

土壤有效磷及其化学测试方法研究进展探讨

胡 媛 (中国五环工程有限公司, 湖北 武汉 430070)

摘 要: 磷元素它在土壤当中的存在方式有很多种类, 但是按化学结构, 可分为有机磷化合物以及无机磷化合物这两种形态。在大多数土壤中, 磷以无机形态为主, 有机形态的磷含量较低, 且变化幅度较大。土壤有效磷是指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。土壤有效磷是土壤肥力的重要指标之一, 表明土壤的供磷水平。通过土壤有效磷的测定, 有助于了解近期内土壤供应磷的情况, 为合理施用磷肥及提高磷肥利用率提供了依据。当前对于土壤有效磷的研究更加重视, 从而就形成了系统化的研究体系, 并且还积累很多的研究成果。本文着重针对土壤有效磷及其测试方法进行研究。

关键词: 土壤; 有效磷; 测试方法

0 引言

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。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, 而含量很少的水溶性磷和弱酸溶性磷容易被植物吸收利用。土壤有效磷的测定可以了解当下土壤供应磷元素的能力, 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 关于土壤有效磷的概述

磷是植物必需的营养元素, 是影响植物生长发育和生命活动的主要元素之一。在植物的生长途中, 磷可以在一定程度上提高植物的光合作用, 使植物更容易获得充分的营养, 而且磷还可以帮助植物代谢脂肪。如果植物缺乏足够的磷摄取量, 生长过程就会受到阻碍, 最终导致植物营养不良。植物所利用的磷素, 主要来源于土壤; 而多数的农田中, 土壤的自然供磷能力常常不能满足植物生长发育及高产对磷的需求。从磷的形态和组分看, 磷素在土壤中有效态常指无机磷酸盐, 这部分磷酸盐在土壤中活性较高、易被去离子水或 NaHCO_3 溶液提取, 也易被作物直接吸收利用。因而, 土壤中其他形态和组分的磷如何转化成无机磷酸盐, 是提高磷素有效性的关键。然而, 土壤中的磷素受到物理、化学和生物学过程的影响, 不断地被土壤固定, 同时又被释放出来。除了受土壤性质(矿物组成、粘粒含量、有机质、pH, 微生物等)的变化影响外, 在农业实践过程中, 磷素的有效性还受到农业管理措施(磷肥、有机肥、灌溉、轮作等)和外界气候环境(温度、蒸发和降水等)的影响。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。因而对于土壤中有效磷快速、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。目前, 国内有关土壤

中有效磷检测的文献仍然不足, 缺乏相关经验。在今后的开发过程中, 需要进一步提高在这个领域的研究投资, 以更高质量的研究成果为目标, 引导各种农业生产实践的开展, 增加产量, 使土壤保持良好的状态, 提供高质量的环境, 为国民经济的发展做出巨大的贡献^[1]。

2 土壤磷素的转化

土壤磷素的不同形态在土壤中处于一个动态平衡之中。通过生物学过程和化学过程进行不断的转化。吸附的磷通过解吸附进入土壤溶液, 次生磷矿物通过分解进入土壤溶液, 原生磷矿物也可通过分解进入土壤溶液。有机磷则可通过矿化进入土壤溶液。而溶液中的磷则可以被黏粒或铁铝矿物吸附或发生磷酸盐沉淀或被有机物固定。土壤磷素的转化可以概括为以下 3 个过程: 沉淀—溶解过程、吸附—解吸过程、矿化与同定过程。

2.1 沉淀—溶解过程

土壤中磷素的溶解、沉淀过程, 可区分为以钙为主的体系和以铁铝为主的体系。在中性或钙质土壤中钙控制着沉淀、溶解反应, 但在酸性环境中 Al 和 Fe 控制着阳离子。Ca 一体系: 土壤中原生态的磷盐是磷灰石, 它们在土壤形成过程中逐步溶解, 向磷酸铁铝盐类转化, 因此土壤风化程度愈高, 磷酸铁铝盐, 特别是闭蓄态磷愈多; 反之, 风化程度愈低, 磷酸钙盐愈多。在施入磷酸一钙时, 在土壤中可以通过沉淀作用很快生成磷酸二钙, 并逐步向磷酸八钙转化。在石灰性土壤中。磷可首先被方解石吸着, 随后被吸着的磷可进一步形成磷酸二钙沉淀, 接着, 磷酸二钙再慢慢向磷酸八钙转化。溶解沉淀过程可以伴随着吸附过程发生。在 Fe·Al 为主的体系, 加入磷肥时, 由于强酸性的饱和溶液, 可以溶解大量土壤铁铝从而和磷沉淀生成无定形磷酸铁铝, 并向结晶的粉红磷铁矿和磷铝石转化。

2.2 吸附—解吸过程

吸附和解吸过程, 是比溶解—沉淀过程更为重要的土壤磷素化学过程。吸着(Sorption)涵盖表面的吸附和磷渗入同相的吸收(Absorption)或化学吸附(Chemisorptions)。由于很难区分吸附和吸收, 一般常

用“吸着”概括。其逆反应解吸(Desorption)指吸着的磷释入土壤溶液,固定(Fixation)则表示磷的吸着和沉淀两种反应的集合。在酸性土壤中无机磷被吸附或吸着于以铝或铁化合物为主的矿物上;在钙质或碱性土壤上,则被吸着于钙化合物的矿物上。当土壤溶液的pH增加时,氧化物表面集聚大量负电荷,同时Al-O或Fe-O键的极性下降导致磷的吸附减少。

3 土壤有效磷的检测

无机磷一直被认为是土壤中有效磷的主要给源。不同形态和数量的无机、有机磷可以通过酸碱提取剂进行分析评价。依据不同的土壤类型、环境条件和具体的细节要求已经提出了为数众多的磷的提取方法和原则。尽管一些提取剂的成分是针对某一特定磷库的,但并不可能排他地仅仅提取这一库。

3.1 常用土壤有效磷测试的化学方法

3.1.1 化学测试方法

目前土壤有效磷的测定方法有生物法、同位素法、阴离子交换树脂法及化学方法等。其中应用最普遍的是化学法,它是以浸提剂提取土壤中的有效磷。根据土壤的性质而选取不同的浸提剂进行提取。在提取磷的溶液中,加入钼酸铵,溶液中的磷酸与钼酸络合形成黄色的磷钼杂合酸-磷钼黄,同时加入还原剂,使磷钼酸中的Mo(IV)还原为Mo。然后在波长680nm下用紫外可见分光光度法测定土壤中有效磷的含量。提取酸性土壤中有效磷的方法有Bray-II法、Mehlich-I法、Mehlich-III法、Vermont-I法、Vermont-II法、Morgan法和ASI法等。酸性土壤中磷酸铁和磷酸铝形态的有效磷一般可用酸性氟化铵提取,形成氟铝化铵和氟铁化铵配合物,少量的钙离子形成氟化钙沉淀,磷酸根离子被提取到溶液中来。提取石灰性土壤中有效磷的方法较少,目前较常用的是Olsen法,此外也有报道采用AB-DTPA法提取土壤中的有效磷。石灰性土壤一般采用碳酸氢钠溶液浸取。另外,据报道,水与稀盐土壤测试法同样也是有效的化学测定方法,利用去离子水或CaCl₂(0.01M)进行磷的提取,但是其获得的磷素形态存在不稳定性,提取量不高。^[2]

3.1.2 浸提剂的使用

采取有效的化学方法进行土壤有效磷测定的过程中,浸提剂的选择和应用是十分关键的。根据土壤类型、土壤中磷的含量、浸提剂和土壤中磷的反应程度,综合考虑强度和容量因子,选取合适的浸提剂以及提取方式,使磷的化学测试结果更为理想。在化学方法测试当中,可通过加入强酸和弱酸,使磷酸盐、磷酸铁和磷酸铝等在酸的作用下溶解,从而将磷释放,将土壤中磷提取;还可通过加入氟离子以及一些有机阴离子的络合剂,能置换出土壤中的磷;此外还可通过阳离子水解反应来提取土壤中的磷,当浸提液含有较多OH⁻离子时,阳离

子会发生水解,OH⁻通过水解Al和Fe,即可分解部分Al-P和Fe-P,从而达到提取磷的目的。目前市场上有许多种类的浸提剂,可以根据实际的检测要求进行选择。

3.2 土壤有效磷测试的其他方法

测定土壤中的有效磷除了常用的化学方法,还有同位素示踪法和生物测定法。同位素示踪法利用放射性³²P测定土壤有效磷,该方法简便易操作,而且多种研究成果表明该方法结果的准确性及精密性要优于化学法,但是同位素标记化学品成本太高,不适合大量推广使用。生物测定法是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Seheider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。Mitcherli-ch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^[3]。此外还有文献报道利用钼蓝显色反应和光电转换原理,组装小型的便于田间携带和操作的磷酸根测定仪从而快速、简便测定土壤中有效磷含量^[4]。

4 土壤有效磷检测的发展趋势

随着科学技术的发展和进步,土壤有效磷测试方法也在不断的更新和改进,采取有效的测试方法进行土壤有效磷测定,对生态建设和农业生产有着重要的意义。因此,一方面许多仪器设备开发和应用使得分析更加智能化,如电感耦合等离子体光谱仪、自动进样器、稀释加液器等,可极大地提高土壤测试效率和准确性;另一方面,探索出一种可适用于各类土壤且适用于多种元素联合提取的方便高效的浸提剂仍是今后需要解决的问题。

5 结语

本文引入土壤中有效磷的检测,深入分析了几个重要领域。在检测土壤中的有效磷方面,采取针对性的化学处理方法以提高土壤资源的利用率,为发现土壤中的可能问题做好工作,在实际应用中至关重要。为了得出更现实可靠的结论,必须根据土壤的实际化学性质选择科学的化学试验方法。

参考文献:

- [1] 朱晴. 土壤有效磷及其化学测试方法分析[J]. 现代盐化工, 2019, 46(05): 15-16.
- [2] 梁熙. 土壤有效磷及其化学测试方法分析[J]. 云南化工, 2018, 45(01): 117.
- [3] 张国辉, 等. 土壤有效磷测定方法概述[J]. 黑龙江农业科学, 2017(1): 160-162.
- [4] 张雪梅, 等. 土壤中有效磷快速测定方法的研究[J]. 安徽科技学院学报, 2015, 29(5): 50-54.