

# 棉豆瓜菜玉米等接种 VAM 菌根 真菌的生长反应

潘幸来

Sherwin Lopez, David C. Coleman

(山西省农业科学院棉花研究所,运城 044000) (美国佐治亚大学生态研究所,阿森斯 30602)

**摘 要** 1989 年在佐治亚大学生态所温室用缺速效磷的灭菌河沙土,在 328 个无菌盆栽中研究了棉花等 7 种作物接种 *G. etunicatum* 等 5 种 VAM 真菌孢子混合液后的生长反应情况。每立方厘米无菌土中接入 3 个混合孢子为 +VAM 处理,对照不接,对比法排列,生长期 70 多 d。结果表明, VAM 处理的棉花、玉米、大豆、西红柿的苗干重分别比各自的对照高 947%,74.2%,272.8% 和 124.9%,而西瓜和油菜则无显著反应(t 检验);*G. macrocarpum* 菌种可能有较强的孢子生产能力。  
**关键词** VAM 作物 生长反应

国际 VAM 真菌保种中心主任 N. C. Schenck 教授预言,今后十多年来,商品 VAM 真菌广泛应用于农业生产是完全有指望的<sup>[1]</sup>。为涉入这方面的研究,我们于 1989 年在佐治亚大学生态所温室,用盆栽法研究了 7 种作物接种 5 种 VAM 真菌的生长反应情况,结果初报如下。

## 1 材料和方法

### 1.1 作物及品种名称

棉花——Stoneville 213;玉米——Dekalb689;大豆——Centennial;西红柿——TingTim5453;辣椒——Cayenne5255;西瓜——Sugar Baby;油菜——Cascade85。种子全部由该校试验站提供。

### 1.2 VAM 菌种

*G. etunicatum*; *G. fasciculatum*; *S. heterogama*; *G. margarita*; *G. macrocarpum*。这 5 个菌种的孢子均从 Roncadori 教授分菌种纯繁的钵钵中用湿筛法分别分离,计数后混合。混合液中各菌种的孢子数量见表 1。

表 1 混合接菌液中各菌种的孢子数量及所占比例

菌 种 名 称	<i>G. e</i>	<i>S. h</i>	<i>Gr. m</i>	<i>G. m</i>	<i>G. f</i>	合计
孢子数(万)	6.5	9.8	4.4	2.4	124.7	147.8
占总孢子数的%	4.4	6.6	3.0	1.6	84.0	100

### 1.3 灭菌

试验土壤为塞凡纳河沙土。用甲基溴化物(Methylene bromide)熏蒸灭菌两次各 48h, 充分灭菌后随机取土样装无菌盆中供试。栽盆、种子及孢子等均用漂白洗液浸洗 30min, 再用无菌水反复冲洗后备用。

#### 1.4 栽盆制备

在无菌条件下, 取 200 个无菌塑盆(直径 18cm, 高 20cm), 各装入 2000cm<sup>3</sup> 无菌土为对照栽盆; 再取 200 个, 每盆先装入 1000cm<sup>3</sup> 无菌土, 拨平, 接着用移液管均匀洒入 10ml 混合孢子接菌液(平均每 1ml 液中含有各种孢子共 330.3 个, 下同), 再加入 500cm<sup>3</sup> 无菌土, 拨平, 再用移液管均匀洒入 10ml 孢子液, 最后加无菌土至 2000cm<sup>3</sup>(平均每 cm<sup>3</sup> 土中接有 3 个孢子)。

#### 1.5 种植管理

把用浮选法精选出的棉花和玉米的无菌种子在 8°C 左右低温条件下冷浸吸胀 12h 后, 均匀分播于无菌发芽纸上, 加锡纸卷成筒, 一头置无菌水中, 在 28°C 恒温箱催芽 24h 后取出, 各挑选大小一致、芽长相同的数百粒高活力种子, 每盆植入 3 颗, 播深 1.5cm, 以求各栽盆出苗整齐一致, 尽量减少由于种子本身造成的株间差异。玉米、棉花出苗后, 每盆只选留一株。其他作物未作催芽处理, 直接种无菌种子, 每盆选留 1~3 株不等。在试验期内, 定期用雾状喷头浇水保持土壤湿润, 并定期施入等量的 Hoagland 营养液(无磷), 以补充其他养分。

温室自控光照时间为 14h/d, 并随时调节光强使其相当于阿森斯夏天早晨 8~9 点钟晴天时的自然光照。温度为 26°C ± 3°C。

在栽盆区上方约 80cm 高处分挂 4 块各 1200cm<sup>2</sup> 的黄色诱杀板治虫。

#### 1.6 试验设计

以无菌栽盆为对照, 以每 1cm<sup>3</sup> 无菌土中平均接 3 个孢子为 +VAM 处理, 对比法排列。棉花 16 次重复, 玉米 18 次重复, 各分 4 次取样。玉米共种 2 × 18 × 4 = 144(盆)。棉花共种 2 × 16 × 4 = 128(盆)。其他作物各种 8 盆为对照, 8 盆 + VAM, 最后一次取样。

玉米生长期为 7 月 25 日至 9 月 22 日。棉花为 8 月 2 日至 10 月 5 日。其他作物为 7 月 27 日至 10 月 5 日。

## 2 结果与分析

试验期间, 定期测定各栽盆的株高、叶面积、根及苗的干重和磷含量水平、土壤中的孢子数量、根侵染率等项指标。各供试作物不同处理的综合生长量指标——苗干重的变异情况统计归

表 2 棉花接种 VA 菌根真菌的生长反应结果

取样日期 (月 日)	试验处理	重复 次数	苗均干重 (g)	$\sigma_s$	与对照比 (±%)	t 检验	$t_{0.01}$
8.22	对照	3	0.5333	0.0543			
	+VAM	8	0.4413	0.0488	-17.3**	3.3514	$t_{0.01}=2.977$
9.5	对照	16	0.8288	0.1271			
	+VAM	16	2.2344	0.5836	+169.6***	13.4713	$t_{0.001}=3.646$
9.22	对照	19	0.8605	0.2941			
	+VAM	19	5.9389	0.9052	+625***	24.6377	
10.5	对照	20	0.7565	0.1072			
	+VAM	20	7.9220	0.7914	+947***	41.1834	

纳如表 2、表 3 和表 4。最后一次取样时的苗相差异如图 1、图 2 和图 3 所示。

表 3 玉米接种 VA 菌根真菌的生长反应结果

取样日期 (月.日)	试验 处理	重复 次数	苗均干重 (g)	$\sigma_n$	与对照比 ( $\pm\%$ )	t 检验	$t_{\alpha}$
8.15	对照	18	1.2160	0.2997		1.8193	$t_{0.05}=2.030$
	+VAM	18	1.3778	0.2113	+10.7		
8.25	对照	18	2.1089	0.3898		3.0449	$t_{0.005}=2.996$
	+VAM	18	2.6239	0.4093	+24.4**		
9.5	对照	18	4.0771	0.7991		8.6788	$t_{0.001}=3.646$
	+VAM	18	6.7172	0.9672	+64.8***		
9.16	对照	18	5.7367	0.3455		11.1015	
	+VAM	18	9.9994	0.8350	+74.2***		

表 4 大豆等接种 VA 菌根真菌的生长反应结果

作物名称	试验 处理	重复 次数	苗均干重 (g)	$\sigma_n$	与对照比 ( $\pm\%$ )	t 检验	$t_{\alpha}$
西红柿	对照	4	1.8825	0.6301		3.6765	$t_{0.05}=2.447$
	+VAM	4	4.2400	0.9146	+124.9*		
辣椒	对照	2	0.3750	0.1450		3.5552	$t_{0.05}=3.182$
	+VAM	3	2.4500	0.6602	+552*		
大豆	对照	2	1.3400	0.1000		13.7403	$t_{0.01}=9.925$
	+VAM	2	4.9950	0.2450	+272.8**		
西瓜	对照	3	5.5530	1.3141		0.5710	$t_{0.5}=0.7270$
	+VAM	3	6.4833	1.9515	+17.2		
油菜	对照	3	3.1067	0.5337		0.4511	
	+VAM	3	2.5300	0.3494	-18.6		

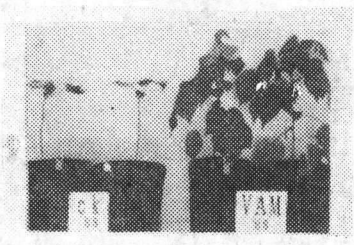


图 1 棉花+VAM 与对照的苗相差异

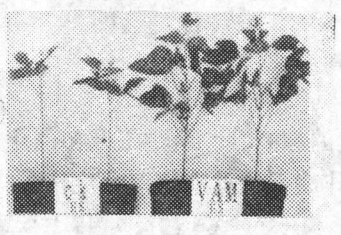


图 2 大豆+VAM 与对照的苗相差异



图 3 辣椒+VAM 与对照的苗相差异

2.1 由表 2 和图 1 可见,棉花+VAM 处理与对照相比,在 64d 内,苗干重高 9 倍多。8 月 22 日(接种 20d)第一次取样时,苗干重低 17.3%,t 检验差异极显著,可能是在 VAM 真菌初始侵入期间,对棉花有一个消耗大于补偿的阶段,而致其干物质积累量有一定程度的减少。

2.2 由表 3 可见,玉米+VAM 处理与对照相比,在 50 天内,苗干重高约 74%。8 月 15 日(接种 20 天)第一次取样时,苗干重高 10.7%,t 检验差异不显著,其后 3 次取样,差异均极显著。玉米初次取样结果虽未表明+VAM 处理比对照的苗干重有下降的趋势,但增多亦不显著,可

能是取样期已越过初始侵入阶段而正在进入发挥作用的阶段所致。

2.3 由表 4 和图 2、图 3 可见,大豆、辣椒、西红柿的+VAM 处理与对照相比,在 70d 内,苗干重分别高 272.8%、552%及 124.9%,t 检验均属显著或极显著差异。西瓜略增(+17.2%),油菜略减(-18.6%),t 检验均属不显著差异,所接 VAM 菌种对西瓜和油菜似无本质性效应。可见,不同种作物对 VAM 菌根的生长反应是不尽一致的。由 t 检验结果看,反应大小顺序为:棉花>玉米>大豆>西红柿>辣椒>(西瓜>油菜)。

2.4 从最后土样中随机取样测定的孢子数量结果看,+VAM 处理平均每立方厘米土壤中共有 18 个孢子,比初始接入的 3 个孢子增加了 5 倍之多,而对照平均每立方厘米土壤中亦发现有 0.016 个孢子,这可能是由于生长期中个别昆虫的活动或其他原因造成的。由上结果可以推断,在+VAM 处理中,宿主作物与 VAM 真菌形成了庞大的菌根系统,保证了在速效磷很低水平下植株的正常生长。这里需要注意的是,每立方厘米土壤中接入 3 个孢子,实际上等于比对照多接入了极微量的营养物质(因为孢子本身含有各种物质,如考虑到循环利用问题,则此量应予剔除)。

2.5 从最后土样中分离出的孢子种类及数量看,*G. f* 和 *G. m*. 的频度和多度明显占优势。由于 *G. f*. 在初始接菌液中占 84%以上,而 *G. m* 仅占 1.6%(表 1),似乎可以推测,*G. m*. 种可能具有较强的孢子生产能力。

### 3 讨论

尽管 VA 菌根真菌促进生长的效果及机理众说不一,但从本试验结果及其他有关生长反应的研究,至少可以认为,棉花、玉米、大豆、辣椒、西红柿等作物的某些品种只要与 VA 菌根真菌菌种搭配得当,在土壤中形成的菌根系统能达到临界水平以上,就可预期得到明显的促生长效果。

黄土高原大面积瘠薄农田的养分状况是氮磷都缺。由于近 30 多年来,施氮量相对大于施磷量,且施入的速效磷在石灰性土壤中又有相当份额很快变成了高钙磷而无法为作物所利用,所以相对而言,磷更匮乏。若能选择适当的作物+VAM 组合,并使之在大田土壤生态系统中形成的菌根系统能够达到足以起作用的临界水平量以上,其生态经济效益则相当可观。

国际上现已初步分离出 134 个 VAM 菌种<sup>[2,3]</sup>。我国黄土高原土壤中有没有? 是什么? 量如何? 何寄主生境? ……等基础资料所知甚少。本试验结果将促使我们进一步开展根菌微生态系统方面的研究。

鸣谢 本试验得到 R. W. Roncadori 教授和 D. Wright 博士的指导,以及 Jack, Nancy, Brooks 等的协助,谨此致谢。

### 参 考 文 献

- 1 Schenck NC. VAM Fungi; 1950 to the Present — The Era of Enlightenment. Proc of 6th NACOM, 1984, 59
- 2 Schenck NC. Manual for the Identification of VAM Fungi. INVAM Gainesville, Florida, 1989, 9~234
- 3 张美庆, 王幼珊. 我国北部的七种VA菌根真菌. 真菌学报, 1991, 10(1): 13~21

## Growth Responses of Cotton, Corn etc. to the Inoculation of VAM Fungi

Pan Xinglai

(Cotton Research Institute, Shanxi Academy of Agricultural  
Sciences, Yuncheng 044000)

Sherwin Lopez David C. Coleman

(Institute of Ecology, University of Georgia, Athens GA 30602)

**Abstract** In 1989, 7 crops in 328 sterilized pots with sandy soil (P deficient) were inoculated with the mixture of 5 species of VAM fungi (3 spores per  $\text{cm}^3$  of soil) and grown in the greenhouse for about 70 days. The results showed that, with the VAM inoculation, much greater growth was obtained in cotton (947%), corn (74.2%), soybean (272.8%), tomato (124.9%), and hot pepper (552%), but no significant growth enhancement in watermelon and rape was found. Probably the *G. macrocarpum* species is capable of reproducing more spores.

**Key words:** VAM; Crops; Growth response