

丛枝菌根真菌对芋组织培养苗生长的影响

李 敏 刘鹏起 刘润进

(莱阳农学院菌根生物技术实验室, 莱阳 265200)

摘要: 于温室盆栽条件下研究了丛枝菌根(AM)真菌 *Gigaspora rosea*、*Glomus mosseae* 和 *Glomus versiforme* 对芋(*Colocasia esculenta*)组织培养苗移栽成活率、矿质营养、光合速率及生长的影响。结果表明, 接种 AM 真菌能提高芋组织培养幼苗移栽成活率和叶片光合速率, 降低气孔阻力; 其叶片和根内氮、磷、钾含量和生长量显著高于不接种对照。认为接种有效 AM 真菌是促进组织培养苗健康生长的重要技术。

关键词: AM 真菌; 芋; 组织培养苗; 矿质营养; 光合速率

中图分类号: S 632.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2002) 05-0451-03

丛枝菌根(arbuscular mycorrhiza, AM)真菌能促进多种蔬菜的生长发育, 提高植株对矿物质的吸收利用^[1,2]。许多试验表明, 菌根真菌具有提高香蕉、草莓、芦笋等的组织培养苗移栽成活率和促进生长的效果^[3,4]。芋 [*Colocasia esculenta* (L.) Schott.] 是对菌根依赖性较大的作物, AM 真菌可促进芋苗生长, 提高其对矿物质吸收, 增加球茎产量并改善品质等^[5]。近年来, 国内开始研究芋的脱毒技术及组织培养快繁技术。本试验旨在探讨 AM 真菌对芋组织培养苗移栽成活和生长等方面的影响, 为 AM 真菌在组织培养苗繁殖和实际应用上奠定基础。

1 材料与方法

供试芋品种为‘莱芋 3 号’。于 2000 年 1 月 20 日进行三角瓶培养。取芋芽尖 0.5 mm, 约 1~2 个叶原基, 在 MS+NAA 0.2 mg/L+6-BA 2.0 mg/L 培养基中诱导出芽。之后转入 MS 基本培养基, 待其生根、长出 2~3 片叶后接种供试 AM 真菌并移栽。AM 真菌 *Gigaspora rosea* Nicolson & Schenck、*Glomus mosseae* (Nicol. & Cerd.) Gerdemann & Trappe 和 *Glomus versiforme* (Karsten) Berch 保存在三叶草 (*Trifolium repens* L.) 上, 用其根段和孢子作接种物。将蛭石、珍珠岩、草炭土与河砂高温 (121 , 1 h) 灭菌后, 按蛭石 珍珠岩 草炭土 河砂 = 2 1 1 1 配比混合装入 13 cm × 15 cm 的花盆中备用。基质养分含量为有机质 0.76 %、碱解氮 26.66 mg · kg⁻¹、速效磷 18.01 mg · kg⁻¹、速效钾 49 mg · kg⁻¹、全氮 0.051 %、全磷 0.076 %、全钾 1.77 %, pH 值 6.7。

试验于 2000 年 4 月在莱阳农学院温室内进行。设接种 *Gigaspora rosea*、*Glomus mosseae*、*Glomus versiforme* 和不接种(对照)4 个处理。将接种物以 12 000 接种势单位/盆^[6]加入花盆中并与基质混合均匀, 对照则加等量灭菌的接种物及其滤液。每盆定植 3 株芋组织培养苗。各处理重复 10 次, 共 40 盆, 随机区组排列。20 d 后, 每周浇 1 次 Hongland 营养液。定期观察测定植株高度、叶片数、叶面积、根数、茎叶鲜样质量和干样质量、AM 发育情况、光合速率等。试验结束时测定球茎质量及植株矿物质含量。其中全氮用以 H₂SO₄—H₂O₂ 消化, 凯氏定氮法; 磷用钒钼黄比色法; 钾用火焰光度计测定; 钙、镁、锌、铜、锰用马福炉灰化后, 原子吸收光谱法测定; 用美国产 LF6200 型光合分析仪测定叶片光合速率。根系透明后用酸性品红染色在 Olympus 显微镜下测定菌根和丛枝着生率、根上菌丝着生位点和根内泡囊数等^[7]。

收稿日期: 2001-09-19; 修回日期: 2001-12-21

基金项目: 山东省自然科学基金资助项目; 国家教育部高等学校骨干教师资助计划项目

承蒙莱阳农学院王晶珊教授提供芋组织培养苗, 谨致谢意。

2 结果

2.1 芋组织培养苗菌根发育状况

芋组织培养苗根系菌根发育良好，在根内可形成典型的菌丝、丛枝和泡囊结构，*Gi. rosea*、*G. mosseae* 和 *G. versiforme* 的侵染率分别高达 91.0 %、91.5 % 和 95.2 % (表 1)。

2.2 AM 真菌对芋组织培养苗移栽成活率和生长发育的影响

由表 2 和图 1 可以看出，接种 AM 真菌 *G. mosseae* 和 *G. versiforme* 能显著提高组培芋苗移栽成活率；接种 3 种 AM 真菌的植株的株高、叶面积、叶干样质量、根干样质量、球茎干样质量及经济系数均极显著大于对照，而 3 种 AM 真菌处理之间差异不显著。

表 1 芋组织培养苗 AM 真菌发育状况

Table 1 Colonization status of arbuscular mycorrhizal fungi on roots of micropropagated taro plants

AM	侵染率	丛枝着生率	根长位点数	根长泡囊数
	Colonization (%)	Arbuscules (%)	Entry points (No. / mm)	Vesicles in roots (No. / mm)
<i>G. versiforme</i>	95.2 a	63.2 a	8.8 a	7.1 a
<i>G. mosseae</i>	91.5 a	57.1 ab	7.2 b	6.2 a
<i>Gi. rosea</i>	91.0 a	53.7 b	6.9 b	0
对照 Control	0	0	0	0

注：各列不同小写字母表示 $P < 0.05$ 水平差异显著，下同。

Note : Different small letters in columns indicate significant difference at $P < 0.05$ level. The same below.

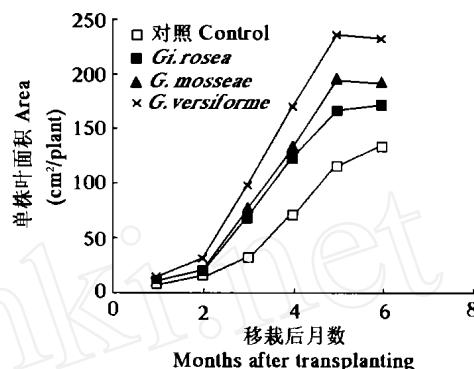


图 1 AM 真菌对芋组织培养苗叶面积的影响

Fig. 1 Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on leaf area of micropropagated taro plants

表 2 AM 真菌处理的芋组织培养苗移栽成活率及生长量

Table 2 Survival rates and growth of micropropagated taro plants in treatments

AM	干样质量 Dry mass (g/plant)			芋数	经济系数 * Economic coefficient *	成活率 Survival rate (%)
	叶 Leaves	根 Roots	球茎 Tubers			
<i>G. versiforme</i>	3.66 aA	1.01 aA	2.95 a A	3.0 a	0.632 aA	100 a
<i>G. mosseae</i>	3.22 aA	0.83 aA	2.53 a A	2.5 a	0.625 aA	100 a
<i>Gi. rosea</i>	3.20 aA	0.79 aA	2.42 a A	2.5 a	0.607 aA	97 ab
对照 Control	1.55 bB	0.36 bB	0.233 b B	0	0.122 bB	93 b

注：* 球茎干样质量/全株干样质量。各列不同大写字母表示 $P < 0.01$ 水平差异显著，下同。

Note : * Tubers dry mass/ Plant dry mass. Different capital letters in columns indicate significant difference at $P < 0.01$ level , the same below.

2.3 AM 真菌对芋组织培养苗矿质元素含量的影响

接种 AM 真菌 *Gi. rosea*、*G. mosseae* 和 *G. versiforme* 比对照显著提高了根、叶内的矿质元素含量，尤其是 N、P、K、Cu 和 Zn 的含量（以接种 *G. versiforme* 的植株中含量最高，但 3 种 AM 真菌间多数差异不显著）；降低了 Mn 的含量（表 3）。

表 3 AM 真菌对芋组织培养苗矿质元素含量的影响

Table 3 Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on contents of mineral elements in micropropagated taro plants

AM	叶 Leaf						根 Root									
	(%)			(mg kg⁻¹)			(%)			(mg kg⁻¹)						
	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Mn	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Mn
<i>G. versiforme</i>	2.40a	0.40a	4.00a	1.79a	0.27a	30.97a	9.94a	11.51b	1.91a	0.34a	2.35a	2.25a	0.15a	29.21a	11.66a	20.87b
<i>G. mosseae</i>	2.31a	0.35a	3.90a	1.73a	0.25a	31.11a	9.52a	12.61b	1.83a	0.35a	2.10a	2.12a	0.16a	28.01a	11.34a	20.53b
<i>Gi. rosea</i>	2.23a	0.34ab	3.87ab	1.65a	0.24a	29.02a	9.52a	13.00b	1.69a	0.34a	1.95ab	2.00a	0.15a	26.21a	11.50a	22.02b
对照 Control	1.81b	0.31b	3.46b	1.38b	0.21a	25.43b	7.76b	20.42a	1.11b	0.23b	1.42b	1.73b	0.13a	22.67b	9.90b	28.33a

2.4 AM 真菌对芋组培苗光合作用的影响

接种 AM 真菌可极显著提高芋组织培养苗叶片的光合速率和蒸腾速率，减小叶片的气孔阻力（表 4）。

表 4 AM 真菌对芋组织培养苗光合作用的影响

Table 4 Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on photosynthesis of micropagated taro plants

AM	光合速率 Net photosynthetic rate ($\text{CO}_2 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	蒸腾速率 Transpiration rate ($\text{H}_2\text{O mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	气孔阻力 Stomatal resistance (s cm^{-1})
<i>G. versiforme</i>	13.90 a A	11.08 a A	0.524 b B
<i>G. mosseae</i>	10.27 b A	9.87 a A	0.581 b B
<i>G. rosea</i>	9.76 b A	10.0 a A	0.616 b B
对照 Control	6.40 c B	5.84 b B	1.675 a A

注：6月28日9:00测定，光量子通量密度为 $1320 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 。

Note: Determining time, 9:00 June 28, Photosynthetic photon flux density, $1320 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

3 讨论

组织培养苗是在无菌条件下繁殖的，由于缺少菌根，不利于苗木的健康生长，成活率较低。接种 AM 真菌后，由于菌根结构的形成及根外菌丝在土壤中的生长，扩大了根系吸收面积，促进了植物内源生长素和细胞分裂素的合成^[8]；增加了芋苗对 N、P、K、Ca 等元素的吸收，改善了植株的营养状况；显著提高芋组织培养苗叶片的光合速率和蒸腾速率，显著减小了叶片的气孔阻力，从而显著促进了根、茎、叶的生长，大大提高其成活率。这与我们在大田条件下和温室盆栽不同磷水平下的试验结果一致^[5]，并且 AM 真菌对芋组织培养苗的作用更显著。可以预见，在今后的生产中对一些高经济价值或名贵珍稀植物组织培养苗进行 AM 真菌接种处理，对保证成活率等是非常重要的。

参考文献：

- 1 李晓林, 张俊伶. VA 菌根与矿质营养. 土壤学报, 1994, 31 (增刊): 38~45
- 2 刘润进, 沈长朋. VA 菌根菌对植物生理生化代谢的影响. 山东省自然科学研究进展. 见: 山东省科学技术协会编. 北京: 中国科学技术出版社, 1993. 386~390
- 3 张喜宁. 春香草莓试管苗对三种绣球属丛枝菌根菌之反应. 中国园艺, 1990, 36 (4): 265~273
- 4 文纪銮, 张喜宁. 绣球属菌根对组织培养非洲菊幼苗生长之影响. 台大农学院研究报告. 1994, 34 (2): 97~110
- 5 李 敏, 姜德锋, 刘润进, 等. 丛枝菌根对芋头生长产量和品质的影响. 见: 侯喜林主编. 园艺学进展 (第二辑). 南京: 东南大学出版社, 1998. 654~657
- 6 Liu R J, Luo X S. A new method to quantify the inoculum potential of arbuscular mycorrhizal fungi. New Phytol., 1994, 128: 89~92
- 7 刘润进, 李晓林. 丛枝菌根及其应用. 北京: 科学出版社, 2000. 1~244
- 8 Liu R J, Li M, Meng X X, et al. Effects of AM fungi on endogenous hormones in crop and cotton plants. Mycosystem, 2000, 19 (1): 91~96

Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Micropagated Taro (Colocasia esculenta Schott.)

Li Min, Liu Pengqi, and Liu Runjin

(Mycorrhizal Laboratory, Laiyang Agriculture College, Laiyang 265200, China)

Abstract: Influence of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi, *Gigaspora rosea* Nicolson & Schenck, *Glomus mosseae* (Nicol. & Cerd.) Gerdemann & Trappe and *Glomus versiforme* (Karsten) on transplanting survive rate, mineral nutrients, photosynthesis, and growth of *Colocasia esculenta* was investigated under the condition of green-house. Results showed that the inoculation with AM fungi enhanced the survive rate, increased the contents of N, P, K, Cu and Zn et al. in the tissue of roots and leaves of the plant and improved photosynthetic rate and the growth. It was concluded that inoculation with AM fungi should be one of important biological techniques for micro-propagated plants.

Key words: Arbuscular mycorrhizal fungi; *Colocasia esculenta*; Micropagated plant; Mineral nutrients; Photosynthesis