

# 四种测定有效磷方法在 灌漠土上相关性的研究\*

甄清香 邵煜庭 李增风 张仁陟

(甘肃农业大学土化系)

## 摘 要

本文通过盆栽和田间生物试验,对 $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ -DTPA法、Mehlich III法、Olsen法和Machigen法进行了相关性研究,结果表明,四种方法的有效磷测定值与盆栽和田间试验的参比标准项之间均呈极显著正相关,四种方法之间亦互呈极显著正相关。

测定石灰性土壤有效磷,目前国内外普遍采用Olsen法。此法对我国陕西省石灰性壤土有良好效果<sup>[1]</sup>。但对甘肃省河西地区灌漠土的研究尚未见报道。十多年前国外已研制出一些较好的多元素联合提取剂,即在同一个提取液中同时测定多种土壤养分元素。如 $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ -DTPA法(Soltanpour等,1977)可同时提取土壤的P、K、Cu、Fe、Mn、Zn 6种元素<sup>[2,3]</sup>。1982年美国Mehlich提出的Mehlich III号试剂(Mehlich, A., 1982)可同时提取P、K、Ca、Mg、Na、Mn、Cu、Fe、Zn 9种元素的有效量<sup>[4]</sup>。另外,有机质特高的土壤(如草原土)用Olsen法测定有效磷,即使加大活性碳用量也很难脱色。因此,我们选定Olsen法、Machigen法、 $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ -DTPA法和Mehlich III法四种方法进行石灰性灌漠土有效磷测定方法的相关性研究。借以达到以下的目的:(1)从这四种方法中筛选出适合测定灌漠土有效磷的方法;(2)研究两种联合提取剂提出的磷量与Olsen法磷量、以及各方法之间的相关性,为在测定K、Mn、Cu、Fe、Zn或Ca、Mg、Na等元素的同时可以测定磷。

## 一、试验方法和材料

### (一)供试土壤

1. 春小麦盆栽试验土壤:采自武威不同肥力水平的灌漠土耕层(0~20cm)。
2. 春小麦田间试验土壤:系武威不同肥力水平的灌漠土农田。

### (二)分析方法

1.  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ -DTPA法<sup>[2]</sup>; 2. Mehlich III法<sup>[4]</sup>;
3. Olsen法<sup>[5]</sup>; 4. Machigen法<sup>[6]</sup>。

用以上四种方法分别提取测定12种盆栽试验土壤和12种田间试验土壤的有效磷含量,各方法均重复3次,取其平均值。各方法的提取温度控制在 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ,振荡机速度为每分钟往返180次左右。其它提取条件列于表1。

\*本文蒙安成士教授、鲍士旦副教授审阅并提出宝贵意见。土化干部专科班何礼民、刘效瑞、李志松同学参加部分分析工作,一并致谢。

表1 四种有效磷测定方法的提取条件

方 法	提 取 剂	pH	土液比	振盪时间 (分)
Olsen 法	0.5M NaHCO <sub>3</sub>	8.5	5:100	30
Machigen 法	1% (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	9.0	5:100	5
NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub> -DTPA法	1.0M NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub> -0.005M DTPA	7.6	1:2	15
Mehlich III 法	0.25N NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> -0.2NHOAc-0.015N NH <sub>4</sub> F- 0.013NHNHNO <sub>3</sub> -0.001 MEDTA	2.4-2.5	1:10	5

### (三) 生物试验

1. 春小麦盆栽试验。设两个处理：(1)氮磷，每公斤土施0.075克P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>（三料过磷酸钙），0.15克N（硝铵态）；(2)不施磷，每公斤土只施0.15克N。供试土壤12个，重复3次。指示植物为陇春8号春小麦。其余按一般盆栽试验的方法进行。成熟后收获，称量地上部干重和籽粒重。同时按盆随机采集小样一份（每盆取15株，长势差者取全部），将每种土壤同一处理的3份小样合并，脱粒后按籽粒和茎、叶、壳分装供植株分析用。

将样品在70℃烘12小时左右，分别于植物粉碎机上磨碎并通过0.5毫米筛孔。以H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>法消煮，钼锑抗比色测定磷的含量。籽粒和茎、叶、壳之和为植株总吸磷量。再换算为每盆植株的总吸磷量(克)。

2. 春小麦田间试验。是在武威羊坝、中坝、清水、黄羊镇不同肥力水平的灌漠土上进行的共12个试验点。

试验设N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>、N<sub>3</sub>P<sub>0</sub>、N<sub>3</sub>P<sub>4</sub>（N、P符号右下方的数字代表每亩施N及P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>的公斤数）三个处理，小区面积0.03~0.04亩，重复三次，随机排列。供试品种为武春1号春小麦，每亩播种20公斤。所有试验区除不施农肥，不追肥和按小区浇水外，其余田间管理同大田。成熟后按小区收获、脱粒，并称取地上部干重和籽粒重。在收获前按小区采集植株样品（即将同一处理的3个重复的小样合并）。样品的处理和磷素的测定同盆栽试验。

## 二、结果和讨论

用四种方法测定盆栽和田间试验土壤的有效磷含量，并分别计算试验中无磷肥处理春小麦籽粒的相对产量和全株总吸磷量，结果列于表2和表3。用相对产量和总吸磷量作参比标准与各方法有效磷测定值进行相关分析。

### (一) 四种方法与盆栽试验结果的相关性

根据表2的结果，分别计算了四种方法有效磷测定值与盆栽试验中无磷处理相对产量和总吸磷量之间的相关系数r值(表4)。结果表明，四种方法与盆栽试验结果间的相关性均极为显著。

### (二) 四种方法与田间试验结果的相关性

根据表3的结果，分别计算四种方法有效磷测定值与春小麦田间试验中无磷肥区的相对产量、总吸磷量和增产率之间的相关系数r值(表5)。结果表明，除Mehlich III法与总吸磷量间为显著水准外，其余方法与相对产量和总吸磷量之间以及Mehlich III法与相对产量之间均呈极显著正相关；四种方法与增产率之间亦均呈极显著负相关。

### (三) 四种方法之间的相关性

根据表2、3中各方法土壤有效磷测定值，计算四种方法彼此间的相关系数r值(表6)。

表2 春小麦的相对产量、总吸磷量和各方法土壤有效磷测定值(PPm-P, 盆栽试验)

土壤代号	Olsen 法	Machigen 法	NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub> -DTPA 法	Mehlich III 法	无磷肥盆相对产量 (%)	无磷肥盆总吸磷量 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 克/盆
85001 P	15.1	21.4	12.0	53.3	105	0.284
85002 P	10.8	17.8	7.5	36.0	103	0.275
85003 P	8.9	13.1	5.5	28.7	95.1	0.195
85004 P	13.0	18.5	8.0	34.0	97.5	0.308
85005 P	3.7	5.0	2.3	11.0	53.9	0.091
86006 P	7.9	11.9	5.3	25.5	58.3	0.095
86007 P	11.2	15.3	7.6	28.0	71.6	0.142
86008 P	11.4	15.8	6.6	34.7	74.8	0.149
86009 P	9.4	16.5	7.2	27.0	61.9	0.092
86010 P	2.5	3.9	1.4	12.0	21.8	0.036
86011 P	4.0	5.4	2.9	12.3	22.0	0.040
86012 P	10.9	15.4	7.2	25.0	70.7	0.145

表3 春小麦相对产量、总吸磷量、增产率和各方法土壤有效磷测定值(ppm-P, 田间试验)

土壤代号	Olsen 法	Machigen 法	NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub> -DTPA 法	Mehlich III 法	无磷肥区相对产量 (%)	无磷肥区总吸磷量 (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 公斤/亩)	增产率 (%)
85001 F	9.2	15.5	5.4	28.0	79.8	2.17	25.4
85002 F	19.2	23.2	9.8	42.7	97.5	3.29	2.5
86003 F	12.8	17.8	5.5	32.7	90.1	2.70	10.9
86004 F	9.7	14.4	4.4	27.5	95.2	2.64	5.1
86005 F	11.7	16.4	5.4	29.7	87.7	2.74	14.0
86006 F	12.5	15.6	6.8	18.0	88.4	3.18	13.2
86007 F	10.0	15.4	6.4	22.8	85.8	2.80	16.5
86008 F	12.7	19.1	7.4	37.3	87.7	3.50	14.0
86010 F	1.5	3.6	1.7	12.0	57.9	1.39	72.5
86011 F	11.2	17.6	7.8	25.0	90.1	2.75	9.8
86012 F	8.9	13.0	6.5	21.0	91.9	3.35	8.8
86013 F	3.4	5.0	1.3	12.0	64.3	1.35	55.9

表4 四种方法有效磷测定值与盆栽试验结果的相关系数

方 法	与未施磷肥的相对产量	与未施磷肥的总吸磷量
Olsen	0.861**	0.823**
Machigen	0.867**	0.812**
NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub> -DTPA	0.812**	0.773**
Mehlich III	0.853**	0.826**

r<sub>0.01</sub> = 0.708, n = 12

表6 四种测定土壤有效磷方法之间的相关系数

方 法	Mehlich III	NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub> -DTPA	Machigen
Olsen	0.856**	0.898**	0.969**
Machigen	0.866**	0.920**	
NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub> -DTPA	0.864**		

r<sub>0.01</sub> = 0.496, n = 24.

表5 四种方法有效磷测定值与田间试验结果的相关系数

方 法	与无磷肥区相对产量	与无磷肥区总吸磷量	与增产率 (%)
Olsen	0.861**	0.818**	-0.854**
Machigen	0.882**	0.830**	-0.890**
NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub> -DTPA	0.832**	0.878**	-0.828**
Mehlich III	0.714**	0.656*	-0.711**

r<sub>0.01</sub> = 0.708, r<sub>0.05</sub> = 0.576, n = 12

结果表明, 四种方法之间均高度相关。

### 三、小 结

1. 四种测定方法与盆栽和田间试验的相关性均达极显著或显著水准。表明这些方

法皆适用于灌漠土有效磷的测定。四种测定方法之间亦互呈极显著正相关。

2. 在实际工作中, 应注意以下几点: (1) 在只需测定土壤有效磷时, 用Olsen法为宜, 因该法较Machigen法简便快速, 重现性好; (2) 需同时测定K和Mn、Cu、Fe、Zn微量元素的有效含量时, 用 $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ -DTPA法为好, P的测定结果不仅与Olsen法测定结果有高度相关性, 而且K素与 $\text{NH}_4\text{OAc}$ 法测定的K、Mn、Cu、Fe、Zn和与DTPA法测定结果均有较高相关性<sup>[2,3]</sup>; (3) 如需同时测定Ca、Mg、Na等元素, 而又有等离子体发射光谱仪者, 可考虑采用Mehlich III法; (4) 对于有机质含量特高的草原土等, 可按Machigen法提取, 脱色后用钼锑抗比色测定有效磷, 可克服活性碳无法脱色之困难。

### 参 考 文 献

- [1] 黎耀辉, 土壤学报, 第11卷第2期, 215—219页, 1963.
- [2] A. L. Page, Methods of Soil Analysis, Part 2, P. 412-423. 1982.
- [3] J. L. Havlin等著(邵煜庭译), 土壤学进展, 第5期, 47—49页, 1985.
- [4] Mehlich, A., Comprehensive Method in Soil Testing. 1983.
- [5] 中国土壤学会农业化学专业委员会编, 土壤农业化学常规分析方法, 科学出版社, 1983.
- [6] 山东省土壤肥料研究所编, 土壤肥料分析, 农业出版社, 1978.

## 土壤信息

### 铁和锰的氧化物对酚类化合物的吸附和氧化

M. B. McBride通过对被吸附分子富里哀变换红外光谱分析(FTIR)和对氧化物的水悬液中 $\text{O}_2$ 消耗量的测定, 研究了铁和锰的氧化物对儿茶酚和氢醌的吸附和氧化。由FTIR结果证实儿茶酚和水扬酸盐能与氧化铁表面上的 $\text{Fe}^{3+}$ 进行配位作用。根据 $\text{O}_2$ 消耗速率的测定以及溶液中出现 $\text{Fe}^{2+}$ 和 $\text{Mn}^{2+}$ , 表明铁和锰的氧化物促进了儿茶酚和氢醌的氧化, 但因只有痕量的 $\text{Fe}^{2+}$ 被检测出来, 则暗示在这类氧化反应中,  $\text{Fe}(\text{III})$ 的氧化物起了催化作用, 可促使酚类和 $\text{Fe}^{3+}$ 之间的电子传递, 而还原产生的 $\text{Fe}^{2+}$ 又迅速地被 $\text{O}_2$ 所氧化。溶液中 $\text{Mn}^{2+}$ 的检出量较大, 因为 $\text{Mn}^{2+}$ 在该pH条件下受 $\text{O}_2$ 的氧化极慢, 氧化锰基本上是一种氧化剂。在氧化物—酚类体系中加进其他的被吸附的物质如醋酸盐、磷酸盐和 $\text{Cu}^{2+}$ 等则会引起 $\text{O}_2$ 消耗速率的降低, 这种效应一般是由于吸附后降低了氧化物悬液的pH, 抑止了氧化作用。

作者提出了一种有机物为铁和锰的氧化物表面氧化的模式, 其中有机物在表面的配位是以后电子传递必不可少的前提。有机物的氧化可在吸收 $\text{O}_2$ 或不吸收 $\text{O}_2$ 的情况下进行, 主要取决于pH。

(刘志光据 Soil. Sci. Soc. Am J.51:1466—1472, 1987)