

文章编号: 1005-0906(2007)06-0103-03

不同类型土壤上接种丛枝菌根真菌 对玉米氮素吸收的影响

刘文科¹, 杜连凤²

(1. 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所, 北京 100081; 2. 北京市农林科学院植物营养与资源所, 北京 100089)

摘要: 以分离于华北、华中和华南 3 个生态区及法国引进的丛枝菌根真菌为试验菌株, 采用三室根箱培养方法, 研究了在华北、华中和华南 3 种典型土壤(褐土、棕壤和红壤)上对玉米地上部氮素吸收的影响。结果表明: 在褐土上, BEG141 显著增加了地上部氮含量, BEG151 和 BEG221 略微增加了地上部氮含量, BEG141、BEG151、BEG168 和 BEG221 显著增加了地上部吸氮量; 在棕壤上, 接种对地上部氮含量无显著的促进作用, BEG150 和 BEG151 降低了地上部氮含量, BEG221 增加了地上部吸氮量; 在红壤上, BEG167 和 BEG221 显著增加了地上部氮含量, BEG141 降低了地上部氮含量, BEG150、BEG168 和 BEG221 显著增加了地上部氮含量。

关键词: 玉米; 丛枝菌根真菌; 土壤类型; 氮含量; 吸氮量

中图分类号: S144

文献标识码: A

The Effects of Six Arbuscular Mycorrhizal Fungi on N Uptake of Maize in Three Different Type Soils

LIU Wen-ke¹, DU Lian-feng²(1. Institute of Environment and Sustainable Development in Agriculture,
Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081;

2. Institute of Plant Nutrition and Resources, Beijing Academy of Agro-Forestry Sciences, Beijing 100089, China)

Abstract: The effects on maize N uptake by *arbuscular mycorrhizal fungi* screened from South China, Center China and North China in cinnamon soil, brown soil and red soil collected in above three regions were investigated using three-compartment-glass-bead culture system. The results showed that BEG141 significantly, BEG151, BEG221 slightly increased N content of maize shoot, BEG141, BEG151, BEG168 and BEG221 increased N uptake on cinnamon soil, no fungi improved, BEG150 and BEG151 decreased the N content of maize shoot, BEG221 improved N uptake of maize shoot on brown soil, BEG167 and BEG221 elevated, BEG141 lowered the N content of maize shoot, while BEG221 elevated the N uptake on red soil.

Key words: Maize; *Arbuscular mycorrhizal fungi*; Soil types; N concentration; N uptake

丛枝菌根(*Arbuscular mycorrhizal*, AM)真菌是一类几乎存在于所有自然和农业土壤中的重要微生物, 可与近 80% 的植物种类形成共生关系, 促进宿主的矿物质养分吸收和生长, 增强抗逆境能力。至今已报道的 AM 真菌约有 170 余种, 但因分离地生态条件的差异, 存在大量同一种类的不同生态型, 资源储量巨大。研究证实, AM 真菌的种间及生态型之间

存在生理学或形态学的差异。分离地不同的菌株种类或生态型在菌根效应和吸磷贡献上的差异也相当明显。因此, 确认不同分离地菌株在各种土壤类型上的有效性对菌株高效利用具有重要意义。本研究选取分离于华北、华中和华南 3 个生态区的 4 个菌株, 对其在我国 3 种典型土壤类型上的有效性进行研究。

1 材料与方法

1.1 供试材料

用于试验的 6 种 AM 真菌菌株: 华北菌株, BEG168(*G. etunicatum*, 分离于河北, 土壤 pH 8.2); 华

收稿日期: 2007-02-10

作者简介: 刘文科(1974-), 男(回族), 博士, 助理研究员。

E-mail: liuwke@163.com

中菌株,BEG221(*G. etunicatum*,分离于湖北,土壤 pH 7.96);华南菌株,BEG150 (*G. claroideum*,分离于香港,土壤 pH 3.92)和 BEG151(*G. geosporaum*,分离于广东,土壤 pH 3.81);参比菌种 BEG167 (*G. mosseae*,分离于新疆,土壤 pH 8.2);法国国家农业研究所提供菌株,BEG141 (*G. intraradices*,分离于法国,土壤 pH 7.6)。6 种真菌的接种剂是采用盆栽方式扩繁而成,含有培养基质、孢子、菌丝和侵染阶段的混合物。供试作物为玉米,品种为农大 108。播种前种子用 10% H₂O₂ 浸泡消毒 10 min,随后用蒸馏水冲洗,催芽,播种。试验所用的培养基质包括土壤、粗砂和玻璃珠。

3 种土壤采集于北京大兴、广东省广州市和湖北省武汉市,是华北、华中和华南典型的土壤类型(褐土、棕壤和红壤)。土壤风干后过 2 mm 筛,在 121℃下湿热灭菌 2 h 备用。粗砂经稀酸浸泡 5 h,用自来水和蒸馏水洗净,风干、灭菌(同土壤)后备用。玻璃珠规格为白色,直径 2~3 mm,挑去杂质后洗净,风干、灭菌后备用。

1.2 试验设计

试验采用三室玻璃珠培养系统。其规格为长×宽×高(5+3+5)cm×10 cm×15 cm,中间为植物室,左边为菌丝室,右边为土壤室。三室间用 2 道 30 μm 的尼龙网隔开。试验为 3 种土壤,每个土壤类型设 6 个菌株接种处理和一个不接种对照,重复 3 次,共 21 个处理,每个处理重复 4 盆,总计 84 盆。

试验在中国农业大学资源与环境学院植物营养系网室进行。土壤在用前混入底肥,用量为每千克土壤施入 N 300 mg (硝酸铵)、P 30 mg (磷酸二氢钾)、K 200 mg(硫酸钾)、Mg 100 mg(硫酸镁)、Zn 5 mg(磷酸锌)和 Cu 3 mg(硫酸铜)。植物室装土量为 480 g(含 70 g 接种剂),菌丝室装土 700 g,玻璃珠室装入玻璃珠 800 g。在植物室中播 4 粒玉米种子,出苗后留苗 2 株。玻璃珠上覆洗净灭菌处理的海绵,定期向玻璃珠室浇去离子水,保持玻璃珠湿润。植物生长期温度为 20~30℃,每天光照时间为 10 h。每 4 周向植物生长室中补加氮肥,剂量为每千克土壤 N (硝酸钾) 100 mg。在种植后 84 d 收获。

1.3 测定指标与方法

氮含量采用 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮-蒸馏法测定。试验数据采用 SAS 软件进行统计分析,5%水平下 LSD 检验各处理平均值之间的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 3 种土壤上丛枝菌根真菌接种对玉米地上部氮含量的影响

分室根箱培养条件下,接种菌根真菌在 3 种土壤上对玉米氮含量的影响不同(表 1)。在褐土上,BEG141 显著增加了玉米地上部氮含量,BEG151 和 BEG221 略微增加了玉米地上部氮含量;在棕壤上,接种处理对地上部氮含量无显著的促进作用,BEG150和BEG151 降低了地上部氮含量;在红壤上,BEG167 和 BEG221 显著增加了玉米地上部氮含量,BEG141 降低了玉米地上部氮含量。

表 1 3 种土壤上丛枝菌根真菌接种处理
玉米地上部氮含量

Table 1 Shoot N concentration of maize inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi in three kinds of soil %			
菌 株 Isolates	褐 土 Cinnamon soil	棕 壤 Brown soil	红 壤 Red soil
CK	2.73 bc	2.60 a	3.35 ab
BEG141	3.07 a	2.57 a	3.14 c
BEG150	2.77 bc	2.31 b	3.17 b
BEG151	2.90 ab	2.31 b	3.16 b
BEG167	2.57 c	2.44 ab	3.65 a
BEG168	2.74 bc	2.41 ab	3.16 bc
BEG221	2.90 ab	2.39 ab	3.59 a

注:表中同一列中数值为 4 个重复的平均值。不同字母表示 5 %水平上的差异显著性。下表同。

Note: The values in the same column were the means of four replicates. Means followed by different letters indicated significant difference at 5 % level. The same as following table.

2.2 3 种土壤上丛枝菌根真菌接种对玉米地上部吸氮量的影响

表 2 3 种土壤上丛枝菌根真菌接种处理
玉米地上部氮吸收量

Table 2 Shoot N uptake of maize inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi in three kinds of soil mg/盆			
菌 株 Isolates	褐 土 Cinnamon soil	棕 壤 Brown soil	红 壤 Red soil
CK	45.54 c	55.58 bc	37.71 ab
BEG141	57.24 a	56.11 bc	30.97 ab
BEG150	49.01 c	55.49 bc	36.73 a
BEG151	59.31 a	57.54 b	32.38 ab
BEG167	50.01 bc	50.67 c	26.55 b
BEG168	55.39 ab	55.12 bc	34.94 a
BEG221	58.49 a	65.62 a	33.18 a

接种菌根真菌在 3 种土壤上对玉米氮吸收量的影响不同(表2)。在褐土上,BEG141、BEG151、BEG168 和 BEG221 显著增加了玉米地上部吸氮量;在棕壤上,BEG221 增加了玉米地上部吸氮量;在红壤上,BEG150、BEG168 和 BEG221 显著增加了玉米地上部氮含量。

3 结 论

关于丛枝菌根根外菌丝吸收无机氮素、从有机氮中获得氮素转运给植物的作用早有报道,但对不同种属 AM 真菌在氮吸收贡献方面的差异研究较少。本试验中,菌根真菌在不同土壤类型上氮素贡献不同,这与真菌根外菌丝发育及分布有关。本试验条件下,BEG141、BEG151、BEG168 和 BEG221 在褐土上,BEG221 在棕壤上,BEG150、BEG168 和 BEG221 在红壤上显著增加了玉米地上部氮含量,有效性高。华中菌株在 3 种土壤类型均可增加氮素吸收,其吸氮贡献能力较高。

在土壤氮库固定的条件下,真菌根外菌丝的吸收能力至关重要。但是,在有限的氮营养条件下,可能发生真菌与宿主争夺氮源情况,造成宿主氮素吸收降低。本试验条件下,玉米未发生缺素情况,可以很好地了解菌根真菌的氮素贡献能力。本试验结果表明,AM 真菌的筛选是很有必要,不仅针对不同的土壤类型,也要针对不同养分种类进行研究,才能在实际应用中取得较好的接种效果。

参考文献:

[1] Bethlenfalvai G J, Franson R L, Dakessian S, et al. The Glycine -Glo-

mus Rhizobium symbiosis. VI. Nutritional, morphological and physiological responses of nodulated soybean to geographic isolates of the mycorrhizal fungus *Glomus mosseae*[J]. *Physiologia Plantarum*, 1989, 76: 226-232.

- [2] Bentivenga S P, Morton J B. A monograph of the genus *Gigaspora* incorporating developmental patterns of morphological characters[J]. *Mycologia*, 1995, 87: 720-732.
- [3] Smith F A, Smith S E. Structural diversity in (vesicular) arbuscular mycorrhizal symbiosis[J]. *New Phytologist*, 1997, 137: 373-388.
- [4] Bago B, Azcón-Aguilar C, Goulet A, Piché Y. Branched absorbing structures(BAS): A feature of the extraradical mycelium of symbiotic arbuscular mycorrhizal fungi[J]. *New Phytologist*, 1998, 139: 375-388.
- [5] Boerner R E J. Role of mycorrhizal fungus origin in growth and nutrient uptake by geranium[J]. *American J. of Botany*, 1990, 77: 483-489.
- [6] Sylvia D M, Wilson D O, Graham J H, et al. Evaluation of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in diverse plants and soils[J]. *Soil Biol. and Bioch.*, 1993, 25(6): 705-713.
- [7] Scullion J, Eason W R, Scott E P. The effectivity of arbuscular mycorrhizal fungi from high input conventional and organic grassland and grass-arable rotations[J]. *Plant and Soil*, 1998, 204: 243-254.
- [8] Klironomos J N. Variation in plant response to native and exotic arbuscular mycorrhizal fungi[J]. *Ecology*, 2003, 84(9): 2292-2301.
- [9] 宋勇春,冯 固,李晓林. 丛枝菌根真菌对红三叶草利用不同有机磷源的研究[J]. *植物营养与肥料学报*, 2001, 7(4): 452-458.
- [10] 刘文科,冯 固,李晓林. 三种土壤上六种丛枝菌根真菌生长特征和接种效应[J]. *植物营养与肥料学报*, 2006(4): 530-536.
- [11] Ames R M, Reid C P P, Porter L K, Cambardella C. Hyphal uptake and transport of nitrogen from two N^{15} labeled source by *Glomus mosseae* a vesicular-arbuscular fungi[J]. *New Phytol.*, 1983, 95: 381-396.
- [12] Treseder K K, Allen M F. Direct nitrogen and P limitation of arbuscular mycorrhizal fungi: a model and field test[J]. *New Phytologist*, 2002, 155: 507-515.

(责任编辑:张 英)