

丛枝菌根真菌对番茄幼苗生长和矿质元素吸收的影响

任志雨¹, 贺超兴², 孙世海¹, 张志斌²

(1. 天津农学院 园艺系 天津 300384 2. 中国农业科学院 蔬菜花卉研究所, 北京 100081)

摘要: 试验以寒盛番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)品种为材料, 研究了接种丛枝菌根真菌(*Arbuscular Mycorrhizal Fungi*, AMF)、摩西球囊霉(*Glomus mosseae* Nicolson & Gerdemann)对番茄幼苗生长、叶片光合参数、叶片矿质元素含量的影响。结果表明, 接种 AMF 处理明显地增加了番茄幼苗的生长势、叶片叶绿素含量和光合参数, 提高了叶片中 N、P、K、Ca、Mg、Zn 的含量, 其中接种 AMF 处理对番茄幼苗的株高、叶面积、地上部生长量、叶绿素含量、光合速率、Zn 含量影响较大。该试验初步表明, 接种 AMF 处理用于番茄育苗是可行的。

关键词: 丛枝菌根真菌; 番茄幼苗; 生长; 矿质元素

中图分类号: S 641.2; S 154.38⁺ 1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2008)04-0035-03

菌根是一种无公害微生物, 菌根能与植物形成互惠共生体系, 据估计地球上 85% 的显花植物都可形成这种共生体^[1]。丛枝菌根真菌(*Arbuscular Mycorrhizal Fungi*, AMF)是内囊霉科真菌, 到目前为止, 世界范围内已报道的丛枝菌根真菌有 168 多个, 它们是分布最广、与农林业生产关系最为密切的一类菌根^[2]。Menge 等^[3]人首次将 AMF 引入园艺植物生产中。丛枝菌根真菌对作物生长发育、抗逆性、产量和品质等方面的有益作用已在许多研究中得到证实^[4]。AMF 对可增大植物根系的吸收范围, 从而增加植物对氮、磷、钙、铜、铁、锌等养分的

吸收^[4,6], 特别是增加了土壤中移动性差、浓度低及可溶性差的矿质元素(如磷等)的有效性^[7]。同时 AMF 也能促进植物根系对水分的吸收与利用^[8,9]。李敏等^[8]研究表明, AMF 可促进大田西瓜茎叶内氮、磷、硼、锌的含量, 而锰含量略有下降, 同时提高了叶片的光合速率、蒸腾速率和水分利用率。王倡宪^[1]等的研究表明, AMF 增加了黄瓜幼苗的干物质的积累, 增加了对氮、磷的吸收, 对镁、铜、锌的吸收也有所增加, 对钾的吸收影响不显著。AMF 是潜在的生物肥料和生物农药, 是目前生态农业中研究的热点之一^[7]。苗期接种 AMF 具有菌种用量少、操作方便、成本低廉的优点。目前有关 AMF 在果树和大田作物上应用的报道较多, 但在番茄育苗中应用的报道较少。该试验将 AMF 应用于番茄育苗中, 以确定 AMF 的作用效果和应用的可行性。

1 材料与方法

1.1 试验材料

第一作者简介: 任志雨(1968-), 男, 内蒙古商都县人, 博士, 副教授, 主要从事设施蔬菜生理与栽培的研究。E-mail: tjrenzhiyu@sohu.com。
基金项目: 天津市自然科学基金资助(重点)项目(07JCZDJC04000)。
收稿日期: 2007-11-13

Effect of Different Graft Time on the Yield and Fruit Quality of Graft Pear Trees

WANG Tao, HUANG Xue-yan, CHEN Dan-xia, CHEN Wei-li, JIN Wei
(Agricultural Bureau of Wenling City, Wenling, Zhejiang 317500, China)

Abstract: Using ‘Cui Guan’ pear, the effect of different graft time on the survival rate, the floral initiation rate, yields and fruit quality of graft pear in the greenhouse or not was studied. The results showed that different graft time did seriously effect the floral initiation rate and the yield of graft pear, but not the survival rate. The last ten days of January and the first ten days of Februry is a good time to graft it for the greenhouse cultivation. It enhanced the weight and rigidity per fruit of graft pear, but did not have great effect on the content of soluble solid matter. Grafting technology can resolve the problem of twice blossom which lead to low yields in pears, combined it with establishment cultivation can make a higher economy benefit.
Key words: Graft paer; ‘Cui Guan’ pear; Graft time; Floral initiation rate; Yield; Fruit quality

所用的番茄 (*Lycopersicon esculentum* Mill.) 品种为寒盛。接种所用的 AMF 为摩西球囊霉 (*Glomus mosseae* Nicolson & Gerdemann), 其适应性较广泛, 从中国农业科学院蔬菜花卉研究所引进。

1.2 试验设计

试验于 2007 年在天津农学院日光温室内进行, 番茄种子在 55℃ 水中进行温烫浸种 10 min 消毒, 浸泡 10 h 后, 在恒温培养箱中 30℃ 下催芽。育苗基质为 50% 田园土 + 25% 草炭 + 20% 蛭石 + 5% 有机肥, 育苗钵体积为 350 mL, 育苗钵用 70% 酒精擦后晾干备用。基质于鼓风干燥箱中 160℃ 下处理 2 h, 自然冷却后再处理 2 h。AMF 接种处理的育苗钵每钵施入 8 g 接种物, 未接种处理的育苗钵(对照 CK) 每钵施入 8 g 灭菌接种物和 8 mL 无灭菌接种物水滤液, 以保证微生物区系一致。4 月 9 日进行播种育苗。苗期只浇清水, 不施其它肥料, 其它同常规管理。

1.3 测定项目与方法

5 月 9 日测定番茄的株高、茎粗、叶片数、地上部生长量, 用重量法测定叶面积^[10], 用丙酮法^[11]测定功能叶(从生长点以下第 3 片真叶)的叶绿素含量, 用英国产的 TPS-1 型光合仪测定功能叶的光合速率和蒸腾速率。叶片 80~90℃ 杀青 15 min, 60~70℃ 下烘干 24 h, 用于矿质元素含量的测定, 用瑞典产的 2200kjelttec 型半微量凯氏定氮仪测全氮的含量, 用钒钼黄比色法测全磷的含量, 用 WHG-1A 型火焰光度计测全钾的含量, 用美国产的 Analyst 100 型原子吸收分光光度计测钙、镁、铁、锰、铜、锌的含量^[12]。

2 结果与分析

2.1 AMF 对番茄幼苗生长势的影响

从表 1 中看出, 接种 AMF 处理番茄幼苗的生长势的各项指标均大于未接种 AMF(对照 CK), 其中接种 AMF 处理幼苗的株高、叶面积和地上部生长量显著大于 CK, 其接种 AMF 效应分别达 19.6%、39.2% 和 39.0%, 接种 AMF 处理幼苗的茎粗和叶片数较 CK 也有所增加, 接种 AMF 效应分别为 12.3% 和 1.2%。可见, 接种 AMF 处理促进了番茄幼苗的吸收功能, 增加了干物质的积累, 进而促进了植株的生长, 增加了植株的光合面积。

表 1 AMF 对番茄幼苗生长势的影响					
处理	株高 /cm	茎粗 /mm	叶片数 /片·株 ⁻¹	叶面积 /dm ² ·株 ⁻¹	地上部生长量 /g·株 ⁻¹
未接种 AMF (CK)	10.2b	4.56a	5.20a	130.2b	6.15b
接种 AMF	12.2a	5.12a	5.26a	181.3a	8.55a
接种 AMF 效应/%	19.6	12.3	1.2	39.2	39.0

注: 接种 AMF 效应 = (接种 AMF 测定值 - 未接种 AMF 测定值) / 未接种 AMF 测定值 × 100%。不同小写字母表示邓肯氏新复极差测验 $p=0.05$ 时差异显著。下同。

2.2 AMF 对番茄幼苗叶片叶绿素含量和光合参数的影响

接种 AMF 处理的番茄幼苗叶片的叶绿素含量和光合速率均显著大于 CK, 其接种 AMF 效应分别达 30.8% 和 18.0%, 蒸腾速率较 CK 也有所增加, 接种 AMF 效应为 11.1% (表 2), 这与上述接种 AMF 处理的幼苗生长势变化规律是一致的。可见, 接种 AMF 处理促进了幼苗根系对矿质元素和水分的吸收, 进而促进了叶片叶绿素的合成, 提高了光合速率、蒸腾速率和光合产物的积累, 这是番茄幼苗生长势增加的基础。

表 2 AMF 对番茄幼苗叶片叶绿素含量和光合参数的影响

处理	叶绿素含量 /mg·g ⁻¹	光合速率 /CO ₂ μmol·m ⁻² ·s ⁻¹	蒸腾速率 /mmol·m ⁻² ·s ⁻¹
未接种 AMF (CK)	0.94b	13.2b	3.89a
接种 AMF	1.23a	15.7a	4.32a
接种 AMF 效应/%	30.8	18.9	11.1

2.3 AMF 对番茄幼苗大量元素含量的影响

AMF 通常可增大植物根系的吸收范围, 从而增加植物对营养元素的吸收。由表 3 可见, 接种 AMF 处理后番茄幼苗叶片的 N、P、K、Ca、Mg 的含量较 CK 都有所增加, 但增幅不大, 其中对 P、Ca 含量的接种 AMF 效应较大, 分别为 9.7% 和 13.5%, Ames 等^[13]研究表明 AMF 能吸收非菌根植物不能吸收的氮素营养。通常情况下, 可溶性磷含量低的土壤中接种 AMF 对作物促进效果明显^[7]。冯固等^[14]的研究表明, AMF 可促进难溶性磷和有机磷的吸收。Gupta 等^[15]研究表明, AMF 能促进薄荷对 K 的吸收。该试验中 AMF 处理后番茄幼苗大量元素含量的增加是幼苗叶绿素含量、光合参数和生长量增加的原因之一。

表 3 AMF 对番茄幼苗叶片大量元素含量的影响 %

处理	N	P	K	Ca	Mg
未接种 AMF (CK)	3.42a	0.31a	2.26a	2.00a	0.90a
接种 AMF	3.52a	0.34a	2.39a	2.27a	0.95a
接种 AMF 效应/%	2.9	9.7	5.7	13.5	5.5

2.4 AMF 对番茄幼苗微量元素含量的影响

由表 3 可见, 接种 AMF 处理后番茄幼苗叶片 Zn 的含量较 CK 显著增加, 接种 AMF 效应为 16.1%, 而 Fe、Mn、Cu 的含量较 CK 有所下降。接种 AMF 对植物微量元素含量的影响因不同条件和不同植物而差异较大, 常常增加某些元素的含量而降低另一些元素的含量或对其含量影响不大。Tarafdar^[16]研究表明, 接种 AMF 显著提高了白三叶茎中 Cu、Zn 的含量。

表 4 AMF 对番茄幼苗微量元素含量的影响 mg/kg

处理	Fe	Mn	Cu	Zn
未接种 AMF (CK)	561.1a	48.6a	7.0a	43.4b
接种 AMF	538.2a	46.3a	6.4a	50.4a
接种 AMF 效应/%	-4.1	-4.7	-8.6	16.1

3 结论与讨论

接种 AMF 处理明显地增加了番茄幼苗的生长势、叶片叶绿素含量和光合参数,提高了幼苗叶片 N、P、K、Ca、Mg、Zn 的含量。试验初步表明,接种 AMF 处理用于番茄育苗是可行的,是 AMF 用于生产的重要环节。AMF 通常能促进植物对 P、N、K、Cu、Zn 等的吸收^[17],特别是对 P、Cu、Zn^[18],对不同的作物和在不同的试验中 AMF 的作用有一定的差异。王维华等^[9]在温室盆栽生姜中证实,接种 AMF 增加了株高、叶面积、叶片叶绿素和光合速率,提高了叶片和根中 N、P、K、Ca、Cu、Zn 的含量,而对 Mg 和 Mn 含量的影响不大,与该试验的结果有相似之处。目前世界上 AMF 尚未广泛应用,主要是由于 AMF 必须依赖寄主植物才能繁殖,因此菌根接种物大量、便捷的生产问题还有待解决,同时菌根苗培育技术也需进一步简化^[7]。

参考文献

[1] 王倡宪,秦岭,冯固,等.三种丛枝菌根对黄瓜幼苗生长的影响[J].农业环境科学学报,2003,22(3):301-303.
[2] 刘润进,李晓林.丛枝菌根及其应用[M].北京:科学出版社,2002:122-135.
[3] Merge J A, Lembright H, Johnon E L V. Utilization of mycorrhizal fungi in citrus nurseries[J]. Proc Int Soc Citric, 1977, 1: 129-132.
[4] 张美庆.略论 VA 菌根在我国的应用[J].华北农学报,1998,13(1):106-111.
[5] Shrestha Y H, Ishii T. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on the growth, photosynthesis, transpiration and the distribution of photosynthates of bearing satsuman and arintrees[J]. Journal of Japanese Society of Horticultural Science, 1995, 65:517-525.

[6] Sirvastava A K, Singh S, Marathe R A. Organic citrus: soil fertility and plant nutrition[J]. Journal of Sustainable Agriculture, 2002, 19(3):5-29.
[7] 葛均青,于贤昌,王竹红.丛枝均根(AM)及其在园艺作物上的应用[J].山东农业大学学报,2003,34(2):303-306.
[8] 李敏,刘润进,李晓林.大田条件下丛枝菌根真菌对西瓜生长和枯萎病的影响[J].植物病理学报,2004,34(5):472-473.
[9] 王维华,李敏,刘润进,等. AM 真菌对生姜某些生理指标的影响[J].莱阳学院学报,2003,20(3):175-177.
[10] 骆建霞,孙建设.园艺植物科学研究导论[M].北京:中国农业出版社,2002:85.
[11] 赵世杰,刘华山,董新纯.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业科技出版社,1998:68-72.
[12] 南京农业大学.土壤农化分析[M].2版.北京:中国农业出版社,1994:213-228.
[13] Ames R N, Reid C P B, Porter L K, et al. Hyphal uptake and transport of nitrogen from two ¹⁵N-labelled sources by Glomus mosseae (a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus) [J]. New Phytol, 1983, 95:381-396.
[14] 冯固,杨茂秋.石灰石土壤上 VA 菌根真菌对土壤有机磷矿化的影响及其机理初探[J].土壤学报,1993,24(4):184-186.
[15] Gupta M L, Prasad A, Ram M, et al. Effect of the vesicular-arbuscular mycorrhizal(VAM) fungus Glomus fasciculatum on the essential oil yield related character and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint(Mentha arvensis) under field conditions[J]. Bioresource Technology, 2002, 81(1):77-79.
[16] Tanafdar J C. Effect of vesicular arbuscular mycorrhizal and phosphatase producing fungal inoculation on growth and nutrition of white clover supplied organic phosphorus[J]. Folia Microbiologica, 1995, 40(3):327-332.
[17] 黄金芳,肖华山.VA 菌根对植物有益作用的研究进展及应用展望[J].蔬菜,2006(10):27-29.
[18] 余卓玲,梁计南.VA 菌根真菌对植物吸收能力及抗病性的影响研究进展[J].广东农业科学,2005(3):44-47.

Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Growth and Absorption of Mineral Elements of Tomato Seedlings

REN Zhi-yu¹, HE Chao-xing², SUN Shi-hai¹, ZHANG Zhi-bin²

(1. Department of Horticulture, Tianjin Agricultural College, Tianjin 300384, China; 2. Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: Using tomato(*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivar Hansheng as the experimental material, effects of inoculating *Arbuscular mycorrhizal* fungi(AMF) *Glomus mosseae* Nicolson & Gerdemann on growth, photosynthetic parameters and mineral element contents of tomato seedlings leaves were studied. The results indicated that growth vigor, chlorophyll content, photosynthetic parameters and N、P、K、Ca、Mg、Zn contents of leaves were markedly increased by inoculating AMF. Effects of inoculating AMF on plant height, leaf area, shoot growth weight, chlorophyll content, photosynthetic rate and Zn content were more significant. This trial initially showed that inoculating tomato with AMF was feasible in cultivating seedlings.

Key words: *Arbuscular mycorrhizal* fungi; Tomato seedlings; Growth; Mineral elements