

磷肥在黑龙江省农业生产中的作用及影响其肥效的因素

赵 秀 春

（黑龙江省农科院土肥所）

我省施用磷肥的历史虽短,但发展很快,五十年代,大部分地方只施氮肥,不施磷肥,磷肥的施用量只有1万吨左右。六十年代为10万吨左右,七十年代末达40~50万吨。近几年,磷肥的施用量逐年增加,1983年国家拨给我省进口的三料磷肥和以磷为主的复合肥——磷酸二铵近百万吨,使施磷的面积和数量迅速增长。

六十年代,通过全省化肥试验网查明,全省约有1/3的地区为施磷有效区,到七十年代,随着氮肥施用面积和施用数量的增加,粮食和其它农产品的产量不断提高,由于作物按比例地消耗土壤中的氮磷养分,打破了低产时所保持的磷肥供需平衡关系,形成了缺磷土壤的面积和程度越来越大,施磷有效地区已扩大到全省的2/3左右。近年的试验表明,省内任何土壤、任何作物都是氮磷配合施用效果好,只是配合比例有所不同。六十年代施磷有效土壤、的速效磷临界值为3毫克/100克土,而现在8~10毫克/100克土中速效磷的土壤施磷也有效。此外,以前单施氮肥高效的土壤,尤其是占全省耕地一半左右的黑土,在水稻、玉米、谷子、高粱、小麦等作物上,如不配合施用磷肥,氮肥的效果就明显下降。

一、磷肥在我省农业生产上的作用

施用磷肥是促进我省粮食、油料、经济

作物、蔬菜、果树等早熟高产的重要技术措施,也是增强作物抗旱和抗低温冷害能力的有效手段。施用磷肥的主要作用是:

(一) **加速幼苗的生长。**其表现是:1.叶片出的快。我们试验不施磷肥的小麦三叶期时,施磷区进入4叶期,不施磷肥的玉米4叶期时,施磷区为4.5~5片叶。2.植株高,叶子大,叶色深。试验未施磷肥的玉米株高为25.2厘米时,施磷的玉米株高为30.8~34.3厘米,比未施的高5.6~9.1厘米,叶面积增加36~48%,叶绿素含量增加11.9~18.2%。3.干物质积累的快,积累的多。玉米6叶期施磷肥的植株干物重比不施的增加43.4~76.4%;高粱、谷子施磷比不施的干物重增加30~50%。4.根系发达,施磷肥的玉米根系干重比不施的增加68~127.5%。

(二) **促进作物的生长发育,提早成熟。**施用磷肥,作物生长发育快,高粱拔节期和孕穗期提前4~5天,玉米抽雄期提前6~8天,大豆开花期提前2~4天。施磷肥的作物一般早熟4~7天。特别是低温年份,磷肥促早熟的作用非常明显。

(三) **施用磷肥能增加大豆的分枝和结荚数,促进根瘤发育。**不施磷肥的大豆荚数为28~32个,施磷肥的为56~65个。施磷肥的大豆根瘤多,根瘤大,单株根瘤比不施磷的重,在黑土上增加33.3~55.6%,在白浆土上增加61~192%。施用磷肥能增强大豆根瘤的固氮

※ 本图材料为韩连春同志提供。特此感谢。

活性，我所试验不施磷肥大豆的固氮量为3.01公斤，施磷肥的固氮量为3.96公斤。

（四）施用磷肥能改善作物的品质。施磷肥使大豆含油量提高1～2%，甜菜含糖量提高1～2度，向日葵种仁含油率增加1.3～2.6%。小麦千粒重提高1.2～1.6克，玉米百粒重提高1～2克。

（五）施用磷肥能增强作物的抗旱、抗寒力。我省年平均气温低（-5～4℃），无霜期短（90～120天），春季干旱多风，秋季每隔几年周期性的出现低温、早霜。有的年份早春出现低温冷害，影响作物幼苗生育。施用磷肥使幼苗生育健壮，根系发达，吸水能力强，因而增强了抗旱能力。

施用磷肥的作物，植株体内含糖量高，抗寒力强。1975年我们在林口县五林公社进行试验，5月16日突然降温，夜间气温降至0～-3℃，未施磷肥的玉米苗普遍受冻害，并呈现紫红色，施磷肥的玉米苗则未受冻害呈碧绿色。

1981年为延迟型冷害年，水稻受害较重，鸡东、桦川、汤原、尚志等县进行的水稻施肥试验，单施氮肥区的水稻空秕率高达17.8～44.3%，比不施肥区增加6.1～11.8%，千粒重下降0.1～2.9克。施用磷肥明显的减

少空秕率，增加千粒重。施磷区空秕率减少7.3～12.3%，千粒重增加0.6～3克。

二、影响磷肥效果的因素

施用磷肥对实现高产、稳产，确保丰产丰收的作用已逐渐被我省各级农业领导重视和广大农民所认识，但磷肥的增产效果受土壤的理化性质(有机质、粘粒含量、pH、铁、铝、钙的含量等)、气候条件、施用技术及其它农业技术措施等许多因素的影响。通过试验研究认为：土壤的磷素贮量及供应状况，氮肥施用情况，磷肥本身的施用方法对磷肥效果的影响最大，是影响其肥效的主要因素。

（一）土壤的磷素贮量及供应状况

1. 我省主要土壤中的磷素含量：我省土壤的全磷含量为0.05～0.45%。黑土、草甸白浆土、暗棕壤、河淤土的全磷含量高，一般在0.1～0.3%之间，碳酸盐黑土、岗地白浆土、风砂土全磷含量低，在0.05～0.09%之间（表1）。磷素贮量的分布为北部高、南部低、东部高和西部低。在土壤的无机磷组成中，闭蓄态磷占30～50%。黑土中磷酸钙盐占12～17.9%，磷酸铁盐占12.6～25%，磷酸铝盐占10～11.5%。微酸性的白浆土中以磷酸铁、铝盐为主，占无机磷总量的40%左

表 1 我省主要土壤的化学成分含量						
土 壤 类 型	采 样 深 度 (厘米)	有 机 质 (%)	全 氮 (%)	全 磷 (%)	水 解 氮 毫克/100克土	速 效 磷 毫克/100克土
黑 土	0～20	2.0～10.0	0.15～0.50	0.1～0.25	11～87	1.0～5.5
	20～40	1.5～5.4	0.11～0.34	0.07～0.23	8～56	1.2～3.5
白 浆 土	0～20	2.5～8.7	0.19～0.40	0.10～0.30	13.5～21.3	1.0～2.2
	20～40	1.2～3.8	0.14～0.26	0.08～0.22	7.1～10.4	0.3～0.8
河 淤 土	0～20	2.0～6.4	0.15～0.42	0.13～0.20	12.5～19.9	1.8～8.6
	20～40	1.8～5.2	0.16～0.35	0.12～0.19	9.9～14.6	1.7～2.4
暗 棕 壤	0～20	3.0～5.5	0.22～0.38	0.12～0.20	2.3～2.9	1.9～2.5
	20～40	2.2～2.4	0.15～0.17	0.12～0.13	11.7～12.8	0.5～0.7
碳 酸 盐 黑 土	0～20	2.5～3.1	0.18～0.24	0.05～0.09	9.5～12.5	0.5～9.6
	20～40	0.9～2.8	0.10～0.17	0.04～0.08	8.3～11.5	0.5
风 砂 土	0～20	1.1	0.1	0.05	9.6	6.2
	20～40	1.8	0.13	0.06	7.5	3.4

右。碱性的碳酸盐黑土和盐碱土则以磷酸钙盐为主；占无机磷总量的 32～36％。

2. 土壤中速效磷的丰欠程度是决定施磷效果的关键因素。我省的试验结果和生产实践证明，施用磷肥效果的大小与土壤有效磷的含量密切相关。我省东部虎林、密山、林口一带的白浆土，西部的碳酸盐黑土、风砂土，北部的暗棕壤，北安、嫩江一带的黑土，有效磷含量低，施磷效果极显著。1 斤五氧化二磷可增产玉米 4.8～24.9 斤，谷子 4.5～23.3 斤，小麦 7.5～13.5 斤，大豆 3.5～20.3 斤。1980 年我们与 856 农场科研所协

作，在岗地白浆土有效磷为 1.83 毫克/100 克土的地块上，对玉米、大豆进行了不同磷肥的试验。亩施五氧化二磷 10 斤，三料磷肥增产 53.5％和 54.2％，1 斤 五氧化二磷增产玉米 18.1 斤，大豆 6 斤；安达产的过磷酸钙增产 54.9％和 42.4％，1 斤 五氧化二磷增产玉米 18.6 斤，大豆 4.74 斤；南京产过磷酸钙增产 51.4％和 27.8％，1 斤 五氧化二磷增产玉米 17.4 斤，大 豆 3.1 斤；磷酸铵增产 60.6％和 42.4％，1 斤五氧化二磷增产玉米 20.5 斤，大豆 4.74 斤。各种磷肥的增产效果均极显著（表 2）。

表 2 岗地白浆土施用不同磷肥对玉米、大豆生育及产量的影响												
肥 料 名 称	玉 米					大 豆						
	株 高	茎 粗	穗 长	百粒重	亩 产	株 高	百粒重	亩 产	茎 粗	百粒重	亩 产	茎 粗
	（厘米）	（厘米）	（厘米）	（克）	（斤）	（厘米）	（克）	（斤）	（厘米）	（克）	（斤）	（厘米）
三 料 磷 肥	185.2	2.55	15.3	29.0	520	153.5	18.11	45.3	16.9	172.2	154.2	6.05
南 京 过 石	183.9	2.47	15.6	28.6	513	151.4	17.41	79.3	15.4	142.8	127.8	5.11
安 达 过 石	185.4	2.52	16.0	28.1	525	154.9	18.61	44.5	15.8	159.1	142.4	4.74
磷 酸 铵	190.6	2.51	15.8	29.4	544.1	160.6	20.52	45.5	16.1	159.1	142.4	4.74
OK	168.7	2.29	15.0	26.4	338.9	100		34.3	15.4	111.7	100	

在含有效磷高的黑土上，单施磷肥则不增产。如我们在哈尔滨的黑土上试验，土壤中的速效磷为 8～12 毫克，施用磷肥对玉米的生育有明显的促进作用，但增产幅度不大，只有氮磷配合施用时，才能发挥增产作用。

我省新垦荒地中全磷含量虽高，但有效磷含量低，因而比老耕地更需要施用磷肥，施磷肥的增产效果也更为明显。

（二）氮肥施用情况

作物在生长代谢和合成作用中，需要有足够数量而且成一定比例的氮和磷，因此，在植物营养中氮素的供应就成为影响作物利用磷素的一个关键因素。在土壤中氮素不能满足作物需要时，单施磷肥往往不增产。氮肥对磷肥效果的影响，在我省大致可分为三种情况：

1. 单施磷肥增产不显著的土壤，如松缓
- 8 •

地区的黑土和三江平原的草甸土等，氮磷配合施，则能发挥磷肥的增产作用。

2. 施磷效果显著的土壤，如北部地区的黑土和暗棕壤等，氮磷配合施用更能满足作物生育的营养要求，并发挥氮磷连应的效果，提高磷肥的增产作用。

3. 施磷效果极其显著的土壤，如西部的碳酸盐黑土、东部的岗地白浆土，土壤中磷素含量极低的地块，氮磷配合并不提高磷肥的效果。但在连续施用磷肥和磷肥用量较高后，氮、磷肥配合施才能提高磷肥的效果。

省内大量试验结果表明，氮磷化肥配合施用是合理施用化肥，提高磷肥效果，增加产量的有效措施。其原因是氮肥可以促进磷的吸收。

第一、施氮可以促进根系发育，使根的吸收面积和根系伸展深度增加，从而促进磷

的吸收。

第二、施氮使根系吸收能力增加，导致磷的吸收增加。施氮可显著增加作物地上部产量，因而也就增加了磷的需要量，使根系更快的吸收土壤磷，在根系表面与土体之间造成了更大的浓度梯度，使远离根的土壤磷更快地向根系扩散。

不同形态氮肥的促进作用不同，施用铵态氮促进作用大，硝态氮促进作用小，作物吸收阳离子的铵态氮，必需吸收相同量的阴离子，因而磷酸离子也就被吸收了。而施用硝态氮时，因硝酸根是阴离子，就没有铵态氮那样的作用了。另一点是硫酸铵、氯化铵等氮肥的生理酸性可使磷酸盐的溶解度增加。Miller 等利用同位素和电子探针研究了NH₄⁺在根系表面对磷吸收的作用，观察到土壤中加入硫酸铵，根系表面没有磷的沉淀，而在加入硫酸钾的情况下，就存在磷的沉淀。

第三、施用氮肥，使植物体内含氮化合物加速形成，在这些化合物中，有些是含磷的，如核蛋白。也有一些含氮化合物成的形，需要磷的参加，这就使作物加强了对磷的吸收。

根据土壤条件和作物的需要状况，氮磷肥配合施用，是获得作物高产，提高肥料利用率的有效措施。

在我省大多数土壤上，氮磷配合的适宜比例，禾本科作物为 2:1~1:1，大豆、甜菜等需磷较多的作物为 1:2~1:3。

（三）磷肥的施用技术

1. 我省现行施磷方法中存在的问题

我省目前生产上施用磷肥还存在着盲目性和不合理的问题。主要的问题是：

1）单一施用；2）少数地块连年施；3）不分土壤、作物条件，同一方法、同一量施用；4）施肥部位浅。我省现行施磷肥的方法，主要是做种肥条施或穴施，施肥深度与种子同深或稍深 2~3 厘米，随着作物的生长，根系下扎后，则不能被有效利用，特别是我省经常春旱，表层土壤水分少时，更不

易发挥肥效，因而利用率低。

2. 国内外关于磷肥肥效的观点

近来在磷肥施用上所谓“化学肥效”和“位置肥效”引起人们的高度重视。过去强调磷肥施入土壤后易与铁、铝、钙结合成为难溶性的磷酸盐，而提倡要尽可能的集中施用，以减少和土壤的接触面积，而忽视了根系与肥料的关系。磷肥的特点是易被土壤表面吸收，在土壤中运动微弱，移动性小，磷在土壤中主要通过短距离的扩散作用而到达根际。据一些文献介绍，磷的扩散距离只有 0.02 厘米。植物养分接触到根系的比例，决定着作物对养分吸收利用效率的大小，作物根系只能接触到土壤体积的 2~4%。磷酸根离子虽然也能随着作物所吸收和蒸腾的水分而进行质流运动，但这种运动只能满足作物所吸收的总磷酸盐的一小部分。扩大磷肥与作物根系接触的面积，有利于增加作物的吸磷量。

于关磷的吸收、固定问题。过去认为磷肥施入土壤后，未被作物吸收利用的，是被土壤固定了，变成对作物无效态的了。近年的试验证明，在施肥当年，作物仅能摄取 10~25% 左右的磷，其余的则成为残余磷酸盐，是缓效化了，对下茬作物及以后几年中仍有效果。有时未表现效果，不是磷变成无效态的，而是由于缺乏其他元素，主要是氮素不足。为了提高磷肥的后效，必须有适量的氮保证。

3. 改进磷肥施法，提高磷肥肥效

我省除西部的碳酸盐黑土和盐碱土是碱性的之外，大部分土壤是弱酸性或中性土壤，没有像南方那样的酸性土壤。因此，有必要对我省三十年来不分土壤种类、土壤性质，一律强调磷肥要集中施用，防止被土壤固定的论点，提出商讨。根据我们进行的试验和有些单位的研究认为，改进我省施用磷肥的方法主要的是：

第一、要均衡施用：把磷肥施在缺磷的地块和需磷较多的作物上，和多年来一直施

用氮肥未施过磷肥的地块上，不要在少数地块上连年施用和大量施用。

第二、改变磷肥的施用部位，包括施肥深度和肥料的分散度。我们 1979 年开始这方面的探索，并与省内一些科研部门协作，共同研究改变磷肥的施用位置和施用方法。从我们和各地的试验结果看出，把现在生产上采用的玉米穴施、大豆条施磷肥的方法，改为带状深施的方法，使肥料在土壤中的分布状态、密度和深度均与穴施及条施不同，可提高磷肥的肥效。玉米及大豆带状深施磷肥的一般可增产 10～20％。有的点增产 30％以上。

磷肥带状深施有利于作物对磷的吸收利用。用 ³²P 进行的试验表明，磷肥带状施的玉米植株吸收的磷多，如在玉米 8～9 叶期测定磷的放射性比强(一克样品的脉冲数)，穴施的为 234.075，带状施的为 260.200，带状混施的为 346.950。玉米植株中的五氧化二磷含量，穴施的为 0.64％，带状施的为 0.73％。

4. 进行贮备施肥
磷肥当年的利用率只有 10～25％，可保持 3～4 年的后效。可结合轮作采取三年施一次磷肥的方法，把三年用的肥料一次施入，可减少施肥作业，降低生产成本。

积极采用先进农业技术措施 夺取八四年农业稳产高产 ——1984 年农业生产技术建议

袁 希 安

(黑龙江省农业科学院耕作栽培研究所)

我省农业生产受旱、涝、低温等因素的影响，产量波动很大，灾害严重年份波动幅度达 25％以上。据预报和分析，1984 年春不仅有许多地方将出现不同程度的旱象，而且部分地区还有涝害的危险，作物生育期间还会出现阶段性低温。因此，夺取 1984 年农业稳产高产，必须从思想上和物质技术上做好抗灾夺丰收的准备，把抗春旱、保春种，战低温、促早熟做为战略性措施来抓，做到主动防御，有备无患。

各地经验证明，同是灾年，凡采用先进农业技术措施的地方，都能抵御或减轻灾害所造成的影响，从而获得农作物稳产高产。主要措施有以下几点：

一、 调正作物布局，实行适地适种，充分发挥各地优势作物的增产作用

我省地域辽阔，南北东西形成了不同生态环境，北部地区地势高寒、土壤肥沃，但由于无霜期短，热量资源不足，只能种植小麦和早熟大豆，特别是嫩江地区北部、黑河地区南部、合江、牡丹江地区东部等地区，雨量多，土质肥沃，加之小麦生育期间无暴热天气，很适于小麦生长，这个地区小麦亩产可达四、五百斤，或者更高些。这类地区种小麦要比种玉米还高产，发展小麦，种好