有了蓬勃的发展,土壤分析的队伍也不断地壮大,看到这些,我感到由衷的欣慰。

近几十年来,国外土壤分析事业也有了很大的进步,其主要目标是满足大量的分析任务的需要。所以“快速”和“大批量”是现代常规分析发展的目标。正是在这一背景下,仪器分析获得了广泛的应用。现在,一次测定几个,十几个或更多的元素已经实现,但是基本的化学分析仍然是土壤农业化学分析的基础。我很高兴地看到这本新的《土壤农业化学分析方法》,既反映了几十年来土壤农化分析科学的巨大进步,又反映了在世界范围内行之有效,在我国也积累了丰富经验的基本化学分析方法,这些方法是土壤分析的基础,也是土壤分析工作者所应具备的化学基础。

本书还有一个特点,那就是它把我国几十年来土壤和农业化学的重要成果与分析数据有机地结合起来,这对于更好更有效地利用分析结果,以及保证分析结果的质量和充实分析工作者对于土壤科学的知识会有良好作用。本书的编撰者都是国内知名的专家,在这些专家中既有经验丰富的年长学者,也有年富力强,学有专长的后起之秀,从他们身上可以看到我国土壤分析事业的未来。

我深信,本书的出版,定将有力地推动我国土壤农化分析事业的进一步发展。

A large, stylized handwritten signature in black ink, likely belonging to the author or a related figure, positioned at the bottom right of the page.

前 言

建国以来,我国土壤分析事业有了很大的发展。在近50年中,我国土壤分析队伍也有所壮大。与此同时,我国出版了一系列有影响的土壤分析著作,它们在推动我国土壤分析事业的进步方面功不可没。例如:在早期出版的有李庆远、鲁如坤编著的《土壤分析法》(1953),前后发行了三万余册。其后,中国土壤学会组织编著的《土壤常规分析方法》(1965),《土壤农业化学常规分析方法》(李酉开主编,1983);中国科学院南京土壤研究所编的《土壤理化分析》(1978)和《土壤和植物中微量元素分析方法》(1979),还有介绍国外经验而翻译出版的杰克逊(美)著《土壤化学分析》(1964),彼坚布尔斯基著(苏)《农业化学分析》等。此外,高教系统组织编写了一系列实验和分析方法教材;如《土壤农化分析》(南京农业大学史瑞和主编,1980)等等。其他还出版了一些专家编著的不少分析著作这里就不再一一列举。总之,在我国土壤分析工作蓬勃开展的同时,土壤分析著作也出现了繁荣气象。

土壤农化分析近年来有了长足的发展,原来的分析著作在某些方面已不能完全满足当前的需要,在这种客观的要求下,中国土壤学会又及时地组织了本书的编著工作,以求反映在这一领域中新的成就来满足国内新的需要。在我国土壤分析界前辈李庆远、李酉开和史瑞和教授等的倡议和支持下以及各方面专家的大力协同下,本书的编撰工作得以顺利进行。这里特别要感谢中国土壤学会秘书长臧双教授和张晓华女士,没有他们的支持,本书的编写和出版都是不可能的。邵杰传先生在文字修改方面花了大量精力。

在本书即将出版之际还要感谢所有对本书各方面给予支持和鼓励的专家、学者,特别感谢参加本书审稿的诸位专家学者。他们付出了大量劳动,为本书的出版作出了贡献。

在本书编写之初,就确定了两个基本宗旨:一是要总结我国近50年土壤分析工作经验,把那些行之有效、适合我国国情、成熟的分析方法介绍出来,二是要反映近年来的新进展和新成就。因此,本书在内容上包括两大类,第一类是比较成熟的,和在我国有较丰富经验的化学分析方法(土壤和农业化学的分析方法)。第二类是反映某些新的进展的方法,但也尽量选用较成熟的方法。包括以下几个方面:

1. 增加了仪器分析内容,这是近年来土壤农化分析进展的主要方面。这是满足现代分析“大量”和“快速”基本要求的必备条件。具体内容有养分自动分析技术、原子吸收光谱法、等离子发射光谱(ICPS)法、质谱(MS)法和离子选择性电极应用。由于篇幅的限制,对气相、液相色谱、离子色谱(IC)、近红外反射光谱仪(NIR)等重要仪器的应用等内容未能涉及,只好忍痛割爱。这应是一个遗憾。

2. 增加了土壤环境污染物质的分析,这是因为环境问题已变成土壤学和农业化学必须面对的重大任务之一,建设持久农业从根本上说就是环境和资源的保护问题。当然土壤所面对的环境问题还必须包括肥料(化肥和有机肥)施用可能带来的环境问题。

3. 专章介绍了土壤多元素通用浸提剂的应用。这方面正在蓬勃发展,不少方法还在研究和试用之中。所以本书只选择了少数比较成熟的方法加以介绍。

在反映新进展方面本书虽然作了某种努力,但受篇幅限制及编者经验限制,肯定还有不能令人满意的地方,热切希望读者提出批评建议。

4. 既有供某些设备先进的实验室使用的分析方法,又有适合于某些基层实验室选用的分析方法,根据不同情况选用。

鲁如坤

1998. 3. 10

目 录

序
前言

第一篇 土壤和水的化学性质分析

第一章 土壤样品采集与处理	鲁如坤(1)
1.1 土壤样品的采集	(1)
1.2 土壤样品的处理	(9)
1.3 土壤样品的贮存	(10)
第二章 土壤酸碱度和石灰需要量的测定	侯惠珍(12)
2.1 土壤 pH 值的测定	(12)
2.1.1 分析意义	(12)
2.1.2 方法选择的依据	(12)
2.1.3 电位法	(13)
2.1.4 比色法	(14)
2.2 土壤交换性酸(氢、铝)的测定(氯化钾交换-中和滴定法)	(16)
2.3 石灰需要量的测定	(18)
2.3.1 分析意义	(18)
2.3.2 方法选择的依据	(18)
2.3.3 氯化钙交换-中和滴定法	(19)
2.3.4 SMP 缓冲剂法(试用)	(19)
第三章 土壤交换性能分析	侯惠珍(22)
3.1 分析意义	(22)
3.2 土壤阳离子交换量的测定	(22)
3.2.1 方法选择的依据	(22)
3.2.2 乙酸铵法(适用于酸性和中性土壤)	(24)
3.2.3 氯化钡-硫酸镁法(适用于高度风化酸性土壤)	(26)
3.2.4 氯化铵-乙酸铵法(适用于石灰性土壤)	(27)
3.2.5 乙酸钠-火焰光度法(适用于石灰性土壤和盐碱土)	(28)
3.3 土壤交换性盐基及其组成的测定	(29)
3.3.1 方法选择的依据	(29)
3.3.2 酸性和中性土壤交换性盐基总量的测定(乙酸铵交换-中和滴定法)	(30)
3.3.3 酸性和中性土壤交换性钙和镁的测定	(30)
3.3.4 酸性和中性土壤交换性钾和钠的测定(乙酸铵交换-火焰光度法)	(33)

3.3.5	土壤盐基饱和度的计算	(34)
3.4	碱化土壤交换性钠的测定及碱化度的计算	(34)
3.4.1	方法选择的依据	(34)
3.4.2	乙酸铵-氢氧化铵交换-火焰光度法	(35)
3.4.3	土壤碱化度的计算	(36)
第四章	土壤胶体比表面的测定	徐建民 马毅杰 (37)
4.1	分析意义	(37)
4.2	方法选择的依据	(37)
4.3	甘油吸附法	(39)
4.4	乙二醇乙醚吸附法(EGME法)	(41)
第五章	土壤与胶体的矿质全量分析	陈超子 (44)
5.1	分析意义	(44)
5.2	方法选择的依据	(44)
5.3	偏硼酸锂熔融—ICP—AES法	(45)
5.4	碳酸钠熔融-系统分析法	(47)
5.4.1	碳酸钠熔融与提取	(47)
5.4.2	二氧化硅的测定及系统分析待测液的制备(质量法)	(48)
5.4.3	铁的测定(原子吸收分光光度法,AAS)	(50)
5.4.4	铝的测定(氟化钾取代-EDTA容量法)	(51)
5.4.5	钛的测定(过氧化氢比色法)	(53)
5.4.6	锰的测定(原子吸收分光光度法)	(54)
5.4.7	钙、镁的测定(原子吸收分光光度法)	(55)
5.4.8	磷的测定(钼锑抗比色法)	(56)
5.4.9	钾、钠的测定(火焰光度法)	(57)
5.4.10	烧失量的测定(减量法)	(58)
第六章	土壤氧化物分析	何云峰 (60)
6.1	游离氧化物的分析	(60)
6.1.1	游离氧化铁的测定	(60)
6.1.2	游离氧化铝的测定	(62)
6.2	非晶质氧化物的分析	(65)
6.2.1	非晶质氧化铁的测定	(65)
6.2.2	非晶质氧化铝的测定	(67)
6.2.3	非晶质氧化硅的测定	(69)
6.3	络合态铁、铝的分析	(71)
第七章	土壤氧化还原电位测定和还原物质分析	刘志光 (74)
7.1	土壤氧化还原电位测定	(74)
7.1.1	分析意义	(74)
7.1.2	方法选择的依据	(74)

7.1.3	铂电极直接测定法	(74)
7.1.4	铂电极去极化法	(77)
7.2	还原性物质分析	(79)
7.2.1	分析意义	(79)
7.2.2	方法选择的依据	(79)
7.2.3	还原性物质总量的测定(重铬酸钾氧化法)	(79)
7.2.4	活性还原物质的测定(高锰酸钾滴定法)	(81)
7.2.5	亚铁的测定(邻菲罗啉或 α, α' -联吡啶比色法)	(82)
7.2.6	二价锰的测定(高碘酸钾比色法)	(83)
7.2.7	活性有机还原性物质的计算	(84)
第八章 土壤可溶盐分析		杨道平(85)
8.1	分析意义	(85)
8.2	水浸提液的制备	(86)
8.3	可溶盐总量的测定	(87)
8.3.1	方法选择的依据	(87)
8.3.2	电导法	(87)
8.3.3	质量法	(89)
8.4	碳酸根、重碳酸根的测定(电位滴定法)	(90)
8.5	氯离子的测定(硝酸银滴定法)	(92)
8.6	硫酸根的测定(EDTA 间接滴定法)	(93)
8.7	钙、镁离子的测定(EDTA 络合滴定法)	(95)
8.8	钠、钾离子的测定(火焰光度法)	(96)
第九章 土壤碳酸钙和石膏分析		朱海舟(99)
9.1	土壤碳酸钙的测定	(99)
9.1.1	分析意义	(99)
9.1.2	方法选择的依据	(99)
9.1.3	气量法	(99)
9.1.4	容量滴定法	(101)
9.2	土壤中石膏的测定	(102)
9.2.1	分析意义	(102)
9.2.2	方法选择的依据	(102)
9.2.3	盐酸浸提-硫酸钡质量法	(102)
9.2.4	水浸提-电导法	(103)
第十章 土壤有机物质分析		朱海舟(106)
10.1	分析意义	(106)
10.2	方法选择的依据	(106)
10.3	高温外热重铬酸钾氧化-容量法	(107)
10.4	低温外热重铬酸钾氧化-比色法	(108)

10.5	水合热重铬酸钾氧化-比色法	(109)
第十一章	土壤有机无机复合体分析.....	徐建民 袁可能(111)
11.1	分析意义.....	(111)
11.2	方法选择的依据.....	(112)
11.3	颗粒大小分组法.....	(115)
11.4	相对密度分组法(原称比重分组法).....	(116)
11.5	胶散分组法.....	(119)
11.6	结合态腐殖质分组法(熊毅-傅积平改进法)	(121)
11.7	钙键腐殖质和铁铝键腐殖质提取法.....	(123)
第十二章	水样的采集和化学性质分析.....	刘崇群 张连弟(125)
12.1	水样的采集与保存.....	(125)
12.2	pH 的测定(电位法)	(126)
12.3	总氮的测定.....	(127)
12.3.1	分析意义.....	(127)
12.3.2	方法选择的依据.....	(127)
12.3.3	开氏法.....	(127)
12.3.4	过硫酸钾氧化-紫外分光光度法	(128)
12.4	铵态氮的测定(靛酚蓝比色法).....	(129)
12.5	亚硝酸根的测定(重氮化偶合分光光度法).....	(130)
12.6	硝酸根的测定.....	(132)
12.6.1	分析意义.....	(132)
12.6.2	方法选择的依据.....	(132)
12.6.3	酚二磺酸比色法.....	(132)
12.6.4	紫外分光光度法.....	(133)
12.7	磷的测定.....	(133)
12.7.1	分析意义.....	(133)
12.7.2	方法选择的依据.....	(133)
12.7.3	硫酸-高氯酸氧化-钼蓝比色法	(134)
12.7.4	过硫酸钾氧化-钼蓝比色法	(135)
12.7.5	磷酸根态磷的测定(异丁醇萃取-钼蓝比色法)	(135)
12.8	钾、钠的测定	(136)
12.8.1	分析意义.....	(136)
12.8.2	方法选择的依据.....	(137)
12.8.3	火焰光度法.....	(137)
12.8.4	原子吸收分光光度法.....	(137)
12.9	钙、镁的测定	(137)
12.9.1	分析意义.....	(137)
12.9.2	方法选择的依据.....	(138)

12.9.3	EATA 容量法	(138)
12.9.4	原子吸收分光光度法	(139)
12.10	硫酸根的测定	(139)
12.10.1	分析意义	(139)
12.10.2	方法选择的依据	(140)
12.10.3	硫酸钡比浊法	(140)
12.10.4	铬酸钡分光光度法	(141)
12.11	硫化物硫的测定(碘量法)	(142)
12.12	二氧化硅的测定(钼蓝比色法)	(143)

第二篇 土壤养分分析

第十三章	土壤氮分析	范晓辉 蔡贵信	(146)
13.1	分析意义		(146)
13.2	土壤全氮分析		(147)
13.2.1	开氏法		(147)
13.2.2	氢氟酸修正开氏法(包括固定态铵)		(149)
13.2.3	高锰酸钾-还原性铁修正开氏法(包括 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 及 $\text{NO}_2^- - \text{N}$)		(150)
13.3	土壤水解性氮的测定(碱解扩散法)		(150)
13.4	土壤有机氮的形态分析(酸水解—蒸馏法)		(152)
13.5	土壤无机氮分析		(156)
13.5.1	浸提液制备		(156)
13.5.2	交换性铵、硝态氮和亚硝态氮的测定(MgO —代氏合金蒸馏法)		(157)
13.5.3	铵态氮的测定(靛酚蓝比色法)		(159)
13.5.4	硝态氮和亚硝态氮的测定(镀铜镉还原-重氮化偶合比色法)		(160)
13.5.5	非交换性铵态氮的测定(KOH — KOH 法)		(162)
13.6	土壤尿素态氮的测定(二乙酰—肟比色法)		(163)
第十四章	土壤磷分析	鲁如坤 顾益初 时正元 张亚丽	(166)
14.1	土壤全磷的测定		(166)
14.1.1	分析意义		(166)
14.1.2	方法选择的依据		(166)
14.1.3	碳酸钠熔融法		(166)
14.1.4	酸溶-钼锑抗比色法		(168)
14.2	土壤有机磷的测定		(169)
14.2.1	分析意义		(169)
14.2.2	方法选择的依据		(169)
14.2.3	烧灼法		(169)
14.2.4	硫酸与氢氧化钠浸提法(Bowman, 1989)		(170)
14.3	土壤有机磷分组测定		(172)

14.4	土壤无机磷分级测定	(175)
14.4.1	分析意义	(175)
14.4.2	方法选择的依据	(175)
14.4.3	方法原理	(176)
14.4.4	酸性土壤无机磷形态的分级测定(张守敬,杰克逊;1957)	(176)
14.4.5	中性、石灰性土壤无机磷形态的分级测定	(178)
14.5	土壤有效磷的测定	(179)
14.5.1	分析意义	(179)
14.5.2	方法选择的依据	(179)
14.5.3	碳酸氢钠法(Olsen et al, 1954)	(180)
14.5.4	盐酸-氟化铵法(Bray et al, 1945)	(181)
14.5.5	阴离子交换性树脂法(Page, 1982)	(183)
14.6	土壤磷吸附性能的测定	(183)
14.7	土壤磷固定量的测定	(185)
第十五章	土壤钾分析	周建民(188)
15.1	土壤全钾分析	(188)
15.1.1	分析意义	(188)
15.1.2	方法选择的依据	(188)
15.1.3	氢氧化钠熔融法	(188)
15.1.4	氢氟酸-高氯酸消煮法	(190)
15.2	土壤缓效钾的测定(硝酸煮沸法)	(191)
15.3	土壤缓效钾其他方法简介	(192)
15.3.1	四苯硼钠提取法	(192)
15.3.2	阳离子交换树脂提取法	(193)
15.3.3	电超滤提取法	(193)
15.4	土壤速效钾的测定	(193)
15.4.1	分析意义	(193)
15.4.2	方法选择的依据	(194)
15.4.3	乙酸铵提取法	(194)
15.4.4	四苯硼钠比浊法	(195)
第十六章	土壤钙、镁、硫、硅的分析	陈超子(197)
16.1	钙、镁的测定	(197)
16.1.1	分析意义	(197)
16.1.2	钙、镁全量分析	(197)
16.1.3	水溶性钙、镁及交换性钙、镁分析	(197)
16.2	土壤全硫的测定(硝酸镁氧化-硫酸钡比浊法)	(198)
16.3	土壤有效硫的测定(磷酸盐-乙酸浸提-硫酸钡比浊法)	(199)
16.4	土壤全硅的测定	(201)

16.4.1	分析意义	(201)
16.4.2	方法选择的依据	(201)
16.4.3	偏硼酸锂熔融-ICP法	(201)
16.4.4	碳酸钠熔融-质量法	(201)
16.5	土壤有效硅的测定	(201)
16.5.1	分析意义	(201)
16.5.2	方法选择的依据	(201)
16.5.3	乙酸缓冲液提取-钼蓝比色法	(201)
16.5.4	柠檬酸提取-钼蓝比色法	(203)
第十七章 土壤微量元素分析		陈超子(205)
17.1	分析意义	(205)
17.2	微量元素分析待测液的制备	(205)
17.3	铁的测定	(206)
17.3.1	方法选择的依据	(206)
17.3.2	全铁的测定(HF-HNO ₃ -HClO ₄ 消煮-原子吸收分光光度法)	(207)
17.3.3	有效铁的测定(DTPA 浸提-原子吸收分光光度法)	(207)
17.4	锰的测定	(208)
17.4.1	方法选择的依据	(208)
17.4.2	全锰的测定(HF-HNO ₃ -HClO ₄ 消煮-原子吸收分光光度法)	(209)
17.4.3	有效锰的测定	(209)
17.5	铜的测定	(211)
17.5.1	方法选择的依据	(211)
17.5.2	全铜的测定(HF-HNO ₃ -HClO ₄ 消煮-原子吸收分光光度法)	(211)
17.5.3	有效铜的测定{盐酸溶液[c(HCl)=0.1 mol·L ⁻¹]或 DTPA 浸提-原子吸收分光光度法}	(212)
17.6	锌的测定	(213)
17.6.1	方法选择的依据	(213)
17.6.2	全锌的测定(HF-HNO ₃ -HClO ₄ 消煮-原子吸收分光光度法)	(213)
17.6.3	有效锌的测定{盐酸溶液[c(HCl)=0.1 mol·L ⁻¹]或 DTPA 浸提-原子吸收分光光度法}	(214)
17.7	钼的测定	(214)
17.7.1	方法选择的依据	(214)
17.7.2	全钼的测定	(215)
17.7.3	有效钼的测定	(216)
17.8	硼的测定	(219)
17.8.1	方法选择的依据	(219)
17.8.2	全硼的测定	(220)
17.7.3	有效硼的测定	(221)