

土壤中大豆根瘤菌之间竞争结瘤的研究

III. 接种菌量对大豆生长的影响

王福生 李阜棣 陈华癸

(华中农业大学土化系)

摘 要

本文研究了大豆根瘤菌 PRC005 的接种量对大豆生长的影响。田间试验结果表明: 接种量在播种后40天和60天没有显著增加根瘤数、根瘤干重、地上部植株干重和植株含氮量。施氮肥处理和较高接种量处理之间的大豆种子产量差异不显著, 与不接种对照处理相比, 施氮肥和较高接种量两个处理的种子产量显著增加。施氮肥处理没有使植株含氮量增加, 并且还妨碍了大豆的结瘤作用。室内盆栽试验结果表明: 只有当接种量高于土著菌数 1200 倍时, 才能显著地提高大豆的结瘤数和植株干重。

众所周知, 豆科作物接种根瘤菌是为了在缺乏相应根瘤菌的土壤中, 建立一个有效的豆科-根瘤菌共生固氮体系^[1], 或在含有土著根瘤菌的土壤中, 用一个更有效的根瘤菌株取代土壤中的无效土著根瘤菌, 从而达到使豆科作物增加产量, 给人们带来经济效益之目的。然而, 有时并不能达到增产的目的^[6,8]。多年来的研究表明, 种植豆科作物的老区的接种效果是一个复杂的问题, 它受许多生态学和遗传学因子的制约^[2,4,10]。其中土著根瘤菌与接种菌竞争寄主根系的结瘤部位表现得最为突出, 常规的接种量不能达到增产增产的预期效果^[4,15]。一些研究者已经和正在采用多种途径试图克服土著菌和接种菌竞争结瘤的问题^[9-11]。我们曾报道了在含大量土著菌的土壤中接种量和接种位置对接种菌占瘤率的影响^[1,2]。本文则主要讨论接种菌量对大豆的结瘤作用和种子产量的影响。

一、材料与方 法

(一) 试验材料

供试大豆根瘤菌 PRC 005 由中国农科院土壤肥料研究所提供, 用酵母汁甘露醇洋葱培养基培养^[3]。供试大豆栽培品种“矮脚早”由中国农科院油料作物研究所提供。

(二) 试验方法

1. 田间试验: 在本校实验农场进行, 试验田土壤为黄棕壤, pH5.9, 有机质1.85%, 全氮0.091%, 全磷(P) 0.055%, 速效氮 94 ppm。试验前测定土壤含土著根瘤菌数量为每克干土 8.14×10^4 个。

1) 王福生、李阜棣, 1987: 两株大豆根瘤菌在结瘤过程中的相互影响。微生物学报(待发表)。

(MPN 法测数结果)。田间试验设置六个处理、四个重复, 包括: 不接种对照; 不接种施 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; 四个不同接种量的处理。每一个重复(区组)内用随机对比法排列各个小区。小区面积为 5.5×2.4 平方米, 每小区播种 4 行, 行距 60 厘米。播种前每小区沿播种行边缘施 1040 克过磷酸钙作底肥, 加氮肥小区则沿播种行边缘施 330 克 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 。菌肥接到播种行内, 用锄头将菌肥与行内 10 厘米左右深的土混合, 力求使接种菌均匀分布于土壤中。在播种后第 40 天和第 60 天, 分别进行大豆苗期和盛花期采样, 每次从每个小区的边行采 10 株, 分析植株的根瘤数量、根瘤干重和植株地上部干重, 并将盛花期采集的植株地上部粉碎, 用半微量 K 氏定氮法测定含氮量^[37]。播种后 90 天测定每小区中间两行 4 米长的种子产量。

2. 盆栽试验: 用试验田土壤进行室内盆栽试验。⁴⁴ 试验设置不接种对照和 4 个不同接种菌量的处理。每处理重复 6 钵, 盆栽共进行 2 次。用摇瓶培养 3 天的 PRC005 液体菌剂(10^9 个/毫升)接种。大豆种子播种前进行了表面灭菌, 播种后 35 天收获盆栽, 测定大豆植株的根瘤数和植株地上部干重。

二、试验结果

田间试验的测产结果表明(表 1): 随着接菌量的加大, 大豆种子产量逐渐增加。当接菌量加大到土著大豆根瘤菌 586 倍时, 其种子产量与不接菌 CK 处理的产量差异显著, 即增产达显著水准。高接菌量处理与不接菌施氮肥处理之间的种子产量差异不显著。田间试验大豆苗期(表 2)和花期(表 3)的采样结果表明: 加大接菌比例, 仅仅使植株结瘤

表 1 接菌量对大豆种子产量的影响

Table 1 Effect of inoculation rate on soybean seed yield

接种比例 Inoculation rates	种子产量(公斤/亩) Seed yield (kg/mu)
CK	92.7 c*
4.7:1	96.2 bc
23.4:1	103 bc
173:1	108.3 abc
586:1	115.1 ab
+ N	127.4 a

* 英文字母表示 5% 统计学水平的差异性, 表 2、3、4 类同。

表 2 接菌量对大豆结瘤作用和地上部植株干重的影响

Table 2 Effect of inoculation rate on nodulation and plant top dry matter of soybean

接种比例 Inoculation rates	根瘤数/株 Nodule No./plant	根瘤干重/株 (mg) Nodule dry weight/plant	地上部植株干重/株 (mg) Plant tops dry weight/plant
47:1	3.8 ai.*	3 a	70 a
23.4:1	4.2 ab	10 a	95 a
173:1	9.8 a	20 a	100 a
586:1	10.3 a	40 b	198 a
+ N	-33 b	-34 c	390 b

数、根瘤干重、地上部植株干重和植株含氮量稍微增加,四个接菌处理间的上述项目没有显著差异;无机氮肥影响大豆的结瘤能力,使植株的结瘤数和根瘤干重显著下降,而植株干重显著地高于四个接种处理。田间试验菌期(表3)和花期(表4)的不接菌CK处理的结果均未列入表中,是因为我们的田间试验采用了随机对比法排列,它比随机排列法需要更多不接菌CK小区,这将使其达到尽可能减少因试验田土壤肥力差异而造成的误差。

盆栽试验结果表明(表4):增大接菌比例能提高大豆的结瘤能力,增加地上部植株干重。但不接菌对照和几个接菌量低的处理之间,其根瘤数和植株干重无显著差异,仅在接菌量高于土著菌的1200倍时其大豆根瘤数和植株干重与其他各处理之间有显著差异。

表3 接菌量对大豆的结瘤作用、地上部植株干重和植株含氮量的影响

Table 3 Effect of inoculation rate on nodulation, dry matter and nitrogen status of plant tops of soybean

接种比例 Inoculation rates	根瘤数/株 Nodule No./plant	根瘤干重/株 (mg) Nodule dry weight/plant	地上部植株 Plant tops	
			千克/株 (g) Dry weight/plant	含氮(%) Total N
4.7:1	2.9 a*	48 a	1.19 a	0.17 a
23.4:1	5.0 a	58 a	1.29 a	0.20 a
173:1	5.1 a	60 a	1.39 a	0.29 a
586:1	6.4 a	63 a	2.28 ab	0.29 a
+N	-6.3 b	-19 a	2.98 b	0.24 a

表4 不同接菌量的盆栽试验结果

Table 4 The pot experiment results of different inoculation rates

接种比例 Inoculation rate	根瘤数/株 Nodule No./plant	地上部植株干重/株 (g) Plant tops dry weight/plant
CK	21.2 b*	0.63 c
1.2:1	23.7 b	0.70 bc
12:1	24.9 ab	0.73 b
120:1	25 ab	0.73 b
1200:1	28.8 a	0.79 a

三、讨 论

试验结果表明,在每克土含 10^4 个以上土著根瘤菌的土壤中,只有当接菌量高于土著菌1200倍时,才能显著地提高大豆的结瘤数和植物干重,否则没有明显效果。这与已报道的试验结果一致^[7,13],他们用高于土著菌几十或几百倍的菌量接种,通常只是增加大豆生长早期土壤中的根瘤菌数量,使大豆的结瘤作用提前,但不能使植株的根瘤干重和植株干重显著地增加。

我们曾报道^[2]了增大接菌量使一定的大豆根瘤数中高效的接种菌成瘤比例增加,相对地减少了无效土著菌的占瘤比例,从而增强了作物的固氮效率,使种子产量提高,但采

用过高的接菌量企图使豆科作物增产的方法在生产实践中是不现实的,因为在现有的生产技术条件下,还不可能使大田的接菌量高于土著菌 1000 倍以上,即使做到也是没有经济效益。因此,我们必须对大豆种植老区影响根瘤菌接种效果的诸因子进行全面深入地研究,寻求解决该问题的切实可行途径,以期达到提高根瘤菌的应用效果,给实际生产带来经济效益。

参 考 文 献

- [1] 王福生、陈华癸、李阜棣, 1985: 土壤中大豆根瘤菌之间竞争结瘤的研究 I. 免疫荧光抗体技术在根瘤菌个体生态学中的应用。华中农学院学报, 第 4 卷 3 期, 38—47 页。
- [2] 李阜棣、陈华癸、王福生, 1986: 土壤中大豆根瘤菌之间竞争结瘤的研究 II. 土壤中根瘤菌的数量分布与占瘤率之关系。中国土壤研究的当代进展(英文), 中国土壤学会编, 第 117—123 页, 江苏科技出版社。
- [3] 史瑞和、鲍士旦主编, 1980: 土壤农化分析。农业出版社。
- [4] 姚惠琴、朱增炎、曹景勤、许月蓉、陈碧云, 1983: 某些生物因子对苜蓿根瘤菌剂和土著根瘤菌竞争结瘤的影响。土壤学报, 第 20 卷 1 期, 85—91 页。
- [5] Bohlool, B. B., and Schmidt, E. L., 1970: Immunofluorescent detection of *Rhizobium japonicum* in soils. Soil Sci. 110: 229—236.
- [6] Caldwell, B. E., and Grant Vest., 1970: Effect of *Rhizobium japonicum* strains on soybean yields, Crop Sci. 10: 19—21.
- [7] Billis, W. R., Ham, G. E., and Schmidt, E. L.: 1984: Persistence and recovery of *Rhizobium japonicum* inoculum in a field soil. Agron. J., 76: 573—576.
- [8] Ham, E., Cardwell, V. B., and Johnson, H. W., 1971: Evaluation of *Rhizobium japonicum* inoculants in soils containing naturalized populations of rhizobia. Agron. J., 63: 301—303.
- [9] Hunt, P. G., Matheny, T. A., and Wollum, A. G., 1985: *Rhizobium japonicum* nodular occupancy, nitrogen accumulation, and yield for determinate soybean under conservation and conventional tillage. Agron. J., 77: 579—584.
- [10] Hunt, P. G., a Wollum, A. G., and Matheny, T. A., 1981: Effect of soil water on *Rhizobium japonicum* in fection, nitrogen accumulation, and yield in bragg soybeans. Agron. J., 73: 501—505.
- [11] Kapusta, G., and D. L. Rouwenhorst, 1973: Influence of inoculum size on *Rhizobium japonicum* serogroup distribution frequency in soybean nodules. Agron. J., 65: 916—919.
- [12] Smith, R. S., Ellis, M. A., and Smith, R. E., 1981: Effect of *Rhizobium japonicum* inoculant rates on soybean nodulation in a tropical soil. Agron. J., 73: 505—508.
- [13] Weaver, R. W., and Frederick, L. R., 1972: Effeer of inoculum size on nodulation of *Glycine max* L. Merrill. variety ford. Agron. J., 64: 597—599.
- [14] Weaver, R. W., and Frederick, L. R., 1974: Effect of inoculum rate on competitive nodulation of *Glycine max* L. Merrill. I: Greenhouse studies. Agron. J., 66: 229—232.
- [15] Weaver, R. W., and Frederick, L. R., 1974: Effect of inoculum rate on competitive nodulation of *Glycine max* L. Merrill. II. Field studies. Agron. J., 66: 233—235.

STUDIES ON COMPETITION FOR NODULATION BETWEEN SOYBEAN RHIZOBIA IN SOIL III. EFFECT OF INOCULATION RATE ON SOYBEAN GROWTH

Wang Fusheng, Li Fudi and Chen Huakui

(Dept. of Soils and Agrochemistry, Huazhong Agricultural University, Wuhan)

Summary

To study the effect of *Bradyrhizobium japonicum* strain PRC005 inoculation rate on growth of soybean (*Glycine max* L. Merr.), field experiment was conducted in the University farm soil containing a large quantity of indigenous soybean-nodulating rhizobia, and pot experiment was carried out with the same soil. Number and dry weight of nodules, dry weight and total nitrogen content of plant tops, and seed yield were determined. Neither number and dry weight of nodules nor dry weight and total nitrogen content of plant tops were significantly increased by different inoculation rates of soybean grown in the field for both 40 days and 60 days after planting. There was no significant difference in soybean yields between lighter inoculation rate and nitrogen fertilization, but they significantly increased soybean yield, as compared with no inoculation check. Nitrogen treatment did not increase nitrogen content of plant, and decreased the number and dry weight of nodules. The results of the pot experiment indicated that only when an inoculation rate of 1200 times the indigenous population was used at planting, could the number of nodules and plant dry weight be increased significantly.