

# 盆栽后处理、种植密度及农药对 AM 真菌生长繁殖的影响

王幼珊<sup>1</sup>, 刘相梅<sup>2</sup>, 张美庆<sup>1</sup>, 邢礼军<sup>1</sup>,

(1. 北京市农林科学院植物营养与资源研究所, 北京 100089; 2. 中国科学院广州地球化学研究所, 广东 广州 510640)

摘要: 研究了盆栽培养后处理方式、宿主种植密度和农药对 *Glomus mosseae* 生长繁殖的影响, 结果表明, 后处理A和后处理B的处理方式均可促进孢子的形成, 以高粱为宿主的产孢量分别比对照提高 90.9%, 54.5%, 三叶草为宿主则分别提高 61.5%; 7.7% 杀菌剂利得不利于 *G. mosseae* 繁殖体的形成, 施后产孢量仅为对照的 47.6%, 杀菌剂代森锰锌对生长繁殖影响不大。试验所设的在体积为 9 600 cm<sup>3</sup> 的容器里高粱的 4 个种植密度中, 7 和 14 棵的处理更有利于 *G. mosseae* 孢子的产生。

关键词: AM 真菌; *G. mosseae*; 后处理; 农药; 种植密度

中图分类号: S154.3 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2002)01-0094-06

丛枝菌根(AM)作为 AM 真菌与植物根系的共生体, 它在增加植物对土壤养分的吸收, 提高生物产量, 改善品质, 增强植株的抗逆抗病性, 及促进土壤团粒结构形成等方面的作用已被广泛认同。但是 AM 真菌是一种严格意义上的内生共生菌, 不能离体培养, 只能通过与植物共生的方法进行繁殖。其中盆栽方法是最传统最经典的方法, 最早由 Gerdemann 提出, 以后不断得到改进, 目前仍然作为 AM 菌剂繁殖及商业化生产的基本方法<sup>[1]</sup>。由于盆栽的温室培养需要经历一个较长的时间(4~5 个月), 因此容易受到多种因素的影响, 其中除宿主和基质等最基本的 AM 菌剂培养条件外, 光照、温度、湿度、肥料、农药、盆钵大小、修剪等也是重要的影响因素<sup>[2]</sup>。

本试验旨在从盆栽后处理方法、种植密度和农药 3 个方面, 研究它们对 AM 真菌生长繁殖的影响, 从而为 AM 菌剂的生产提供有利依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

1.1.1 菌种 *G. mosseae* 93, *G. mosseae* 91。

1.1.2 供试植物 高粱 *Sorghum vulgare* Pers., 白三叶草 *Trifolium repens* L.。

1.1.3 基质 J1: 壤土、混合沙体积比为 1:1; J2: 混合沙、壤土、蛭石、沸石体积比为 2:1:1:1, 混合沙为直径 2~0.8, 0.8~0.25, <0.25 mm 的沙以 12:70:18 比例混合。壤土采自北京市

收稿日期: 2000-10-16

基金项目: 北京市自然科学基金资助项目(6972006)

作者简介: 王幼珊(1963-), 女, 副研究员, 硕士, 主要从事 AM 真菌和土壤微生物方面的研究工作。

农科院小麦试验田。基质的基本农化性状见表 1。

表 1 基质的基本农化性状

基质	有机质(g·kg <sup>-1</sup> )	全氮(g·kg <sup>-1</sup> )	全磷(g·kg <sup>-1</sup> )	全钾(g·kg <sup>-1</sup> )	速效磷(mg·kg <sup>-1</sup> )	速效钾(mg·kg <sup>-1</sup> )
J1	8.8	0.34	0.73	16.9	10.75	62.90
J2	4.0	0.14	3.04	26.1	7.98	159.48

1.1.4 盆栽器皿 小盆口径 14 cm，底径 10 cm，高 12 cm 的白色塑料盆；大盆口径 28 cm，底径 18 cm，高 22 cm 的白色塑料盆。

1.2 试验设计

试验 I 不同后处理对 *G. mosseae* 生长繁殖的影响：采用基质 J1，种在小盆中，接种 *G. mosseae* 93，选用高粱和白三叶草两种宿主，每个宿主设 3 个处理，分别为①后处理 A；②后处理 B；③对照不进行后处理。共 6 个处理，每处理 3 个重复，共 18 盆。

试验 II 农药(杀菌剂)对 *G. mosseae* 生长繁殖的影响：以高粱为宿主，接种 *G. mosseae* 91，采用基质 J2，种在小盆中。设 3 个处理，分别为①喷施杀菌剂代森锰锌；②喷施杀菌剂利得；③不施药的对照。于播种后 8 周施用一次，浓度按照说明配制。

试验 III 种植密度对 *G. mosseae* 生长繁殖的影响：以高粱为宿主，接种 *G. mosseae* 93，采用基质 J1，种在大盆中。设每盆 7，14，21，30 棵苗 4 个处理，每处理 3 次重复，共 12 盆。

1.3 接种方法

种子用 40% 甲醛稀释 100 倍浸泡 15 min，28℃ 催芽。基质 100℃ 间歇灭菌 2 次后备用。培养容器用 75% 酒精消毒后使用，温室用 5% 石碳酸消毒。

接种剂为白三叶草繁殖的土沙混合物，内含 AM 真菌孢子、被侵染根段菌丝体。采用层播法进行接种，即把接种剂均匀撒在种子下方约 3 cm 处。接种量大盆 50 g/盆，小盆 20 g/盆。

1.4 试验测定项目

播种 15 周后收获，测定基质中 AM 真菌的孢子数(湿筛倾析法)；基质中 AM 真菌的根外菌丝量(过滤网格法)；宿主植物地上部分干重；宿主植物根长(方格交叉法)。

2 结果与分析

2.1 不同后处理对 *G. mosseae* 生长繁殖的影响

2.1.1 不同后处理对 *G. mosseae* 菌丝量的影响 根据测定结果(表 2)，两种宿主的 3 个处理的菌丝量差异都不显著，且无固定规律体现，说明后处理对菌根的根外菌丝没有影响。

表 2 不同后处理对 <i>G. mosseae</i> 根外菌丝量的影响 m			
供试植物	后处理 A	后处理 B	对照
高粱	2.15	2.00	2.52
白三叶草	1.63	1.56	1.63

注：菌丝量为每克干土的菌丝长度，表 4、图 1 同

2.1.2 不同后处理对 *G. mosseae* 产孢子数的影响 测定结果见表 3，以高粱为宿主的 3 种后处理方式间的产孢子数差异显著，后处理 A 比后处理 B 的孢子数提高了 23.5%，比对照提高了 90.9%，后处理 B 也比对照提高 54.5%。以白三叶草为宿主的 3 种后处理方式的产

孢子数, 后处理 B 与对照间差异不显著, 但后处理 A 产孢量比后处理 B 和对照分别提高了 50% 和 61.5%, 差异显著。

由本试验可得出, 适当的后处理有利提高 AM 真菌菌剂产量, 而对根外菌丝量没有影响, 所以后处理对菌剂质量的影响不可忽视。

2.2 农药(杀菌剂)对 *G. mosseae* 生长繁殖的影响

2.2.1 杀菌剂对 *G. mosseae* 菌丝量和产孢子数的影响

因为AM真菌是土壤中的一种真菌, 农药中杀菌剂的使用应特别慎重, 本试验选用了代森锰锌和利得两种杀菌剂进行测试。结果如表 4, 对菌丝量和孢子数进行方差分析, 差异不显著。但从数据看出, 各处理之间菌丝量没有大的差别, 只有施用利得使孢子数有较大的下降, 产孢量仅为对照的 47.6%。

2.2.2 杀菌剂对 *G. mosseae* 产孢子量与宿主长势之间的关系的影响 在本试验中对宿主植物高粱生长状况与孢子产量之间的关系做了进一步分析。从图 1 可看出, 高粱地上部分的干重与孢子数量存在着相关性, 回归分析得到:  $y=67.559 0x-312.878 7$   $r=0.940 8$ , 高粱植株的干重与孢子数关系密切, 在 0.1 水平上相关显著。尤其是施用利得植株生长量和产孢子量明显下降, 不利于 AM 真菌的繁殖。

2.3 盆栽种植密度对 *G. mosseae* 生长繁殖的影响

该试验中所用容器的体积约为 9 600 cm<sup>3</sup>, 按试验处理分为 7, 14, 21, 30 棵/盆, 测定结果显示(表 5, 图 2): 高粱种植密度对 *G. mosseae* 的产孢量有显著影响, 7 棵/盆和 14 棵/盆的处理产孢子量显著高于 21, 30 棵/盆。在对每盆土体分上中下三层测定产孢子量和根长后看出, 各处理中各层孢子数的变化与根长之间没有明显的变化规律, 这主要是因为容器体积较小, 植株的生长受到一定限制。但就容器的整体而言种植密度对产孢子量是有一定影响的, 本试验证明高粱 7, 14 棵/盆产孢最多, 比另外两个处理增产 63%~88%, 可见种植过密不利于 AM 真菌繁殖体的形成。

表 3 不同后处理对 *G. mosseae* 产孢子数的影响 个

供试植物	后处理 A	后处理 B	对照
高粱	42A	34B	22C
白三叶草	21A	14B	13B

注: ①大写字母表示 0.01 水平上差异显著; ②孢子数为每克干土的个数, 表 4、表 5、图 1、图 2 同

表 4 杀菌剂对 *G. mosseae* 生长繁殖的影响

杀 菌 剂	菌 丝 量(m)	孢 子 数(个)
ck	7.40	21
利得	7.03	10
代森锰锌	6.04	17

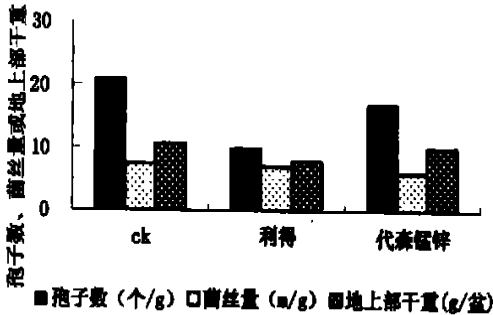
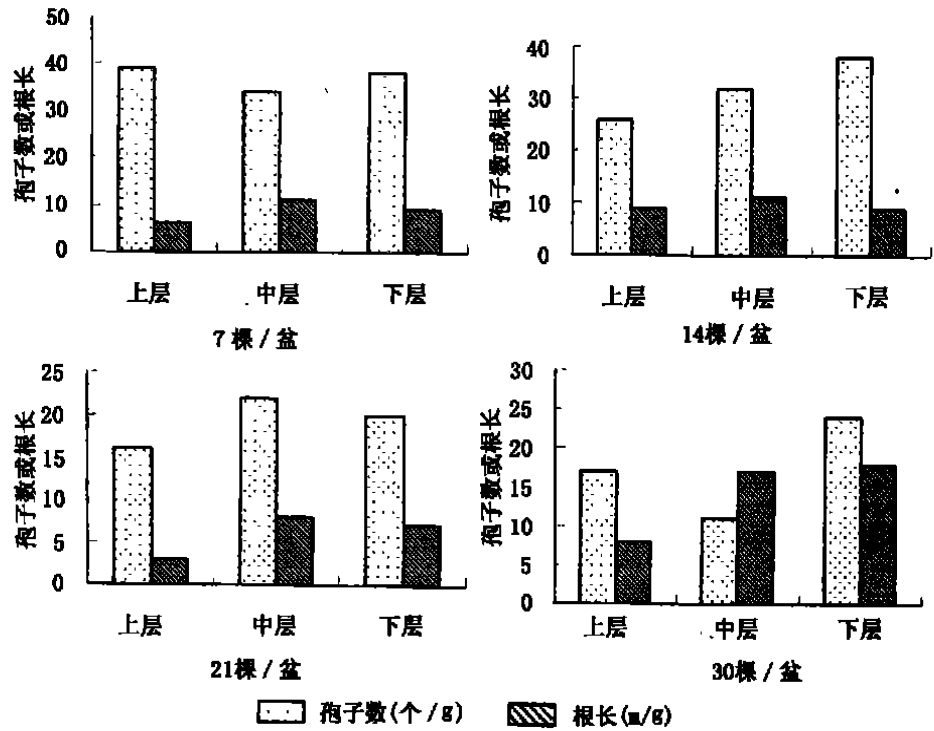


图 1 杀菌剂对高粱生长及 *G. mosseae* 生长繁殖的影响

表 5 种植密度对 *G. mosseae* 产孢子数的影响

处理	孢子数(个)
7 棵/盆	739a
14 棵/盆	652ab
21 棵/盆	393bc
30 棵/盆	399bcd

注: 小写字母表示 0.05 水平上差异显著



注: 根长为每克干土重的长度

图 2 种植密度对高粱各层根系及 *G. mosseae* 产孢量的影响

3 讨论

本试验所采用的 AM 真菌菌种 *G. mosseae* 是一种广幅生态型真菌, 适用于温室盆栽繁殖, 并可以广泛应用。*G. mosseae* 91、*G. mosseae* 93 是本研究室筛选的具有抗旱、抗盐、耐高磷营养特性的高效菌株, 以这两个菌株为试材不仅可以对 AM 真菌的繁殖进行研究, 而且还可以为 AM 菌剂的商业化生产提供优良菌种。

关于 AM 菌剂质量的评估一直是人们争论的焦点, 根系侵染率、孢子数、孢子发芽率、根外菌丝量等都可作为评估指标。侵染率只是根段接种潜力的指示, 而菌剂中根段并不是主要的接种物, 主要的是孢子。发芽率测定比较复杂费时, 并且某些菌种的孢子发芽率很难测定<sup>[3]</sup>。在现阶段, MPN 法可以测定有效繁殖体的总量<sup>[4]</sup>, 但它不能确切反映在自然条件下土壤中菌根菌对根部的侵染, 而且测定方法也很繁琐。估测接种剂质量的最有效的方法就是接种剂中的孢子数量<sup>[3]</sup>, 因此, 本试验采用了传统的湿筛孢子记数法, 结合根外菌丝长度的测定, 来说明接种剂中 *G. mosseae* 的生长繁殖能力。

3.1 不同后处理对 *G. mosseae* 生长繁殖的影响

由本试验可看出, 适当的后处理有利提高 AM 菌剂的质量, 其原因可能是高粱和白三

叶草经后处理后,植株不能正常生长,进而影响菌根菌的生长,促使 *G. mosseae* 进入休眠,形成孢子。而正常生长的对照可以为菌丝的生长提供较充足的营养,菌丝发育好,孢子形成较少。后处理对 AM 真菌生长繁殖影响的机理还不甚明了,国内外在这方面的报道也甚少,只是有研究指出不适时的、严重的修剪和落叶会减少侵染和产孢<sup>[2]</sup>。对于本试验的结果还需要进一步验证,并深入探求机理,但在菌根菌剂生产中后处理的影响应加以重视。

### 3.2 农药(杀菌剂)对 *G. mosseae* 生长繁殖的影响

由于 AM 真菌在温室盆栽繁殖需时长达 4 个月左右,为防治病虫害对盆栽植物生长的为害,使用农药是不可避免的。多方研究指出,各种农药对 AM 真菌的影响表现不同,有的农药不仅不抑制真菌的侵染和产孢,反而产生促进作用。大多数的土壤熏蒸剂不会对 AM 真菌的生长繁殖有抑制作用;杀虫剂和除草剂似乎对菌根菌的影响不大;各种杀菌剂对菌根菌的影响差异很大<sup>[1,5,6]</sup>。本试验所选用的两种杀菌剂也表现出不同的影响,利得和代森锰锌对 *G. mosseae* 根外菌丝生长的影响不大,但利得在一定程度上减少了 *G. mosseae* 的产孢子量,同时也减少了高粱植株的生长量。由于 AM 真菌与宿主是共生关系,生长良好的宿主会给菌根菌的生长和繁殖提供充足的碳水化合物,施用利得使高粱生长受抑, *G. mosseae* 的产孢量下降也就成为必然。因此,在 AM 菌剂的繁殖和生产中,对杀菌剂的使用必须慎重选择。

### 3.3 盆栽种植密度对 AM 真菌生长繁殖的影响

AM 真菌的产孢量与盆子的大小有密切的关系<sup>[2]</sup>,即在  $750 \sim 15\,000\text{ cm}^3$  范围内产孢量随盆子体积的增加而增加,大盆的经济效益高,但污染损失也大<sup>[7]</sup>。AM 真菌与种植密度关系的研究还未见报道,作者的试验结果证明,高粱的种植密度对 *G. mosseae* 的产孢量有显著影响,这可能因为密度过高,根系生长受到限制,不利于菌根菌繁殖的缘故,但其机理还有待进一步的研究。另外,还应该针对不同宿主选择相应的种植密度,以提高繁殖数量。

### 参考文献:

- [1] 吴继光,林素祯. 囊丛枝内生菌根菌种原生产技术[A]. 囊丛枝内生菌根菌应用技术手册[M]. 台湾:台湾省农业试验所,1998:109—118.
- [2] Ferguson J J, Woodhead S H. Production of endomycorrhizal inoculum A. Increase and maintenance of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi[A]. In: Methods and Principles of Mycorrhizal Research[M]. USA: American Phytopathological Society, 1982:47—54.
- [3] Menge J A, Timmer L W. Procedures for inoculation of plants with vesicular-arbuscular mycorrhizal in the laboratory, greenhouse and field[A]. In: Methods and Principles of Mycorrhizal Research[M]. USA: American Phytopathological Society, 1982:59—68.
- [4] 陈应龙,弓明钦,王凤珍,等. VA 菌根菌剂的生产及其接种潜力的测定[J]. 热带亚热带土壤科学,1997,6(2):113—120.
- [5] Dodd J C, Jeffries P. Effect of fungicides on three vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi by manipulation of nutrient regimes[J]. Appl Environ Microbiol, 1989, 56:413—418.
- [6] Sreenivasa M N, Bagyaraj D J. Use of pesticides for mass production of vesicular-arbuscular mycorrhizal inoculum[J]. Plant Soil, 1989, 119:127—132.

- [ 7 ] Sylvia D M. Vesicular-arbuscular Mycorrhizal Fungi [ A ] . In: Methods of Soil Analysis [ M ] . USA: Soil Science Society of America, 1994. 351— 378

## Effects of Post-treatment, Pesticide and Planting Density on Arbuscular Mycorrhizal Fungi Inoculum

WANG You-shan<sup>1</sup>, LIU Xiang-mei<sup>2</sup>, ZHANG Mei-qing<sup>1</sup>, XING Li-jun<sup>1</sup>

(1. Institute of Plant Nutrition and Resources, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100089, China; 2. Guangzhou Institute of Geochemistry, China Academy of Sciences, Guangzhou 510640, China)

**Abstract:** Up to now, pot culture is the common method for producing AM fungi inoculum. Some factors can affect the quality of inoculum. In this paper, the effects of post-treatment, fungicide and planting density on the quality of inoculum of *G. mosseae* were studied. The result showed that the effect of post-treatment was obvious. In *Sorghum vulgare* Pers., compared to the control, the post-treatment A and the post-treatment B increased spore number by 90.9% and 54.5%, respectively. Spore development decreased 47.6% by fungicide Lide, while the other fungicides had no obvious influence on *G. mosseae* growth. The experiment on planting density indicated that the spore number of 7 or 14 sorghums/9 600 cm<sup>3</sup> was greater than 21 or 30 sorghums/9 600 cm<sup>3</sup>.

**Key words:** Arbuscular mycorrhizal fungi; *G. mosseae*; Post-treatment; Fungicides; Planting density