

AMF 及 *Frankia* 混合接种对沙棘生长效应的研究*

任嘉红¹ 刘瑞祥¹ 张晓刚² 唐明³

(晋东南师范专科学校生化系 长治 046011)¹ (山西长治市林科所 长治 046000)²

(西北农林科技大学林学院 杨凌 712100)³

摘要: 报道了丛枝菌根真菌 *Glomus mosseae* 和 *Frankia* 混合接种对沙棘苗期的接种效应。研究发现, 丛枝菌根真菌和 *Frankia* 之间存在联合增效作用, 混合接种对沙棘苗木具有显著的促生长作用, 明显优于单接种处理苗木。

关键词: AMF, *Frankia*, 沙棘, 混合接种

中图分类号: S718.81 **文献标识码:** A **文章编号:** 0253-2654 (2004) 02-0006-04

EFFECTS OF AMF AND FRANKIA COMBINED INOCULATION ON THE GROWTH OF HIPPOPHAE RHAMNOIDES

REN Jia-Hong¹ LIU Rui-Xiang¹ ZHANG Xiao-Gang² TANG Ming³

(Department of Biochemistry, Jindongnan Teachers college, Changzhi 046011)¹

(Changzhi Research Institute of Forest Science, Changzhi 046000)²

(College of Forestry, NW Sci-Tech Univ. of Agr. And For., Yangling 712100)³

Abstract: Effects of arbuscular mycorrhizal fungi (*Glomus mosseae*) and *Frankia* combined inoculation on the growth of *Hippophae rhamnoides* was investigated. The results showed the correlation and interaction of arbuscular mycorrhizal fungi and *Frankia*. Combined inoculation can stimulate more significantly the growth of the seedlings than individual inoculation.

Key words: Arbuscular Mycorrhizal Fungi, *Frankia*, *Hippophae rhamnoides*, Combined Inoculation

沙棘 (*Hippophae rhamnoides* L.) 是胡颓子科沙棘属落叶灌木或小乔木, 自然分布于我国的华北、西北、东北和西南部分地区的石质山区、黄土丘陵区, 是我国干旱、半干旱地区治理水土流失的先锋树种。研究发现, 丛枝菌根真菌 (Arbuscular Mycorrhizal Fungi, AMF) 能够侵入沙棘根系, 形成丛枝菌根, 促进沙棘苗木的生长, 增强沙棘的抗旱性^[1,2]。*Frankia* 能在沙棘根部形成根瘤, 通过固氮作用改善沙棘的氮素营养状况。关于同一非豆科固氮树种既有 AMF 又有 *Frankia* 共生的双重共生现象的报道较多^[3,4]。Diem等 (1981) 用摩西球囊霉 (*Glomus mosseae*) 和 *Frankia* 接种木麻黄的幼苗, 发现混合接种能显著增加苗木根结瘤量、幼苗干重, 明显优于单接种和不接种。我们对沙棘苗木接种 AMF 及固氮放线菌 *Frankia*, 研究了两种菌的交互作用对沙棘苗木生长的影响, 旨在对沙棘以及其它植物的丰产栽培和育苗、造林工作提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试基质: 采用甲醛熏蒸灭菌的混合基质 (蛭石: 泥炭: 河砂 = 1.5: 1: 2)。

* 国家自然科学基金资助项目 (No.39770027)

Project Granted by Chinese National Natural Science Fund (No.39770027)

收稿日期: 2003-03-24, 修回日期: 2003-05-24

1.1.2 供试宿主：为中国沙棘（*Hippophae rhamnoides* L.）实生苗。

1.1.3 供试菌种：AMF 菌剂：把从沙棘根际土中分离的 AMF 优势种摩西球囊霉的孢子用白三叶草（*Trifolium nepens* L.）富集培养制成 AMF 接种剂（侵染率为 80%）^[5]；*Frankia*：用改良的 MS 培养基从沙棘根瘤中分离，于 28℃ 摇床振荡培养 20d，离心后制成菌悬液备用^[6]。

1.2 方法

1.2.1 接种方法：试验用大小为 11cm × 16cm 盆，每盆播种沙棘种子 10 粒。盆摆放于培养室中，自然光照射，光照长度 12 ~ 14h/d，室温 16℃ ~ 22℃。出苗 5d 时定苗，同时接种 AMF 接种剂（30g）与土混匀，将幼根沾上 *Frankia* 菌悬液进行固氮菌接种，每株再在根部加菌悬液 1mL。

1.2.2 试验设计：试验设 4 个处理：T1 和 T2 分别为 AMF 和 *Frankia* 菌单接种，T3 为混合接种，T4 为未接种对照。5 个重复，重复内各处理苗木 5 株，按完全随机区组设计。

1.2.3 生长量及生理指标测定：接种完后每个月测定一次生长量，包括苗高（H）和地径（D）。接种 5 个月后收获苗木，并测定苗木鲜重、侧根数、结瘤量和叶绿素含量。

1.2.4 AMF 侵染率测定：采用透明压片法将根样经透明染色后，镜检 50 条根段中 AMF 侵染根段数，并计算侵染率^[7]。

2 结果与分析

2.1 菌根形成和根瘤形成

接种 5 个月后，对试验苗木 AMF 侵染情况进行了检查，结果表明（表 1），无论是单接种 *Glomus mosseae* 还是混合接种，*Glomus mosseae* 均能在沙棘苗木根系上形成侵染；对苗木进行 *Frankia* 感染情况检查，发现单接种 *Frankia* 和混合接种的苗木均有根瘤形成，说明该种放线菌能对沙棘根系形成侵染。

表 1 接种对苗木各项生理指标的影响

处理	AMF 侵染率 (%)	鲜重 (g)	侧根数 (条)	结瘤量 (g)	叶绿素 (mg·g ⁻¹)
T1	57	10.26**	16**	0	2.894**
T2	0	10.95**	12**	0.476	2.975**
T3	78	12.47***	21***	0.573	3.451***
T4 (CK)	0	4.09	9	0	2.458

注：** 显著水平 $P=0.05$ ，*** 显著水平 $P=0.01$

2.2 接种对沙棘生长的影响

2.2.1 对苗期高生长量的影响：从试验苗高生长情况来看，不同的处理有极显著差异（表 2）。由各处理沙棘苗木高生长曲线（图 1）可以看出，对照苗从完成接种长至 25.14cm 需 150d，从播种计算则需要 170 d；而在同样试验管理条件下，混合接种 AMF 和 *Frankia* 的沙棘苗，从播种长至同样高度，只需要 130 d，比相应的未接种对照苗木大约缩短了 40d。这表明，混合接种 *Glomus mosseae* 和 *Frankia* 能缩短苗木的育苗周期，对苗高生长具有明显的促生效果。

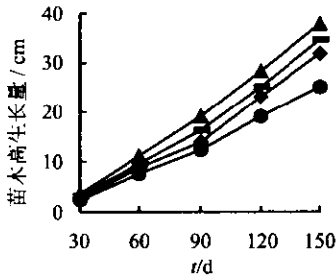


图 1 苗木高生长曲线

◆ T1, — T2, ▲ T3, ● T4

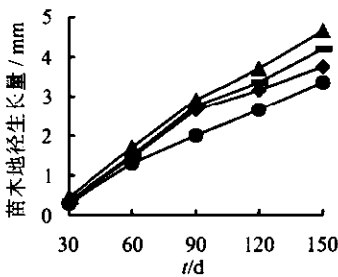


图 2 苗木地径生长曲线

◆ T1, — T2, ▲ T3, ● T4

表 2 试验苗木苗高、地径方差分析

变异来源	自由度 f		平方和 SS		平均平方和 MS		F 值
	组间	组内	组间	组内	组间	组内	
H ₁ (cm)	3	16	143.1114	85.9960	47.7038	5.3748	8.8755 **
H ₂ (cm)	3	16	205.2154	117.9548	68.4051	7.3722	9.2788 **
H ₃ (cm)	3	16	445.1525	342.4090	148.3842	21.4006	6.9337 **
D ₁ (mm)	3	16	2.2764	0.5924	0.7588	0.0370	20.4940 **
D ₂ (mm)	3	16	2.9335	2.3687	0.9778	0.1480	6.6050 **
D ₃ (mm)	3	16	4.5890	1.4698	1.5297	0.09186	16.6517 **

注: H₁ 90d 苗高, H₂ 120d 苗高, H₃ 150d 苗高, D₁ 90d 地径, D₂ 120d 地径, D₃ 150d 地径, ** 显著水平 $P=0.01$

2.2.2 对苗木地径生长的影响: 在接种初期, 接种对苗木地径的促生作用没有在苗高生长方面那么明显, 从沙棘苗木地径生长曲线图 (图 2) 上仍可以看出增长的趋势。与未接种对照相比接种苗木地径生长量在接种 90d 后开始出现较明显增长趋势, 不同的处理苗木地径生长有极显著差异 (表 2)。

2.2.3 对沙棘苗木鲜重和叶绿素含量的影响: 由表 1 可知, 接种后 150d 时, 接种 T1、T2、T3 的鲜重和叶绿素含量均比对照有显著增加。结果表明, 接种能促进沙棘苗木的光合作用, 从而促进苗木的生长和物质的积累, 混合接种效果更是明显。

2.2.4 对苗木侧根数的影响: 接种 150d 后, 苗木侧根生长结果见表 1, 从试验结果可以看出, 接种促进了苗木根系的发育, 处理 T1、T2、T3 侧根数均大于未接种处理 T4。这说明接种 *Glomus mosseae* 和 *Frankia* 能促进沙棘苗木根系的生长, 增加苗木侧根数, 从而促进苗木对土壤水分和矿质元素的吸收, 促进苗木的生长。

2.3 AMF 和 *Frankia* 的交互作用

从表 1 可知, 单接种时, T1 的 AMF 侵染率为 57%, T2 的结瘤量为 0.476g; 混合接种时, T3 的 AMF 侵染率为 78%, 结瘤量为 0.573g。可以看出, 混合接种无论是 AMF 侵染率还是固氮菌结瘤量皆大于单接种。这说明 AMF 和 *Frankia* 菌之间存在联合增效作用, 混合接种可以加强它们彼此具有的有益作用。

3 讨论

早有研究表明, *Frankia* 可以通过固氮作用改善沙棘的氮素营养状况, 促进苗木的生长^[6,8,9]; AMF 与沙棘形成共生体后, 可以促进苗木的生长, 增强植物的抗旱性^[1,2]。

混合接种 AMF 和 *Frankia* 是否有较显著的接种效应, 将直接影响其在生产中的应用前景。本试验中采用从沙棘根际土中分离, 且已研究发现对沙棘具有显著接种效应的优势菌 *Glomus mosseae*^[1,2], 和沙棘根系中分离的固氮放线菌 *Frankia* 进行组合, 以求取得最佳的接种效果。研究发现, 这两种菌的混合接种能显著促进沙棘苗木的生长。因此, 在实际生产应用中, 需要先开展苗期接种与菌种筛选试验, 以便在大田应用中能得到最佳接种效果。

对植物的生长起重要作用的因素除了水分以外, N、P 营养的供应是最重要的。非豆科固氮植物大多生长在贫瘠的土壤中, N、P 都很缺乏, 放线菌 *Frankia* 可以固氮, 可以增加植物对 N 素的吸收, 但是对 P 的吸收能力较差, AMF 恰好能在贫瘠的土壤中增加植物对 P 和其它微量元素的吸收 (Diem 等, 1981)。AMF 对沙棘的促生作用主要是通过改善宿主 P 营养的吸收^[1]; *Frankia* 通过根瘤固定大气中的 N 素来满足沙棘生长对 N 素的需求, 促进宿主的生长^[6,8,9]。*Glomus mosseae* 和 *Frankia* 的侵染都能改变植物根系, 增加根系侧根数, 混合接种时, 两菌与植物根系接触面比单接种时有所增加, 侵染机会增加, 这从试验中混合接种苗木的侧根数、AMF 侵染率、*Frankia* 结瘤量可以看出。AMF 侵染率和 *Frankia* 结瘤量的增加, 更好地发挥了 AMF、*Frankia* 的优势, 加强了植物对 N、P 素的吸收, 从而更有效地促进了沙棘苗木的生长。

混合接种是菌根研究中的一个重要内容。与单一菌接种相比, 多种菌混合接种能更有效地发挥各个菌种的优势, 体现出综合效应; 同时, 混合接种符合生物多样性原理, 更具有实际意义。本研究结果为今后混合接种的深入研究提供了线索, 为混合接种技术在生产实践中的应用提供了理论依据。

参 考 文 献

- [1] 唐 明, 陈 辉, 商鸿生. 林业科学, 1999, 35 (3): 48 ~ 52.
- [2] 唐 明, 任嘉红, 胡景江. 林业科技管理 (增刊), 2001, 80 ~ 82.
- [3] Sidhu O P. Current Science, 1990, 59 (8): 422 ~ 423.
- [4] Raman N, Elumalai S. Trop For, 1991, 7 (2): 138 ~ 150.
- [5] 郭秀珍, 毕国昌. 林木菌根及应用技术. 北京: 中国林业出版社, 1989. 269 ~ 271.
- [6] 杜大至, 王毅岩, 崔国良. 微生物学报, 1984, 24 (1): 41 ~ 45.
- [7] Philips J M, Trans D S. Br Mycol Soc, 1970, 55: 158 ~ 161.
- [8] 杜大至, 原福虎, 李荣儿, 等. 微生物学通报, 1986, 13 (1): 248 ~ 251.
- [9] 吴清平, 周小燕. 微生物学通报, 1996, 23 (2): 101 ~ 105.