

几种测定石灰性土壤有效磷的方法的比较*

黎耀辉

(西北农学院土壤农化系)

土壤有效磷的测定有助于了解土壤的磷素供给能力,为施用磷肥提供参考,但是测定方法虽多,却各有优缺点;生物方法的结果比较接近实际情况,但操作不便,需时较长;化学方法简便快速,但往往适用范围不广,至今尚无适用所有土壤的化学浸提方法。至于石灰性土壤有效磷的测定方法,近年来国外提出了不少,然而,是否能适用于我国,目前这一方面的工作还不太多。其中苏联 Мачигин 提出的1% 碳酸铵法被较广泛地应用过,但也缺乏系统的生物试验检验。为此,我们选了六种化学方法进行比较,并以生物试验作检验,企图从中选出一个比较简便经济而又准确的方法,以满足当前石灰性土壤有效磷测定的需要。

一、试验方法和材料

(一) 化学方法

1. 1% 碳酸铵法: 完全按照文献[1]进行(包括磷的比色测定部分)。
2. 柠檬酸钠法^[2]: 100毫升3.5% 柠檬酸钠溶液,加10克土,振荡4小时后静置12小时,再振荡4小时,过滤,取5毫升滤液用高锰酸钾去有机质,再按(1)法进行比色测定。
3. 草酸铵法^[3]: 100毫升0.2N草酸铵,加2克土,振荡2小时,过滤,吸取5—10毫升滤液用高锰酸钾去有机质,再按(1)法进行比色测定。
4. Burriel-Hernando 混合浸提液法:按文献[1]进行。
5. Egner-Rim 乳酸钙法:按文献[1]进行,但水土比例为250:1,结果乘以改正系数0.66。
6. Olsen 0.5M 碳酸氢钠法:按文献[4]进行。

以上每个土样分析均重复2次。土壤均采自学校及附近公社不同肥力水平的壤土,取土深度为耕层0—18厘米。

(二) 生物试验

1. 固氮菌泥面培养法:按文献[5]进行。
2. 小麦盆栽试验:共二个处理:(1)每公斤土加0.15克 P_2O_5 (过磷酸钙),0.1克N(硝酸铵),0.05克 K_2O (硫酸钾)。(2)不施过磷酸钙,其他同(1)。每盆土重为18公斤,试验进行7个月,于成熟后收获,称其地上部分干重,重复4次,每盆30株,供试土样共5个。
3. 玉米盆栽试验:处理同小麦盆栽试验,但只作幼苗试验,每盆装土1.5公斤,种玉米两株,于播种后7星期收获,称其地上部分干重,重复2次,供试土样共12个。

* 参加本文部分试验和分析工作的有本校农化系60级同学郑泽覃、侯三愚,62级同学白佃、杨鸿梅、刘人美等。

(三) 供試土壤

1. 固氮菌泥面培养法供試土样来源。

表 1

土壤代号	来源说明(未说明地点者为本校农场的土壤)
58001	1958年曾作过磷肥形态比较试验的对照土样
58002	1958年曾作过磷肥形态比较试验的施磷酸一钙土样
58003	1958年曾作过磷肥形态比较试验的施磷酸二钙土样
58004	1958年曾作过磷肥形态比较试验的施磷酸三钙土样
58005	1958年曾作过磷肥形态比较试验的施钙镁磷肥土样
60001	本校农作一站大田休闲地
60002	棉花施肥方法试验地施肥前的土样
60003	棉花施肥水平试验地施肥前的土样
60004	本校的首宿地
60005	阳陵公社的首宿地
60006	失去表土的新垦地

2. 小麦盆栽试验供試土样来源及性质。

表 2

土壤代号	土壤来源	pH	全 CaO (%)	全 P ₂ O ₅ (%)
62001	农化试验站首宿地	7.9	6.35	0.145
62002	本校农作一站四区玉米地	7.8	6.31	0.140
62003	农作一站七区棉花地	7.8	6.13	0.135
62004	阳陵公社夏家沟生产队草木栖压翻地	8.1	7.00	0.160
62005	农化试验站小麦地	8.0	6.46	0.160

3. 玉米盆栽试验供試土样来源。

表 3

土壤代号	来源说明	土壤代号	来源说明
62001a	62001号的对照土样,种过小麦后采集	62004a	62004号的对照土样,种过小麦后采集
62001b	同上的施磷土样,种过小麦后采集	62004b	同上的施磷土样,种过小麦以后采集
62002a	62002号的对照土样,种过小麦后采集	62005a	62005号的对照土样,种过小麦以后采集
62002b	同上的施磷土样,种过小麦后采集	62005b	同上的施磷土样,种过小麦以后采集
62003a	62003号的对照土样,种过小麦以后采集	62006	农作一站六区小麦地
62003b	同上的施磷土样,种过小麦后采集	62007	农作一站三区小麦地

二、结果与讨论

(一) 五种化学测定方法与固氮菌泥面培养试验结果的相关性

作者在1960年用五种浸提方法测定了11个土壤的有效磷含量(表4)。

表2中碳酸铵法和柠檬酸钠法所测定的有效磷含量比较接近,提出的磷量属同一数量级,且各土壤的含磷量位次也较一致。至于乳酸钙法、草酸铵法和混合浸提液法所提出的磷量则属较高的数量级,且各土壤的含磷量位次的一致性也较差。我们对这11个土壤

表 4 土壤有效磷含量 (P_2O_5 毫克/100 克土)

土壤代号	碳酸鈉法	檸檬酸鈉法	乳酸鈣法	草酸鈉法	混合浸提液法
58001	3.24 (5)*	4.0 (5)	17.32 (6)	21.0 (6)	17.7 (9)
58002	6.45 (2)	6.6 (1)	20.79 (1)	25.0 (3)	24.8 (2)
58003	4.80 (3)	6.0 (3)	18.41 (5)	26.5 (1)	19.5 (3)
58004	3.27 (4)	4.4 (4)	19.01 (4)	24.5 (4)	19.1 (4)
58005	6.75 (1)	6.4 (2)	20.01 (2)	26.0 (2)	26.3 (1)
60001	1.99 (8)	2.3 (8)	15.01 (9)	18.0 (8.5)	18.8 (7)
60002	3.10 (6)	2.8 (7)	19.04 (3)	18.0 (8.5)	19.0 (5)
60003	1.54 (10)	2.0 (10)	16.66 (7)	18.5 (7)	18.7 (8)
60004	1.69 (9)	2.2 (9)	13.78 (10)	15.5 (10)	13.7 (10)
60005	2.63 (7)	3.0 (6)	15.67 (8)	22.5 (5)	19.0 (6)
60006	0.87 (11)	0.8 (11)	7.08 (11)	11.5 (11)	5.5 (11)

* 括号中的数据表示含磷量位次。

同时作了固氮菌泥面培养(結果見表 5)。将固氮菌发育的好坏作为有效磷含量多少的生物指标,并用 Spearman 位次相关法分別計算了固氮菌发育情况与五种浸提法測定結果的相关系数(表 6)。从表 6 結果可見这五种測定方法以碳酸鈉法較好,檸檬酸鈉法次之。

表 5 固氮菌对施磷的反应

土壤代号	每 100 克土施 P_2O_5 毫克数						位 次
	0	1.5	3.0	4.5	9.0	18.0	
58001	+	+	+	+	+	++	5
58002	++	++	+++	+++	+++	+++	2
58003	++	++	+++	++	+++	+++	3
58004	+	+	+	++	+++	+++	4
58005	+++	+++	+++	+++	+++	+++	1
60001	-	-	-	-	+	+	9*
60002	+	++	+	+	++	++	6
60003	-	-	-	+	++	+	9*
60004	-	-	-	-	+	+	9*
60005	-	-	-	-	+	+	9*
60006	-	-	-	-	++	+	9*

* 固氮菌对磷的反应难以分辨,故都列为一級,用其平均位次 9 表示。

表 6 五种測定有效磷方法与固氮菌反应的相关性

方 法	与碳酸鈉法	与檸檬酸鈉法	与混合浸提液法	与草酸鈉法	与乳酸鈣法
r 值	0.955**	0.918**	0.837*	0.830*	0.882**

* 机率小于 1%。 ** 机率小于 0.1%。

(二) 碳酸鈉法和碳酸氫鈉法与盆栽試驗的相关性

在上述工作的基础上,于 1961 年和 1962 年进一步对碳酸鈉法和碳酸氫鈉法作了比較,并以小麦和玉米为指示植物进行盆栽試驗,以观察土壤有效磷的生物反应(表 7 和表 8)。从表 7 和表 8 結果可見,碳酸鈉法和碳酸氫鈉法所提出的磷量属同一数量級,但

表 7 土壤有效磷含量 (P_2O_5 毫克/100 克土)和小麦对磷肥的反应

土壤代号	碳酸铵法	碳酸氢钠法	对照小麦产量 (干物质克/盆)	施磷小麦产量 (干物质克/盆)	对照/施磷×100
62001	0.50	0.4	49.63	96.57	51.4
62002	0.97	2.27	87.54	98.97	88.5
62003	1.28	2.50	89.69	107.70	83.3
62004	2.25	3.58	86.42	94.47	91.5
62005	2.50	3.46	76.07	89.52	85.0

表 8 土壤有效磷含量 (P_2O_5 毫克/100 克土)和玉米对磷肥的反应

土壤代号	碳酸铵法	碳酸氢钠法	对照玉米产量 (干物质克/盆)	施磷玉米产量 (干物质克/盆)	对照/施磷×100
62001a	3.60	3.96	4.4	10.4	42.3
62001b	10.70	9.30	10.4	11.2	92.9
62002a	3.71	3.90	3.7	10.0	37.0
62002b	10.60	9.76	9.2	11.8	78.0
62003a	1.55	2.76	4.0	14.0	28.0
62003b	7.86	6.72	9.3	10.1	92.1
62004a	5.40	5.17	8.7	13.9	62.6
62004b	13.00	11.20	12.4	12.9	96.1
62005a	4.49	4.53	5.9	13.8	42.8
62005b	12.70	12.70	11.1	11.2	99.1
62006	6.86	6.87	8.0	9.6	83.3
62007	5.95	5.21	8.1	10.5	77.1

不完全一致。盆栽试验结果应该是土壤有效磷含量愈高,则对施磷反应愈小,也即其产量的对照/施磷比值愈大。据此,我们分别计算了碳酸铵法和碳酸氢钠法的测定结果与生物反应的相关系数,并考虑到用碳酸铵法测定有效磷时,含量超过7毫克 P_2O_5 /100 克土的土壤,在耕作土壤中并不多见,并且对磷肥的反应也不太显著,因此又根据含量小于7毫克 P_2O_5 /100 克土的土样计算其相关系数,结果(列于表9)表明碳酸氢钠法比碳酸铵法更接近于生物反应。

我们又根据表4、表7、表8的结果计算了六种化学方法之间的相关系数(见表10)。再参照表6、表9结果,其相关程度可以顺序如下:碳酸氢钠法>碳酸铵法>柠檬酸钠法

表 9 土壤有效磷含量与磷肥反应的相关性

作物	方法	
	碳酸铵法	碳酸氢钠法
与小麦磷肥反应	0.672	0.906*
与玉米磷肥反应		
(1) 所有 12 个土样	0.885***	0.858***
(2) 只考虑含 P_2O_5 /100 克土小于 7 毫克的土样	0.851**	0.929***

* 机率小于5%。 ** 机率小于1%。 *** 机率小于0.1%。

表 10 各种有效磷測定方法之間的相关性

方法 r 值	碳酸氫鈉法	檸檬酸鈉法	混合浸提液法	乳酸鈣法	草酸銨法
碳酸銨法	0.985**	0.959**	0.810*	0.792*	0.830*
混合浸提液法				0.881**	0.870**

* 机率小于1%。 ** 机率小于0.1%。

>乳酸鈣法>混合浸提液法>草酸銨法。根据这些結果可以初步认为碳酸氫鈉法似乎优于其他五种方法,当然,尚須在不同类型的石灰性土壤上繼續做大量的生物試驗才能作出較肯定的結論。

参 考 文 献

- [1] Соколов, А. В.: 1960. Агрохимические методы исследования почв.
 [2] Radet, E.: 1957. The determination of available phosphorus in chalky soil by means of sodium citrate. In: Soils and Fertilizers. 1958, Vol. 21, No. 3(887).
 [3] Joret, G., Herbert, J.: 1955. The determination of phosphate requirements of soils. In: Soils and Fertilizers. Vol. 18., No.4 (1506).
 [4] Jackson, M. L.: 1958. Soil chemical analysis.
 [5] 索科洛夫主編(謝建昌等譯): 土壤的农业化学研究方法. 科学出版社, 1957。

A COMPARATIVE STUDY OF SEVERAL METHODS FOR DETERMINING AVAILABLE PHOSPHORUS ON CALCAREOUS SOILS

LI YAO-HUI

(North-western Collage of Agriculture)

(SUMMARY)

A comparative study of six methods for determining available phosphorus on calcareous soils in Shensi was made, results obtained from which were checked against pot cultures and azotobacter plaque technique. The correlation coefficients of the six methods in respect to biological tests are given in following order: Olsen's 0.5M NaHCO₃ method, Machigen's 1% (NH₄)₂CO₃ method, Radet's 3.5% sodium citrate method, Egner-Rim's lactate method, Burriel-Hernando's method and Joret-Herbert's 0.2N (NH₄)₂C₂O₄ method. Olsen's NaHCO₃ method seems to be a better one over the other methods to determine available phosphorus in calcareous soils.