

关中西部葛藤(*Pueraria*)根区 AM 真菌分布与定殖

王 庆, 贺学礼, 陈铁山
(西北农林科技大学生命科学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 分析陕西武功的药葛、粉葛和菜葛 3 个葛藤品种(*Pueraria lobata*)根区 AM 真菌的空间分布和定殖情况, 以了解 AM 真菌分布和定殖与土壤因子间的相关性。结果表明: AM 真菌定殖和空间分布与宿主种类和土壤深度密切相关。同一植物, 品种不同 AM 真菌定殖率也不同, 菜葛的总定殖率, 孢囊和菌丝定殖率分别高达 98.85%, 82.79%, 95.96%, 均高于粉葛与药葛。丛枝定殖率粉葛显著高于药葛; 孢子密度药葛高达 7.95 个/g 土, 显著高于菜葛和粉葛。AM 真菌孢子密度和菌丝、丛枝及总定殖率均在 0~10 cm 土层达到最大值, 而其孢囊定殖率最大值则出现在 10~20 cm 土层。葛藤根际土壤有机质与丛枝定殖率呈显著正相关。土壤 pH 值与总定殖率呈极显著负相关, 与菌丝定殖率呈显著负相关。土样中 AM 真菌多为球囊霉属(*Glomus*)种类, 也有少数无梗囊霉属(*Acaulospora*)和盾巨孢囊霉属(*Scutellospora*)种类, 详细情况有待于进一步鉴定。

关键词: AM 真菌; 葛藤; 空间分布; 陕西省
中图分类号: Q949.32 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006)03-0211-04

AM 真菌广泛分布于陆地生态系统中^[1], 大多数高等植物的根和真菌之间均有共生联合体存在。AM 真菌通过促进土壤中有有机物质的分解及宿主植物对有机、无机元素的吸收增加宿主植物对土壤营养物质的吸收和运输, 通过外延菌丝把宿主植物体内的碳运向土壤, 从而改善土壤颗粒结构, 通过和其它土壤微生物的相互作用来刺激植物根的生长, 提高植物的抗病能力。葛藤(*Pueraria*)属豆科葛属一种蔓生性多年生落叶藤本植物, 具有抗逆性强、根瘤发达、固氮多、多年生、分布广等特征, 是水土保持、治理荒漠、发展现代农业的理想作物, 增产潜力巨大。葛藤土壤状况与 AM 真菌侵染率关系的研究尚未见报道。研究葛藤不同品种根际 AM 真菌定殖和分布与土壤因子的相关性, 对于阐明葛藤菌根共生体机理, 促进葛藤生长, 提高产量具有重要意义。

1 材料和方法

1.1 样 地

武功县位于陕西关中平原西部, 地势北高南低, 形成三道塬地, 土质为黄棕壤, 海拔 413.2~611.7 m。属暖温带季风区半湿润气候。年均气温为 12.9℃, 极端最高气温 42.0℃, 极端最低气温 -19.4℃, 年均降水量 635 mm, 无霜期 228 d。

1.2 样品采集

2004 年 10 月在陕西省武功县苏坊镇葛藤基地同一地块对葛藤的 3 个品种药葛、粉葛和菜葛随机采样, 每品种选取 4 株, 距植株 0~30 cm 内按 0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm 和 30~40 cm 等 4 个土层采集土样, 统一编号, 装袋密封。土样在实验室过 2 mm 筛, 用于土壤理化成分分析和 AM 真菌孢子密度测定, 收集的根样切成 1 cm 根段, 用于 AM 真菌定殖率测定。

1.3 实验方法

土壤 pH 值用 pH 计; 土壤碱解 N 用碱解扩散法; 土壤速效 P 用 0.5 mol/L NaHCO₃ 法; 土壤有机质用重铬酸钾氧化法^[2,3]。

AM 真菌定殖率按 Phillips 和 Hayman^[4]方法测定。根样用清水冲洗 2~3 次后, 于 10% KOH 溶液中 90℃ 下漂洗 20 min, 然后用 0.05% (v/v) 酸性品红在 90℃ 下染色 20 min。随机选取 50 根 1 cm 长的根段, 镜检。计算 AM 真菌不同结构(丛枝、孢囊、菌丝)定殖率及总定殖率。

计算公式: 定殖率(%) = (AM 真菌感染根段数 ÷ 检查总根段数) × 100%

AM 真菌孢子密度测定: 取 25 g 风干土壤, 用湿筛倾析-蔗糖离心法分离 AM 真菌孢子^[5]; 体视显微镜下记录孢子数量, 以每 100 g 干土中的含孢

量计为孢子密度。

数据处理采用 SPSS 12.0 统计软件进行结果统计分析。

2 结果分析

2.1 不同葛藤品种间 AM 真菌与土壤因子差异

由表 1 可知,菜葛的总定殖率显著高于粉葛,泡囊定殖率显著高于药葛,菌丝定殖率显著高于药葛

与粉葛;丛枝定殖率粉葛显著高于药葛。菜葛、粉葛、药葛的平均孢子密度依次为 485 个/100 g 土、682 个/100 g 土和 795 个/100 g 土,其中菜葛的孢子密度显著低于药葛。除 pH 在品种间无差异外,其他各土壤因子在品种间差异显著。菜葛的土壤有效 P 含量显著高于粉葛与药葛,高达 41.00μg/g;药葛的土壤碱解 N 显著低于粉葛;粉葛的有机质含量显著高于菜葛与药葛(表 1)。

表 1 不同葛藤品种间 AM 真菌与土壤因子的方差分析

Table 1 Multivariate analysis of variance for AM fungi and soil factors in the rhizosphere of the different breeds									
品种 Breed	速效 P Available P (μg/g)	碱解 N Available N (μg/g)	有机质 Organic matter (g/kg)	pH	孢子密度 Spore density (100g soil)	总定殖率 Total (%)	泡囊定殖率 Vesicule (%)	菌丝定殖率 Hypha (%)	丛枝定殖率 Arbuscule (%)
菜葛 CaiGe	37.19 _a	55 _{ab}	2.36 _b	8.11 _a	485 _b	98.85 _a	82.79 _a	95.96 _a	4.76 _{ab}
药葛 YaoGe	15.38 _b	50 _b	2.30 _b	8.11 _a	795 _a	89.13 _{ab}	64.31 _b	84.68 _b	0.82 _b
粉葛 FenGe	25.69 _b	63 _a	2.74 _a	8.13 _a	682 _{ab}	87.47 _b	73.66 _{ab}	83.51 _b	7.95 _a
植物影响因子 plant effects									
F	8.694	2.326	8.75	0.326	5.190	2.981	3.538	3.586	4.118
P	0.001	0.112	0.001	0.699	0.010	0.063	0.040	0.038	0.025

注:同一列数据中字母不同者表示在 $P<0.05$ 水平上差异显著 ($n=16$)。Note: Values with $P<0.05$ in the table were considered significant different.

2.2 土层间 AM 真菌与土壤因子差异

如表 2 所示,3 个品种葛藤的孢子密度在土层间先降后升,在 0~10 cm 土层达最大值,且 0~10 cm 土层显著高于 10~20 cm 土层。总定殖率与泡囊定殖率在各土层之间无显著性差异;总定殖率随土层加深呈降低趋势,泡囊定殖率呈先升后降再升的趋势,在 10~20 cm 土层达最高值;菌丝定殖率随土层加深呈递减趋势,且 0~10 cm 土层显著高于 20~40 cm 土层;丛枝定殖率随土层变化差异不显

著。

3 个品种葛藤的土壤有效 P、碱解 N 在土层间均无显著差异,土壤有效 P 随土层加深先降后升,在 10~20 cm 土层有最小值 14.75μg/g,在 20~30 cm 土层有最大值 32.25μg/g。土壤有机质含量随土层加深呈递减趋势,在 0~10 cm 和 10~40 cm 土层、10~20 cm 和 20~40 cm 土层间差异显著。pH 值随土层加深呈递增趋势,20~30 cm 土层显著高于其他土层(表 2)。

表 2 葛藤土层间 AM 真菌与土壤因子的方差分析

Table 2 Analysis of variance for AM fungi and soil factors in the four different soil layers of the rhizosphere of the breeds									
土层 Soil layer (cm)	速效 P Available P (μg/g)	碱解 N Availale N (μg/g)	有机质 Organic matter (g/kg)	pH	孢子密度 Spore density (个/100 g soil)	总定殖率 Total (%)	泡囊定殖率 Vesicule (%)	菌丝定殖率 Hypha (%)	丛枝定殖率 Arbuscule (%)
0~10	23.08 _a	57 _a	2.87 _a	8.07 _b	778 _a	96.95 _a	72.60 _a	95.02 _a	7.20 _a
10~20	22.17 _a	57 _a	2.58 _b	8.10 _b	550 _b	96.55 _a	81.60 _a	91.36 _{ab}	3.18 _a
20~30	31.83 _a	58 _a	2.23 _c	8.17 _a	688 _{ab}	85.81 _a	68.79 _a	82.95 _b	3.22 _a
30~40	27.25 _a	51 _a	2.21 _c	8.12 _{ab}	598 _{ab}	87.96 _a	71.35 _a	82.87 _b	4.44 _a
土壤影响因子 Soil effects									
F	1.073	0.408	11.340	3.595	1.615	1.967	0.966	2.128	0.862
P	0.373	0.748	0.000	0.023	0.253	0.136	0.419	0.114	0.470

注:同一列数据中字母不同者表示在 $P<0.05$ 水平上差异显著 ($n=12$);以上数据均为各土层的平均值。
Note: Values with $P<0.05$ in the table were considered significant different. The above data in the table were average value in different soil layer.

2.3 AM 真菌与土壤因子的相关性分析

表 3 葛藤根际 AM 真菌与土壤因子的相关性分析

Table 3 Correlation coefficients between AM fungi and soil condition in the rhizosphere of the three breeds

项目 Item	速效 P Available P	碱解 N Available N	有机质 Organic matter	pH	孢子密度 Spore density
孢子密度 Spore density	—0.198	0.073	0.151	0.057	1
总定殖率 Total colonization	0.166	—0.041	0.201	—0.373**	0.138
泡囊定殖率 Vesicule colonization	0.129	—0.153	0.131	—0.119	0.110
菌丝定殖率 Hypha colonization	0.108	—0.005	0.216	—0.289*	0.167
丛枝定殖率 Arbuscule colonization	—0.038	0.026	0.316*	—0.091	0.054

注：* 表示两者之间在 $P<0.05$ 水平显著；** 表示两者之间在 $P<0.01$ 水平显著
Note: * Correlation coefficients significant at $P<0.05$; ** Correlation coefficients significant at $P<0.01$

由表 3 可知,土壤有机质与丛枝定殖率呈显著正相关,土壤 pH 值与总定殖率呈极显著负相关,与菌丝定殖率呈显著负相关。其他各土壤因子与 AM 真菌的各项指标间无显著相关性。

3 讨 论

试验结果表明,粉葛、菜葛、药葛的平均定殖率依次为 86.49%、98.39%和 89.0%,平均孢子密度依次为 682 个/100g 土、485 个/100g 土和 795 个/100g土。说明葛藤的粉葛、菜葛和药葛等 3 个品种都与 AM 真菌形成了良好的共生关系,但不同品种与 AM 真菌形成共生关系的能力不同。

葛藤根区 AM 真菌在品种间差异显著。陈欣^[6]等调查了红壤坡地幼龄果园杂草群落的物种多样性及主要物种 AM 真菌侵染率和侵染强度,结果表明被调查的物种 AM 真菌侵染程度在科与科之间有显著差异,同一科的不同种植物间也有差异。包玉英^[7]等研究表明丛枝菌根的结构类型与植物根系类型、生活型和菌根侵染率无关,而与植物所属的科属关系密切。本试验结果表明,同一植物不同品种间 AM 真菌的侵染率不同。葛藤的 3 个品种间,药葛的孢子密度显著高于粉葛与菜葛,AM 真菌定殖程度小于粉葛与菜葛。因此,AM 真菌与不同植物形成菌根的能力可能与植物体内的生理代谢差异有关,如药葛中葛根素含量较高,菜葛与粉葛中葛粉含量较高。不同植物生理代谢的差异对 AM 真菌的生长、发育、侵染和繁殖等具有重要影响。

葛藤根际 AM 真菌在土层间分布差异不明显,但随土层的加深呈现一定的降低趋势。除泡囊定殖率外,在 0~10 cm 土层孢子密度,总定殖率,菌丝、丛枝定殖率均有最大值。这可能是由 AM 真菌对

低氧环境的敏感性以及葛藤根系分布随土层加深须根减少的缘故所致。

相关性分析表明,土壤有机质与葛藤根际丛枝定殖率呈显著正相关。相关研究也表明有机质含量与菌根侵染率、菌根强度、丛枝丰度和丛枝定殖率间均呈不同程度的正相关^[8~10]。土壤有机质与 AM 真菌的发育有关,他可能是通过作为保存菌丝的机制而在保存 AM 真菌侵染力方面起作用^[11]。一定范围内土壤有机质含量的提高对 AM 真菌菌丝生长和菌根发育具有不同程度的促进作用^[12,13]。本试验结果表明,土壤有机质在 2.2 g/kg~3.5 g/kg 之间丛枝定殖率随土壤有机质含量增高而增大。因此,土壤有机质与 AM 真菌的分布可能不仅仅与 AM 真菌的种属有关,在一定程度上还依赖于 AM 真菌与不同植物的共生机制。

葛藤根际土壤 pH 值与 AM 真菌总定殖率呈极显著负相关,与菌丝定殖率呈显著负相关。蔡晓布^[8]等研究表明草地土壤 pH 值与寄主植物根围土壤菌根侵染率呈正相关。土壤 pH 直接影响着 AM 真菌的种属分布、产孢以及菌根的形成,AM 真菌的有效性因 pH 不同而异^[14]。土壤 pH 对 AM 真菌分布的影响,可能是在不同 pH 土壤内各种的孢子萌发、菌丝生长、侵染及产孢能力差异所致。由于土壤 pH 和土壤母质、成土过程,元素循环的某些环节、重金属转化、植物根分泌及土壤微生物种群结构、数量和活性等理化和生物因素关系密切,导致不同属、种的 AM 真菌对土壤 pH 的反应不同^[15]。

鉴定结果表明,葛藤根际 AM 真菌大多为球囊霉属(*Glomus*),并有少数无梗囊霉属(*Acaulospora*)和盾巨孢囊霉属(*Scutellospora*)的种类,具体种类有待于进一步的鉴定。

参 考 文 献:

[1] 刘润进,薛炳烨,黄 镇,等. 山东果树泡囊-丛枝(VA)菌根调查[J]. 山东农业大学学报,1987,5(1):25-31.

[2] 贺学礼. 荒漠植物 AM 真菌的空间分布和定殖[J]. 植物生态学报,2002,26(2):223-229.

[3] 贺学礼,李生秀. 泡囊-丛枝菌根生态学研究进展[J]. 干旱地区农业研究,1996,14(1):35-39.

[4] 郭秀珍,毕国昌. 林木菌根及应用技术[M]. 北京:中国林业出版社,1989. 216-220.

[5] Biemann B, Linderman R G. Quantifying vesicular arbuscular mycorrhizae: a proposed methods towards standardization [J]. New Philologist, 1981,87:63-67.

[6] 陈 欣,方治国,唐建军. 红壤坡地杂草群落 VA 菌根真菌的宿主物种调查[J]. 生物多样性,2001,9(2):122-128.

[7] 包玉英,闫 伟. 内蒙古中西部草原主要植物的丛枝菌根及其结构类型研究[J]. 生物多样性,2004,12(5):501-508.

[8] 蔡晓布,彭岳林,钱 成,等. 土壤因子对西藏高原草地植物 AM 真菌的影响[J]. 水土保持学报,2004,18(5):6-9.

[9] 蔡晓布,钱 成,彭岳林,等. 环境因子对西藏高原草地植物丛枝菌根真菌的影响[J]. 应用生态学报,2005,16(5):859-864.

[10] 贺学礼. 丛枝霸王(*Zygophyllum dumosum*)根际 AM 真菌生态学研究[J]. 西北植物学报,2001,21(6):1070-1077.

[11] 刘润进,李晓林. 丛枝菌根及其应用[M]. 北京:科学出版社,2000.

[12] Joner E J, Jakobsen I. Contribution and extracellular phosphate activity of arbuscular mycorrhizal hyphae as influence by organic matter[J]. Soil Biology and Biochemistry, 1995,27(9):1153-1159.

[13] 张 勇,曾 明,熊丙全,等. 丛枝菌根(AM)生物技术在现代农业体系中的生态意义[J]. 应用生态学报,2003,14(4):613-617.

[14] 王发园,刘润进. 环境因子对 AM 真菌多样性的影响[J]. 生物多样性,2001,9(3):301-305.

[15] 张美庆,王幼珊,等. 我国北方 VA 菌根真菌某些属和种的生态分布[J]. 菌物系统,1994,13(3):166-172.

Spatial distribution and colonization of AM fungi round
the rhizosphere of *puerraria lobata*

WANG Qing, HE Xue-li, CHEN Tie-shan

(College of Life Sciences, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Through analyzing soil samples collected in a field at Shaanxi Wugong, the response of AM fungi to plant breeds and its biotic environment were compared in this paper. Soil samples were collected from 0~10, 10~20, 20~30 and 30~40 cm depth soil layers in the rhizosphere of 3 breeds CaiGe, YaoGe and FenGe. The result indicated that different plant breeds and different soil layers significantly affected AM fungi colonization and spatial distribution. Different breeds of the plant had different colonization. Total colonization rate and vesicle, hypha colonization rate of CaiGe were 98.85%, 82.79%, 95.96%, separately, which was higher than that of YaoGe and FenGe. Arbuscule colonization of FenGe was significantly higher than that of YaoGe, spore density of YaoGe was 7.95 fungi/g soil, significantly higher than that of CaiGe and FenGe. The highest spore density, hypha colonization and arbuscule colonization occurred in 0~10 cm soil layer. The maximum value of the vesicle colonization appeared in 10~20 cm soil layer. Soil Organic matter had significantly positive effect on arbuscule colonization rate. Soil pH value had a significant negative correlation with total colonization rate and hypha colonization rate. Most of AM fungi in the soil sample belonged to Glomus, a few of species belonged to Acaulospora and Scutellospora. The concrete type need to be identified further.

Keywords: AM fungi; Puerraria lobata; spatial distribution; shaanxi province