

黑龙江省北部高寒地区大豆接种 根瘤菌的效果与应用技术

刘发 张永库 张振江 刘英华
陈质清 侯殿孝 万丽华

(黑龙江省农业科学院黑河农业科学研究所)

摘 要

1982—1984年我们通过所内试验和所外示范进行大豆接种根瘤菌应用效果的研究,初步明确了接种根瘤菌使大豆大根瘤(直径大于3毫米)数量和固氮能力明显提高,增加了大豆单株荚数、粒数和百粒重,增产效果和经济效益都比较明显。接种根瘤菌除具有增产作用外,明显地提高了大豆籽实中的蛋白质含量,且有随大豆亩增产量的提高而提高的正相关关系。

通过试验还看到大豆接种根瘤菌的效果变幅较大,明显受使用条件制约,因此要想充分发挥根瘤菌的作用,应注重选用优良根瘤菌剂,注意根瘤菌与大豆品种的相宜性,适当加大菌剂用量,保证有充足菌数,优先在供氮水平较低的土壤上使用等,以提高接种根瘤菌的增产效果。

黑龙江省北部属于极早熟春大豆区,年平均气温 $-2.0-1.0^{\circ}\text{C}$,无霜期80—120天,活动积温1900—2300 $^{\circ}\text{C}$,作物生育期间降水量350—450毫米,土壤主要为黑土、草甸土和暗棕壤,适于大豆生长。大豆是本区主栽作物之一,种植比例30%左右,为了提高产量和改进品质,近年来我们在接种根瘤菌的效果和应用技术方面进行了试验研究,现将取得的结果整理如下。

材 料 与 方 法

供试根瘤菌剂为RB-9(黑龙江省农科院土肥所分离的优良菌株),以标准根瘤菌剂B₁₅为参考,以不接菌为对照。供试大豆品种主要为黑河3号。轮作方式为麦—麦—豆。

所内试验以小区为主,多次重复并辅以微区试验。土壤为草甸暗棕壤,肥力中等,0~20厘米耕层基础养分状况(表1)。

* 本文经中国农科院土肥所胡济生研究员、东北师大苗以农副教授审阅,特此致谢。

* 参加部分工作的还有吴吉安等同志,逊克县农业局李帮助同志参加了示范工作。

本文于1985年6月30日收到。

表 1

土壤基础养分状况

Table 1.

The basic nutrition status of the soil

| 年 份 Year | 有机质 O. M. % | 全 氮 Total N % | 全 磷 Total P ₂ O ₅ % | 水解氮 Hydrolytic N PPM | 有效磷 Available P ₂ O ₅ PPM | 有效钾 Available K ₂ O PPM | PH |
|-------------|-------------------|---------------------|---|-------------------------------|---|--|------|
| 1982 | 3.68 | 0.177 | 0.143 | 45.7 | — | 51.5 | 6.1 |
| 1983 | 3.16 | 0.166 | 0.148 | 76.6 | 42.2 | — | — |
| 1984 | 3.23 | 0.175 | 0.128 | 67.7 | 35.7 | 19.3 | 5.85 |

所外于1984年进行了多点大面积示范，土壤主要为薄层黑土。

结 果 与 分 析

(一) 接种根瘤菌对大豆生育与产量的影响

1. 对大豆生育的影响

所内 1982—1983 两年田间调查均看到，接种根瘤菌对大豆生育有良好影响，处理的植株高度、鲜重好于对照，在叶色上差异明显，都比对照绿。1982年接种根瘤菌的肥效反应比较早，分枝期就能看出差异，花期差异明显，结荚初期叶色差异极明显(表 2)。

表 2

接种根瘤菌对大豆生育和叶色的影响

Table 2.

Effect of inoculating Rhizobium on growth and leaf colour of soybean

| 处 理 Treatment | 植 株 颜 色 Leaf colour | 株 高 (厘米) Plant height (cm) | 鲜重 (克/10 株) Fresh weight(g/10plants) |
|------------------------------|------------------------|-------------------------------|---|
| 不 接 种 (CK) no-inoculating | 黄 绿 yellow green | 34.1 | 137.8 |
| B ₁₅ | 绿 green | 37.7 | 139.3 |
| RB—9 | 浓 绿 dark green | 41.5 | 150.0 |

由于受气象等条件影响，1983年接种根瘤菌的肥效反应虽比1982年往后推迟，但到大豆结荚期亦能看到明显差异，对照区呈现缺氮症状，叶色发黄，B₁₅区叶色绿，RB—9区叶色则浓绿。

2. 对大豆根瘤和固氮活性的影响

① 对根瘤鲜重的影响

1982—1983 两年试验结果均表明：接种根瘤菌明显提高了根瘤鲜重。单株根瘤鲜重 1982年调查，B₁₅区比对照区高 39.2%，RB—9区比对照区高 67.6%，1983年调

查, B₁区比对照区高61.8%, RB-9区比对照区高88.2%。大于3毫米大根瘤的鲜重, 接种根瘤菌区增加的更为明显(表3)。

表3 接种根瘤菌对大豆根瘤鲜重的影响 (克/株) (g/plant)
Table 3. Effect of inoculating Rhizobium on fresh weight of nodules of soybean

| 年份 Year | 处 理 Treatment | 根瘤分级 (mm) Grading of noduls (mm) | | | | | 合 计 Total | 为 CK % with CK % | >3 (mm) 总 量 Total amount | 为 CK % with CK % | 备 注 note |
|------------|----------------------------|-------------------------------------|------------|------------|------------|------------|--------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|---|
| | | >5 | 5— 4.01 | 4— 3.01 | 3— 2.01 | 2— 1.01 | | | | | |
| 1982 | 未接种 (CK) no-inoculating | 0.021 | 0.060 | 0.184 | 0.196 | 0.064 | 0.525 | 100 | 0.265 | 100 | 结荚初期调查 Take notes in begining pod setting stage |
| | B ₁ | 0.064 | 0.050 | 0.198 | 0.302 | 0.117 | 0.731 | 139.2 | 0.312 | 117.7 | |
| | RB-9 | 0.095 | 0.115 | 0.441 | 0.192 | 0.037 | 0.880 | 167.6 | 0.651 | 245.7 | |
| 1983 | 未接种 (CK) no-inoculating | — | 0.110 | 0.190 | 1.340 | 0.060 | 1.700 | 100 | 0.300 | 100 | 结荚盛期调查 Take notes in full pod setting stage |
| | B ₁ | 0.130 | 0.310 | 0.720 | 1.560 | 0.030 | 2.750 | 161.8 | 1.160 | 388.7 | |
| | RB-9 | 0.180 | 0.760 | 1.100 | 1.150 | 0.010 | 3.200 | 188.2 | 2.040 | 680.0 | |

② 对根瘤数量和固氮活性的影响

从所内 1982—1983 二年试验结果看, 接种根瘤菌对大豆结瘤总数的影响并不大而且亦无明显规律。但接种根瘤菌后大根瘤数增加却十分明显, 大于3毫米根瘤总数 1982年试验结果 B₁比对照高 13.7%, RB-9比对照高 97.8%; 1983年更为明显, B₁比对照高 12.48%, RB-9比对照高 446.8%。

由于大根瘤明显增多, 因此增强了大豆根瘤固氮能力。1982—1983年试验, 亩固氮量 B₁比对照多 1.46—2.54 斤, RB-9比对照多 2.94—6.71 斤, 均优于对照, RB-9 优于 B₁ (表 4)。

3. 对大豆产量和经济效益的影响

由于接种根瘤菌增加了大豆有效根瘤菌数量, 提高了固氮能力, 改善了大豆的氮素营养, 因此对大豆株高和产量构成因子都有良好影响。接种根瘤菌后大豆节数、单株荚数、单株粒数明显增加, 百粒重提高, 因此增产效果比较明显。所内 1982—1983 两年小区试验, B₁根瘤菌剂比对照增产 5.6—15.7%, 亩增产大豆 8.8—32.0 斤, 亩纯收益 2.04—10.04 元; RB-9 根瘤菌剂比对照增产 23.9—100.4%, 亩增大豆 48.6—157.2 斤, 亩收益 15.77—53.23 元, 平均为 34.50 元, 投资与收益比为 1 : 34.5 (表 5)。

大区示范效果亦很好。1984 年七点次平均, 接种根瘤菌亩产 265.6 斤, 比不接种增产 22.4%, 亩增大豆 43.4 斤, 亩纯收益 14.47 元, 投资与收益比为 1 : 29 (表 6)。

表 4

接种根瘤菌对大豆结瘤数与固氮量的影响

Table 4. Effect of inoculating Rhizobium on number of nodules and amount of nitrogen fixation of soybean

| 年份 Year | 处 理 Treatment | 各瘤级(mm)与数量(个/株) Nodule grading (mm) and number (nodules/plant) | | | | | 总 计 Total (nodules /plant) (个/株) | >3mm (nodules /plant) (个/株) | 为 CK % with CK (%) | 固氮量* Amount of N-fi- xation (jin/ mu) (斤/亩) | 比 CK增 加 Incre- ase with CK (jin (mu) (斤/亩) | 备 注 notes |
|------------|----------------------------|--|--------|--------|--------|--------|--|--------------------------------------|--------------------------------|---|---|---|
| | | > 5 | 5-4.01 | 4-3.01 | 3-2.01 | 2-1.01 | | | | | | |
| 1982 | 未接种 (CK) no-inoculating | 0.3 | 1.7 | 11.9 | 22.7 | 24.7 | 61.3 | 13.9 | 100 | 3.47 | — | 初荚期调查 Take notes in begining of pod setting stage |
| | B ₁₅ | 0.9 | 1.4 | 13.5 | 45.5 | 35.4 | 96.7 | 15.8 | 113.7 | 4.93 | 1.46 | |
| | RB-9 | 1.4 | 4.0 | 22.1 | 23.8 | 11.4 | 62.7 | 27.5 | 197.8 | 6.41 | 2.94 | |
| 1983 | 未接种 (CK) no-inoculating | — | 2.9 | 8.0 | 142.0 | 24.0 | 176.9 | 10.9 | 100 | 8.80 | — | 盛荚期调查 Take notes in full pod set- ting stage |
| | B ₁₅ | 2.0 | 7.7 | 14.8 | 124.7 | 14.0 | 164.0 | 24.5 | 224.8 | 11.34 | 2.54 | |
| | RB-9 | 2.4 | 17.1 | 40.1 | 87.2 | 6.2 | 153.0 | 59.6 | 546.8 | 15.51 | 6.71 | |

* 根瘤固氮量按《土壤肥料》1982(6)贾凤翔(大田大豆有效根瘤固氮酶活性简易估算法)计算出每株大豆根瘤固氮量乘以亩保苗株数而得。

表 5

接种根瘤菌的增产效果与经济效益

Table 5. Yield response and economic benefit of inoculating Rhizobium

| 年份 Year | 处 理 Treatment | 株/米 ² plants /m ² | 株 高 Plant height (cm) | 单株节数 No. of nodes per plant (个) | 单株荚数 No. of pods per plant (个) | 单株粒数 No. of seeds per plant (个) | 百粒重 100 seeds weight (g) | 亩 产 Yield (jin/ mu) (斤) | 比对照增产 Yield incre- ase with CK | | 亩纯收益 Net be- nefit (yuan/ mu) (元) | 收益/投 资 output/ input |
|------------|----------------------------|---|--------------------------------|---|--|---|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------|--|-------------------------------|
| | | | | | | | | | (%) | 斤/亩 jin/mu | | |
| 1982 | 未接种 (CK) no-inoculating | 33.9 | 55.3 | 9.0 | 11.1 | 23.7 | 16.9 | 158.6 | — | — | — | — |
| | B ₁₅ | 33.3 | 57.6 | 9.4 | 13.2 | 30.4 | 17.1 | 165.4 | 5.6 | 8.8 | 2.04 | 2 : 1 |
| | RB-9 | 36.9 | 64.0 | 10.0 | 14.7 | 36.8 | 21.5 | 313.8 | 100.4 | 157.2 | 53.23 | 53.2 : 1 |
| 1983 | 未接种 (CK) no-inoculating | 35.0 | 67.2 | 10.4 | 12.3 | 24.9 | 19.8 | 203.3 | — | — | — | — |
| | B ₁₅ | 35.5 | 68.7 | 10.6 | 14.8 | 31.0 | 21.2 | 235.3 | 15.7 | 32.0 | 10.04 | 10 : 1 |
| | RB-9 | 34.5 | 73.4 | 11.9 | 17.6 | 35.8 | 21.3 | 251.9 | 23.9 | 48.6 | 15.77 | 15.8 : 1 |

每亩费用按一元, 大豆每斤按 0.345 元计算。

表 6 接种根瘤菌示范效果汇总 (1984)
Table. 6. Summary of demanstration results of inoculating Rhizobium

| 示范单位地点 Unit and place of demonstration | 接种亩产 Yield per mu with inoculation (Jin) (斤) | 为 对 照 % with CK (%) | 亩 增 产 Yeild increase (斤) (Jin/mu) | 亩纯收益 Net benefit (元) (yuan) | 收益/投资 (Out put/ input) |
|---|---|---------------------------|--|--------------------------------------|------------------------------|
| 黑河农科所农场 (东地) East plots of the institute farm | 304.0 | 120.5 | 51.7 | 17.34 | 34.7 : 1 |
| 黑河农科所农场 (西地) West plots of the institute farm | 345.0 | 112.0 | 38.9 | 12.23 | 24.5 : 1 |
| 黑河市松树沟 (北地) Songshugou, Hei he city (north field) | 183.3 | 154.0 | 64.3 | 21.68 | 43.4 : 1 |
| 黑河市松树沟 Songshugou, Heihe city | 275.3 | 112.6 | 30.8 | 10.13 | 20.3 : 1 |
| 黑河市松树沟 Songshugou, Heihe city | 259.8 | 118.7 | 41.0 | 13.65 | 27.3 : 1 |
| 逊克县逊河二队 Xunhe team no. 2, Xunke county | 225.0 | 125.0 | 45.0 | 15.03 | 30.1 : 1 |
| 逊克县逊河三队 Xunhe team no. 3, Xunke county | 267.0 | 114.0 | 34.0 | 11.23 | 22.5 : 1 |
| 平 均 $\bar{X} \pm S$ Average | 265.6 \pm 52.17 | 122.4 \pm 14.7 | 43.4 \pm 11.57 | 14.47 \pm 3.89 | 29 : 1 |

(每亩菌费按 0.5 元, 大豆每斤按 0.345 元计算)。

(二) 接种根瘤菌对大豆籽实品质的影响

所内三年试验结果表明, 接种根瘤菌对大豆籽实品质有明显的影晌 (表 7)。

从表 7 明显看出, 接种根瘤菌后大豆蛋白质含量明显提高, 并且随着亩增产量的提高蛋白质明显提高, 经相关分析 $r=0.830^*$ ($n=7$), 二者间呈显著的正相关, 在一定范围内其回归关系如图 1。接种根瘤菌对大豆油分的影响则相反, 随着亩增产量的提高, 油分含量在降低, 二者之间属于负相关, 相关系数 $r=-0.562$ ($n=7$) 虽然尚未达到显著平准, 但是相关系数较大。

接种根瘤菌对大豆籽实中蛋白质与油分总量的影响亦十分明显, 随着亩增产量的提高, 蛋白质与油分总量明显提高, 相关系数 $r=0.890^{**}$ ($n=7$) 二者之间呈极为显著的正相关, 在一定范围内其回归关系如图 2。

表 7 接种根瘤菌对大豆籽实品质的影响 (黑河农科所)

Table 7 Effect of inoculating Rhizobium on seed quality of soybean (Heihe Agricultural Institute)

| 年 份 Year | 对照亩产 Yield per mu of CK (斤) (Jin) | 接菌亩产 Yield per mu with inoculation (斤) (Jin) | 增 产 Yield increase (%) | 亩 增 Yield increase (斤) (Jin) | 蛋白质含量 Protein content | | 油 份 含 量 Oil content | | 蛋白质油份总量 Total content of protein and oil | |
|---------------|--|---|------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|
| | | | | | (%) | 比对照增减 Comparison with CK | (%) | 比对照增减 Comparison with CK | (%) | 比对照增减 Comparison with CK |
| 1982 | 156.6 | 165.4 | 5.6 | 8.8 | 35.93 | 2.31 | 20.39 | -0.86 | 56.32 | 1.45 |
| 1984 | 273.8 | 283.2 | 3.4 | 9.4 | 43.16 | 0.40 | 16.64 | -0.33 | 59.80 | 0.07 |
| 1983 | 199.5 | 221.2 | 10.9 | 21.7 | 42.06 | 4.28 | 18.90 | -1.57 | 60.96 | 2.71 |
| 1983 | 203.3 | 235.3 | 15.7 | 32.0 | 41.49 | 4.34 | 18.59 | -2.04 | 60.08 | 2.30 |
| 1983 | 199.5 | 239.4 | 20.0 | 39.9 | 43.97 | 6.19 | 18.11 | -2.36 | 62.08 | 3.83 |
| 1983 | 203.3 | 251.9 | 23.9 | 48.6 | 41.94 | 4.79 | 18.48 | -2.15 | 60.42 | 2.64 |
| 1982 | 156.6 | 313.8 | 100.4 | 157.2 | 41.97 | 8.35 | 19.03 | -2.22 | 61.00 | 6.13 |
| average 平均 | 198.9 | 244.3 | 22.8 | 45.4 | 41.50 | 4.38 | 18.59 | -1.65 | 60.09 | 2.73 |

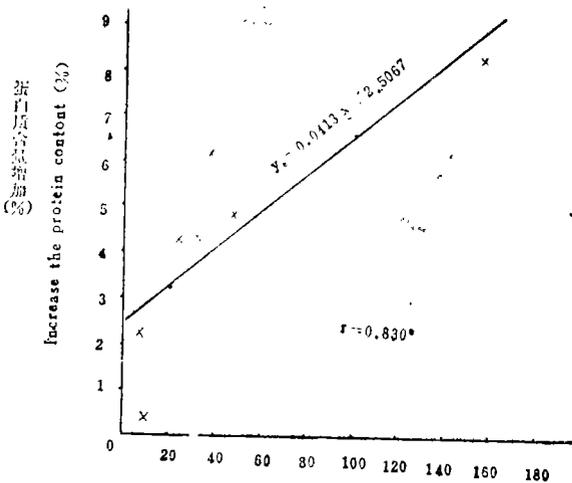


图 1 大豆亩产增加(斤)
Increase the soybean per mu (jin)

(三) 影响根瘤菌效果的几个技术问题

所内试验和所外示范都可看到, 根瘤菌增产效果高低相差较大。这既表明大豆接种根瘤菌的增产潜力很大, 也说明根瘤菌的增产是有条件的。几年试验看出下列因素与增产效果有关:

1. 菌剂与增产效果的关系

所内 1982—1983 年不同菌剂对比结果表明, RB—9 根瘤菌比对照平均增产 57.2%, 而 B₁₅ 根瘤菌仅比对照增产 11.3%, 菌剂

间增产效果差异较大。因此, 在使用根瘤菌时应首先注重选择高效菌剂。

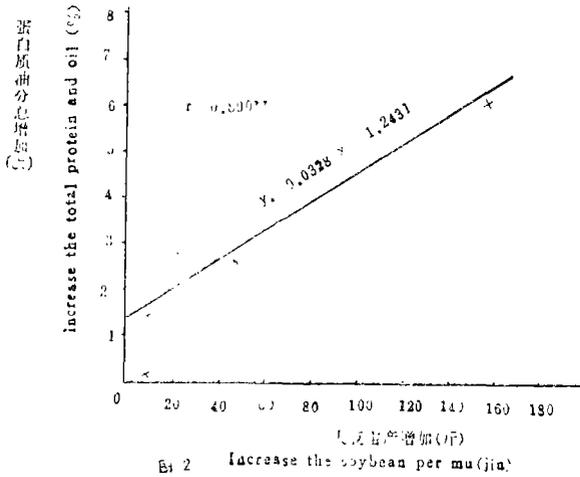
2. 大豆品种与接种效果的关系

接种根瘤菌微区辅助试验结果表明, 在同样条件下“黑河三号”增产 20%, 而比较喜肥的“黑河四号”大豆却增产 34.1%, 品种间存在明显差异。

3. 菌剂施用量与增产效果的关系

同样“黑河 3 号”大豆和 RB—9 根瘤菌剂, 由于菌剂用量不同, 增产效果不同。

微区辅助试验,拌低量菌剂(0.5斤/亩)增产10.9%,而拌高量菌剂(1斤/亩)增产



达20%。因此,要想获得较高的效果,根瘤菌剂用量应适当高些。

4. 供氮水平与接种效果的关系

根瘤菌的增产效果与土壤氮素水平和施氮数量有较大关系。在土壤水解氮低于5毫克,只施用磷肥而不施氮肥的条件下效果十分明显,而土壤水解氮高于5毫克,又施用二铵时根瘤菌的增产效果受到一定影响。要想充分发挥根瘤的作用

应用首先在供氮水平较低的瘠薄土壤上应用,并适当控制氮肥用量。

此外,为了充分发挥根瘤菌的作用和避免贪青晚熟,接种根瘤菌的大豆应尽力适时早播。

结 语 与 讨 论

(一) 在黑龙江省北部极早熟春大豆区接种根瘤菌具有比较明显的增产效果和经济效益,生产上推广这一技术措施不仅可提高大豆产量,而且可节省大量氮肥。因此,从战略眼光看,应重视根瘤菌在本区的推广和应用。

(二) 接种根瘤菌明显地提高了大豆蛋白质含量,而通过育种手段要达到这一数值则相当困难,因此在重视品质育种的同时,应注重接种根瘤菌这一措施。在以增加大豆蛋白质含量为主要目的的大豆生产中应该把拌根瘤菌作为一项常规技术措施。

(三) 鉴于接种根瘤菌对大豆油分含量有一定影响,因此在使用大豆根瘤菌时应尽力选择含油量较高的大豆品种和增施磷肥,以保证既能提高产量又使油分含量不致明显降低。

(四) 大豆根瘤菌在不同条件下增产效果不同。应注重选择高效菌剂,注意菌种与大豆品种的相宜性;适当加大菌剂用量,保证充足菌数;优先在供氮水平较低的土壤上应用等,以充分发挥根瘤菌的增产效果。

参 考 文 献

[1] 王金陵主编,1982,《大豆》,黑龙江科技出版社,61—63。
 [2] 任守让、张宏等,1983,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》,Vol. 15 No. 2。
 [3] Chamber Perez M.等,1984,大豆接种用的最有效的根瘤菌菌株的选择,《大豆文摘》,No. 1, 24—25。
 [4] Самошхин В等,1984,根瘤菌剂在克里米亚大豆作物上的效果,《大豆文摘》,No. 1 24。

STUDIES ON RESULTS AND APPLICATION TECHNIQUE OF
INOCULATION OF SOYBEAN WITH RHIZOBIUM IN COLDEST
AREA OF THE NORTH OF HEILONGJIANG PROVINCE

Liu Fa Zhang Yongku Zhang Zhenjiang Liu Yinghua
Chen Zhiqing Hou Dianxiao Wan Lihua
(*Heihe Agricultural Research Institute, Heilongjiang
Academy of Agricultural Sciences*)

Abstract

The north of Heilongjiang province is the extra-early spring soybean production area, and one of the most important bases of commercial soybean production. To increase yield and improve quality of soybean, the application of chemical fertilizers has been emphasised in production, but no attention has been put to use of Rhizobium bacteria. From 1982 to 1984, through the experiments in our institute and the demonstrations outside the institute, we have primarily defined that inoculating Rhizobium can significantly increase number of soybean nodules and capacity of nitrogen fixation and increase number of pods, seeds per plant and 100 seeds weight. The yield increase and economic benefit were also significant. Except yield response inoculating Rhizobium can also enhance protein content in soybean seeds and it has positive relationship with increase of soybean yield per mu.

Through the experiments we have also found that the result of inoculating Rhizobium has wide variation range and effected by application condition significantly. Therefore, for enhancing yield-increase result of Rhizobium, we must pay attention to select senior Rhizobium bacteria and pay attention to adaption of Rhizobium to soybean varieties, and properly increase application amount of Rhizobium to guarantee it has enough number of the bacteris, and use Rhizobium first in poor nitrogen available soils.