

# 黑土中土著大豆根瘤菌的固氮 ( $C_2H_2$ ) 活性结瘤性状和固氮量估测

张 宏 张桂芝 赵贵彬 王小明

(吉林省农科院土肥研究所)

徐 豹 赵 福 林

(吉林省农科院大豆研究所)

## 摘 要

黑土中土著大豆根瘤菌和不同大豆栽培品种共生固氮活性,在大豆苗期较低,逐渐增加,到结荚鼓粒期达高峰,固氮活性一般为  $C_2H_4$   $5-10 \mu mole 株^{-1} 小时^{-1}$ ,最高  $C_2H_4$   $42 \mu mole 株^{-1} 小时^{-1}$ 。在不同大豆栽培品种上的结瘤数也是苗期较少,逐渐增加,到鼓粒期达最多,根瘤数目的增加,主要是侧根上根瘤数目的增加,固氮量初测有低肥地比高肥地为高的趋向,高肥地 67.1~126.2公斤/公顷,占大豆所需全氮的48~67%,低肥地为 66.8~151公斤/公顷,占71~85%。大豆植株中全氮的分布结瘤大豆在花荚中占44.8~56.38%,不结瘤大豆占20.8~49.0%。

大豆根瘤菌接种依据国内外报导,回收率只有5~10%〔8〕,因此接种了大豆根瘤菌仍然只有90~95%是由土著大豆根瘤菌所形成。吉林省栽种大豆有悠久历史,因此土壤中有大量大豆根瘤菌存在。据1964年〔1〕调查,一克土中约有1~10万个大豆根瘤菌,因此在接种时必须考虑到这样大量土著根瘤菌的存在,我们认为接入的菌种必须各方面都比土著大豆根瘤菌强才能达到增产目的,因此我们对土著大豆根瘤菌的固氮活性、结瘤性能及固氮量方面进行了调查研究,并对大豆植株不同生育期植株内氮的分布进行了分析。关于固氮活性,1981年我们在盆栽条件下调查了大豆生育期固氮活性的动态变化〔2〕,本试验是在田间条件下不同栽培大豆上进一步进行调查研究。固氮活性与根瘤数目有关〔11〕,因此在本试验中也进行了大豆生育期结瘤性能的调查。关于固氮量的问题 R. J. Rennie〔15〕1982年曾总结了匈牙利、斯里兰卡、美国、澳大利亚、法国和巴西等国用 $^{15}N$ 在田间测定大豆根瘤菌——大豆共生的固氮量平均为100公斤/公顷,提供大豆所需氮50%左右。我们在1981~1982年进行的大豆根瘤菌共生固氮量的估测为79.9公斤/公顷,占大豆所需氮的25~33%〔2〕。本试验在此基础上采用哈罗索结瘤不结瘤同

\* 本课题为中国科学院科学基金资助课题。

本文于1985年2月13日收到。

位基因系大豆和差异法进行进一步的估测。

## 材 料 和 方 法

考虑到土著大豆根瘤菌在不同栽培大豆上的共生特性,固氮量等方面会有差异。因此本试验采用了35个大豆品种来进行测定。并栽种哈罗索结瘤和不结瘤同位基因系进行固氮量的估测和植株体各部份氮的分布。

(1) 土壤: 1982年采用公主岭的肥力较高黑土, 1983年增加了刘房子基点肥力较低的黑土, 肥力情况见表1。

表 1 高肥和低肥黑土基本肥力  
Table 1. Fertility of fertile and infertile black soil

土 壤 Soil	全 氮 Total N %	全 磷 Total P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	全 钾 Total K <sub>2</sub> O %	有效磷 Available P PPM	有效钾 Available K PPM	有机质 O. M. %	pH
高 肥 Fertile	0.1393	0.1348	2.3510	20.39	125.58	2.8508	6.59
低 肥 Infertile	0.0892	0.0875	2.5410	4.13	116.31	1.7287	6.42

(2) 所采用的35个大豆品种为: 吉林1、吉林3、吉林4、吉林5、吉林6、吉林8、吉林9、吉林10、吉林12、吉林13、吉林15、吉林17、吉林18、九农9、九农13、九农6、集体3、集体4、集体5、早丰1、早丰2、长农2、群选1、哈79—9440、公6402—2、公7407—5、秣食豆、半野生、黑河3、吉姆豆、阿姆索、小金黄1、开育8和哈罗索结瘤不结瘤同位基因系等35个大豆品种, 每品种播种7.2m<sup>2</sup>, 供采样测定用。

(3) 固氮活性的测定: 大豆不同生育期(苗期 R<sub>2</sub> R<sub>3</sub> R<sub>4</sub> R<sub>5</sub> R<sub>6</sub> R<sub>7</sub>) 在田间用铁锹挖取30厘米深30厘米宽土柱, 采样3株, 将带根瘤的根系冲洗干净, 立刻放入600毫升三角瓶中, 置换入10%乙炔, 28℃保温培养1.5小时, 用气相色谱仪测定乙炔乙烯量。用纯乙烯标准曲线计算之。

(4) 根瘤的调查: 在大豆不同生育期调查根瘤数目。

(5) 土著根瘤菌的固氮量估测: 用哈罗索结瘤、不结瘤同位基因系大豆, 差异法估测, 并以不结瘤大豆的全氮作为从土壤中吸取的氮, 粗估了和不同大豆品种共生时的固氮量。

(6) 大豆植株体各部分氮的分布: 在院内用高肥黑土进行盆栽, 栽种哈罗索结瘤不结瘤同位基因系大豆, 在大豆不同生育期冲洗一盆, 分成叶、叶柄、花荚、茎秆、根和根瘤60℃烘干, 用凯氏法分析全氮。同时在高肥土和低肥土田间同样采样每个样品三株, 进行同样的处理和分析。

## 结 果 和 讨 论

(一) 黑土中土著大豆根瘤菌和大豆共生固氮活性动态变化, 考虑菌种和豆种之间有专一性的问题, 同一菌种在不同种大豆上固氮活性不一样, 因此1982年在高肥黑土上用了31个大豆品种, 其中早熟3个、中熟9个和中晚熟19个。1983年高肥、低肥两种不同肥力黑土上用了9个大豆品种, 其中早熟、中熟和中晚熟各三个。测定他们的固氮活性。结果见表2, 可以看出不论早熟、中熟或中晚熟大豆, 在大豆生育期固氮活性动态

表 2 高低肥力黑土中土著大豆根瘤菌在大豆生育期共生固氮活性变化

Table 2. Nitrogenase activity ( $C_2H_4$ ) of indigenous nodule bacteria in association with soybean growth in fertile and infertile black soil

不同成熟期大豆 Soybean of different Maturity		大豆生育期 Growing stage of Soybean						
		苗期 Seedling	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>
$C_2H_4$ $\mu\text{mole 株}^{-1}$ 小时 $^{-1}$ $C_2H_4$ $\mu\text{mole plant}^{-1}$ hour $^{-1}$								
高 肥 黑 土 Fertile black Soil (1982)								
早 熟	Early	0.038	0.361	—	4.133	—	0.138	—
中 熟	Median	0.144	3.544	—	6.804	—	0.164	—
中晚熟	Later median	0.115	1.277	—	8.855	—	1.576	—
平 均	Average	0.099	0.727	—	6.597	—	0.626	—
高 肥 黑 土 Fertile black soil (1983)								
早 熟	Early	0.799	2.459	—	4.400	0.483	0.799	0.225
中 熟	Median	4.502	4.422	—	1.380	21.132	13.717	1.404
中晚熟	Later median	2.728	2.777	—	3.833	10.496	3.924	3.195
平 均	Average	2.676	3.219	—	3.204	10.703	6.147	1.608
低 肥 黑 土 Infertile black Soil								
早 熟	Early	1.959	1.066	—	6.088	6.233	4.155	0.110
中 熟	Median	1.012	4.355	3.421	—	7.666	2.866	—
中晚熟	Later median	3.255	4.288	5.266	—	5.131	5.042	1.883
平 均	Average	2.076	3.226	4.343	6.088	6.143	4.021	0.996

多半是在苗期较低, 逐步增加, 到结荚 ( $R_4$ ) 鼓粒期 ( $R_5$ ) 达高峰。到鼓粒后期, 以1982年31个大豆固氮活性和1983年9个大豆固氮活性平均数来看, 从年份1982、1983二

年，从肥力高肥和低肥黑土都有同一趋势，和我们1981年盆栽试验(2)，以及前人研究

表 3 黑土中土著大豆根瘤菌在几种大豆上大豆生育期共生固氮活性变化

Table 3. Nitrogenase activity (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) of indigenous nodule bacteria in association with some soybean growth in black soil

大豆 Soybean	大豆生育期 Growing stage of soybean						
	苗期 Seedling	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> μmole 株 <sup>-1</sup> 小时 <sup>-1</sup>							
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> μmole plant <sup>-1</sup> h <sub>0</sub> nr <sup>-1</sup>							
吉姆豆 Jame don	0.469	2.424	—	0.880	0.210	0.273	0.122
吉林13 Jilin 13	1.233	5.933	2.866	—	2.800	2.640	—
小金黄 Xiao Jin wang	0.780	3.800	—	0.733	1.986	1.693	0.900
九农九 Shu lon 9	3.300	8.000	—	1.133	42.000	4.620	3.600

结果(10)(16)(18)一致。个别豆种在开花期(R<sub>2</sub>)固氮活性较高，花后期下降见表3，如吉姆豆、吉林13和小金黄，说明大豆根瘤菌共生固氮活性不是绝对的，受大豆的生育阶段影响，有可能改善条件提前固氮活性高峰到来而延长大豆固氮活性的高峰期增加大豆固氮量。Hardy(14)1971年曾假设，如果固氮活性最高峰延长6—10天则大豆固氮量能成倍增长，我们二年中从230个大豆根系固氮活性的测定来看，最高能达42 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> μmole 株<sup>-1</sup>小时<sup>-1</sup>，见表3，大豆栽培品种九农九在R<sub>5</sub>时的固氮活性。但一般来说平均在6~10 μmole 株<sup>-1</sup>小时<sup>-1</sup>左右，见表2。据报导能达 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>70 μmole 株<sup>-1</sup>小时<sup>-1</sup>(17)。因此在黑土上提高共生固氮活性方面还有潜力。同时对选育优良菌株也提出了要求。我们认为共

表 4 高低肥力黑土上大豆生育期结瘤数目变化

Table 4. The number of nodule on soybean in different growing stage in fertile and infertile black soil

土壤 Soil	大豆生育期 Growing stage of soybean						
	苗期 Seedling	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>
个/株 number/plant							
高肥地 Fertile (82) *	13.65	32.72	—	76.93	—	89.02	—
Fertile (83) **	15.92	24.29	25.30	36.04	49.39	51.48	63.78
低肥地 Infertile**	23.25	29.87	60.11	78.55	119.76	40.18	19.00

\* 32个大豆平均数 Average of 32 soybean's  
\*\* 9个大豆平均数 Average of 9 soybean's

生固氮活性达  $C_2H_4 50 \sim 70 \mu\text{mole 株}^{-1}\text{小时}^{-1}$  以上时才有希望接种大豆后提高大豆产量。

表 5 大豆生育期主侧根上根瘤数目变化

Table 5. The number of nodules on the main and lateral roots of soybean in different growing stage

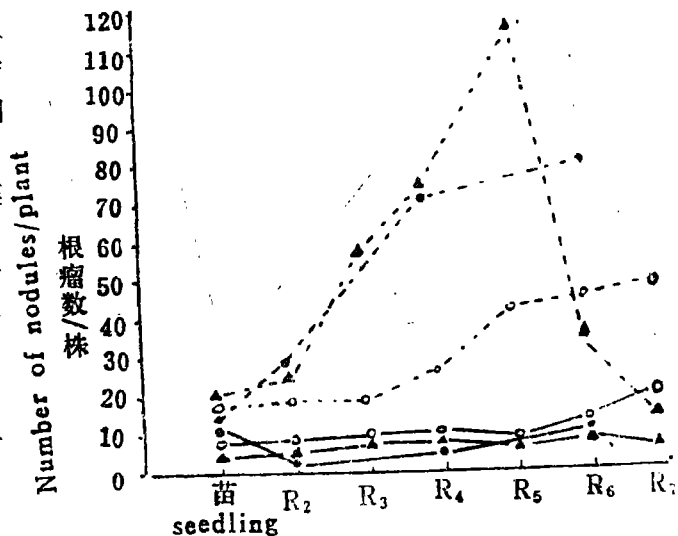
土 壤  Soil	大 豆 生 育 期 Growing stage of soybean													
	苗期 Seedling		R <sub>2</sub>		R <sub>3</sub>		R <sub>4</sub>		R <sub>5</sub>		R <sub>6</sub>		R <sub>7</sub>	
	主根 Main	侧根 lateral	主根 Main	侧根 lateral	主根 Main	侧根 lateral	主根 Main	侧根 lateral	主根 Main	侧根 lateral	主根 Main	侧根 lateral	主根 Main	侧根 lateral
个/株 number/plant														
高 肥 土* Fertile 82	5.28	8.33	4.55	28.17	—	—	5.07	71.86	—	—	8.60	80.42	—	—
高 肥 土 Fertile 83	5.92	10.00	7.48	16.81	10.50	14.80	8.66	27.38	8.14	41.25	8.375	43.12	16.12	47.66
低 肥 土* Intertile	5.88	17.37	5.37	24.50	6.79	53.32	5.80	72.75	6.11	113.60	4.57	35.61	3.00	16.00

注 \* 32 个大豆平均数 Average of 32 Soybeans

Note \*\* 9 个大豆平均数 Average of 9 Soybeans

在高肥地有机质含量为 2.8508%，低肥地 1.7287%，相差 1% 以上，前人提出厩肥可促进根瘤数<sup>[3]</sup>有机质是自生固氮的能量来源<sup>[20]</sup>。本试验结果看，大豆根瘤菌和大豆共生固氮有的品种低肥地比高肥地高，有的高肥地比低肥地高，受土壤有机质的影响不大。

(二) 黑土中土著大豆根瘤菌的结瘤特性。在不同大豆品种的不同生育期进行根瘤数目的调查，二年的调查结果，初步看出各大豆品种间虽然根瘤数目上有些差异，但在不同生育期的动态变化和主侧根上根瘤数目的比例是一致的。1982 年以 32 个大豆品种，1983 年以高低肥力黑土和九个大豆品种综合来看见表 4。可以看出大豆根上根瘤的形成在苗期较少，随植株的长大而不断形成根瘤，一直到结荚鼓粒后期，根



大豆生育期 Growing period of soybean

图 1: 大豆生育期主侧根上根瘤数目变化

Fig 1. The number of nodules on the main and lateral root of soybean in different growing stages

▲ 低肥黑土 infertile black Soil ○ 高肥黑土 83 年 fertile black Soil 83  
● 高肥黑土 82 年 fertile black Soil 82

—— 主根 main root ..... 侧根 lateral root

瘤数目不断增加从十多个增加到一百多个。并初步看到低肥土上根瘤数目比高肥地为高。鼓粒后期,低肥地鼓粒后期根瘤数急剧下降但高肥地却仍有上升趋势。另外从主侧根上的根瘤数目来看见表5和图1。根瘤数目的增加主要是侧根上的根瘤数目的增加,因此对共生固氮来说,侧根上的根瘤是很重要的。从表5和图1可以看出二年的结果不论是高肥还是低肥黑土上根瘤数目的变化和主侧根上根瘤分布的变化趋势是一致的。从这个自然现象来看,大豆根瘤是在开花后期 $R_3$ 开始大量增加。因此要求接种的大豆根瘤菌必须是接种后能在大豆根际土壤中占优势80天以上,不然不能在大豆根上形成大量根瘤,不能获得接种增产。前人<sup>[14]</sup>也提出大豆根瘤菌接种效果不好,是因为接

表6 黑土中土著大豆根瘤菌共生固氮量估测

Table 6. The amount of  $N_2$  fixed by soybean nodule bacteria in association with the host plants in black soil

共生大豆品种 Symbiotic Soybean	高肥黑土 Fertile black soil				低肥黑土 Infertile black soil			
	种子 Seed g/m <sup>2</sup>	全氮 Total N g/m <sup>2</sup>	从空气中 获 N <sub>2</sub> from Air %	固氮量* 公斤/公顷 N <sub>2</sub> fixed kg/ha	种子 Seed g/m <sup>2</sup>	全氮 Total N g/m <sup>2</sup>	从空气中 获 N <sub>2</sub> from Air %	固氮量* 公斤/公顷 N <sub>2</sub> fixed kg/ha
黑河 3 Hei he 3	268.43	17.30	64.7	112.0	168	10.77	74.9	79.6
吉姆豆 Jimu don	229.92	14.94	59.1	88.4	143	9.39	71.3	66.8
吉林 19 Jilin 19	248.58	16.23	60.4	101.3	182	11.44	76.3	87.3
吉林 13 Jilin 13	298.37	18.62	67.2	125.2	—	—	—	—
吉林 3 Jilin 3	206.93	13.04	53.2	69.4	260	15.64	82.7	129.3
九农 9 Shu lon 9	194.80	12.37	50.6	62.7	249	15.33	82.3	126.2
小金黄 Xiao Jin wang	195.05	12.20	50.6	61.0	—	—	—	—
阿姆索 Amsoy	243.95	15.57	60.0	94.7	—	—	—	—
开育 8 Kai yu 8	190.20	11.81	48.3	57.1	—	—	—	—
哈罗索 Harosoy nod	230.00	12.50	66.8	125.0	286	17.84	84.8	151.3
哈罗索 Harosoy non-nod	118.05	6.10	—	—	52	2.71	—	—
平均 Average			58.06	89.6			78.8	106.75

注: \* 大豆全N g/m<sup>2</sup>—哈罗索无瘤大豆全N g/m<sup>2</sup>×1000=kg氮/公顷

note\* Total N of Soybean g/m<sup>2</sup>—Total N of Harosoy non-nod g/m<sup>2</sup>×1000=kg N/ha

表 7 大豆不同生育阶段固氮量和植株体中氮的分布  
Table 7 Nitrogen fixation and distribution in soybean plant during growing stages in black soil

生育期 Growing stage	豆 种 Soybean	植株干重 g/株 wt/plant	全 N g/株 Total N	N 分布 % N distribution %						固N量 N <sub>2</sub> fixed	
				叶 leaf	叶柄 blade	花 荚 flower & pod	茎秆 Stem	根 root	瘤子 nodule	kg/公顷* kg/ha	占所需 N % % of total N
高肥黑土 (盆栽) Fertiale black soil (Pot trial)											
R <sub>2</sub>	结 瘤 nod	4.11	0.1317	61.0	7.0	—	9.9	13.2	7	8.64	43
	不结瘤 non-nod	5.50	0.0741	63.0	10.7	—	12.9	12.4	0		
R <sub>4</sub>	结 瘤 nod	16.50	0.4363	44.0	9.0	—	12.0	25.4	8.4	42.80	65
	不结瘤 non-nod	11.36	0.1509	36.5	6.1	—	4.0	53.0	0		
R <sub>5</sub>	结 瘤 nod	27.20	0.4608	38.3	4.0	23	13.5	11.9	8.2	55.76	76
	不结瘤 non-nod	12.86	0.1092	35.4	2.5	1.6	8.5	51.8	0		
R <sub>6</sub>	结 瘤 nod	33.79	0.5697	26.0	2.5	56.5	4.5	2.8	6.4	56.65	65
	不结瘤 non-nod	24.39	0.1959	24.0	4.6	26.0	3.9	40.0	0		
高肥黑土 (田间) Fertiale black soil (field trial)											
苗 期 Seedling	结 瘤 nod	0.38	0.0127	—	—	—	—	—	—	1.265	
	不结瘤 non-nod	0.61	0.0042	—	—	—	—	—	—		
R <sub>2</sub>	结 瘤 nod	6.86	0.1446	64.6	9.6	—	15.1	4.0	6.5	7.623	35
	不结瘤 non-nod	5.17	0.0938	75.5	8.5	—	8.5	7.3	—		
R <sub>4</sub>	结 瘤 nod	28.55	0.5225	66.3	7.4	2.0	15.7	5.5	2.9		
	不结瘤 non-nod	24.51	0.5851	83.0	5.9	0.7	8.7	1.4	—		
R <sub>6</sub>	结 瘤 nod	50.46	0.9763	26.8	2.18	56.38	10.18	2.4	1.9	81.93	55.9
	不结瘤 non-nod	40.88	0.4303	80.0	2.80	49.00	12.0	6.3	—		
低肥黑土 (田间) Infertile black soil (field trial)											
R <sub>2</sub>	结 瘤 nod	7.0	0.1041	—	—	—	—	—	—	7.53	48.2
	不结瘤 non-nod	4.0	0.0539	—	—	—	—	—	—		
R <sub>4</sub>	结 瘤 nod	19.6	0.3211	84.8	3.6	—	7.0	4.48	—	32.22	66.8
	不结瘤 non-nod	8.1	0.1063	83.6	6.6	—	5.6	4.00	—		
R <sub>6</sub>	结 瘤 nod	40.6	0.7108	63.6	6.6	9.2	16.2	4.00	—	85.74	80.4
	不结瘤 non-nod	15.0	0.1392	78.3	6.4	—	6.1	9.00	—		
R <sub>7</sub>	结 瘤 nod	33.6	0.9286	34.5	6.3	44.8	12.5	1.40	—	122.41	98.7
	不结瘤 non-nod	12.0	0.1107	48.2	7.1	20.8	12.4	8.20	—		

注：\* 以结瘤全N减去不结瘤全N以每垧地150000株计算

note\* Calculated by total N of nod-total N of non-nod×150000 Plant/ha

种的根瘤菌不能存活到形成有效根瘤,另外根瘤菌接种在种子上后很快死亡。因此提出要防止接种的根瘤菌在种子上的死亡和延缓在土壤中死亡的速度<sup>[4]</sup>,从本试验大豆根上根瘤形成过程来看,对大豆根瘤菌接种用的菌系需要提出进一步的要求,接种后不但很快死亡而且能在大豆根际存活并占优势持续80天左右。

(三)黑土中土著大豆根瘤菌的固氮量和大豆植株中氮的分布,1983年在高肥黑土和低肥黑土上都栽种哈罗索结瘤和不结瘤同位基因等大豆以估测固氮量,依据 Geocgia shearen<sup>[12]</sup>1980年提出大豆种子氮可代表大豆的含氮量。在测定方法上经过比较认为差异法和<sup>15</sup>N A<sub>N</sub>值法结果相似<sup>[5][6][9][13][18]</sup>,因此我们用一种不结瘤大豆作为土壤中吸收氮的对照,粗略用栽培大豆估测固氮量,结果见表6。从表6可以看出在高肥黑土上固氮量为57.1~125.2公斤/公顷,平均为89.6公斤/公顷。大豆从空气获氮占其所需氮的48.3~67.2%,平均为58.6%。在低肥黑土上固氮量为66.8~151.3公斤/公顷,平均为106.75公斤/公顷,大豆从空气获氮占其所需氮的71.3~84.8%,平均为78.8%。固氮量有低肥地比高肥地为高的趋势。在本试验中用哈罗索结瘤不结瘤大豆同位基因系用院内高肥黑土进行盆栽,在大豆不同生育期取样,将大豆植株分成叶、茎秆、叶柄、花荚、根和根瘤,分别在60℃烘干,用凯氏定氮法测定全氮。与此同时在高肥黑土和低肥黑土田间亦同样进行采样(每小区三株)进行植株各部分的处理和全氮分析以调查大豆不同生育期植株体内氮的分布,结果见表7。从表7可以看出土著大豆根瘤菌和大豆的共生固氮量在花期R<sub>2</sub>(固氮量为7~8公斤/公顷)开始增加,结荚鼓粒期固氮量较大,这一点和本试验测定结果固氮活性(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>),根瘤形成都在结荚鼓粒期达最旺盛期相符合。从植株体全氮的分布看,结瘤大豆和不结瘤大豆的区别是结瘤大豆花荚中占多数,占全株氮的44.8~49~56.5%,不结瘤大豆花荚中所占的氮为全株氮的20.8~26~49%,而营养器官中根(6.3~40.0%)和叶(24~48.2%)却比结瘤大豆的根(1.4~2.8%)和叶(26~34%)为高,说明不结瘤大豆营养器官中的氮不能充分运输到繁殖器官中。Tadkatsu Yoneyama等<sup>[19]</sup>1982年报导大豆从N<sub>2</sub>来的氮是以尿囊态和天冬素态氮在植株体内运输,分布到荚等部位,而NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N氮只能以天冬素态氮运输,不结瘤大豆的氮全部来自土壤,可能本试验土壤中NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N占多数。从表6—7可以看出低肥黑土上的固氮量有比高肥黑土上的为高的趋势,不结瘤大豆全部氮素来自土壤,高肥黑土含氮量为0.1393%,大豆从土壤中吸氮0.4303g/株。低肥黑土含氮量为0.0875%,大豆从土壤中吸取氮0.1107g/株,因此虽然高肥土结瘤大豆R<sub>6</sub>期植株干重为50.46g/株,比低肥土的40.6g/株高,但高肥土上植株体中的氮来自N<sub>2</sub>的却比低肥地的为少。从这现象看,在低肥地上,由于植株的需要使大豆根瘤菌增加固氮量,这种大豆根瘤菌的调节需要植物生理学专家们研究和说明。前人研究亦有提出在缺氮情况下相对的固氮量较高,大豆从固氮作用可获80%的氮<sup>[13]</sup>,以及在低肥水平时大豆的58~89%的氮来自固氮作用。而在高肥水平时只有7.3—51%的氮来自固氮作用<sup>[9]</sup>,同样有低肥土上固氮量比高肥土上的为高的趋势。



## 参 考 文 献

- [1] 任守让、张宏、宋明芝、赵贵彬：吉林省不同类型土壤中大豆根瘤菌的分布及人工接种的效果。土壤，第15卷，第2期 55~58 (1983)
- [2] 张宏、徐豹、高金芳等，大豆生育期间根瘤菌固氮活性动态与固氮量的估测，土壤通报，第15卷，第5期 220~223 (1984)
- [3] 王祖农，土壤微生物学，科学出版社 88 (1955)
- [4] 陈华葵、樊庆笙，微生物学，农业出版社 241~242 (1977)
- [5] 马昌麟，温贤芳，姚允寅，周志祥，用 $^{15}N$ -AN值法测定豆类作物的共生固氮量，原子能农业应用，№2 18~25 (1982)
- [6] Amarger. N, Mariotti. A., Mariatti F., Dun. J. C. Bomqnignon C. and Lagacherie B. Estimate of symbiotically fixed nitrogen in field grown soybeans using variations in  $^{15}N$  natural abundance. Plant and Soil vol 52. № 2, 269~280 (1979)
- [7] Broadbent. F. F; Nakashima. T; and Grace Y Chang. Estimation of nitrogen by isotope dilution in field and greenhouse experiment. Agron. J. 74. 625~628 (1982)
- [8] C. S. Kvein. G. E. Ham and J. W. Lambert. Recovery of induced *Rhizobium japonicum* strains by soybean genotypes Agron. J. Vol 73, 900~905 (1981)
- [9] Daniel H. Georgia Shearer and James E. Harper. Estimates of  $N_2$  fixation based on differences in the natural abundance of  $^{15}N$  in nodulating and non-nodulating isolines of soybeans. Plant Physiol. 66, 61~65 (1980)
- [10] Fing. G. A. The role of current photosynthate and carbohydrate reserves in the control of nitrogen fixation in soybeans (*Glycine max* (L.) Merr.) Dissertation Abstracts International. B 41 (11) 3971 (1981)
- [11] Felix, J. F. Obaton M. Messiaen C-M. and Salsac L. Nitrate reductase and nitrogenase activities of common beans (*phaseolus vulgaris* L.) from different geographic locations. Plant and soil Vol 63. № 3. 427~437 (1981)
- [12] Georgia shearer, Daniel H. Kohl and James E. Harper. Distribution of  $^{15}N$  among plants of nodulating and non-nodulating isolines of Soybeans Plant Physiol Vol 66, 27~60 (1980)
- [13] George H. Wagner and Felipe Zapata. Field evaluation of reference crops in the study of nitrogen fixation by legumes using isotope techniques. Agron. J. Vol 74, 607~612 (1982)
- [14] Hardy R. W. F., Burns. R. C. Hebert. R. R.; Holsten R. D. and Jackson E. K., in "Biological Nitrogen fixation in natural and Agricultural habitats" E. G. Mulder and T. A. Lie, Eds. Martinus Nijhoff. The Hague 561: (1971)
- [15] Rennie R. J. Dubetz, S. Bole. J. B. and Mendel H. H. Dinitrogen fixation measured by  $^{15}N$  isotope dilution in two canadian soybean cultivars Agron. J. Vol 74 725~730 (1982)
- [16] Skrdleta, V., Nasinec. V.; Hyndrakova, A; Nemcova M. Dinitrogen fixation-acetylene reduction in Soybeans during the reproductive growth Biologia Plantarum 20 (3) 210~216 (1978)
- [17] Shigenao Igarai and Kikuo Kumazawa. Relationship between the nitrogen fixation and carbohydrate contents in soybean, Soil sci Plant Nutr 28(4) 463~472 (1982)
- [18] Sung. J. M. The relationship of photosynthesis and nitrogen fixation N. four field-grown soybean genotypes. Proceeding of the national science council A Vol. 5. № 1, 53~59 (1981)
- [19] Todakatsu Yoneyama and Junzi Shizuka  $^{15}N$  study on the partitioning of the nitrogen taken by soybeans from atmospheric dinitrogen, medium nitrate or ammonium soil sci Plant Nutr 28 (4) 451~461 (1982)
- [20] Wych. R. D. Simultaneous measurement of nitrate absorption and  $N_2$  ( $C_2H_4$ ) -fixation by soybeans (*Glycine max* (L.) men) during reproductive growth and development Dissection Abstracts International B. 38 (12) 5681 U. S. A. (1978)

NITROGENASE ACTIVITY NODULATION AND THE  $N_2$   
FIXATION OF THE INDIGENOUS RHIZOBIUM JAPONICUM  
IN BLACK SOIL WITH SOYBEAN HOSTS

Zhang Hong   Zhang gui Zhi   Zhao gui kin   Wang Xiao Ming

(Soil and fertilizer Institute, Jilin Academy of Agricultural Science)

Xu Bo   Zhao Fu ling

(Soybean Institute, Jilin Academy of Agricultural Science)

Abstract

In field condition in 1982—1983, nitrogenase activity ( $C_2H_2-C_2H_4$ ) nodulation and  $N_2$  fixation of indigenous *Rhizobium japonicum* in black soil with 35 soybean hosts were studied. Nitrogenase activity were low at seedling stage and increased gradually during the growth season. The Max. occurred at pod-filling stage. It was  $C_2H_4$  6~10 $\mu$  mole plant<sup>-1</sup>hour<sup>-1</sup> in general and  $C_2H_4$  42 $\mu$  mole plant<sup>-1</sup>hour<sup>-1</sup> the highest. The number of nodule was low at the seedling stage, and increased gradually and was the highest during the podfilling stage. the number of nodule increased on the lateral roots most. the amount of nitrogen fixed were 57.1~125.2kg/ha and 48~67% of the total nitrogen that soybean needed in fertile Soil and were 66.8~151kg/ha and 71~85% in the infertile soil in a rough estimation. The nitrogen distribution in the nodulating and non-nodulating soybean isolines are different. In nodulating soybean there were 44.8~56.38% of nitrogen in the flower and pod. and in non-nodulating soybean were 20.8~49%.

\* Project Supported by the Science fund of the Chinese Academy of Science