

丛枝菌根真菌对有机栽培黄瓜生长、产量和品质的影响

任志雨¹, 贺超兴², 李树和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: 试验以津优2号黄瓜品种为材料, 研究了接种丛枝菌根真菌(Arbuscular mycorrhizal Fungi, AMF) 摩西球囊霉(*Glomus mosseae* Nicolson & Gerdemann)对有机栽培黄瓜生长、产量和品质的影响。结果表明, 接种AMF处理明显提高了黄瓜的生长势, 较对照的株高、茎粗、叶片数、叶面积分别增加了19.1%, 24.6%, 10.8%, 26.7%。接种AMF处理明显地促进了黄瓜叶片的光合能力, 较对照的叶绿素含量、光合速率、蒸腾速率分别增加了14.4%, 13.7%, 12.3%。黄瓜接种AMF处理较对照的产量、可溶性固形物含量、维生素C含量分别增加了26.9%, 16.0%, 2.7%, 而硝酸盐含量下降了31.3%。接种AMF处理黄瓜的株高、茎粗、叶面积、产量、果实的硝酸盐含量较对照差异达极显著水平。

关键词: 丛枝菌根真菌; 黄瓜; 生长; 产量; 品质

中图分类号: S432.4⁺4 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2008)06-0135-04

Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Growth, Yield and Quality of Cucumber in Organic Culture

REN Zhi-yu¹, HE Chao-xing², LI Shu-he¹, ZHANG Zhi-bin²

(1. Department of Horticulture, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384, China;

2. Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agriculture Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: Using cucumber cultivar Jinyou No. 2 as the experimental material, effects of inoculating arbuscular mycorrhizal fungi(AMF), *Glomus mosseae* Nicolson & Gerdemann on growth, yield and quality of cucumber in organic culture were studied. The results indicated that growth vigor of cucumber markedly increased by inoculating AMF treatment. Compared with control plant height, stem thickness, leaf number and leaf area increased by 19.1%, 24.6%, 10.8% and 26.7%, respectively. Photosynthesis of cucumber leaf markedly improved by inoculating AMF treatment. Compared with control chlorophyll content, photosynthetic rate and respiration rate increased by 14.4%, 13.7% and 12.3%, respectively. Compared with control yield, soluble solids content and vitamin C content of cucumber respectively increased by 26.9%, 16.0% and 2.7% by inoculating AMF treatment, while nitrate content decreased by 31.3%. The differences of cucumber plant height, stem thickness, leaf area, yield and fruit nitrate content between inoculating AMF treatment and control arrived markedly significant levels.

Key words: Arbuscular mycorrhizal fungi; Cucumber; Growth; Yield; Quality

丛枝菌根真菌(Arbuscular mycorrhizal fungi, AMF)可与植物形成互惠共生的内生性菌根,它是分布最广、与农林业生产关系最为密切的一种菌根^[1]。丛枝菌根真菌在促进作物生长发育、增加作物抗逆性、提高产量和品质等方面的作用已在许多研究中得到证实^[2,3]。AMF可增大植物根系的吸收范围和吸收表面积,提高根际营养元素的可供性^[1,4],从而

增强植物对氮、磷、钙、铜、铁、锌等养分的吸收^[5-7]。AMF也能促进植物根系对水分的吸收与利用^[2,8,9]。AMF产生的活性分泌物和抗菌素类物质可增强植物的抗病性^[10]。杨兴洪等^[11]研究表明,AMF可促进大田西瓜幼苗的生长,提高了西瓜可溶性固形物的含量和产量。李敏等^[12]的研究表明,AMF增加了大田菜豆对矿质元素的吸收,促进了植株的生长,提

收稿日期: 2008-01-15

基金项目: 天津市自然科学基金(重点)项目(07JCZDJC04000)

作者简介: 任志雨(1968-),男,内蒙古商都人,副教授,博士,主要从事设施蔬菜生理与栽培的研究。

通讯作者: 李树和(1962-),男,天津人,副教授,硕士,主要从事园艺学的科研和教学工作。

高了菜豆的产量和品质。有机栽培是将来农业发展的重要方向之一^[13], 由于有机栽培不施用化肥, 基质中速效矿质元素的浓度通常不能完全满足作物生长发育的需求^[14], 而 AMF 对有机肥的转化和吸收功能, 可弥补有机栽培中速效肥的不足^[1, 4, 6, 15, 16]。由于 AM 真菌对宿主植物有选择性^[17], 因此对不同农作物的作用效果差异较大。目前, 有关 AMF 在果树和大田作物上应用的报道较多, 而 AMF 在蔬菜有机栽培中应用的报道较少, 本试验将 AMF 应用于黄瓜的有机栽培, 以确定 AMF 对黄瓜的作用效果和应用的可行性。

1 材料和方法

1.1 试验材料与试验设计

供试黄瓜 (*Cucumis sativus* L.) 品种为津优 2 号。所用的接种物为广幅生态型菌种摩西球囊霉 (*Glomus mosseae* Nicolson & Gerdemann), 从中国农业科学院蔬菜花卉研究所引进。

试验于 2007 年在天津农学院日光温室内进行, 黄瓜种子在 55℃ 水中进行温汤浸种 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% 酒精消毒后晾干备用。基质于鼓风干燥箱 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(CK) 每钵施入 8 g 灭菌接种物和 8 mL 接种物水滤液, 以保证微生物区系一致。4 月 8 日播种育苗。5 月 10 日当幼苗三

叶一心时定植于聚乙烯薄膜栽培槽中, 槽长 3.5 m, 槽宽 0.4 m, 栽培基质为 37.5% 草炭+ 37.5% 蛭石+ 25% 有机肥(有机肥为烘干鸡粪, 有机质含量 ≥ 35%), 基质厚 15~ 17 cm。每槽定植 10 株, 株距 35 cm, 行距 80 cm, 随机区组排列, 3 次重复。生长期间只浇清水, 不施其他肥料, 常规管理。

1.2 测定项目和方法

6 月 6 日测定黄瓜的株高、茎粗、叶片数、叶面积, 叶面积= $14.61 - 5L + 0.94L^2 + 0.47W + 0.63W^2 - 0.62LW$ (L 叶长, W 叶宽)^[18]。6 月 7 日进行黄瓜果实品质的测定, 用手持糖量计测黄瓜的可溶性固型物含量, 用 2, 6- 二氯酚酚滴定法^[19]测黄瓜的维生素 C 含量, 用紫外分光光度法^[20]测黄瓜的硝酸盐(NO₃⁻) 含量。6 月 10 日取黄瓜功能叶(上数第 6 片叶) 用丙酮法^[21]测叶绿素含量, 用英国产的 TPS-1 型光合仪测光合速率和蒸腾速率。

2 结果与分析

2.1 AMF 对黄瓜生长势的影响

从表 1 可以看出, 黄瓜植株接种 AMF 处理后其生长势的各项指标均明显大于未接种 AMF 处理(CK), 其中, 株高、茎粗和叶面积显著大于 CK, AMF 效应分别达 19.1%, 24.6% 和 26.7%; 叶片数也显著大于 CK, AMF 效应为 10.8%。可见, 由于 AMF 促进了黄瓜植株根系的吸收功能, 增加了输往地上部的营养物质, 进而促进了植株的生长, 增加了植株的光合面积。

表 1 AMF 对黄瓜生长势的影响

Tab. 1 Effect of AFM on growth vigor of cucumber

处理 Treatments	株高/ cm Plant height	茎粗/ mm Stem thickness	叶片数/ (片/ 株) Leaf quantity	叶面积/ (dm ² / 株) Leaf area
CK	109.7bB	9.47bB	18.5bA	45.04bB
接种 AMF Inoculation AMF	130.7aA	11.80aA	20.5aA	57.09aA
AMF 效应/ % Effect of inoculation AMF	19.1	24.6	10.8	26.7

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%。不同小写或大写字母表示邓肯氏新复极差测验 p= 0.01 或 p= 0.05 时差异显著。下表同。

Note: Effect of inoculation AFM = (Value measured of inoculation AFM- Value measured of not inoculation AFM)/ Value measured of not inoculation AFM × 100%. Different small or capital letter means significant differences at p= 0.01 or p= 0.05 level by Duncan's multiple test. The same below tables.

2.2 AMF 对黄瓜叶片叶绿素含量和光合参数的影响

由表 2 可见, 接种 AMF 处理黄瓜叶片的叶绿素含量、光合速率和蒸腾速率均显著大于 CK, 其接种 AMF 效应分别达 14.4%, 13.7% 和 12.3%, 这与上述接种 AMF 处理的黄瓜植株生长势变化规律一致。可见, 接种 AMF 处理促进了黄瓜植株根系对矿质元

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, 这是黄瓜植株生长势增加的基础。

2.3 AMF 对黄瓜产量和品质的影响

由表 3 可见, 接种 AMF 处理黄瓜的产量极显著大于 CK, AMF 效应高达 26.9%, 瓜条的可溶性固形物含量和维生素 C 含量较 CK 也有所增加, AMF 效

应分别为 16.0%, 2.7%。过量的 NO₃⁻ 对人体健康有一定的潜在危害, 而接种 AMF 处理黄瓜的 NO₃⁻ 含量却极显著低于 CK, AMF 效应为- 31.3%。接种 AMF 处理黄瓜的产量和品质的提高是由于其生长势和光合参数提高, 同化物积累增加而形成的。接种 AMF 处理黄瓜的品质指标特别是 NO₃⁻ 含量均优于 CK, 这可能是由于接种 AMF 处理促进了栽培基

质中有机物的分解, 黄瓜吸收了其中丰富的有机营养物质和无机营养物质, 特别是增加了对铵态氮 (NH₄⁺) 和有机态氮的吸收, 而减少了对 NO₃⁻ 的吸收所致, Ames 等^[22] 的研究也表明, AMF 能吸收非菌根植物不能吸收的氮素营养。Smith 等^[23] 的研究也表明, AMF 可通过谷氨酰胺途径直接同化吸收 NH₄⁺。

表 2 AMF 对黄瓜叶片叶绿素含量和光合参数的影响

Tab. 2 Effects of AFM on chlorophyll content and photosynthetic parameters of cucumber leaf			
处理 Treatment	叶绿素含量/ (mg/ g) Chlorophyll content	光合速率/ (μmol/ (m ² ·s)) Photosynthetic rate	蒸腾速率/ (nmol/ (m ² ·s)) Transpiration rate
CK	1.53bA	20.4bA	4.79bA
接种 AMF Inoculation AMF	1.75aA	23.2aA	5.38aA
AMF 效应/ % Effect of inoculation AMF	14.4	13.7	12.3

表 3 AMF 对黄瓜产量和品质的影响

Tab. 3 Effects of AFM on yield and quality of cucumber				
处理 Treatment	产量/ (g/ 株) Yield	可溶性固形物/ % Soluble solid	维生素 C 含量/ (mg/ kg) Vitamin C content	硝酸盐含量/ (mg/ kg) NO ₃ ⁻ content
CK	709.4bB	5.0aA	12.04aA	268aA
接种 AMF Inoculation AMF	900.8aA	5.8aA	12.37aA	184bB
AMF 效应/ % Effect of inoculation AMF	26.9	16.0	2.7	- 31.3

3 结论与讨论

接种 AMF 处理明显地增加了有机栽培黄瓜的生长势、叶片叶绿素含量和光合参数, 提高了产量, 改善了品质。本试验初步表明, 接种 AMF 处理用于黄瓜有机栽培是可行的, 可减少化学肥料的使用量, 减少对土壤和生态环境的污染, 促进农业的可持续发展。

研究表明, 增加土壤基质中有机质、纤维素含量对于 AMF 的正常生长发育具有十分重要的作用^[24], 说明本研究中有有机栽培基质中较高含量的有机质适于 AMF 菌根技术的应用。植物根系接种 AMF 会促进栽培基质中营养物质的分解和转化, 增加根系的吸收功能, 从而促进植物的生长发育^[1]。郭鹏等^[23] 在草莓的栽培中证实, 接种 AMF 促进了其生长, 提高了果实单重和维生素 C 含量, 而果实中有机酸含量下降。李敏等^[8] 在西瓜的栽培中证实, 接种 AMF 提高了叶片的叶绿素含量、光合速率、蒸腾速率和果实中可溶性糖的含量。以上试验结果与本试验在黄瓜栽培中的结果相似。

同时试验中也发现, 当黄瓜定植后 40 d 左右时, 接种 AMF 处理和未接种 AMF 处理的植株均表现出叶片颜色变淡, 生长变慢的症状, 说明此时基质中营养供应不充足, 应进行一些肥料的补充, 具体的

补肥措施有待进一步研究。目前, 世界上 AMF 尚未被广泛应用, 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、便捷的生产技术问题还有待解决, 同时菌根苗培育技术也需进一步简化^[26]。

参考文献:

[1] 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.

[2] 吕桂云, 陈贵林, 齐国辉, 等. 蔬菜作物 VA 菌根研究进展[J]. 河北农业大学学报, 2001, 24(1): 99- 103.

[3] 邢 鲲, 韩巨才, 刘慧平, 等. AM 真菌对油蒿生长和抗旱性的影响[J]. 华北农学报, 2007, 22(5): 184- 188.

[4] Marschner H, Dell B. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis [J]. Plant and Soil, 1994, 159: 89- 102.

[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 arin-trees [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] 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.

[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(50): 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]. 莱阳农学院学报, 2003, 20(3): 175– 177.
- [10] 陈华葵, 樊庆笙. 微生物学[M]. 北京: 农业出版社, 1979: 132.
- [11] 杨兴洪. VA 菌根对西瓜生长、产量及品质的影响[J]. 果树科学, 1994, 11(2): 117– 119.
- [12] 李 敏, 姜德锋, 孟祥霞, 等. 丛枝菌根菌对大田菜豆生长、产量及品质的影响[J]. 生态农业研究, 1999, 7(3): 43– 46.
- [13] 席运官, 钦 佩. 有机农业生态工程[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002: 1– 31.
- [14] 任志雨, 贾 莉. 营养液浓度对秸秆基质栽培黄瓜生长和产量的影响[J]. 长江蔬菜, 2006(12): 34– 35.
- [15] Clark R B, Zeto S K. Mineral acquisition by arbuscular mycorrhizal plants[J]. Journal of Plant Nutrition, 2000, 23(7): 867– 902.
- [16] Edathil T, Manian S, Udaiyan K. The effect of vesicular– arbuscular mycorrhizal exposure period of their colonization of and spore production in tomato seedlings, and on host biomass[J]. Agriculture Ecosystems & Environment, 1994, 51: 287– 292.
- [17] 陈 宁, 王幼珊, 杨延杰, 等. 寄主植物对 AM 真菌生长发育的影响[J]. 华北农学报, 2006, 21(6): 103– 106.
- [18] Suzanne N R, David M P. Leaf area prediction model for cucumber from linear measurements[J]. Journal of Horticulture Science, 1987, 22(6): 1264– 1266.
- [19] 中国标准出版社第一编辑室. 中国食品工业标准汇编[S]. 北京: 中国标准出版社, 1999: 347.
- [20] 卢基明, 陈 敏, 廖宗文. 紫外快速分光光度法测定蔬菜硝态氮的改进[J]. 华南农业大学学报, 1997, 18(4): 104– 106.
- [21] 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.
- [22] Ames R N, Reid C P P, Porter L K, *et al.* Hyphal uptake and transport of nitrogen from two ^{15}N -labelled sources by *Glomus mosseae* (a vesicular– arbuscular mycorrhizal fungus)[J]. New Phytol, 1983, 95: 381– 396.
- [23] Smith S E, Stjohn B J. Activity of glutamine synthetase and glutamate dehydrogenase in *Trifolium subterraneum* L. and *Allium cepa* L. effects of mycorrhizal infection and phosphate nutrition[J]. New Phytol, 1985, 99: 211– 227.
- [24] Gryndler M, Vosatke M, Hrselova H. Interaction between arbuscular mycorrhizal fungi and cellulose in growth substrate[M]. Applied Soil Ecology, 2002, 19: 279– 288.
- [25] 郭 鹏, 贺学礼. AM 真菌对草莓的接种效应研究[J]. 河北农业大学学报, 2006, 29(4): 53– 56.
- [26] 葛均青, 于贤昌, 王竹红. 丛枝菌根(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.