

# 水稻土和菜园土有效磷化学测定法 及其与磷素形态关系的研究\*

林 忠 炎

(土化系)

## 提 要

通过探讨广州花岗岩地区水稻土和菜园土有效磷六种化学测定方法的测定值、土壤各形态磷量及作物施磷反应参比项三者之间的相互关系, 得出结果表明: Olsen法是测定上述水稻土有效磷的最适方法, 此法用于此类土壤其测定值与Fe—P量相关性最好, 其次是Ca—P, 而这两组磷酸盐正是水稻的磷源。0.1N HCl法是测定上述菜园土有效磷的最适方法, 此法用于此类土壤其测定值与Al—P量相关性最好, 其次是Ca—P, 而这两组磷酸盐正是菜心的磷源。以磷分组为根据, 制成“土壤有效磷提取剂选择表”可供参考。

在常规的土壤磷肥力测定工作中, 目前, 一般都采用化学测定方法测定土壤有效磷。对于不同地区不同类型的土壤, 必须对各种化学测定方法进行细致的相关研究, 才能选择出适宜的方法。广州花岗岩地区水稻土和菜园土是同一地区同一母质形成的淹水土壤和旱作土壤, 在广州地区水稻土和菜园土面积中占了相当大的比例。了解这两类土壤供给作物磷素的磷源和各测定方法主要提取的磷素形态, 确定上述土壤有效磷的最适化学测定方法, 并对如何以磷分组为根据选用提取剂进行探讨是有必要的。

## 材 料 和 方 法

### (一) 供试土壤

在广州市郊不同地点(罗岗、沙河和石牌等地)花岗岩发育的赤红壤地区采集不同肥力的水稻土和菜园土各七个样品(取土深度为0—20厘米)。水稻土包括有黄泥田、沙泥田、泥田和泥肉田等, 都曾施过磷酸钙。菜园土是最近连续种植蔬菜六年以上的菜田土。所有土样属酸性至中性土, 多数为酸性土。供试土壤的重要理化性质见表1。

### (二) 盆栽试验

用水稻土进行了早造、晚造水稻盆栽试验和<sup>32</sup>P示踪水稻盆栽试验。用菜园土进行了两造菜心(*Brassica parachinensis* Bailey.)盆栽试验和<sup>32</sup>P示踪菜心盆栽试验。两造

\* 本研究在茹皆耀教授指导下完成, 并承农业化学教研室老师们的热情帮助, 谨致衷心谢意。

表1 供试土壤的重要理化性质

土 类	土 号	质 地	pH		有机质 (%)	全 N (%)	全 P (%)	全 K (%)
			H <sub>2</sub> O (2.5:1)	KCl (2.5:1)				
水 稻 土	稻1	轻壤土	6.57	5.83	1.21	0.049	0.030	4.52
	稻2	重壤土	6.86	5.94	2.32	0.107	0.044	2.46
	稻3	重壤土	6.01	5.40	2.49	0.111	0.039	2.19
	稻4	中壤土	5.87	5.16	1.82	0.093	0.032	2.96
	稻5	重壤土	6.74	5.70	2.47	0.108	0.067	2.76
	稻6	轻壤土	5.82	5.19	2.32	0.105	0.021	1.50
	稻7	重壤土	5.89	5.27	2.59	0.117	0.045	1.79
菜 园 土	菜1	重壤土	5.10	4.49	2.95	0.122	0.035	1.39
	菜2	重壤土	5.86	4.97	2.54	0.136	0.042	2.57
	菜3	中壤土	5.72	5.20	2.27	0.114	0.046	2.55
	菜4	轻壤土	6.84	5.72	1.68	0.082	0.038	2.85
	菜5	中壤土	6.47	5.58	2.40	0.094	0.048	2.63
	菜6	中壤土	6.95	5.93	1.81	0.074	0.046	2.82
	菜7	中壤土	6.74	5.76	2.44	0.082	0.060	2.10
	菜8	中壤土	6.74	5.76	2.44	0.082	0.060	2.10

水稻和两造菜心盆栽试验都是每个土壤样品分施磷(施N、P、K)和不施磷(施N、K)两种处理,三次重复。水稻在成熟期、菜心在开花期收获地上部分。<sup>32</sup>P示踪盆栽试验都是每个土壤样品一种处理(施N、K和示踪磷肥),三次重复,示踪磷肥用<sup>32</sup>P:(NaH<sub>2</sub><sup>32</sup>PO<sub>4</sub>)标记的过磷酸钙。水稻在幼穗分化期和乳熟期、菜心在生长一个月后取样测定,按Fried和Dean方法<sup>[10]</sup>计算A值(土壤有效磷量)。

### (三) 分析测定

1. 土壤无机磷分组测定:采用顾益初等<sup>[5]</sup>修改的张守敬和Jackson法<sup>[13]</sup>。
2. 土壤有效磷测定:采用六种化学方法,其要点列于表2。
3. 土壤pH、有机质、机械组成、全氮、全磷、全钾和有机磷,植物全磷的测定<sup>[2]</sup>。

表2 土壤有效磷化学测定方法的要点\*

提 取 剂	土·液	振摇时间	参 考 文 献
0.03N NH <sub>4</sub> F-0.025N HCl	2:20	30分钟	Bray(1945) No.1 <sup>[9]</sup> 南京土壤所 <sup>[2]</sup>
0.03N NH <sub>4</sub> F-0.1N HCl	2:20	30分钟	Bray(1945) No.2 <sup>[9]</sup> 南京土壤所 <sup>[2]</sup>
0.5M NaHCO <sub>3</sub> pH=8.5	5:100	30分钟	Olsen(1954) <sup>[11]</sup> 南京土壤所 <sup>[2]</sup>
0.3N NaOH-0.5N Na <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	2:17.3	5分钟	Al-Abbas(1964) <sup>[14]</sup> 南京土壤所 <sup>[2]</sup>
0.05N HCl-0.025N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10:40	5分钟	Mehlich(1955) <sup>[12]</sup> 南京农学院 <sup>[4]</sup>
0.1N HCl	3:30	3分钟	Кирсанов(1931) <sup>[1]</sup> ○

\* 本试验所有Olsen法测定值都是在25°C测定

## 结果和讨论

### (一) 土壤的磷素形态

由表 3 可见，两类土壤全磷含量颇为接近。各形态磷的数量分布比例也很相近，两类土壤有机磷约占全磷 21%，O—P 和 Fe—P 分别约占无机磷总量的 53% 和 29%，Al—P 和 Ca—P 所占比例都不大（Ca—P 比 Al—P 多一些）。

表 3 水稻土和菜园土各种形态磷的含量 (ppmP)

土 号	全 磷 含 量	无 机 磷										有 机 磷	
		Al—P		Fe—P		Ca—P		O—P		含量 总和	占 全 磷 %	含 量	占 全 磷 %
		含 量	占 无 机 磷 %	含 量	占 无 机 磷 %	含 量	占 无 机 磷 %	含 量	占 无 机 磷 %				
稻 1	297	14.9	5.9	58.4	23.1	30.6	12.1	148.6	58.7	253.1	85.5	43.1	14.5
稻 2	436	15.8	4.3	102.4	27.9	45.2	12.3	202.7	55.3	366.7	84.2	68.8	15.8
稻 3	393	23.6	8.8	94.8	35.4	16.0	6.0	133.0	49.6	268.3	68.4	124.5	31.6
稻 4	323	12.0	6.9	44.4	25.7	15.9	9.2	100.2	57.9	173.4	53.9	149.2	46.1
稻 5	672	20.6	4.1	151.4	30.1	50.6	10.0	280.7	55.7	503.7	75.1	167.4	24.9
稻 6	210	18.8	21.3	32.4	36.7	8.5	9.6	28.8	32.6	88.4	42.4	121.1	57.6
稻 7	445	23.4	8.0	99.4	33.9	22.2	7.6	148.2	50.6	293.2	66.1	151.3	33.9
平均	397	18.4	6.6	83.3	30.0	27.0	9.7	148.9	53.5	278.1	70.1	117.9	29.7
菜 1	345	16.9	9.6	63.8	36.4	21.8	12.4	73.5	41.9	175.5	51.0	169.4	49.0
菜 2	421	10.6	4.1	72.4	27.9	22.6	8.7	154.5	59.5	259.5	61.8	161.6	38.2
菜 3	458	24.0	7.2	95.2	28.7	40.8	12.3	171.5	51.8	331.4	72.5	126.0	27.5
菜 4	380	23.4	8.4	61.6	22.0	42.2	15.0	153.5	54.7	280.4	74.0	98.7	26.0
菜 5	484	23.8	6.0	110.2	27.6	46.0	11.5	218.5	54.8	398.4	82.5	84.7	17.5
菜 6	457	22.0	5.8	74.4	19.7	57.8	15.3	223.5	59.1	378.4	83.0	77.8	17.0
菜 8	605	39.2	8.7	139.3	30.7	62.4	13.8	213.5	47.1	453.4	75.0	151.0	25.0
平均	450	22.8	7.0	88.1	27.1	41.9	12.9	172.6	53.1	325.3	72.3	124.2	27.6

### (二) 土壤供给作物磷素的磷源

以表 4 所列各项作物指标为参比标准，用表 3 所列各形态磷量与这些参比项作相关分析。从表 5 可见，水稻土的 Fe—P 与各参比项的正相关性都显著，与其他形态磷相比，相关性最好，说明 Fe—P 对水稻土有效磷的贡献最大，是水稻的主要磷源。Ca—P 是第二位磷源。菜园土的 Al—P 和 Ca—P 都是菜园土有效磷的主要贡献者，其中 Al—P 的贡献又比 Ca—P 大一些，Fe—P 亦有一定贡献。值得注意的是两类土壤非闭蓄态无机磷中，Fe—P 的含量最高，Fe—P 是水稻土的主要有效磷源却不是菜园土的主要有效磷源。这是因为在旱作土壤中 Fe—P 的有效性低，而在淹水土壤中由于 pH 升高和 Eh 降低使 Fe—P 有效性提高的缘故<sup>[9][8]</sup>。表 4 中，水稻土  $A_1$  值比菜园土  $A$  值大得多，水稻土  $A_2$  值比  $A_1$  值大，表 5 中，水稻土 Fe—P 量与水稻土  $A_2$  值的相关系数比与  $A_1$  值的大，

表4 第一造两类土壤A值及水稻和菜心盆栽试验结果

土号	水稻土A <sub>1</sub> (幼穗分化期) (ppmP)	水稻土A <sub>2</sub> (乳熟期) 或菜园土A (ppmP)	谷粒或鲜菜 百分产量* (%)	干物质 百分产量 (%)	无施磷肥处理 植株吸磷量 (P毫克/盆)	植株 百分吸磷量 (%)
稻1	122.4	126.4	83.4	93.2	236.3	85.9
稻2	152.0	184.4	82.5	89.0	235.6	84.9
稻3	110.0	172.9	82.0	89.3	204.9	77.6
稻4	84.1	108.1	77.8	80.9	164.6	73.2
稻5	210.7	233.4	93.7	96.9	292.8	101.1
稻6	55.4	55.8	76.4	84.3	144.0	62.5
稻7	130.9	167.6	89.6	95.6	237.7	99.0
菜1		15.3	31.3	33.1	11.0	12.1
菜2		16.1	12.7	16.2	6.4	6.1
菜3		43.8	89.1	82.9	81.0	53.0
菜4		35.0	55.9	54.6	54.2	31.9
菜5		28.9	84.7	80.0	84.5	55.4
菜6		33.8	65.7	63.8	65.7	42.6
菜8		57.5	87.1	82.3	129.2	63.2

$$\text{百分产量(吸磷量)} = \frac{\text{无施磷肥处理产量(吸磷量)}}{\text{施磷肥处理产量(吸磷量)}} \times 100\%$$

表5 两类土壤各形态磷量与参比项之间的相互系数(r)

土类	r值 参比项 磷形态	水稻土A <sub>1</sub>	水稻土A <sub>2</sub> 或 菜园土A	谷粒或鲜菜 百分产量	干物质 百分产量	无施磷肥处理 植株吸磷量	植株 百分吸磷量
		水稻土	Al-P	0.238	0.400	0.501	0.561
	Fe-P	0.936**	0.973***	0.886**	0.757*	0.888**	0.830*
	Ca-P	0.926**	0.794*	0.689	0.612	0.871*	0.719
	有机磷	0.124	0.208	0.330	0.018	0.009	0.188
菜园土	Al-P		0.924**	0.800*	0.805*	0.940**	0.854*
	Fe-P		0.733	0.710	0.711	0.859*	0.799*
	Ca-P		0.835*	0.790*	0.798*	0.890*	0.861*
	有机磷		-0.199	-0.506	-0.510	-0.346	-0.479

\*P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001。本文以下均同。

这些都可能是上述作用存在的表现。

### (三) 各种方法测定的磷与土壤各形态磷的关系

以表6所列各方法测定值与表3所列各形态磷量作相关分析。从表7水稻土的情况可知, Olsen法的测定值与Fe-P呈显著正相关, 其次与Ca-P也显著, 但与其他形

表 6 土壤有效磷的测定值 (ppmP)

土 号	Bray1 法	Bray2 法	Olsen 法	Al-Abbas 法	Mehlich 法	0.1N HCl 法
稻 1	16.23	23.35	13.08	59.85	26.37	43.41
稻 2	1.97	11.48	12.75	83.45	7.26	10.57
稻 3	7.86	24.90	11.06	96.38	6.82	4.45
稻 4	4.30	10.98	7.77	54.61	6.04	3.68
稻 5	6.51	15.60	20.57	137.76	8.37	13.23
稻 6	19.73	38.77	9.25	53.86	10.69	8.43
稻 7	5.19	38.97	15.35	103.85	9.30	9.30
菜 1	6.33	14.58	11.68	71.45	11.26	13.48
菜 2	4.92	8.10	8.63	61.47	4.60	2.01
菜 3	12.45	19.00	20.10	104.13	27.63	58.36
菜 4	12.04	21.44	16.88	73.06	30.60	52.42
菜 5	8.74	19.73	17.89	93.94	19.90	43.33
菜 6	10.69	18.33	16.92	69.94	26.57	45.07
菜 8	16.98	41.23	29.62	127.21	41.12	86.15

态磷无显著相关。说明Olsen法主要按土壤Fe—P含量成比例地提取其中的磷素，其次是Ca—P。Al—Abbas法主要提取Fe—P。其余四种方法测定值与各形态磷量之间无显著相关。从表7菜园土的情况可看出，六种方法测定值都与Al—P量呈很显著的正相关，说明除了Al—Abbas法外，其余五种方法用于此类土壤都是主要提取Al—P。0.1N HCl法测定值与Ca—P量的相关关系也显著，与Fe—P量也有一定的相关性，说明0.1N HCl法主要提取Al—P，其次是Ca—P，对Fe—P亦有一定的提取量。

表 7 各种方法测定的磷量与各形态磷量的相关系数 (r)

土 类	r 值 测定方法	磷形态			
		Al—P	Fe—P	Ca—P	有机磷
水 稻 土	Bray 1	-0.017	-0.567	-0.440	-0.312
	Bray 2	0.592	-0.271	-0.568	0.121
	Olsen	0.451	0.879**	0.772*	0.232
	Al-Abbas	0.661	0.965***	0.617	0.493
	Mehlich	-0.258	-0.286	0.059	-0.686
	0.1N HCl	-0.289	0.210	0.284	-0.699
菜 园 土	Bray 1	0.940**	0.649	0.833*	-0.211
	Bray 2	0.984***	0.786*	0.779*	-0.027
	Olsen	0.989***	0.834*	0.840*	-0.153
	Al-Abbas	0.889**	0.922**	0.617	0.065
	Mehlich	0.926**	0.578	0.870*	-0.342
	0.1N HCl	0.955***	0.708	0.868*	-0.315

#### (四) 各种方法测定的磷与土壤有效磷的关系

以表6所列各方法测定值与表4所列各参比项作相关分析。从表8水稻土情况可知,六种方法中,Olsen法测定值与参比项之间的相关性最好,与各参比项的正相关关系都很显著,说明Olsen法测定的有效磷量的高低情况最能反映水稻土有效磷量的高低情况。Al—Abbas法居第二位。从表8菜园土情况可知,六种方法的测定值与各参比项之间的正相关性都显著,表明六种方法测定值都能反映菜园土有效磷量的高低,其中尤以0.1N HCl法测定值与各参比项的正相关性最高,Olsen法稍逊。

表8 第一次盆栽土壤有效磷测定值与参比项的相关系数(r)

土 类	参 比 项  测定方法	参 比 项					
		水稻土A <sub>1</sub>	水稻土A <sub>2</sub> 或 菜园土A	谷粒或鲜菜 百分产量	干 物 质 百分产量	无施磷肥处理 植株吸磷量	植 株 百分吸磷量
水 稻 土	Bray 1	-0.500	-0.666	-0.371	-0.110	-0.394	-0.487
	Bray 2	-0.420	-0.408	-0.032	0.171	-0.276	-0.119
	Olsen	0.915**	0.807*	0.965***	0.912**	0.932**	0.894**
	Al—Abbas	0.851*	0.901**	0.898**	0.760*	0.811*	0.801*
	Mehlich	-0.044	-0.243	0.005	0.303	0.152	0.070
	0.1N HCl	0.686	-0.047	0.150	0.412	0.342	0.228
	菜 园 土	Bray 1		0.982***	0.783*	0.785*	0.896**
Bray 2		0.884**	0.681	0.687	0.878**	0.755*	
Olsen		0.962***	0.841*	0.844*	0.965***	0.892**	
Al—Abbas		0.855*	0.805*	0.804*	0.893**	0.840*	
Mehlich		0.948**	0.796*	0.800*	0.885**	0.821*	
0.1N HCl		0.976***	0.875**	0.877**	0.951***	0.901**	

为了进一步验证上述结果,进行了晚造水稻和第二造菜心盆栽试验。并选取了第一次盆栽试验中相关性最高的两种方法(见表8)分别测定了第二次盆栽的两类土壤有效磷。以第二次盆栽土壤有效磷的测定值与第二次盆栽所得的参比项作相关分析。从表9可见,第二次盆栽与第一次盆栽所得结论相同。

表9 第二次盆栽土壤有效磷测定值与参比项的相关系数(r)

土 类	参 比 项  测定方法	参 比 项			
		谷粒或鲜菜 百分产量	干 物 质 百分产量	无施磷肥处理 植株吸磷量	植 株 百分吸磷量
水 稻 土	Olsen	0.905**	0.917**	0.958***	0.841*
	Al—Abbas	0.827*	0.801*	0.832*	0.618
菜 园 土	0.1N HCl	0.915**	0.940**	0.984***	0.973***
	Olsen	0.861*	0.861*	0.836*	0.831*

### (五) 最适宜的测定方法及土壤有效磷的临界值

1. 水稻土：从本文讨论（二）可知，Fe—P是供给水稻有效磷的主要磷源，Ca—P是第二位磷源。讨论（三）又说明Olsen法在此类土壤主要提取Fe—P，其次为Ca—P。以上讨论表明Olsen法提取各形态无机磷量多少的顺序与各形态无机磷向水稻供给有效磷量多少的顺序是一致的，因此，此法测定值应该能很好地反映水稻对土壤有效磷的反应。讨论（四）中此法测定值与参比项之间的相关性最高，这证实了Olsen法测定值确实能最好地反映此类土壤有效磷量的高低。根据Cate确定临界值的简易方法<sup>[16]</sup>，图解求出Olsen法测定的土壤有效磷值对于盆栽水稻的临界指标两造都为10ppmP，即在此值以下施磷肥能获得增产效果的机率高。

2. 菜园土：从讨论（二）可知，Al—P对土壤有效磷的贡献最大，稍次是Ca—P，Fe—P也有一定的贡献。讨论（三）表明，0.1N HCl法在此类土壤中主要提取Al—P，其次为Ca—P，对Fe—P亦有一定的提取量。六种方法中，0.1N HCl法测定值与Al—P、Ca—P和Fe—P量的相关性高低情况最符合作物参比项与上述三种形态磷的相关性高低情况，这表明此法提取的各组磷量的比例最符合各组磷供给菜心有效磷量的比例。因此，此法应该能很好地反映菜心对土壤有效磷的反应。讨论（四）中，此法测定值与参比项之间的相关系数最高，这证实了0.1N HCl法测定值确实能最好地反映此类土壤有效磷量的高低。0.1N HCl法测定的土壤有效磷值对于盆栽菜心的临界指标约为55ppmP。

### (六) 关于以磷分组为根据选用提取剂的初步探讨

如何根据土壤性质来指导选用土壤有效磷提取剂，这是大半个世纪以来一直不断进行研究的重要课题。根据本试验的结果及有关文献，可以得出初步的结论：对以无机磷为主要有效磷源的土壤，应根据土壤各形态无机磷向作物供磷的贡献大小来选择提取剂，并且必须使提取剂提取各形态无机磷数量多少的顺序与土壤各形态无机磷向作物供磷的贡献大小顺序基本一致。根据这一观点，结合各提取剂主要离子对土壤各形态无机磷提取能力大小的顺序<sup>[6]、[17]</sup>，制成“土壤有效磷提取剂选择表”如表10。

当土壤各形态无机磷向作物供磷的贡献大小差别不大时，则与此贡献大小顺序相近的那些土壤类型的适宜提取剂都可适用。例如当第一、二位有效磷源的Al—P、Ca—P贡献大小差别不大时，则表10中第2和第5类土的适宜提取剂都可适用。如果一组土壤包括各种类型土壤时，则用OH<sup>-</sup>+HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>提取剂较适宜。

表10所列六类土壤已概括了以无机磷为主要有效磷源的所有土壤。土壤各形态磷向作物供磷贡献大小顺序与土壤风化程度和土壤水肥状况等都有关系。在多数情况下，酸性旱地土壤属第1或2类，酸性淹水土壤属第3或4类，中性及石灰性旱地土壤属第2或5类，中性及石灰性淹水土壤属第4、5或6类。

表10可以有两方面的作用：（1）有助于从本质上解释过去长期以来大量的土壤有效磷化学提取剂选择的试验结果。（2）对土壤有效磷化学提取剂的选择可有指导作用。先要确定土壤各形态磷向作物供磷的贡献大小顺序。目前可有三种方法：①、以植物反应为参比标准的统计分析法<sup>[16]</sup>；②、测定种植作物后的土壤与不种植作物为对

表10 土壤有效磷提取剂选择表

土壤类号	土壤各形态磷向作物供磷的贡献大小顺序			适宜的提取剂含有的主要离子*
	一	二	三	
1	Al—P	Fe—P	Ca—P	$F^-$ (或 $OH^- + HCO_3^-$ )
2	Al—P	Ca—P	Fe—P	$F^- + H^+$ 或 $H^+$ (或 $OH^- + HCO_3^-$ )
3	Fe—P	Al—P	Ca—P	$OH^-$ 或 $C_2O_4^{2-}$ (或 $OH^- + HCO_3^-$ )
4	Fe—P	Ca—P	Al—P	$OH^- + HCO_3^-$
5	Ca—P	Al—P	Fe—P	$HCO_3^- + OH^-$ (或 $H^+$ )
6	Ca—P	Fe—P	Al—P	$HCO_3^- + OH^-$

\* 浸提液的浓度、用量和浸提时间等也要适宜。稀酸提取剂不宜用于强碱性土，稀碱提取剂不宜用于强酸性土。

照的土壤各形态无机磷的差值法<sup>[7]</sup>；③、运用 $^{32}P$ 交换平衡后进行土壤磷分组并测量各组磷放射性强度的同位素平衡法<sup>[15]</sup>。用上述三种方法之一确定了各形态无机磷向作物供磷的贡献大小顺序后，就可参考表10选择适宜的提取剂。

## 结 语

(一) 广州花岗岩地区水稻土和菜园土全磷含量相近。各形态磷(有机磷、无机磷及各组无机磷)的数量分布比例也很相近，两类土壤有机磷占全磷29%左右，O—P和Fe—P分别约占无机磷总量的53%和29%，Al—P和Ca—P所占比例都不大(Ca—P比Al—P多一些)。

(二) 用六种化学方法测定上述水稻土有效磷，Olsen法和Al—Abbas法都是适宜的。其中Olsen法测定值与水稻施磷反应参比项的相关性最好，此法用于此类土壤其测定值与Fe—P相关性最好，其次是Ca—P，而这两组磷酸盐正是水稻的磷源。用Olsen法测定此类水稻土有效磷，盆栽水稻对磷肥反应的临界值在10ppmP左右。

(三) 用六种化学方法测定上述菜园土有效磷，六种方法都是适宜的。其中0.1N HCl法测定值与菜心施磷反应参比项的相关性最好，此法用于此类土壤其测定值与Al—P相关性最好，其次是Ca—P，而这两组磷酸盐正是菜心的磷源。用0.1N HCl法测定此类菜园土有效磷，盆栽菜心对磷肥反应的临界值约为55ppmP。

(四) 以磷分组为根据选用土壤有效磷提取剂时，所选用的提取剂提取各形态无机磷数量多少的顺序必须与土壤各形态无机磷向作物供磷的贡献大小顺序基本一致(据此制成表10“土壤有效磷提取剂选择表”可供参考)。

## 参 考 文 献

- [1] A.B.索科洛夫等主编(谢建昌等译), 1957, 《土壤的农业化学研究法》72—73, 科学出版社。  
 [2] 中国科学院南京土壤研究所, 1978, 《土壤理化分析》上海科学技术出版社。



- [3] 中国科学院南京土壤研究所, 1978, 《中国土壤》380—385, 科学出版社。
- [4] 南京农学院主编, 1980, 《土壤农化分析》70—71, 农业出版社。
- [5] 顾益初、蒋柏藩, 1980, 农业化学中磷素分析方法概述, 《土壤》(3), 96—97。
- [6] 周鸣铮, 1980, 土壤速效磷化学提取测定法探讨, 《土壤通报》(5), 42。
- [7] 周鸣铮, 1980, 有关水稻土壤养料肥力的某些研究的论述, 《土壤学进展》(5—6): 16。
- [8] 蒋柏藩, 1981, 磷肥在土壤中的形态转化及其有效性, 《土壤学进展》(2), 6—10。
- [9] Bray, R.H. and Kurtz, L.T., 1945: Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci.*, 59: 39—45.
- [10] Fried, M. and Dean, L.A., 1952: A concept concerning the measurement of available soil nutrients. *Soil Sci.*, 73: 263.
- [11] Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S. and Dean, L.A., 1954: Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *U.S. Dept. Agric. Circ.*, 939.
- [12] Mehlich, A., 1955: N.C. Dept. Agr. Mimeo. (引自本文参考文献 [6])
- [13] Chang, S.C. and Jackson, M.L., 1957: Fractionation of soil phosphorus, *Soil Sci.*, 84: 133—144.
- [14] Al-Abbas, A.H. and Barber, F.A., 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.
- [15] Dunbar, A.D. and Baker, D.E., 1965: Use of isotopic dilution in a study of inorganic phosphorus fractions from different soils. *Soil Sci. Soc. Am. P.*, 29: 259—262.
- [16] Cate, R.B., Jr., and Nelson, L.A., 1965: A rapid method for correlation of soil test analyses with plant response data. *North Carolina Agric. Exp. Stn., International Soil Testing Series Tech. Bull. No. 1.*
- [17] Thomas, G.W. and Peaslee, D.E., 1973: *Soil Testing and Plant Analysis*. pp. 115—130.
- [18] Enwezor, W.D., 1977: Soil testing for phosphorus in some Nigerian soils: 3. Forms of phosphorus in soils of southeastern Nigeria and their relationship to plant available phosphorus. *Soil Sci.*, 124: 27—33.

A STUDY OF THE CHEMICAL METHODS OF DETERMINING AVAILABLE  
PHOSPHORUS OF PADDY SOILS AND VEGETABLE FARM SOILS  
IN CORRELATION TO THE PHOSPHORUS FORMS

Lin Zhongyan

(Soil and Agro-chemical Department)

ABSTRACT

Paddy soils and vegetable soils in the granitic area of Guangzhou [pH5.10—6.95, organic matter 1.21—2.95% and total phosphorus(p) 0.021—0.067%] were used in the present experiments. Pot culture experiments of NK, NPK treatments were carried out and the "A" values for available phosphorus of soils according to Fried and Dean were determined.

This paper deals with the relationship among the six methods of determining the available phosphorus, phosphorus forms and response of crops to superphosphate in the paddy soils and vegetable farm soils. Results obtained from the experiments showed that Olsen method was the most suitable one for the paddy soils. Fe-P was the best correlated with Olsen-P, Ca-P the next; both of them were the phosphorus resources in the paddy soils for the crops investigated. 0.1N HCl method was the most suitable one for the vegetable farm soils. In correlation with 0.1N HCl method it was showed that Al-P was the best, Ca-P the next; both of them were the phosphorus resources in the vegetable farm soils for the crops investigated.

"A selection table of extracting agents for soil Available phosphorus" was made according to the results obtained from inorganic P-fraction of soils.