

哪些作物适宜施用磷矿粉

中国科学院土壤研究所磷矿粉工作组

在缺乏磷素的酸性土壤上施用过磷酸钙或其他可溶性磷肥，几乎对所有作物都有明显的增产效果。但是将磷矿粉作为磷肥施用，各种作物之间的肥效反映就很不一致，这与作物本身的生理习性有着密切的关系。

在早期的工作中，有人认为含钙较高的植物易于利用磷矿粉，植株中钙磷比例 ($\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5$) 大于“1.3”的植物，吸收磷矿粉的能力比较强。但是近20年来的研究结果，并不能证实这项相关性。也有人认为根系分泌液的酸度或细胞质的酸度，可以作为植物对于磷矿粉吸收性能的指标，但进一步的研究也证明这项关系是不够明确的。根据现有的研究结果来看，影响植物对磷矿粉利用率的比较肯定的生理因子，应该是根系的代换量和根系表面对钙离子的结合键能。多年生植物及越冬性植物的生长期也影响到磷矿粉的肥效。

许多国内外的研究结果指出：小粒禾谷类作物（包括水稻、小麦、大麦、燕麦和小米）的根系代换量为9~15（每百克根的毫克当量，下同），玉米为15~20，豆科作物（包括大豆、苜蓿、苕子、羽扇豆、饭豆）为35~60，荞麦为40左右，萝卜菜为40~50。从我们的试验结果中，也可以看到这些根系代换量的数据，与作物对于磷矿粉的利用率表现出很好的相关性。

土壤化学工作者根据根系表面的阳离子结合键能来研究作物对于磷矿粉吸收性能的关系，了解到凡是对钙离子结合键能比较强和根系表面氢离子活度较高的植物，通常都易于利用磷矿粉。而根据这些因素所拟定的化学方法则可以从理论上说明作物在吸收磷矿粉时的生理机制。

一般生长期较长的植物，特别是多年生植物，通常都易于利用磷矿粉。这不仅因为磷矿粉在土壤中通过生物作用及化学作用可以逐渐地分解，同时随着植物根系的发展，它的分泌物能和磷矿粉中的钙离子相螯合，从而释放出其中的磷。

从下面一节的试验结果中，可以看出各种作

物对磷矿粉的利用能力与上述这些生理习性的密切关系。

二

本节中归纳的各种作物吸收磷矿粉的试验结果，是1951至1964年间分别在田间和温室中进行的（试验的具体时间、地点和方法参考“哪些磷矿石适宜于制成磷矿粉直接施用”资料的附注¹⁾），试验中供试的小麦、水稻、荞麦、小米、花生、番薯、油菜、苕子、萝卜菜、饭豆等作物，都做田间试验和盆栽试验，其他作物则仅在盆栽试验中进行过比较。试验均以可给性中等的昆阳磷矿粉作为比较的标准。所有试验都是在酸性红壤上进行（这类土壤高度的缺磷，通常在不施磷肥时，作物往往不能正常的生长），由于这项试验经历的时间比较长，而各年间的气候条件又有一定的差异，因此作物的产量只能采用平均的相对数值来表示，其计算式为：

$$\frac{\text{施磷矿粉的产量} - \text{不施磷的产量}}{\text{施过磷酸钙的产量} - \text{不施磷的产量}} \times 100。$$

磷肥用量：磷矿粉每亩100斤，过磷酸钙每亩40斤。

各种作物对于磷矿粉的相对肥效如下：

1. 肥效极为显著

油菜	80%
萝卜菜	80%
荞麦	80%

2. 肥效显著

苕子	70~80%
豌豆	70~80%
大豆	70%
饭豆	70%
紫云英	70%
花生	60~70%
猪屎豆	60~70%
田菁	60~70%
大叶胡枝子	50~70%
小叶胡枝子	50~70%

3. 肥效中等

1) 本所磷矿粉工作组未刊稿。

玉米	50~60%
马铃薯	50%
番薯	50%
芝麻	40%
4. 肥效不显著	
小米	20—30%
小麦	15—30%
黑麦	15—30%
燕麦	15—30%
5. 水稻	25—50%

此外, 热带的豆科绿肥如灰毛豆、无刺含羞草、毛蔓豆等, 对于磷矿粉都有明显的肥效, 但是还没有充分的试验资料足以提出相应的增产数据。就上述结果看来, 不同作物对可给性中等的昆阳磷矿粉的吸收性能相差很远。吸收性能很强的油菜、萝卜菜是华中红壤性水稻田上的主要绿肥, 对于磷矿粉的施用具有实际意义。

适合于酸性土壤上生长的豆科作物, 几乎全部对磷矿粉有较强的吸收能力。苕子、紫云英、豌豆是主要的冬季绿肥和冬作物, 黄豆、花生和饭豆在轮作中也占有重要地位。因此在施用磷矿粉时, 应该尽可能先施用于这些作物上。

在绿肥-水稻的轮作中, 磷矿粉当然以施在前作的绿肥上为宜。但是水稻对磷矿粉的吸收性能, 毕竟还是一个应该重视的问题。就根系代换量来推断, 水稻和小麦相近似, 应该属于吸收磷矿粉很弱的作物。但是在种植水稻时, 还原条件以及在淹水情况下有机物对于土壤中的磷酸铁及磷

灰石的螯合作用, 都有可能影响到水稻对磷矿粉的吸收。一般讲来, 肥效较高的磷矿粉直接施用于水稻上, 其增产作用远比小麦要高。但是田间试验还不能就这个问题得出一个可靠的结论。我们也将就这方面继续进行一些研究。

磷矿粉对于多年生的果树和经济林木的肥效, 在理论上应该比一般农作物要好, 但是国内和国外还缺少这方面长期试验的资料。华南热作所 1954~1962 年在经济林木上曾进行过大面积的磷矿粉肥效比较试验。试验证明, 以 1954~1958 年间每树施用 100 克过磷酸钙与每树施用 250 克和 375 克磷矿粉, 1954~1957 年间, 施用过磷酸钙的树株平均生长较施用磷矿粉的为好; 但是 1958~1962 年间, 在磷肥停止施用后的 4 年中, 两组施用磷矿粉的树株, 其生长情况便超过了施用过磷酸钙的处理。在红壤上磷矿粉对于树木的后效显著超过了过磷酸钙。因此, 我们建议在利用山地栽培经济林木时, 可以用磷矿粉作为基肥。当然, 这项工作还有待于今后进一步的研究。

三

我们在强酸性红壤上用可给性强的凤台磷矿粉, 可给性中等的昆阳磷矿粉, 可给性弱的遵义磷矿粉以及可给性极弱的东海等磷矿粉, 对吸收性极强的荞麦、油菜, 吸收性强的黄豆、花生、苕子, 吸收性中等的玉米和吸收性弱的小麦、小米等进行了田间试验与盆栽试验。试验结果归纳于表 1。

表 1 我国几种主要磷矿粉在红壤上对不同作物的相对增产率
(以过磷酸钙产量为 100)

代表作物	可给性极强 (溶洞型及摩洛哥磷矿粉)	可给性强 (凤台类型)	可给性中等 (昆阳类型)	可给性弱 (荆襄类型)	可给性极弱 (东海类型)
油菜、萝卜菜、荞麦	100—115	90~100	70~90	50~75	10~40
黄豆、豌豆、花生	100 ±	75~95	55~75	未定	10~20
玉米	100 ±	60~80	40~60	20~30	<10
小麦、小米	50—90	40~70	20~45	10 ±	<10
水稻	50—90	40—70	25—50	10—20	<10

上述几种磷矿粉对于吸收性强的作物, 其增产幅度只在 55~100% 间, 而对于吸收性弱的禾谷类作物, 其增产幅度便达 <10~70%。试验结果说明, 在酸性缺磷的土壤上, 如果采用可给性强的磷矿粉, 则不仅对于吸收性能比较强的豆科作物可以得到较高的肥效, 而且对于吸收性能较弱的玉米、番薯以及禾谷类作物也有一定肥效。对

于可给性中等的磷矿粉, 除对荞麦、油菜、萝卜菜和豆科作物可以直接施用外, 对吸收性能较弱的玉米估计亦可能有效。可给性弱的磷矿粉, 只能用于吸收性强的作物, 如荞麦、油菜和萝卜菜, 以及某些吸收性强的豆科作物。至于可给性极弱的磷矿粉则只能施用于多年生的经济林木上。