

江苏省五种主要土壤的氮素供应状况 和磷肥肥效的关系

刘光崧 周偉金 吳达高 李慶逵

(中国科学院土壤研究所)

有关磷肥肥效問題,近年来国内已进行了不少的試驗研究。就缺磷的酸性土壤来讲,几乎各种类型的磷肥(包括过磷酸鈣、鈣鎂磷肥和磷灰石等)都有不同程度的肥效,只是增产的幅度随作物种类和农业技术措施而有所差异。在含磷量較高的石灰性及中性土壤中,田間試驗的磷肥效应就很不一致,但如配合施用硫酸銨,磷肥的增产效应則很明显^[1-3]。說明土壤中氮磷供应的协调是施肥中的一个重要問題,已引起国内外的广泛注意。

关于肥料施用中的氮磷关系,前人已經做了很多的試驗,1959年以前的研究报告,Grunes做了詳尽的总结^[4]。在这篇总结中,他引用了大量的文献(包括美、英、德、日、荷兰等国99篇书文),把氮肥对于磷肥功效的影响分为两方面:第一方面是植物的生理作用。由于氮肥可加强植物地上部分的生长,增广根系的伸展范围,使植物对于磷素的吸收强度和吸收的接触面都有所增加,从而增进磷肥的效应。第二方面认为氮磷結合的相互效应是由于化学作用,特别是生理酸性的氮肥能促进磷酸离子的活度,因此氮磷混施的效应通常高出于分施,而 NH_4^+ 离子的功效超过 NO_3^- 态氮。同时,硫酸銨的残余性酸度的作用,也能促进石灰性土壤本身所含磷酸鈣的分解,使其有利于植物的吸收。

在Grunes总结以后,这方面的研究报告繼續有发表。Caldwell^[5],用标记过磷酸鈣与不同类型的氮肥通过混施及分施,在酸性中粘土及壤土上用玉米进行試驗,結果认为氮肥对于磷肥吸收的有利影响还是在于化学作用。生理酸性的氮肥,如硫酸銨、氯化銨、硝酸銨等和磷肥混施,具有正的相互效应,而硝酸鈣和硝酸鈉則沒有这样的效应。

除去肥料的因子以外,土壤本身的氮磷水平,无疑的也是影响氮肥肥效、磷肥肥效、以及氮磷相互效应的关键性因子。关于这方面,国内外大量的研究材料只就一般肥料試驗結果和土壤氮磷含量来进行比較,很少把土壤氮素供应的强度和容量,以及土壤磷素存在状态和有效性等对氮肥和磷肥的相互效应联系起来进行深入的研究。

这篇报告仅就江苏省五种主要农业土壤(包括酸性、中性、石灰性土壤)的磷素存在状态和氮素供应强度作了分析,在这个基础上进行了氮肥对于磷肥效应的比較。研究的目的是要通过生物試驗及化学测定,来分析这些具有不同磷素組成以及不同氮素供应强度的土壤对于磷肥效应和氮磷相互效应的关系。試驗以小麦、小米、水稻、大豆为指示作物。盆栽試驗于1960—1962年間在南京进行,田間試驗于1960—1961年間在灌云进行。

一、土壤的氮素供应状况与磷肥肥效

(一) 供試土壤的氮素磷素供应状况

供試土壤包括分布在江苏北部灌云地区的石灰性黄粘土(由旧黄河冲积物发育的重粘土),徐州近郊的石灰性砂壤土(由旧黄河沙质冲积物发育的),江苏南部太湖地区的青泥土(由湖积物发育的重壤质水稻土),宜兴丘陵山区的酸性红砂土(由下蜀黄土发育的中壤质红黄壤)以及江宁丘陵山区的中性马肝土(由下蜀黄土发育的中壤质黄棕壤)。在表1中列出了五种土壤表层的基本农化特性。

表1 五种供試土壤的基本农化特性

土 壤	pH	CaCO ₃ (%)	有机质 (%)	全 氮 (N%)	全 磷 (P ₂ O ₅ %)
灌云黄粘土	8.1	15.4	1.17	0.09	0.18
徐州砂壤土	8.0	6.4	1.12	0.08	0.17
宜兴红砂土	5.2		0.97	0.07	0.07
江宁马肝土	6.7		1.64	0.12	0.13
无锡青泥土	6.8		2.29	0.21	0.17

由于土壤的全氮量和全磷量只表示这些元素在土壤中的总贮量,并不能正确地反映出土壤肥力,因此我们用培养法^[6]测定了上述土壤的氮素供应状况;同时根据 Jackson 土壤无机磷分级法^[8], Mehta 的土壤有机磷测定法^[7],以及通用的 Olsen 有效磷测定法^[9],对供試土壤的磷素供应状况也作了分析。所得结果分别列于表2和表3。

表2 不同土壤的氮素状况(单位: N-ppm)

土 壤	培 养 前			培 养 后*		
	NO ₃ ⁻ -N	NH ₄ ⁺ -N	活性氮总量	NO ₃ ⁻ -N	NH ₄ ⁺ -N	活性氮总量
灌云黄粘土	2.35	3.37	5.72	11.3	2.74	14.1
徐州砂壤土	5.23	4.67	9.90	13.3	4.45	17.8
宜兴红砂土	4.75	8.91	13.7	15.6	3.00	18.6
江宁马肝土	11.2	3.49	14.7	26.3	2.52	28.8
无锡青泥土	15.9	7.70	23.6	41.2	5.61	46.8

* 在 28°C, 最大持水量的 60% 湿度下培养 27 天。

表3 不同土壤的磷素状况(单位: P-ppm 数)

土 壤	全 磷	有机磷	磷酸铝	磷酸铁	磷酸钙	有效磷
灌云黄粘土	786	137	58	0	238	11
徐州砂壤土	743	67	40	0	363	6
宜兴红砂土	306	48	9	34	8	0
江宁马肝土	567	114	13	48	29	5
无锡青泥土	743	174	35	81	108	13

测定结果表明,供試土壤的肥力具有很大的差异,除无锡青泥土含氮相对丰富外,其他土壤含氮都不足。五种土壤的氮素供应状况大体可以列出这样的顺序:无锡青泥土>江宁马肝土>宜兴红砂土>徐州砂壤土>灌云黄粘土,以顺序中后两种土壤为例,虽然土壤的全氮量十分接近,但是它们的活性氮总量却有所不同,特别是在活性氮的供应强度

上,在培养前几乎存在着成倍的差异。在土壤的磷素分級体系中,通常把有机磷看作是能够缓慢供应的磷源,而把无机磷中磷酸铝、磷酸铁、磷酸钙量的总和,看作是比較活跃的部分,由于分級中的磷酸铝包含有較多量的表面磷,因此它与土壤有效磷含量一般有比較密切的关系。分析結果表明,酸性的紅砂土以及中性的馬肝土和青泥土,无论是全磷含量,有机磷含量,或是磷酸铝、磷酸铁、磷酸钙盐的分別含量,都和有效态磷量表現有明显的一致性。至于強石灰性的徐州砂壤土和灌云黄粘土,磷素貯量都很高,但是由于所含的游离石灰量較多,土壤呈弱碱性,在这种条件下,土壤中磷酸钙的活度一般很低,因此这类土壤的有效磷应当与它們所含的有机磷和表面磷量关系比較密切,徐州砂壤土的有效态磷量显然低于灌云黄粘土。

(二) 磷肥对作物早期生长的效应

施肥效应要看肥料与土壤的相互作用,可是土壤本身的肥力水平也是主要的因素,因此土壤的氮磷水平,以及在作物生长的一定时期内氮磷的协调关系也必将影响到氮肥和磷肥的施用效果。

1960年,我們在灌云黄粘土上所进行的小麦(包括春、冬小麦)田间試驗,都发现单独施用过磷酸钙对小麦幼苗有促进生长和增加分蘖的良好影响,但是在小麦收获时,磷肥却没有显示出任何增产的迹象。为了弄清影响磷肥增产效应的原因,我們选用灌云黄粘土、

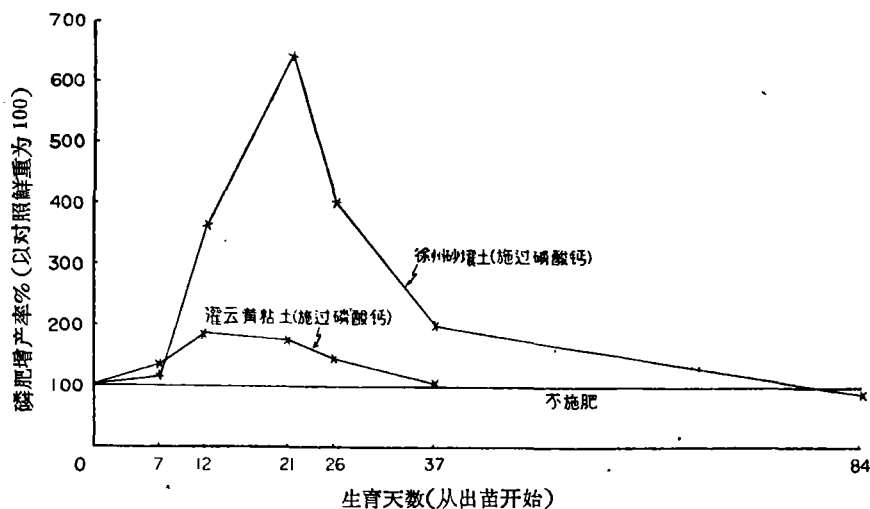


图1 单施过磷酸钙对小麦早期生长的影响
(施肥: P_2O_5 1克/盆; 土重: 6公斤/盆)

表4 施用氮磷肥对小麦籽粒产量的影响 (单位: 克/盆)

土壤	处理	产量				最小显著差 (5%)
		对照	磷	氮	氮 磷	
灌云黄粘土		0.92	0.85	8.15	9.52	0.71
徐州砂壤土		1.03	1.08	1.22	6.60	0.35

注: 小麦苗期生长情况类同于小米。試驗用土每盆3公斤, N = 0.5克(硫酸铵), P_2O_5 = 0.5克(过磷酸钙)。

徐州砂壤土在温室繼續进行了試驗。結果列于图 1 和表 4。

試驗表明(图 1),在不同土壤上单独施用磷肥对作物早期都有明显的效应,对缺磷的徐州砂壤土施用过磷酸鈣,使小米幼苗鮮重較对照超过了六倍,但由于土壤的氮素貯量低,可矿化态氮源少,因此随着作物的生长,土壤的氮素供应迅速呈现出不足(从小米植株落黄开始 8 天内土壤中 NO_3^- 态氮即由 11.2 p.p.m. 降低到 6.6 p.p.m.)。这种氮磷供应的不协调,特别是氮素的缺乏,带来了小米幼苗的落黄和枯叶等现象,同时由于氮素的缺乏限制了小米的生长发育,因此对小米的产量,磷肥并没有表现出明显的效果。从表 4 所列的小麦盆栽結果还可以清楚的看出,当氮素供应充分时不仅可以維持,而且是显著的增加了苗期磷肥的效果。在灌云强石灰性黄粘土中,土壤有效磷含量比较高(表 3),而氮素的含量和供应强度却很低,所以单施氮肥表现出有良好的增产作用,而氮磷結合施用的效应則相对的較低。但是就徐州强石灰性砂壤土来讲,由于氮素和磷素的供应量都很少(表 2, 3),所以单施氮肥的增产效应便极低,而单施磷肥也只能促进幼苗的生长,这样由于有限的矿质氮,因施入磷肥而加速消竭,所以氮磷結合施用的效应便极为明显。当然,盆栽試驗的結果往往要比大田情况表现得更加突出些,但是对于氮磷相互关系的趋势应该說是一致的。总之,磷肥的效果应当根据土壤有效态磷素水平和有效态氮素水平以及氮磷两者的协调供应关系来决定。

二、改善氮素营养对磷肥肥效的影响

(一) 施用矿质氮的影响

既然磷肥的效应受土壤本身氮素供应的限制,那么,适当的补充速效性氮肥,无疑是发挥磷肥肥效的有效措施。为了了解在肥力不同的土壤上,氮肥对作物利用磷素和增加产量方面所起的作用,我們曾将五种供試土壤进行了如下的盆栽試驗,其中包括两个中心处理:(1)混施硫酸銨和过磷酸鈣;(2)单施硫酸銨。为造成土壤中氮磷之間具有不同的比例,在同样施足过磷酸鈣的基础上(每盆施入 0.5 克 P_2O_5),再把硫酸銨用量分成四級:不施氮肥,每盆 0.2 克 N,每盆 0.5 克 N,每盆 1.0 克 N。供試作物是冬小麦,每盆用土 3 公斤,处理重复均为三次。图 2 是这项試驗在五种土壤上分別得到的結果。

試驗表明,尽管供試土壤在肥力上具有很大的差异,但是在施过磷酸鈣的基础上施用硫酸銨,同样都提高了磷肥的肥效。按照得到的結果有可能根据磷肥增产幅度的差异,把供試土壤分为两种不同的类型。

(1) 磷肥增产幅度偏低的土壤: 图 2 表明,无錫青泥土和灌云黄粘土都是属于磷肥反应較低的土壤,在这一类土壤上,甚至施用了較高量硫酸銨,也不能促使磷肥对产量有大幅度提高。从图 2 还可以看出,在不施任何肥料的情况下,两种土壤可以得到十分不同的产量,这是因为无錫青泥土除了有效性磷含量和灌云黄粘土同样丰富外,在許多其他肥力因素上,都远超过灌云黄粘土。这两种土壤由于磷肥在一定程度上并不是限制产量提高的因子,所以单施氮肥都有明显的效果,而在氮素用量不足情况下,看来作物对磷肥并没有迫切的需要。在农业生产过程中,氮肥用量常常不能根据满足作物的需要来施用,因此对于这类磷素供应比較充足的土壤,当氮肥用量不多时,施用磷肥实际上并不会带来显著的增产。1961 年在灌云田間进行的小麦試驗表明,在每亩施用 40 斤过磷酸鈣的基础上,

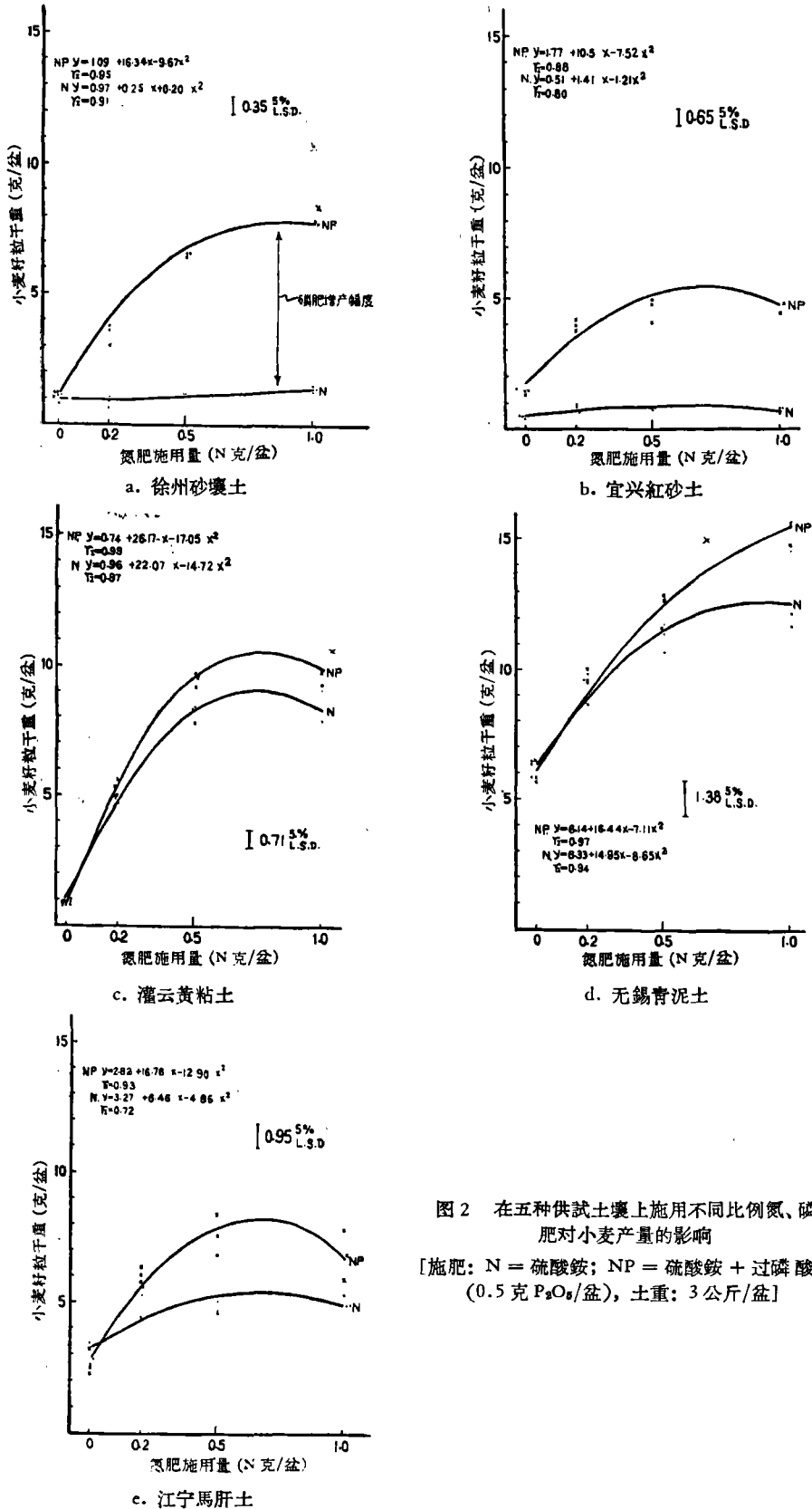


图2 在五种供试土壤上施用不同比例氮、磷肥对小麦产量的影响

[施肥: N = 硫酸铵; NP = 硫酸铵 + 过磷酸钙 (0.5克 P₂O₅/盆), 土重: 3公斤/盆]

施用 40 斤硫酸铵 (其中 20 斤做基肥, 20 斤返青后追施) 在与单施 40 斤硫酸铵的处理相比时, 发现在小麦苗期磷肥表现有促进生长的效果 (分蘖率和分蘖期鲜重都提高了将近一倍), 但是在收获的小麦籽粒产量上, 实际并没有因施用磷肥而提高。在这项试验中由于生长较好的处理, 受到了一些冻害, 因此对于试验的结果尚难以作出准确的结论。

(2) 磷肥增产幅度较高的土壤: 在供试的五种土壤中, 以宜兴红砂土和徐州砂壤土的磷素供应最贫乏, 由于在这类土壤上磷素供应的不足, 常常是限制生长的最重要因子, 因此不配合施磷肥而单独增加硫酸铵的用量, 实际上对小麦的产量并不能期望有显著的提高。试验还表明, 即使在缺乏磷素的土壤上, 磷肥的效果同样也要受到氮素不足的影响, 例如对宜兴红砂土单独施加过磷酸钙, 在小麦籽粒的绝对产量上, 仅仅得到了较少的增长。而在徐州砂壤土上, 磷肥早期的肥效甚至还不能反映在最后的小麦籽粒产量上 (表 4), 这说明对于这些缺磷而氮又不足的土壤, 要使磷肥和氮肥都能发挥更大的作用, 二者配合施用将是一项提高产量的有效措施。

表 5 不同土壤小麦收获物的增产量 (单位: 克/盆)

土壤 \ 处理	P	低氮肥用量		高氮肥用量		最小显著差 (5%)
		N ₁	N ₁ P	N ₂	N ₂ P	
灌云黄粘土	0.11	7.58	8.01	14.06	17.19	2.18
宜兴红砂土	2.00	0.85	7.14	0.83	8.02	1.08
江宁马肝土	0.19	3.85	6.64	3.93	10.41	1.96
无锡青泥土	1.75	5.54	6.91	9.68	12.93	3.21
徐州砂壤土	0.08	0.04	6.21	0.49	9.95	0.63

注: 每盆土重 3 公斤, P = 0.5 克 P₂O₅/盆 (过磷酸钙), N₁ = 0.2 克 N/盆 (硫酸铵), N₂ = 0.5 克 N/盆 (硫酸铵)。

表 5 表明无论是氮肥或磷肥, 在不同土壤和不同肥料配合下, 都可以产生极不相同的效果, 例如氮肥在灌云黄粘土和无锡青泥土上具有较高的效率, 但是要提高氮肥在宜兴红砂土上的效率, 施用磷肥就很重要。在宜兴红砂土上单施磷肥虽然也提高了小麦的产量, 但是在配合施用氮肥时, 磷肥的增产效率便又有提高。这些结果都说明, 影响一种肥料效率高低的原因是极为复杂的, 因此磷肥效率的大小也决不会只限于氮素肥料的配合, 特别是在生产条件下, 除了一系列的土壤因素外, 农业技术的水平也必将对磷肥效率产生重要的影响。

(二) 施用有机肥料的影响

1961 年在灌云黄粘土上进行的田间试验中, 曾研究了有机肥料对磷肥效果影响的问题。供试作物是冬小麦, 肥料用量折合每亩猪粪 2000 斤, 过磷酸钙 40 斤。试验的结果表明, 在施有机肥料的基础上, 磷肥并没有表现出增产的效果。

为了研究磷肥无效的原因, 我们又以不同肥力的土壤在温室进行了盆栽试验 (表 6)。得到的结果说明, 在施多量猪粪的基础上施用过磷酸钙, 只有酸性红砂土上的小米有少量增产, 而在其他土壤上, 无论是水稻或小米都没有因施入磷肥而使产量有显著的提高。试验还证明, 产量和磷素的供应有着密切的关系, 表 7 是从不同土壤的施肥处理中测定的有效磷含量。

表 6 不同土壤施用有机肥料对磷肥效应的影响

产量 (克/盆)		土壤	肥料			
			灌云黄粘土	宜兴红砂土	无锡青泥土	江宁马肝土
猪粪+过磷酸钙	小	米 水 稻	12.5	12.9	20.2	15.6
	水		17.7	24.8	33.2	33.5
猪粪	小	米 水 稻	11.0	11.4	18.5	15.4
	水		18.5	23.7	32.7	34.8
最小显著差 (5%)	小	米 水 稻	3.6	1.1	3.3	2.5
	水		2.2	4.5	7.3	2.2

1. 每盆土重 3 公斤, 干猪粪(含 N1.34%) 75 克, P_2O_5 0.5 克(过磷酸钙)。

2. 产量: 小米为穗重, 水稻系总收获物。

表 7 不同施肥处理中, 土壤有效磷含量(单位: P-ppm 数)

(供试作物: 水稻)

有效磷 含量	土壤	灌云黄粘土		江宁马肝土		无锡青泥土		宜兴红砂土	
		苗期	后期	苗期	后期	苗期	后期	苗期	后期
1. 过磷酸钙+猪粪		—	24.2	30.5	29.5	41.6	40.8	5.7	4.2
2. 猪粪		20.2	14.3	17.5	17.5	28.7	21.2	2.8	1.5
3. 过磷酸钙		—	4.6	10.8	10.8	15.0	14.4	—	—
4. 对照		—	1.9	2.7	2.7	3.2	3.1	无	无

(1) 有效磷用 Olsen 法(0.5 M $NaHCO_3$ 提取)测定。

(2) 处理 3, 4 中施有硫酸铵。

从这些结果可以看出, 凡是施用猪粪的土壤, 在作物生长的不同时期都含有相当丰富的有效磷^[9], 处在这种情况下, 磷肥要发挥作用当然是很困难的。在表 7 的结果中, 宜兴红砂土的分析数据都偏低, 这是因为应用 0.5M $NaHCO_3$ 提取酸性土壤时, 产生了磷酸盐的再沉淀现象。

在用灌云黄粘土进行的小麦盆栽试验中, 我们将试验的处理作了一些必要的修改: 降低了有机肥料施用量(按重量较上面的试验减少了一半以上, 即 6 公斤土加 61.5 克干猪粪), 增加了硫酸铵处理, 此外还应用了有 P^{32} 标记的过磷酸钙(每盆 220 μ c)。得到的结果说明(图 3), 在施猪粪的基础上施用过磷酸钙, 植物吸收的磷素主要并不是来自过磷酸钙。在施用肥效较高的人粪时, 虽然产量和全磷吸收量都较施用猪粪的为高, 但是作物从过磷酸钙中所吸取的磷依然没有增加。可见在施有机肥料的条件下, 尽管施用了可溶性磷肥, 而作物所吸取的磷主要来自有机肥料中的磷。试验还表明, 即使在施有机肥料的基础上, 硫酸铵依然有增进过磷酸钙肥效的功用。从图 3 可以看出, 在施有猪粪或人粪的基础上, 加入足量的硫酸铵(每 6 公斤土施加 1 克 N 的硫酸铵), 在小麦产量提高的同时, 过磷酸钙利用率也可以得到成倍的增长。

(三) 豆类作物对磷肥的效应

灌云一带是江苏省的重要大豆产地, 但是当地农民栽培夏大豆从来没有施肥的习惯, 同时因为土壤一般含磷比较高, 所以群众施用磷肥的更少。两年来我们在灌云黄粘土上

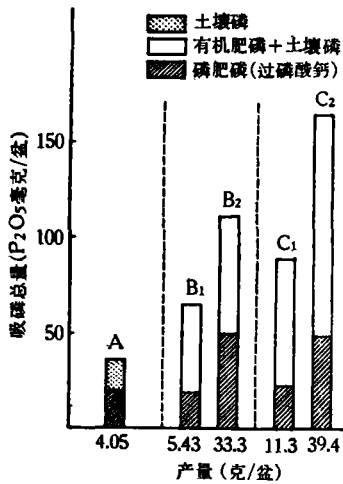


图3 在有机肥基础上,施用硫酸铵对小麦(抽穗期)吸收磷素的影响(施肥: A— P_2O_5 0.8克/盆; B₁—猪粪61.5克 + P_2O_5 0.8克/盆; B₂—猪粪61.5克 + P_2O_5 0.8克 + N_1 克/盆; C₁—人粪112克 + P_2O_5 0.8克/盆; C₂—人粪112克 + P_2O_5 0.8克 + N_1 克/盆。磷用过磷酸钙,氮用硫酸铵,猪粪用干的含 N_1 5.2%,人粪用潮的含 N_0 8.4%。土重——6公斤/盆)

表8 大豆磷肥试验结果

试验种类	施肥(斤/亩)	籽粒产量(斤/亩)	注
田间试验 <1960>	对 照	107 ± 15.6	试验在灌云县农场 陆庄生产队进行
	条施过磷酸钙 40 斤	159 ± 6.7	
田间试验 <1961>	对 照	164 ± 3.6	试验在灌云县小伊 公社千斤大队进行
	条施过磷酸钙 20 斤	185 ± 7.6	
	条施过磷酸钙 40 斤	194 ± 5.9	
田间试验 <1961>	对 照	177 ± 6.9	试验在灌云县小伊 公社祝庄大队进行
	条施过磷酸钙 20 斤	203 ± 14.3	
	条施过磷酸钙 40 斤	218 ± 8.5	
大田对比试验 <1961>	对 照	94	试验在灌云县小伊公 社祝庄大队进行(实际 面积 3.7 亩)
	条施过磷酸钙 20 斤	115	

表9 豌豆磷肥试验结果

试验种类	施肥(斤/亩)	籽粒产量(斤/亩)	注
田间试验 <1961>	猪粪 2000 斤 + 过磷酸钙 40 斤	165 ± 11.4	试验在灌云县农场 陆庄生产队进行
	猪粪 2000 斤	129 ± 13.6	

用大豆、豌豆等作物进行了施用磷肥的田间试验。小区面积一般采用 1/35 亩,重复 3—4 次,磷肥于播种前条施。

在大田对比试验中,为了尽可能接近生产的条件,磷肥是用耩施的。

试验表明(表 8),在大豆播种时将过磷酸钙作基肥条施,一般可以得到显著的增产,特别是对于比较瘠薄的田块,磷肥的增产效果更为突出。总结两年来试验的结果可以认为,在灌云黄粘土上,将过磷酸钙作基肥条施于大豆,平均 1 斤过磷酸钙可增产大豆籽粒 1 斤以上。磷肥增产大豆的原因,与根瘤的增加和氮素营养的改善有着重要的关系。根据田间测定豌豆(盛花期)根系的结果,在面积 1 平方尺、深度为 42 厘米的土层内,施磷肥的总根量比对照提高了 63%,根瘤总数比对照提高了 99%。根据盆栽大豆的结果,施磷肥大豆籽粒的粗蛋白含量也比对照提高了 65%。田间试验还表明,凡是不施磷肥的大豆,除了产量较低外,由于营养不充足,还比施磷肥的大豆早熟 3—4 天。显然,这些表现都是施磷改善了大豆营养条件的结果。

试验表明(表 9),在灌云黄粘土上不仅对豆类作物单施磷肥可以增产,在施有机肥料的基础上,施用过磷酸钙同样也有增产的作用。利用标记磷肥所进行的研究说明(图 4),大豆对过磷酸钙中磷素的利用率,由于施入猪粪而显著下降。这个结果和上面小麦试验(图 3)的结果是一致的,说明有机肥料中的磷,较过磷酸钙更为作物所利用。

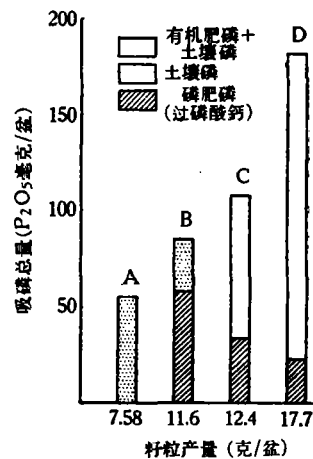


图4 施有机肥对大豆利用磷酸钙的影响(施肥: A—不施肥; B— P_2O_5 1克/盆; C—干猪粪 104 克 + P_2O_5 1克/盆; D—干猪粪 312 克 + P_2O_5 1克/盆。土重——6公斤/盆)

三、結 語

在我国当前的化学肥料問題中,磷肥的施用是一个突出的問題。解放以前,化学肥料的供应数量和供应品种都极为有限,事实上只有少量硫酸銨,而且其施用范围仅局限于沿海几省的水稻田,磷肥則沒有被重視。解放以来,磷肥的供应量及品种都日益增加,但广大农村,特别是我国北部地区对于磷肥的施用还没有习惯和經驗。就江苏省来讲,除西南角的紅黄壤丘陵地以外,苏南苏北大面积中性和石灰性土壤地区內,在現有的农业技术水平下,单施磷肥对谷类作物几乎都是无效的,或者说它的肥效仅仅反映在苗期,而对于最后产量并没有明显的效果。近年来我們所进行的温室試驗和田間試驗也得到了类似的结果。由于磷肥的施用技术沒有因土而异,所以磷肥的肥效也沒有明显地反映出来,这样就造成了磷肥积压和滞銷的現象。我們面临着这个問題,必須进行仔細分析,針对不同地区的情况,研究磷肥的施用技术,充分发挥磷肥的肥效,否則磷肥在农业生产中的作用就会受到一定的影响。

总结两年来的磷肥工作,我們对江苏省有关磷肥施用問題提出下面几点初步的認識:

1. 对谷类作物來說,单独施用磷肥只有在貧瘠的酸性土壤上(例如宜兴的酸性紅砂土)才有一定的效应,但决不能认为这些土壤只需要磷肥而不需要氮肥,由于氮和磷同样都是限制农作物产量的因子,所以有了适量的氮素供应,磷肥的肥效就更为显著。据調查,在这些地区的一般耕地上,单施磷肥的明显效果往往只局限于第一、二年,而且以新垦荒地肥效最显著,因为在新垦地的土壤中,蘊藏有一定量的硝态氮,而速效磷則极度貧乏,所以单独施用磷肥可以产生一定的效果。根据这些情况我們认为,在江苏省境內及其目下的农业措施下,单独施用磷肥以增加谷类作物的产量,只限于一些局部的土壤,其效应只限于初施磷肥的头一、二年,而且所增加的绝对产量也并不高。

2. 无论是在酸性土壤或是石灰性土壤上,对谷类作物施用磷肥都应当和化学氮肥的施用相結合。一般的石灰性土壤虽然大都含有比較丰富的磷酸鈣,但是这些磷酸离子的活度并不高,尤其是这些土壤氮素供应的不足,常常限制了作物对于磷肥的利用,所以在一定量的氮素供应下,施用磷肥同样也有增产的作用。即使对于肥力較高的无錫青泥土,試驗証明在施用大量硫酸銨的情况下,过磷酸鈣也有增产的效果。总之,氮磷肥的配合施用在不同土壤上,都可以认为是一项增进磷肥肥效的有效措施,适当比例的氮磷肥混施,不仅可以发挥磷肥的肥效,同时也可以提高氮肥的肥效,至于氮磷的配合比例,施用方法等,則应根据不同地区进行試驗研究。

3. 在栽培谷类作物时,把腐熟的有机肥料(猪廐肥、人粪)与过磷酸鈣一起混施,并不能发挥磷肥的肥效,用标记磷肥所做的試驗証明,植物所吸收的大部分磷素来自有机肥料。另一方面凌云霄等¹⁾的研究工作也証明:腐熟的猪廐肥、綠肥和稻草中絕大部分的磷素是以无机状态而存在。因此我們估計在江苏省含有中等有效磷素的土壤中,在施加通常用量的有机肥料的基础上,磷肥的肥效将是不明显的。但是許多苏联資料认为:过磷酸鈣与有机肥料經過混合堆腐过程,可以增进磷肥肥效。我們应当进行这一方面的試驗。

1) 凌云霄等同志的工作,尚未发表。

4. 在大豆、豌豆上, 单独施用磷肥(每亩 20—40 斤过磷酸钙), 试验证明有实际的增产意义, 是目前推广磷肥的重要出路。据初步的研究结果, 磷肥可增加豆粒中蛋白质含量和增多根瘤与根量。在灌云田间进行的试验(只有一年的结果), 还证明在施用有机肥料的基础上, 过磷酸钙同样也有增加豌豆产量的效果。所以我们认为通过豆科作物来推广磷肥, 无疑的是增加豆类作物产量的一条有效途径, 但是各地环境条件和农业措施都不同, 所以过磷酸钙在豆科作物上的施用方法(包括用量、时期、位置等)以及磷肥的肥效等问题尚有待于今后的研究。

参 考 文 献

- [1] 张乃凤: 介绍五篇关于石灰性土壤施用磷肥的报告。1962 年, 土壤学会会议论文集。
- [2] 林成谷等: 山西褐土地带提高磷肥肥效问题研究十年总结(1951—1961)。山西农学院印。
- [3] 中国农业科学院陕西分院土肥系: 陕西地区施用磷肥的效果及推广意见。陕西农业科学, 第二期, 1959。
- [4] Grunes, D. L.: 1959. Effect of nitrogen on the availability of soil and fertilizer phosphorus to plants. *Advanc. in Agron.* XI; 369—396.
- [5] Caldwell, A. C.: 1960. The influence of various nitrogen carriers on the availability of fertilizer phosphorus to plants. *Trans. 7th Intern. Congr. Soil Sci.* Vol. III; p. 517.
- [6] Jackson, M. L.: 1958: "Soil Chemical Analysis" p. 202, Prentice-Hall, Inc. N. J.
- [7] Mehta et al.: 1954. Determination of organic phosphorus in soils I. Extraction method. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 18, 443.
- [8] Chang, S. C. and Jackson, M. L.: 1957. Fractionation of soil phosphorus. *Soil Sci.*, 84, 133—144.
- [9] Olsen, S. R. et al.: 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S.D.A. Circ. 939.

RESPONSE OF CROPS TO SUPERPHOSPHATE AS AFFECTED BY THE RATE OF SUPPLY OF SOIL NITROGEN AND BY THE APPLICATION OF AMMONIUM SULPHATE

K. S. LIU, W. C. CHEW, T. K. WU AND C. K. LEE

Field and pot experiments were conducted on five agricultural soils from Kiangsu province of various productivity with pH values ranging from 4.5 to 7.8. Fractions of soil phosphate and rate of mineralization of soil nitrogen through incubation were measured. The soils showed a wide range of nutritive levels of phosphorus and nitrogen to these soils, various rate of ammonium sulphate and manures were applied at the foundation of superphosphate and the yields of wheat, millet, rice, soybean and pea analysed. Experiments were carried out in years 1960—1962. Results obtained give the following conclusions:

1. Although application of superphosphate improved the growth of young crops in all five soils investigated, maintenance of such a beneficial effect, however, depended on the rate and capacity of the nitrogen supply of soils. Without the supplement of a nitrogenous fertilizer, grain crops usually stunted in growth before tillering. With the exception of strongly acid red loam, where normal maturity of crops failed to attain with no additional phosphate, superphosphate alone gave no increase in final yield in all the four other soils despite of a much more vigorous growth appearing in the earlier stages of crop growth.

2. Dressing ammonium sulphate with superphosphate gave positive interaction of nitrogen and phosphorus. The increase of crop yield due to interaction, however, varies in different soils depending mainly on the nutritive status of soil nitrogen and soil phosphorus.

3. When superphosphate was applied with farm yard manures, no improvement of growth and yield in grain crops has been observed than in the case of manure treatment alone. Tracing technic showed that grain crops uptake their phosphorus largely from manure and soils.

4. Field and pot experiments both revealed that, contrast to the grain crops, soybean and pea have a markedly increase in yield in the soils of high phosphorus content under investigation with a single treatment of superphosphate.