

文章编号: 1003-8701(2015)03-0030-03

三种土壤有效磷测定方法相关性的研究

谢修鸿¹, 王晓红¹, 梁运江^{2*}, 王吉², 江湃²

(1. 长春大学园林学院, 长春 130022; 2. 延边大学农学院, 吉林 延吉 133002)

摘要: 本文采用三种土壤有效磷测定方法测定采集土壤样本有效磷含量, 研究三种测定土壤有效磷方法测定有效磷含量的相关关系。结果表明: Olsen-P法测定的土壤有效磷含量平均值为 Bray-P法 1.36倍, 二者呈极显著相关关系; Olsen法、Bray法和 M3法测定的土壤有效磷含量都具有良好的相关性。运用数理统计对 M3法与经典方法测定的土壤有效磷含量相关性进行结果分析, 了解 M3法与 Olsen法、Bray法间的相互关系及其有效性, 为 M3法推广及以 M3法为标准充分挖掘经典 Olsen法和 Bray法测定有效磷数据信息提供理论参考。

关键词: 有效磷; Bray法; Olsen法; Mehlich3(M3)法

中图分类号: S153.6

文献标识码: A

DOI:10.16423/j.cnki.1003-8701.2015.03.008

Research on Correlation of Three Analytic Methods of Soil Available Phosphorus

XIE Xiu-hong¹, WANG Xiao-hong¹, LIANG Yun-jiang^{2*}, WANG Ji², JIANG Pai²

(1. College of Landscape Architecture, Changchun University, Changchun 130022;

2. College of Agronomy, Yanbian University, Yanji 133002, China)

Abstract: Three analytic methods determined available phosphorus contents of soil samples were adopted in the paper to study correlation of these methods. Results showed that mean value of Olsen-P method assaying phosphorus contents was 1.36 times of that of Bray-P method, and they were very significant correlated. Both Olsen-P method, Bray-P method and M3 method were well correlated. Correlation between M3 method and classic methods were analyzed with mathematical statistics method, which was helpful to clarify mutual relation of available phosphorus contents by three analytic methods and their availability. This provides reference for widespread of M3 method and fully excavate available phosphorus values determined by Olsen-P method, Bray-P method using M3 method as criterion.

Key words: Available phosphorus; Bray method; Olsen method; Mehlich3 method

磷是农林业生产与科研常规化验的化学元素, 尤其是土壤有效磷含量的测定。掌握有效的土壤有效磷的测定方法, 对解决土壤中有效磷的供应状况有重要意义。土壤有效磷的测定方法有生物方法、化学速测方法、同位素方法、阴离子交换树脂法等^[1], 化学速测方法应用最普遍^[2]。我国常采用 Olsen法和 Bray法测定土壤有效磷含量, Olsen法应用最广泛^[3]; Olsen法浸提剂的 pH 值为

8.5, 呈碱性, 容易将土壤中腐殖质溶解出来, 致使浸提液呈黄色或黄褐色, 尤其在测定有机质含量高的土壤有效磷含量时, 常用添加活性炭吸附脱色后测定, 本法浸提液温度条件对其测定结果影响较大, 温控在 20~25℃。Mehlich3(简称 M3)法技术简单、提取时间短、费用低, 提取剂可以长期保存, 大面积测土配方施肥具有很大优势, 被世界很多国家采用。美国著名土壤化学家 Sims 认为 M3试剂可作为全球各类土壤元素浸提通用浸提剂^[4]。实践证明, M3浸提剂不仅适用于各类酸性和中性土壤, 在一定范围内也可用于碱性和石灰性土壤中多种有效大量元素或微量元素的浸提^[5-6]; 在同一浸提液中测定的多元素值, 与植物反应有很好的相关性, 可以表征土壤中这些有效养分含量的水平^[7]。

收稿日期: 2014-11-22

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(31460117)

作者简介: 谢修鸿(1972-), 女, 讲师, 博士, 主要从事农林废弃物利用与土壤改良研究。

通讯作者: 梁运江, 男, 副教授, 博士, E-mail: lyjluo@ybu.edu.cn

目前现代分析仪器的应用,大大提高工作效率和分析结果的精密度,分析操作步骤简化,从进样和分析过程到数据的收集和处理由计算机程序控制,样品前处理过程也在逐步实现自动化或已部分实现自动化,最终目标是实现土壤样本测试智能化^[8-10]。实践说明,土壤有效磷的测试结果受测定条件影响十分显著,同一个样本经不同实验室、不同化验师分析结果差异很大,有时达到数据不能互相比较的程度^[11-13],因此筛选测试高效、迅速的通用方法十分必要。本文利用三种土壤有效磷测定方法对采集地10个土壤样本有效磷含量分别进行测试,并对其结果进行比较分析,探索它们的相关关系,为Mehlich3法应用提供一定的理论依据。

1 材料与方 法

1.1 供试土壤

土壤样本选择不同位置,不同质地,种植过不同作物的10种土壤样本(每种样本为采集10个点的混合样本),采自吉林省延边朝鲜族自治州龙井市农学院教学农场和维新村,耕种方式有水田、旱田和苹果梨园,采集深度为0~20 cm。尽量使试验的规律性验证和精确度得到保障。

取回样本阴凉处风干研磨,过2 mm筛后,分装入封口袋中备用。从各封口袋中取出部分土样过1 mm筛,并分装到小封口袋中备用。

1.2 分析方法

1.2.1 盐酸-氟化铵提取-钼锑抗比色法(Bray法)

称取通过1 mm孔径筛的风干试样5.00 g置于锥形瓶中,加入20~25℃盐酸-氟化铵浸提剂50 mL(本方法严格规定土液比1:10),在20~25℃恒温条件下振荡30 min(振荡频率180 r/min),取出后立即用无磷滤纸过滤于干燥的锥形瓶中。同时做空白对照。

取2~5 mL土壤浸出液(依肥力水平而异,不足5 mL以盐酸-氟化铵浸提剂补至5 mL)于50 mL容量瓶中加水至30 mL,加入二硝基酚指示剂两滴,用稀释后的硫酸、NaOH调节溶液刚显微黄色。加入钼锑抗显色剂5.00 mL,用蒸馏水定容至刻度,充分摇匀。放置25℃恒温箱中30 min显色完全后,在波长700 nm处比色,测量吸光度。

1.2.2 碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法(Olsen法)

称取通过1 mm孔径筛的风干试样2.50 g置于锥形瓶中,加入约1 g无磷活性炭,加入20~25℃

碳酸氢钠浸提剂50 mL(本方法严格规定土液比1:20),在20~25℃恒温条件下振荡30 min(振荡频率180 r/min),取出后立即用无磷滤纸过滤于干燥的锥形瓶中。同时做空白对照。

取2~10 mL土壤浸出液(依肥力水平而异,不足10 mL以pH值8.5碳酸氢钠浸提剂补至10 mL)于50 mL容量瓶中,缓缓加入钼锑抗显色剂5.00 mL,慢慢摇动,排出CO₂后加蒸馏水定容至刻度,充分摇匀。放置25℃恒温箱中30 min显色完全后,在波长700 nm处比色,测量吸光度。

浸提剂0.50 mol/L碳酸氢钠pH值必须调节至8.5,因为只有在pH值8.5时,溶液中的钙离子、铝离子、铁离子的浓度较低,有利于磷的提取。

1.2.3 Mehlich3通用浸提剂浸提-钼锑抗比色法(M3法)

称取通过1 mm孔径筛的风干试样5.00 g置于100 mL的离心管中,加入50 mL M3浸提剂(本方法严格规定土液比1:10),在20~25℃恒温条件下振荡5 min(振荡频率180 r/min),取出后立即用无磷滤纸过滤于干燥的聚苯乙烯瓶中。同时做空白对照。

取2~10 mL土壤浸出液(依肥力水平而异,不足10 mL以M3浸提剂补至10 mL)于50 mL容量瓶中,加水至约30 mL,加入钼锑抗显色剂5.00 mL,用蒸馏水定容至刻度,充分摇匀。放置25℃恒温箱中30 min显色完全后,在波长700 nm处比色,测量吸光度。同时作空白对照。

为减小仪器与操作误差,每种样本设置5次重复。

1.3 数据处理

数据处理采用SPSS11.5分析软件和Excel软件对测定结果进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 Bray法、Olsen法和M3法的精密度和准确度

表1可见,Bray法、Olsen法和M3法测定的土壤有效磷含量平均值分别为:12.13~65.84、23.33~85.91、36.12~205.57(mg·kg⁻¹);标准差分别为:0.18~1.59、0.59~6.33、0.71~25.63(mg·kg⁻¹),变异系数分别为:0.005%~0.027%、0.021%~0.100%、0.005%~0.148%。Bray法变异系数最小,在精确度上,Bray法要好于后两者。

直观结果显示M3法测得土壤有效磷含量高于其他两种方法,可能与浸提剂有关,M3采用双

酸浸提,对结合态的磷汲取能力比较强,所以含量很高。Olsen法与Bray法相差无几,根据《农化分析技术规范》要求,Olsen法的浸提剂pH 8.5 NaHCO₃,创造碱性环境,其反应剧烈,产生泡沫状

物质,提取快,显色快。Bray法的反应比较温和,主要利用氟化铵中的F⁻与Fe-P、Al-P中的Fe³⁺、Al³⁺在酸性条件下形成络合物,使活性态的磷释放出来,此反应周期较长。

表1 三种方法测定有效磷含量平均值及其变异系数

试验方法 样号	Bray法(mg·kg ⁻¹)		Olsen法(mg·kg ⁻¹)		M3法(mg·kg ⁻¹)	
	\bar{X}	cv(%)	\bar{X}	cv(%)	\bar{X}	cv(%)
农场旱田 I	32.26	0.015	52.45	0.083	151.44	0.024
农场旱田 II	16.12	0.017	28.53	0.021	54.50	0.046
农场水田 I	35.94	0.005	52.08	0.100	173.09	0.148
农场水田 II	31.77	0.017	52.26	0.037	179.13	0.008
农场水田 III	28.33	0.021	40.64	0.056	160.75	0.029
农场水田 IV	20.90	0.027	31.83	0.027	77.41	0.028
维新旱田 I	54.48	0.027	61.62	0.071	148.92	0.005
维新旱田 II	40.18	0.016	31.83	0.048	107.88	0.043
维新果园 I	12.13	0.018	23.33	0.047	36.12	0.099
维新果园 II	65.84	0.024	85.91	0.074	205.57	0.061

2.2 Bray法与Olsen法的回归分析

表2可见,Bray法测定土壤有效磷含量的平均值为33.795 mg/kg,低于Olsen法测定的平均值,Olsen-P法测定土壤有效磷含量的平均值为

Bray-P的1.36倍。二者相关系数为0.89,且呈极显著正相关关系,二者转换模型为 $Y=1.0119x+11.8525$,用来转换两种测定方法数据。

表2 Bray法与Olsen法的有效磷含量、相关系数及回归方程

方法	样本数(份)	范围	平均值	相关系数(r)	回归方程
Bray法测定的有效磷含量(mg·kg ⁻¹)	10	12.13 ~ 65.84	33.795	0.89	$Y=1.0119x+11.8525$
Olsen法测定的有效磷含量(mg·kg ⁻¹)	10	23.33 ~ 85.91	46.048		

注:N=10 $r_{0.01}=0.7646$

2.3 Olsen法与M3法的回归分析

表3可见,Olsen法与M3法的相关系数为0.86,低于Bray法与Olsen法的相关系数,说明前

两种的相关性要优于后两者。二者转换模型为 $Y=0.2833x+9.3646$,达到极显著水平,用来转换两种方法测定数据。

表3 Olsen法与M3法的有效磷含量、相关系数及回归方程

方法	样本数(份)	范围	平均值	相关系数(r)	回归方程
Olsen法测定的有效磷含量(mg·kg ⁻¹)	10	23.33 ~ 85.91	46.048	0.86	$Y=0.2833x+9.3646$
M3法测定的有效磷含量(mg·kg ⁻¹)	10	36.12 ~ 205.57	129.481		

注:N=10 $r_{0.01}=0.7646$

2.4 Bray法与M3法的回归分析

表4可见,M3法测定土壤有效磷含量值高于

Bray法,相关系数为0.76,这可能与土壤的有机质含量有关。由于土壤有机质中富含磷,所以有机

表4 Bray法与M3法的有效磷含量、相关系数及回归方程

方法	样本数(份)	范围	平均值	相关系数(r)	回归方程
Bray法测定的有效磷含量(mg·kg ⁻¹)	10	12.13 ~ 65.84	33.795	0.76	$Y=0.2206x+5.2304$
M3法测定的有效磷含量(mg·kg ⁻¹)	10	36.12 ~ 205.57	129.481		

注:N=10 $r_{0.05}=0.6319$

特殊性,目前利用种衣剂防治还有一定的困难,主要是种衣剂药效期短,达不到所需防治效果。对于杀虫剂要求,主要是毒性低、残留期短,对人畜和环境安全,防治效果高。对激素类生长调节剂的要求是,能够预防苗期低温冷害,减缓种衣剂中烯唑醇等三唑类杀菌剂使用产生的药害,提高保苗率,通过缓释胶囊可以有效减轻药害,并且提高防病效果^[12]。所以东北玉米产区对新型种衣剂的需求需要能抗苗期低温冷害、杀菌剂药效期长(缓控释)、杀虫剂毒性低、防治效果好等。多功能种衣剂是目前东北地区种衣剂的发展趋势。另外,新型种衣剂还需要操作简单、适应耕作栽培模式变化、精准施药,同时还要适应市场和生产需求。

虽然我国种衣剂已经普遍应用于农业生产,但是与国外相比,我国的种衣剂在包衣质量和外观上仍有一定的差距,产品乳化性能差、分散不均匀、流动性差、超微粒子易二次集聚等,致使产品不稳定,易分层沉淀,包衣不均匀,延展性差,甚至于脱落,而且易产生药害。所以新型种衣剂不仅对活性成分要求较高,还需对助剂较严格要求,开发缓控释类种衣剂是必然选择。

参考文献:

- [1] 吴学宏,刘西莉,王红梅,等.我国种衣剂的研究进展[J]. 农药,2003,42(5):1-5.
[2] 吴凌云,李明,姚东伟.化学农药型种衣剂的应用与发

(上接第32页)质含量高的土壤中磷的含量一般也较高。二者转换模型为 $Y=0.2206x+5.2304$,达到显著水平,可用来转换两种方法测定数据。

3 结 论

(1)Olsen法、Bray法和M3法间具有良好的相关性,相关系数分别为0.89、0.86和0.76。

(2)三者测定数据之间可以建立转换数学模型,为M3法的推广及按M3法为标准充分挖掘以往用Olsen法和Bray法测定数据信息提供了理论参考。

参考文献:

- [1] 卜玉山, Magdoff F R. 十种土壤有效磷测定方法的比较[J]. 土壤学报, 2003, 40(1): 140-146.
[2] 鲍士旦. 土壤农化分析(第3版)[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2002: 80.
[3] 刘肃. Mehlich3通用浸提剂的研究[J]. 土壤学报, 1995, 32(2): 132-134.
[4] J T Sims. Comparison of Mehlich1 and Mehlich3 extractants for P, K, Ca, Mg, Mn, Cu and Zn in Atlantic Coastal plain soils[J].

展[J]. 农药, 2007, 46(9): 577-579, 590.

- [3] 李金玉,沈其益,刘桂英,等.中国种衣剂技术进展与展望[J]. 农药, 1999, 38(4): 1-5.
[4] Kamura Y. Rice seed germination- promoting agents: JP, 8043721[P]. 1980-11-09.
[5] Inayoshi Y, Kawada H, Hoya M. Coating materials for rice seeds containing magnesium peroxide and sodium silicate: JP, 62238206[P]. 1987-10-19.
[6] 熊远福,文祝友,江巨鳌,等.农作物种衣剂的研究进展[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2004, 30(2): 187-192.
[7] 王娜. 戊唑醇微囊种衣剂的制备及其对玉米安全性机理[D]. 雅安: 四川农业大学, 2011.
[8] 郭宁,石洁. 不同种衣剂对玉米茎腐病的防治效果[J]. 河北农业科学, 2010, 14(8): 117-118, 123.
[9] 郝俊杰,刘佳中,孙静,等. 杀菌剂种子处理对镰孢菌侵染玉米的影响[J]. 玉米科学, 2013, 21(5): 120-126.
[10] 陈华保,张晋康,杨春平,等. 增效剂加倍杀对井冈霉素防治玉米纹枯病的增效作用[J]. 四川农业大学学报, 2011, 29(1): 80-83.
[11] 苏前富,张伟,王巍巍,等. 种衣剂添加芸苔素内酯预防玉米冷害药害试验分析[J]. 玉米科学, 2013, 21(1): 137-140.
[12] Yang D B, Wang N, Yan X J, et al. Microencapsulation of seed-coating tebuconazole and its effects on physiology and biochemistry of maize seedlings[J]. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 2014(114): 241-246.
[13] Yadachi S, Mani I, Reddy M, et al. Development of seed coating technology for carrot seed[J]. Environment & Ecology, 2012, 30(3A): 798-801.
Commun, S S P A, 1989, 20(17-18): 1707-1726.
[5] 沈仁芳. Mehlich 3 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.
[6] 于群英,段立珍. 用 Mehlich 3 通用浸提剂测定土壤有效磷和有效钾[J]. 安徽农业科学, 2002(6): 861-862, 864.
[7] 刘秀珍,孙立艳,马骏. Mehlich 3 通用浸提剂测定石灰性土壤中有效养分的研究[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2007(3): 299-302.
[8] 叶祥盛,吴晓荣,赵竹青. 流动注射仪法与传统方法测定土壤全磷的比较[J]. 实验室研究与探索, 2010, 29(3): 50-53.
[9] 刘蓉. 钼锑抗分光光度法测定水中总磷的不确定度评价[J]. 中国科技信息, 2009(12): 49-50.
[10] 张祥胜. 钼锑抗比色法测定磷细菌发酵液中有磷含量测定值的影响因素分析[J]. 安徽农业科学, 2008(12): 4822-4823.
[11] 段秀泰. 土壤速效磷三种测定方法的比较[J]. 江苏农业科学, 1984(30): 35-37.
[12] 邵煜庭. 石灰性土壤速效磷测定方法的比较[J]. 土壤肥料, 1988(1): 44-46.
[13] 张福锁. 测土配方施肥技术要览[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2006, 142.