

# 不同 AM 真菌对番茄养分吸收及果实品质的影响

贺忠群, 李焕秀, 汤浩茹

(四川农业大学 园艺学院, 四川 雅安 625014)

**摘要:**以有机土为栽培基质, 采用盆栽试验研究了接种不同 AM 真菌(G. v, G. d B167, B141, B168, G. m) 对番茄养分吸收及果实品质的影响。结果表明: 这些 AM 真菌均不同程度上提高了番茄干物重量, 并能提高植株对氮、磷、钾的吸收, 同时提高果实品质。其中 G. v 对番茄的菌根依存度达 75%, 菌根效应最大, 促进氮的吸收效果显著, 茎叶中氮含量比对照提高 56.6%; 对果实中 Zn 含量影响最大, 其含量比对照提高 60.9%。

**关键词:** 番茄; 丛枝菌根真菌; 养分吸收; 果实品质

**中图分类号:** S 641.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)09-0008-03

丛枝菌根(AMF)真菌可与多种不同植物共生而形成菌根。菌根形成后可以不同方式和途径影响植物的代谢过程, 它们在植物的生长发育、矿质营养、水分吸收、产量品质及抗逆性等方面都发挥着重要作用<sup>[1-3]</sup>。由于 AMF 对寄主植物及环境条件的选择性和适应能力不同, 不同菌根真菌和同一植物以及不同植物和同一真菌的组合所形成的菌根, 表现出不同的菌根生理效应<sup>[3]</sup>。有研究表明, 将有机废弃物添加到土壤中能改善土壤的物理结构, 提高作物的产量, 同时有助于恢复逆境对土居 AMF 的抑制作用, 维持菌根的生态效应<sup>[4-5]</sup>。特别是近年来, 随着人们对 AMF 作用的深入了解和有

机生态农业的兴起, 有关 AMF 在农业生产中的应用研究已成为国际热点。该试验在有机土上用 6 种 AMF 接种番茄幼苗观测了不同菌种与番茄的菌根效应, 预筛选适于番茄有机栽培的菌种, 为 AM 扩繁、番茄菌根化苗生产和番茄有机生产栽培提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

供试番茄(*Lycopersicon esculentum* L.)为中国农业科学院蔬菜花卉研究所选育的中杂 9 号, 种子用 70% 酒精浸 5 min 后用蒸馏水冲洗, 28℃催芽。

供试菌种分别为 *Glomus diaphanum* (简称为 G. d), *Glomus mosseae* (BEG 167 简称为 B167), *Glomus intraradices* (BEG 141 简称为 B141), *Glomus etunicatum* (BEG 168 简称为 B168), *Glomus versiforme* (简称为 G. v) 和由匈牙利科学院土壤科学与农业化学研究所 Tunde Takacs 博士提供的 *Glomus mosseae*-2 (简称为 G. m)。

供试土壤为有机土, 为腐熟秸秆、有机肥混合而成。有机土过 1 mm 筛后于烘箱中 160℃高温灭菌 2 h, 自然

**第一作者简介:** 贺忠群(1971-), 女, 四川重庆人, 博士, 副教授, 现从事蔬菜育种与生物改良研究工作。E-mail: hzqun328@163.com。

**基金项目:** 四川省教育厅重点资助项目(072A 064); 四川农业大学双支计划资助项目。

**收稿日期:** 2010-01-29

## Diurnal Variation of Photosynthetic Characteristics in Three Species *Camellia*

TANG Wei TAN Xiao-feng YUAN De-yi

(The Key Laboratory of Non-Wood Forest Product of Forestry Ministry, Central South University of Forestry and Technology, Changsha, Hunan 410004)

**Abstract:** The LI-6400 portable photosynthesis system was used to study the photosynthesis of *Camellia* clone; *Camellia polyodonta* How ex. Hu, *Camellia yuhsienensis* Hu, *Camellia oleife* 'xianglin 1'. The results showed that the netphotosynthesis of the clone *Camellia yuhsienensis* Hu was higher than *Camellia oleife* 'xianglin 1' and *Camellia polyodonta* How ex. Hu, total amount of photosynthetic characteristic was 54.22, 44.75 and 34.51  $\mu\text{mol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ .

**Key words:** *Camellia oleifera*; photosynthetic characteristic; net photosynthetic rate; diurnal variation

冷却后继续 160℃烘 2 h 后放凉备用。

### 1.2 试验设计

设 6 个接种处理和 1 个不接种对照。有机土装 13 cm×13 cm 的钵,培养钵用 0.3%的高锰酸钾消毒 3 h,种子 70% 酒精表面灭菌 5 min 后,蒸馏水冲洗催芽播种,钵下放盘,接种处理播种同时分别接种以上 6 种菌剂 10 g,未接种处理(对照 CK)每盆加等量灭菌接种物。每盆播种 3 粒,出苗后每盆间苗后留 2 株。每个处理重复 10 次。

### 1.3 测定方法

菌根侵染率测定采用根段法<sup>[6]</sup>。全 N 测定:凯氏定氮仪测定法。全 P 测定:钒钼酸比色法。全 K 测定:原子吸收分光光度计法测定。采集幼苗的地上部和根部,分别烘至恒重,粉碎,用浓硝酸消煮法,在 WFX—1E2 型原子吸收分光光度计测定。总糖、可溶性固形物测定参照李合生的方法<sup>[7]</sup>;番茄红素参照吕鑫等人<sup>[8]</sup>的方法。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同 AM 真菌对番茄干物重和菌根侵染率、菌根依存度的影响

从表 1 可见,不同 AM 真菌对番茄根系的菌根侵染率及菌根依存度有显著差异,其中 G.v 对番茄的菌根侵

表 1 AM 真菌对番茄干物重和菌根侵染率、菌根依存度的影响

Table 1 Effect of AMF strains on dry weight, AMF colonization and AMF dependence of tomato

AMF 处理	菌根侵	地上干重	根干重	总干重	比对照增	菌根依存度
AMF	染率 AMF	Shoot dry	Root dry	The whole	加 Contrast	AMF
treatments	colonization/ %	weight/ g	weight/ g	dry weight/ g	DW/ %	dependence/ %
CK	0.0 g	2.0 e	0.24 d	2.24 f		—
G.m	48.0 b	3.2 a	0.51 a	3.71 b	65.0	66.6 b
G.d	37.0 d	2.7 bc	0.4 bc	3.10 c	38.4	38.4 d
B168	15.6 f	2.3 d	0.27 d	2.57 e	14.7	14.7 f
B141	45.2 c	2.8 b	0.45 b	3.25 c	45.1	45.1 e
G.v	52.7 a	3.4 a	0.52 a	3.92 a	75.0	75.0 a
B167	23.3 e	2.5 cd	0.35 c	2.85 d	27.2	27.2 e

注:数据经邓肯氏新复极差测验,不同小写字母标记表示 P<0.05 时的显著水平,下同。  
Note: Significant difference ( $P<0.05$  using Duncan's multiple range test) among treatments in the same column are indicated by different letters, the following table the same.

表 3 不同 AM 真菌对番茄果实品质的影响

Table 3 Effect of different AMF strains on fruit quality of tomato

AMF 处理	全 N	全 P	全 K	Zn 含量	总糖	番茄红素	可溶性固形物	VC 含量
AMF treatments	Total nitrogen	Total phosphorus	Total potassium	Zn content	Total sugar	Tomato lycopene	Soluble solids	Vitamin C content
	/ %	/ %	/ %	/ mg · kg <sup>-1</sup>	/ %	/ mg · kg <sup>-1</sup>	/ %	/ mg · (100 g) <sup>-1</sup>
CK	0.152c	0.040b	0.245d	1.41e	2.14f	48.3d	4.2d	12.9c
G.m	0.178a	0.050a	0.302a	1.82d	2.56b	62.2a	6.0a	16.4ab
G.d	0.162b	0.046ab	0.265c	2.09b	2.30cd	50.3c	5.0b	16.9ab
B167	0.163b	0.048ab	0.260cd	1.91c	2.24de	51.4c	4.6c	14.0c
B141	0.164b	0.047ab	0.285b	2.01b	2.38c	53.5b	5.2b	15.7bc
G.v	0.184a	0.051a	0.300a	2.27a	2.70a	62.9a	6.1a	17.6a
B168	0.158bc	0.043b	0.244d	1.45e	2.18ef	49.1d	4.2d	13.8c
最大值比对照								
提高 Contrast to	21.1	27.5	22.4	60.9	26.2	30.2	45.2	36.4
control/ %								

染率、菌根依存度及植株干物重最大,其次为 G.m 处理的, B168 处理的最小。

### 2.2 不同 AM 真菌对番茄茎叶全 N、全 P、全 K 的影响

表 2 表明,不同 AM 真菌均能促进番茄对 N、P、K 的吸收,且对其寄主植物茎叶的全 N、全 P、全 K 的影响不同。接种 G.v 的处理全 N、全 P 含量显著高于其它处理, G.v、G.m、B141 对全 K 含量影响最大,显著高于其它处理,三者间无显著差异,与对照相比,钾含量最高值比对照提高 18.3%。B168 处理的菌根效应最小, N、K 含量均与对照无显著差异。从对这 3 种营养元素的影响来说,对全 N 的影响较大,比对照提高 56.6%。

表 2 不同 AM 真菌对番茄茎叶的全 N、全 P、全 K 的影响

Table 2 Effect of different AMF strains on total nitrogen, phosphorus and potassium in leaves of tomato

AMF 处理	全 N Total	全 P Total	全 K Total
AMF treatments	nitrogen/ %	phosphorus/ %	potassium/ %
CK	1.22d	0.308e	1.91c
G.m	1.67b	0.342b	2.22a
G.d	1.54c	0.333cd	1.89c
B167	1.48c	0.340bc	2.05b
B141	1.52c	0.329d	2.18a
G.v	1.91a	0.361a	2.26a
B168	1.26d	0.332cd	1.90c
最大值比对照提高	56.6	17.2	18.3
Contrast to control/ %			

### 2.3 不同 AM 真菌对番茄果实品质的影响

由表 3 可以看出,不同 AM 真菌不同程度地提高了番茄果实品质,但 B168 处理与对照相比无显著性差异。G.v、G.m 菌根效应较大,对果实品质中的各项指标都有显著的提高,除对 Zn 和总糖含量的影响二者有显著差异外,对其它指标的影响二者间无显著差异。其中,对果实中 Zn 含量影响最大, G.v 处理的 Zn 含量比对照提高 60.9%,其次是可溶性固形物和 VC 含量,分别比对照高 45.2%和 36.4%。

### 3 讨论

目前国外有关 AMF 用于有机农业的试验研究多应用于大田作物栽培如玉米、大豆及果树等<sup>[9]</sup>。近年来关于 AMF 与番茄共生效应的研究已有报道<sup>[10]</sup>, 但多种 AM 真菌对有机土栽培番茄果实品质的研究未见报道。

菌根是自然界普遍现象, 而菌根效应的发挥却受多种因素的影响。土壤有机质与 AM 真菌的发育和功能有关。已有研究表明, 使用有机肥后, 增加矿物肥料对于 AMF 发育有明显协同效应, 而缺乏有机肥的土壤, 增加矿物肥不利于 AMF 生长<sup>[11]</sup>; 相反, 有些研究认为在生长基质中施入有机质或纤维素对 AMF 的侵染和菌根形成具有抑制作用<sup>[12]</sup>。有关土壤有机质和 AMF 相互作用的研究结论还不一致, 这表明有机质对不同菌根共生体有不同的影响。由于蔬菜有机土栽培中不使用或很少使用 N、P、K 化学肥料, 研究 AM 真菌加强植物根系从栽培基质中吸收养分及提高果实品质的作用就显得尤为重要。

试验中不同 AM 真菌对番茄的菌根侵染率和菌根依存度不同说明不同 AM 真菌对其寄主植物的选择具有一定的差异, 从而影响菌根植物的生长、养分吸收和养分向果实中分配。番茄接种 G.v、G.m 后菌根效应较大, 植株干物重显著高于对照, 不仅提高植株中 N、P、K 含量, 促进植株的生长, 还显著提高果实中这些元素及可溶性固形物、VC 含量特别是 Zn 含量, 而锌是人体中不可缺少的微量元素, 食用含锌蔬菜利于健康, 可增强人体免疫力, 食用含锌蔬菜补锌优于药物类补锌, 利用 AM 发展富锌番茄将是提高番茄品质的一个新的途径。因此, G.v 及 G.m 用于番茄育苗、有机土栽培及番茄可持续生产具有较大的生产潜力。

### 参考文献

- [1] 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 aintrees [J]. Journal of Japanese Society of Horticultural Sciences 1995, 65: 517-525.
- [2] Marshchner H. Mineral nutrition of higher plants [M]. London: Academic Press, 1997.
- [3] Leu S W, Chang D C N. Observation on mycorrhizal morphology of six host plants inoculated with five species of arbuscular mycorrhizal fungi [J]. Transactions of the mycological Society of Republic of China, 1994, 9(1): 59-79.
- [4] Wong J W C, Ma K K, Fang K M, et al. Utilization of a manure compost for organic farming in Hong Kong [J]. Bioresource Technology, 1999, 67: 43-46.
- [5] Gaur A, Adholeya A. Response of three vegetable crops to VAM fungal inoculation in nutrient deficient soils amended with organic matter [J]. Symbiosis, 2000, 29: 19-31.
- [6] Komanik P P, McGraw A C. Quantification of VA mycorrhizae in plant roots [C]// In: Methods and principles of mycorrhizal research. Schenk N C. American Phytopathological Society, St Paul, Minn, 1982: 37-45.
- [7] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2002.
- [8] 吕鑫, 侯丽霞, 张晓明 等. 番茄果实成熟过程中番茄红素含量的变化 [J]. 中国蔬菜, 2009(6): 21-24.
- [9] Srivastava A K, Singh S, Marathe R A. Organic Citrus soil fertility and plant nutrition [J]. Journal of Sustainable Agriculture, 2002, 19(3): 5-29.
- [10] Al-Karaki G N, Hammad R. Mycorrhizal influence on fruit yield and mineral content of tomato grown under salt stress [J]. Journal of Plant Nutrition, 2001, 24(8): 1311-1323.
- [11] Gryndler M, Vosatke M, Hrselova H. Interaction between arbuscular mycorrhizal fungi and cellulose in growth substrate [J]. Applied Soil Ecology, 2002, 19: 279-288.
- [12] Calvet C, Estaun V, Camprubi A. Germination, early mycelial growth and infectivity of a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus in organic substrates [J]. Symbiosis, 1992, 14: 405-411.

## Effect of Different Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Nutrient Uptake and Fruit Quality of Tomato

HE Zhong-qun, LI Huan-xiu, TANG Hao-ru

(College of Horticulture, Sichuan Agricultural University, Ya'an, Sichuan 625014)

**Abstract:** Effect of arbuscular mycorrhizal fungi (G.v, G.d, B167, B141, B168, G.m) on nutrition, nutrient and fruit quality were studied in organic soil with pot culture. The results showed that these AM Fungi improved dry weight in different degrees, enhanced the nutrient absorption to nitrogen, phosphorus, potassium and at the same time improved the quality of tomato. Among these fungi, G.v was the best and its dependence on arbuscular mycorrhizal fungi was 75%. G.v improved nitrogen absorption distinctly and nitrogen content was improved by 56.6% compared to control. Zinc content was affected greatly by G.v and higher than control by 60.9%.

**Key words:** cucumber; arbuscular mycorrhizal fungi; cucumber rhizoctonia rot; enzyme activity