

# 阿根廷利索公司大豆根瘤菌剂对大豆结瘤及产量的影响

甄涛<sup>1</sup>, 张武<sup>2</sup>, 王笑庸<sup>1</sup>, 鹿文成<sup>2</sup>, 郭儒东<sup>2</sup>, 李宝华<sup>2</sup>, 于德水<sup>1,3\*</sup>

(1. 黑龙江省科学院微生物研究所, 黑龙江哈尔滨

150010; 2. 黑龙江省农业科学院黑河分院, 黑龙江黑河 164300; 3. 黑龙江省科学院高技术研究院, 黑龙江哈尔滨 150020)

**摘要** [目的] 验证阿根廷利索公司大豆根瘤菌剂与北方大豆主栽品种的结瘤能力。[方法] 以黑河 43 号为供试品种, 采用完全随机区域排列方式, 设 5 个处理, 每个处理用不同的大豆根瘤菌剂 (Rizoliq Top, Rizoliq Top + Premax, Signum + Premax - Signum, LLI + Premax - LLI) 进行拌种, 调查大豆植株的生长性状和小区产量。[结果] Rizoliq Top 菌剂数量为国家标准最低标准的 5.2 倍; 包衣后种子带菌量为  $5.48 \times 10^4$  CFU/mL; 菌剂 Rizoliq Top + Premax 和 LLI + Premax - LLI 在荚数、粒数、百粒重方面与对照相比差异不显著, 但均高于对照, 产量显著高于对照, 分别增产 14.32% 和 22.96%。[结论] 大豆根瘤菌 Rizoliq Top + Premax 和 LLI + Premax - LLI 与黑河 43 号相互适配性好, 增产效果显著。Signum + Premax - Signum 和 Rizoliq Top 与黑河主栽品种黑河 43 号大豆适配性差或不适应黑河环境, 导致增产效果不理想。

**关键词** 大豆根瘤菌剂; 品种匹配; 黑河 43 号; 黑龙江

中图分类号 S144.3 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)16-134-03

## Effects of Rhizobia Inoculants from *Rizobacter Argentina S. A.* on the Soybean Nodulation? and Its Yields

ZHEN Tao<sup>1</sup>, ZHANG Wu<sup>2</sup>, WANG Xiao-yong<sup>1</sup>, YU De-shui<sup>1,3\*</sup> et al (1. Institute of Microbiology, Heilongjiang Academy of Sciences, Harbin, Heilongjiang 150010; 2. Heihe Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Heihe, Heilongjiang 164300; 3. Institute of Advanced Technology, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150020)

**Abstract** [Objective] To test the nodulation ability of rhizobia inoculants produced by *Rizobacter Argentina S. A.* to nodulate host legume plants of main soybean cultivar in the north of China. [Method] By adopting the randomized complete block design, five treatments were designed with Heihe 43 as the tested varieties. Different soybean traits (Rizoliq Top, Rizoliq Top + Premax, Signum + Premax-Signum, LLI + Premax-LLI) were used for each treatment. The growth traits and plot yield of soybean plant were investigated. [Result] Rizoliq Top was 5.2 times of the minimum standards in national standards. The number of rhizobium after coating was  $5.48 \times 10^4$  CFU/mL. Rizoliq Top + Premax and LLI + Premax-LLI were higher than CK in pod number and seed number per plant and 100-seed weight, but there were no significant differences. The yields were obviously higher than that in CK, which increased by 14.32% and 22.96%, respectively. [Conclusion] Rizoliq Top + Premax and LLI + Premax-LLI have a good mutual compatibility with Heihe 43, showing significant yield increasing effects. The unsatisfactory performances of Signum + Premax-Signum and Rizoliq Top are possibly due to their poor adaptation to Heihe43 which is the main soybean cultivar, or they are not suited to climatic conditions of Heihe city.

**Key words** Rhizobia inoculants; Variety match; Heihe 43; Heilongjiang

黑龙江省作为我国大豆种植大省, 在 20 世纪就曾尝试推广接种根瘤菌技术<sup>[1-2]</sup>, 但由于根瘤菌剂质量不稳定和使用方法不当, 推广效果不理想。近年来, 农户开始逐渐采用这项菌剂技术, 其增产抗病效果已得到农户的认可。目前, 黑龙江省应用大豆根瘤菌剂可增产 10% 以上, 效果显著<sup>[3-5]</sup>。黑河 43 号大豆品种是黑龙江省农业科学院黑河分院选育的优良品种, 是黑龙江省的主栽品种之一, 目前已累计种植 333 余万  $\text{hm}^2$ 。笔者研究了阿根廷利索公司的根瘤菌剂产品在黑龙江主栽大豆品种上的应用效果, 旨在为提高该省大豆产量与品质提供科学依据。

## 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 试验地点设在黑龙江省农业科学院黑河分院试验地, 土壤类型为草甸暗棕壤, 土壤理化性质: 土壤速效氮含量 219.7 mg/kg, 速效磷 ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) 含量 115.9 mg/kg, 速效钾 ( $\text{K}_2\text{O}$ ) 含量 163.0 mg/kg, pH(水:土 = 2.5:1) 5.32, 有机质含量 30.7 g/kg。供试品种为黑河 43 号, 由黑龙江省农业科学院黑河分院提供。供试大豆根瘤菌菌剂为 Rizoliq Top、Signum 和 LLI, 由阿根廷利索公司提供。供试根瘤菌保护剂为 Premax、Premax - Signum、Premax - LLI, 由阿根廷利索公司

提供。其中, Rizoliq Top 菌剂可以单独使用, 也可以与保护剂 Premax 配合使用, Signum 和 LLI 菌剂必须与相对应的保护剂 Premax - Signum、Premax - LLI 配合使用。

**1.2 试验设计** 共设 5 个处理(表 1), 3 次重复。每个处理用不同大豆根瘤菌剂进行拌种<sup>[6]</sup>。共 15 个小区, 每个小区采用 0.6 m 垄距, 7.0 m 行长。小区内各处理随机分布<sup>[7]</sup>。各处理田间分布及各小区布局见图 1、2。

表 1 各种不同处理菌剂使用情况

Table 1 Usage situation of rhizobia inoculants in different treatments

| 处理<br>Treatment | 菌剂名称<br>Name of inoculants | 种子使用量<br>Usage of seed//mL/g |
|-----------------|----------------------------|------------------------------|
| ①               | Rizoliq Top                | 6.0                          |
| ②               | Rizoliq Top + Premax       | 6.0 + 2.0                    |
| ③               | Signum + Premax - Signum   | 6.0 + 2.0                    |
| ④               | LLI + Premax - LLI         | 8.0 + 2.8                    |
| ⑤(CK)           | —                          | —                            |

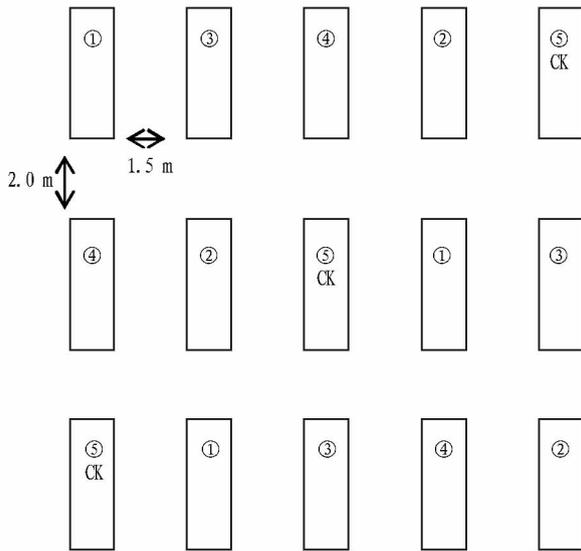
## 1.3 测定项目与方法

**1.3.1 根瘤菌剂质量的检测。** 利用 YMA 平板涂布法, 将阿根廷利索公司的 3 种菌剂分别稀释至  $10^{-7}$  和  $10^{-8}$  后涂布 YMA 平板。每个梯度 3 次重复, 每个重复 2 个对照。于 29.5 °C 恒温培养 7 d, 同时利用 PGA 培养基检测霉菌率<sup>[8]</sup>。

**1.3.2 单粒种子接种量的测定。** 取拌菌后的 50 粒种子置于

**作者简介** 甄涛(1986 - ), 男, 山东泰安人, 助理研究员, 从事大豆根瘤菌及分子生物学研究。\* 通讯作者, 研究员, 从事生物技术、微生物学研究。

**收稿日期** 2016-04-25



注:①,②,③,④,⑤(CK)分别表示5个试验设计。

Note:①,②,③,④,⑤(CK)were five test designs.

图1 试验小区各处理随机分布示意

Fig.1 Schematic diagram of randomly distribution in different treatments of each test plot

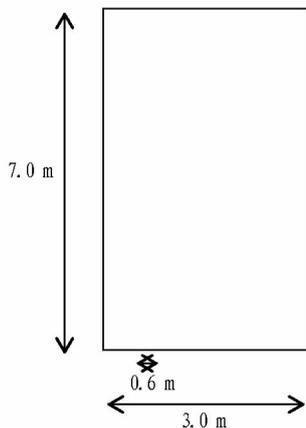


图2 试验小区布局设计

Fig.2 Layout design of test plot

含有 50 mL 无菌水的 125 mL 摇瓶中,200 r/min 震荡 12 min, 分别稀释  $10^{-3}$  和  $10^{-4}$  进行涂布,每个梯度 3 次重复,每个重复 2 个对照。于 29.5 °C 恒温培养 7 d。

**1.3.3 大豆植株调查。**在初荚期(R3)和收获期(R8)进行调查。其中,R3 期每处理各取 5 株,调查株高、根瘤数(主根根瘤数、侧根根瘤数、总根瘤数)、植株干重。收获期(R8)采用 5 点取样法每个点位取样  $1 \text{ m}^2$ ,调查株高、单株荚数、单株粒数、单位面积产量<sup>[9-10]</sup>。每处理 3 次重复。

**1.4 数据处理** 采用 Excel 和 DPS 7.05 进行数据统计。

## 2 结果与分析

**2.1 不同菌剂质量及种子带菌量** 我国微生物肥料标准(GB 20287—2006)中规定根瘤菌剂有效活菌数  $\geq 2 \times 10^9$  CFU/mL,霉菌数  $\leq 3 \times 10^6$  CFU/mL。经测定,Rizoliq Top、Signum、LLI 的有效活菌数分别为  $(10.40 \times 10^9 \pm 0.92)$ 、 $(9.20 \times 10^9 \pm 0.60)$ 、 $(9.36 \times 10^6 \pm 0.90)$  CFU/mL,分别是国家标准最低限的 5.20、4.60 和 4.68 倍。在 3 种菌剂中均未检出霉菌。因此,阿根廷利索公司提供的根瘤菌剂符合我国根瘤菌剂相关标准。

**2.2 不同菌剂包衣后种子带菌量** 经 7 d 29.5 °C 培养,在 YMA 平板上检测数据如下: Rizoliq Top、Rizoliq Top + Premax、Signum + Premax - Signum、LLI + Premax - LLI 4 种根瘤菌经拌种后种子表面的有效活菌数均在  $4.0 \times 10^4$  CFU/mL 以上,分别为  $(5.48 \pm 0.17)$ 、 $(5.10 \pm 0.25)$ 、 $(4.10 \pm 0.38)$ 、 $(4.30 \pm 0.15) \times 10^4$  CFU/mL。

**2.3 不同菌剂接菌根瘤数量与干重** 由表 2 可知,各处理间的株高、主根根瘤数、主根根瘤干重、侧根根瘤干重及根瘤总干重与 CK 差异不显著;处理①、②、④的侧根根瘤数和根瘤总数与 CK 差异显著,处理③与 CK 差异不显著;各处理间的植株干重与 CK 差异不显著,处理①与处理②差异显著。此外,根瘤数量与根瘤干重不成成正比,说明虽然形成根瘤但是有效结瘤很少,因而造成根瘤的干物质积累较少。

**2.4 不同菌剂对大豆产量及产量构成因子的影响** 由表 3 可知,各处理间的荚数、单株粒数、百粒重与 CK 差异不显著;各处理间株高与 CK 差异不显著,处理①、③与处理④差异显

表 2 不同菌剂处理对大豆根瘤的影响

Table 2 Effects of different inoculants on root nodule of soybean

| 处理<br>Treatment | 株高<br>Plant height<br>cm | 主根根瘤<br>Axial root<br>nodule//个 | 侧根根瘤数<br>Lateral root<br>nodule number<br>个 | 根瘤总数<br>Total number<br>of root nodule<br>个 | 主根根瘤干重<br>Dry weight of<br>axial root<br>nodule //mg | 侧根根瘤干重<br>Dry weight<br>of lateral root<br>nodule//g | 根瘤总干重<br>Total dry weight<br>of root nodule<br>g | 植株干重<br>Plant dry<br>weight //g |
|-----------------|--------------------------|---------------------------------|---|---|--|--|--|---------------------------------|
| ①               | 53.33 ± 2.43a            | 3.00 ± 0.81a                    | 52.40 ± 2.69b                               | 55.40 ± 2.19b                               | 10.70 ± 3.30a  | 0.14 ± 0.03a   | 0.15 ± 0.03a                                     | 53.48 ± 4.18b                   |
| ②               | 50.27 ± 4.65a            | 4.60 ± 1.29a                    | 48.40 ± 7.35b                               | 53.00 ± 8.63b                               | 14.50 ± 8.30a  | 0.12 ± 0.04a   | 0.14 ± 0.04a                                     | 65.60 ± 3.57a                   |
| ③               | 55.20 ± 1.39a            | 4.53 ± 1.19a                    | 59.27 ± 10.65ab                             | 63.80 ± 10.67ab                             | 12.70 ± 5.70a  | 0.20 ± 0.25a   | 0.22 ± 0.02a                                     | 55.83 ± 6.07ab                  |
| ④               | 55.40 ± 0.87a            | 4.40 ± 1.33a                    | 51.73 ± 6.18b                               | 56.13 ± 5.59b                               | 20.30 ± 10.20a                                       | 0.12 ± 0.02a   | 0.14 ± 0.02a                                     | 62.51 ± 2.22ab                  |
| ⑤(CK)           | 53.67 ± 1.03a            | 3.47 ± 0.9a                     | 76.00 ± 13.50a                              | 80.80 ± 12.44a                              | 13.30 ± 4.40a  | 0.16 ± 0.02a   | 0.18 ± 0.11a                                     | 55.63 ± 1.56ab                  |

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。

Note:Different lowercases in the same row indicated significant differences at 0.05 level.

著;处理②、④的产量与 CK 和处理①、③差异显著;处理④、②较 CK 分别增产 22.96% 和 14.32%。综上所述,增产因素与株高无关,与荚数、粒数、百粒重有关。处理②、④与 CK 相

比可以提高单株荚数、单株粒数、百粒重,但差异不显著,各因素均高于 CK,在产量与 CK 相比差异显著,增产效果明显。

表3 不同菌剂处理对大豆产量构成因子的影响

Table 3 Effects of rhizobia inoculants on the component factors of soybean yields

| 处理<br>Treatment | 株高<br>Plant height //cm | 荚数<br>Pod number //个 | 单株粒数<br>Grain number //g | 百粒重<br>100-grain weight //g | 产量<br>Yield //kg/m <sup>2</sup> | 较CK增产<br>Yield increase compared with CK //% |
|-----------------|-------------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|
| ①               | 90.68 ± 0.75a           | 27.27 ± 1.71a        | 62.21 ± 4.72a            | 22.21 ± 0.62a               | 0.395 ± 0.019b                  | -2.47  |
| ②               | 86.49 ± 3.09ab          | 31.66 ± 1.94a        | 72.13 ± 4.26a            | 23.65 ± 1.16a               | 0.463 ± 0.009a                  | 14.32  |
| ③               | 92.50 ± 1.73a           | 27.81 ± 1.63a        | 65.63 ± 3.90a            | 22.98 ± 0.38a               | 0.390 ± 0.015b                  | -3.70  |
| ④               | 81.93 ± 3.49b           | 31.17 ± 2.33a        | 72.07 ± 6.10a            | 23.69 ± 0.88a               | 0.498 ± 0.022a                  | 22.96  |
| ⑤(CK)           | 87.87 ± 2.51ab          | 29.02 ± 1.53a        | 68.06 ± 3.61a            | 22.44 ± 0.18a               | 0.405 ± 0.006b                  | -  |

注:同列不同小写字母表示在0.05水平差异显著。

Note: Different lowercases in the same row indicated significant differences at 0.05 level.

### 3 结论与讨论

(1) 该研究表明, 阿根廷利索公司生产的根瘤菌质量优良, Rizoliq Top、Signum 和 LLI 3 种菌剂的数量可达国家标准的 4.6~5.2 倍, 且均未检出霉菌。经测定, 不同菌剂包衣后种子带菌量, 以 Rizoliq Top 最高, 达  $5.48 \times 10^4$  CFU/mL, Signum + Premax - Signum 最低, 仅  $4.10 \times 10^4$  CFU/mL。各处理间的株高、主根根瘤数、主根根瘤干重、侧根根瘤干重及根瘤总干重均与对照差异不显著; 对照组未施用根瘤菌的侧根根瘤数和根瘤总数显著高于处理①、②、④; 各处理间的植株干重与对照无显著差异, 处理①与处理②差异显著。不同根瘤菌剂处理对大豆产量构成的影响与株高无关, 与荚数、粒数、百粒重有关。处理②和处理④在产量方面显著高于 CK, 其他各因素均高于对照但不显著; 与对照相比, 处理②、④分别增产 14.32% 和 22.96%。

(2) 综上, 大豆根瘤菌 Rizoliq Top + Premax 和 LLI + Premax - LLI 与黑河 43 号适配性好, 增产效果显著。Tomar 等<sup>[11]</sup>研究表明, 不同的大豆类型和品种间由于根系分泌物不同, 造成根瘤菌对刺激大豆形成根瘤也存在显著差异, 根瘤菌对宿主的专一性与品种的差异性有关<sup>[11]</sup>。因此, 大豆根瘤菌 Rizoliq Top 和 Signum + Premax - Signum 增产效果不理想可能是由于其与黑河 43 号品种适配性差或不适应黑河环境等<sup>[12]</sup>。为更好地推广大豆根瘤菌剂在黑龙江省的应

用, 寻找与该省主流大豆品种相匹配的广谱高效的大豆根瘤菌剂迫在眉睫<sup>[13-14]</sup>。

### 参考文献

- [1] 韩德志. 黑河 43 号遗传背景分析[J]. 中国种业, 2014(9): 60-61.
- [2] 梁吉利, 朱海芳, 闫洪睿, 等. 黑河 43 号大豆品种大面积推广原因分析[J]. 中国种业, 2015(2): 59-60.
- [3] 时全义, 刘婵婵. 接种根瘤菌剂生产新方法[J]. 化工中间体, 2009(7): 43-50.
- [4] 管凤贞, 邱宏端, 陈济琛, 等. 根瘤菌菌剂的研究与开发现状[J]. 生态学杂志, 2012(3): 755-759.
- [5] 刘保平, 周俊初. 根瘤菌菌剂研究[J]. 湖北农业科学, 2006(1): 57-61.
- [6] 张景岚, 冯丽华, 葛诚, 等. 快生型大豆根瘤菌田间共生效应试验报告[J]. 大豆科学, 1988(1): 45-51.
- [7] 李新民, 谷思玉, 窦新田, 等. 不同土壤大豆接种根瘤菌剂反应的研究[J]. 黑龙江农业科学, 1998(4): 2-6.
- [8] 杨微. 大豆应用根瘤菌剂试验[J]. 大豆通报, 2004(6): 5-6.
- [9] 吴云汉, 姚占芳, 贾新成, 等. 大豆根瘤菌 2-4 的筛选与田间试验效果[J]. 河南农业大学学报, 1985(3): 278-286.
- [10] 房春红. 根瘤菌与大豆、土壤间相互适应性研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2007.
- [11] TOMAR A, KUMAR N. Synergism among VA mycorrhiza, Phosphate solubilizing bacteria and rhizobium for symbiosis with blackgram (*Vigna mungo* L.) under field conditions [J]. Pedosphere, 2001, 11(4): 327-332.
- [12] 周金玲. 大豆根瘤菌剂作用功效[J]. 科技致富向导, 2012(8): 307.
- [13] 张凤彬. 提高大豆根瘤菌剂使用效果的技术措施[J]. 大豆科技, 2011(6): 53-55.
- [14] 卢林刚. 黑龙江大豆根瘤菌复合颗粒肥的研制及其应用技术研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2005.

(上接第 133 页)

**2.2.2 多因子综合分析.** 各处理中以处理⑥的产量最高, 为  $11455.5 \text{ kg/hm}^2$ , 较处理①增产  $6361.5 \text{ kg/hm}^2$ , 说明施肥增产效果明显; 氮、磷、钾的施肥量与水稻的产量均呈开口向下的二次函数(抛物线)关系。这说明过量施肥, 不仅造成了肥料浪费, 还会造成水稻减产。因此, 施肥要根据作物需肥规律, 进行科学施肥。根据该点试验结果, 对氮、磷、钾的施肥量进行回归综合分析, 建立了三元二次综合效应方程, 方程为  $Y = 338.401 + 15.085X_1 + 108.066X_2 - 8.747X_3 + 0.182X_1^2 + 2.100X_2^2 - 6.420X_3^2 - 1.00X_1X_2 - 11.402X_1X_3 - 0.779X_2X_3$ 。综合分析, 当氮、磷、钾施用量分别为  $165.0, 54.0, 58.5 \text{ kg/hm}^2$  时, 产量最高, 为  $9807.0 \text{ kg/hm}^2$ 。如果氮、磷、钾肥和水稻以上述价格计算, 则氮、磷、钾施用量分别为  $154.5, 51.0, 34.5 \text{ kg/hm}^2$ , 达到经济最佳产量, 最佳产量为  $9775.5 \text{ kg/hm}^2$ 。

### 3 小结

该研究结果表明, 各处理中以处理⑥的产量最高, 达

$11455.5 \text{ kg/hm}^2$ , 施肥水平为  $N_2P_2K_2$ 。处理⑥纯收最高, 为  $23324.10 \text{ kg/hm}^2$ 。通过水稻“3414”回归最优设计原理, 获得肥料效应函数方程是  $Y = 338.401 + 15.085X_1 + 108.066X_2 - 8.747X_3 + 0.182X_1^2 + 2.100X_2^2 - 6.420X_3^2 - 1.00X_1X_2 - 11.402X_1X_3 - 0.779X_2X_3$ , 最佳产量是  $9775.5 \text{ kg/hm}^2$ , 氮、磷、钾施用量分别为  $154.5, 51.0, 34.5 \text{ kg/hm}^2$ 。综合分析, 在生产实际中, 氮、磷、钾肥的推荐施用量分别为  $172.5, 75.0, 135.0 \text{ kg/hm}^2$ 。

### 参考文献

- [1] 袁隆平, 唐传道. 杂交水稻选育的回顾、现状与展望[J]. 中国稻米, 1999(4): 3-6.
- [2] 廖佳丽. 测土配方施肥水稻 3414 肥料效应的研究[J]. 中国农学通报, 2010, 26(13): 213-218.
- [3] 毛新华, 王华, 肖丽霞. 水稻“3414”完全肥效试验研究[J]. 现代农业科技, 2011(20): 58.
- [4] 宋朝玉, 宫明波, 李振清, 等. “3414”肥料试验结果统计方法的讨论与分析[J]. 天津农业科学, 2012, 18(6): 38-42.