

# VA 菌根促进青椒生长的生理研究

赵士杰 李树林

(内蒙古农牧学院, 呼和浩特 010018)

**摘 要** 青椒播种育苗时, 分别接种 *Glomus epigaeum* 和 *Glomus mosseae* 两种 VA 菌根真菌, 结果, 不论在灭菌土上, 还是在未灭菌土上, 接种株的营养生长, 生殖生长, 磷, 氮吸收, 叶面积, 叶绿素含量, 净光合强度, 维生素 C 含量均显著优于对照株。低温处理后, 接种株相对电导率低于对照株, 可溶性糖含量高于对照株。说明接种 VA 菌根真菌, 可促进青椒生长, 提早现蕾开花, 增强抗冷性, 延长生育期, 为提高青椒产量和品质奠定了基础。

**关键词** VA 菌根 青椒 生长 发育

菌根具有促进植物对矿质元素特别是磷的吸收, 提高豆科植物的固氮能力<sup>[1,2]</sup>, 改善植物的水分供应, 增加产量等多种作用。但在实际应用上, 由于 VA 菌根菌仍不能用纯培养方法大量生产菌剂, 所以用于作物大面积栽培接种困难很大<sup>[3]</sup>, 如果对需育苗的作物, 在育苗期接种, 便可节约大量接种物, 扩大施用面积。基于上述想法, 我们于 1987 年, 采用在灭菌土上播种青椒时, 接种 VA 菌根菌进行育苗。幼苗被侵染后, 分别定植在灭菌土和未灭菌土上栽培, 比较 VA 菌根在这两种处理土上促进青椒生长的生理效应。

## 1 材料和方法

### 1.1 供试材料

1.1.1 土壤 为本院农场灌淤土和河砂, 按体积比 1:1 混合。有机质为 0.6%, 碱解氮 121mg/kg 土, 速效磷 12mg/kg<sup>-6</sup>, pH 值为 8.01。

1.1.2 作物 青椒品种为农牧永久椒。

1.1.3 菌种 *Glomus epigaeum* (以下简称 *G.ep*) 和 *Glomus mosseae* (以下简称 *G.mos*) 均由中国农科院土肥所菌根组提供。

### 1.2 处理

青椒种子用 0.1% 高锰酸钾浸种 4h, 用水冲洗后, 置 20~25℃ 恒温箱中催芽。于 1987 年 10 月 25 日播种于用 75% 酒精消毒育苗盘中的灭菌土上, 其中 2 盘在播种的同时接种 VA 菌根菌, 一盘接种干热灭菌的菌土为对照。播完置光照培养箱内生长。12 月 15 日经检查, 接种株已侵染, 分苗于塑料钵中。每钵装土 500g, 定植一株。钵中土壤分两组,

一组为灭菌土，另一组为不灭菌土。两种土壤上均定植上述 3 种接种处理的幼苗，每个处理重复 10 次。常规管理。

1.3 测定方法

植株干鲜重用称重法；植株含磷量用定磷法；植株含氮量用纳氏比色法；土壤中速效磷用碳酸氢钠浸提法；土壤中碱解氮用扩散法；叶绿素含量用 721 型分光光度法；植株光合强度用 GH-3 型光合仪法，可溶性糖含量用蒽酮比色法，抗冷性测定用 DDS-11A 电导率仪法<sup>[4,5]</sup>；侵染率检查用乳酚棉兰染色法；维生素 C 用日立 850 型荧光分光光度计法；叶面积用叶面积自动测定仪法。

2 结果与分析

2.1 植株侵染率

接种后 50 天检查其侵染率，*G.ep* 为 47.7%，*G.mos* 为 48.8%，ck 为 0。分苗定植后于 4 月 20 日测定不同处理对青椒生长的影响时，再次检查了侵染率。在灭菌栽培土上 *G.ep* 为 88.0%，*G.mos* 为 85.0%，ck 为 0。在不灭菌栽培土上 *G.ep* 为 87.4%，*G.mos* 为 85.7%，ck10.3%。从以上试验结果看出，在育苗期灭菌土上接种，侵染后分苗于灭菌土和不灭菌土上，侵染率相近。说明，育苗作物育苗期接种，侵染后定植于大田是可行的。同时看出，在不灭菌土上的对照有 10.3% 侵染率，说明在自然情况下，土壤中土著 VA 菌根菌是可以侵染青椒形成菌根的，但侵染率很低。

2.2 接种 VA 菌根菌对青椒生长的影响

分苗后，随着植株的生长，接种株与对照株的生长量差异日渐明显。1988 年 3 月 8 日、3 月 27 日和 4 月 20 日测定的平均株高、叶片数，接种株均高于对照株，且接种株生长旺盛，植株高大，墩实，叶色深绿；而对照株生长缓慢，植株矮小。

表 1 不同处理对青椒生长的影响

| 处 理              |              | 株高<br>(cm) | 叶片数<br>(个 / 株) | 茎粗<br>(mm) | 鲜重(g) |      |      | 干重(g) |       |       |
|------------------|--------------|------------|----------------|------------|-------|------|------|-------|-------|-------|
|                  |              |            |                |            | 地上部   | 地下部  | 总鲜重  | 地上部   | 地下部   | 总干重   |
| 不<br>灭<br>菌<br>土 | <i>G.ep</i>  | 19.6       | 16.5           | 3.73       | 5.14  | 2.16 | 7.30 | 0.713 | 0.255 | 0.968 |
|                  | <i>G.mos</i> | 21.4       | 17.0           | 3.65       | 4.74  | 2.51 | 7.25 | 0.693 | 0.275 | 0.968 |
|                  | ck           | 13.1       | 10.8           | 2.31       | 1.41  | 0.74 | 2.15 | 0.201 | 0.080 | 0.281 |
| 灭<br>菌<br>土      | <i>G.ep</i>  | 20.8       | 16.6           | 3.64       | 5.67  | 2.88 | 8.55 | 0.868 | 0.354 | 1.222 |
|                  | <i>G.mos</i> | 21.0       | 16.9           | 3.52       | 5.47  | 2.70 | 8.17 | 0.796 | 0.347 | 1.143 |
|                  | ck           | 12.6       | 10.0           | 2.42       | 1.97  | 1.55 | 3.52 | 0.236 | 0.162 | 0.398 |

注:表中数据为 10 个重复的平均值,4 月 20 日测定。

从表 1 看出，接种株比对照高 6.5~8.4cm，叶片多 5.7~6.9 片，茎粗增加 1.10~1.42mm，鲜重、干重分别是对照株的 2.4~3.4 倍和 2.9~3.5 倍，差异极显著。供试两种栽培土接种后侵染率相近。两种处理土壤在促进青椒生长效应间差异不显著。所用的两个 VA 菌根真菌对青椒均有明显的促进生长作用，菌种间无显著差异。

2.3 接种 VA 菌根菌对青椒现蕾的影响

各处理植株现蕾时间和株数列于表 2。从表 2 看出, 苗期接种后, 不论是灭菌土还是灭菌土上栽培青椒, 接种株均比对照株提早现蕾。接种 *G.ep* 比对照株提早现蕾 22 天, 接种 *G.mos* 提早 10~18 天, 说明 *G.ep* 促进青椒现蕾作用更明显。青椒属好热性蔬菜, 在无霜期短的地区栽培, 接种 VA 菌根菌可提早现蕾开花, 提早采收, 延长采收期, 因而达到提高产量和增加经济效益的目的。

表 2 不同处理植株的现蕾期和现蕾株数

| 观察时间<br>(月-日) | 不灭菌土上现蕾株数   |              |    | 灭菌土上现蕾株数    |              |    |
|---------------|-------------|--------------|----|-------------|--------------|----|
|               | <i>G.ep</i> | <i>G.mos</i> | ck | <i>G.ep</i> | <i>G.mos</i> | ck |
| 02-26         | 2           | 1            | 0  | 3           | 1            | 0  |
| 03-04         | 3           | 1            | 0  | 4           | 2            | 0  |
| 03-08         | 5           | 2            | 0  | 6           | 4            | 1  |
| 03-16         | 8           | 4            | 1  | 9           | 5            | 2  |
| 03-20         | 10          | 5            | 2  | 10          | 6            | 3  |

注:表中数据为 10 个重复的累计数。

2.4 接种 VA 菌根菌对青椒磷、氮含量的影响

接种 VA 菌根菌的植株, 地上部和地下部的磷、氮含量均高于对照株 (表 3)。

表 3 不同处理青椒植株磷、氮含量 (单位:%)

| 处 理  |              | 含 磷 量 |     |       |    | 含 氮 量 |    |      |    |
|------|--------------|-------|-----|-------|----|-------|----|------|----|
|      |              | 地上部   |     | 地下部   |    | 地上部   |    | 地下部  |    |
| 不灭菌土 | <i>G.mos</i> | 0.306 | aA  | 0.180 | aA | 2.88  | aA | 2.34 | aA |
| 灭菌土  | <i>G.mos</i> | 0.293 | aAB | 0.169 | bB | 2.83  | aA | 2.30 | aA |
| 不灭菌土 | <i>G.ep</i>  | 0.281 | bB  | 0.190 | aA | 2.86  | aA | 2.24 | aA |
| 灭菌土  | <i>G.ep</i>  | 0.274 | bB  | 0.165 | bB | 2.79  | aA | 2.25 | aA |
| 不灭菌土 | ck           | 0.215 | cC  | 0.148 | cC | 2.64  | bB | 2.02 | bB |
| 灭菌土  | ck           | 0.178 | dD  | 0.123 | dD | 2.55  | bB | 1.95 | bB |

注: 数字后 a, b, c, d 表示 P=0.05 差异显著, A, B, C, D 表示 P=0.01 差异极显著。以下表相同。

2.4.1 磷含量 在不灭菌土上的青椒地上部分, *G.mos* 接种株百分含磷量比对照增加 42.3%, *G.ep* 接种株增加 30.7%; 在灭菌土上, *G.mos* 接种株增加 67.3%, *G.ep* 接种株增加 53.9%。地下部分接种株百分含磷量比对照分别增加 21.6%, 28.4%, 37.4%, 34.2%。接种株与对照株磷含量差异达到极显著水平。可见, VA 菌根有促进青椒磷素吸收的作用。

2.4.2 氮含量 接种株地上部、地下部百分含氮量都大于对照株, 显著性分析差异达极显著水平。说明接种 VA 菌根菌可改善青椒的氮素营养。

2.5 接种 VA 菌根菌对青椒光合作用的影响

青椒接种 VA 菌根菌的植株, 其叶面积增大, 叶绿素含量增加, 净光合强度提高。结果列于表 4。

表 4 结果表明, 在贫瘠的灭菌土和不灭菌土上栽培已接种的青椒幼苗, 接种株单株叶面

积显著增大, 为对照株的 2.1~2.8 倍。叶绿素含量高于对照株, 差异达极显著水平。净光合强度比对照株提高了 21.5%~26.9%。这些都是提高光合作用的重要因素。

表 4 接种 VA 菌根菌对光合作用的影响

| 处 理  |              | 叶面积<br>(cm <sup>2</sup> / 株) | 叶绿素含量<br>(mg / dm <sup>2</sup> ) | 净光合强度<br>(CO <sub>2</sub> mg / dm <sup>2</sup> · h) | 比对照增加<br>(%) |
|------|--------------|------------------------------|----------------------------------|---|--------------|
| 灭菌土  | <i>G.mos</i> | 165.9                        | 3.639 aA                         | 6.62  | 25.6         |
| 不灭菌土 | <i>G.mos</i> | 175.8                        | 3.668 aA                         | 6.74  | 26.9         |
| 灭菌土  | <i>G.ep</i>  | 159.9                        | 3.617 aAB                        | 6.56  | 24.5         |
| 不灭菌土 | <i>G.ep</i>  | 162.6                        | 3.524 bB                         | 6.45  | 21.5         |
| 不灭菌土 | ck           | 62.5                         | 3.204 cC                         | 5.31  |              |
| 灭菌土  | ck           | 75.4                         | 3.057 dD                         | 5.21  |              |

2.6 接种 VA 菌根菌对不同处理青椒抗冷性的影响

青椒系好热性蔬菜, 0℃ 以上低温对其生长发育影响很大, 接种 VA 菌根菌后, 青椒的抗冷性有一定程度的提高 (表 5, 表 6)。

表 5 不同接种处理对青椒相对电导率的影响 (单位:%)

| 处 理  |              | 相 对 电 导 率 |    |      |      |
|------|--------------|-----------|----|------|------|
|      |              | 3℃        |    | 8℃   | 12℃  |
| 灭菌土  | ck           | 37.4      | aA | 33.3 | 22.5 |
| 不灭菌土 | ck           | 35.2      | aA | 25.0 | 23.1 |
| 灭菌土  | <i>G.mos</i> | 31.5      | bB | 24.5 | 22.0 |
| 不灭菌土 | <i>G.mos</i> | 30.1      | bB | 22.5 | 20.7 |
| 灭菌土  | <i>G.ep</i>  | 23.6      | cC | 21.4 | 18.5 |
| 不灭菌土 | <i>G.ep</i>  | 22.9      | cC | 19.9 | 17.5 |

表 6 不同接种处理对青椒可溶性糖含量的影响

| 处 理              |              | 地上部含糖量<br>(%) | 是对照倍数 | 地下部含糖量<br>(%) | 是对照倍数 |
|------------------|--------------|---------------|-------|---------------|-------|
|                  |              |               |       |               |       |
| 不<br>灭<br>菌<br>土 | <i>G.ep</i>  | 0.264         | 2.1   | 0.122         | 1.42  |
|                  | <i>G.mos</i> | 0.238         | 1.9   | 0.107         | 1.24  |
|                  | ck           | 0.127         |       | 0.086         |       |
| 灭<br>菌<br>土      | <i>G.ep</i>  | 0.356         | 2.0   | 0.124         | 1.60  |
|                  | <i>G.mos</i> | 0.307         | 1.7   | 0.120         | 1.50  |
|                  | ck           | 0.177         |       | 0.078         |       |

表 5 指出, 不论在灭菌土上或不灭菌土上接种株的相对电导率均低于对照株, 这种差异随温度的下降而增加。差异显著性测定达极显著水平。通常植物受到低温影响时, 细胞膜透性会发生不同程度的增大, 电解质外渗增加, 相对电导率加大。抗寒性较强的细胞, 透性增

大的程度较小,且易于恢复正常。试验结果说明,在低温下接种株膜结构与功能受损伤程度较轻。*G.ep* 接种株在低温下电解质外渗量显著低于 *G.mos* 接种株,说明接种 *G.ep* 的青椒对低温的忍受力更强。

从表 6 得知,无论在灭菌土和不灭菌土上接种株可溶性糖含量都比对照株高,接种株地上部是对照株的 1.7~2.1 倍,地下部是对照株的 1.2~1.6 倍。一般来说,植物体内可溶性糖含量与植物的抗寒性呈正相关,可溶性糖可以稳定细胞膜的结构,使细胞膜在低温下受损伤程度减轻。由此可见接种 VA 菌根菌提高了青椒的抗冷性。

## 2.7 接种 VA 菌根菌对青椒果实维生素 C 含量的影响

我们在对青椒接种 VA 菌根菌盆栽试验中,对其幼果维生素 C 含量进行了测定,结果接种 *G.mos* 青椒果实维生素 C 含量为 108.81mg/100g,未接种株为 63.60mg/100g,接种株比未接种株增加 86.15%。提高了青椒的营养价值。

## 3 结论与讨论

青椒在育苗期接种 *G.ep* 和 *G.mos* VA 菌根菌,侵染后定植在灭菌和不灭菌栽培土上,均可促进青椒生长和发育。采用苗床接种法,既可节省菌剂用量,又可缩短育苗时间,为 VA 菌根菌在青椒及其他育苗作物上的实际应用,提供了一条有效的途径。

青椒接种 VA 菌根菌后,可显著促进青椒对磷的吸收,这一结果与前人研究结果是一致的。

青椒接种 VA 菌根菌后接种株百分含氮量都高于对照株,差异达极显著水平。关于 VA 菌根能否促进氮的吸收,至今还没有一致的结论。我们在青椒上测定的结果与在大蒜及马铃薯上的测定结果相一致,证明接种 VA 菌根菌确实提高了植株的含氮量。这是否由于接种 VA 菌根菌能显著地促进植物对磷的吸收,磷对氮的吸收又具协同促进作用,因而在磷吸收增加的同时也就促进植物对氮的吸收和利用,有待进一步探讨。

青椒接种 VA 菌根菌后,由于促进了磷氮吸收,光合性能得到了改善。同时维生素 C 含量增高,为青椒的高产优质奠定了基础。

青椒接种 VA 菌根菌后,由于磷素吸收的增加,改善磷、氮营养,提高了植物的光合性能,促进了植物的生长发育,增强抗冷性,这是促使青椒提前现蕾开花,延长结果期,增加结果数,提高产量的生理基础。

接种的两种 VA 菌根菌,在促进磷素吸收和增强抗冷性方面不呈正相关,这可能是不同菌种对宿主代谢的影响不完全相同的缘故。是否如此,有待进一步研究。

## 参 考 文 献

- 1 郝文英.80年代以来VA菌根研究进展.土壤学进展,1991(2):1~8
- 2 汪洪钢,吴观以,李慧荃.VA菌根与根瘤菌的相互关系及对花生生长的影响.微生物学通报,1985(2):49~51
- 3 张美庆.国外菌根研究近况.国外农学——土壤肥料,1986(6):20~23
- 4 张宪政,谭桂茹,黄元极等主编.植物生理学实验技术.沈阳:辽宁科学技术出版社,1989,103~267

5 山东农学院, 西北农学院主编.植物生理学实验指导.济南: 山东科学技术出版社, 1982, 308~310

## A Physiological Study on VA Mycorrizal in Promoting Sweet Pepper Growth

Zhao Shijie    Li Shulin

(Inner Mongolia Agriculture and Animal Husbandry College, Huhhot    010018)

**Abstract** *Capsicum annuum* L. Var *Grosum* Bailey in the sterilized soil was inoculated with VAM fungi—*Glomus epigalum* and *G. mosseae* separately. having been infected, they were transplated in sterilized and no sterilized soil It could be seen that the vegetative growth, reproductive growth, the absorption of nitrogen and phosphorus, leaf area, the contents of chlorophyll, Vc and soluble sugar, the intensity of net photosynthetic rate of inoculated plants surpassed those of the checking plants. Being treated in low temperature, the relative electrical conductivity of inoculated plants was lower than that of the checking plants.

The results showed that VAM Fungi could increase the growth of *Capsicum annuum* L. Var *Grosum*, Bailey, shift the florescence to an early time, increase the cold resistance, prolong the growing period. It laid a foundation in improving the output and quality of *Casicum annuum*, L. Var *Grosum*, Bailey.

**Key words:** VA Mycorrizal; Sweet pepper; Growth; Dvelopment