

温度对 Olsen 法测定潮土速效磷的影响 和校正方法的探讨

张鹤舫 石 军

(天津农学院, 天津 300381)

摘 要 探讨了温度对 Olsen 法测定潮土速效磷的影响, 结果表明, 提取温度和速效磷浸出量之间呈极显著正相关, 这种影响又与土壤速效磷贮量有关。根据统计分析得出比率($\frac{P_{25}}{P_t}$)与温度之间的有关参数, 确定了包含土壤磷素水平影响在内的 10~30℃ 温度范围的经验校正式: $P_{25} = P_t(A + B_t)$, 经检验, 不同土样任意温度下测定值的校正值与 25℃ 时测定值无显著差异, 符合试验要求。

关键词 潮土 速效磷 Olsen 法 温度校正

土壤速效磷的含量是合理施用磷肥的重要依据之一。速效磷的测定方法很多, 如 NaHCO_3 法(Olsen 法), $\text{HCl}-\text{NH}_4\text{F}$ 法, NH_4AC 法和 H_2SO_4 与 HCl 混合法等。根据世界各国试验证明, 多数土壤, 特别是石灰性土壤, Olsen 法常常得到满意的结果, 而且该法的另一个优点是世界各地所得到的临界值大体相似。有人曾建议 Olsen 法可作为国际标准法。但是, 应用 Olsen 法必须十分注意的一个问题是提取剂温度要保持在 25℃ 左右, 否则将会影响测定结果。控制温度对一般研究单位, 特别是县级化验室及基层生产单位来说是难以实现的。为此, 我们对 Olsen 法测定速效磷时温度的影响状况进行试验研究, 并探讨适宜的校正方法。

1 试验样品和方法

供试土样采自天津市不同地区潮土, 经过测定, 筛选出从低磷到高磷的 30 个样品, 速效磷含量为 $3.20 \sim 90.3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 土壤中含 CaCO_3 $4.23\% \pm 2.38\%$, $\text{pH} 8.2 \sim 8.5$ 。速效磷测定采用 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaHCO}_3$ ($\text{pH} 8.5$) 作浸提剂, 土水比例为 1:20, 机械振荡 30min (利用速度控制装置使振荡强度基本一致); 待测液酸度控制在 $0.45 \sim 0.65 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 范围内。为此, 显色前以 2,6-二硝基酚作指示剂, 用稀 H_2SO_4 或稀 NaOH 溶液调节溶液至微黄色, 最后用“钼锑抗”显色剂进行显色, 用 721 分光光度计进行测试(波长 700nm)^[1]。为了更接近自然状况, 我们采用随季节温度变化进行分期测定的方法来研究温度对土壤速效磷测定的影响。从 8 月中旬室温 30℃ 时开始直到 11 月中旬室温 10℃ 为止, 每降 5℃, 对样品进行一次测定, 共测五个温期,

每期重复测定 3 次。

2 温度对提取潮土速效磷的影响

土壤速效磷主要指土壤固相表面的活性磷以及少量存在于土壤溶液中的磷,目前的观念认为土壤中固相表面的活性磷与溶液中磷呈平衡状态,可由下式表达:

$$P_{soil} \rightleftharpoons P_{s.s.}$$

Olsen 法测定石灰性土壤速效磷就是经过溶解和交换作用使 Ca-P、Al-P 及 Fe-P 中活性较大的部分进入浸提剂中,直至最后达到新的平衡状态。显然,提取剂 NaHCO₃ 的温度对这个化学平衡是有影响的。

表 1 不同温度下速效磷测定值与温度的相关性

样品号	速 效 磷 测 定 值(mg · kg ⁻¹ ,P)					回 归 方 程
	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃	
005	2.00	2.20	2.50	3.20	4.00	y=0.78+0.100x
014	2.40	2.80	3.40	3.80	4.70	y=1.17+0.119x
009	2.80	3.40	4.10	5.00	6.00	y=1.06+0.160x
021	3.50	4.50	5.50	6.20	7.80	y=1.38+0.206x
038	5.00	6.00	7.20	8.40	10.5	y=2.06+0.268x
019	5.80	6.50	7.50	9.60	11.5	y=2.38+0.290x
056	8.00	10.2	11.2	13.5	16.0	y=4.06+0.386x
043	9.00	10.5	13.0	15.1	17.0	y=4.68+0.412x
086	10.2	12.8	14.0	17.0	18.5	y=6.18+0.416x
091	10.5	13.2	16.5	18.0	20.0	y=6.12+0.476x
002	13.0	14.7	17.5	20.5	22.8	y=7.45+0.508x
007	14.2	16.7	19.1	21.7	24.6	y=8.94+0.516x
026	15.4	18.0	20.6	23.0	25.9	y=10.16+0.520x
031	16.8	19.4	21.9	24.4	27.2	y=11.62+0.516x
079	17.2	21.0	23.7	26.2	29.0	y=11.90+0.576x
064	19.2	22.4	25.8	29.0	32.5	y=12.50+0.664x
067	21.0	24.8	28.4	32.0	35.6	y=13.80+0.728x
017	23.2	27.0	30.9	34.6	38.4	y=15.62+0.760x
011	25.6	29.5	33.2	37.0	40.8	y=18.06+0.758x
034	28.2	32.0	35.8	39.8	44.0	y=20.20+0.788x
080	30.0	36.5	40.0	42.2	46.8	y=23.38+0.786x
073	35.5	39.0	45.0	48.2	50.5	y=27.96+0.784x
094	40.0	45.5	49.0	51.5	54.0	y=34.40+0.880x
047	45.0	49.3	52.6	57.8	63.0	y=35.74+0.890x
025	49.2	54.0	58.9	63.4	68.0	y=39.90+0.940x
028	53.0	57.5	64.0	69.0	72.5	y=43.00+1.01x
066	57.5	64.0	69.5	74.5	78.2	y=47.98+1.04x
071	62.0	69.0	75.0	79.0	84.0	y=52.20+1.08x
097	64.0	72.0	79.4	84.5	88.0	y=53.38+1.21x
084	73.0	80.4	86.0	90.3	95.0	y=63.38+1.08x

由表 1 的分析数据看出,供试系列样品的测定值均随着提取温度的升高而加大。可见,提

取剂温度愈高,样品中速效磷被溶解和交换出来的也就愈多。我们将 30 个样品速效磷测定值和温度之间逐一进行回归分析,求出各个样品的直线回归方程,其相关系数在 0.9644~0.9999 之间,平均为 0.9929 ± 0.008 ,均达到极显著标准。但是,各个方程的直线斜率有明显差异,随着样品中速效磷含量的升高,斜率逐渐增大,即提取剂温度每升高 1°C , $0\sim 10$, $10\sim 30$, $30\sim 70$, 70 以上 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}(P)$ 范围的样品,测定值分别增高 $0.13\sim 0.25$, $0.40\sim 0.60$, $0.80\sim 0.90$, $1.0\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。由此证明,提取温度对速效磷测定的影响程度又因土壤含磷高低而产生显著差异。

3 关于提取温度对速效磷测定影响的校正

根据国内外有关资料报道^[2,3]及本研究结果证明,提取温度对速效磷测定结果影响极大。Olsen 曾提出在 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ 提取温度范围内,以 $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 为标准,温度每升高 1°C 土壤速效磷量增加 $0.43\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,因此前人曾以此作为校正系数。但 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ 的温度范围有一定的局限性,不能满足实际工作的需要。彭千涛等人运用 $0.43\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 校正结果,在含磷较低时,数值偏大;含磷较高时,数值偏小。为此,我们根据表 1 的实验数据进行统计分析,试图得到一个包含土壤磷素水平影响因素在内的 $10\sim 30^{\circ}\text{C}$ 温度范围的校正公式。

3.1 校正公式的推导

为了将不同温度下的测定值与 25°C 测定值进行比较,我们把表 1 中每个样品在 25°C 下的测定值作基准,分别除以各样品在不同温度下的测定值,得出其比率,并以比率和温度进行相关分析,分别做出直线回归方程($r=0.9843^{**} \pm 0.011$),各方程的斜率和截距值列于表 2。按照斜率的变化幅度及样品速效磷含量大致划分为 $0\sim 20\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (B 为 $-0.0366\sim -0.0478$), $20\sim 40\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (B 为 $-0.0252\sim -0.0350$), $40\sim 90\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (B 为 $-0.0140\sim -0.0236$) 三个区段,每个区段斜率的变化幅度为 0.01 左右。然后,以各区段中斜率与截距的算术平均值作为系数,得到以下三个经验校正式:

(1) $0\sim 20\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$

$$\frac{P_{25}}{P_t} = 2.054 - 0.0416t \text{ 或 } P_{25} = P_t(2.054 - 0.0416t);$$

(2) $20\sim 40\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$

$$\frac{P_{25}}{P_t} = 1.751 - 0.0296t \text{ 或 } P_{25} = P_t(1.751 - 0.0296t);$$

(3) $40\sim 90\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$

$$\frac{P_{25}}{P_t} = 1.455 - 0.0180t \text{ 或 } P_{25} = P_t(1.455 - 0.0180t)。$$

式中 P_{25} ——换算为 25°C 时速效磷含量;

P_t ——任意温度时速效磷测定值;

t ——提取温度。

在实际运用时,可以根据 P_t 值的隶属范围选择适宜的经验校正式进行计算,则求出 25°C 时的速效磷含量。

表 2 比率与温度的相关值

样品号	区段	比 率					回归方程	
		10℃	15℃	20℃	25℃	30℃	截距 A	斜率 B
005	0~20	1.60	1.45	1.28	1.00	0.800	2.046	-0.0410
014	mg · kg ⁻¹	1.58	1.36	1.12	1.00	0.810	1.934	-0.0380
009		1.79	1.47	1.22	1.00	0.830	2.218	-0.0478
021		1.77	1.38	1.13	1.00	0.800	2.144	-0.0464
038		1.68	1.40	1.17	1.00	0.800	2.074	-0.0432
019		1.66	1.48	1.28	1.00	0.830	2.106	-0.0428
056		1.69	1.32	1.21	1.00	0.840	2.020	-0.0404
043		1.68	1.44	1.16	1.00	0.890	2.042	-0.0404
086		1.67	1.33	1.21	1.00	0.920	1.958	-0.0366
091		1.71	1.36	1.09	1.00	0.900	2.004	-0.0396
平均值							2.054	-0.0416
002	20~40	1.58	1.39	1.17	1.00	0.900	1.908	-0.0350
007	mg · kg ⁻¹	1.53	1.30	1.14	1.00	0.880	1.807	-0.0317
026		1.49	1.28	1.12	1.00	0.890	1.748	-0.0296
031		1.45	1.26	1.11	1.00	0.900	1.688	-0.0272
079		1.52	1.25	1.11	1.00	0.900	1.752	-0.0298
064		1.51	1.29	1.12	1.00	0.890	1.774	-0.0306
067		1.52	1.29	1.13	1.00	0.900	1.780	-0.0306
017		1.49	1.28	1.12	1.00	0.900	1.742	-0.0292
011		1.45	1.25	1.11	1.00	0.910	1.676	-0.0266
034		1.41	1.24	1.11	1.00	0.900	1.636	-0.0252
平均值							1.751	-0.0296
080	40~90	1.41	1.16	1.06	1.00	0.900	1.578	-0.0236
073	mg · kg ⁻¹	1.36	1.24	1.07	1.00	0.950	1.548	-0.0212
094		1.29	1.13	1.05	1.00	0.950	1.408	-0.0162
047		1.28	1.17	1.10	1.00	0.920	1.450	-0.0178
025		1.29	1.17	1.08	1.00	0.930	1.450	-0.0178
028		1.30	1.20	1.08	1.00	0.950	1.466	-0.0180
066		1.30	1.16	1.07	1.00	0.950	1.440	-0.0172
071		1.27	1.14	1.05	1.00	0.940	1.400	-0.0160
097		1.32	1.17	1.06	1.00	0.960	1.460	-0.0178
084		1.24	1.12	1.05	1.00	0.950	1.352	-0.0140
平均值							1.455	-0.0180

3.2 校正式的应用和检验

表 3 列出来自天津市西青区 8 个潮土类样品的 P_t 值及根据上述公式计算出的 P_{25} 值。

由表 3 可见,被检验的 8 个样品,经计算得出的 32 个数据分别与 25℃测定值比较,符合程度较好,绝对差值在 0.50~1.0 mg · kg⁻¹ 有 29 个数据,占 90.6%;相对差值(d/p_{25})为 0.78%~3.16%,均达到分光光度法所要求的允许误差范围。另外,我们把 8 个样品的 25℃测定值作为标准值,与不同温度下测定值的校正值进行 t 检验,其中有 7 个样品的 $|t| < t_{0.05}$,说明校正值与标准值无显著差异,故确认该种校正方法比较准确可靠。

表 3 校正值与 25℃ 测定值比较

样品号	不同温度下测定值					校 正 值 及 <i>t</i> 检 验											
	25℃	10℃	15℃	20℃	30℃	<i>P</i> ₁₀ 换成 <i>P</i> ₂₅		<i>P</i> ₁₅ 换成 <i>P</i> ₂₅		<i>P</i> ₂₀ 换成 <i>P</i> ₂₅		<i>P</i> ₃₀ 换成 <i>P</i> ₂₅		\bar{X}	\bar{S}	<i>t</i>	
						计算值	差值 <i>d</i>	计算值	差值 <i>d</i>	计算值	差值 <i>d</i>	计算值	差值 <i>d</i>				
9201	3.70	2.22	2.53	3.12	4.50	3.64	-0.06	3.62	-0.08	3.80	0.10	3.65	-0.05	3.68	0.0413	0.484< <i>t</i> _{0.05}	
9203	9.60	5.72	6.50	7.52	11.5	9.38	-0.22	9.30	-0.30	9.17	-0.42	9.32	-0.28	9.29	0.0442	7.01> <i>t</i> _{0.01}	
9207	22.0	13.2	15.2	18.4	24.3	21.6	-0.40	21.7	-0.30	22.4	0.40	21.0	-1.0	21.7	0.287	1.05< <i>t</i> _{0.05}	
9205	26.5	16.8	20.2	23.2	29.5	27.5	1.0	26.5	0	26.9	0.40	25.5	-1.0	26.6	0.420	0.238< <i>t</i> _{0.05}	
9202	40.1	27.5	30.2	34.5	42.9	40.2	0.10	39.6	-0.50	40.0	-0.10	39.5	-0.60	39.8	0.165	1.82< <i>t</i> _{0.05}	
9204	52.2	41.0	44.5	48.2	55.8	52.5	0.30	52.9	0.70	52.7	0.50	51.3	-0.90	52.4	0.359	0.557< <i>t</i> _{0.05}	
9208	69.4	53.2	58.1	63.6	74.1	68.1	-1.3	69.1	-0.30	69.6	0.20	68.2	-1.2	68.8	0.362	1.66< <i>t</i> _{0.05}	
9206	88.8	68.5	74.6	81.5	95.4	87.7	-1.1	88.0	-0.80	89.2	0.40	87.8	-1.0	88.2	0.347	1.73< <i>t</i> _{0.05}	

注: \bar{X} —— 校正值平均值; \bar{S} —— 标准误; 查表 $t_{0.05}=3.182, t_{0.01}=5.841$ 。

4 结论和问题

本试验研究结果表明,提取温度对 Olsen 法测定潮土速效磷的影响极大,且随着土壤含磷量高低,其影响程度有明显差异。通过对 30 个潮土样品速效磷含量的测定和数据处理,得出 Olsen 法测定速效磷的温度校正式。根据样品的含磷范围选择适宜的校正式可将任意温度下的测定值换算成 25℃ 时的速效磷含量。经过对实际样品的校验,基本符合要求。

本文提出的经验校正式,是根据天津地区范围内潮土样品的测定数据统计分析推导出来的。由于土壤磷素的化学形态复杂,温度对速效磷提取的影响不尽一致,而本公式未能在更大范围内进行验证,故有待于进一步研究。但各地可借鉴本研究提供的方法找出更适合该区域内的校正式。

参 考 文 献

1 中国土壤学会农业化学专业委员会. 土壤农业化学常规分析方法. 北京: 科学出版社, 1983, 100

2 彭千涛, 钦绳武, 刘芷宇. 温度对 Olsen 法提取土壤速效磷量的影响. 土壤, 1980, (1): 28~30

3 Olsen SR, Cole CV, Watanabe FS et al. Estimate of available phosphorous, in soil by extraction with sodium bicarbonate. US Dept Agr Circ, 1954, 939

Discussion on the Influence of Temperature in Testing Available Phosphorus in Chao Soil by Olsen Method and Its Correction

Zhang Hehang Shi Jun

(Tianjin Agricultural College, Tianjin)

Abstract This paper discussed the influence of temperature in testing the available-P in Chao soil by Olsen method. The results showed that significant correlation existed between extracting temperature and extraction quality of available-P, and this relation was effected by the reserves of available-P in soil. According to the statistics, the parameter between the rate of P_{25}/P_t and the temperature was analyzed, and the correcting equation of $P_{25}=P_t(A+B_t)$ was obtained, which was influenced by phosphate level in soil in the temperature range of 10°C to 30°C. Through examination, the corrected testing value of each soil sample in different temperature was almost the same as it at 25°C.

Key words: Chao soil; Available Phosphorus; Olsen method; Temperature correction

欢迎订阅 1996 年《中国农业文摘—植物保护》

本刊是全国农业科技文献检索刊物。它收集报道国内 300 余种刊物中有关植物保护学发展水平、动态、趋势和最新成就。内容包括：粮食作物、经济作物、园艺作物和桑树病虫害，储粮病虫害、鸟兽害、生物防治、农药、杂草、病虫分类与分布、植保机械等。本刊是植物保护科研人员、基层植保工作者、农业院校植保系师生不可缺少的参考资料。

本刊为公开发行，双月刊，16 开本，72 页，每期报道 400 余条，年终附年度主题索引，定价 7.00 元，全年 40.00 元。全国各地邮局均可订阅。邮发代号 18—82。欢迎单位和个人订阅。

欢迎订阅《河北畜牧兽医》

《河北畜牧兽医》杂志，季刊，三、六、九、十二月出版，每期 56 个页码，彩色广告封面，每本定价 2.5 元，全年 10 元（含邮资）。各订户请通过邮局寄款向编辑部订阅。地址：河北省保定市东关大街 70 号河北省畜牧兽医站院内。邮码：071000。