

# 不同施肥方法对大豆结瘤固氮和产量的影响

李淑贞 赵乃新

(黑龙江省农业科学院大豆研究所)

## 提 要

本试验采用乙炔——乙烯还原法(Hardy 等人 1968) 使用 SP—2305 型气相色谱仪研究了不同施肥方法对大豆结瘤固氮和产量的影响。其主要结果如下: 1、大豆施肥必须考虑大豆共生固氮的特点, 施肥既能促进根瘤的发育发挥其固氮能力, 又能给大豆补充营养。2、在当前生产条件下, 种肥每亩施磷 5~10 斤于种籽下 3~5 厘米时, 据大豆根瘤菌的固氮酶活性测定, 大豆生育期的单株固氮量较对照增加 61.4%, 达到了“以磷增氮”的效果。增产 7.9~14.9%。因此, 大豆增产重视磷肥的施用是必要的, 在缺磷的土壤上效果更显著。3、氮素作追肥, 亩追施氮 7 斤于垅侧开沟深施复土和结荚鼓粒期叶面喷氮肥, 亩施尿素 1.5~2 斤加水 60~80 斤。氮素主要抑制大豆主根根瘤的发育, 对侧根根瘤的发育是促进的, 单株根瘤数比对照高 16.2~67.6%, 单株根瘤重增加 4~14.9%, 增产 10.1~13.1%。结荚鼓粒期叶面喷氮肥, 增产 4.3~5.9%。

大豆具有豆科作物共生固氮的特点。固氮作用每亩可固定氮素 10~15 斤, 仅能满足大豆需氮的 1/3~1/2, 为了促进大豆增产, 仍需施肥。但大豆施肥必须考虑根瘤菌的固氮特点, 施用的肥料既能够促进根瘤的生育, 又能给大豆补充养分, 这是大豆合理施肥技术中的关键问题。几年来我们进行了大豆不同施肥法对结瘤固氮和产量的试验, 为大豆合理施肥提供依据。

## 一、磷作种肥对大豆根瘤发育和生育产量的影响

### 1. 磷对大豆的结瘤密度有促进作用, 并显著地促进根瘤生长

分枝期瘤重比无肥增加 40%, 盛花期增加 3.4% 鼓粒期增加 18.4%, 三个时期瘤重平

\* 丁希明同志参加部分工作。

表 1

种肥施磷对大豆根瘤发育的影响

1979 (盆栽)

各生育阶段根瘤状况		处 理	不 施 肥	P 种 肥	N+P 种 肥	有 机 肥
分 枝 期 (4/7)	根 瘤 重 (克)	主 根 瘤	1.3	2.0	0.6	0.4
		侧 根 瘤	8.7	12.0	5.8	4.8
		合 计	10.0	14.0	6.6	5.2
		%	100	140.0	66.0	52.0
	根 瘤 数 (个)	主 根 瘤	55.0	59.0	31.0	20.0
		侧 根 瘤	365.0	464.0	215.0	63.0
		合 计	420.0	523.0	246.0	83.0
		%	100	124.5	53.6	19.8
盛 花 期 (20/7)	根 瘤 重 (克)	主 根 瘤	2.2	2.4	1.7	2.0
		侧 根 瘤	20.8	22.4	27.0	20.6
		合 计	23.8	24.6	28.7	22.6
		%	100	103.4	120.6	94.9
	根 瘤 数 (个)	主 根 瘤	47.0	74.0	45.0	55.0
		侧 根 瘤	902.0	1690.0	1336.0	810.0
		合 计	949.0	1764.0	1381.0	865.0
		%	100	185.9	145.5	91.1
鼓 粒 期 (15/8)	根 瘤 重 (克)	主 根 瘤	3.0	3.0	2.7	1.1
		侧 根 瘤	35.0	42.0	62.0	60.2
		合 计	38.0	45.0	64.7	61.1
		%	100	118.4	170.3	160.8
	根 瘤 数 (个)	主 根 瘤	56.0	58.0	47.0	25.0
		侧 根 瘤	1718.0	2553.0	2276.0	2599.0
		合 计	1774.0	2611.0	2323.0	2624.0
		%	100	147.2	130.9	147.9

均增加 20.6%。根瘤的数量分枝期施磷比对照多 24.5%，盛花期增多 85.9%，鼓粒期增多 47.2%。三个时期的根瘤数比对照平均增加 52.5%。特别值得注意的是以磷做种肥对大豆生育期主根根瘤的发育都是促进的。分枝期、花期、鼓粒期三个时期主根瘤重平均增加 20.96%，主根瘤数平均增加 22.9%。

## 2. 磷做种肥增强了大豆单株固氮能力，达到了“以磷增氮”的效果

据大豆根瘤的固氮酶活性测定，平均单株固氮能力显著高于对照。田间试验和盆栽

试验都得到同样趋势。盆栽条件下，大豆分枝期，盛花期，鼓粒期三个时期的单株固氮

表 2 施磷肥对大豆草株固氮量的影响

年 度	处 理	分 枝 期		盛 花 期		鼓 粒 期	
		瘤 鲜 重	单株固氮量	瘤 鲜 重	单株固氮量	瘤 鲜 重	单株固氮量
		(克)/株	mg/株、天	克/株	mg/株、天	克/株	mg/株、天
1974	种肥 P 7 斤/亩	7.5	11.9358	7.9	69.5908	7.4	53.3000
	无 肥	2.7	4.8821	5.1	43.6301	4.8	29.4343
1975	种肥 P 7 斤/亩	0.78	3.6690	14.04	52.452	14.13	52.994
	无 肥	0.05	3.3196	7.13	41.874	7.77	17.027

量总和，施磷为125.82毫克/株、天。较对照 77.94 毫克/株、天。增加 61.43%。表明施磷肥能增进大豆根瘤的固氮作用。而且，在大豆生育期中最大根瘤重和最高的单株固氮量维持时间较长，在曲线图上表现下降的陡度较缓慢，这就增加了大豆根瘤的有效固氮量，达到了“以磷增氮”的效果。

### 3. 磷做种肥促进了大豆的生长发育

大豆施磷肥出苗快，苗整齐健壮，分枝期株高平均比对照高 3.6 厘米。叶面积系数增加，分枝期增加 69.1%，盛花期增加 44.3%，鼓粒期增加 3% 干物质积累增加。

表 3 磷肥对大豆干物质积累的影响 (单位：克/株)

年 度	处 理	分 枝 期		盛 花 期		鼓 粒 期	
		地 上	根 干 重	地 上	根 干 重	地 上	根 干 重
		干 重		干 重		干 重	
1974	种肥 P 7 斤/亩	31.0	5.9	117.5	19.7	268	21
	无 肥	21.5	5.0	113.0	19.5	257	23
1979	种肥 P 7 斤/亩	23	10.0	74	16.5	213	38
	无 肥	19	7.5	64	13.0	242.5	33

### 4. 做种肥对大豆的增产作用

磷做种肥促进了大豆的生长发育，提高了根瘤的固氮能力，因而在缺磷土壤上施磷肥一般都表现增产。

增产主要是磷肥促进了大豆的生殖生长。据 1979 年田间调查：单株荚数比对照增加 21.2%，百粒重增 1~1.9 克，秕荚数减少。

施磷对大豆根瘤重及固氮量的影响

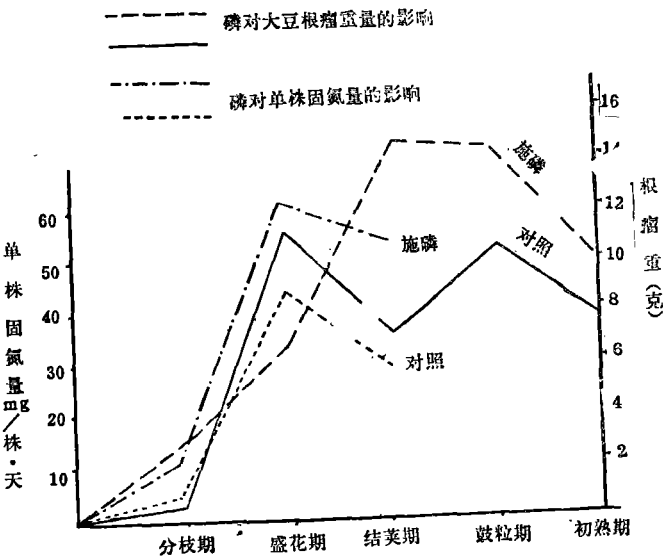


表 4 大豆施磷肥的产量结果

年 度	处 理	施 肥 量 (斤/亩)	产 量 (斤/亩)	%
1975	种肥P 7 斤/亩	过 磷 酸 钙 40	366.2	109.8
	无 肥		333.5	100
1976	种肥P 7 斤/亩	过 磷 酸 钙 40	308.6	114.9
	无 肥		268.6	100
1979	种肥P10斤/亩	二 料 过 石 21	374.6	107.9
	无 肥		348.8	100

二、大豆生育中期和后期追肥对根瘤固氮及生育产量的影响

(一) 大豆始花期氮磷配合根部追肥

1. 对大豆生育产量的影响：两年试验均在始花期亩追 N 7 斤、P 7 斤、垅侧开沟深施复土，深 5 ~10 厘米，距植株 5 ~10 厘米。促进了大豆的生殖生长，增加产量。表明了大豆生育中期补充营养的必要性。
2. 对大豆根瘤发育的影响：在田间条件下，于根部追肥后 20 天调查，单株根瘤数比对照高16.2%，单株根瘤重增加12.2%。盆栽则以两个氮量分别追肥，20天后调查：追氮肥对主根根瘤仍表现抑制，主根瘤数比对照减少 35.7 ~43%，主根瘤重减少 50 ~

表 5 大豆根部追肥的产量结果 (哈尔滨)

年 度	品 种	处 理	产 量(斤)		产 量 (%)
			亩 产	亩 增 产	
1976	黑 农 26	初花追N 7 P 7	394.6	45.71	113.1
		对 照	348.9	—	100
1978	黑 农 26	苗期追N 7 P 7	311.53	6.83	102.3
		初花追N 7 P 7	335.4	30.7	110.1
		对 照	304.7	—	100

表 6 根部追肥对大豆产量因素的影响 (哈尔滨)

年 度	处 理 目	株高cm	主茎节数	分 枝 数	单株荚数	主茎荚数	秕 荚 数	单株茎重 (克)	百 粒 重 (克)
1976	花期追肥	86.5	15.2	0.4	22.7	22.9	1.33	9.45	18.7
	对 照	83.5	15.2	0.4	22.3	22.5	1.42	9.04	16.9
1978	花期追肥	103.5	16.4	0.8	26.2	23.5	2.0	11.9	11.9
	对 照	105.8	16.0	0.6	24.6	23.1	2.2	10.8	10.2

64%。然而,对侧须根瘤的发育则明显促进。侧须根瘤数比对照高50.2~55.8%,瘤重增10~27.4%。因此,单株根瘤数仍比对照增加47.5~52.7%,单株根瘤重增加4~21.3%。

表 7 始花期追肥对大豆根瘤发育的影响 1978 (盆栽)

处 理 目	根 瘤 数 (个)			根 瘤 鲜 重 (克)		
	主 根 瘤	侧 根 瘤	合 计	主 根 瘤	侧 根 瘤	合 计
种 肥 P 追 N 1	36	2580	2616	1.5	44.6	46.9
种 肥 P 追 N 2	32	2677	2709	1.1	38.5	39.6
对 照	56	1718	1774	3.0	35.0	38.0
P K	56	2553	2609	3.0	42.0	45.0

注:盆栽试验 N 1 每公斤盆土追氮0.05克

N 2 每公斤盆土追氮0.4克

## (二) 大豆生育后期叶面喷肥

1. 对大豆生育产量的作用:为防止大豆生育后期脱肥百粒重下降和秕粒的形成,自1978~1979年在大豆结荚鼓粒期两次叶面喷 N、P、K、S、M<sub>0</sub>等液体复合肥,对大豆产量因素有促进作用,产量有一定提高。

表8 大豆叶面喷肥产量结果 (哈尔滨)

年 度	处 理 项 目	浓 度 比 例	亩 产 (斤/亩)	产 量 (%)
1978	N、P、K、S	5 : 0.5 : 1.5 : 0.25	322.9	105.9
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> +N	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 亩 250克+尿素1000克	317.8	104.3
	对 照	同 量 清 水	304.9	100
1979	N、P、K、S	5 : 0.5 : 1.5 : 0.25	364.9	105.3
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> +N	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 亩 250克+尿素1000克	348.2	100.5
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> +N+Mo	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 亩 250克+钼酸铵 10克	363.9	105.1
	对 照	同 量 清 水	346.39	100

表9 叶面喷肥对大豆产量因素的影响

年 度	处 理 项 目	株 高 cm	主茎有 效节数	单 株 荚 数	荚 数		单 株 粒 数	单株粒重 (克)	秕荚数 (个)	百粒重 (克)	茎 重 (克)
					1~2 粒 荚	3~4 粒 荚					
1978	N、P、K、S	108.7	16.8	24.1	11.9	13.8	66.2	11.5	1.6	17.3	11.4
	对 照	105.8	16.6	23.7	11.2	11.9	65.1	10.8	2.3	16.5	10.7
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> +N	104.1	10.0	23.3	11.4	13.9	57.0	10.0	1.7	17.6	11.4
1979	N、P、K、S	110.2	12.0	30.7	12.3	18.0	76.5	13.3	0.4	16.8	12.3
	N	109.8	12.3	29.4	10.8	18.1	78.1	13.3	0.4	17.0	11.4
	N、P、K、Mo	109.1	10.7	25.7	10.3	14.8	68.0	11.3	0.4	17.3	10.7
	对 照	109.3	10.4	24.7	9.3	15.3	63.3	11.2	0.4	17.1	9.8

## 2. 叶面喷氮对根瘤发育的影响。

表10 叶面喷氮对大豆根瘤发育的影响 1979 (盆栽)

处 理 项 目	根 瘤 数 (个)							根 瘤 鲜 重 (克)					
	主瘤	%	侧瘤	%	合 计	%		主瘤	%	侧瘤	%	合 计	%
N、P、K、S	52	92.9	—	—	—	—	3.1	103.3	40.0	105.3	43.1	113.4	
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> +N	52	92.9	—	—	—	—	2.2	73.3	53.0	151.4	55.2	145.3	
N、P、K、Mo	26	46.4	2722.0	158.5	2748.0	154.9	1.2	40.0	46.8	133.0	48.4	126.3	
N	41	73.2	3158.0	183.9	3199.0	180.3	2.2	73.3	55.0	157.1	57.2	150.5	
CK (清水)	56	100	1717.0	100	1773.0	100	3.0	100	35.0	100	38.0	100	

注: 调查株数三株

## 讨 论

据五年的试验研究, 得出以下结果:

1. 氮素作追肥施用, 对大豆根瘤发育的影响, 从始花期追氮肥和结荚鼓粒期叶面

喷氮肥的试验结果一致表明，氮素主要抑制大豆主根瘤的发育，对侧根根瘤、须根根瘤的发育是促进的。所以，对大豆单株根瘤的发育均优于无氮处理，从这个意义上讲，在大豆发育中期施一定量氮肥，能促进大豆根瘤菌的发育，增加单株固氮量，提高产量。但补充适量氮肥的指标如何确定，有待进一步研究。

2. 大豆施肥技术必须考虑大豆共生固氮的特点，既促进根瘤的发育充分发挥其固氮能力，又能给大豆补充营养。为此，以速效磷做大豆种肥非常必要，它对结瘤密度和瘤重有很大的促进作用，显著地增进根瘤的生育，增加氮固量。氮磷配合于始花期根部追肥，能促进根瘤发育固氮，提高大豆产量。结荚鼓粒期进行叶面喷氮磷钾硫钼的复合液肥，也能促进根瘤发育，增加产量。因此，针对大豆需肥特点及土壤的供肥能力，合理施肥能显著促进结瘤固氮和提高大豆产量。

### 主 要 参 考 文 献

1. 陈华葵：1965，豆类—根瘤菌的共生关系及其农业利用。上海科学编译馆
2. 松代平治：1971，大豆的营养特点与施肥。《农业及园艺》，46（1）。
3. 石塚调尔：1970，豆科作物的氮素营养，《农业园艺》，45（7）。
4. 胡济生、谢寿长：1964，应用大田简化调查豆科根瘤的有效性和固氮量《中国农业科学》（3）。
5. 张宪武、许光铎：1953，《大豆和+豆根瘤菌》科学出版社。
6. 朱琪、梁文婉、陈恩凤：1963不同土类上施用微量元素与大豆生长发育产量及品质的关系《土壤学报》11（4）。
7. 汤树德：1978，白浆土大豆结瘤及其固氮状况《土壤学报》16（1）。
8. 张树泽：1982，磷肥在辽宁北部棕壤上对大豆的增产效果，《土壤通报》（2）。
9. 王维军：1983，大豆的磷素营养与施肥，《中国农业科学》（11）。
10. 何庸等：1980，大豆氮磷肥的施用及效果，《中国油料》，（4）。
11. 红兴隆管理局农业科学研究所：1976，大豆面积机械化高产栽培调查总结，《中国油料》，（6）。

THE EFFECT OF DIFFERENT METHODS OF FERTILIZATION  
ON NODULATION, NITROGEN FIXATION AND  
GRAIN YIELD OF SOYBEAN

Li Shuzhen      Zhao Naixin

*(Soybean Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences)*

Abstract

The effect of different methods of fertilization on nodulation, nitrogen fixation and seed yield of soybean was studied by ethyne-ethylene method using gas chromatograph Model Sp-2305. The results of this study were described as follows: (a) Application of fertilizers not only enhanced the development of nodules and their nitrogen fixing ability, but also supplement nutrients for symbiotic nitrogen fixation of soybean must be of consideration in soybean fertilizer program; (b) Phosphate fertilizer was applied under seeds within a distance of 3—5cm under present cultural conditions. According to the determination of nitrogenase activity of Rhizobium, the amounts of nitrogen fixation per plant was increased, and the seed yield was increased by 61.4, 7.9—14.9% respectively, and in consequence the purpose of increasing nitrogen was obtained by application of phosphorus; (c) The top-dressing of 3.5kg N per mu was applied deeply at the sides of row and covered with soil immediately, and foliar spray of 0.75—1kg urea as N source with dilution of 30—40 kg water during the periods of pod setting and seed filling. The development of nodules in the main roots was inhibited that in the lateral roots was stimulated by nitrogen. The number of nodules, their weight and seed yield were increased by 16.2—67.6, 4—33.9 and 10.1—13.1%, respectively. Foliar spray of nitrogen at pod setting and seed filling could increase grain yield by 4.3—5.9%.