

磷矿粉的施用技术问题

中国科学院土壤研究所磷矿粉工作组

关于磷矿粉的施用技术,重点说明下列几个问题:(1)用量,(2)细度,(3)后效,(4)与有机肥的配合,(5)石灰的影响。由于我国施用磷矿粉的历史比较短,长期的试验结果还很少,因此有关这些问题,在列举我们的试验资料的同时,也引用了一些国外试验结果供大家参考。

磷矿粉的用量 苏联、美国、德意志联邦共和国、匈牙利等国绝大部分地区,每年只种植一季作物(包括小麦、燕麦、玉米、马铃薯、棉花、豆类、芥子、苜蓿、三叶草和其他牧草等),施用一次磷肥,其用量大约在35~70市斤/亩(含 P_2O_5 20~32%),细度大部分能通过300目。许多试验证明,磷矿粉的肥效以一次施用量较高(一般大约100~150斤)和集中施用为好,若是每年施用少量的磷矿粉(例如每亩施用含 P_2O_5 5~8斤的磷矿粉,相当于含 P_2O_5 25%的磷矿粉20~35斤),对于作物的增产作用便很小。我们的田间试验也证明,磷矿粉的肥效在很大范围内是与用量成正相关的,即使对可给性极弱的磷矿粉(如东海磷矿粉),如果每亩用量在150~180斤,将它施在强酸性红壤上,对于油菜和萝卜菜也有极明显的肥效,但是在每亩施用80~100斤时,效果便不够明显。

我国磷矿粉的施用地区,主要是在华南、西南、华中和华东的酸性土壤上。这些地区都是一年两熟制,在冬季部分水稻土上还种植有绿肥。考虑到上述的具体条件和几年来的试验结果,以每年在适当的作物上施用一次磷矿粉比较适宜。下面按照磷矿粉的可给性初步提出确定施用量的一些原则。对于可给性强的磷矿粉,凡是全磷含量较高(P_2O_5 30%左右,下同)的,每年每亩施用量大致可在80斤上下;含磷量中等(P_2O_5 20%左右,下同)的,可施用100~150斤;含磷量较低(P_2O_5 10%左右,下同)的,大致施用150~200斤。

对于可给性中等的磷矿粉,凡是全磷量较高的,可施用80~120斤;全磷量中等的可施用120~160斤;全磷量较低的可施用200斤上下。

对于可给性弱含磷量在中等以上的磷矿粉,建议尽量用于制造化学磷肥。至于全磷量很低

的,则可在矿区附近的酸性土壤上,施用于吸收能力强的作物或经济林木上。至于如何掌握上述用量的变动幅度,应当根据土壤性质和作物吸收能力的强弱来决定。

磷矿粉的细度 过去对于磷矿粉的细度试验,通常以网目为单位来比较,其实网目只代表磷矿粉细度的上限,不能代表它的颗粒的粒径组成。实际上100目筛子的孔径是0.15毫米,300目的是0.05毫米。但是由于磷矿粉的粉碎性很强,即使通过100目的商品磷矿粉通常也有1/4—1/6的颗粒,其粒径<0.005毫米(小于300目的细度10倍)。因此如果在理论上研究磷矿粉颗粒表面与肥效的关系,必须首先用物理方法,把各级颗粒分离开,再进行分析和研究。

国外的试验已经指出,应用<300目和<400目的磷矿粉来进行肥效比较,很难看出显著的差异,因此目前欧洲一些国家和美国的商品磷矿粉一般要求有85~90%通过300目。

根据美国用田纳西磷矿粉所做的细度试验,说明<300目与<60目磷矿粉的相对肥效为100:88。我们曾以<100目和<300目的磷矿粉,在湛江红壤性水稻土上用黄豆及水稻进行了肥效试验,磷矿粉的粒径组成列于表1。

由表1可以看出,<100目的磷矿粉中也有50%是可以通过300目的筛子。对黄豆来讲,可能由于吸收性能较强,<100目的产量与<300目的产量之间没有明显差异。但是对于水稻,其产量比例为100:110。可见磷矿粉的肥效虽然随着细度而提高,但是由于矿石的高度粉碎性,在<60目、<100目和<300目之间,肥效的变化幅度并不很大,对于禾谷类作物,其产量比例大约为90:100:110。因此,按照农业上的要求,磷矿粉的细度,一般只需通过100目。当然我国的化学工业工作者,还可以根据国内的工业条件决定产品规格。

磷矿粉的后效 一般讲来,当季作物对磷肥的利用率通常不超过10%,例如每亩耕地每年施入80斤磷矿粉,总有70斤以上残留在土壤中。

表 1 两种细度的磷矿粉的粒径组成

目数 \ 所占百分数	孔径 (毫米)	粒 径 组 成 (%)				
		0.15~0.10	0.10~0.05	0.05~0.01	0.01~0.005	<0.005
< 100 目		10.1	42.6	26.8	6.4	14.1
< 300 目		0	10.5	53.6	10.9	25.0

由于磷素在土壤中的移动范围极小，一般不易于淋失，因此连续施用几年磷矿粉以后，土壤中累积量便相当大。在酸性条件下，残留的磷矿粉将逐渐的向有效方面转化，因此磷矿粉的后效一般是比较长的。这里引用了两个试验结果来说明。

表 2 是江西甘家山红壤丘陵地上 1955~1957 年第三季作物的后效比较。

表 2 指出：对于第一季作物小麦，即使施用可给性很强的凤台磷矿粉，其产量也只相当于过磷酸钙处理的 48%。施东海磷矿粉(可给性极弱)的处理，几乎看不出肥效。但是对于第二季作物豇豆，施用磷矿粉的各处理，其增产幅度都有相应的

提高，施凤台磷矿粉的处理，其产量约相当于过磷酸钙的 180%。第三季作物油菜的产量，所有施用磷矿粉的各处理，其肥效都大大超过了过磷酸钙，增产幅度分别达到了过磷酸钙产量的 1~6 倍。

在南方的红壤丘陵地区，由于新垦荒地较多，有机肥源不足，通过磷矿粉的施用，可以增加一部分有机肥的给源，以提高土壤肥力。为此 1963~1965 年，我们在湛江砖红壤旱地上进行了试验，试验连续种植了四季作物，只于第一季种植花生时每亩一次施用 125 斤磷矿粉，以后只把各季作物的茎叶翻入土中，不施任何其他肥料，四季作物的产量见于表 3。

表 2 不同可给性的磷矿粉对于作物增产的后效

磷肥种类	第一季作物(小麦)		第二季作物(豇豆)		第三季作物(油菜)	
	成熟时全重 (斤/亩)	肥 效 (以过磷酸 钙为 100)	地上部鲜重 (斤/亩)	肥 效 (以过磷酸 钙为 100)	成熟时全重 (斤/亩)	肥 效 (以过磷酸 钙为 100)
不施磷	25	—	无收	—	无收	—
过磷酸钙	578	100	485	100	241	100
东海磷矿粉 (可给性极弱)	43	3	77	10	1497	622
昆阳磷矿粉 (可给性中等)	172	26	567	121	1003	416
凤台磷矿粉 (可给性强)	295	48	870	179	645	268

注：磷矿粉每亩施用 150 斤，过磷酸钙每亩施用 40 斤，每季作物都加入了适量的氮肥。

表 3 磷矿粉的后效

试验处理	第一季作物花生		第二季作物饭豆		第三季作物番薯		第四季作物芝麻	
	干果产量 (斤/亩)	产量百分比 (%)	地上部鲜重 (斤/亩)	产量百分比 (%)	薯块产量 (斤/亩)	产量百分比 (%)	种子产量 (斤/亩)	产量百分比 (%)
对 照	74	100	650	100	851	100	21	100
磷 矿 粉	85	115	975*	150	1043*	122	43*	205
过 磷 酸 钙	81	110	935*	143	1012*	119	37*	176

注：磷矿粉为昆阳产品，每亩施用 125 斤，过磷酸钙每亩 40 斤。

* 增产数值达到统计上显著(5%)。

由表3的结果看出:第二季饭豆和第三季番薯,施用磷矿粉的处理其肥效和过磷酸钙相等,而第四季芝麻的种子产量就超过了过磷酸钙。由此可以说明在这些地区的旱地上,通过磷矿粉的施用来改善土壤磷氮的营养条件是完全有可能的。

对于磷矿粉后效的研究,目前各地积累的資料还不多,同时,由于气候、作物、土壤以及农业条件的不同,在确定施用和停施年限时,必须结合当地的具体条件考虑。这里只能介绍一些初步结果,供作参考。

在中华和中华南的红壤旱地或红壤性水稻土上,如果每亩年施100斤磷矿粉,它的肥效在第二第三季作物上仍旧可以反映出来,其增产幅度一般是逐渐减低的。试验也证明连续施用4~5年磷矿粉以后,可以停止施用一个时期。但是对于磷矿粉的后效究竟能够维持多久,国内外都还没有可靠的结果可以参考。

磷矿粉与有机肥的配合 在施用大量厩肥(例如每亩施2000斤)的农田上,再施磷矿粉的增产作用一般都不显著。至于磷矿粉与有机肥混合堆腐的肥效问题,虽然过去各地都做不少试验,但是,目前从这些试验中还难于得出一个明确的结论。

为了阐明这一问题,我们曾于1962~1963年间,采用人工嬗变的放射性磷矿粉(昆阳)与有机肥混合堆置后,用小麦进行了砂培试验,结果说明,试验中所施用的有机肥已经满足了小麦磷素营养的要求,因此无论加入过磷酸钙或磷矿粉对于小麦产量都没有引起显著变化。但是在加入过磷酸钙的处理中,小麦植株的含磷量便有所提高,植株中的磷素有1/2来自过磷酸钙,说明了小麦对活度很强的可溶性磷肥的利用率很高。但是对于磷矿粉来讲,无论是否经过堆腐,都没有引起小麦产量或植株含磷量的明显变化。小麦所吸收的磷素大约只有13%来自磷矿粉。堆腐并没有增进磷矿粉中磷素的活度。

国外在这方面的研究结果也是不一致的。在美国的研究工作中,对于依赖有机质分解过程中的有机酸、CO₂等来增进磷矿粉肥效的理论,一般都是否定的。苏联的农业科学工作者一般主张把磷矿粉和厩肥混合堆置(加少量石灰或不加石灰),这一论断主要是以马铃薯、玉米和棉花等的田间增产作用来证明的。但是在理论上他们往往

以微生物活动对磷矿粉转化的生物作用来解释。德意志联邦共和国的农化研究工作者在生物作用对于磷矿粉肥效的研究上,证明了某些真菌的菌丝能分泌酸液,并指出了真菌对磷矿粉中磷素的溶解、吸收及腐解过程。

从现有国内外的资料看来,应用有机质的分解作用来增进磷矿粉的肥效,无论在理论上或实际上都还是一个没有解决的问题,有待于今后进一步的研究。

石灰对于磷矿粉肥效的影响 磷矿粉的施用地区既然以酸性土壤为主,这样就牵涉到石灰的施用问题。在这个问题上,国内的大田试验和盆栽试验结果都说明,在微酸性到酸性土壤上施磷矿粉时,都以不施石灰的效果比较好。因为我国可给性较高的磷矿粉,大都含有5~10%的碳酸钙或白云石,在集中施用时可以局部中和土壤的酸度。而在强酸性(pH 5~5.5)土壤上,施用少量石灰则有利于豆科作物的生长,并且也将增强它们对磷矿粉的利用能力。在极强酸性(pH 4.5~5.0)的新垦红壤荒地上,由于土壤化学环境的限制,假如不加石灰,则小麦、小米、玉米、大麦及大部分的豆科作物几乎不能正常生长。同样,荞麦、油菜等对于磷矿粉的肥效在施用石灰以后也较不施石灰的为高。根据这几年的大田和盆栽试验结果,石灰的用量最好能使当季土壤的酸度维持在pH 5.8左右。

磷矿粉施用中的其他问题 由于磷灰石中磷素的供应强度比较低,往往不能满足作物早期生长的需要,因此国内外的试验也指出,当磷矿粉与少量过磷酸钙混合施用,可以起很好的增产作用。据一般经验,每亩掺入的过磷酸钙量通常为5~10斤。

在轮作中,磷矿粉最好施于豆科作物或豆科绿肥作物上,因为这些作物对于磷矿粉通常有较强的吸收性能。在绿肥田上施用磷矿粉,以播种前施入为宜。以后在翻耕绿肥时就不必再施入磷肥。如果是在酸性低产田或荒地上施用于豆科作物,通常单施磷肥即可获得一定的增产,但对禾谷类作物一般要结合少量化学氮肥(如硫酸铵、尿素等)施用。

磷矿粉一般是集中施用的,旱作上通常可以在播种前条施,水稻田中也可以用沾秧根方法施入。