

宰学明,张焕仕,纪易凡,等.引种滨梅菌根侵染特性研究[J].江苏农业科学,2016,44(11):238-240.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.11.071

引种滨梅菌根侵染特性研究

宰学明¹,张焕仕²,纪易凡¹,王春彦¹

(1.金陵科技学院园艺学院,江苏南京 210038; 2.南京野生植物综合利用研究院,江苏南京 210042)

摘要:采用 Phillips 和 Hayman 的染色方法,对位于江苏省的南京市溧水区傅家边、南京大学浦口校园及盐城市大丰区金海农场等基地的引种滨梅菌根真菌侵染特性进行调查分析。结果表明,引种基地的滨梅能与土著 AM 真菌形成典型的花椰菜状丛枝状菌根结构;基地滨梅根际土样的 AM 真菌共分离得到 11 个种,滨梅和 AM 真菌之间的匹配没有特异性;侵染的 AM 真菌种类取决于土壤的理化性质、土壤中 AM 真菌的分布、孢子丰度等诸多因素,AM 真菌的侵染率随土壤矿质元素含量的加大而降低,随土壤有机质含量的加大而升高,随土壤盐分含量升高而下降;适当生草有利于 AM 真菌的侵染。

关键词:滨梅;AM 真菌;侵染;杂草管理

中图分类号: S182 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)11-0238-03

菌根是真菌与植物根系形成的一种互惠共生体,根据形态结构、形态发生和生理特征将菌根分为外生菌根、丛枝菌根、内外生菌根、浆果莓类菌根、水晶兰类菌根、杜鹃类菌根、兰科菌根共 7 种类型^[1],其中丛枝菌根(arbuscular mycorrhiza, AM)作为分布最广泛、功能最重要的一类菌根,是当前菌根学的研究热点^[2-3]。菌根的形成能够拓展宿主植物根系的吸收范围,增强植物在温度、干旱、盐碱、pH 值、重金属及病害等胁迫条件下的抗逆性,调控植物次生代谢^[4-5]。

滨梅(*Prunus maritima* Marshall)又名海滨李、沙李,隶属蔷薇科(Rosaceae)李属(*Prunus*),主要分布在美国的麻省、纽

约、特拉华、新泽西等地,为多枝灌木,树形及花朵美,可用于园林观赏绿化。滨梅具有耐旱、耐贫瘠、耐盐碱等方面的抗逆性,可用于海岸沙滩的修复和沙丘的固定;其次,它的果实酸甜可口,可加工成果冻、果汁等一系列果品^[6]。因此,南京大学盐生植物实验室于 2001 年从美国特拉华大学引进滨梅,并展开了繁殖、抗性生理等方面的研究,以期用于我国的海岸、干旱地区等盐碱地的生态修复,并为发展适合该地区的果树业提供科学上的支持。目前的野外滨梅引种基地主要分布在江苏、浙江等省的数个不同生境。

本试验旨在调查自然条件下,不同立地条件下滨梅丛枝菌根的侵染率,了解环境因子对滨梅菌根侵染率的影响,确认不同生境下与滨梅形成共生体的 AM 真菌种类及土壤中 AM 真菌孢子种群数量情况,为开展菌根生物技术对滨梅引种推广上的应用研究奠定基础。

1 材料与方法

1.1 样地概况

在江苏省境内选择已引种滨梅 3 年以上的 3 处样地,分

收稿日期:2016-01-27

基金项目:江苏省自然科学基金(编号: BK20151098, BK20141064);
江苏省林业三新工程项目[编号: LYSX(2015)15];江苏省六大人才高峰项目(编号: 2014-JZ-005);江苏省高校自然科学研究项目(编号: 13KJD220001)。

作者简介:宰学明(1968—),男,江苏仪征人,博士,副教授,主要从事植物生理生态学的研究。Tel: (025) 85393314; E-mail: zaixueming680825@163.com。

比,能够显著降低叶片总氮、总磷含量,并降低叶片水分含量、叶片 SPAD 值和叶片相对电导率,增加总钾含量。

参考文献:

- [1] 周多俊,廖馥蓀. 油沙草的引种栽培及其在园林绿化中的应用[J]. 园艺学报,1964,3(1): 83-94.
- [2] 沈庆雷. 油莎豆高产优质栽培初步研究[D]. 扬州:扬州大学,2010.
- [3] 黄春荣,梁文章,孙祖东. 油莎豆的引种及生产发展策略[J]. 大众科技,2012,14(6): 178-181.
- [4] 张明,吴承东,耿安红,等. 盐城市盐碱地发展油莎豆产业的可行性分析[J]. 现代农业科技,2015(11): 333,337.
- [5] 杨鹭生,李国平. NaCl 胁迫对油莎豆块茎萌发与幼苗生长的影响[J]. 资源开发与市场,2014,30(7): 771-774.
- [6] 陈爱葵,韩瑞宏,李东洋,等. 植物叶片相对电导率测定方法比较

研究[J]. 广东教育学院学报,2010,30(5): 88-91.

- [7] 管永祥,梁永红,吴昊,等. 生态环保营养土生产技术与应用[J]. 江苏农业科学,2014,42(8): 339-340.
- [8] 赵怡红,金白云,管永祥,等. 粉状盐碱地保水缓释肥:中国, ZL201210400569.8[P]. 2014-02-26.
- [9] 王伟妮,鲁剑巍,何予卿,等. 氮、磷、钾肥对水稻产量、品质及养分吸收利用的影响[J]. 中国水稻科学,2011,25(6): 645-653.
- [10] Fuchs I, Stölzle S, Ivashikina N, et al. Rice K⁺ uptake channel OsAKT1 is sensitive to salt stress[J]. Planta,2005,221(2): 212-221.
- [11] Golldack D, Quigley F, Michalowski C B, et al. Salinity stress-tolerant and -sensitive rice (*Oryza sativa* L.) regulate AKT1-type potassium channel transcripts differently[J]. Plant Molecular Biology,2003,51(1): 71-81.
- [12] 郑淑霞,上官周平. 不同功能型植物光合特性及其与叶氮含量、比叶重的关系[J]. 生态学报,2007,27(1): 171-181.

别是南京市溧水区的傅家边、南京大学的浦口校园及盐城市大丰区的金海农场,简称傅家边、浦口、金海农场。傅家边(31°40'N,119°10'E)日平均温度是 15.5~16.7℃,年均光照时间是 2 077~2 254 h,年均降雨量是 1 100~1 200 mm,年均无霜期是 232~240 d。浦口(32°04'N,118°35'E)日平均温度是 15.0~16.4℃,年均光照时间是 2 000~2 100 h,年均降雨量是 1 200~1 300 mm,年均无霜期是 230~238 d。金海农场位于盐城自然保护区内(32°33'~34°47'N,119°27'~121°53'E),日平均温度是 11.4~13.7℃,年均光照时间是 2 241~2 390 h,年均降雨量是 1 000~1 150 mm,年均无霜期是 209~218 d。

1.2 试验设计

2007 年 10 月 15 日,在每一个样地随机选 5 个样点,在每样地表土下深 20 cm 左右的滨梅新根生长区域采土样和根样,同一样地内任选 5 株果树为采集点,每株树下采土 500 g 和适量根样,塑料薄膜密封,低温保存,立即送往实验室进行分析处理。每个样地视为 1 个处理,5 次重复。

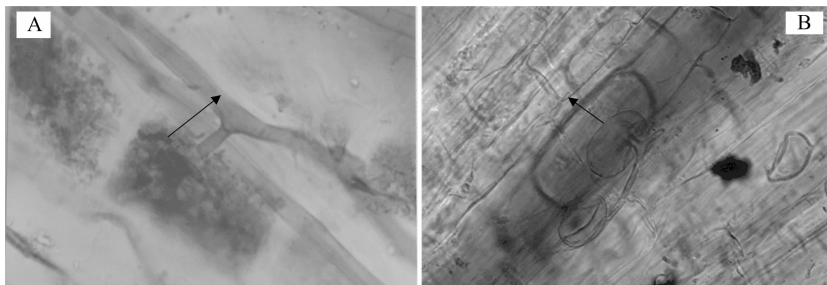
另选择江苏仪征市一处滨梅基地(32°27'N,119°18'E),按上法选取同一批次定植、生长 2 年的、不同杂草管理的滨梅根样带回实验室,依“1.3”节介绍的方法进行滨梅根部 AM 真菌侵染率的检测。

表 1 3 个样地土样的理化性质

位置	有机质 (%)	EC 值 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	全 N (%)	全 Na (%)	全 P (%)	全 K (%)	全 Mg (%)	全 Ca (%)	pH 值
傅家边	4.25 \pm 0.13	40 \pm 2.0	0.47 \pm 0.012	0.68 \pm 0.044	0.05 \pm 0.004	1.35 \pm 0.03	0.36 \pm 0.01	0.27 \pm 0.02	6.96 \pm 0.03
浦口	4.67 \pm 0.14	42 \pm 1.7	0.55 \pm 0.020	0.79 \pm 0.045	0.08 \pm 0.005	1.69 \pm 0.05	0.59 \pm 0.02	0.51 \pm 0.02	6.12 \pm 0.00
金海农场	5.18 \pm 0.21	125 \pm 0.0	0.56 \pm 0.023	1.42 \pm 0.051	0.09 \pm 0.000	1.72 \pm 0.01	1.06 \pm 0.01	3.10 \pm 0.07	7.91 \pm 0.01

2.2 滨梅根系菌根的形成情况及根际菌根真菌的鉴定结果

显微镜下切片观察发现,3 个样地的 AM 真菌与滨梅根系均能形成良好共生关系(图 1)。AM 真菌侵入根系皮层细胞后,形成的泡囊多为圆形和椭圆形(图 1-B),菌丝在细胞内连续二叉式分支生长,形成典型的花椰菜状丛枝结构^[8]



A—花椰菜状丛枝; B—泡囊
图 1 滨梅菌根形态结构^[8]

2.3 菌根侵染率的统计分析

通过检测发现,被调查的 3 个滨梅基地秋季菌根感染率:傅家边 36.4%,浦口 32.7%,金海农场 21.5%。感染率随土壤矿质元素含量的增加而降低,随土壤盐分含量升高而下降(表 1);在盐度相近的条件下,滨梅菌根感染率随土壤有机质含量的加大而升高(表 1)。

2.4 滨梅样地土壤中的 AM 真菌孢子种群数量

由表 2 可看出,3 处滨梅样地每 20 g 土样中 AM 真菌孢子数据平均值为(367 \pm 1)个。盐碱地和非盐碱地的 AM 真

1.3 测定项目及方法

带回实验室的所有土样称质量后平均分为 2 份,其中 1 份于 80℃烘箱中烘至恒质量。称取每样地土样 20 g(不含根段),溶于双蒸水中(土:水=1 g:5 mL),然后用电导仪(DDS-11A)和 pH 计(PHS-P)测量土样的盐度和 pH 值。有机质和全氮量用 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 比色法及凯氏定氮法测定,其他离子含量用 ICP 法(Jarrell-Ashj-All00)测定。在另外 1 份土样中取 18 株滨梅树根样(2~3 cm 长的根尖)用 Phillips 和 Hayman 的方法^[7]染色压片,在光学显微镜下观察 AM 真菌共生现象和瘤状根形态;用湿筛倾斜法将土壤真菌孢子淋洗到培养皿中,在体视光学解剖镜下观察大小孢子并计数,然后利用统计软件进行邓肯氏多重比较分析。

2 结果与分析

2.1 傅家边、浦口和金海农场滨梅基地土样分析结果

3 个样地的土化分析结果表明,傅家边滨梅基地的土壤 pH 值近乎中性,有机质及氮、磷、钾的总量最低,盐度也最低。浦口滨梅样地的 pH 值呈明显酸性,其余的土壤各项理化指标值均居其次。金海农场由于已经通过棉花、海滨锦葵等作物对土壤进行了先期改良,土壤的各项理化指标均高于其他 2 个样地,同时土壤盐度也相对较高(表 1)。

(图 1-A)。

3 地滨梅根际土样共分离到 11 个分类单元,全部鉴定到种(表 2)。种的分布和类型受土壤理化性质影响较大,土壤理化性质相近的傅家边农业科技园和南京大学浦口校区滨梅基地中优势种和次优势种相同(表 2)。

菌种类和相应的孢子数量有显著的差异,而土壤理化性质相近的傅家边和浦口滨梅基地中 AM 真菌优势种和次优势种种名称相同,但各自孢子数量差异显示出孢子丰度影响因子的复杂性。3 处滨梅样地每 20 g 土样中 AM 真菌孢子数据平均值远低于 1 000 个,可见,被调查的 3 处滨梅样地生物学管理水平都不高。

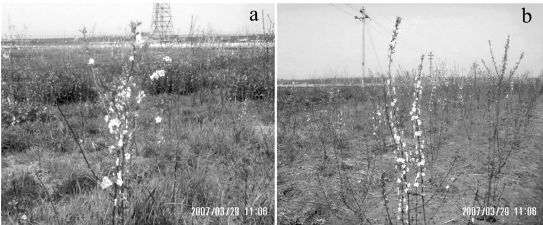
2.5 杂草管理对 AM 真菌侵染的影响

南京傅家边的滨梅基地杂草管理试验表明,2 年中保持适当生草,滨梅根部的 AM 侵染率为 34.2%,杂草清除的样

表 2 滨海根际土样 AM 真菌鉴定结果及 20 g 土样中的孢子丰度

样地	鉴定结果	孢子数(个)
金海农场	1. 悬钩子状球囊霉 <i>Glomus rubiforme</i> (Gerde. & Trappe) Almeida & Schenck	376
	2. 隐类球囊霉 <i>Paraglomus occultum</i> (Walker) Morton et Redecker	29
	3. 稀有内养囊霉 <i>Entrophospora infrequens</i> (Hall) Ames & Schneider	1
	4. 细凹无梗囊霉 <i>Acaulospora scrobiculata</i> Trappe	6
	5. 沾屑球囊霉 <i>Glomus spurcum</i> Pfeiffer, Walker & Bloss sp. Nor.	12
	6. 摩西球囊霉 <i>Glomus mosseae</i> (Nicol. & Gerd.) Gerdemann & Trappe	14
傅家边	1. 隐类球囊霉 <i>Paraglomus occultum</i> (Walker) Morton et Redecker	125
	2. 微丛球囊霉 <i>Glomus microaggregatum</i> Koske, Gemma & Olexia	108
	3. 近明球囊霉 <i>Glomus claroideum</i> Schenck & Smith	10
	4. 摩西球囊霉 <i>Glomus mosseae</i> (Nicol. & Gerd.) Gerdemann & Trappe	112
	5. 透明盾巨孢囊霉 <i>Scutellospora pellucida</i> (Nicolson& Schenck) Walker & Sanders	1
浦口	1. 幼套球囊霉 <i>Glomus etunicatum</i> Becker & Gerdemannii	86
	2. 摩西球囊霉 <i>Glomus mosseae</i> (Nicol. & Gerd.) Gerdemann & Trappe	97
	3. 透明盾巨孢囊霉 <i>Scutellospora pellucida</i> (Nicolson& Schenck) Walker & Sanders	2
	4. 透光球囊霉 <i>Glomus diaphanum</i>	10
	5. 隐类球囊霉 <i>Paraglomus occultum</i> (Walker) Morton et Redecker	110

地滨海根部的 AM 侵染率为 25.7%,结果显示适当生草和覆盖可以提高 AM 真菌对滨海的侵染率(图 2)。



a—适当生草；b—杂草清除
图2 杂草管理对 AM 真菌侵染率的影响

3 结论

滨海根系能与 AM 真菌形成内生菌根,共生真菌为囊泡-丛枝菌根真菌。AM 真菌的鉴定结果显示,滨海和 AM 真菌之间的匹配没有特异性,侵染的 AM 真菌种类取决于土壤的理化性质、土壤中 AM 真菌的分布、孢子丰度等诸多因素。AM 真菌的侵染率与土壤理化性质有关,侵染率随土壤矿质元素含量的增加而降低,随土壤盐分含量的升高而下降;在盐度相近的条件下,滨海菌根侵染率随土壤有机质含量的加大而升高。

果园清耕会减少真菌的宿主植物,使果园中真菌种类减少,不利于真菌生长,从而降低 AM 真菌对滨海的侵染率^[9]。本研究表明,适当生草能够显著提高 AM 真菌的侵染率。生草和覆盖能够保持地温,减少水分蒸发,维护 AM 真菌的生长环境,改善滨海根际土壤的微生态环境,提高根际土壤肥力^[10]。

由于多数滨海的推广地土壤贫瘠,环境恶劣,滨海单纯依靠自身的根系对环境水分和矿质营养的吸收能力有一定的限度,因此 AM 菌根对于提高滨海对环境资源的利用效率和对环境的抗逆能力意义重大。研究结果表明,被调查的几个江苏省境内的滨海样地土样中的 AM 真菌孢子数量偏少,平

均数低于 1 000 个/20 g 土壤,滨海根系的菌根感染率较低,平均值低于 37%,AM 真菌对滨海生长的促进作用没有得到明显体现。因此,应该尝试实施基地生草和多施有机肥,在一定程度上提高土壤中的 AM 真菌孢子数量和滨海根系的 AM 菌根感染率,这也是提高滨海生物量的一种绿色环保新途径。

参考文献:

[1] Mukerji K G, Chamola B P, Singh J. Mycorrhizal biology [M]. Kluwer Academic Publishers,2000:217-228.
[2] 祁红英,张秋萍,李 敏,等. 丛枝菌根制剂对黄秋葵幼苗生长的影响[J]. 江苏农业科学,2014,42(4):138-139.
[3] 任 稹,韩 丽,张永福,等. 不同丛枝菌根真菌对玉米生长生理的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(5):63-66.
[4] Smith S E, Facelli E, Pope S, et al. Plant performance in stressful environments; Interpreting new and established knowledge of the roles of arbuscular mycorrhizas [J]. Plant and Soil,2010,326(1):3-20.
[5] 张 峰,段廷玉,闫飞扬,等. 丛枝菌根真菌与根际微生物的互作 [J]. 草业科学,2014,31(9):1673-1685.
[6] Zai X M, Qin P, Wan S W, et al. The application of beach plum (*Prunus maritima*) to wasteland vegetation recovery in Jiangsu Province, China: seedling cloning and transplantation [J]. Ecological Engineering,2009,35(4):591-596.
[7] Phillips J M, Hayman D S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection [J]. Trans Br Mycol Soc, 1970, 55 (1): 158-161.
[8] 宰学明,郝振萍,张焕仕,等. 傅家边丘陵山地滨海根围 AM 真菌与土壤酶活性的关系 [J]. 植物科学学报,2013,31(2):107-113.
[9] 曾 明,马国辉,余 东,等. 生草栽培对柑桔丛枝菌根形成及果实品质的影响 [J]. 中国农学通报,2005(9):304-306.
[10] 宰学明,郝振萍,赵 辉,等. 丛枝菌根化滨海苗的根际微生态环境 [J]. 林业科学,2014,50(1):41-48.