

# 杂草发酵物对枳生长和 VA 菌根形成的影响

杨晓红<sup>1</sup> 李道高<sup>1</sup> 石井孝昭<sup>2\*</sup> 门屋 臣<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>西南农业大学园艺系, 重庆 400716; <sup>2</sup>爱媛大学教育学部, 日本松山 790 8577; <sup>3</sup>爱媛大学农学部, 日本松山 790 0905)

**摘 要:** 在具有高密度 VAM 真菌生长的枳 (*Poncirus trifoliata* Raf.) 苗的培养土中分别加入 1% 的 4 种杂草的发酵物, 70 d 后测量结果表明: 枳菌根感染率普遍较高, 但与对照相比, 杂草发酵物在显著促进枳苗生长的同时降低了枳菌根感染率, 其中发酵杂草处理对生长的促进作用更大, 降低菌根感染率更低; 高氮也降低菌根感染水平; 过高的菌根感染率导致寄生, 抑制宿主的生长。

**关键词:** 杂草; 发酵; 柑桔类; 枳; VA 菌根

中图分类号: S 666 文献标识码: A 文章编号: 0513 353X (2001) 04-0336 03

## 1 目的、材料与方法

有关有机物质对土壤或介质中的植物生长、植物菌根形成和 VAM 真菌生长的影响已有一些研究<sup>[1]</sup>。目前杂草发酵物对具高密度 VAM 真菌繁殖体生长的土壤中的枳苗生长和菌根形成的影响少见报道, 而这方面的工作将为柑桔生产和 VAM 菌剂生产提供理论依据。试验于 1999~ 2000 年在日本爱媛大学进行。选取魁蒿 (*Artemisia princeps* Pampan)、乌荛莓 (*Cayratia japonica* Gagn)、繁菱 (*Stellaria media* Villars) 和白花三叶草 (*Trifolium repens* L.) 4 种杂草的茎叶作发酵材料, 用其发酵杂草以及发酵液分别进行盆栽试验; 盆栽用土 pH 5.6, EC 0.15 mS·cm<sup>-1</sup>, 土壤中磷的质量浓度 21.4 mg·kg<sup>-1</sup>, 每 50 g 土中含多种 VAM 真菌孢子约 2 600 个; 试材为培育在灭菌珍珠岩中的当年生枳 (*Poncirus trifoliata* Raf.) 实生幼苗。

分别将 4 种杂草茎叶称重, 与适量尿素、蒸馏水装入发酵罐加速发酵近 1.5 个月, 0.5 mm 孔径铜筛粗滤。发酵粗液再经 TOYO 2 号滤纸过滤, 收集并记录各发酵液体积和发酵杂草的质量。每盆中加入 1% 的杂草发酵物。计算公式: 加入的发酵液体积 (mL) / 盆 = [获得发酵液总体积 (mL) × 20 g] / [待发酵杂草鲜样质重 (g) × 待发酵杂草的干物质含量 (%)] ; 加入的发酵杂草质量 (g) / 盆 = 20 g / 发酵杂草中的干物质含量 (% )。杂草中的干物质含量按常规方法进行测量与计算。

1999 年 7 月 13 日, 取直径 21 cm、高 16 cm 试验盆 36 个, 16 盆预装土 0.7 kg, 每盆加入相当于 20 g 干样质量的发酵杂草, 再装土 1.3 kg, 4 个重复; 剩下 20 盆直接装土 2 kg, 其中 16 盆用作发酵液处理; 4 盆不加发酵物作对照。选生长基本一致的无菌根当年生枳实生苗栽入试验盆中, 每盆 1 株。发酵液处理盆中加入相当于鲜杂草 20 g 干样质量的发酵液, 半月内每周补加 1 次 1/10 的发酵液处理量。浇足定根水。对照在移栽 5 d 植

收稿日期: 2001- 01- 12; 修回日期: 2001- 04- 25

基金项目: 重庆市科委资助项目 (98 5024); 日本国际教育协会 (AIEJ) 资助项目

株恢复生长时，每盆加入 N、P、K 分别为 40、12、24 mg 的液态化肥。试验在自然状态下进行，不使用杀虫或杀菌剂。处理后 70 d 时测定苗高（地上部分）、根鲜样质量及植株总鲜样质量。取 2 cm 长根尖先端于 FAA 液中固定，按照 Phillips 等<sup>[2]</sup>的方法对菌根染色，每重复观察 4 个根尖，每处理 16 个。菌根感染率（%）=（感染根段长/观察根段长）×100。数据采用 SAS 统计软件进行方差分析和多重比较。

2 结果分析与讨论

经 70 d 的生长，对照苗生长最弱，杂草发酵液和发酵杂草都显著地促进了苗的生长，且发酵杂草的效果更加显著（表 1）。

由于土壤中 VAM 真菌的繁殖体数量极高，每 50 g 土壤 2 600 个孢子，枳根系与 VAM 真菌接触的机会极大，加上它们间又有极强的亲和力，致使枳根段中形成众多的 VAM 真菌典型结构，如根外菌丝、根内菌丝和囊泡。菌根侵染率不仅高，而且根内菌丝极为发达，囊泡数量也很多，就连一般不易被侵染的根尖分生区、伸长区有时也会被侵染（图 1）。表 1 表明，各处理的菌根感染率都较高，但与对照相比，杂草发酵物的加入显著降低

表 1 杂草发酵物对枳实生幼苗生长和菌根形成的影响

Table 1 Effect of weed fermentation matters on the growth and mycorrhizal formation in roots of trifoliate orange (*Poncirus trifoliata* Raf.) seedlings

处 理	种 类	苗 高	根 鲜 样 质 量	苗 鲜 样 质 量	菌 根 感 染 率
Treatment	Species	Height (cm)	Fresh mass of root (g)	Fresh mass of seedling (g)	Infection rate (%)
对照 Control		18.3±1.2 <sup>Z</sup> a <sup>Y</sup>	1.42±0.09 a	2.68±0.19 a	93.4±2.5 <sup>Z</sup> e
杂草发酵液 Fermented Liquids of Weeds	魁蒿 <i>A. princeps</i>	20.8±0.6 ab	1.96±0.02 bc	3.54±0.08 ab	86.6±1.0 d <sup>Y</sup>
	乌荭苳 <i>C. japonica</i>	24.4±1.6 abcd	2.32±0.11 bcd	4.30±0.28 bc	85.6±1.4 d
	繁縷 <i>S. media</i>	21.0±0.6 ab	1.76±0.04 ab	3.44±0.19 ab	86.4±1.0 d
	白三叶草 <i>T. repens</i>	24.1±2.0 abcd	1.99±0.18 bc	4.49±0.04 bc	76.3±1.2 c
发酵杂草 Fermented Weeds	魁蒿 <i>A. princeps</i>	26.0±1.6 bcd	2.60±0.25 d	5.08±0.51 c	77.6±1.2 c
	乌荭苳 <i>C. japonica</i>	30.3±2.5 d	2.51±0.10 cd	5.48±0.51 c	62.0±4.8 b
	繁縷 <i>S. media</i>	23.5±2.2 abc	2.07±0.18 bcd	4.20±0.46 bc	63.6±1.4 b
	白三叶草 <i>T. repens</i>	28.3±4.0 cd	2.20±0.36 bcd	4.89±0.99 bc	55.3±1.9 a

注：Z. 平均值±标准误差；Y. 邓肯氏多重比较（P= 0.05）。  
Note: Z. Mean±standard error; Y. Duncan's new multiple range test (P= 0.05).

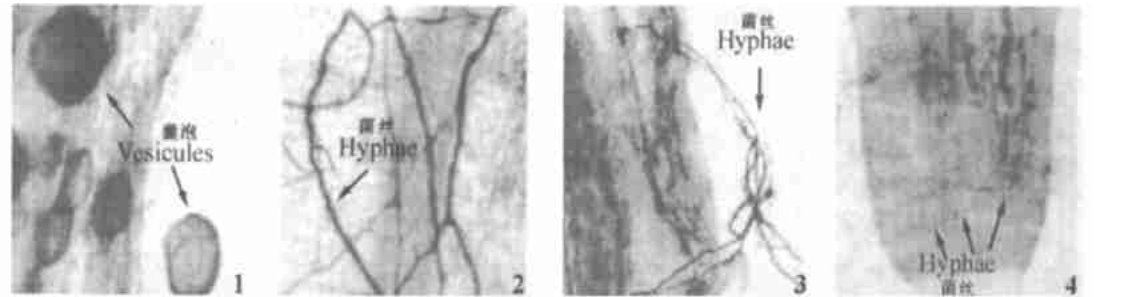


图 1 枳菌根中 VAM 真菌的典型结构

1. 囊泡，×150；2. 根内菌丝，×150；3. 根外菌丝，×60；4. 侵染菌丝达根尖分生区、伸长区，×60。

Fig. 1 Typical structures of VAM fungi inside or outside roots of trifoliate orange (*Poncirus trifoliata* Raf.) seedlings

1. Vesicles, ×150; 2. Intraradical hyphae, ×150; 3. Extraradical hyphae, ×60;  
4. Intraradical hyphae extended in meristematic and elongational zone of root tip, ×60.

了菌根感染率, 发酵杂草较杂草发酵液降低菌根感染率更显著, 即土壤有机质可能参与了菌根形成的调节。在发酵杂草处理如此高比例的菌根感染率下, 枳苗还能健旺生长的事实显示, VA 真菌与枳之间确实建立了共生互利关系。然而, 对照处理中 90% 以上的高感染率形成和根内 VA 真菌菌丝体的大量生长, 造成寄主—真菌对碳的竞争, 所以菌根并不总是对植物生长有益<sup>[3]</sup>。

白三叶草是豆科植物, 其氮含量高于其它 3 种杂草, 白三叶草发酵液或发酵杂草处理的菌根感染率最低, 表明根际高氮将降低菌根感染水平。

对照和发酵物处理的土壤中都含有相同高密度的 VA 真菌繁殖体, 但是枳苗的菌根感染率却因不同杂草的发酵物, 或同一杂草的不同发酵物形态而差异很大, 表明 VA 真菌繁殖体密度可能不是决定菌根感染水平的主要因子, 要实现菌丝的向根性生长和对根系的成功感染, 还需某些活性信号分子对菌丝进行诱导, 即化学它感作用参与菌根菌共生关系的建立。试验中, 4 种杂草的发酵物都不同程度地降低了寄主植物的菌根菌感染水平; 同一杂草的发酵液和发酵杂草处理中, 以发酵杂草对枳 VA 菌根形成的抑制作用更强。由此推测, 杂草发酵物中可能含有一些活性物质, 不同的杂草发酵物中可能释放出了不同的或具不同浓度的活性物质, 这些物质很可能参与了 VA 菌根形成的调节。

#### 参考文献:

- 1 Ishii T, Kadoya K. Utilisation of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi in citrus orchards. Proc. Int. Soc. Citriculture, 1996, 2: 777~ 780
- 2 Phillips J M, Hayman D S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Trans. Br. Mycol. Soc., 1970, 55 (1): 158~ 161
- 3 Peng S, Eissenstat D M, Graham J H, et al. Growth depression in mycorrhizal citrus at high phosphorus supply. Plant Physiol., 1993, 101 (3): 1063~ 1071

## Effect of Weed Fermentation Matters on Growth and Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Formation of Trifoliate Orange (*Poncirus trifoliata* Raf.) Seedlings

Yang Xiaohong<sup>1</sup>, Li Daogao<sup>1</sup>, Takaaki Ishii<sup>2</sup>, and Kazuomi Kadoya<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>Department of Horticulture, Southwest Agricultural University, Chongqing 400716; <sup>2</sup>Faculty of Education, Ehime University, Matsuyama, Japan 790-8577; <sup>3</sup>College of Agriculture, Ehime University, Matsuyama, Japan 790-0905)

**Abstract:** 1% fermentation matters from four weeds (*Artemisia princeps* Pampan, *Cayratia japonica* Gagn, *Stellaria media* Villars, *Trifolium repens* L.) were respectively added into pot soils which contained high density propagules of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for culturing trifoliate orange (*Poncirus trifoliata* Raf.) seedlings. After 70 days, mycorrhizal infection rates were high in all treatments. But compared with the control, fermentation matters significantly stimulated the growth of trifoliate orange seedlings, reduced the mycorrhizal formation in roots of seedlings, and there were lower infection rates in treatments of fermented weeds than in that of fermented liquids; High concentration of nitrogen also could reduce the mycorrhizal formation level; The phenomena of parasitism and growth depression in mycorrhizal citrus took place when the mycorrhizal infection rate was too high.

**Key words:** Weeds; Fermentation; Citrus; Trifoliate orange (*Poncirus trifoliata* Raf.); Vesicular Arbuscular mycorrhiza