

酸性水稻土有效磷测定方法的研究

史陶钧 朱荫湄 鲁如坤

(中国科学院南京土壤研究所)

土壤有效磷的测定是合理施用磷肥的重要依据之一。土壤中磷素含量的局部变异较大,不同的田块常不相同;加之各种作物对土壤磷素的要求也不一样。因此,选择能够较好地反映土壤有效磷水平的化学方法,在当前生产上是有一定意义的。

一 方法比较

我们比较了通常认为较好的四种土壤有效磷的测定方法。这四种方法是:

1. 0.5M NaHCO₃ 法。(Olsen et al., 1954)
2. 0.025N HCl + 0.03N NH₄F 法。(Bray et al. 1945)
3. 0.05N HCl + 0.025N H₂SO₄ 法。(Black ed., 1965)
4. 0.3N NaOH + 0.5N Na₂C₂O₄ 法。(Al-Abbas et al., 1964)

大田试验于1976—1977年在浙江金华和衢县*进行。土壤为第四纪红色粘土发育的不同利用年限和不同肥力的水稻土。土壤 pH5.2—5.9 (水:土 = 2.5:1), 有机质含量为1.0—3.1%, 全磷(P₂O₅) 为0.05—0.10%。供试作物为水稻。肥料用量在施氮、钾肥的基础上,每亩施钙镁磷肥或过磷酸钙50斤(约相当于 P₂O₅ 8斤/亩)。磷肥全部作基肥施用。表1列出了四种方法所测得的土壤有效磷含量及磷肥对水稻的增产效果。

表1 不同方法所测得的土壤有效磷含量及磷肥对水稻的增产效果

| 土样代号 | 有效磷含量 (P, ppm) | | | | 稻谷的增产效果 | |
|---------|----------------------|-------------------------|--|--------------------------------------|---------|-------|
| | NaHCO ₃ 法 | HCl-NH ₄ F 法 | NaOH-Na ₂ C ₂ O ₄ 法 | HCl-H ₂ SO ₄ 法 | 斤/亩 | % |
| R 77-70 | 18.0 | 2.5 | 96.0 | — | 1.0 | 0.16 |
| R 77-71 | 14.5 | 11.0 | 46.6 | 29.3 | 5.0 | 0.93 |
| R 77-69 | 8.0 | 2.5 | 34.4 | 30.6 | 10.0 | 1.5 |
| R 77-66 | 8.5 | 4.0 | 32.5 | 27.6 | 13.3 | 2.6 |
| R 77-65 | 5.5 | 3.0 | 26.3 | 38.4 | 37.0 | 8.4 |
| R 77-68 | 10.0 | 3.0 | 47.8 | 38.7 | 39.4 | 6.8 |
| R 77-29 | 9.5 | 3.5 | 75.0 | 51.2 | 44.1 | 8.1 |
| R 76-26 | 4.75 | 1.0 | 34.8 | 38.0 | 142.4 | 26.8 |
| R 77-31 | 5.75 | 1.0 | 53.3 | 51.3 | 197.3 | 46.1 |
| R 76-28 | 8.0 | 2.0 | 63.3 | 49.6 | 287.0 | 75.1 |
| R 77-67 | 6.25 | 2.5 | 30.7 | 30.2 | 312.7 | 205.0 |

* 承蒙衢县十里丰农场农科所协助进行田间试验。

根据大量的实践和产量曲线,我们可以推断土壤有效磷含量和作物增产量之间的相关性质,应该是指数函数。我们根据曲线的性质,选了三种可能的曲线函数进行统计,其四种方法所测得的土壤有效磷含量与每亩稻谷增产量之间的相关系数列于表 2。

表 2 应用三种曲线函数统计的土壤有效磷含量与增产量的相关系数

| 曲线函数 | 相关变量 | NaHCO ₃ 法 n = 11 | HCl-NH ₄ F 法 n = 11 | NaOH-Na ₂ C ₂ O ₄ 法 n = 11 | HCl-H ₂ SO ₄ 法 n = 10 |
|--|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--|--|
| $y = ae^{-bx}(b>0)$ | $\ln y \sim x$ | -0.824** | -0.474 | -0.372 | 0.554 |
| $y = ae^{\frac{b}{x}}(b>0)$ | $\ln y \sim \frac{1}{x}$ | 0.732* | 0.530 | 0.230 | -0.573 |
| $\frac{1}{y} = a + \frac{b}{x}(a>0)$ $\frac{1}{y} = a + \frac{b}{x}(b<0)$ | $\frac{1}{y} \sim \frac{1}{x}$ | -0.613* | -0.178 | -0.483 | 0.623 |

** P<0.01
* P<0.05

从表 2 可知, NaHCO₃ 法测得的有效磷含量与水稻每亩增产量之间的关系以 $y = ae^{-bx}$ 指数函数较好(P < 0.01), $y = ae^{\frac{b}{x}}$ 指数函数次之 (P < 0.05), $\frac{1}{y} = a + \frac{b}{x}$ 指数函数又次之 (P < 0.05)。

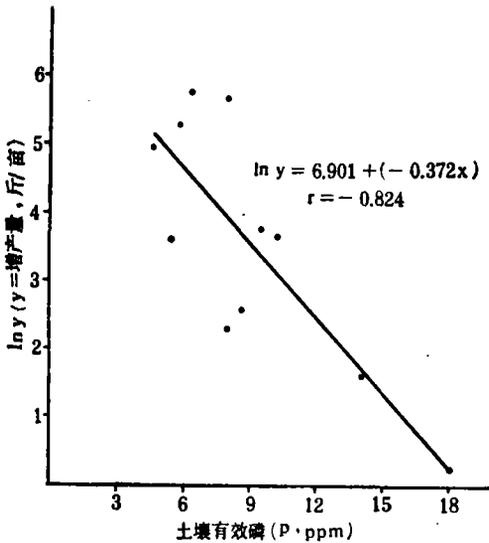


图 1 土壤有效磷含量与水稻增产量的回归曲线

在我们的试验条件下,用 NaHCO₃ 法测得的土壤有效磷含量与水稻增产量之间的相关性非常显著 $r = -0.824 (P < 0.01)$ (图 1),而其他三个方法均无显著相关性 ($P > 0.05$)。可以认为, NaHCO₃ 法可以较好地反映土壤磷素的供应状况。

Olsen 法本来是设计用于石灰性土壤上的。因为在碱性条件下,可以抑制钙的活度。此后大量研究证明,这一方法不仅可用于石灰性土壤,而且也适用于中性和微酸性土壤。对于酸性水稻土也证明该法是一个较好的方法 (Walmley, 1973),其主要特点是它能较好地反映土壤中磷酸铁部分,而磷酸铁盐已证明是酸性水稻土中的主要形态,并且也是水稻的主要磷源(蒋柏

表 3 不同磷肥用量时土壤有效磷含量

| 试验处理* | 有效磷含量 (P, ppm) | 试验处理* | 有效磷含量 (P, ppm) |
|-------|----------------|-------|----------------|
| NK | 4.5 | NKP70 | 12 |
| NKP30 | 7.3 | NKP90 | 17.6 |
| NKP50 | 10 | | |

* 试验处理栏内的数字为每亩磷肥用量(斤)。

表 4 干、湿土样有效磷测定结果* (P, ppm)

| 土样代号 | R 77-65 | R 77-66 | R 77-67 | R 77-68 | R 77-69 | R 77-70 | R 77-71 |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 湿 土 | 3.1 | 3.8 | 1.8 | 4.5 | 3.3 | 9.0 | 3.8 |
| 风 干 土 | 5.5 | 8.5 | 6.25 | 10.0 | 8.0 | 18.0 | 14.5 |

* 早稻移栽前土样。

湿土是在工作地点测定的,而干土是在实验室测定的,因此测定温度可能有某些差异,为了避免这一系统误差的干扰,我们采用“不成对法”进行统计,表明风干土和湿土有效磷含量之间存在显著差异($P < 0.05$)。而且一般风干土测定的结果高于湿土。我们又进一步进行了统计分析,表明风干土和湿土的有效磷量同样都与增产量有较好的相关性,相关系数(r)分别为 $-0.844(P < 0.05)$ 和 $-0.820(P < 0.05)$ 。因此,不论湿土或风干土都同样可以反映土壤供磷水平。考虑到用风干土测定较为方便,如称量操作快速,土样可较长期保存,在测定时间上也灵活得多等等。所以我们认为应用 NaHCO_3 法测定土壤有效磷可采用风干土样。

四 结 语

1. 在酸性红壤性水稻土上,测定土壤有效磷, NaHCO_3 法与增产量的相关性最好。同时由于它适用土壤类型较广,这可以使不同土壤有效磷的测定结果相互比较。
2. 应用 NaHCO_3 法测定土壤有效磷时,水稻对磷肥反应的临界值在 7ppm(P) 左右。
3. 建议采用风干土进行有效磷的测定。

参 考 文 献

- 蒋柏藩、鲁如坤等, 1963: 南方水稻土中的磷酸铁对水稻磷素营养的意义。土壤学报, 第 11 卷 4 期, 361—369 页。
- Al-Abbas, A. H., et al., 1964: A soil test for phosphorus based upon fractionation of soil phosphorus: II. Development of the soil test. Proc. Soil Sci. Soc. Amer., 28:221.
- Black, C. A. ed., 1965: Phosphorus soluble in dilute hydrochloric acid and sulfuric acid. Methods of Soil Analysis. Part 2, 1041—1042. Academic Press.
- Bray, R. H. et al., 1945, Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soil. Soil Sci., 59:39—45.
- Olsen, S. R. et al., 1954: Estimation of available phosphorus in soil by extraction sodium bicarbonate. U.S.D.A. Circ., 939.
- Walmley, D., 1973: Methods of measuring available nutrients in west Indian soils. Plant and Soil, 39:93.

STUDIES ON METHODS FOR DETERMINATION OF AVAILABLE PHOSPHORUS IN ACID PADDY SOILS

Shi Tao-jun, Zhu Yin-mei and Lu Ru-kun

(*Nanjing Institute of Soil Science, Academia Sinica*)

Summary

Paddy soils developed from red earth [pH 5.2—5.9, organic matter 1—3.1% and total phosphorus (P) 0.022—0.044%] were used in present experiment.

Field experiments applied phosphatic fertilizer were carried out in Jinhua and Quxian area of Zhejiang province. Contents of soil available phosphorus were determined by four conventional extractants, i.e. 0.5 M NaHCO₃ (Olsen), 0.025 N HCl + 0.03 N NH₄F (Bray), 0.05 N HCl + 0.025 N H₂SO₄ (Nelson) and 0.3 N NaOH + 0.5 N Na₂C₂O₄ (Al-Abbas).

Results obtained were compared with the response of rice crop to phosphatic fertilizer.

Conclusions come from the obtained data are as follows: 1. Soil available phosphorus extracted by 0.5 M NaHCO₃ showed best correlation with the response of rice to phosphorus fertilizer ($r = -0.824$), While results from other three methods were insignificant.

2. The critical value of available phosphorus for the said experiment is about 7 ppm (P).

3. Results of available phosphorus obtained from soil samples at field moisture condition were compared with those of soil samples at air-dried condition. Using air-dried soil samples for determination of available phosphorus is suggested.