

在黑土上施用磷肥对氮肥利用效果的影响

罗日东 洪淑琴 蔣奇彦

(吉林省农业科学院土壤肥料研究所)

土壤特性及其供应作物养分的状况,对于施入肥料的效应有密切关系。在石灰性土壤中缺乏磷素而氮素供应又相对丰富的情况下,单施氮肥而不施磷肥,表现不出良好的氮肥效应,如单施磷肥,效果则很显著^[1];土壤中氮素供应不足,又缺少磷肥,此时单施磷肥,也不能获得显著的增产效果^[2];氮、磷配合施用,协调土壤中氮、磷的供应,是发挥肥效的重要方法^{[3][4]}。

吉林省的黑土面积,接近全省耕地面积的二分之一,是主要粮食和大豆基地的土壤,但由于耕作、栽培、施肥、管理和其它因素影响的不同,形成了肥力特性上的差异,对于肥料效应也不尽相同。我省过去的研究资料,侧重在土类的区域肥料效果试验,对于同一土类中,而在农业生产上表现出显著肥力差异的低级分类单元的土壤,肥料效果试验则很少。

本试验的目的,是研究我省同属于中性、重粘壤质而肥力差异显著的两种黑土,施用磷肥对氮肥的利用效果,及根据这两种黑土的供肥特点,协调氮、磷养分的比例关系,以发挥肥料的最大效应,从而指导在不同肥力的黑土上的合理施肥。

试验方法

试验分两组进行。第一组试验是研究施用不同种肥,调整播种部位的营养状况,对玉米根系的生长速度及吸收能力的影响,以网室水泥圆桶和瓦氏盆钵同时进行试验。第二组试验是研究磷肥的不同施用量对氮肥利用效果的关系,同时进行田间和瓦氏盆钵试验。在两组试验中,除了第二组的田间试验外,都播种在两种同属于中性、重粘壤质但肥力有很大差异的黑土上。肥力较高的黑土,采自本院土肥所六区试验地,玉米、高粱、谷子等作物的常年平均产量水平,每亩都在600斤左右;肥力较低的黑土,采自附近人民公社四合屯,一般的产量水平每亩仅在200斤左右。两种土壤的前作都是高粱。主要农化特性如表1。

表1

供试土壤的主要农化特性

土 壤	腐殖质 %	pH		全 氮 %	易 水 解 氮 毫克/100克土	全 磷 %	速 效 磷 毫克/100克土	代 换 量 毫克/100克土
		水浸	盐浸					
四 合 屯 黑 土	1.663	6.8	5.8	0.127	3.972	0.079	1.970	25.61
土肥所六 区试验地 黑土	2.316	7.2	6.0	0.182	5.614	0.102	7.476	34.51

注:速效磷采用0.2N HCl浸提。

第一組網室試驗，是在直徑70厘米，深70厘米的无底水泥圓桶中进行。兩种土壤皆按耕作层、过渡层及底土分別采集，并按原來层次裝入桶中。

試驗处理为：

1. 不施肥；
2. P_2O_5 6 克施于种子下20—25厘米；
3. N 4 克作种肥， P_2O_5 6 克施于种子下20—25厘米；
4. N 4 克、 P_2O_5 4 克作种肥， P_2O_5 6 克施于种子下20—25厘米。

氮肥用硝酸銨，磷肥用过磷酸石灰。重复 7 次。在种子下20—25厘米施用磷肥的 2、3、4 三个处理，其中有三重复是用 P^{32} 标记过磷酸石灰施入，供分析測量根系向土壤下层，垂直伸透的速度。其余 4 次重复则为普通过磷酸石灰，供定期測定植物氮、磷养份含量。施在种子下20—25厘米深度的磷肥，是与相当于該层 5 厘米厚的土壤均匀混拌后层狀施入；作种肥的氮肥和磷肥是与种子下 2 厘米的土壤均匀混拌后层狀施入。5 月 21 日播种，复土 3 厘米，每盆播种 5 穴，最后留苗 2 株，5 月 29 日出苗。对于施用 P^{32} 的 2、3、4 处理的 3 次重复，每天測定叶片出現放射性的情况，开始出現放射性时，即認為根系已达到20—25厘米的深度。在施用普通过磷酸石灰的重复，出苗后兩星期第一次采集地上部分植株样本进行氮、磷含量分析，以后每隔一星期取株样一次，共取株样 4 次。

瓦氏盆鉢試驗，处理和施肥方法与網室試驗相同，但只取耕层土壤。作种肥的施肥量，每盆N素 1 克， P_2O_5 0.5 克，种子下20—25厘米施用 P_2O_5 每盆 1.5 克，重复 4 次。只作植株分析，不測产量。5 月 11 日播种，复土 3 厘米，在生長过程中，保持土壤最大持水量的 65%。5 月 19 日出苗，出苗后兩星期第一次取样分析，以后每隔一星期取样一次，共取样 4 次。

第二組田間試驗的处理为：

1. 不施肥；
2. N20 公斤/公頃；
3. N20 公斤/公頃、 P_2O_5 10 公斤/公頃；
4. N20 公斤/公頃、 P_2O_5 20 公斤/公頃；
5. N20 公斤/公頃、 P_2O_5 30 公斤/公頃。

所有施肥处理都作为种肥，与种子同时穴施。小区面积 90 平方米，6 行区，行距 60 厘米，穴距 60 厘米，行長 25 米，每行 42 穴，每穴留苗一株。田間設計采用随机区組法，重复 4 次。5 月 7 日施肥播种，复土 4—5 厘米，5 月 20 日出苗。

瓦氏盆鉢的施肥处理与田間試驗相同。每盆施用 N 1 克， P_2O_5 則分为 0.5 克、1.0 克和 1.5 克 3 級。5 月 11 日將肥料与播种部位 2 厘米厚度的一层土壤充分混合，平施盆中，于其上播种，复土 3 厘米。保持土壤最大持水量的 65%。重复 4 次。只作植株分析，不計产量。5 月 19 日出苗，出苗后 16 日第一次采取地上部分植株样本进行氮、磷含量分析，以后每隔一星期取样分析一次，共分析 4 次。試驗所用肥料，氮为硝酸銨，磷为过磷酸石灰。

試驗結果及分析

一、施用不同种肥的效果

(一) 不同种肥对玉米根系向土壤深层伸透速度及其吸收能力的影响

玉米根系发育及其吸收能力，与施肥部位和施肥种类有密切的关系。磷肥用作种肥，可促进植株苗期根系发育，从而增加吸收作物营养元素的作用〔5〕，S. E. Younts及 E. T. York〔6〕則謂集中施肥于表层12吋深度，刺激了玉米根系早期向土层下部伸透，对24—26吋土层深处的 Ca^{45} 吸收較多；而N. F. Farris〔8〕及J. B. Fehrenbacher〔7〕等的研究結果，則謂表层集中施用大量肥料，影响了根系向土壤下层伸透。从我們第一組試驗，施用不同种肥以探討根系向下垂直伸透速度的結果表明（表2），不施肥或只施N肥作种肥的处理，在两种肥力

表2 玉米幼苗出現放射性的時間

施肥处理	四 合 屯 黑 土		土肥所六区試驗地黑土	
	出現日期	出苗后天数	出現日期	出苗后天数
无 种 肥	6月14日	16	6月17日	19
N 种 肥	6月17日	19	6月14日	16
N、P种肥	6月19日	21	6月19日	21

水平的黑土上，对于根系向下层深透的速度，还看不出有什么規律，但是施用N、P作为种肥的处理，在两种土壤上，玉米开始吸收施于种子下20—25厘米部位 P^{32} 的日期，都比不施种肥或单独施用氮肥

作种肥的处理延緩2—5天。这个結果可能說明N、P配合作为种肥的作用，是协调了土壤表层N、P供应狀況，暂时满足了作物苗期生長的需要，因而延緩了根系向土壤下层垂直伸透的速度。

根系延緩向土壤下层垂直伸透，并不表明N、P配合作为种肥会減低根系的发育和吸收养分的能力，以玉米地上部分干物質的积累（表3）和植株体内N、P含量（表4）測定的結果，証明了根系发育旺盛，和增加了养分吸收的能力。因此，根系的作用，不应仅从根系向下伸透的速度来衡量，更重要的是采取措施，促进作物生育初期发展成龐大的根系。

表3 不同种肥对玉米地上部分干物質的积累 克/株

施 肥 处 理	取 样 日 数			
	14天	21天	28天	35天
四 合 屯 黑 土				
1. 不施肥	0.215	0.712	1.770	5.829
2. 种子下20—25厘米施磷肥	0.213	0.912	2.574	8.450
3. 氮肥作种肥20—25厘米施磷肥	0.306	0.844	1.944	9.279
4. 氮磷作种肥20—25厘米施磷肥	0.365	1.497	4.413	12.837
土肥所六区試驗地黑土				
1. 不施肥	0.267	0.772	1.888	6.831
2. 种子下20—25厘米施磷肥	0.265	0.869	2.417	8.638
3. 氮肥作种肥20—25厘米施磷肥	0.335	1.020	2.953	11.437
4. 氮磷作种肥20—25厘米施磷肥	0.455	1.780	4.663	13.480

表 4 不同种肥对玉米幼苗N、P₂O₅组成的影响

毫克/株

施 肥 处 理	14天		21天		28天		35天	
	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅
四 合 屯 黑 土								
1. 不施肥	6.78	1.39	23.15	4.78	58.98	9.98	169.68	38.18
2. 种子下20—25厘米施磷	6.74	1.59	29.04	5.96	86.15	17.58	225.19	64.14
3. 氮作种肥20—25厘米施磷	12.23	1.66	34.39	4.75	73.97	12.01	335.90	75.08
4. 氮磷作种肥20—25厘米施磷	17.29	3.57	60.52	12.29	163.28	27.98	445.19	96.28
土肥所六区試驗地黑土								
1. 不施肥	9.95	1.58	26.92	4.39	65.23	11.74	239.15	49.32
2. 种子下20—25厘米施磷	10.24	1.59	32.28	5.72	96.99	18.10	301.18	71.35
3. 氮作种肥20—25厘米施磷	14.50	1.77	41.64	6.14	116.02	21.71	406.93	93.21
4. 氮磷作种肥20—25厘米施磷	21.95	5.42	72.93	11.82	180.13	32.64	452.66	102.45

从表 3、表 4 还可看出:

1. 氮肥作为种肥的处理,虽能增加玉米植株地上部分干物质的积累和体内氮素的含量,但在根系未垂直伸透到20—25厘米施磷肥的深度时,并未发现显著增加植株体内的含磷量,直到根系垂直伸透到20—25厘米施磷肥层次深度以后(19天以后),才逐渐增加体内磷的含量,干物质的增加也越多。因而在这两种肥力水平的黑土上,只施氮肥而不配合施用磷肥,并不是最好的办法。

2. 氮、磷配合作为种肥的处理,在两种不同肥力水平的黑土上,从一开始测定,便可明显地看出:无论是玉米植株地上部分干物质的积累数量或体内氮、磷含量都比不施任何种肥的处理有成倍的增加,特别是根系未伸透到20—25厘米施磷肥深度之前,体内含磷量增加更多。从玉米地上部分干物质积累数量来衡量,也证明氮、磷配合施用,协调了磷素营养的供应,比单施氮肥更具有明显的优越性,是促进根系发育和增加吸收能力的有效措施,是合理施肥的一项办法。

(二) 协调土壤中磷素营养对氮素利用的影响

国内已有许多报导^{[2][3][4]},都论述了提高氮肥的供应水平,能更好地发挥磷肥的效果,氮、磷配合在多种土壤上都认为是一项增进磷肥肥效的有效措施,而氮肥与磷肥混合施用,可以加强对氮肥的利用^[9]。我们试验结果,大体与国内报导一致。在供试的两种不同肥力水平的黑土上,对照与种子下20—25厘米处施用磷肥的两个处理,在出苗后第14天采取植株样品分析时,两个处理吸收氮素的数量,是接近一致的,但随根系逐步向土壤下层伸透,达到20—25厘米施用磷肥的部位时,施磷的处理由于改善了土壤中磷素营养的供应状况,植株不仅增加了磷的吸收,同时也清楚的表明,对土壤中原有氮素的吸收利用的数量也大大增加了。这种协调土壤中磷素营养能较多地利用黑土中的潜存氮素,可能是目前发挥黑土潜在肥力,提高作物产量的一种办法;但是为了不使黑土肥力降低,并且逐步培肥土壤,使作物产量不断提高,应该采取氮、磷肥配合施用的办法。

表 4 的资料还表明,氮、磷肥配合施用,能显著提高施入氮肥的吸收利用。在我国目前化肥供应尚不能满足生产需要的情况下,氮、磷配合施用以提高氮肥的利用效果,

是一种经济有效的措施。

二、施用磷肥数量对氮肥利用的效果

既然氮肥的利用受磷肥的影响，那末，氮、磷如何配合施用，才能充分发挥二者的肥效？第二组的盆钵试验和田间试验的结果，初步回答了这个问题。表5表明，两种不同肥力水平的黑土上的结果，趋势是一致的。在施用氮肥的基础上加施磷肥，不论加施的数量多少，在玉米生长前期，都显著地增加了氮素的吸收，而在施用不同磷肥量的三个处理之间，对氮素的吸收量，以N:P₂O₅为1:0.5为最适宜。从磷素的吸收量来比较，N:P₂O₅为1:1和1:1.5的两个处理植株吸收的P₂O₅量，显著比1:0.5的处理为多，而在1:1和1:1.5两个处理之间，则无多大差异。根据上述结果，从氮肥的经济利用和发挥其最大效益来衡量，在这两种肥力水平的黑土上，氮、磷配合比例，对于玉米幼苗生长期，似应以1:0.5为合适。但是从田间试验的产量结果（表5）来看，处理之间的差异并不显著。这种在高肥力黑土，N、P肥作为种肥能显著提高玉米苗期的生长，但在后期产量结果又表现不出显著差异的原因，需要进一步研究明确，以便在高肥力水平的黑土上，提供合理施肥的依据。

表5

磷肥不同用量对氮、磷利用的关系

毫克/株

处 理	16天		23天		30天		37天	
	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅
四 合 屯 黑 土								
照 对	7.67	1.49	14.05	2.64	17.60	3.68	35.85	9.19
N	10.06	1.58	26.55	2.89	38.95	3.42	76.33	9.87
NP ₁	26.16	6.20	46.83	8.16	57.62	11.81	96.79	18.36
NP ₂	23.20	7.30	41.95	10.34	57.99	17.55	117.48	24.53
NP ₃	23.47	9.90	42.89	11.62	57.66	17.11	123.89	23.93
土肥所六区试验地黑土								
对 照	11.77	1.77	19.75	4.18	22.00	7.47	57.98	23.10
N	12.86	4.47	31.73	5.17	53.66	10.94	140.91	—
NP ₁	24.97	5.80	52.71	10.43	61.13	12.54	133.40	30.20
NP ₂	22.86	7.81	52.71	13.41	64.35	14.70	129.16	28.82
NP ₃	25.42	9.32	44.29	13.34	59.45	18.89	126.45	36.37
N 1克/盆 P ₁ 为P ₂ O ₅ 0.5克/盆 P ₂ 为P ₂ O ₅ 1克/盆 P ₃ 为P ₂ O ₅ 1.5克/盆								

表6

磷肥不同用量与玉米的产量*

(单位：斤)

处 理	小 区 产 量
无 肥	48.18
N	46.98
NP ₁	49.14
NP ₂	50.88
NP ₃	50.88
最小显著差 (5%)	3.11

* 土肥所六区试验地

小 结

在两种同属于中性、重粘壤质但肥力水平有显著差异的黑土上，研究了施用不同种类和不同配合比例的种肥，影响玉米根系向土壤下层伸透速度及植株吸取氮、磷养分和产量的关系。

1. 氮、磷配合作为种肥，协调了种子附近土壤中的养分，根系得到了旺盛的发育，因而玉米生长前期吸收氮磷养分都比单独施用氮肥作种肥或不施种肥的处理有显著增加；生长前期根系的发展方向，似乎向营养协调的土层侧面延伸，而延缓了向土壤下层伸透的时间。

2. 施用磷肥后，改善了土壤中的磷素营养，不仅玉米苗期吸收磷酸较多，同时增加了土壤中潜存氮素的吸收及显著提高施入氮肥的利用。但为了保持和提高土壤肥力，及从发挥氮肥肥效和经济利用来衡量，采取磷肥配合氮肥施用是更为适宜的；氮、磷配合比例，在两种肥力水平的黑土上都以1:0.5的效果最好。

参 考 文 献

- (1) 李中平、鄒权祥等：山西石灰性褐色土上磷肥肥效試驗，土壤通报 1962, 1.
- (2) 沈梓培等：对江苏省施用磷肥的意见，中国农业科学 1961, 8.
- (3) 張乃凤：介绍五篇关于石灰性土壤施用磷肥的报告，1962年土壤学术会论文集。
- (4) 林成谷等：山西褐土地带提高磷肥肥效問題研究十年总结（1951—1961），山西农学院印。
- (5) 吉林省农业科学院土壤肥料系：磷肥施用深度对玉米生育和产量的影响，吉林农业科学 1960, 1.
- (6) S. E. Younts, & E. T. York, 1956, Effect of deep placement of fertilizer and lime on yield and root activity of corn and crimson clover. Soil sci Vol. 82, №2, 147—155.
- (7) J. B. Fehrenbacher, J. P. Vavra & A. L. Lang 1958 Deep tillage and deep fertilization experiments on a claypan soil. Soil Sci. Soci—Amer. Proc. Vol. 22, №6, 553—55.
- (8) N. F. Farris 1934 Root habits of certain crop plants as observed in the humid soil of new Jersey. Soil Sci. Vol. 38, №7, 87—112.
- (9) 山西运城农业专科学校：磷肥在石灰性土壤中变化规律試驗初报，土壤通报 1961.