

不同氮磷水平条件下接种 AMF 对玉米生长的影响

邓胤¹, 罗文倩¹, 朱金山¹, 宫春明¹, 高润霞²

(¹西南大学资源环境学院, 重庆 400715; ²重庆市地质矿产研究院, 重庆 400023)

摘要: 以珍珠岩为培养基质的半液培实验比较研究了不同氮磷水平营养液对接种丛枝菌根真菌玉米的影响。研究表明: 菌根真菌侵染率随着外界氮、磷浓度的升高而下降。高浓度或低浓度的外界氮或磷存在时, 接种丛枝菌根真菌对植物营养无贡献。在正常的供氮(2 mol/L)和供磷(0.1 mol/L)条件下, 接种处理显著提高了植株生物量、磷含量, 但对氮含量影响不大, 菌根对玉米磷素营养的改善大于氮素。

关键词: 丛枝菌根真菌; 侵染率; 供氮水平; 供磷水平; 氮磷比

中图分类号: Q949.32 文献标识码: A

Effects of AMF on Growth of Maize under Different N and P Supply Levels

Deng Yin¹, Luo Wenqian¹, Zhu Jinshan¹, Gong Chunming¹, Gao Runxia²

(¹College of Resources and Environment, Southwest University, Chong Qing 400715;

²Chong Qing research academy of geological and minera, Chong Qing 400023)

Abstract: The experiment used a perlite and drip-irrigation system to compared the effects of arbuscular mycorrhizal fungi on maize under different N and P supply levels. Research showed that: The arbuscular mycorrhizal colonization rate declined while the N and P supply levels was increasing, and AMF was no contribution to plant nutrition when the presence of high or low nitrogen or phosphorus levels. Inoculation significantly increased the plant biomass and P concentration under medial supply levels (N:2 mol/L, P: 0.1 mol/L), but there was little effect on N concentration. Wherefore, The arbuscular mycorrhizal improved phosphorus nutrition on maize more than nitrogen.

Key words: arbuscular mycorrhizal fungi, colonization rate, N supply levels, P supply levels, N/P ratio

菌根(mycorrhiza)是菌根真菌与植物根系形成的共生体系, 菌根真菌从植物根系获得碳水化合物, 而菌根的形成能改善植物的矿质营养, 还能提高植物抗病、抗干旱、抗盐害、抗重金属害等诸多特性^[1,2]。

丛枝菌根真菌是(arbuscular mycorrhizal fungi, AMF)菌根真菌中分布最广的一类, 目前的研究表明菌根的形成对植物磷素营养的改善较显著, 而对于氮素的研究较少。接种丛枝菌根真菌对植物氮素的影响还没有公认的结论。笔者结合侵染率、植物生长和营养状况, 综合比较了外界氮、磷浓度对菌根植物的影响及菌根对植物氮、磷的影响。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试植物为玉米(渝糯7号)。供试AM菌种为*Glomus mosseae*(Gm)。试验采用半水培的方法, 培养基为珍珠岩, 珍珠岩用去离子水反复清洗, 晾干后160℃干热灭菌3h备用。

1.2 试验设计

玉米种子用10%的H₂O₂消毒, 25℃暗室催芽后, 选择3粒播入容积约2.5L的塑料盆。接种剂用量为200g, 预先播于种子下方的珍珠岩中, 并与珍珠岩混匀, 不接种对照则用等质量的灭菌河沙取代并加10ml

基金项目: 国家自然科学基金“丛枝菌根真菌侵染影响土壤结构作用与机制研究”(40701085); 西南大学科研启动基金“丛枝菌根氮素利用的机理研究”(SWUB2006044)。

第一作者简介: 邓胤, 1984年出生, 男, 重庆人, 硕士研究生, 从事菌根与植物营养方面的研究工作。通信地址: 400715 重庆重庆市北碚区天生路1号西南大学653号信箱。Tel: 023-68206497。E-mail: yin.d.1984@163.com。

收稿日期: 2008-09-23, 修回日期: 2008-10-07。

的菌种滤液保持根际微生物的区系一致。每盆装珍珠岩 2 L, 珍珠岩上方覆盖一层小石子阻挡光线, 防止藻类生长并破坏营养液成分。种子出苗 2 d 后选择生长一致的保留 2 株。

实验投加的营养液为修改后的 LANS 营养液。在原有 LANS 营养液成分不变的基础上, 分别设置 3 个 N 水平 (修改其中的 NH_4NO_3 , 使 N 的浓度分别为 0.1, 2, 10 mol/L) 和 3 个 P 水平 (修改其中的 NaH_2PO_4 , 使 P 的浓度分别为 0.01, 0.1, 1 mol/L), 并用 MES-KOH (0.15 mmol/L) 调节营养液 pH6.0。每个 N 和 P 水平下设一个不接种 (CK) 和一个接种 *Gm* 的处理, 重复 4 次。实验在西南大学植物营养培养室进行, 采用生物镉灯补充光照, 每天称重并补加营养液, 保持珍珠岩的持

水量为最大持水量的 70% 左右。

1.3 收获及测定

于播种后 45 d 收获, 分为地上部和根, 根系洗净后剪成 1 cm 长的根段并混匀, 取 1 g 用曲利苯蓝——网格交叉法测定侵染率, 剩余样品 105 °C 杀青 30 min, 70 °C 烘干 3 d 用于测定生物量、全氮、全磷。

2 结果与分析

2.1 丛枝菌根真菌侵染率

接种处理均形成了良好的菌根共生体, 不接种处理未发现侵染 (表 1)。丛枝菌根真菌的侵染率随施加氮和磷的浓度的上升而显著下降, 外界 P 浓度为 1 mol/L 时的侵染率只有 0.01 mol/L 时的一半, 磷浓度的提高对菌根真菌的侵染率影响更大, 下降幅度比氮高。

表 1 不同氮、磷水平处理下接种 AMF 的玉米地上部、根系干重及菌根真菌侵染率

营养液水平	接种处理	地上部干重/g	根系干重/g	侵染率/%
0.1M N	cK	0.92 d	0.24 e	—
	<i>Gm</i>	1.09 d	0.37 d	51 a
2M N	cK	2.12 c	0.80 c	—
	<i>Gm</i>	2.64 b	0.86 c	50 a
10M N	cK	4.91 a	1.56 a	—
	<i>Gm</i>	2.69 b	1.14 b	38 b
0.01M P	cK	1.15 d	0.51 b	—
	<i>Gm</i>	1.45 d	0.64 ab	62 a
0.1M P	cK	2.17 c	0.94 a	—
	<i>Gm</i>	2.65 b	0.95 a	49 b
1M P	cK	3.61 a	0.91 a	—
	<i>Gm</i>	2.79 b	0.86 a	31 c

注: —表示无菌根真菌侵染。不同字母表示在 $P=0.05$ 水平差异显著。以下同。

2.2 植株生物量

不接种的玉米地上部生物量随施加 N 和 P 的浓度的提高而增大 (表 1)。接种处理地上部生物量在供 N 和 P 的浓度低时随 N、P 浓度的升高而增大; 当达到一定的供 N、P 水平时, 生物变化很小, 基本无提升。在外界 N 浓度、P 浓度为 2 mol/L 和 0.1 mol/L 时, 接种 AMF 显著提高了玉米地上部生物量, 增幅为 23%, 但对根系的影响不显著。当供 N 和 P 水平分别达到最大值时, 接种处理生物量反而下降, 菌根真菌的存在阻碍了植物生长。

2.3 不同施氮水平对接种玉米 N、P 状况的影响

接种和不接种的玉米地上部和根系 N 含量均随施 N 浓度的提高而提高, 然而接种 AMF 再各种供 N 水平下对植株 N 含量的改善不显著, 只在 10 mol/L 的供 N 条件下显著提高了根系 N 含量, 在此供氮条件下, 接种处理地上部干重反而降低, 根系吸收的 N 没

有向地上部转移 (表 2)。

植株地上部和根系 P 浓度随供 N 水平的提高而出现下降趋势, 主要是生物稀释效应带来的结果。在供 N 水平为 2 mol/L 时, 接种 AMF 对植株 P 含量产生了显著影响, 相对不接种处理提高了地上部干重 44%, 根系干重 35%。在此供 N 条件下, 接种 AMF 虽对植物 N 含量影响不大, 但菌根效应主要表现在对磷含量的改善上。

2.4 不同施磷水平对接种玉米 N、P 状况的影响

植株 P 含量表现出随外界 P 浓度的提高而提高的趋势。在外界 P 浓度为 0.1 mol/L 时, 接种处理显著增加了植物地上部和根系 P 含量, 而外界 P 浓度较低或较高时接种 AMF 对磷素的改善都不显著 (表 2)。

植物 N 含量随外界 P 浓度的提高表现出微弱的下降趋势, 而接种 AMF 在不同施 P 浓度下对玉米 N 含量的影响不显著。

表 2 不同氮、磷水平处理下接种 AMF 玉米的氮含量、磷含量和氮磷比

营养液水平	接种处理	氮含量/%		磷含量/%		氮磷比	
		地上部	根系	地上部	根系	地上部	根系
0.1M N	cK	0.92 d	0.92 e	0.211 a	0.103 ab	4.40 e	9.06 c
	Gm	0.96 d	1.01 de	0.198 a	0.120 a	4.91 e	8.52 c
2M N	cK	1.37 c	1.20 c	0.066 c	0.078 c	21.0 c	15.9 b
	Gm	1.26 c	1.12 cd	0.095 b	0.105 ab	13.4 d	10.8 c
10M N	cK	2.43 a	2.01 b	0.066 c	0.088 bc	37.2 a	23.2 a
	Gm	2.14 b	2.27 a	0.081 bc	0.091 bc	26.4 b	25.1 a
0.01M P	cK	1.76 a	1.41 a	0.065 c	0.052 d	27.3 a	27.4 a
	Gm	1.64 a	1.37 a	0.063 c	0.073 d	26.2 a	18.8 b
0.1M P	cK	1.11 b	1.14 b	0.066 c	0.063 d	17.1 b	18.1 b
	Gm	1.22 b	1.11 b	0.107 b	0.100 c	11.6 c	11.2 c
1M P	cK	0.97 c	1.12 b	0.374 a	0.321 b	2.59 d	3.51 d
	Gm	1.14 b	1.11 b	0.393 a	0.352 a	2.90 d	3.16 d

2.5 不同外界氮、磷浓度对接种玉米氮磷比的影响

氮磷比反应了植株营养平衡状况,还能反应接种 AMF 对植物营养改善的侧重点(表 2)。植物氮磷比是随着外界 N 浓度的上升或 P 浓度的下降而上升。在供 N 和 P 水平分别为 2 mol/L 和 0.1 mol/L 时,接种 AMF 处理显著降低了植物地上部和根系的氮磷比。接种 AMF 在此浓度下对玉米 P 的贡献大于对 N 的贡献。

3 讨论

丛枝菌根真菌作为一种专性共生菌,其的侵染率随着外界营养状况的不同而有所变化^[3]。在此实验中,供 N 和供 P 水平提高时,AMF 侵染率下降。供 P 状况对侵染率的影响比 N 大。可能是高浓度的外界 N 或 P 会改变根际 pH 值对菌根有一定的影响^[4],另外 NH₄⁺ 的大量存在对 AMF 可能也存在一定的毒害作用。

此次研究发现在供 N 和供 P 为 2 mol/L 和 0.1 mol/L 时,接种 AMF 显著提高了玉米的生物量。大量研究说明接种 AMF 对植物的最主要的作用是磷素营养的改善上,主要是磷素在土壤中移动性差,而大量的根外菌丝扩大了根系吸收面,使菌根植物能获得更多的远处的磷^[5,6]。这与此次实验所得出的结果相一致,在正常的供 N(2 mol/L)和供 P(0.1 mol/L)条件下,接种 AMF 显著提高了植株的 P 含量,而对 N 含量的影响较小。正常的 LANS 营养液条件下,接种 AM 使植株氮磷比下降,说明接种 AMF 对植物磷素状况的改善大于氮素。

菌根促生效应的发挥依赖于一个合理的施肥范围,此实验中在较低供 N 和供 P 条件下,接种 AMF 对植物营养和生长的均没有贡献;在高浓度的外界 N (10 mol/L)或 P(1 mol/L)条件下,接种 AMF 反而使植物生物量下降。这时的 AMF 从植物根系索取的碳水

化合物对植物的负面影响大于其吸收的矿质元素对植物的贡献,AMF 逐渐向寄生关系转变^[7]。在供氮浓度为 10 mol/L 时,接种 AM 提高了玉米根系的 N 含量,但地上部的 N 含量反而下降,说明 AMF 可能吸收了氮素,但并没有转运给植物,Yoko^[8]证实 AMF 吸收的氮素一部分用于构建菌根真菌的细胞壁,所以在根系的 N 含量高于地上部 N 含量。

由实验可知菌根对植物磷素营养的改善大于氮素,但外界磷浓度对丛枝菌根真菌的侵染率影响较大。在菌根化苗的应用中,必须综合考虑 N、P 对菌根的影响,充分发挥菌根效应需将施肥量控制在一个合理的范围内。

参考文献

- [1] 刘润进,李晓林.丛枝菌根及其应用[M].北京:科学出版社,2000: 1-224.
- [2] Koide R T and Mosse B. A history of research on arbuscular mycorrhiza[J]. Mycorrhiza,2004,14:145-163.
- [3] 冯固,杨茂秋,白灯莎,等.VA 菌根真菌对棉花磷素吸收及生长的效应[J].西北农业学报,1994,3(2):75-80.
- [4] 马琼,黄建国.菌根及其在植物吸收矿质元素营养中的作用[J].吉林农业科学,2003,28(2):41-43.
- [5] Gavito M.E. and M. H. Miller. Early phosphorus nutrition, mycorrhizae development, dry matter partitioning and yield of maize [J]. Plant and Soil,1998,199:177-186.
- [6] 刘建玲,张福锁,廖文华.不同品种小麦根际磷转化及 VA 菌根对小麦根际磷转化的影响[J].植物营养与肥料学报,2001,7(1):23-30.
- [7] 李晓林.施磷水平与 VA 菌根效应的关系[J].北京农业大学学报,1990,16(2):177-180.
- [8] Yoko Tanaka, Katsuya Yano. Nitrogen delivery to maize via mycorrhizal hyphae depends on the form of N supplied [J]. Plant,Cell and Environment,2005,28:1247-1254.