

文章编号:1003-8701(2004)05-0022-07

# PGPR 复合制剂对玉米增产效果的研究

孙淑荣,吴海燕,刘春光,范作伟

(吉林省农业科学院农业环境与资源研究中心,吉林 公主岭 136100)

**摘要:**通过对假单胞菌、巨大芽胞杆菌和细链放线菌的鉴定检测结果,除巨大芽胞杆菌不产生吡啶乙酸外,其它都不同程度的产生吡啶乙酸、赤霉素和细胞分裂素。因此,把它们研制成复合制剂来处理种子,不但对玉米茎腐病、纹枯病有一定的预防效果,而且通过2年4点接种PGPR复合制剂田间试验结果,不但增产效果显著,而且十分稳定。总的表现为:可使玉米较对照平均增产11.01%,增产幅度为7.35%~15.26%,并可替代10%~20%的化肥,每公顷可减少投入750~1050元。而大田示范结果,玉米接种PGPR复合制剂可使玉米平均增产10.45%。

**关键词:**玉米;PGPR菌剂;增产效果

**中图分类号:**S144.1

**文献标识码:**A

PGPR复合制剂是近年来在根瘤菌肥和复合生物肥的单一肥效研究基础上开发研制的集促生、抗病和生防为一体的新型接种剂,该复合制剂含多种微生物。研究表明,PGPR在植物根际的聚集,它们旺盛的代谢作用加强了土壤中有有机物质的分解,促进了植物营养元素的矿化,增强了对作物营养的供应。某些PGPR菌株产生的植物生长素可刺激植物根系发达、吸收矿物营养和水分的能力加强及植物内源激素增加,从而促进植物的生长。同时PGPR菌株在根际的定殖会限制病原菌的定殖和传播。

由于它们为多功能制剂,具有改良土壤、改良作物品质、减少化肥使用量、降低植物病害和对各种作物有明显的增产等作用,因此,是绿色食品和生态农业的理想肥料,1996~1998年,我们曾在吉林省的中、西部地区,对玉米进行了田间接种效果试验与示范。

## 1 材料与方法

### 1.1 菌种的分离、筛选与生理生化鉴定方法

菌种的分离采用中科院南京土壤所微生物室编著的《土壤微生物研究法》进行<sup>[1]</sup>,筛选采用试管接种玉米,每种重复5次,以10个试管玉米苗不接种为对照,每隔1d观察管苗的生长情况。菌种生化鉴定采用中科院微生物研究所细菌分类组编著《一般细菌常用鉴定方法》<sup>[2]</sup>和Gordon et al(蔡妙英等译)的the Genus Bacillus(芽胞杆菌属).农业出版社,1983年的方法进行。

收稿日期:2004-01-04

**作者简介:**孙淑荣(1955-),女,吉林省乾安人,吉林省农科院环境与资源研究中心学科专家,研究员,主要从事农业微生物和新型生物肥研制及其产业化。

## 1.2 菌种产生激素及对难溶性磷和根际土壤磷转化的测定方法

吡啶乙酸采用小麦芽鞘切段法测定,赤霉素 $\alpha$ -淀粉酶诱导法测定,细胞分裂素采用尾穗苋黄化苗子叶苋红合成法测定。难溶性磷的转化测定采用摇床振荡,下摇床后加入无磷活性碳脱色并离心,上清液比色法测定。

## 1.3 田间小区试验与大田示范方法

### 1.3.1 田间小区试验方法

(1)1996 年在通榆县四井子乡小太平川进行接种玉米田间小区试验。供试土壤为淡黑钙土;供试作物为玉米(本育九)。试验设 5 个处理,3 次重复,随机区组排列,小区面积  $24\text{ m}^2$ ,共 15 个小区,总面积为  $360\text{ m}^2$ 。PGPR 复合制剂用作拌种,播种前将 PGPR 复合制剂(加粘合剂和水配成 4%的溶液)与种子充分拌匀,晾一下即可播种。化肥氮肥  $1/3$  用作底肥, $2/3$  用于玉米大喇叭期一次追肥,其余化肥均作底肥一次性施入。具体处理如下:①对照(草炭不接菌每公顷  $15\text{ kg}$ )+100%化肥(每公顷  $\text{N } 240\text{ kg}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5\text{ } 92\text{ kg}$ 、 $\text{K}_2\text{O } 75\text{ kg}$ ),每小区  $\text{N } 0.58\text{ kg}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5\text{ } 0.22\text{ kg}$ 、 $\text{K}_2\text{O } 0.18\text{ kg}$ );②菌剂+100%化肥(用量同①);③菌剂+90%化肥(每小区菌剂  $0.04\text{ kg}$ + $\text{N } 0.522\text{ kg}$ + $\text{P}_2\text{O}_5\text{ } 0.198\text{ kg}$ + $\text{K}_2\text{O } 0.162\text{ kg}$ );④菌剂+80%化肥(每小区菌剂  $0.04\text{ kg}$ + $\text{N } 0.464\text{ kg}$ + $\text{P}_2\text{O}_5\text{ } 0.176\text{ kg}$ + $\text{K}_2\text{O } 0.144\text{ kg}$ );⑤菌剂+70%化肥(每小区菌剂  $0.04\text{ kg}$ + $\text{N } 0.406\text{ kg}$ + $\text{P}_2\text{O}_5\text{ } 0.154\text{ kg}$ + $\text{K}_2\text{O } 0.126\text{ kg}$ )。

(2)1996 年在农安县靠山乡进行田间接种玉米试验。供试土壤为黑土;供试作物为玉米(吉单 159)。试验设 4 个处理,4 次重复,小区随机区组排列,小区面积  $24\text{ m}^2$ ,共 16 个小区,总面积为  $384\text{ m}^2$ 。除菌剂拌种外,化肥为正常施用量(每公顷二铵  $199.5\text{ kg}$ 、尿素  $349.5\text{ kg}$ 、硫酸钾  $75\text{ kg}$ ),尿素每公顷  $50\text{ kg}$  作底肥, $300\text{ kg}$  作追肥,二铵与硫酸钾全部作底肥一次性放入。具体处理如下:①对照(草炭不接菌,每公顷  $7.5\text{ kg}$ ,每小区  $0.02\text{ kg}$ );②菌剂(每公顷  $7.5\text{ kg}$ ,每小区  $0.02\text{ kg}$ );③菌剂(每公顷  $15\text{ kg}$ ,每小区  $0.04\text{ kg}$ );④菌剂(每公顷  $22.5\text{ kg}$ ,每小区  $0.06\text{ kg}$ )。

(3)1997 年在公主岭市刘房子进行玉米接种试验。供试土壤为黑土;供试作物为玉米(吉单 209)。试验设 4 个处理,4 次重复,随机区组排列,小区面积  $24\text{ m}^2$ ,共 16 个小区,总面积  $384\text{ m}^2$ 。菌剂与化肥施用方法同试验(2)。具体处理如下:①对照(草炭不接菌,每公顷  $15\text{ kg}$ ,每小区  $0.04\text{ kg}$ )+100%化肥(每公顷  $\text{N } 240\text{ kg}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5\text{ } 92\text{ kg}$ 、 $\text{K}_2\text{O } 75\text{ kg}$ ,每小区  $\text{N } 0.58\text{ kg}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5\text{ } 0.22\text{ kg}$ 、 $\text{K}_2\text{O } 0.18\text{ kg}$ );②菌剂+100%化肥(用量同①);③菌剂+90%化肥(每小区菌剂  $0.04\text{ kg}$ + $\text{N } 0.522\text{ kg}$ + $\text{P}_2\text{O}_5\text{ } 0.198\text{ kg}$ + $\text{K}_2\text{O } 0.162\text{ kg}$ );④菌剂+80%化肥(每小区菌剂  $0.04\text{ kg}$ + $\text{N } 0.464\text{ kg}$ + $\text{P}_2\text{O}_5\text{ } 0.176\text{ kg}$ + $\text{K}_2\text{O } 0.144\text{ kg}$ )。

(4)1997 年在桦甸市进行田间接种玉米效果试验。供试土壤为白浆土;供试作物为玉米(本育九)。试验设 4 个处理,4 次重复,小区随机区组排列,小区面积  $48\text{ m}^2$ ,共 16 个小区,总面积为  $768\text{ m}^2$ 。菌剂与化肥用量及施用方法同试验(2)。各处理如下:①对照(草炭不接菌,每公顷  $7.5\text{ kg}$ ,每小区  $0.04\text{ kg}$ );②菌剂(每公顷  $7.5\text{ kg}$ ,每小区  $0.04\text{ kg}$ );③菌剂(每公顷  $15\text{ kg}$ ,每小区  $0.08\text{ kg}$ );④菌剂(每公顷  $22.5\text{ kg}$ ,每小区  $0.108\text{ kg}$ )。

### 1.3.2 大田示范方法

(1)1998 年玉米接种 PGPR 菌剂示范区设在通榆县四井子乡,玉米品种为四单 19,设①对照+NPK;②PGPR 复合制剂(每公顷  $15\text{ kg}$ )+NPK。每一处理示范面积为  $0.267\text{ hm}^2$ ,收获面积为 3 个  $200\text{ m}^2$ 。

(2)1998 年示范点设在九台市其塔木乡,玉米品种为吉单 209,设①对照+NPK;②

PGPR 复合制剂 (每公顷 22.5 kg)+NPK。每一处理示范面积为 1 hm<sup>2</sup> , 收获面积为 4 个 100 m<sup>2</sup>。

## 2 菌种鉴定与试验结果

### 2.1 菌种鉴定与接种玉米管苗试验结果

#### 2.1.1 菌种鉴定结果

(1)假单胞菌 :革兰氏阴性杆菌 ,大小为 0.5~1×1.5~4 μm ,好氧 ,对葡萄糖可氧化产酸 ,但从不发酵产酸 ,氧化酶阴性 ,极生鞭毛。

(2)巨大芽胞杆菌 :有氧条件下能产芽胞 ,芽胞囊膨大不明显 ,芽胞椭圆形或柱状 ,中生到端生 ,革兰氏阴性 ,生长在葡萄糖营养琼脂培养基上的幼龄细胞 ,用美兰染色 ,原生质中有着色颗粒 ,严格好氧 ,N P 阴性 ,黄色或棕色。

(3)抗生素(阳链霉菌) :在苜蓿的根土中分离获得 ,一般圆形 ,有许多皱褶 ,菌落周围具有辐射状菌丝。在高氏淀粉和克氏合成一号培养基上 ,都产生粉红色 ,带粉状的气生菌丝 ,其营养菌丝呈淡黄色 ,至浅琥珀色 ,都不分泌色素。对牛奶凝固和淀粉水解的能力甚强 ,也能使明胶液化、牛奶胨化和硝酸盐还原 ,但不能在蔗糖上转化 ,也不能在纤维素上生长。

#### 2.1.2 接种玉米管苗试验结果

选用玉米作试管苗 ,接种 8 个菌株 ,20 d 观察管苗的生长状况 ,调查结果见表 1。

表 1 玉米接种 PGPR 生长状况调查结果

| 处 理    | PGPR1 | PGPR1-1 | PGPR1-2 | PGPR2 | PGPR2-1 | PGPR2-2 | PGPR2-3 | 抗生素   | ck    |
|--------|-------|---------|---------|-------|---------|---------|---------|-------|-------|
| 株高(cm) | 11.00 | 10.90   | 11.20   | 11.10 | 10.30   | 10.70   | 11.00   | 11.20 | 9.70  |
| 茎粗(cm) | 0.017 | 0.013   | 0.019   | 0.017 | 0.012   | 0.012   | 0.017   | 0.019 | 0.010 |
| 叶片数(个) | 3     | 3       | 3       | 3     | 3       | 3       | 3       | 3     | 2     |

注 :以上数据为 5 次重复的平均数。

通过表 1 调查结果说明 ,PGPR 菌株对玉米有显著的促进生长作用。接种假单胞菌、巨大芽胞杆菌和抗生素株高比对照高 0.6~1.5 cm ,茎粗增加 0.002~0.009 cm ,叶片数提前增加 1 片叶。

### 2.2 菌种产生激素及土壤难溶磷、根际土壤磷转化的测定结果

#### 2.2.1 PGPR 微生物产生激素测定结果

对 PGPR 微生物产生激素类情况进行了测定 ,结果见表 2。

表 2 PGPR 微生物产生激素情况

| 激 素       | PGPR1 | PGPR1-1 | PGPR1-2 | PGPR2 | PGPR2-1 | PGPR2-2 | PGPR2-3 | 抗生素   |
|-----------|-------|---------|---------|-------|---------|---------|---------|-------|
| 吲哚乙酸(IAA) | 0.019 | 0.010   | 0.110   | 0     | 0       | 0       | 0       | 0.013 |
| 赤霉素(GA3)  | 0.270 | 0.290   | 0.170   | 0.630 | 0.190   | 0.530   | 0.210   | 0.220 |
| 细胞分裂素 ZT  | 0.050 | 0.035   | 0.042   | 0.050 | 0.300   | 0.049   | 0.250   | 0.480 |

从表 2 得知 ,除巨大芽胞杆菌不产生吲哚乙酸外 ,其它都有不同程度的产生吲哚乙酸、赤霉素和细胞分裂素等。这大大地增加了 PGPR 制剂壮苗、抗病和提高玉米产量的作用。

#### 2.2.2 PGPR 微生物对难溶磷和根际土壤磷的转化测定结果

用 PGPR1 和 PGPR2 对土壤难溶性磷和根际土壤磷的转化作用进行了测定 ,其结果

见表 3 和表 4。

表 3 PGPR 微生物对难溶磷转化作用检测结果

| 处 理   | 速效磷(mg/kg 土) | 与 ck 比较(倍) |
|-------|--------------|------------|
| ck    | 0.25         | 1          |
| PGPR1 | 50.00        | 200        |
| PGPR2 | 29.50        | 118        |

表 4 PGPR 微生物对根际土壤磷的转化作用检测结果

| 处理    | 自然耕作土壤      | 自然耕作土壤加 0.02%Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> |
|-------|-------------|--------------------------------------------------------------|
|       | 速磷(mg/kg 土) | 速磷(mg/kg 土)                                                  |
| ck    | 16.6        | 20.8                                                         |
| PGPR1 | 27.2        | 40.2                                                         |
| PGPR2 | 20.1        | 51.9                                                         |

从表 3 和表 4 得知 ,假单胞菌和巨大芽胞杆菌都能使土壤难溶性磷和根际土壤磷的转化作用较对照明显提高。

2.3 田间试验与示范结果分析

2.3.1 田间试验结果

(1)1996 年在通榆县四井子乡小太平川进行接种玉米田间小区试验：

在玉米生育期间(8 月 20 日) ,每一处理随机取样 10 株进行其生育性状调查 ,结果见表 5。

表 5 玉米接种 PGPR 复合制剂对生育性状的影响

| 处理 | 株高<br>(cm) | 茎粗<br>(cm) | 植株鲜重<br>(g/株) | 植株鲜重增加<br>(%) | 玉米纹枯病<br>发生株数(株) | 玉米纹枯病<br>发生情况 |
|----|------------|------------|---------------|---------------|------------------|---------------|
| ①  | 220.20     | 1.41       | 181.50        |               | 12               | 较重            |
| ②  | 227.90     | 1.49       | 223.42        | 23.10         | 4                | 轻             |
| ③  | 226.14     | 1.46       | 223.10        | 22.92         | 4                | 轻             |
| ④  | 224.70     | 1.42       | 220.05        | 21.24         | 3                | 轻             |
| ⑤  | 220.10     | 1.40       | 182.17        | 0.37          | 4                | 轻             |

注 :以上结果为 3 次重复的平均值。

从表 5 结果可以看出 ,玉米接种 PGPR 复合制剂 ,生育性状明显好于对照。从生育期观察 ,接种生物肥的玉米根深、叶茂 ,植株粗大健壮。其中株鲜重处理②、③、④、⑤比对照分别增加 23.10%、22.92%、21.24%和 0.37%。以处理②表现最好 ,并且 PGPR 制剂能有效防治玉米纹枯病的发生。

玉米收获后 ,每小区单收测产 ,在每一处理随机取样 10 穗进行考种 ,调查结果见表 6。

表 6 玉米接种 PGPR 复合制剂考种与测产结果

| 处理 | 穗长<br>(cm) | 穗粒数<br>(粒) | 百粒重<br>(g) | 穗粒重<br>(g) | 小区产量(kg/24 m <sup>2</sup> ) |       |       |       | 产量<br>(kg/hm <sup>2</sup> ) | 增产率<br>(%) |
|----|------------|------------|------------|------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-----------------------------|------------|
|    |            |            |            |            | I                           | II    | III   | 平均    |                             |            |
| ①  | 26.10      | 517.40     | 33.59      | 232.40     | 23.11                       | 19.77 | 20.00 | 20.96 | 8 733.45                    |            |
| ②  | 29.17      | 552.15     | 37.85      | 260.31     | 23.30                       | 24.10 | 24.60 | 24.90 | 10 000.05                   | 14.50      |
| ③  | 29.10      | 550.40     | 37.57      | 257.11     | 24.52                       | 24.20 | 22.98 | 23.90 | 9 958.35                    | 13.07      |
| ④  | 27.45      | 537.50     | 35.97      | 245.65     | 23.33                       | 22.17 | 22.00 | 22.50 | 9 375.00                    | 7.35       |
| ⑤  | 26.00      | 510.10     | 32.00      | 230.18     | 21.92                       | 20.12 | 20.78 | 20.94 | 8 725.05                    | -0.09      |

LSD(0.05)=1.80      LSD(0.01)=2.62

从表 6 结果看出 ,玉米接种 PGPR 复合制剂明显好于对照。其中各产量性状表现最好的为处理② ,处理③次之。玉米产量分别比对照增加 14.50%、13.07%和 7.35%。以处理②(菌剂+100%化肥)表现最好 ,其次是处理③(菌剂+90%化肥)。说明菌剂完全可以取代 10%的化肥用量。

对产量进行方差分析 ,结果处理间差异极显著 ,用 LSD 法进行多重比较 ,处理②、③与处理①差异达极显著 ,处理④、⑤与处理①差异不显著 ,处理②、③之间差异亦不显著。

(2)1996 年在农安县靠山乡进行田间接种玉米试验结果分析：  
在玉米苗期 ,从各小区随机取样 10 株 ,进行生育性状调查 ,结果见表 7。

表 7 玉米接种 PGPR 复合制剂对生育性状的影响

| 处理 | 株高<br>(cm) | 茎粗<br>(cm) | 植株鲜重<br>(g/株) | 植株鲜重增加<br>(%) | 玉米茎腐病<br>发生情况 |
|----|------------|------------|---------------|---------------|---------------|
| ①  | 224.60     | 1.50       | 185.50        |               | 重             |
| ②  | 225.40     | 1.52       | 203.41        | 9.66          | 较轻            |
| ③  | 225.70     | 1.54       | 207.70        | 11.97         | 轻             |
| ④  | 227.45     | 1.55       | 211.30        | 13.91         | 轻             |

注 :以上数据为 4 次重复的平均值。

从表 7 得知 ,玉米接种 PGPR 复合制剂 ,对其生育期有一定的影响 ,从植株鲜重来看 ,以处理④表现最好 ,而且玉米茎腐病发生比对照轻。

玉米成熟后 ,整个小区全部收获测产 ,同时在每一小区取样 10 穗进行考种 ,结果见表 8。

表 8 玉米接种 PGPR 复合制剂考种与测产结果

| 处理 | 穗长<br>(cm) | 穗粒数<br>(粒) | 百粒重<br>(g) | 穗粒重<br>(g) | 小区产量(kg/24 m²) |       |       |       |       | 产量<br>(kg/hm²) | 增产<br>(%) |
|----|------------|------------|------------|------------|----------------|-------|-------|-------|-------|----------------|-----------|
|    |            |            |            |            | I              | II    | III   | IV    | 平均    |                |           |
| ①  | 24.30      | 561.00     | 35.40      | 260.55     | 17.19          | 17.40 | 16.97 | 17.00 | 17.14 | 7 141.65       |           |
| ②  | 25.75      | 587.80     | 37.60      | 262.77     | 19.07          | 18.34 | 17.79 | 19.20 | 18.60 | 7 750.05       | 8.52      |
| ③  | 25.83      | 589.90     | 37.79      | 268.26     | 19.07          | 18.78 | 19.00 | 19.15 | 19.00 | 7 916.70       | 10.85     |
| ④  | 26.10      | 592.20     | 38.60      | 269.62     | 17.59          | 21.00 | 20.49 | 19.00 | 19.52 | 8 133.45       | 13.89     |

LSD(0.05)=1.48      LSD(0.04)=2.13

从表 8 得知 ,玉米接种 PGPR 复合制剂 ,无论穗长、穗粒数、穗粒重 ,还是产量都明显高于对照 ,表现最好的为处理④ ,其次为处理③。

对产量进行方差分析 ,结果处理间差异极显著 ,用 LSD 法进行多重比较 ,处理③较处理①产量差异显著 ,处理④较处理①产量差异极显著。处理③、④较处理②产量差异不显著 ,处理③、④之间产量差异亦不显著。

(3)1997 年在公主岭市刘房子进行玉米接种试验：

在玉米苗期 ,从各小区随机取样 10 株进行生育性状调查 ,结果见表 9。

从表 9 结果得知 ,玉米接种 PGPR 复合制剂 ,对其生育性状影响较大 ,株高、茎粗和植株鲜重都较对照有所提高 ,处理②表现最好 ,处理③次之。

玉米成熟后 ,整个小区全部收获测产 ,同时在各小区取样 10 穗进行考种 ,结果见表 10。

从表 10 结果看出 ,玉米接种 PGPR 复合制剂 ,可使玉米产量比对照分别增产 10.79%、9.69%和 0.22%。同时 PGPR 复合制剂可取代 20%的化肥。

表 9 玉米接种 PGPR 复合制剂对生育性状的影响

| 处理 | 株高<br>(cm) | 茎粗<br>(cm) | 植株鲜重<br>(g/株) | 植株鲜重增加<br>(%) |
|----|------------|------------|---------------|---------------|
| ①  | 227.50     | 1.49       | 191.46        |               |
| ②  | 229.10     | 1.55       | 215.40        | 12.50         |
| ③  | 229.00     | 1.54       | 213.72        | 11.63         |
| ④  | 228.70     | 1.54       | 213.17        | 11.34         |

表 10 玉米接种 PGPR 复合制剂考种与测产结果

| 处理 | 穗长<br>(cm) | 穗粒数<br>(粒) | 百粒重<br>(g) | 穗粒重<br>(g) | 小区产量(kg/24 m²) |       |       |       |       | 产量<br>(kg/hm²) | 增产<br>(%) |
|----|------------|------------|------------|------------|----------------|-------|-------|-------|-------|----------------|-----------|
|    |            |            |            |            | I              | II    | III   | IV    | 平均    |                |           |
| ①  | 24.97      | 570.00     | 36.17      | 247.56     | 18.65          | 18.42 | 18.00 | 17.97 | 18.26 | 7 608.45       |           |
| ②  | 26.13      | 597.20     | 39.62      | 260.17     | 21.37          | 19.00 | 20.45 | 20.10 | 20.23 | 8 429.25       | 10.79     |
| ③  | 26.10      | 591.10     | 38.90      | 253.26     | 21.21          | 20.48 | 19.26 | 19.17 | 20.03 | 8 345.85       | 9.69      |
| ④  | 25.78      | 585.42     | 37.59      | 250.18     | 18.51          | 18.69 | 18.00 | 18.00 | 18.30 | 7 625.10       | 0.22      |

LSD(0.05)=0.96     LSD(0.01)=1.41

对产量进行方差分析 ,结果处理间差异极显著 ,用 LSD 法进行多重比较 ,处理②、③与处理①、④产量差异极显著 ,处理②、③之间差异不显著 ,处理④、①产量差异亦不显著。

(4)1997 年在桦甸进行田间接种玉米效果试验

在玉米生育期间，从各小区随机取样 10 株进行生育性状调查 ,结果见表 11。

从表 11 得知，玉米接种 PGPR 复合制剂，除株高处理③比对照低 0.91 cm 外 ,其余均比对照增加明显。其中 ,株高处理②、④比对照分别高 1.88 cm 和 3.82 cm ;植株鲜重处理②、③、④比对照分别提高 1.63%、4.63%和 7.93%。

表 11 玉米接种 PGPR 复合制剂对生育性状的影响

| 处理 | 株高<br>(cm) | 茎粗<br>(cm) | 植株鲜重<br>(g/株) | 植株鲜重增加<br>(%) |
|----|------------|------------|---------------|---------------|
| ①  | 220.77     | 1.47       | 177.25        |               |
| ②  | 222.65     | 1.48       | 180.13        | 1.63          |
| ③  | 219.79     | 1.50       | 185.46        | 4.63          |
| ④  | 224.59     | 1.53       | 191.30        | 7.93          |

注 :以上数据为 4 次重复的平均值。

玉米成熟后 ,全部收获进行测产 ,同时在各小区取样 10 穗进行考种 ,结果见表 12。

表 12 玉米接种 PGPR 复合制剂考种与测产结果

| 处理 | 穗长<br>(cm) | 穗粒数<br>(粒) | 百粒重<br>(g) | 穗粒重<br>(g) | 小区产量(kg/24 m²) |       |       |       |       | 产量<br>(kg/hm²) | 增产<br>(%) |
|----|------------|------------|------------|------------|----------------|-------|-------|-------|-------|----------------|-----------|
|    |            |            |            |            | I              | II    | III   | IV    | 平均    |                |           |
| ①  | 24.78      | 568.00     | 34.10      | 240.00     | 36.38          | 33.46 | 35.12 | 30.16 | 33.78 | 7 038.30       |           |
| ②  | 24.90      | 577.40     | 34.16      | 243.58     | 37.62          | 36.10 | 36.12 | 35.76 | 36.40 | 7 584.00       | 7.75      |
| ③  | 25.10      | 570.48     | 35.46      | 250.12     | 39.62          | 37.14 | 35.17 | 35.99 | 36.90 | 7 704.00       | 9.46      |
| ④  | 25.13      | 589.60     | 36.12      | 250.10     | 38.69          | 37.69 | 38.90 | 40.48 | 38.94 | 8 112.60       | 15.26     |

LSD(0.05)=2.67     LSD(0.01)=3.63

从表 12 看出 ,玉米接种 PGPR 复合制剂 ,对产量影响较大。其中处理②、③、④玉米产量比对照分别增产 7.75%、9.46%和 15.26%。以接种 22.5 kg/hm² 效果最佳。

对产量进行方差分析 ,结果处理间差异极显著 ,用 LSD 法进行多重比较 ,处理②与处理①产量差异不显著 ,处理③与处理①产量差异显著 ,处理④与处理①产量差异极显著 ,处理②、③、④之间产量差异不显著。

2.3.2 大田示范结果与分析

(1)1998 年在通榆县四井子乡进行玉米接种 PGPR 复合制剂大田示范。玉米收获后，每点取 3 个 200 m² 进行测产 ,结果见表 13。

表 13 玉米接种 PGPR 复合制剂对产量的影响调查结果

| 处理 | 产量(kg/200 m²) |       |       |       | 产量<br>(kg/hm²) | 增产<br>(%) |
|----|---------------|-------|-------|-------|----------------|-----------|
|    | I             | II    | III   | 平均    |                |           |
| ①  | 176.8         | 160.2 | 157.7 | 164.9 | 8 245.5        |           |
| ②  | 182.3         | 180.0 | 183.1 | 181.8 | 9 090.0        | 10.24     |

从示范区结果看 ,玉米接种 PGPR 复合制剂比对照增产 10.24%。

(2)1998 年在九台市其塔木乡进行玉米接种 PGPR 复合制剂大田示范。玉米收获后 ,每点取 4 个 100 m<sup>2</sup> 进行测产 ,结果见表 14。

表 14 玉米接种 PGPR 复合制剂对产量的影响调查结果

| 处理 | 产量(kg/100 m <sup>2</sup> ) |      |      |      |      | 产量                    | 增产    |
|----|----------------------------|------|------|------|------|-----------------------|-------|
|    | I                          | II   | III  | IV   | 平均   | (kg/hm <sup>2</sup> ) | (%)   |
| ①  | 91.8                       | 81.6 | 89.3 | 80.1 | 85.7 | 8 572.5               |       |
| ②  | 95.8                       | 98.4 | 92.6 | 92.8 | 94.9 | 9 486.0               | 10.66 |

从以上结果看 ,玉米接种 PGPR 复合制剂可比对照增产 10.66%。

3 小 结

菌种检测结果除巨大芽胞杆菌不产生吡啶乙酸外 , 其它都不同程度的产生吡啶乙酸、赤霉素和细胞分裂素 ,显著地提高了 PGPR 制剂壮苗、抗病以及对作物起到促生作用。

对根际有害微生物的生物防治作用。用 PGPR 复合制剂处理种子 ,对玉米茎腐病和纹枯病有一定的预防效果。

通过 2 年 4 点玉米接种 PGPR 复合制剂田间试验结果 ,不但增产效果显著 ,而且十分稳定。总的表现为 :可使玉米平均增产 11.01% ,增产幅度为 7.35%~15.26% ,并可替代 10%~20% 的化肥。每公顷可减少投入 750~1 050 元。

大田示范结果 ,玉米接种 PGPR 复合制剂可使玉米平均增产 10.45%。

参考文献 :

[1] 中国科学院南京土壤研究所微生物研究室 . 土壤微生物研究法[M] . 北京 :科学出版社 ,1985 ,54~56 .

[2] 中国科学院微生物研究所细菌分类组 . 一般细菌常用鉴定方法[M] . 北京 :科学出版社 ,1978 .



《 台 湾 农 业 探 索 》

全面展示台湾农业发展 及时报道两岸农业成效

台湾农业权威 两岸农业合作指南 农业决策参考

《台湾农业探索》是大陆报道台湾农业的专业性、权威性刊物 ,由福建省农科院(福建省台湾农业研究中心)、闽台农业交流协会主办 ,本刊为综合性、管理性、研究性刊物 ,适合农业部门领导、科技人员、管理人员和广大农业院校师生阅读。

《台湾农业探索》编辑部主持的研究项目先后获一项省科技进步三等奖 ,一项省科技情报成果一等奖 ,四项部级科技进步三等奖。刊物入编《中国学术期刊(光盘版)》、《中文科技期刊数据库》、“中国期刊网”、“万方数据数字化科技期刊群”等。

《台湾农业探索》栏目主要设置有 :台湾农业专论、科技经营与综述、台湾考察报告、两岸特色农业及台湾农业新品种、新技术等。重点刊载台湾现代农业、两岸农业交流与合作等相关文章。

《台湾农业探索》为全国公开发行季刊 ,邮发代号 :34-64 ,彩色封印 ,每期定价 3 元 ,全年 12 元。逢每季度第三个月出版。

全国各地邮局均可订阅 ,漏订者可直接向编辑部征订。

通讯地址 :福州市五四路 247 号《台湾农业探索》编辑部 邮编 :350003

电话 :0591-7869419 传真 :0591-7884674 E-mail :TWNT@163.com <http://TWNT.chinajournal.net.cn>