

土壤有效磷测定方法概述

张国辉,王莹,武巍,蔡玉红

(吉林省农业科学院 农业质量标准与检测技术研究所,吉林 长春 130033)

摘要:土壤有效磷是土壤肥力重要指标和磷肥施用量的基本指标。为更好地指导农业生产,对土壤有效磷常用化学、同位素示踪以及生物测定方法进行概述,并就今后发展趋势进行分析。

关键词:土壤;有效磷;测定方法

中图分类号:S158 **文献标识码:**B **文章编号:**1002-2767(2017)01-0160-03 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2017.01.0160

植物体内大部分磷元素通过土壤进行吸收,但是土壤中的大部分磷不能被植物直接吸收,而含量很少水溶性磷和弱酸溶性磷容易被植物吸收利用。土壤有效磷也称为速效磷,是土壤中可被植物吸收的磷组分,包括全部水溶性磷、部分吸附态磷及有机态磷,有的土壤中还包括某些沉淀态磷。土壤有效磷的测定可以了解当下土壤供应磷素的能力,对指导施肥、提高土壤肥力和作物产量、保护环境有重要的意义^[1-2]。近年来,因连续大量施用磷肥引起的农田、地表水的富营养化和地下水的污染问题日趋严重,土壤有效磷测定结果对指导科学、合理的施用磷肥,在增产增收,提高经济效益方面有重要意义,同时是保护环境减少磷素流失的要求^[3-6]。

土壤有效磷快速、准确的测定十分重要。150多年前很多学者就开始研究土壤有效磷的测定方法,按其测定方法分类主要有化学方法、同位素示踪法、生物方法和仪器测定等。

1 化学方法

目前土壤有效磷是以化学测定为最常用的方法,其根据土壤性质不同和浸提剂不同,以 Olsen、Bray-Kurtz1、Mehlich3、Morgan、Vermont1 和 Vermont2^[7-11]等方法作为测定土壤有效磷含量的常规方法。

1.1 Olsen 法

1954 年 Olsen 法被应用于土壤中有效磷测定^[7]。该方法特别适用于石灰性、弱酸性土壤的

有效磷提取。由于石灰性土壤含有大量 CaCO_3 ,如果用酸提取时,与 CaCO_3 发生反应,提取剂失去作用;同时由于 CO_3^{2-} 的存在,在浸提过程中,引起溶液 pH 增加, CO_3^{2-} 生成 HCO_3^- ,此时以 Ca-CO_3 形式存在钙盐活性降低,而一些活性较大的磷酸钙盐、磷酸铁铝盐发生水解而被浸提出来。而浸提液中的磷,通过钼锑抗比色法进行定量测定^[13]。

Olsen 法的优点在于它对速效的 Fe-P、Ca-P 和 Al-P 均可适当提取,使用性较广。其主要缺点:一是 Olsen 法所用浸提剂为 pH 8.5 的弱碱性溶液,土壤中有机质在弱碱性条件下易被溶解出来,浸提液会呈现黄色或黄褐色,尤其土壤有机质含量高时,浸提液颜色更深,容易对比色分析造成干扰。通常浸提液可用活性炭脱色后再进行测定,可在一定程度上减小干扰^[14];二是浸提液温度和显色温度对有效磷测定结果影响较大,进行测定时室温应控制在 20~25℃。试验室主要通过控制温度,同时对这一问题已经开展了大量相关研究并提出经验校正式^[15-18]。目前,该方法广泛应用于我国西北地区宁夏、陕西、甘肃、新疆等以及东北三省,内蒙、河南、河北等省大部分土壤有效磷的测定。

1.2 Bray 法

Bray 法是盐酸-氟化铵提取—钼锑抗比色法,分为 Bray1 和 Bray2,都用含氟的稀强酸溶液作为浸提液。在酸性条件下,各种 Ca-P 包括溶解度很低的部分 Ca-P,在 H^+ 可作用下,被逐渐溶解。而 F⁻ 是一种金属络合物,可以与土壤中的 Al、Fe 形成稳定的络离子,从而使结合在 Al、Fe 上的 P 游离出来进而被浸提出来。Bray2 提取剂是同时提取吸附磷与酸溶磷的快速方法,但应用现在已很少,Bray1 法操作简单,灵敏度高,同时

收稿日期:2016-12-20

第一作者简介:张国辉(1968-),男,吉林省公主岭市人,助理研究员,从事环境及农产品质量安全检测工作。E-mail:2629799278@qq.com。

通讯作者:蔡玉红(1964-),女,河北省深州市人,硕士,副研究员,从事农产品及环境安全监测研究。E-mail:yhcai64@163.com。

受温度影响小。弱酸性到中性土壤有效磷可用 Bray1 法测定。我国包括四川黄壤,广西红壤,浙江丘陵红壤区以及中部沿海的棕灰性土壤、东北的黑土中土壤有效都可用 Bray1 法测定^[19-20]。

1.3 Mehlich3 法

Mehlich3 法是一种联合提取剂法,其提取剂可以提取 N 素以外的、P、K 还有多种微量元素。该方法于 1982 年由 Mehlich 提出,Mehlich3 浸提剂可广泛用于各类中性和酸性土壤,一定范围内碱性和石灰性土壤中多种元素的浸提;Mehlich3 法所用浸提剂成分复杂,是一种联合浸提剂,因此土壤浸出液成分较复杂易带有颜色,如果浸提液中 EDTA 或 NH_4^+ 浓度高时,均对比色测定有影响,如果多种元素同时测定时,该方法优越性突出^[20-22]。

2 同位素示踪

同位素示踪法,1954 年由 Russell 等人发展成为实验室测定土壤有效磷的方法^[23],该方法利用放射性³²P 测定土壤有效磷,方法简单,同时很多研究表明该方法优于较化学提取测法,但是同位素标记化学品成本较高,不能在大量推广使用。

3 生物测定法

该方法选取对某种营养元素敏感的生物作为指示生物,用指示生物吸收营养元素的数量或者该生物相对生长量或生长状况作为土壤中该元素含量的指示。最早在 1923 年,Neubauer 和 Scheider 用生物指示法测定了土壤磷、钾养分的含量,当时采用黑麦幼苗作为指示生物。Mitcherlich 在 1930 年用燕麦的相对生长量来表示不同磷处理土壤中有效磷含量水平。以上两种方法,作为土壤有效磷含量生物测定的经典方法,为后来的许多学者沿用或者改进使用。

4 土壤有效磷测定方法趋势

随着科学技术的快速发展和进步,为土壤有效磷测试技术也有更多发展空间。许多仪器设备的开发和应用,如流动注射分析仪、离子色谱仪、电感耦合等离子体光谱仪等,同时可测定多种元素。国外很多实验室,土壤测试发展成为多元素联合浸提、采用稀释加液器、风光光度计泵吸式进样、及自动进样等极大的提高工作效率,减少分析时间,降低分析成本。

土壤是一个复杂的体系,土壤中的无机形态磷种类多、性质不同,在活性方面也极不相同,我

国目前常规土壤测试方法仍然采用以单一元素浸提为基础的测试方法,而多元素联合浸提以及土壤养分分析智能化是土壤测试发展的新趋势,利用先进的仪器设备,积极采用工作效率高、准确性高的测定方法,已经势在必行。只有提高土壤测试效率和准确性,才能充分发挥指导农民合理施肥、增产、增收和保护环境的作用。

参考文献:

- [1] 杜社妮,李晶晶,张蕊,等. 温度对土壤有效磷测定结果的影响[J]. 实验技术与管理,2012,29(5):52-53,57.
- [2] 贾新娟. 土壤中有效磷含量的测定方法的研究[J]. 农业开发与装备,2015(5):74.
- [3] 索东让. 王平. 土坡磷素对作物产量及供磷能力的影响[J]. 土壤通报,2002,33(4):316-318.
- [4] 沈普敏. 中国土坡肥力(第一版)[M]. 北京:中国农业出版社,1998:213-269.
- [5] 陈小蓉,张继宏,伶国良,等. 不同肥力土壤和施肥条件下的土壤供磷能力和磷肥的效果[J]. 土壤通报,1998,19(1):38-40.
- [6] Kamprath E J, Watson M E. Conventional soil and tissue tests for assessing the phosphorus status of soils[C]// Khawaneh F E. The Role of Phosphorus in Agriculture. ASA, CSSA, SSSA, Madison, USA, 1980:433-469.
- [7] Olsen S R, Cole C V, Watanabe F S, et al. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate[C]// USDA Circular No. 939, USA Gov. Print Office, Washington, DC, USA, 1954:1-19.
- [8] Bray R H, Kurtz L T. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils[J]. Soil Sci., 1945, 59: 39-45.
- [9] Mehlich A. Mehlich 3 soil test extractant: A modification of Mehlich2 extractant[J]. Comm. Soil Sci. Plant Anal., 1984, 15:1409-1416.
- [10] Morgan M F. Chemical soil diagnosis by the universal testing system[C]// Conn. Agr. Exp. Stn. Bull. No. 450, Connecticut, USA, 1941:592.
- [11] McIntosh J L. Bray and Morgan soil test extractants modified for testing acid soils from different parent materials[J]. Agron. J., 1969, 61:259-265.
- [12] 蒋柏藩. 土壤磷的化学行为与有效磷的测试[J]. 土壤, 1992, 22(4):181-189.
- [13] 杨俐苹, 白由路, 王磊, 等. 基于常规土壤有效磷(Olsen 法)分析的高效测试技术研究[J]. 中国土壤与肥料, 2011(3): 87-97.
- [14] 谢修鸿, 王晓红, 梁运江, 等. 3 种土壤有效磷测定方法相关性的研究[J]. 吉林农业科学, 2015, 40(3):30-32, 64.
- [15] 张鹤, 石军. 温度对 Olsen 法测定潮土速效磷的影响校正方法的探讨[J]. 华北农学报, 1995, 10(3):109-114.
- [16] 马新民. 对 Olsen 法测定磷时温度校正的改进[J]. 土壤通报, 1981, 12(6):34-37.
- [17] 秦怀英, 李友钦. 碳酸氢钠法测定土壤有效磷几个问题的

- 探讨[J]. 土壤通报, 1989, 20(1): 40-42.
- [18] 张行峰, 陈防. 土壤有效磷测定(Olsen 法)的温度校正[J]. 土壤通报, 1998, 29(6): 282-283.
- [19] 陆允甫, 吕晓男. 中国测土施肥工作的进展和展望[J]. 土壤学报, 1995, 32(3): 241-251.
- [20] 宋春丽, 樊剑波, 何园球, 等. 我国南方地区典型红壤有效磷测定方法研究[J]. 土壤, 2012, 44(1): 133-139.
- [21] 沈仁芳. Mehlich3 浸提磷与石灰性土壤有效磷的关系[J]. 土壤通报, 1994, 25(1): 141-144.
- [22] 于群英, 段立珍. 用 Mehlich3 通用浸提剂法测定土壤有效磷和有效钾[J]. 安徽农业科学, 2002(6): 861-862, 864.
- [23] Russell R S, Rickson J B, Admas S N. Isotopic equilibrium between phosphates and their significance in the assessment of fertility by trace methods[J]. J. Soil Sci., 1954, 5: 85-105.

Overview of Determination Methods of Available Phosphorus in Soil

ZHANG Guo-hui, WANG Ying, WU Wei, CAI Yu-hong

(Institute of Agricultural Quality Standards and Testing Technology, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun, Jilin 130033)

Abstract: Available phosphorous is an important indicator of soil fertility and a fundamental indicator of applying phosphatic fertilizer. The determination of available phosphorous is crucial in guiding agricultural production. The determination methods for available phosphorous were summarized, including chemical method, isotopic tracer and biological test and the development tendency of these methods in the future were analyzed.

Keywords: soil; available phosphorus; determination methods

农业部发布苜蓿产业“十三五”规划

近日,农业部发布《全国苜蓿产业发展规划(2016—2020 年)》,明确了“十三五”我国苜蓿产业发展思路、区域布局与发展重点。《规划》提出,到 2020 年,全国优质苜蓿产量达到 540 万 t,苜蓿单产、质量、优质率和商品率进一步提升,草业龙头企业不断壮大,种养结合更加紧密。

《规划》指出,苜蓿产业发展要按照加快发展草牧业、振兴奶业和种植业结构调整的总体要求,以市场为导向,以科技创新为动力,以龙头企业为依托,加大政策扶持和引导,优化种养区域布局,加强苜蓿草种繁育基地建设,大力发展高产优质苜蓿种植加工,推行种养结合发展模式,提高苜蓿生产标准化、规模化、市场化、产业化水平,促进苜蓿产业持续健康发展。

《规划》确定了东北及内蒙古、西北、华北和南方四个苜蓿产业发展区域和 238 个重点县,要求发挥区域比较优势,突出重点,分类施策。东北及内蒙古区要发挥牛羊养殖量较大的优势,推行草田轮作,发展苜蓿干草生产,促进种养结合。西北区要发挥苜蓿传统种植区的优势,重点建设良种繁育基地,推进苜蓿产业化,提高加工水平和商品化率。华北区要发挥自然条件较好和市场需求量大的优势,充分利用粮改饲政策,加快建设优质苜蓿生产基地。南方区要因地制宜,发展苜蓿青饲和半干青贮。

《规划》提出了苜蓿产业发展的四项重点任务。一是提升苜蓿良种生产能力。加强苜蓿育种技术研究,加大苜蓿新品种选育和推广力度,提高苜蓿良种化水平。二是加强优质苜蓿基地建设。在全国新增或改造优质苜蓿种植基地 40 万 hm^2 ,加强田间设施建设和技术服务,提高苜蓿标准化生产水平。三是推进苜蓿生产机械化。实施苜蓿生产机械化提升示范行动,改造提升 100 个苜蓿种植企业(合作社)机械化生产水平。四是促进种养结合发展。建设 500 个高产优质苜蓿生产基地+奶牛(或其它草食动物)的种养结合示范场。加强示范场设施建设,推广应用饲草料高效调制饲喂技术,完善粪污收集、处理、利用等设施。

据了解,农业部和财政部 2012 年启动实施振兴奶业苜蓿发展行动。在政策带动和市场拉动下,我国苜蓿生产能力快速提高,产量和质量“双提升”,为奶业转型升级提供了有力支撑。苜蓿区域化生产取得新进展,形成了甘肃河西走廊、内蒙古科尔沁草地、宁夏河套灌区等一批 6 667 hm^2 以上集中连片的优质苜蓿种植基地。

——农业部网站