

磷肥在京郊石灰性土壤中的肥效及其有效施用方法*

李棠庆

(北京农业劳动大学)

近几年来,有关磷肥在华北石灰性土壤中的肥效的探讨,曾经有过不少报导^[1-4],大多都作了肯定的结论。但也有一部分得出了相反的结果。尤其是在生产上,磷肥还不能受到群众的普遍欢迎和广为施用。我们认为,磷肥的肥效问题是受着多种因素的影响。如果说,石灰性土壤中磷的固定和移动性是其中的主要因素的话,那末,用不同方法来施用磷肥便应该对肥效产生不同影响。我们的研究便是基于这种设想。

一、试验目的和方法

试验希望明确如下两个问题:

1. 磷肥在京郊石灰性土壤上对大田作物的增产效益;

2. 查明在一定施用量的条件下,同种磷肥的不同施用方法对肥料肥效的影响,以期说明在生产上影响磷肥肥效的某些原因。

为此拟订了如下的田间试验方案¹⁾(两年相同)。

对照: 纯厩肥 1000 斤/亩和硫酸铵 20 斤/亩(下称肥底)混合作基肥施入耕层,拔节中期追施硫酸铵 20 斤/亩(下称追肥),不施过磷酸钙。

处理 I: 肥底和过磷酸钙 40 斤/亩混合作基肥施入耕层,加追肥。

处理 II: 肥底,过磷酸钙 40 斤/亩于播种时条施在播种沟内,加追肥。

处理 III: 肥底,过磷酸钙 40 斤/亩作基肥,单独撒施在耕层土壤内,加追肥。

表 1 试验地土壤的基本情况*

年份	有机质 (%)	全氮 (%)	全磷 (P ₂ O ₅ %)	速效磷 (P ₂ O ₅ 毫克/100克土)	pH (水)	CaCO ₃ (%)	质地	前茬
1963	0.79	0.07		0.77	7.7		轻壤土	甘薯
1964	0.93	0.10	0.15	0.53	7.8	2.50	轻壤土	玉米

* 分析方法 有机质: 邱林法;全氮、磷: 以克氏法为基础的联合测定法;速效磷: 1% 磷酸铵法; pH: 比色法; CaCO₃: 量气法。

处理 IV: 厩肥 1000 斤,硫酸铵 40 斤,过磷酸钙 40 斤/亩,在追肥的同一天穴施在壟上。

每处理重复四次,采用双行顺向排列法。小区面积为 12 × 4 米²,每小区种植玉米 150 株,供试品种 1963 年为朝鲜白马牙,1964 年为白马牙,试验地的耕作管理水平略高于当地水平,耕作两次。于第二次耕作前施基肥。玉米生长期中,中耕三次,治虫两次,人工授粉一次。1964 年在 6 月下旬追肥后灌水一次,而 1963 年则未灌水。在玉米各主要生育期内,调查了生长发育状况,并对植株样品作了氮磷含量分析。

试验地土壤为发育在河流冲积性母质上的浅

色草甸土,地下水位通常为 1.5—1.7 米,具有良好的灌溉条件。表 1 表明,试验地土壤肥力水平比较低,特别是速效磷的含量,远不能满足一般作物的需要。

* 参加田间试验的有我校原四年级学生刘涛、王万顺、孙宝霞等同学,并有希联同志参加部分分析工作,特此致谢。

1) 1963 年试验中厩肥为 1500 斤/亩,追肥时间为拔节后期。1964 年试验地在施肥底前,已施入 4000 斤/亩厩肥。追肥是在取了拔节期样品后三天施的。

二、结果及讨论

1. 磷肥及其不同施用方法的增产效果。

两年来的试验结果表明,在供试土壤上对玉

米施用一定数量的过磷酸钙有显著的增产效果(表 2、3),其增产率因施肥方法不同而有差别,为 5—36%。这进一步说明了施肥方法对于磷肥的肥效也有显著的影响。其中,过磷酸钙和有机肥

表 2 試驗各处理的产量及增产率

年份	处理	平均产量 (斤/亩)	增产比较 (%)	供试作物	年份	处理	平均产量 (斤/亩)	增产比较 (%)	供试作物
1963	CK	278.2	100	朝鲜白马牙	1964	CK	591.8	100	白马牙
	I	379.1	136			I	646.2	109	
	II	250.9	90			II	667.2	113	
	III	303.9	109			III	624.0	105	
	IV	300.2	108			IV	631.3	107	

料混施的处理两年均显著增产,撒施和作追肥穴施的两个处理两年产量也均有所增加,但效果不显著,作基肥条施的处理,1963年减产,1964年则是四种处理中增产最高的。因此对这一处理目前尚不能作结论。但考虑到这一处理1963年在幼苗期和蹲苗期的生长比对照良好,影响产量是生长后期发生的,同时1963年其他试验中磷肥条施有效果,可惜我们当时未及分析减产原因。另外,条施方法本身有它的优点,如省工省肥等,故磷肥条施的肥效值得进一步试验确定。

表 3 試驗各处理之产量差异 (1964年)

处理	平均产量 (斤/亩)	产量差异(斤/亩)			
		II	I	IV	III
II	667.2				
I	646.2	21.0			
IV	631.3	35.9	14.9		
III	624.0	43.2*	22.0	7.3	
CK	591.8	75.4**	54.4**	39.5*	32.2

5%显著平准=38.09; 1%显著平准=53.46。

施肥方法影响磷肥肥效的原因看来主要仍然是受着水溶性磷在土壤中的转化规律的影响。按照 E. O. Huffman 等人的见解^[5],水溶性磷肥在施入土壤以后,虽然能在一个相当长的时期内增高肥料颗粒周围土壤中的速效磷含量,但以后即被固定为难溶性的磷酸钙。因此,可以说把过磷酸钙单独施入土壤的处理,虽然在初期也具有较高的有效性,但以后显然是由于被固定的结果而降低了。和有机肥料混施的过磷酸钙,则因肥料颗粒被有机质所吸附或包被,减少了和土粒的直接接触机会,也就比较不易被固定,从而能在更长

的时间内保持较多的速效磷。条施的磷肥则可能因一直集中在植株根系的附近,而更有利于被吸收,磷肥作基肥的增产效果比作追肥要好。因为追肥时期通常比较靠近作物生长的中后期,此时作物的根系已经伸入到较深的土层中,和肥料接触的机会就少了。另一方面据某些资料所述^[6],玉米磷素营养的临界期,大约是在播种后两星期,出现 3—4 片叶子时开始的,而大量需磷时期则是在繁殖器官形成阶段。因此在头一个月內缺磷,即会影响到植株的生长,特别是果穗的形成。看来,正是因为作追肥的磷肥错过了临界期,效果才显得不如作基肥的处理。但由于它终究赶上了营养盛期,所以仍旧比不施磷肥的增产了。玉米各生育期,生长量的测定也说明了这一点。

综上所述,我们得出了两个初步看法:第一,从玉米的幼苗期直到果穗灌浆期,磷素营养始终需要保持在较高的水平,尤其是幼苗期对于磷素的缺乏更是比较敏感,花青素的出现可以作为某种表征^[7]。我们对于幼苗紫苗率的调查也证实了这一点,例如 1964 年试验中,对照的紫苗率为 57%,而处理 II 仅为 12%。第二,在易溶性磷肥施用量较大时,将大部分磷肥与有机肥料混合作基肥翻入耕层土壤中,而将小部分集中条施在播种沟内,有可能进一步发挥磷肥的增产效果。这样既能满足植株苗期对于磷素的需要,又能满足其后期的需要。

2. 磷肥及其不同施用方法对玉米生长发育的影响。

在两年的试验中,我们会对各个处理中的玉米植株进行了株高、径粗、叶宽、叶片数和次生根数的测定。所得资料可以说明如下几个问题:

表 4 試驗各处理之产量构成因素 (1964 年)

处 理	穗 长 (厘米)	穗 径 (厘米)	每穗行数	每行粒数 (个)	每穗粒数 (个)	千粒重 (克)	双穗率 (%)	空株率 (%)
CK	19.7	4.5	9.9	41.6	411	387.5	2.5	2.5
I	20.5	4.4	9.8	44.3	434	413.2	4.0	1.8
II	20.5	4.5	10.0	44.2	441	418.4	7.2	0.8
III	20.2	4.5	10.0	42.4	424	395.0	8.0	1.7
IV	20.0	4.4	9.7	39.4	382	403.8	4.8	1.0

表 5 玉米的氮磷含量 (1964 年)

处 理	时 期	植 株			处 理	时 期	植 株		
		全 磷 ($P_2O_5\%$)	全 氮 (N%)	样品来源			全 磷 ($P_2O_5\%$)	全 氮 (N%)	样品来源
CK	幼苗期	0.64	4.14	地上部分每 处理 100 株 的平均样品	CK	收获后	0.81	2.27	每处理 1000 粒种子的平 均样品
I		0.75	4.37		I		0.87	2.44	
II		0.90	4.57		II		0.87	2.73	
III		0.80	4.60		III		0.83	2.63	
IV		0.72	4.15		IV		0.84	2.56	

第一, 磷肥的施用(不论以什么方法), 能够有效地促进作物的生长。除处理 IV 在追磷肥以前的各个测定值略低于或接近对照以外, 其余各处理的绝大多数测定值都高于对照。例如 1964 年玉米蹲苗期 I、II、III 处理之株高, 即为对照的 118—122%, 茎粗为 125—130%, 叶宽为 118—121%, 叶片数为 105—108%。至拔节中后期仍保持着这一优势。我们认为, 正是由于磷肥的施用促进了玉米的生长, 特别是增大了叶面积, 才保证了产量的增长。因为, 良好的生长状况是提高产量的重要前提。

第二, 不同施肥方法对玉米苗期干物质累积的影响是极大的。例如处理 II 中幼苗(地上部分)的干物质累积量比对照高出 28%, 处理 I、III 也均高出 16%。这显然是由于在施肥方法不同的条件下, 植株从土壤中吸收了不同数量的磷素所致(参阅表 5)。同样, 作为缺磷的外表征状之一的紫苗率也低些。

第三, 磷肥对于促进玉米的早熟是功效显著的。例如在 1963 年的试验中, 处理 I 各小区玉米植株的抽雄期和吐丝期分别比对照提前 3 天和 9 天完成。我们认为在北京以至华北这样一个秋季雨水过于集中、从而有涝灾威胁的地区, 玉米的提前发育和成熟, 是有重大意义的。如果把两年试验中各处理的产量和发育状况加以对比的话, 是不难看出这一点的。

3. 磷肥及其不同施用方法对玉米产量构成因素的影响。

从表 4 所列举的数值可以看出, 磷肥的施用及施用方法对玉米的穗长、每穗粒数、双穗率以及空株率均有一定的影响, 但却不够规律。其中只有千粒重和产量有着明显的一致性。这就说明, 玉米吸收磷素的数量对于种子的形成以及壮实, 有着重大的影响。因此千粒重的增加, 便成了籽粒产量增加的一个基本因素。

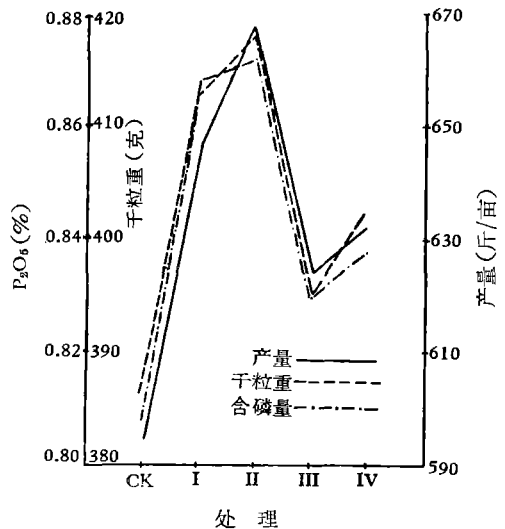


图 1 各处理玉米籽的含磷量、千粒重和产量的关系

4. 磷肥及其不同施用方法对玉米营养状况的影响。

从所得数据(表5)可看出:施用磷肥,不仅促进了植株的磷素营养,也促进了植株的氮素营养。在幼苗期和籽粒中含磷量高的植株,其含氮量也高一些。根据 Lloyd Dumenil 的见解^[8],植株体内的 N-P 平衡,对于玉米高产是一个重要因素,可见在一种养分不足的情况下,增加另一种养分往往不能获得显著的增产效果。

关于籽粒的含磷量、千粒重和产量之间的关系,在分析了各处理中籽粒的含磷量、千粒重以后,我们看到了这三者之间的较为明显的一致性(图1)。这说明:磷肥在促进玉米增产中的功效,主要是促进了籽粒的壮实,从而使千粒重增加。而千粒重的增加必须以植株的良好生长发育为前提。

三、摘 要

1. 两年来的试验结果说明:在北京地区的气候、土壤条件下,对玉米施用一定数量的速效磷肥,具有肯定的增产效果,其增产率为5—36%,因此在生产上施用无机磷肥是有利的。

2. 施用同种、同数量的磷肥,其增产效果随施肥方法的不同而不同。其中以作为基肥和有机肥

料混施的方法,增产效果比较突出。根据上述可以推想,如果将大部分磷肥与有机肥料混合作基肥,而用小部分在播种时条施,可望取得更好的增产效果。

参 考 文 献

- [1] 农业科学工作者经过三年的实地试验证明磷肥对华北贫瘠土壤有显著增产效果。人民日报,1964年7月9日第五版。
- [2] 陈尚谨等:石灰性土壤施用磷肥肥效的研究。中国农业科学,1期,34—38,1963。
- [3] 李永康等:磷肥效果与有效施用条件的研究。土壤通报,1期,18—20,1965。
- [4] 林成谷等:山西石灰性褐土地带提高磷肥肥效的研究。土壤通报,1期,4—12,1964。
- [5] Huffman, E. O. et al.: The Behavior of Water-soluble Phosphate in Soil. J. of Agricultural and Food Chemistry, 11:3, 182—187, 1963.
- [6] Гулякин, И. В. и др.: Реакция кукурузы на периодическое питание азотом, фосфором и калием. Изв. Тимирязевской С.-Х. Академии, 3, 105—109, 1958.
- [7] F. E. 贝尔主编(周礼恺译):作物的饥饿征状。41—43, 科学出版社, 1959。
- [8] Lloyd Dumenil: Nitrogen and Phosphorus Composition of Corn Leaves and Corn Yields in Relation to Critical Levels and Nutrient Balance. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 25: 295—298, 1961.