

長春地区主要土壤大豆施肥問題的研究*

(第一报)

蔡元定 楊 金 宋守法

(吉林农业大学)

提 要

本文通过試驗結果証明，在含速效磷比較低的淋溶黑土中，施磷肥可改善大豆磷营养，能促进大豆的生長发育和根瘤形成，可显著提高产量；在肥力較高的草甸黑土上施磷肥則增产不多。此外，对各主要土壤中，施氮、鉀、鉬肥对大豆的生長发育和对产量的影响，也提出了不同的試驗結果。

長春地区为我省的主要大豆产区，但是对于該地区各种不同的土壤上大豆对各种主要营养元素的需要狀況，还缺乏系統而深入的研究。而确定在長春地区各个主要土壤上大豆对氮、磷、鉀、鉬的不同反应，这些营养元素对大豆生長发育和代謝的影响以及它們的增产幅度；闡明肥料作用与土壤中养分含量的关系，对于因地合理施肥以發揮肥料对大豆的增产作用來說，有着很大的意义。本文即为这方面的初步工作總結。

一、試驗方法和条件

盆栽試驗使用了三种不同肥力的土壤（草甸黑土、厚腐殖質层淋溶黑土，薄腐殖質层淋溶黑土）。試驗盆大小为 25×30 厘米，每盆裝土二十四市斤左右。設七个处理：O, P, NP, NK, PK, NPK, NPKMo。5—8 次重复。磷和鉀肥在裝盆时施入，每市斤土壤施 P_2O_5 ($CaHPO_4$) 和 K_2O (K_2SO_4) 各 0.05 克，施鉬（鉬酸銨）0.25 毫克。去年五月十八日播种，每盆播种子九粒，品种小金黄。五月二十四日出苗，六月十日定苗，每盆留三株。定苗后立即施入氮肥 (NH_4NO_3)，每市斤土壤施入 0.02 克氮。在分枝期普遍发生病毒病，生長发育受到严重抑制，直到开花期才恢复正常。

由于第一批播种的大豆感染了病毒病，我們于七月二日又播种了第二批。这次采用生育期短的早熟品种黑龙江41号。处理及施肥同前，只是將 NPKMo 处理改为 PKMo。七月七日出苗。七月十六日（第一片复叶期）定苗，每盆留四株。这批播种的大豆生長正常，并如期成熟。

此外，我們还在本校农場及長春地区各县基点的各种不同肥力的土壤上布置了田間

* 本試驗周祖澄、湯凤崗、富学仁等同志曾参加一部分工作。

試驗。各种試驗土壤的养分含量見表 1:

表 1 各种試驗土壤中速效性养分的含量

土 壤 种 类	水解性	速效性*	速效性**	附 注
	N	P ₂ O ₅	K	
校內草甸黑土 (田間試驗及盆栽試驗的土壤)	5.01	5.97	9.08	以 100 克烘干土中速效性养分的毫克数表示。
校內厚腐殖质层淋溶黑土 (盆栽試驗土壤)	4.50	2.44	8.65	
校內薄腐殖质层淋溶黑土 (盆栽試驗土壤)	2.95	1.49	9.03	
双阳泉眼公社, 草甸黑土	—	2.74	4.6	以 100 克风干土中速效性养分的毫克数表示。
榆树太平公社, 淋溶黑土	4.51	2.23	6.8	
农安伏龙泉, 黑砂土	3.17	2.40	8.0	
德惠布海公社, 草甸黑土	3.93	—	—	

* 速效 P O₅ 用 0.2N HCl 提取, 搖动一分鐘, 放置十五分鐘。

** 速效 K 用 10% NaNO₃ 提取, 搖动一分鐘。

由于一九六三年春旱比較严重, 田間試驗的出苗和保苗状况普遍不好, 給試驗帶來很大的影响。因此下面的試驗結果, 大多数是取自盆栽試驗。

二、試 驗 結 果

(一) 在各种不同土壤上肥料对大豆植株生長发育的影响

分枝初期的調查資料表明, 在厚腐殖质层淋溶黑土上 NK 处理对大豆幼苗的生長发育沒有影响或影响极少。这个处理在株高、叶数、叶長和叶寬等方面与对照接近或只稍有增加, 在分枝方面也只較对照稍早。而其余五个施磷的处理 (P、NP、PK、NPK、NPKMo) 在株高、叶数、叶長、叶寬以及分枝等方面都显著的高于或早于不施肥处理及氮鉀处理。因此在厚腐殖质层淋溶黑土上, 在播种时施磷肥能促进大豆幼苗的生長和提前分枝。在磷的基础上再加施氮、鉀或氮鉀, 对早熟品种黑龙江41号稍有促进作用, 而对小金黃的生長发育則沒有作用。此外, 在氮磷鉀或磷鉀的基础上再加施鉬, 对大豆幼苗地上部分的生長发育也沒有影响。

在薄腐殖质层淋溶黑土上, 肥料对小金黃大豆幼苗地上部分的生長发育的影响, 大致与厚腐殖质层淋溶黑土上相同, 即磷肥能促进大豆幼苗的生長。但是在这种土壤上各个不同处理的大豆幼苗生長得都比厚腐殖质层淋溶黑土上差些, 同时磷肥对幼苗生長发育的良好影响, 也比厚腐殖质层淋溶黑土上的小。此外, 在这种土壤上, 在磷的基础上再加施氮, 对幼苗的生長有稍好的作用。这可能是由于这种土壤中含氮量比厚腐殖质层淋溶黑土中低得多的緣故。

在肥力較高的草甸黑土上, 施磷肥对大豆幼苗地上部分的生長只起到很微弱的作用。而氮、鉀、鉬都完全沒起作用。

盛花期的調查資料表明, 在淋溶黑土上各个施磷处理的大豆植株与未施磷的 (O, NK) 差異, 比前期更加明显。这特別明显地表现在株高上, 未施磷处理的株高一般只

有施磷处理的株高的 $\frac{2}{3}$ 左右。同时各施磷处理的大豆植株，在分枝数、复叶数及节数等方面亦相应地比未施磷的有所增加（见图1、2）。

在草甸黑土上到这个时期，无论在盆栽試驗还是在田間試驗中，施磷的各个处理在植株地上部分的生長方面与未施磷处理的植株已沒有差異（见图3）。但是从图2和图3中不难看出，在此时期，生長在淋溶黑土上的大豆植株普遍要較草甸黑土上的差得多（管理及施肥等条件都完全相同），这种情况一直保持到大豆成熟期。

在大豆开花中末期，我們曾称量了各个不同处理的大豆植株的地上部分，根部及根瘤的烘干重，其結果列于表2、3中。

从表2、表3的数据中可以看出，到开花中末期，在淋溶黑土上施磷的各处理的大豆在株高、节数等方面与不施磷处理相比仍旧明显地占优势。此外，各个施磷处理的大豆植株的地上部分和根系的干重也大大超过不施磷处理。其中特别突出的是氮磷处理，它的地上部分的重量比不施磷的多一倍左右，根重也比不施磷的处理高100—50%。氮鉀处理的大豆植株的地上部和根部的干重，一般要比不施肥的处理高。在磷的基础上再施氮和鉀一般亦比單施磷的干重稍高。从开花中末期到鼓粒期是大豆一生中积累干物質和吸收无机营养元素最强烈的时期。在这时期地上部和地下部的干重愈高，則表明光合器官和吸收器官发育得愈繁茂，因此光合产物与无机营养元素便自然积累得愈多，大豆結荚也將愈多，最后的产量亦愈高。

表2 在开花中末期肥料对小金黃大豆地上部和地下部的影响

土壤	处理	株高 (厘米)	节数	每盆植株地上部 鮮重(克)	每盆根鮮重 (克)	每盆根瘤数	每盆根瘤风干重 (克)
厚溶 腐黑 殖土 质层 淋	O	39.26	9.30	142.5	42.00	475	1.30
	P	54.00	11.67	255.0	71.30	549	2.50
	NP	61.60	15.00	299.5	104.80	665	3.00
	NK	46.80	9.70	201.5	64.20	745	2.20
	PK	51.07	13.30	277.0	100.10	707	3.00
	NPKMo	61.17	14.67	268.0	83.40	775	2.40
薄黑 腐土 殖质 层淋 溶	O	38.33	12.66	150.5	34.20	471	1.40
	P	45.83	15.00	199.5	50.00	725	2.60
	NP	64.33	15.67	275.0	71.60	626	2.15
	NK	42.50	12.66	115.0	34.65	338	0.82
	PK	53.83	14.66	285.0	77.00	1250	2.80
	NPK	50.03	13.30	269.5	77.70	659	2.40
NPKMo	52.00	12.00	232.5	34.80	626	2.40	

表3 在开花中末期肥料对黑龙江41号大豆地上部和地下部的影响

土壤	处理	株高 (厘米)	节数	每盆植株地上部 烘干重(克)	每盆根烘 干重(克)	每盆根瘤 烘干重	每盆植株的 烘干重(克)
厚黑 腐土 殖质 层淋 溶	O	26.75	7.00	10.0	4.00	0.30	14.30
	P	33.12	8.75	16.0	6.60	1.40	24.00
	NP	44.37	8.75	22.5	5.85	0.65	29.00
	NK	28.65	7.25	14.0	4.90	0.40	19.30
	PK	41.00	9.00	18.0	7.50	1.50	27.00
	PKMo	38.00	8.50	17.0	5.25	1.30	23.55
	NPK	37.37	8.25	18.5	7.60	0.70	26.80

草	O	46.50	9.50	20.0	5.70	1.10	26.80
	P	44.50	9.50	22.5	5.70	1.10	29.30
甸	NP	46.50	9.75	24.5	5.55	0.65	30.70
	NK	45.50	8.75	23.5	4.65	0.40	28.55
黑	PK	44.75	9.00	21.0	5.30	1.00	27.30
	PKMo	46.75	9.50	20.5	5.90	1.30	27.70
土	NPK	47.00	8.50	23.0	5.40	0.70	29.10

在这个时期，我們也测定了根瘤的数量和重量。从表2和表3中所列的数字可知，在厚腐殖质层淋溶黑土上各处理的根瘤干重的次序为 $PK > P > PKMo > NPK (NPKMo) > NP > NK > O$ ；在薄腐殖质层淋溶黑土上其规律亦类似，只是不施肥处理的根瘤重高于NK处理。在草甸黑土上由于土壤本身含磷较丰富，各处理每盆的根瘤干重的次序则为： $PKMo > P=O > PK > NPK > NP > NK$ ，其中PKMo, P, O, PK四个处理的根瘤干重相差不大，NPK和NP的根瘤干重差别亦不明显。因此我們可以得出下面的結論：磷酸供应丰富能刺激根瘤的形成，施氮肥则起相反的作用，会抑制磷对根瘤形成的刺激作用，鉀对根瘤的形成可能也稍有良好的作用；而在我們試驗的土壤上鉀对根瘤的形成可能沒有作用。

最后，在成熟期的調查資料表明，在淋溶黑土上施磷肥各处理的大豆在株高方面比不施磷的高10—20厘米左右（在小金黃大豆上株高差異比較明显），其节数、分枝数亦相应地增多，从而結荚数大为增加。施氮鉀的处理在上列措施方面只比不施肥处理稍高（見图4—5）。而在草甸黑土上各个不同处理之間株高、分枝数、节数和結荚数的差異不明显，看不到一定的規律（見图6）。

(二) 在各种不同土壤上肥料对大豆籽粒产量的影响

表4 各种不同施肥处理对小金黃大豆产量的影响

土壤类型	处 理	單株总結荚数	單株粒数	每盆粒重(克)	增 产 率	注
厚黑 腐土 殖 质 层 淋 溶	O	25.66	56.10	26.55±5.03	—	重复3—4次，用分別 处理法計算試驗誤差。
	P	45.99	108.25	56.91±3.25	+114.35	
	NP	39.89	93.19	55.59±2.30	+109.38	
	NK	29.25	63.59	29.85±3.35	+ 12.43	
	PK	44.92	99.92	51.12±4.16	+ 92.54	
	NPK	47.25	114.52	60.60±3.04	+128.36	
	NPKMo	50.33	112.75	59.16±2.78	+122.82	
薄黑 腐土 殖 质 层 淋 溶	O	28.80	55.18	27.60±0.22	—	重复4—7次，用分別 处理法計算試驗誤差。
	P	45.58	101.04	51.12±0.77	+ 85.22	
	NP	45.48	103.54	55.80±1.46	+102.17	
	NK	23.77	50.34	24.87±1.29	- 9.89	
	PK	45.17	103.84	56.37±3.23	+104.24	
	NPK	47.40	90.99	48.69±2.47	+ 76.41	
	NPKMo	43.42	98.83	53.13±0.25	+ 92.50	



图 1 薄腐殖质层淋溶黑土上小金黄大豆在盛花期的生长状况

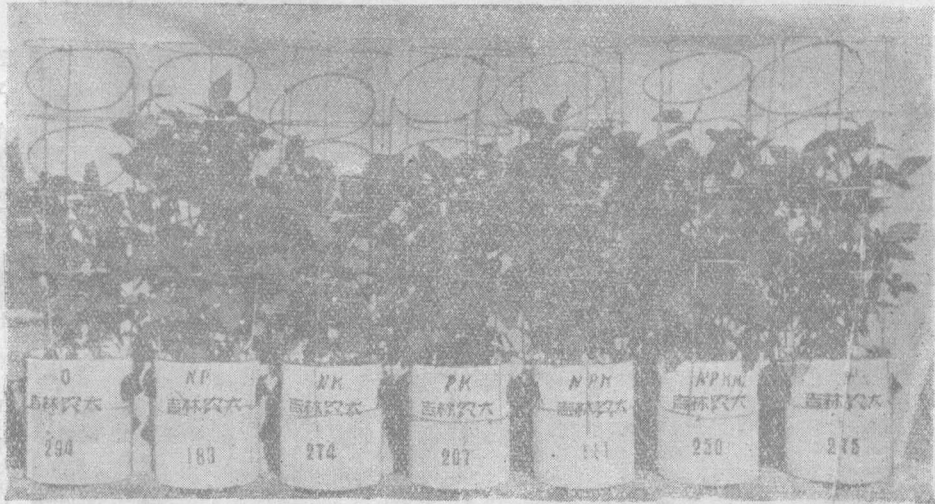


图 2 厚腐殖质层淋溶黑土上的黑龙江41号大豆在盛花期的生长状况

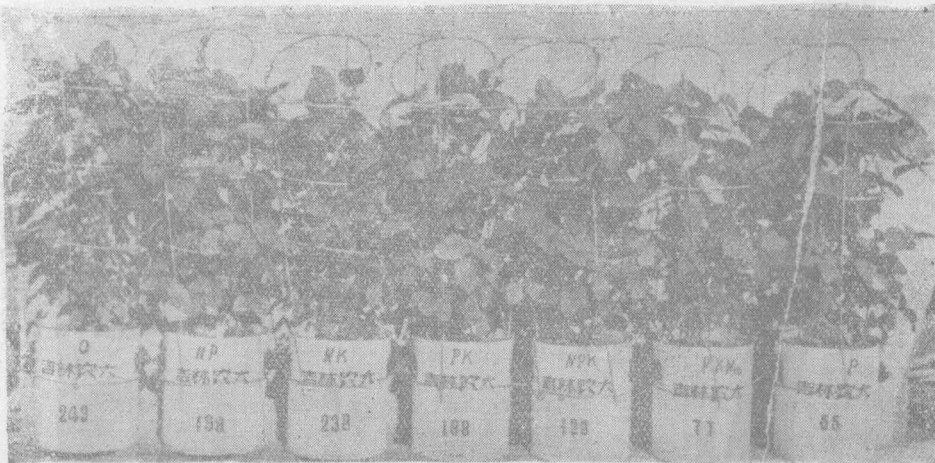


图 3 草甸黑土上黑龙江41号大豆盛花期的生长状况

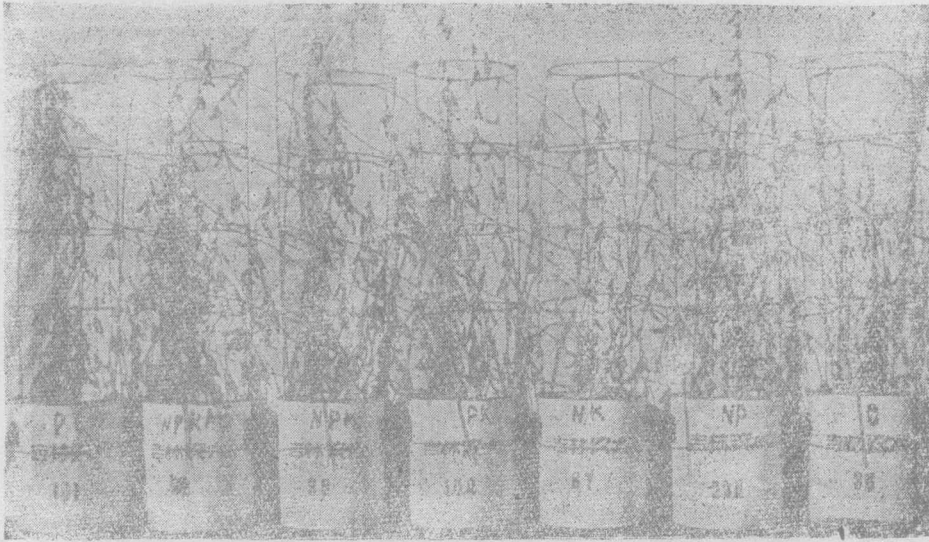


图 4
 熟期各个不同处理的结荚状况
 小金黄大豆在薄腐殖质层淋溶黑土上在成

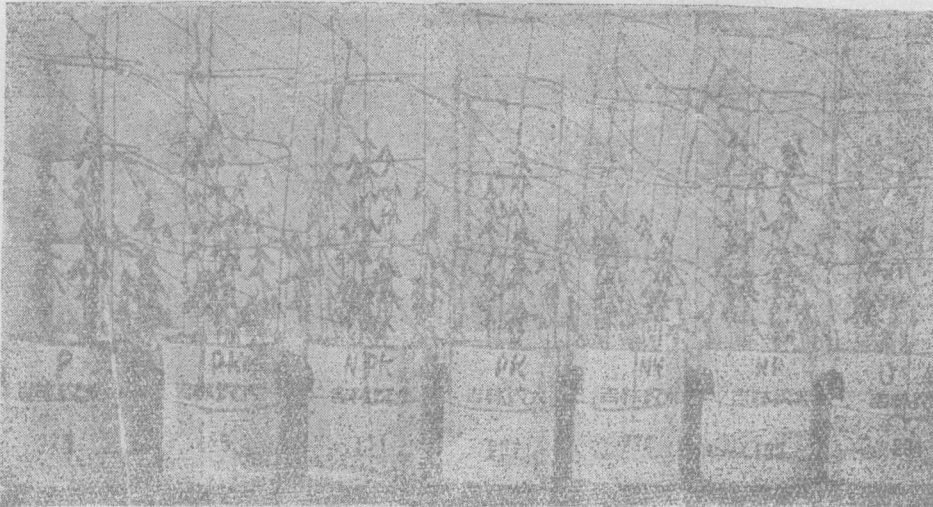


图 5
 成熟期各个不同处理的结荚状况
 在厚腐殖质层淋溶黑土上黑龙江41号大豆在

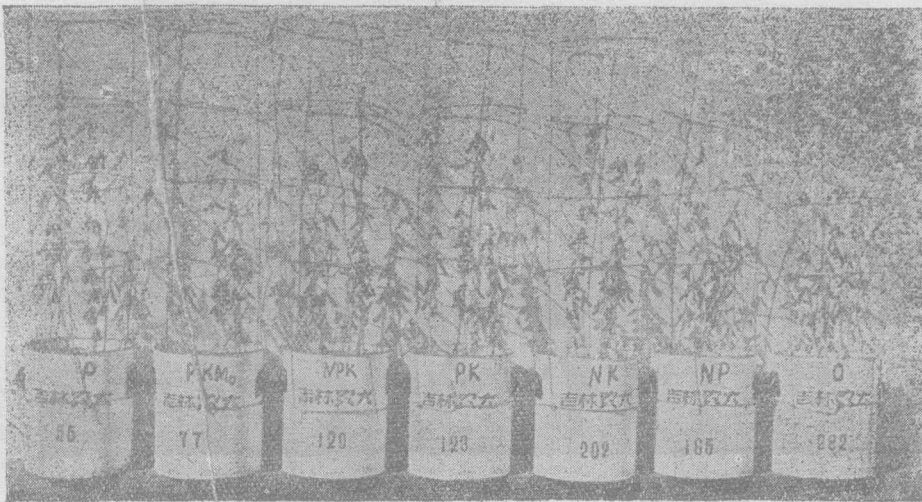


图 6
 各个不同处理的结荚状况
 黑龙江41号大豆在草甸黑土上在成熟期

表 5 不同施肥处理对黑龙江41号大豆产量的影响

土壤	处理	單株总結莢数	單株粒数	每盆粒重(克)	增产率	注
厚黑腐土 殖質 淋溶	O	13.00	25.40	16.48±2.71	—	重复三次, 用綜合处理法計算試驗誤差。
	P	20.11	43.69	29.20	+92.23	
	NP	23.62	45.50	31.68	+7.28	
	NK	14.89	29.72	17.68	+73.33	
	PK	20.17	42.25	28.40	+93.45	
	PKMo	23.24	45.83	31.92	+93.69	
	NPK	22.28	43.06	31.88	+77.18	
草甸黑土	O	22.68	45.95	34.68±2.66	—	重复五次, 用綜合处理法計算試驗誤差。
	P	24.67	54.77	40.00	+15.34	
	NP	28.15	52.22	39.92	+16.11	
	NK	25.25	51.53	35.60	+2.65	
	PK	27.35	56.56	41.48	+20.65	
	PKMo	24.30	47.50	35.80	+3.23	
	NPK	29.18	54.93	39.44	+13.73	

从表4—5的产量数字中可以看到,在淋溶黑土上大豆施磷肥有很明显的增产效果。在盆栽試驗中在厚腐殖質层淋溶黑土上施磷肥时黑龙江41号大豆增产率达77—80%;小金黄大豆增产率达100%以上。施磷比不施磷的处理在單株总結莢数上大大提高(几乎增50%),并且二粒莢和三粒莢增多(表现在小金黄大豆上),因此單株籽粒数增加,产量便大大增加。而在厚腐殖質层淋溶黑土上施氮对大豆增产效果不大。在盆栽中,單施氮只增产10%左右,在磷的基础上施氮增产15%左右(表现在黑龙江41号大豆上),在磷鉀的基础上施用微量的鉬,可能具有与施用少量氮肥相同的增产作用。鉀肥对增产沒有作用,或者反而会稍微降低产量。

在薄腐殖質层淋溶黑土上磷肥可使小金黄大豆增产85%左右。在肥力較高的草甸黑土上情形就截然不同,施磷肥在盆栽試驗中只增产20%以下,氮肥和鉀肥对产量完全沒有影响。

在田間条件下,在草甸黑土上所做的施用磷肥和氮肥对大豆的增产效果試驗,也証明在这种土壤上施肥的效果很低。例如,我們在1960年所做的大豆氮肥用量田間試驗表明,在我校农場的草甸黑土上,在施用大量磷鉀的基础上施氮肥(無論施用量多少),对大豆籽实产量及品質不但沒有好的影响,而且还会稍稍降低籽粒产量和粗脂肪含量(見表6)。

因此,在肥力較高的草甸黑土上施氮肥对大豆不会有好的效果。不但如此,在長春地区肥力較低的淋溶黑土上氮肥增产作用也不大。在我們盆栽試驗中在淋溶黑土上施氮只增产10%左右,而根据我省各地的田間試驗的报导,除个别外,在一般土壤上施氮肥的增产率都在5%以下。因此在我省中部地区的土壤气候条件下,除了很缺氮的土壤外,氮肥对提高大豆产量的意义可能不大。

表 6 在草甸黑土上氮肥用量对大豆(哪嚕豆)植株生長产量和品質的影响

处理	平均株高(厘米)	籽实平均产量(市斤/市亩)	粗脂肪%	粗蛋白%
O	68.0	308.88	19.44	41.16
N ₁₀	68.5	302.22	19.11	41.03
N ₃₀	69.3	306.66	18.97	41.11
N ₆₀	69.8	303.78	18.01	41.84
N ₉₀	73.4	304.45	18.59	41.12

注: 小区面积100平方米, 重复三次。每市亩施有机肥一吨, 过石60市斤, 硫酸鉀13.33市斤做肥底。施氮量高的处理的氮肥, 在不同生育期中分若干次施入。

一九六三年我們曾在我校農場的草甸黑土上做了大豆施用磷肥的田間試驗，結果表明在大田條件下在這種土壤上磷肥對大豆增產效果也不大，增產率在 5% 以下。因此在農業生產中對大豆施用磷肥時，亦不應在肥力較高的草甸黑土上施用。

此外，表 5 的資料還表明了這樣一個值得注意的現象，就是在草甸黑土上大豆完全不施肥時的產量，比在淋溶黑土上施完全肥料的處理的產量還高 9%；同時在相同的施肥和管理的條件下，草甸黑土上大豆的產量比淋溶黑土上的普遍高 30% 左右。

一九六三年我們還在長春地區各基點與當地農業技術推廣站合作，做了氮磷肥對大豆增產效果的小區試驗。小區面積 200 平方米，重複 2—3 次。每市畝施有機肥料 2 噸左右做肥底，施用過石 26.7 市斤。試驗結果表明，在長春地區各種不同的肥力的土壤上施磷的處理在株高、節數、分枝數、每株莢數、每株粒數和百粒重等方面都高於對照，結果籽實產量也比對照明顯增加。其增產率在榆樹和雙陽的兩個點的比較肥沃的土壤上為 6—13%，絕對增產量為每市畝 13—30 市斤（對照單位面積產量為 220 市斤/市畝）；在農安的比較瘠薄的土壤（黑砂土）上增產達 50%，絕對增產量為每市畝 60 市斤（對照的單位面積產量為 113 市斤/市畝）。此外在農安的土壤上施氮亦增產 10% 左右。

（三）施肥對大豆植株內營養元素積累和物質代謝的影響

在圖 7 中表明了肥料對大豆植株內總磷量及各種磷化合物含量的影響。在該圖中，不論大豆品種如何，凡是生長在淋溶黑土上未施磷的大豆葉內總磷量都十分接近（0.34—0.38%）。而在含磷比較豐富的草甸黑土上不施肥處理的大豆葉內總磷量則比上述的高得多（0.45%）。因此大豆體內磷的含量與土壤中磷的供應好壞成正相關。

其次，在淋溶黑土上凡是施磷處理的大豆葉內的總磷量，都比不施磷的高得多。這種差異在小金黃大豆上表現得特別明顯，施磷處理的大豆葉內總磷量增到 0.5—0.6%，比不施磷的高 50% 左右；而在早熟品種黑龍江 41 號上則相差較小，施磷處理的總磷量為 0.4—0.43%，只比不施磷的高 8% 左右。這可能是由於這個品種的大豆對磷肥的利用力較差。至於生長在含磷比較豐富的草甸黑土上的大豆，這種差異就很小了。施磷處理的大豆葉內總磷量（0.45—0.47）只比不施磷的（0.44—0.45%）稍高。此外從圖 7 還可看出，在都施磷肥、品種及其他條件都相同的狀況下，生長在草甸黑土上的大豆葉內總磷量仍比生長在淋溶黑土上的高 12—14% 左右。因此大豆植株內所含的總磷量，與施肥與否，品種以及土壤性質都有密切的關係。

上述材料還表明，在淋溶黑土上施氮鉀的大豆的葉內總磷量與對照接近，因此在缺磷的土壤上單施氮鉀肥不能增強大豆對土壤中磷的吸收。但是在施磷的基礎上加施氮肥或鉀肥則能稍稍促進大豆對磷的吸收而提高葉內的總磷量。此外在含磷比較豐富的草甸土上施氮鉀肥亦能稍微促進大豆對土壤中磷的吸收。

從小金黃大豆葉內各種磷化合物的含量中可以看到，施磷肥時在各種形態的磷化合物中，主要是酸溶性無機磷含量大大增加，同時有機磷占無機磷的百分比下降。在盛花期，施磷處理的大豆葉內比不施磷處理的，在其他各種磷化合物的含量上亦稍有增加，但不如無機磷化合物含量增加得那樣明顯。因此，小金黃大豆植株內無機磷含量的多少，可以作為磷素供應條件好壞的一個重要指標。

在早熟品種黑龍江 41 號大豆上，只有不施肥處理的葉內無機磷含量較低，而不施

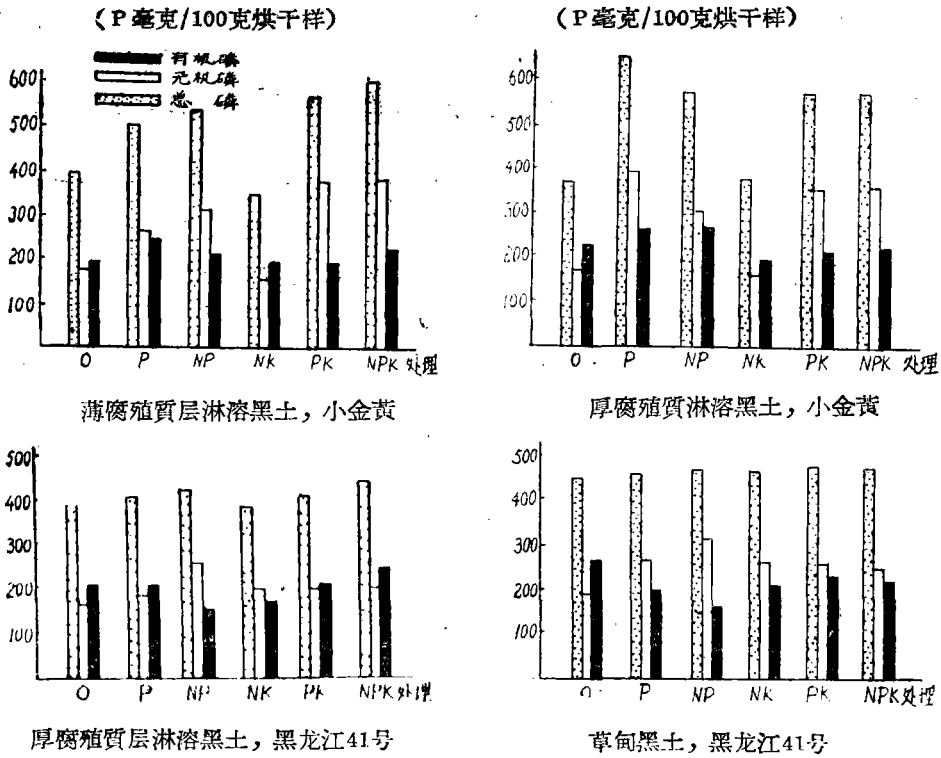


图 7 肥料对大豆植株上半部叶片内各类磷化物含量的影响 (盆栽試驗盛花期采样)

磷、施氮鉀处理的叶内无机磷含量則与施磷的相似，或者稍高些。但从測定的結果中可以看出，这种早熟品种大豆在两种不同的土壤上，在同样的盆栽試驗条件下，叶内无机磷含量有着明显的差别，即生長在草甸黑土上的大豆叶内，无机磷含量比生長在淋溶黑土上的高15%左右，而其余各类磷化物的含量則相差不大。因此在草甸黑土上的大豆，叶内总磷量高于淋溶黑土上的大豆叶内总磷量，这主要是由于无机磷含量增加的緣故。

在盛花期不同施肥处理的大豆植株上半部的叶内全氮和鉀的含量的測定結果表明，各个不同处理之間在含鉀量方面看不出明显的規律，这可能是鉀肥不起作用的原因。在含氮量方面，施磷的处理与在磷的基础上加施氮的处理相差不多，这可能是由于施用氮肥会抑制根瘤的形成，从而削弱了根瘤的固氮作用，因此在施氮时并不增加大豆植株内氮的含量。

三、結論与討論

(一) 在長春地区的大部分土壤中速效磷含量比較低 (1.2—2.7 毫克/100克土)，施用磷肥能改善大豆的磷营养，从而显著地促进大豆的生長发育和根瘤的形成。由于施磷肥时大豆的生長发育加强，因此，結荚数大增，結果籽粒的含量便显著提高。在盆栽試驗的条件下，在淋溶黑土上施磷肥的增产率达到 77—100%。長春地区各基点的田間試驗表明，施磷肥可增产10—15%左右，并且在單位面积产量比較低的瘠薄地上增产

更为显著。因此在長春地区大部分土壤上施磷肥对大豆都有較显著的增产效果。但是在我校农場的草甸黑土上，由于含磷比較丰富（速效磷含量6毫克 P_2O_5 /100克土），磷肥对大豆的增产作用不大。在盆栽試驗条件下施磷肥只增产10—20%，在田間試驗条件下其增产率降到5%以下。

盆栽試驗的結果表明，在淋溶黑土上对大豆施用适量氮肥（不論单独施还是在施磷的基础上施）对植株生長发育的促进作用不大，并且会抑制磷对大豆根瘤形成的良好作用。因此氮肥会削弱大豆的固氮能力。根据在盛花期对叶内含氮量的測定，施磷的处理与在磷的基础上加施氮的处理相比較，在含氮百分率方面并无显著差異，而且兩者的植株都生長得很好，在外觀上也无显著差異。因此，大豆在生長过程中对氮的需要虽很强烈，但在通常条件下給大豆施磷肥在一定程度上已同时起着加强大豆氮素营养的作用，再施氮肥反而会抑制这种以磷增氮作用，这可能是其效果不大的原因。在盆栽試驗中在淋溶黑土上施氮只增产10—15%左右。在長春地区的瘠薄的土壤（农安黑砂土）上在田間試驗中氮肥可增产10%左右。至于在我校农場的草甸黑土上，不論在田間試驗还是在盆栽試驗的条件下，氮肥对大豆植株的生長发育，籽粒的产量及品質都完全没有作用。因此在長春地区对大豆來說，氮肥可能只有在瘠薄、不利于根瘤菌生存（土壤通气不良、酸性、干旱等）的土壤上才有实际意义。

根据我們一九六三年在我校农場的淋溶黑土和草甸黑土上所做的盆栽試驗的資料，施鉀和鉬对大豆植株的生長发育都沒有显著影响。鉀对产量亦无作用，甚至有时还会降低产量，其原因需研究。但在淋溶黑土上施微量鉬可能有与施用少量氮肥相同的增产作用。

（二）根据文献資料^[1, 2]与我們的試驗結果，大豆对氮磷鉀的需要比玉米等对营养要求高的作物小得多，因此大豆对氮磷鉀肥料的反应亦远不如玉米等作物。例如，在我校农場的草甸黑土上玉米对氮磷鉀反应很好，但在这种土壤上施氮磷肥对大豆的增产效果則很小。所以在大豆地上施用氮磷鉀肥时为了收到經濟效益，应特別注意土壤中各种养分含量的多少。因此闡明在大豆上施肥的增产效果与土壤中各种养分含量之間的关系，对于指导大豆生产上的因地合理施肥來說，有着十分重大的意义。

根据表1所列的各种試驗土壤的分析数字以及前面的田間和盆栽試驗的增产数字，可以得出下面的大豆对肥料反应的初步分級：如果每百克土中速效鉀含量在8毫克左右，施鉀肥可能不会有增产效果；每百克土壤中速效性 P_2O_5 含量1—2毫克，施磷肥有很明显的增产效果；每百克土中水解性氮含量在5毫克左右时，施氮肥不会使大豆增产，水解性氮含量只有3毫克左右时，施氮肥可能使大豆增产。

一般來說，土壤越肥沃，施肥对大豆的增产效果愈小，在土壤肥力达到一定高度之后，施肥便不会表現增产效果；反之，土壤愈瘠薄，肥料的增产率就愈高。土壤肥力是否已达到施肥对大豆增产效果不明显的程度，我們認為可以用大豆單位面积产量来推断。目前我省中部地区大豆最高产量一般为每市亩产300—333市斤左右。在大豆亩产300—330市斤时，施磷肥的增产效果很小。大豆亩产200—260市斤时，施磷肥可增产10%左右。在亩产200市斤以下时，施磷肥（或氮肥）的增产效果就十分明显。同时在瘠薄地上不但施肥的增产率高，其絕對增产量也多。因此在农业生产上磷肥应首先施在

比較瘠薄的大豆地上，以便最充分地發揮它的增產作用。

(三) 根据上面盆栽試驗的資料可以認為，大豆营养体生長的好坏与產量成正相关。即某一施肥处理的株高、节数、叶数、分枝数以及植株重量愈高或愈多，一般結荚数就愈多，產量也愈高。因此在大豆生長期內調查以上的外部生長指标，就可以在某种程度上帮助我們預先推断肥料对產量影响的大小。

(四) 改善大豆磷营养，如施磷肥，会显著提高大豆叶內总磷量及无机磷含量。而在正常条件下和在一定範圍之內，大豆叶內的总磷量和无机磷含量与植株的生長、发育及產量之間存在着正相关。一般看来，凡是叶內总磷量和无机磷含量比較高的（在盆栽条件下总磷量在0.5%左右，无机磷含量在0.3%左右），植株的生長发育就比較旺盛，結荚多，產量亦較高。同时在总磷量增加时，在各类磷化物中主要是无机磷含量大为增加。有机磷的含量則比較稳定，增加不多。这种情况在小金黃大豆上表現得特別明显（但是在黑龙江41号大豆上由于总磷含量較低，在总磷量增加的同时，常出現有机磷含量增加而无机磷含量則变动不大的現象）。所以在小金黃大豆上可以將叶內无机磷含量的高低，作为磷素营养好坏和產量的高低的重要指标。

(五) 在盆栽試驗中表明，生長在淋溶黑土上的大豆从分枝期开始在植株的生長发育方面就普遍比生長在草甸黑土上的差得多，并且草甸黑土上的不施肥处理比淋溶黑土上的施完全肥料的处理还要好。这种差異愈来愈明显，并一直保持到成熟期。最后草甸黑土上施磷的各个处理的產量比淋溶黑土上施磷处理的普遍高25%左右。根据在盛花期对大豆叶的分析，草甸黑土上大豆叶內总磷量，特别是其中的无机磷含量，普遍比淋溶黑土上的高（总磷量一般要高出12%左右，无机磷則要高出25%左右）。此外，叶內的总氮量亦比淋溶黑土上的稍高。产生这种現象的原因，可能不仅是由于草甸黑土供应磷氮等营养物質的能力比較高，而且还由于草甸黑土具有淋溶黑土所沒有的良好性質，如有机質丰富、各种微量元素含量較高、土壤反应接近中性等等。我們認為，闡明淋溶黑土所不具备的这些良好的土壤理化性質，对于进一步提高淋溶黑土上的大豆產量有着重要意义。

主要參考文獻

- [1] 阿沙洛夫：农业化学讲义（中册），1964年。
- [2] Конарев 等：玉米產量形成的生理学和生物化学（俄文）論文集，48—51頁（有关植物內各种磷化物分析方法部分），1960年。