

VA 菌根菌对日光温室黄瓜生长发育的影响

王秀芹 张福墁*

(中国农业大学园艺学院设施园艺研究所, 北京 100094)

摘要: 研究了不同 VA 菌根菌与不同季节日光温室黄瓜共生, 对黄瓜苗期、营养生长期、生殖生长期的生长发育和最终经济产量的影响。结果表明: VA 菌根菌能与黄瓜共生在不同季节日光温室中, VA 菌根菌中 *Glomus mosseae* (GM) 的侵染率最高; 三种 VA 菌根菌都显著促进共生黄瓜幼苗期的生长 (株高、茎粗、叶面积), 促进营养生长期的生长发育, 使地上部和地下部干、鲜样质量增加; VA 菌根菌提高了日光温室黄瓜的经济产量, 其中 GM 的促进作用最显著。

关键词: VA 菌根菌; 日光温室; 黄瓜

中图分类号: S 642. 2; S 606 文献标识码: A 文章编号: 0513-353X (2001) 02-0139 05

菌根菌能够与植物根系建立互惠共生关系。进入 20 世纪 80 年代以来, 菌根菌作为无污染的生物肥料 (biofertilizer) 普遍受到各国农业科学工作者的重视, 它可改善植物根际土壤微环境、促进吸收更多根毛难以吸收的各种矿质营养、改善植物水分状况、提高植物的抗旱性, 具有其它技术措施无法实现的有益作用, 对植物根系还有保护作用, 可减轻根际其它有害微生物对植物的侵害。

菌根菌与黄瓜共生的研究已有报道^[1,2]。而菌根菌对日光温室黄瓜生长发育的影响则少见报道。本研究旨在探索 VA 菌根菌对不同季节日光温室中黄瓜生长发育的影响, 为其在黄瓜等蔬菜作物上的生产应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

黄瓜品种为‘新泰密刺’, 由天津蔬菜研究所提供。VA 菌根菌包括 *Glomus mosseae* (GM), *Sclerocystis sinuosa* (SS), *Glomus versiforme* (GV) 三种, 由中国农业科学院土壤肥料研究所提供。土壤采自中国农业大学 (西区) 科学园, 土壤有机质含量 1.79%, 碱解 N 82.7 μL/L, 速效 P 32.6 μL/L, 速效 K 173.2 μL/L, pH 8.12。

1.2 方法

试验于 1996 年 9 月~ 1999 年 5 月进行, 冬季试验从每年 9 月至翌年 1 月, 春季试验从每年 1 月至当年 5 月, 试验经过了 2 年重复。试验设 4 个处理: (1) 新泰密刺+ GM 菌根菌, (2) 新泰密刺+ GV 菌根菌, (3) 新泰密刺+ SS 菌根菌, (4) 对照: 新泰密刺加菌

收稿日期: 2000-09-25; 修回日期: 2001-01-15

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (39830230)

* 通讯作者 (Correspondence author)。

本研究实施过程中得到中国农业科学院汪洪钢研究员和中国农业大学李晓林教授的热情指导, 在此表示衷心感谢。

种灭菌后（高压灭菌使菌株死亡）的过滤液，即保证对照与处理之间只是菌种的有无，而其他因素均保持一致^[3]。随机区组排列，3 次重复，每处理 10 株。

在直径 10 cm 的营养钵中育苗，育苗土为粮田表层土加河砂（2:1），以 0.15 MPa 间歇高压灭菌 2 h，中间间隔 1 h，晾干备用。每营养钵加入 10 g 接种剂，然后在其上加一层灭菌后的土砂混合物，将出芽的黄瓜种子播于钵内，再覆一层灭菌后的土砂混合物，沿营养钵边缘浇水。将 30~35 日龄的黄瓜苗移栽至容积 10 L 塑料桶内。桶内土壤也为粮田表层土加河砂（2:1）。

植株冠层气温、10 cm 根际地温、株高、叶面积、茎粗、干样和鲜样质量按常规测量；温室内光照强度用 Li1900 型光量子仪测定，典型部位设点观测求其平均值。

菌根染色采用刘美玲等的菌根染色法^[3]，染色后立即在光学显微镜下照像。网格法^[4]测定菌根菌侵染率，按侵染根段/总根段×100% 计算。

2 结果与分析

2.1 不同 VA 菌根菌对黄瓜的侵染率

从表 1 可看出，3 种 VA 菌根菌对黄瓜的侵染率不同。其中不同季节 GM 侵染率最高，GV 最低。冬季三种菌根菌对黄瓜侵染率达到高峰的时间相同，并且高峰期侵染率相近，但开始侵染和侵染后期 GV 的侵染率明显偏低（ $p < 0.01$ ）。

春季开始侵染的时间为播种后 44 d，而秋冬季节则为 16 d，这是因为不同季节播种时气温、地温、光照等环境影响菌根菌和黄瓜的共生。

表 1 三种 VA 菌根菌对日光温室黄瓜的侵染率
Table 1 Time course of the percentage infection of cucumber roots with GM, GV, SS during winter and spring

季 节 Seasons	处理天数 Days of treatment (d)	菌根菌侵染率 The percentage of infection (%)		
		GM	GV	SS
冬 季 Winter	16	42.31 a	22.76 b	39.27 a
	30	88.06 a	76.37 b	83.49 c
	50	79.21 a	67.65 b	75.36 a
	70	64.32 a	36.54 b	59.78 c
春 季 Spring	44	40.50 a	11.26 b	53.20 b
	79	88.78 a	79.35 b	74.49 c
	115	83.50 a	11.25 b	71.32 c

注：a、b、c、d 等表示差异显著水平。
Note: The different letters showing the different level.
GM: *Glomus mosseae*; GV: *Glomus vesifforme*; SS: *Sclerocystis sinuosa*.

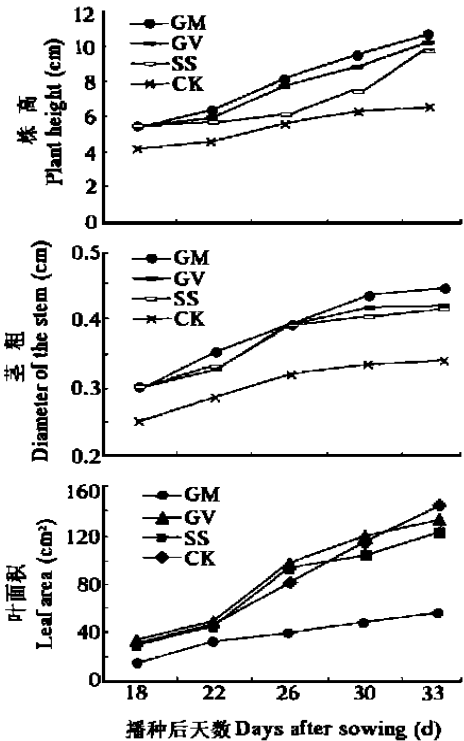


图 1 冬季日光温室 VA 菌根菌对黄瓜株高、茎粗、叶面积的影响

Fig. 1 The influence of VA on the plant height, stem diameter and leaf area of cucumber in solar greenhouse

2.2 不同 VA 菌根菌对黄瓜幼苗生长的影响

春季日光温室黄瓜苗期处于低温寡照环境, 不利于 VA 菌根菌与黄瓜共生, 因此 VA 菌根菌对幼苗生长的促进作用不明显, 但移栽后促进作用明显。而秋冬季栽培黄瓜苗期正处在光温充足的 9 月, VA 菌根菌和黄瓜共生早, 在播种后 18 d 就表现出明显的促进作用, 如叶面积增加迅速, 株高、茎粗也都增加。

从图 1 可看出三种菌根菌对增进黄瓜株高都有作用, GM 效果较明显, SS 较差。三种菌根菌对黄瓜的茎都有明显的增粗效果, 初期差异较小, 但在播种 26 d 以后 GM 处理的黄瓜茎粗明显超过其它两种菌根处理。三种菌根菌都促进黄瓜叶面积增加, 并且从播种 26 d 以后幼苗叶片数也比对照增加 1 片。接种 GM 的黄瓜叶面积增加了 149.2%, SS 为 135.3%, GV 为 113.4%。与对照相比均达到极显著水平, 但三种菌根菌之间差异不显著。

2.3 不同 VA 菌根菌对黄瓜生长发育的影响

从表 2 中看出, 三种菌根菌均使黄瓜地上部鲜样质量比对照显著增加, 增加最多的为 GV, GM 次之, SS 最少, 但单位鲜样质量的干物质含量, GV 和 GM 相差不多, SS 的地上部单位鲜样质量的干物质积累最少, 甚至低于对照。

三种菌根菌都能促进冬季日光温室黄瓜根系的生长, 根鲜样质量增长最多的为 GV、GM 次之、SS 最差; 但单位根鲜样质量的干物质含量最高的为 SS, 其次为 GM, 最少的为 GV, 但三者均比对照高。

表 2 三种 VA 菌根菌对冬季日光温室黄瓜地上部和地下部质量的影响

处 理 Treatment	地上部 Above part			根部 Root part		
	鲜样质量	干样质量	单位鲜样质量中干物质含量	鲜样质量	干样质量	单位鲜样质量中干物质含量
	Fresh mass	Dry mass	Dry matter/ fresh matter	Fresh mass	Dry mass	Dry matter/ fresh matter
GM	7.29* *	1.71* *	0.16 ^o	4.16* *	0.63* *	0.15* *
GV	7.97* *	1.29* *	0.16 ^o	4.46* *	0.47* *	0.11* *
SS	7.08* *	0.94* *	0.13 ^o	3.81* *	0.75* *	0.20* *
对照 Control	3.76	0.52	0.14	1.98	0.07	0.04

* 差异显著 Significant different (P= 0.05), * * 差异极显著 Very significant different (P= 0.01)

表 3 三种 VA 菌根菌对春季黄瓜地上部和地下部生长的影响

处 理 Treatment	地上部 Above part			根部 Root part		
	鲜样质量	干样质量	单位鲜样质量中干物质含量	鲜样质量	干样质量	单位鲜样质量中干物质含量
	Fresh mass	Dry mass	Dry matter/ fresh matter	Fresh mass	Dry mass	Dry matter/ fresh matter
GM	120.21* *	12.93* *	0.11 ^o	25.73 ^o	4.46 ^o *	0.17* *
GV	115.13* *	12.09* *	0.11 ^o	26.20 ^o	2.81 ^o	0.20* *
SS	105.82 ^o	10.00 ^o	0.10	35.70 ^o *	7.30 ^o *	0.11* *
对照 Control	90.43	9.13	0.10	21.94	0.84	0.04

* 差异显著 Significant different (P= 0.05), * * 差异极显著 Very significant different (P= 0.01)

从表 3 可看出三种菌根菌对黄瓜地上部鲜样质量的增加明显多于对照, 但效果最明显的为 GM, 其次为 GV, 这与冬季效果略有不同。不论冬季还是春季的试验中, SS 处理对地上部鲜样质量的增加都最少。从单位鲜样质量的干物质含量比较, 春季和冬季试验均表

明 GM、GV 比 SS 处理干物质积累多。

春季日光温室黄瓜经三种菌根菌处理后, 根鲜样质量比对照多, 但与冬季不同的是春季根鲜样质量增加最多的为 SS, 其次 GV, GM 最少。而单位根鲜样质量的干物质积累最多的为 GV, 与冬季结果相反, GM 次之, SS 最少。

2.4 VA 菌根菌对日光温室栽培黄瓜产量的影响

从图 2 可看出, 在日光温室内 VA 菌根菌能提高黄瓜前期产量, 其中 GM 增产最多, 比对照增产 94.4%。说明 VA 菌根菌对日光温室栽培黄瓜早熟有利。VA 菌根菌对日光温室黄瓜总产量也有提高, 其中也是 GM 增产最多, 比对照增产 50.49%。

3 讨论

3.1 VA 菌根菌与黄瓜共生

VA 菌根菌有一定的寄主范围, 有的植物能与其共生^[5], 但共生程度不同, 常用侵染率来表示, 侵染率高表明共生性强, 侵染率低表明共生性弱。有的植物不能与菌根菌共生, 如十字花科、藜科、石竹科^[5]接种 VA 菌根菌后并不形成菌根, 这是因为化学物质的抑制作用以及外皮层与内皮层有拮抗作用等。

本研究证明 VA 菌根菌能与黄瓜共生, 但不同菌种的侵染率不同, 其中 GM 侵染率最高, 其次为 SS, 再次为 GV。

此外, 菌根菌对植物侵染程度还受环境因子的影响, 其中温度是最重要的因子之一, 最适温度为 30℃, 有的甚至为 35℃, 10℃以下很难侵染, 但也有例外, 甚至在 5℃时还能侵染。日光温室内土壤温度比露地高, 一般高于 15℃, 有利菌根菌侵染。此外光照强度也是影响菌根菌与植物共生的因子之一, 高光强增加了光合产物向根部的转运, 有较多的碳水化合物供给菌根菌侵染和菌丝生长。本研究发现春季 VA 菌根菌与黄瓜共生晚, 其主要原因可能是日光温室冬春茬黄瓜幼苗生长正处在寒冷的早春, 地温不足且光照弱, VA 菌根菌孢子萌发晚, 萌发后菌丝生长慢, 因此播种后一个多月才开始侵染, 导致春季 VA 菌根菌对黄瓜苗期生长的促进作用表现不明显。而秋冬茬日光温室黄瓜播种期为 9 月下旬, 此时地温、气温均比较高, 接种后菌根菌孢子萌发早, 菌丝的生长也比较快, 因而菌根菌与黄瓜共生在播种后 12 d 就开始了。此外菌丝到达根系需要一定时间, 菌丝以一定的速度向根生长^[6]。

3.2 VA 菌根菌促进黄瓜的生长发育

菌根菌刺激作物生长主要是靠外生菌丝, 外生菌丝能扩大寄主植物的根区, 促进有效营养的吸收^[1, 2]。VA 菌根菌能促进黄瓜的生长发育, 但不同 VA 菌根菌促进生长发育的效

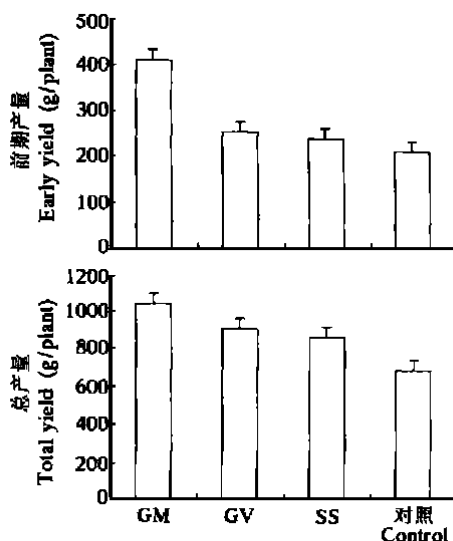


图 2 VA 菌根菌对日光温室栽培黄瓜前期产量和总产量的影响

Fig. 2 Influence of VAMF on early yield and total yield of cucumber in solar greenhouse

果不同。Graham^[7]认为这可能是由于 VA 菌根菌外生菌丝的不同,或是寄主与 VA 菌根菌亲和性不同造成的。从日光温室黄瓜春季和冬季两次试验看,GM 侵染率最高,SS 其次,GV 最低,但对黄瓜的茎粗、株高的影响有时是 GV 强于 SS。本试验表明 VA 菌根菌能促进黄瓜早结果,使总产量比对照提高近 1 倍。这与前人在其它的作物上得到的结论是一致的。

参考文献:

- 1 Trimble M R, Knowles N R. Influence of Vesicular arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus on growth, carbohydrate partitioning and mineral nutrition of greenhouse cucumber plants during establishment. *Canadian Journal of plant Science*, 1995, 75 (1): 251~ 259
- 2 Trimble M R, Knowles N R. Influence of phosphorus nutrition and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi on growth and yield of greenhouse cucumber. *Canadian Journal of Plant Science*, 1995, 75 (1): 251~ 259
- 3 刘美玲, 张喜宁. 影响囊状体丛枝体菌根菌感染及孢子形成之因子. *科学农业*, 1988, 36 (1~ 2): 25~ 31
- 4 汪洪钢, 吴观以, 李慧荃. VA 菌根对绿豆生长及水分利用的影响. *土壤学报*, 1983, 20: 205~ 208
- 5 Harley J L, Harley E L. A check-list of mycorrhiza in the British flora. *New Phytologist*, 1987, 105: 1~ 102
- 6 Smith F A, Smith S E. Movement across membranes: physiology and biochemistry. *New phytol.*, 1986, 88: 311~ 325
- 7 Graham J H, Lindeman R G. Development of external hyphae by different isolates of mycorrhizal *Glomus* spp. in relation to root colonization and growth of *Troyer atroge*. *New Phytol.*, 1982, 91: 183~ 189

The Influence of Vesicular-arbuscular Mycorrhizal Fungi on the Growth and Development of Solar Greenhouse Cucumber (*Cucumis sativus* L.)

Wang Xiuqin and Zhang Fuman

(*Institute of Facility Horticulture, College of Horticulture Science, China Agricultural University, Beijing 100094*)

Abstract: The symbiosis between solar greenhouse cucumber and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi, the influences of the symbiosis on the growth and developments of solar greenhouse cucumber seedlings, vegetative growing, reproduction, and yield were studied in different seasons. The results showed that the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi can symbioses with solar greenhouse cucumber, and the infection percentage of *Glomus mosseae* (GM) with the solar greenhouse cucumber was the highest one; the growing and developing of solar greenhouse cucumber at different developing stage were significantly improved by the inoculation of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in different seasons. The reasons of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi improving the growing and developing of solar greenhouse cucumber and the future application of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi also were discussed in this paper.

Key words: Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi; Solar greenhouse; *Cucumis sativus* L.