

# 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

任守让 张 宏 宋明芝 赵贵彬

(吉林省农业科学院土肥所)

土壤中的根瘤菌与豆类植物共生形成了共生固氮体系,为大豆生长发育提供了一部分氮素营养。根瘤的形成与固氮强度又决定于土壤中根瘤细菌的有无、数量和结瘤固氮活力。为此,人们企图通过人工接种技术为豆科植物引进大量高活力的根瘤细菌,提高结瘤固氮效率。吉林省是我国大豆主要产区,为提高其产量,早于五十年代初期即开始人工接种根瘤菌技术的研究和推广应用,据当时各地试验资料表明平均增产率在10%左右\*。但随农业生产的发展,在实际应用中发现人工接种效果不明显。同时,由于我国东北地区种植大豆历史悠久,对于人工接种的必要性存在着不同意见。因此有必要摸清我省不同类型土壤中土著大豆根瘤细菌的数量分布和结瘤固氮活力及其与人工接种效果的关系,为农业生产应用提供科学依据。本文就这方面的一些研究结果进行讨论。

## 一、材料与方法

### (一) 大豆根瘤菌分布调查

1. 土壤样品的采集:供试土壤为三种不同类型的黑土,黑土采自榆树县、酸性黑黄土采自蛟河县及火性黑土采自大安县。选择当年种植大豆的地块,于播种前(4月27日~28日)取0~15厘米的耕层表土,装入灭菌铝盒中以备实验室测数。

2. 大豆根瘤菌数的测定:采用土壤稀释植物接种法(M.P.N.)[1,2],土样按10进法稀释,取 $10^{-3}$ 、 $10^{-4}$ 及 $10^{-5}$ 三级土壤稀释悬液1毫升,分别接种经1:1000升汞水溶液进行表面灭菌的大豆种籽上,于500毫升灭菌砂钵中栽培,每级稀释悬液三次重复。砂钵灭菌前灌以Crone's无氮营养液(加有硼、钼微量元素),砂培过程中进行无菌管理,出苗后砂面上覆盖石腊砂,以防外界根瘤菌污染,并根据需要灌以Crone's无氮营养液。三周后洗根,根据根部结瘤的最高土壤稀释悬液确定菌数。

3. 土壤中大豆根瘤菌活力测定[3]:在灭菌砂培

条件下,用测菌数的同一土壤制成 $10^{-1}$ 土壤稀释悬液,取1毫升接种大豆种子,同前法进行无菌栽培,每一土样三次重复。生长期追浇营养液两次。开花期(播种后52天)洗根调查结瘤、植株生育情况、干物重,并用凯氏法测定植株全氮量。

### (二) 人工接种效果试验

采用Wagner氏盆钵(1:20万顷)进行盆栽试验。供试土壤为榆树、公主岭的黑土,蛟河的酸性黑黄土及大安的火性黑土等五种土壤。采土深度为0~30厘米,当年种大豆,前作是谷子,地势平坦、肥力中等。试验用大豆品种为小金黄,大豆根瘤菌种为C<sub>8</sub>、B<sub>15</sub>。处理分接种与不接种,每处理六次重复。每盆留苗三株,施阴干粉碎过筛的猪厩肥0.1斤,过磷酸钙2.1克(按P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.4克计算)。试验期间土壤湿度保持在土壤最大持水的65~70%,开花期调查根瘤数、重量、体积及着生部位;收获期考种调查子实产量、植株全重、株高、分枝数、荚数等项目。

## 二、结果与讨论

### (一) 不同类型土壤中大豆根瘤菌的数量分布及其与某些土壤因素的关系

我省中、东、西部分布的不同类型土壤中大豆根瘤菌的分布是普遍的(表1),而且有相当数量。由于土壤类型不同,数量有差异,中部黑土与东、西酸性黑黄土较多,每克土壤含有10万以上的菌体,西部火性黑土较少,每克土壤不及10万,大多数被测土样为1000~10000个,个别土样少于1000个。土壤熟化程度影响根瘤菌的数量分布,如中部黑土的熟地多于荒地(撂荒40余年),前者在10万/克以上,而后者为1~10万/克。

生态学研究表明:土壤腐殖质含量对土壤中大豆

\* 东北农业科学研究所(1956):大豆根瘤菌剂的制造及接种效果的研究工作报告(资料)。

表 1 三种不同类型土壤中土著  
大豆根瘤菌的数量分布

土样号	腐殖质(%)	pH	根瘤菌数(个/克)
黑 土 (榆树县)			
1	2.79	7.10	>10万
2	2.53	7.25	
3	2.47	7.20	
4	2.54	7.25	
5	2.39	7.40	
6	2.14	7.20	
7	2.68	7.20	
8	2.42	7.20	
9	2.85	7.00	
平均	2.53	7.1—7.4	
酸性黑黄土 (蛟河县)			
1	3.26	6.40	>10万
2	2.99	4.40	
3	2.94	6.50	
4	2.98	6.40	
5	4.07	6.75	
6	2.76	6.40	
7	3.00	6.30	
8	4.46	6.02	
9	2.88	6.01	
10	3.29	6.17	
平均	3.26	4.4—6.75	
火性黑土 (大安县)			
1	1.80	8.12	1万—10万
2	1.74	8.23	1千—1万
3	1.66	8.25	1万—10万
4	1.69	8.30	1千—1万
5	1.35	8.23	同上
6	1.77	8.15	1万—10万
7	1.90	8.17	同上
8	1.40	8.10	<1千
9	1.44	8.15	1千—1万
10	1.77	8.25	同上
平均	1.65	8.1—8.3	

注：腐殖质测定方法系用丘林法；pH值用玻璃电极  
(雷磁 25型酸度计)测定。

根瘤菌数量分布具有重要影响。这是由于腐殖质可为腐生性土壤微生物包括根瘤菌提供了生命活动所需的丰富能源。从表 1 看到黑土与酸性黑黄土的土壤腐植

质含量高于火性黑土，前二者分别平均为 2.53% 及 3.26%，而后者平均为 1.65%。因而前二类土壤的大豆根瘤菌数高于后一类土壤。

一些研究者对根瘤菌的生态学研究，多注重土壤反应(pH)的影响和论述，就我省主要类型土壤pH范围(pH4.4—8.3)内，土壤腐植质含量大于土壤反应的影响，大豆根瘤菌的最适pH为6.8~7.2，我省东部酸性黑黄土的pH值(4.4—6.8)虽低于中部黑土(pH 7.1—7.4)，但因腐植质含量较高，大豆根瘤菌数值不低于黑土，仍保持较高数值。

### (二)不同类型土壤根瘤菌的结瘤和固氮活力

结瘤、固氮是根瘤菌的主要生理特性。但由于某种原因可丧失此特性，不能在豆类根部结瘤、固氮。另外土壤中存在的根瘤菌又有有效菌株与无效菌株之分。前者具有较强的固氮能力，而后者虽可结瘤，但无固氮力或固氮很少。就我省三种类型的黑土中大豆根瘤菌的结瘤活力和固氮力测定结果来看，普遍具有结瘤、固氮活力(表 2)。但因土壤类型不同而出现差异，就根瘤数量而言，黑土与酸性黑黄土结瘤较多，分别为平均 74.4 个/株和 60.1 个/株，而火性黑土则较少，平均为 36.6 个/株。从表 1 及表 2 亦可看到结瘤数量与土壤中根瘤菌数量分布是一致的。

根瘤着生部位反映固氮效率的强弱，一般着生于主根的根瘤属有效根瘤，我省三种类型土壤的主根根瘤着生率酸性黑黄土、黑土及火性黑土分别为平均 10.8%、7.1% 及 4.1%，以酸性黑黄土为高，火性黑土最低，黑土居中。

三种类型土壤中大豆根瘤菌的固氮活力均具有相当水平(表 2)，但土壤类型间表现出差异。酸性黑黄土较高，平均固氮率为 46.6 毫克/株，而黑土与火性黑土很接近，低于酸性黑黄土。

为了评价不同类型土壤中大豆根瘤菌的固氮活力，以分离筛选的优良菌株 C<sub>8</sub> 及 B<sub>15</sub> 为对照进行了比较，菌株 C<sub>8</sub> 及 B<sub>15</sub> 的固氮量分别为 49.7 及 53.3 毫克/株。前者与酸性黑黄土中的根瘤菌固氮力(46.5 毫克/株)接近。

### (三)人工接种根瘤菌对大豆生育及产量的影响

在检测不同类型土壤中大豆根瘤菌数量、活力的同时，进行了人工接种根瘤菌的盆钵试验，以检定不同类型土壤的接种效果。结果列于表 3。从试验资料表明，人工接种的增产率极低或不增产。若以对照产量为 100，而接种处理的产量波动在 100 附近，基本属于平产。就增产比率最高的公主岭黑土接种菌株 B<sub>15</sub> 来看，其增产比率虽为 6%，但以 t 测验法(4)进行差异显著性测定属于不显著范围( $P = 0.05, t = 1.71 < 2.228$ )。

表2

## 三种不同类型土壤中大豆根瘤菌的结瘤活力和固氮力

土样号	根 瘤 数 (个/株)			根瘤体积 (毫升/株)	根瘤干重 (克/株)	固氮量 (毫克/株)
	主 根	侧 根	合 计			
黑 土 (榆树县)						
1	5.4	68.3	73.7	1.1	0.19	36.5
2	4.6	83.8	88.4	1.4	0.23	45.1
3	4.8	54.4	59.2	1.0	0.20	43.1
4	4.6	62.3	66.9	1.0	0.19	37.5
5	6.0	68.6	74.6	1.4	0.23	42.0
6	6.3	88.4	94.7	1.2	0.21	40.8
7	4.8	57.1	61.9	1.1	0.19	36.1
8	6.3	72.3	78.6	1.1	0.19	29.3
9	5.1	66.3	71.4	1.1	0.20	41.3
平均	5.3	69.1	74.4	1.2	0.20	39.1
酸性黑黄土 (蛟河县)						
1	4.3	61.5	65.5	1.1	0.22	44.7
2	6.4	45.3	51.7	1.1	0.24	51.1
3	6.4	39.1	45.5	1.2	0.22	41.3
4	4.9	43.9	48.8	1.2	0.22	45.1
5	6.1	98.6	104.7	1.4	0.24	47.8
6	8.5	46.0	54.5	1.0	0.20	47.7
7	6.2	55.0	61.2	1.2	0.22	46.6
8	4.8	65.8	70.6	1.1	0.21	45.0
9	12.8	50.6	63.4	1.3	0.24	51.0
10	4.2	30.5	34.7	1.1	0.19	45.2
平均	6.5	53.6	60.1	1.2	0.22	46.6
火 性 黑 土 (大安县)						
1	2.2	40.6	42.8	1.2	0.24	35.3
2	0.8	30.2	31.0	1.2	0.22	41.8
3	4.4	35.2	39.6	1.1	0.23	46.9
4	0.7	37.2	37.9	1.1	0.20	35.0
5	0.2	22.4	22.6	1.0	0.18	34.7
6	0.9	30.4	31.3	1.1	0.22	38.8
7	2.8	48.8	51.6	1.1	0.24	43.1
8	0.9	38.4	39.3	0.9	0.16	40.9
9	1.0	34.3	35.3	1.2	0.23	44.5
10	0.8	34.0	34.8	1.0	0.20	41.5
平均	1.5	35.5	36.6	1.1	0.21	40.3

表3

## 大豆根瘤菌接种对大豆生育及产量的影响

处 理	全 重 (克/盆)	株 高 (厘米)	茎 粗 (毫米)	分 枝 数 (个/株)	荚数 (个/株)			子 实 重 (克/盆)	百粒重 (克)	产量比
					主 茎	分 枝	合 计			
黑 土 (公主岭)										
接种 B <sub>15</sub> (吉)	83.8	79.8	6.92	3.7	19.8	18.0	37.8	40.2	15.1	106.0
对 照	79.5	80.4	7.09	4.0	19.5	17.0	36.5	37.9	14.5	100.0
接种 B <sub>15</sub> (林)	81.6	78.2	7.04	4.1	19.7	18.3	38.0	38.8	14.8	102.3
接种 C <sub>8</sub> (吉)	100.5	105.9	6.92	3.0	23.2	15.8	39.0	48.2	17.2	98.1
对 照	99.8	104.5	6.93	3.2	23.1	17.9	41.0	49.1	17.1	100.0
接种 C <sub>8</sub> (林)	98.1	104.4	7.08	2.9	22.3	15.7	38.0	47.1	16.9	95.0
黑 土 (榆树县)										
对 照	88.5	68.1	6.82	3.8	18.5	20.4	38.9	45.9	16.6	100.0
接种 B <sub>15</sub> (林)	85.6	71.1	6.65	3.6	18.1	19.9	38.0	44.8	16.5	97.6
酸 性 黑 黄 土 (蛟河县)										
对 照	69.1	68.3	6.79	4.5	17.3	17.0	34.3	34.0	14.8	100.0
接种 B <sub>15</sub> (林)	69.5	69.2	7.57	4.5	16.4	15.0	31.4	33.9	15.5	99.7
火 性 黑 土 (大安县)										
对 照	58.8	89.6	6.90	3.1	16.4	12.7	29.1	24.5	13.2	100.0
接种 C <sub>8</sub> (林)	61.0	88.1	6.95	3.0	15.5	15.0	30.5	24.9	13.2	101.6
黑 土 (公主岭荒地)										
接种 B <sub>15</sub> (吉)	91.6	81.6	7.28	4.0	19.3	23.5	42.8	45.1	14.5	99.5
对 照	90.0	86.4	6.97	3.7	19.8	19.2	39.0	45.3	15.1	100.0
接种 B <sub>15</sub> (林)	92.3	88.0	6.85	3.4	20.2	20.5	40.7	45.7	15.0	100.8
对 照	94.7	102.9	6.33	3.5	19.1	19.2	38.3	47.3	16.5	100.0
接种 C <sub>8</sub> (吉)	100.5	110.5	6.36	4.7	18.9	21.9	40.8	47.6	16.0	100.6

注：1. 表内数据为6次重复平均值。

2. B<sub>15</sub>(吉)和C<sub>8</sub>(吉)系本研究室保存菌株，B<sub>15</sub>(林)和C<sub>8</sub>(林)系林土所保存菌株。

## 结 语

吉林省不同类型土壤中的大豆根瘤菌分布普遍，数量不少，并具有相当的结瘤固氮能力。种植大豆的各类土壤具有较强的根瘤菌供应能力。这可能是人工接种效果不明显的原因之一。

土壤腐植质含量是影响我省各主要类型土壤中大豆根瘤菌数量、结瘤和固氮活力的重要环境因子。

综上所述，我们认为在种植某种豆类作物的老区土壤中，富含相应的根瘤细菌，可通过增施优质有机肥料或施用磷、钼等化学肥料，或改善土壤物理性状等农业技术措施，以提高土壤中固有根瘤菌的结瘤、固氮效率，这可能是发挥共生固氮作用的一可取途径。

## 参 考 文 献

- [1] 辻村克良、渡辺 崑, 土壤中における根粒菌の生态の研究(第1报)。日土肥志, 30(6):292—296, 1959。
- [2] 辻村克良、渡辺 崑、石 嘉福。土壤中における根粒菌の生态の研究(第6报)。日土肥志, 34(10):355—359, 1963。
- [3] Allen, O.N., Experiments in Soil Bacteriology, 89—94, Burgess Publishing Co. Minnesota, U.S.A. 1959.
- [4] 王续, 实用生物统计法, 108—110页, 商务印书馆, 上海, 1958。