

# 黄河三角洲盐碱土壤中 AM 真菌的初步调查

王发园 刘润进

(莱阳农学院菌根生物技术实验室, 山东莱阳 265200)

**摘要:** 2000年3月~2001年2月对黄河三角洲盐碱土壤中5种优势植物怪柳(*Tamarix chinensis*)、芦苇(*Phragmites communis*)、碱蓬(*Suaeda glauca*)、獐毛(*Aeluropus littoralis* var. *sinensis*)和刺儿菜(*Cirsium setosum*)根围内丛枝菌根(arbuscular mycorrhiza, AM)真菌进行了长期定点调查。结果表明, AM真菌在这5种植物根围土壤内都有分布, 但多样性较低, 尤其在冬季, AM真菌种的丰度和孢子密度分别比夏季降低了18.0%和61.6%。不同深度土层中AM真菌的分布存在诸多差异。

**关键词:** 丛枝菌根真菌, 孢子密度, 丰度, 季节, 寄主植物

中图分类号: S763.15, S154.36

文献标识码: A

文章编号: 1005-0094(2001)04-0389-04

## A preliminary survey of arbuscular mycorrhizal fungi in saline-alkaline soil of the Yellow River Delta

WANG Fa-Yuan, LIU Run-Jin

Mycorrhiza Laboratory, Laiyang Agricultural College, Laiyang, Shandong 265200

**Abstract:** Arbuscular mycorrhizal (AM) fungi in the rhizosphere of five dominant plants *Tamarix chinensis*, *Phragmites communis*, *Suaeda glauca*, *Aeluropus littoralis* var. *sinensis* and *Cirsium setosum* grown in saline-alkaline soil of the Yellow River Delta were investigated on fixed sample sites from March 2000 to February 2001. AM fungi in the rhizosphere of the five plants were isolated. The result indicated that the diversity of AM fungi in saline-alkaline soil was quite low, especially in winter. Species richness and spore density were decreased by 18.0% and 61.6%, respectively, relative to those in summer. Differences were also observed in the distribution of AM fungi in different layers of soil.

**Key words:** arbuscular mycorrhizal fungi, spore density, species richness, seasons, host plants

AM真菌广泛存在于自然界中,世界各国都十分重视AM真菌的资源、生态和应用等方面的研究工作。由于较为特殊的生态环境,盐碱地中AM真菌物种多样性、生态分布和生长发育等与其他生境相比有较大差异。国内外对盐碱地中AM真菌的研究工作已有报道(Biemann & Linderman, 1981; Rozema et al., 1986; 刘润进等, 1999),并发现了一些新种和新记录种(Wu et al., 1995; 刘润进等, 1999)。黄河三角洲分布着大量盐碱地,对它们的改良、开发利用是摆在我们面前的一项重要的任务。而AM真菌作为“生物肥料”和“生物农药”,在改良盐碱地方面具有十分广阔的应用前景。因此,开展黄河三角洲盐碱地AM真菌的调查工作对于筛选抗

盐碱AM真菌菌株、为AM真菌改良盐碱地提供理论和技术基础是非常有意义的。

## 1 材料与方法

### 1.1 采样

在黄河三角洲地区的无棣(沼泽地)、东营、昌邑和寿光等4个市县的盐碱地,于2000年3月~2001年2月期间每2个月定点采样1次。具体方法是:随机选择5种植物怪柳(*Tamarix chinensis*)、芦苇(*Phragmites communis*)、碱蓬(*Suaeda glauca*)、獐毛(*Aeluropus littoralis* var. *sinensis*)和刺儿菜(*Cirsium setosum*),在其根围连根深挖20cm的土壤约2kg,把根和土壤装入袋中,记录采集时间、

地点、植物根围环境等并编号。每次每种植物各采集土样 4 份,共采集 120 份。另外,在 2000 年 8 月加采不同深度土层样品。具体方法:按土壤深度分 5 层,即分别在 0~10 cm、11~20 cm、21~30 cm、31~40 cm、40 cm 以下在柽柳、芦苇、碱蓬、獐毛根围各采集土样 15 份,共采集 60 份。

1.2 菌根侵染率的测定

用 KOH 透明-乳酸甘油酸性品红染色法(Biemann & Linderman, 1981)测定菌根侵染发育状况。

1.3 土壤中 AM 真菌孢子的分离和鉴定

用湿筛倾注-蔗糖离心法(Biemann & Linderman, 1981)分离、镜检孢子。记录孢子数和孢子的分类特征,对照检索表,鉴定到属和种(Schenck & Perez, 1988)。

1.4 AM 真菌的丰度、密度、频度和相对多度计算方法

依据张美庆等(1998)改进的方法计算出了 AM 真菌的丰度、密度、频度和相对多度。在计算孢子密度时,为减少误差,采用孢子级数对孢子数加以修正。规定每 5 个孢子为 1 级,孢子数 1~5 个为 1 级,6~10 个为 2 级,.....依此类推。即孢子密度 = AM 真菌所有种的孢子级数之和/土壤样本数。

1.5 数据分析

将试验数据输入计算机进行方差分析。采用邓肯氏新复极差测验( $p = 0.05$ )。

2 结果

2.1 盐碱地中 AM 真菌资源状况

黄河三角洲地区属于暖温带,盐碱地生态环境

较为恶劣,常见的植被只有柽柳、芦苇、碱蓬、獐茅、刺儿菜等少数几种,从其根围分离到 AM 真菌 4 个属: *Glomus*、*Acaulospora*、*Gigaspora* 和 *Scutellospora* 24 个种,主要有: *Acaulospora elegans*、*A. scrobiculata*、*Glomus mosseae*、*G. versiforme*、*G. geosporum*、*G. sp. 1*、*Gigaspora sp. 1*、*Scutellospora sp. 1* 等。

2.1.1 AM 真菌种的丰度 将植物根区 50 mL 土壤中所含有的 AM 真菌种的数目列入表 1。不同采样点 AM 真菌的丰度相近,无显著差异。平均丰度在夏季为 2.39,冬季为 1.96,后者比前者降低了 18.0%,差异显著。

2.1.2 AM 真菌孢子的密度 从表 1 可以看出,这 4 个地点的孢子密度也很相近,差异不显著。在夏季平均为 3.54,冬季为 1.36,后者比前者降低了 61.6%,差异显著。

2.1.3 频度和相对多度 *Glomus* 和 *Acaulospora* 属在盐碱地中出现的频度和相对多度较高,*G. mosseae* 的频度和相对多度在所有种中最高(表 2),说明此种适应性较强。

2.2 寄主对 AM 真菌的影响

由表 3 可以看出,黄河三角洲盐碱地植物根围的 AM 真菌孢子的数量及菌根侵染率都相对较低,然而不同寄主植物间差异显著。在夏季,AM 真菌的孢子密度和菌根侵染率以刺儿菜根围的最高,平均值分别为 3.92(级/土样)和 3.68%;但在冬季,却以柽柳根围的最高,平均值分别为 1.48(级/土样)和 1.28%,分别比夏季降低了 62.2%和 65.2%。另外我们还发现,与较细的根相比,较粗根的菌根侵染率要低一些,这一结果与 Muthukumar et al. (1996)的报道相同。

表 1 黄河三角洲盐碱地 AM 真菌的丰度和孢子密度\*

Table 1 The species richness and spore density of AM fungi in saline-alkaline soil of Yellow River Delta

地点 Sites	昌邑 Changyi	无棣 Wudi	寿光 Shouguang	东营 Dongying	平均值 Average
种的丰度 Species richness					
夏季 Summer	2.67 a	2.20 a	2.50 a	2.18 a	2.39 a
冬季 Winter	2.24 a	1.80 a	1.85 b	1.96 a	1.96 b
孢子密度(级/土样) Spore density (Degrees/No. of samples)					
夏季 Summer	3.67 a	3.60 a	3.00 a	3.90 a	3.54 a
冬季 Winter	1.58 b	1.20 b	1.25 b	1.42 b	1.36 b

\* 2000 年 7 月和 2001 年 1 月所测数据分别代表夏季和冬季。同一列数字后不同字母表示各处理在  $p = 0.05$  水平上差异显著,下同。  
Data obtained in summer and winter were measured in July 2000 and in January 2001, respectively. Different letters in the same column mean significant difference between each treatment at  $p = 0.05$  level. The same as below.

表 2 黄河三角洲盐碱地 AM 真菌的频度( *F* )和相对多度( *RA* )Table 2 The frequency ( *F* ) and relative abundance ( *RA* ) of AM fungi in saline-alkaline soil of Yellow River Delta

AM 真菌	<i>Glomus</i>	<i>Acaulospora</i>	<i>Gigaspora</i>	<i>Scutellospora</i>	<i>Glomus mosseae</i>	<i>G. versiforme</i>	<i>Gigaspora</i> sp. 1	<i>Scutellospora</i> sp. 1
<i>F</i> ( % )	88	82	12	25	32	15	10	10
<i>RA</i> ( % )	48	43	2	7	10	4	2	3

表 3 不同季节 5 种植物菌根着生状况和孢子密度

Table 3 Mycorrhizal colonization status and spore density of AM fungi on five species of plants

植物种类 Plant species	孢子密度 Spore density ( Degrees/No. of samples )		菌根侵染率 Mycorrhizal colonization ( % )	
	夏季 Summer	冬季 Winter	夏季 Summer	冬季 Winter
柽柳 <i>Tamarix chinensis</i>	4.17 b	3.73 a	3.1 b	2.7 a
芦苇 <i>Phragmites communis</i>	3.43 b	1.40 b	0.8 c	0.2 c
碱蓬 <i>Suaeda glauca</i>	3.13 b	0.80 c	1.5c	0.2 c
獐毛 <i>Aeluropus littoralis</i> var. <i>sinensis</i>	1.67 c	0.20 d	3.5 b	0.8 b
刺儿菜 <i>Cirsium setosum</i>	7.20 a	1.25 b	9.5 a	2.5 a
平均值 Average	3.92 a	1.48 b	3.68 a	1.28 b

注文同表 1。See note of Table 1.

表 4 不同土层中 AM 真菌孢子数量( 个/200 mL )

Table 4 The spore number of AM fungi in different layers of soil ( Individuals/200 mL )

植物种类 Plant species	土层 Soil layer ( cm )				
	0 ~ 10	11 ~ 20	21 ~ 30	31 ~ 40	>40
柽柳 <i>Tamarix chinensis</i>	19 b	34 a	40 a	45 a	15 a
芦苇 <i>Phragmites communis</i>	12 c	22 b	35 a	31 a	5 b
碱蓬 <i>Suaeda glauca</i>	38 a	35 a	9 b	1 b	0
獐毛 <i>Aeluropus littoralis</i> var. <i>sinensis</i>	23 b	20 b	6 b	0	0

注文同表 1。See note of Table1.

### 2.3 不同土层中 AM 真菌孢子数量

为减少误差,把每一层的土样定量为 200 mL,重复 2 次,取平均值。测定结果表明,不同土层间存在差异。碱蓬和獐毛根围的孢子随土壤深度的增加而减少,柽柳和芦苇的根围在 11 ~ 40 cm 之间的土层孢子较多,40 cm 以下仍有孢子存在(表 4)。

## 3 讨论

AM 真菌属于专性共生真菌,植物的多样性在一定程度上决定 AM 真菌的多样性( Al-Raddad, 1995)。黄河三角洲盐碱地中尽管有 AM 真菌存在,但由于土壤的高盐碱化,严重制约了植物和 AM 真菌的多样性,所以与其他类型的地域(张美庆等, 1998;潘幸来等, 1994)相比,其植物和 AM 真菌的种类和数量都较少,侵染率也相对较低,尤其是芦苇的侵染率仅为 0 ~ 1.2%,显著低于非盐碱地中 9% ~

62% 的侵染率( Muthukumar & Manian, 1996)。这表明土壤盐碱化很可能是盐碱地中影响 AM 真菌多样性的限制因子。

在冬季黄河三角洲盐碱地 AM 真菌的丰度、密度及菌根侵染率比夏季低,但不同植物之间存在差异。如柽柳,季节变化对其菌根侵染率及根围孢子密度的影响相对较小。季节变化对 AM 真菌的影响可能主要是通过影响寄主植物来实现的。冬季气温低,植物生长代谢缓慢,供给 AM 真菌的碳源减少,从而抑制了 AM 真菌的发育和产孢。像芦苇、碱蓬和獐毛在冬季枯死,对其菌根碳源的供应也停止了,其菌根侵染率及 AM 真菌产孢会有较大程度地降低,而柽柳等多年生植物根系在冬季虽然代谢缓慢,但仍可向 AM 真菌提供碳源,所以柽柳的菌根受季节影响较小。

在 40 cm 以下土层,柽柳和芦苇根围仍有 AM

真菌孢子的分布,然而寄主植物间存在显著差异。AM 真菌的分布可能与植物根系的特点有关,根系越深,AM 真菌越有可能在深层土壤中出现。柽柳、芦苇的根系常深达 50 cm 以上,在 40 cm 以下土层有孢子分布也就不足为奇;碱蓬、獐毛的根系较浅,所以其根围孢子在 0~30 cm 之间较多,并随土壤深度的增加而大致呈下降趋势。

综上所述,每种较为特殊的生态环境都存在一定限制性生态因子,如盐碱地中的盐碱度、重金属污染地中的重金属离子、沙漠中的水分等。该限制因子是影响此生境下 AM 真菌多样性的主要因子。季节变化主要通过影响寄主植物对 AM 真菌发生作用,并且对一年生和多年生植物的菌根影响程度不一样。关于寄主根系特点对 AM 真菌在土壤中的分布有待进一步探讨。

#### 参考文献

- 张美庆,王幼珊,邢礼军,1998. 我国东南沿海地区 AM 真菌群落生态分布研究. 菌物系统, **17**(3): 274~277
- 刘润进,刘鹏起,徐坤,吕志范,1999. 中国盐碱土壤中 AM 真菌的生态分布. 应用生态学报, **10**(6): 721~724
- 潘幸来,王永杰,张贵云,冯文龙,1994. 黄土高原 VAM 真菌孢子数量的调查研究初报. 土壤学报, **31**(增刊): 64~70
- Al-Raddad A M, 1995. Interaction of *Glomus mosseae* and *Paezilomyces lilacimus* on *Meloidogyne jaranica* of tomato. *Mycorrhiza*, **5**(3): 223~236
- Biemann B and Linderman R G, 1981. Quantifying vesicular arbuscular mycorrhizae: a proposed method towards standardization. *New Phytologist*, **87**: 63~67
- Muthukumar T and Manian U, 1996. Vesicular-arbuscular mycorrhizae in tropical sedges of southern India. *Biology and Fertility of Soils*, **22**: 96~100
- Rozema J, Arp W, Diggelen J Van, Esbroek M Van, Broekman R and Punte H, 1986. Occurrence and ecological significance of VAM in the salt marsh environment. *Acta Botanica Neerlandica*, **35**(4): 457~467
- Schenck N C and Perez Y, 1988. Manual for Identification of Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Fungi (Second edition). INVAM. University of Florida. Gainesville, Florida, USA
- Wu C G, Liu Y S, Hwang Y L, Wang Y P and Chao C C, 1995. *Glomales* of Taiwan. V. *Glomus chimonobambusae* and *Entrophospora kentiensis*. *Mycotaxon*, **53**: 283~294

(责任审稿人:郭良栋;责任编辑:时意专)