



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101299028 B

(45) 授权公告日 2011.06.01

(21) 申请号 200810023902.1

(22) 申请日 2008.04.18

(73) 专利权人 中国科学院地球化学研究所

地址 贵州省贵阳市观水路46号

专利权人 江苏大学

(72) 发明人 吴沿友 周秋月 向忠平 李萍萍  
刘丛强

(74) 专利代理机构 南京知识律师事务所 32207

代理人 汪旭东

(51) Int. Cl.

G01N 21/78(2006.01)

(56) 对比文件

SU 1550421 A1, 1990.03.15,

US 5858797 A, 1999.01.12,

CN 1677086 A, 2005.10.05,

CN 1270309 A, 2000.10.18,

鲍士旦. 土壤农化分析 第三版. 中国农业出版社, 2005, 81-83.

郭世利, 孙墨杰, 张波, 刘丽姮. 基于图像处理技术的总磷快速分析方法的研究. 吉林电力 2004 5. 2004, 2004(5), 第35页第2段.

审查员 崔亚松

权利要求书 1 页 说明书 4 页

(54) 发明名称

一种基于图像分析的土壤速效磷的测定方法

(57) 摘要

本发明涉及土壤化学分析, 特指一种基于图像分析的土壤速效磷的测定方法, 将含磷待测液与显色剂反应进行, 显示出蓝色, 其蓝色深浅可以用蓝色度来表征, 蓝色度与磷含量呈高度线性相关。利用图像分析软件获取土壤待测液以及标样的图像平均蓝色度, 建立标样的浓度与标样的平均蓝色度值的线性方程  $Y = a - bX$  (这里  $Y$  为标样的浓度,  $X$  为标样的平均蓝色度值,  $a, b$  为常数)。将待测液的平均蓝色度值代入上述方程, 获取含磷待测液的磷浓度, 再算出土壤速效磷的含量。本发明比试纸法精确度高, 比传统比色法操作简单, 且适应浓度高的土壤速效磷。

1. 一种基于图像分析的土壤速效磷的测定方法,其特征在於:将含磷待测液与钼锑抗试剂反应进行,显示出蓝色,其蓝色深浅可以用蓝色度来表征,利用图像分析软件获取土壤待测液以及标样的图像平均蓝色度,建立标样的浓度与标样的平均蓝色度值的线性方程  $Y = a-bX$ ;  $Y$  为标样的浓度,  $X$  为标样的平均蓝色度值,  $a, b$  为常数;将待测液的平均蓝色度值代入线性方程,获取含磷待测液的磷浓度,再算出土壤速效磷的含量。

2. 根据权利要求 1 所述的一种基于图像分析的土壤速效磷的测定方法,具体实施方法为:

步骤 1:按常规方法进行提取剂、钼锑抗试剂、磷标准溶液的配制,随后进行土壤待测液的制备,制备过程为:称取通过 20 目筛子的风干土样 2.5 克于 150 毫升三角瓶中,加入  $0.5\text{mol L}^{-1}\text{NaHCO}_3$  溶液 50 毫升,再加一勺无磷活性炭,塞紧瓶塞,在振荡机上振荡 30 分钟,立即用无磷滤纸过滤,滤液即为土壤待测液;

步骤 2:分别吸取不同体积的磷标准溶液于容量瓶中,用钼锑抗试剂显色,定容、摇匀,放置 30 分钟,分别倒入无刻度的试管中,做成含磷浓度不同的标样;

步骤 3:吸取待测液于容量瓶中,用钼锑抗试剂显色,定容,摇匀,放置 30 分钟,分别倒入无刻度的试管中,连同标样一起放到试管架上,以白纸板做拍摄背景,利用数码相机正面水平对放有样品和标样的试管架进行拍摄,获取图像;在上述图像上,选取每根试管上正面同一高度的蓝色均匀的区域,利用图像分析软件对这些区域进行分析,获取样品和标样的图像平均蓝色度;建立标样的浓度与标样的平均蓝色度值的线性方程  $Y = a-bX$ ;  $Y$  为标样的浓度,  $X$  为标样的平均蓝色度值,  $a, b$  为常数;将待测液的平均蓝色度值代入上述方程,获取含磷待测液的磷浓度,再算出土壤速效磷的含量。

3. 根据权利要求 2 所述的一种基于图像分析的土壤速效磷的测定方法,其特征在於:步骤 1 中,按常规方法配制浓度为  $5\text{mgL}^{-1}$  的磷标准溶液。

4. 根据权利要求 2 所述的一种基于图像分析的土壤速效磷的测定方法,其特征在於:步骤 2 中,分别吸取 1、5、15 和 30ml 的磷标准溶液于 50 毫升容量瓶中,用钼锑抗试剂 5 毫升显色,定容、摇匀,放置 30 分钟,分别倒入无刻度的试管中,做成浓度分别为 0.1、0.5、1.50、3.0  $\text{mg L}^{-1}$  的 4 个标样。

5. 根据权利要求 2 所述的一种基于图像分析的土壤速效磷的测定方法,其特征在於:步骤 3 中,吸取 2-40 毫升的待测液于 50 毫升容量瓶中,用钼锑抗试剂 5 毫升显色,并用蒸馏水定容,摇匀,放置 30 分钟,分别倒入无刻度的试管中,连同标样一起放到白色的试管架上。

## 一种基于图像分析的土壤速效磷的测定方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及土壤化学分析,特别是涉及到一种基于图像分析的土壤速效磷的测定方法。

### 背景技术

[0002] 磷是农作物整个生育期中不可缺少的重要营养元素之一。测定土壤速效磷的目的是为了确定作物高产、优质、高经济效益的磷肥施用量。近年来由于人们对保护资源和环境的重要性的认识的提高,为遏制因连续大量施用磷肥导致磷矿资源的加速耗竭,以及农田土壤磷素作为非点源污染源造成地表水的富营养化和地下水的污染日益严重的局面,科学、合理的施用磷肥也被赋予了新的内涵,即磷肥的施用不仅要提高产量、改善品质、增加经济效益,而且应不会对环境造成污染和破坏。我国是一个人均资源十分贫乏的国家,测定土壤速效磷的意义就更加重要。

[0003] 目前常用来测定溶液中无机磷浓度的方法的试纸法和比色法。其原理是用提取剂提取获取提取液,磷钼酸铵可被还原剂还原为蓝色,且其蓝色深浅在一定范围内与提取液中的磷含量呈线性关系。比色法是用提取液处理成待测液,与显色剂反应进行显色,用分光光度计或光电比色计进行比色,计算。试纸法是将上述显色反应所需化学试剂分别被试纸吸收,试剂与待测液在纸条上反应显色,根据预制的标准色系试纸进行目测比较。

[0004] 试纸法简便快捷,宜于大田推广应用,但常达不到应有精度。比色法,精确度高,但操作烦琐,且高浓度线性较差。因此,研究一种比试纸法精确度高,比传统比色法操作简单,且适应浓度高的土壤速效磷的测定方法,对科学、合理的施用磷肥和防止水体富营养化具有重要的意义。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种比试纸法精确度高,比传统比色法操作简单,且适应浓度高的土壤速效磷的测定方法。

[0006] 一种基于图像分析的土壤速效磷的测定方法,其特征在于:将含磷待测液与显色剂反应进行,显示出蓝色,其蓝色深浅可以用蓝色度来表征,蓝色度与磷含量呈高度线性相关。利用图像分析软件获取土壤待测液以及标样的图像平均蓝色度,建立标样的浓度与标样的平均蓝色度值的线性方程  $Y = a-bX$  (这里  $Y$  为标样的浓度,  $X$  为标样的平均蓝色度值,  $a$ ,  $b$  为常数)。将待测液的平均蓝色度值代入上述方程,获取含磷待测液的磷浓度,再算出土壤速效磷的含量。由于图像采集工具如数码相机具有自动补偿功能,每次测定需建立一个线性方程。

### 具体实施方式

[0007] 1、按常规方法进行提取剂、钼锑抗试剂、磷标准溶液的配制,随后进行土壤待测液的制备,具体可见:鲍士旦主编,土壤农化分析(第三版),中国农业出版社,2005,

pp. 81-83。

[0008] 2、分别吸取不同体积的磷标准溶液于容量瓶中,用钼锑抗试剂显色,定容、摇匀,放置 30 分钟,分别倒入无刻度的试管中,做成含磷浓度不同的标样。

[0009] 3、吸取待测液于容量瓶中,用钼锑抗试剂显色,定容,摇匀,放置 30 分钟,分别倒入无刻度的试管中,连同标样一起放到试管架上,以白纸板做拍摄背景,利用数码相机正面水平对放有样品和标样的试管架进行拍摄,获取图像。在上述图像上,选取每根试管上正面同一高度的蓝色均匀的区域,利用图像分析软件对这些区域进行分析,获取样品和标样的图像平均蓝色度。建立标样的浓度与标样的平均蓝色度值的线性方程  $Y = a-bX$  (这里  $Y$  为标样的浓度,  $X$  为标样的平均蓝色度值,  $a, b$  为常数)。将待测液的平均蓝色度值代入上述方程,获取含磷待测液的磷浓度,再算出土壤速效磷的含量。

[0010] 上述测定方法中:

[0011] 步骤 1 中按常规方法配制浓度为  $5\text{mg L}^{-1}$  的磷标准溶液;

[0012] 步骤 2 中,分别吸取 1、5、15 和 30ml 的浓度为  $5\text{mg L}^{-1}$  的磷标准溶液于 50 毫升容量瓶中,用钼锑抗试剂 5 毫升显色,用钼锑抗试剂显色,定容、摇匀,放置 30 分钟,分别倒入无刻度的试管中,做成浓度分别为 0.1、0.5、1.5、3.0 $\text{mgL}^{-1}$  的 4 个标样。

[0013] 步骤 3 中,将 2-40 毫升的待测液于 50 毫升容量瓶中,用钼锑抗试剂 5 毫升显色,并用蒸馏水定容,摇匀,放置 30 分钟,分别倒入无刻度的试管中,连同 4 个标样一起放到白色的试管架上。

[0014] 本发明的优点:

[0015] (1) 图像分析法测定的浓度范围较大,这是常规比色法难以达到的。在较低浓度时,不能用图像分析法进行测定,但可以通过增加待测液的体积来获得较好效果,它可以测定速效磷大于  $0.31\text{mg Kg}^{-1}\text{DW}$  的土壤,而对于速效磷小于  $250\text{mgKg}^{-1}\text{DW}$  的土壤具有更高的精度,这对于一般土壤的测定是适合的,因为绝大多数土壤的速效磷都在  $0.31-250\text{mg Kg}^{-1}\text{DW}$  之间。

[0016] (2) 图像分析法可以用于现场测定。将数码相机拍摄的图像,无线传输到计算机或直接输入笔记本电脑就可获取分析数据,实现现场检测。

[0017] (3) 图像分析法可以重复多次进行,解决了比色法因溶液颜色不稳定影响比色效果的问题。

[0018] (4) 图像分析法可以选择均匀一致的区域,获取平均蓝色度,避免了常规的比色法时常因为土壤胶体对比色杯的通透性的影响而造成的缺陷。

[0019] 实施例 1

[0020] 步骤 1,按常规方法进行提取剂和钼锑抗试剂的配制。

[0021] 步骤 2,按常规方法配制磷标准溶液浓度为  $5\text{mg L}^{-1}$ 。

[0022] 步骤 3,按常规方法制备一滨江湿地土壤样品(样品 1)的土壤待测液。

[0023] 步骤 4,分别吸取 1、5、15 和 30ml 的磷标准溶液于 50 毫升容量瓶中,用钼锑抗试剂 5 毫升显色,并用蒸馏水定容,摇匀,放置 30 分钟,分别倒入无刻度的试管中,做成浓度分别为 0.1、0.5、1.5、3.0 $\text{mg L}^{-1}$  的 4 个标样。

[0024] 步骤 5,吸取 5ml 的待测液于 50 毫升容量瓶中,用钼锑抗试剂 5 毫升显色,并用蒸馏水定容,摇匀,放置 30 分钟,用钼锑抗试剂 5 毫升显色,并用蒸馏水定容,摇匀,放置 30 分

钟,分别倒入无刻度的试管中,连同 4 个标样一起放到白色的试管架上,以白纸板做拍摄背景,保持物距在 50cm,利用 500 万像素的 Kodak 数码相机正面水平对放有样品和标样的试管架进行拍摄,获取图像。

[0025] 步骤 6,在上述图像上,选取每根试管上正面同一高度的蓝色均匀的区域,利用图像分析软件 SigmaScan Pro 5 对这些区域进行分析,获取样品和标样的图像平均蓝色度。

[0026] 步骤 7,利用标样的磷浓度和标样的图像的平均蓝色度求出线性方程为  $Y = 3.3070 - 0.0222X$ ,再将待测液的图像平均蓝色度值逐一带入上述线性方程,获取待测液的磷浓度,再换算成土壤速效磷的含量。

[0027] 实施例 2

[0028] 步骤 1、2、4、6 同实施例 1。

[0029] 步骤 3,按常规方法制备一农田土壤样品(样品 2)的土壤待测液。

[0030] 步骤 5,吸取 2ml 的待测液于 50 毫升容量瓶中,用钼锑抗试剂 5 毫升显色,并用蒸馏水定容,摇匀,放置 30 分钟,用钼锑抗试剂 5 毫升显色,并用蒸馏水定容,摇匀,放置 30 分钟,分别倒入无刻度的试管中,连同 4 个标样一起放到白色的试管架上,以白纸板做拍摄背景,保持物距在 50cm,利用 500 万像素的 Kodak 数码相机正面水平对放有样品和标样的试管架进行拍摄,获取图像。

[0031] 步骤 7,利用标样的磷浓度和标样的图像的平均蓝色度求出线性方程为  $Y = 3.9462 - 0.0278X$ ,再将待测液的图像平均蓝色度值逐一带入上述线性方程,获取待测液的磷浓度,再换算成土壤速效磷的含量。

[0032] 实施例 3

[0033] 步骤 1、2、4、6 同实施例 1。

[0034] 步骤 3,按常规方法制备一菜地土壤样品(样品 3)的土壤待测液。

[0035] 步骤 5,吸取 10ml 的待测液于 50 毫升容量瓶中,用钼锑抗试剂 5 毫升显色,并用蒸馏水定容,摇匀,放置 30 分钟,用钼锑抗试剂 5 毫升显色,并用蒸馏水定容,摇匀,放置 30 分钟,分别倒入无刻度的试管中,连同 4 个标样一起放到白色的试管架上,以白纸板做拍摄背景,保持物距在 50cm,利用 500 万像素的 Kodak 数码相机正面水平对放有样品和标样的试管架进行拍摄,获取图像。

[0036] 步骤 7,利用标样的磷浓度和标样的图像的平均蓝色度求出线性方程为  $Y = 4.7772 - 0.0352X$ ,再将待测液的图像平均蓝色度值逐一带入上述线性方程,获取待测液的磷浓度,再换算成土壤速效磷的含量。

[0037] 实施例 4

[0038] 步骤 1、2、4、6 同实施例 1。

[0039] 步骤 3,按常规方法制备一滨海湿地土壤样品(样品 4)的土壤待测液。

[0040] 步骤 5,吸取 30ml 的待测液于 50 毫升容量瓶中,用钼锑抗试剂 5 毫升显色,并用蒸馏水定容,摇匀,放置 30 分钟,用钼锑抗试剂 5 毫升显色,并用蒸馏水定容,摇匀,放置 30 分钟,分别倒入无刻度的试管中,连同 4 个标样一起放到白色的试管架上,以白纸板做拍摄背景,保持物距在 50cm,利用 500 万像素的 Kodak 数码相机正面水平对放有样品和标样的试管架进行拍摄,获取图像。

[0041] 步骤 7,利用标样的磷浓度和标样的图像的平均蓝色度求出线性方程为  $Y =$

4. 2989-0.0308X, 再将待测液的图像平均蓝色度值逐一带入上述线性方程, 获取待测液的磷浓度, 再换算成土壤速效磷的含量。

[0042] 实施例 5

[0043] 步骤 1、2、4、6 同实施例 1。

[0044] 步骤 3, 按常规方法制备一石灰岩地区的土壤样品 (样品 5) 的土壤待测液。

[0045] 步骤 5, 吸取 40ml 的待测液于 50 毫升容量瓶中, 用钼锑抗试剂 5 毫升显色, 并用蒸馏水定容, 摇匀, 放置 30 分钟, 用钼锑抗试剂 5 毫升显色, 并用蒸馏水定容, 摇匀, 放置 30 分钟, 分别倒入无刻度的试管中, 连同 4 个标样一起放到白色的试管架上, 以白纸板做拍摄背景, 保持物距在 50cm, 利用 500 万像素的 Kodak 数码相机正面水平对放有样品和标样的试管架进行拍摄, 获取图像。

[0046] 步骤 7, 利用标样的磷浓度和标样的图像的平均蓝色度求出线性方程为  $Y = 4.1503 - 0.0296X$ , 再将待测液的图像平均蓝色度值逐一带入上述线性方程, 获取待测液的磷浓度, 再换算成土壤速效磷的含量。

[0047] 各实施例的实施效果如表 1

[0048] 表 1 图像分析法与比色法分析的土壤速效磷结果 ( $\text{mg Kg}^{-1}\text{DW}$ ) (平均值  $\pm$  标准差,  $n = 5$ )

	样品	图像分析法	比色法
[0049]	实施例 1 样品	25.75 $\pm$ 2.31	24.38 $\pm$ 2.22
	实施例 2 样品	52.47 $\pm$ 4.91	49.28 $\pm$ 6.62
	实施例 3 样品	35.51 $\pm$ 3.47	33.12 $\pm$ 4.15
	实施例 4 样品	10.54 $\pm$ 0.85	10.76 $\pm$ 0.79
	实施例 5 样品	5.24 $\pm$ 0.38	5.31 $\pm$ 0.26

[0050] 对表 1 的标准差进行分析可以发现, 速效磷浓度低时, 比色法的精度高于图像分析法, 浓度高时, 图像分析法的精度高于比色法。两种分析方法对土壤速效磷分析的精度都是可以接受的, 图像分析法适合测定土壤的速效磷浓度。