

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3636(2006)06-0329-04

# 接种 AM 真菌对脱毒马铃薯产量的影响

白灯莎·买买提艾力<sup>1</sup>, 孙良斌<sup>1</sup>, 王 浩<sup>1</sup>, 邵 玲<sup>1</sup>, 冯 固<sup>2</sup>

( 1. 新疆农业科学院核技术生物技术研究所, 乌鲁木齐 830000; 2. 中国农业大学资源与环境学院农业部植物营养学重点实验室, 北京 100094 )

**摘 要:** 在苗盘和大田条件下研究了接种丛枝菌根真菌对脱毒马铃薯菌根侵染率和产量的影响。在苗盘试验条件下, 接种 *Glomus mosseae*( BEG167) 和 *Glomus versiform*( G.v) 2 种菌种。在灭菌土壤中, 接种 BEG167 和 G.v, 脱毒马铃薯侵染率分别达到 27%和 32%; BEG167 使组培脱毒苗移栽生成的微型薯产量比不接种处理增加 54.2%。未灭菌土壤上接种 BEG167 和 G.v, 侵染率则分别为 44%和 27%, 而对照的侵染率为 22%; 接种 BEG167 使组培脱毒苗移栽生成的微型薯产量比不接种处理增加 25.2%; 在灭菌和未灭菌土壤条件下, 接种 G.v 均降低了组培脱毒苗移栽生成的微型薯产量。在大田试验条件下, 采用混合菌种 BEG167+G.v, 体积比 1:1) 作为接种剂。接种菌根菌剂使脱毒马铃薯侵染率由 21%提高到 47%, 薯块产量增加 21%。上述结果证明, 在苗盘和大田条件下, 接种菌根真菌都能侵染马铃薯根部, 并能增加产量。

**关键词:** 丛枝菌根真菌; 脱毒马铃薯; 微型薯; 侵染率; 产量

丛枝菌根真菌 (Arbuscular mycorrhizal fungus, 以下简称 AM 真菌) 是一类能够与大多数植物形成共生关系的真菌。由于它具有在有效磷低的土壤上显著增加植物生长量和产量的作用<sup>[1-3]</sup>, 因而受到普遍重视。许多盆栽和大田试验表明, 接种 AM 真菌能促进菜豆、花生、甘薯、玉米、芋头、西瓜等作物生长, 并能增加产量<sup>[4-6]</sup>, 但对马铃薯生长和产量影响方面的报道很少。我们利用盆栽和大田试验, 研究了接种 AM 真菌对脱毒马铃薯生长和产量的影响, 为今后利用 AM 真菌栽培马铃薯, 提高其产量和品质提供科学依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

#### 1.1.1 盆栽试验

##### ( 1) 供试菌种

收稿日期: 2006-04-03

基金项目: 国家自然科学基金(30470341)和中德农业合作项目(BIOMYC)资助。

作者简介: 白灯莎·买买提艾力(1962-), 女, 维吾尔族, 硕士, 研究员, 从事同位素示踪、棉花施肥、菌根应用方面研究。

\* 通讯作者: E-mail: fenggu@cau.edu.cn

*Glomus mosseae*( 代号 BEG167), *Glomus versiform*( 简称 G.v)。菌种由北京市农林科学院植物营养与资源研究所王幼珊提供。菌种预先经三叶草盆栽繁殖, 含有足够真菌孢子、根外菌丝, 感染的植物根系及盆栽土壤的混合物用作菌根菌接种剂。

##### ( 2) 供试作物

马铃薯鲁引 1 号脱毒组培苗。

##### ( 3) 供试土壤

乌鲁木齐县南山森林土, 含有机质 169.7 g·kg<sup>-1</sup>、全氮 8.485 g·kg<sup>-1</sup>、速效氮 595.8 mg·kg<sup>-1</sup>、速效磷 351.4 mg·kg<sup>-1</sup>、速效钾 1 470 mg·kg<sup>-1</sup> 和 pH=7.02。

##### ( 4) 苗盘

长 45 cm、宽 27 cm、高 6 cm, 每个苗盘 200 株, 每盘装土 5 kg。

#### 1.1.2 大田试验

##### ( 1) 供试菌种

混合菌种 *Glomus mosseae*( BEG167) 和 *Glomus versiform*( G.v)。

##### ( 2) 供试作物品种

马铃薯鲁引 1 号。

##### ( 3) 供试土壤

有机质 30.15 g·kg<sup>-1</sup>、全氮 1.644 g·kg<sup>-1</sup>、速效氮

98.6 mg·kg<sup>-1</sup>、速效磷 16.2 mg·kg<sup>-1</sup>、速效钾 175 mg·kg<sup>-1</sup> 和 pH=7.77。

1.2 试验方法

1.2.1 苗盘接种试验

土壤采用灭菌和不灭菌两种, 灭菌土、盆钵等均以 10<sup>4</sup>Gy Co<sup>60</sup> - 射线辐照灭菌。试验设 6 个处理 (表 1), 每处理重复 5 次。每盘装土 3.8 kg, 加含有约 37 000 个孢子的接种剂后盖 1.2 kg 土, 浇水、扦插脱毒马铃薯组培苗, 不接种处理不加任何接种剂。试验于 2004 年 6 月 22 日开始, 每盘扦插脱毒试管苗 200 株, 10 月 10 日收获。对 5 次重复的试验数据进行加权平均, SAS 应用软件进行方差分析, 采用 LSD 方法进行多重比较。

表 1 试验处理

| 试 验 | 处 理   | 代 号            |
|-----|---|----------------|
| 盆 栽 | 不接种   |                |
|     | 接种 <i>Glomus mosseae</i>                              | BEG167         |
|     | 接种 <i>Glomus versiform</i>                            | G.v            |
| 灭 菌 | 不接种   |                |
|     | 接种 <i>Glomus mosseae</i>                              | BEG167         |
|     | 接种 <i>Glomus versiform</i>                            | G.v            |
| 大 田 | 不接种   |                |
|     | 接种 <i>Glomus mosseae</i> +<br><i>Glomus versiform</i> | BEG167+<br>G.v |

1.2.2 大田试验

此试验是在乌鲁木齐县水西沟乡进行的, 在播种前每公顷基施尿素 75 kg, 硫酸钾 525 kg (K<sub>2</sub>O 33%), 磷酸二铵 375 kg (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 46%), 苗期起垄追施尿素 225 kg。试验设两个处理 (表 1), 每处理 36.4 m<sup>2</sup> (300 穴)。接种处理挖穴, 每穴放含 400 个孢子的混合菌剂后, 上覆 1 cm 厚的土, 再播入大小一致、无病、已催过芽的薯块, 种薯上再覆 5 cm 厚的土, 管理按大田常规管理。2004 年 5 月 24 日播种, 10 月 6 日收获, 收获时各处理对 200 穴进行单收。

2 结果与分析

2.1 苗盘接种试验

2.1.1 接种菌根对脱毒马铃薯侵染率和微型薯产量的影响

从表 2 可以看出, 无论是灭菌土还是不灭菌土接种 2 种 AM 菌马铃薯根系都被侵染。在灭菌土壤

条件下, 接种 BEG167、G.v 的处理比不接种处理侵染率增加 26.7%和 32.1%, 差异显著; 接种 BEG167 的处理比不接种处理每盆产量增加 54.4%, 差异达显著水平; 接种 BEG167 的处理比接种 G.v 的处理每盆产量增加 1.8 倍, 差异显著。

在不灭菌土壤条件下, 土壤中也有土著 AM 菌, 故对照的菌根侵染率为 22%。接种 BEG167 的处理显著提高了植株根系的菌根侵染率, 与对照相比增加 22.2%; 然而接种 G.v 则对植株的菌根侵染率没有显著影响; 可见, 在不灭菌的土壤上接种, 因菌种的不同, 其对植株的菌根侵染率也存在很大的差异, 接种 BEG167 的处理比接种 G.v 的处理的侵染率有显著增加, 为 17.2%。从脱毒马铃薯产量来看, 接种 BEG167 处理比不接种处理每盘薯块产量增加了 25%, 而接种 G.v 的处理比不接种处理每盘薯块产量低 5%; 接种 BEG167 的处理比接种 G.v 的处理每盘薯块产量高 31%, 但各处理之间差异不显著。

表 2 灭菌与不灭菌土壤中接种 AM 真菌对侵染率和产量的影响

| 处 理    | 侵 染 率 (%) |        | 产 量 (g·盘 <sup>-1</sup> ) |         |
|--------|-----------|--------|--------------------------|---------|
|        | 灭 菌       | 不 灭 菌  | 灭 菌                      | 不 灭 菌   |
| CK     | 0 b       | 21.6 b | 200.9 b                  | 204.8 a |
| BEG167 | 26.7 a    | 43.8 a | 309.7 a                  | 256.4 a |
| G.v    | 32.1 a    | 26.6 b | 171.4 b                  | 195.3 a |

注: 表中数据为 5 次重复的平均数, 下同; 同一试验点的同一列中相同字母表示 5% 水平差异不显著, 下同。

2.1.2 接种菌根对不同级别脱毒马铃薯微型薯产量的影响

在灭菌条件下, 接种与不接种处理的小于 1 g 的微型薯产量之间差异不显著; 2~4 g 3 个处理之间差异不显著, 大于 4 g 的接种 BEG167 处理与不接种处理之间差异显著; 接种 BEG167 处理与接种 G.v 处理之间差异也显著, 而接种 G.v 处理与不接种处理之间差异不显著。在不灭菌条件下, 小于 1 g 的微型薯产量在 3 个接种处理之间差异不显著, 2~4 g 的微型薯产量在接种 BEG167 的处理与不接种处理之间差异显著; 大于 4 g 的 3 个处理之间差异

不显著表 3)。

表 3 灭菌与不灭菌土壤中接种 AM 真菌对不同级别微型薯产量的影响 (g·盘<sup>-1</sup>)

| 处 理    | <1 g    | 2~4 g   | >4 g    |
|--------|---------|---------|---------|
| 灭 菌    |         |         |         |
| CK     | 37.1 ab | 44.6 a  | 119.2 b |
| BEG167 | 47.9 a  | 58.4 a  | 203.4 a |
| G.v    | 30.2 b  | 42.4 a  | 98.8 b  |
| CK     | 37.8 a  | 32.2 b  | 134.8 a |
| 不灭菌    |         |         |         |
| BEG167 | 46.4 a  | 51.4 a  | 158.6 a |
| G.v    | 44.5 a  | 41.9 ab | 108.9 a |

表 4 大田接种 AM 真菌对脱毒马铃薯产量的影响

| 处 理 | 侵染率 (%) | <200 g | 200~400 g | >400 g | 产 量                        |                        |
|-----|---------|--------|-----------|--------|----------------------------|------------------------|
|     |         |        |           |        | ( kg·200 穴 <sup>-1</sup> ) | ( kg·hm <sup>2</sup> ) |
| 不接种 | 20.7    | 32.25  | 55.45     | 20.04  | 107.74                     | 44 442.75              |
| 接 种 | 47.4    | 38.34  | 68.35     | 23.21  | 129.90                     | 53 583.75              |

表 5 经济效益分析

| 处 理 | 产 量<br>( kg·hm <sup>2</sup> ) | 产 值<br>( 元·hm <sup>2</sup> ) | 增 产<br>( kg·hm <sup>2</sup> ) | 增 收<br>( 元·hm <sup>2</sup> ) |
|-----|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 不接种 | 44 442.75                     | 22 221.38                    |                               |                              |
| 接 种 | 53 583.75                     | 26 791.88                    | 9 141.0                       | 4570.5                       |

注: 马铃薯价格按 0.5 元·kg<sup>-1</sup>。

### 3 小 结

我国是世界上最大的马铃薯种植和生产国, 种植面积居世界首位<sup>[7]</sup>, 尤其是随着我国农业产业结构调整, 面积逐年增加。Glomus mosseae 属广幅生态型菌种<sup>[8]</sup>, 它在韭菜、洋葱、大蒜、茄子、黄瓜、木薯等多种蔬菜上得到了类似的效果<sup>[9]</sup>, AM 菌与马铃薯之间具有双向选择性<sup>[10]</sup>, 本研究结果表明, 无论是盆栽还是大田试验接种 AM 菌效果都十分显著。接种 AM 菌均可侵染马铃薯根系, 增加马铃薯产量。脱毒马铃薯种薯的繁殖多采用整薯播种的方式, 微型薯的大小薯率是衡量微型薯质量的重要指标, 通过多年的试验和生产实际, 马铃薯微型薯播种以 2~4 g 较为适宜, 其发芽势较强, 苗后较壮, 繁殖成本和倍数也较优。通过对马铃薯微型薯等级的分析, 无论在灭菌还是不灭菌条件下微型薯的个数和产量都以接种 BEG167

### 2.2 大田试验

从表 4 可以看出, 接种处理比不接种处理, 菌根侵染率增加 2.3 倍。脱毒马铃薯产量接种、不接种每公顷分别为 53 583.75 kg 和 44 442.75 kg, 接种比不接种增加 20.6%, 其中大于 400 g·个<sup>-1</sup>的增加 15.8%, 小于 200 g·个<sup>-1</sup>的增加 18.9%, 200~400 g·个<sup>-1</sup>之间的增加 23.3%。接种菌根较大幅度增加了 200~400 g·个<sup>-1</sup>块茎的产量, 而这一级薯块正是最好的商品薯。从经济效益分析来看(表 5), 接种处理比不接种处理每公顷增产 9 141.0 kg, 增收 4 570.5 元。

处理较高。

### [ 参 考 文 献 ]

- [ 1 ] Bowen G. The biology and the physiology of mycorrhiza and development [M]//Safir G R. Ecophysiology of VA mycorrhizal plants. Boca Rton Fla: CRC Press, 1987: 27-57.
- [ 2 ] Estaun M V. Effect of sodium chloride and mannitol on germination and hyphal growth of Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus Glomus mosseae [J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 1989, 29:123-129.
- [ 3 ] Hayman D S, Mosse B. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. Increased uptake of liable P from soil [J]. New Phytol, 1972, 71:41-47.
- [ 4 ] 李敏, 姜德锋, 孟祥霞. 丛枝菌根真菌对大田菜豆生长、产量及品质的影响 [J]. 生态农业研究, 1999, 7(3): 43-46.
- [ 5 ] 刘润进, 李敏, 石兆勇, 等. AM 真菌对花生与甘薯产量的影响 [J]. 中国生态农业学报, 2003, 11(1): 36-37.
- [ 6 ] 刘润进, 李敏, AM 菌剂生物肥料田间应用试验 [J]. 莱阳农学院学报, 2001, 18(2): 81-84.
- [ 7 ] 杜德玉. 河北省二季作区脱毒马铃薯种薯快繁推广技术体系的建立 [D]. 北京: 中国农业大学, 2004.
- [ 8 ] 汪洪钢, 张美庆. 80 年代以来我国内生菌根研究概论 [J]. 土壤学报, 1994, 31(增刊): 11-20.
- [ 9 ] 卮兰春, 陈贵林. 蔬菜 VA 菌根研究进展 [J]. 中国蔬菜, 2000, (2): 47-50.
- [ 10 ] 张功, 旺庆, 崢嵘, 等. 不同 VA 菌根真菌对马铃薯生长的影响 [J]. 华北农学报, 2001, 16(4): 115-118.

中图分类号: S532; S147.2; S143.3 文献标识码: A 文章编号: 1672-3636(2006)06-0332-04

## 马铃薯平衡施肥及钾肥效应研究

崔云玲, 郭天文, 王成宝

(甘肃省农业科学院土壤肥料研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 在甘肃高海拔干旱区采用马铃薯高产栽培技术和平衡施肥技术, 马铃薯产量为 35 350 kg·hm<sup>2</sup>, 超过当地平均产量 1.2 倍, 配施钾肥马铃薯可增产 16.7~2 916.7 kg·hm<sup>2</sup>, 增幅 0.1%~9.0%, 每千克 K<sub>2</sub>O 可增收马铃薯 0.2~19.4 kg, 增产增收效益好。施钾后马铃薯薯块数增加 29.3%, 薯块重增加 7.7%, 增产以增加穴薯为主, 其次是增加薯块重, 同时马铃薯品质也有较大改善。试验表明, 在施入适量有机肥和氮磷基础上, 高产高效的 K<sub>2</sub>O 用量为 150 kg·hm<sup>2</sup>。

关键词: 高海拔干旱区; 马铃薯; 平衡施肥; 钾肥效应

马铃薯是喜钾作物, 对钾的需求量大, 在半

干旱地区马铃薯增施钾肥有明显的增产效果<sup>[1]</sup>。研究表明, 马铃薯对 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 的吸收利用比例为 1 0.5 2.12<sup>[2-3]</sup>。肥料充足、养分配比合理时, 不仅植株可达最大生物产量, 块茎产量也相应达到最高, 同时可以提高马铃薯品质<sup>[4]</sup>。但由于多年

收稿日期: 2006-04-12

基金项目: PPI/PPIC 资助 (GanSu200202)。

作者简介: 崔云玲 (1972-), 女, 助理研究员, 主要从事植物营养与土壤肥料方面的研究。

## Effect of Inoculation of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Yield of Micro Propagated Potato

Bai Dengsha<sup>1</sup>, Sun Liangbin<sup>1</sup>, Wang Hao<sup>1</sup>, Shao Ling<sup>1</sup>, Feng Gu<sup>2</sup>

(1. Institute of Nuclear Technology and Biotechnology, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi, Xinjiang 830000, China;

2. College of Resource and Environmental Science, China Agricultural University, Beijing 100094, China)

Abstract: The effect of inoculation of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi on colonization and yield of micro propagated potato seedlings were investigated under conditions of seedling plate and field. AM fungi of *Glomus mosseae* (BEG167) and *Glomus versiform* (G.v) were inoculated in seedling plate. The mycorrhizal colonization of micro propagated potato inoculated with BEG167 and G.v were 27% and 32%, respectively, under sterilized soil conditions; comparing to uninoculated controls, microtuber yield of transplants inoculated with BEG167 was increased by 54.2 % under sterilized soil condition. In unsterilized soil, mycorrhizal colonization were 44% and 27%, respectively, when BEG 167 and G.v were inoculated, while it was 22% for uninoculated control under seedling plate conditions. The yield of micro propagated potato inoculated with BEG167 was 25.2% higher than that of controls on unsterilized soil conditions. However, inoculation with G.v reduced the yield of microtuber in both sterilized and unsterilized soil. When mixed inoculums of BEG167 and G.v (V/V=1:1) were applied under field conditions, the yield of microtuber was increased by 21%. It is concluded that inoculating with AM fungal inoculum in both seedling plate and field culture condition improved the yield of micro propagated potato.

Key Words: Arbuscular mycorrhizal fungi; micro propagated potato; microtuber; colonization; yield