

丛枝菌根真菌和根瘤菌对蚕豆吸收有机磷的促进作用

李淑敏¹, 孟令波², 张 晶²

(1. 东北农业大学资环学院, 哈尔滨 150030; 2. 哈尔滨学院生物与食品工程系, 150086)

摘 要: 采用盆栽试验研究了接种根瘤菌(*Rhizobium*)、丛枝菌根真菌(AM)和双接种对蚕豆(*Vicia faba* L.)吸收有机磷的影响。与对照相比, 接种根瘤菌使蚕豆根瘤数和根瘤重明显增加, 但对有机磷吸收促进作用不明显; 接种 AM 真菌和双接种使蚕豆植株磷浓度和吸收有机磷量显著增加, AM 真菌对吸磷量的贡献率分别为 38.9% 和 43.3%。同时接种根瘤菌和 AM 真菌对蚕豆生长和吸收有机磷有协同促进作用。

关键词: AM 真菌; 根瘤菌; 蚕豆; 有机磷

中图分类号: S643.6 文献标识码: B 文章编号: 1001-0009(2004)04-0054-02

蚕豆在我国西北各省的分布极广。鲜嫩的青蚕豆、豆芽和嫩荚营养丰富, 食味甘美, 是餐桌上屡见不鲜的蔬菜, 但其产量较低, 尤其在肥力较低的土壤上产量更低^[1]。丛枝菌根通过增加宿主植物对土壤磷、氮营养的有效吸收, 从而改善植物营养而促进其生长发育的现象已为人们所熟知^[2~4]。有机磷可占土壤的 20%~80%, 是植物磷素的另一个重要来源。随着人们对农业持续发展和环境日益关注, 利用丛枝菌根和固氮微生物双接种以减轻农作物对磷肥和氮肥的依赖已成为科学研究的热点。本试验通过菌根和根瘤菌双接种对蚕豆的吸收有机磷进行观察和试验, 以期对就 VAM 蚕豆吸收有机磷的促进作用进行评价。

1 材料与方法

1.1 供试土壤

试验用土采自中国农业大学昌平长期定位试验 20 年未施磷砂土, 土壤基本理化性状为 pH7.8, 有机质 10.5 g/kg(克/公斤), 全氮 0.82 g/kg(克/公斤), 速磷 2.40 mg/kg(毫克/公斤), 速钾 80.6 mg/kg(毫克/公斤)。土壤过 2 mm(毫米)筛, 在 120℃下蒸汽灭菌 2 hr, 以消除土壤中的真菌孢子。塑料盆每盆装混好肥料的砂土 1.3 kg(公斤)。各处理施 N(NH₄NO₃) 50 mg/kg(毫克/公斤)土, P 50 mg/kg(毫克/公斤), K(K₂SO₄) 200 mg/kg(毫克/公斤)土, Mg(MgSO₄) 50 mg/kg(毫克/公斤)土, Fe, Mn, Cu 和 Zn 各 5 mg/kg(毫克/公斤)土, 磷源为有机磷(植酸钠 Phytate-P), 重复 4 次。

1.2 供试作物及菌种

蚕豆(*Vicia faba* L. cv Linxia No. 2)和玉米(*Zea mays* L. cv. Zhongdan No. 2); 供试菌根菌种为 *Glomus mosseae* 93(中国农大植物营养系菌根小组提供), 根瘤菌为 *Rhizobium* sp. NM353(中国农大生物学院根瘤菌分类课题组提供)。

1.3 试验处理

试验设 4 个处理, 未接种为对照(CK), 接种根瘤菌(NM353), 接种菌根真菌(G. m)和根瘤菌和菌根真菌双接种

(NM353+G. m)。菌根真菌按 20 mg/kg(毫克/公斤)的接种量装盆时铺在土室中间, 对照组加入相同重量经灭菌处理的接种剂。根瘤菌于蚕豆出苗后接种 10 ml(毫升)根瘤菌菌液(根瘤菌菌数 8.2×10^8), 不接种处理加等量的无菌液体培养基。蚕豆种子经 10% H₂O₂ 消毒催芽后播种, 出苗后留 3 株。作物生长期间充分供水, 以满足作物对水分的需求, 生长 80 d(天)后收获。

1.4 测定项目和方法

根系清洗干净后, 称取 1.0 g(克)鲜根, 按照常规的步骤透明、酸化, 用曲利苯蓝(Trypan blue)染色, 乳酸甘油脱色, 然后选取 30 条根段, 制片, 镜检。根据 Trouvelot et al. (1986) 计算各参数, 菌根侵染频度(F%), 整个根系的菌根侵染强度(M%), 侵染根段的菌根侵染强度(m%), 侵染根段的丛枝丰度(a%)和整个根系的丛枝丰度(A%)。

植株干重、植株磷含量和蚕豆根瘤数按常规方法测定。

2 结果与讨论

2.1 AM 真菌和根瘤菌对蚕豆生长的影响

表 1 AM 真菌和根瘤菌对蚕豆生长指标的影响

处理	株高 (cm)	叶绿素含量 (SPAD)	地上干重 (g. pot)	地下干重 (g. pot)
对照	47.6b	39.1b	6.44b	2.93b
接种根瘤菌	56.7a	39.4b	7.63b	3.02b
接种菌根	60.0a	41.2ab	9.1a	3.51a
双接种	60.6a	43.1a	9.67a	3.41ab
LSD _{0.05}	7.45	2.34	1.24	0.49

对各处理蚕豆生长指标的调查结果表明(表 1), 单接根瘤菌、AM 真菌和双接种蚕豆的株高明显高于不接种对照, 分别比对照增加 16.0%、20.7% 和 21.5%; 接种根瘤菌处理蚕豆叶片叶绿素含量与对照之间无显著差异, 但接种 AM 真菌和双接种处理叶绿素含量明显高于对照处理, 分别增加 5.4% 和 10.2%, 地上和地下干重的变化特点与叶绿素变化趋势一致, 接种根瘤菌、AM 真菌和双接种地上干重分别比对照增加

18.5%、41.3%和50.2%，地下干重分别增加3.1%、19.8%和16.4%。由此说明接种根瘤菌、AM真菌和双接种均能促进蚕豆植株的生长，其中接种菌根的效果明显好于单接根瘤菌，同时接种根瘤菌和AM真菌对蚕豆生长的促进作用最明显，表明两者同时接种对蚕豆生长有协同促进作用。

2.2 AM真菌和根瘤菌对蚕豆菌根侵染率的影响

表2 AM真菌和根瘤菌对蚕豆菌根侵染率的影响

处理	菌根侵染率				
	F%	M%	m%	A%	a%
对照	0b	0c	0c	0c	0c
接种根瘤菌	0b	0c	0c	0c	0c
接种菌根	84.0a	12.9b	21.5b	4.1b	17.4b
双接种	88.0a	24.9a	25.0a	17.2a	47.0a
LS D _{0.05}	5.97	3.82	2.53	0.95	6.30

F%为菌根侵染频度，表示所有含有真菌结构的根系占整个根系的比列，其中只要含有一个侵入点的根段就算作侵染根段。M%为整个根系的菌根侵染强度，是在整个根系中真菌侵染出现的频度和侵染强度的综合反映，代表了整个根系中AM真菌形成的强度；m%为侵染根段的菌根侵染强度，它表征了所有侵染根段中真菌侵染出现的频度和侵染强度的综合反映，反映了菌根化了的根系中AM真菌形成的强度，A%和a%反映根系中丛枝和孢囊状况。由表2可见，未接种菌根真菌的处理均未发现有菌根的侵染各参数均为0，而接种菌根真菌的植株均有较高的侵染。由F%、M%和m%3个参数来看，蚕豆接种处理的F%在84%~88%之间，表明大部分蚕豆根系都有真菌侵染点存在，而这些真菌结构在整个根系中所占的比例平均在12.9~24.9之间(M%)，在所有受到侵染的根段中有一定的真菌结构，其中双接种处理各指标明显高于单接种菌根处理，双接种处理根系中丛枝和孢囊结构明显好于单接菌根处理。

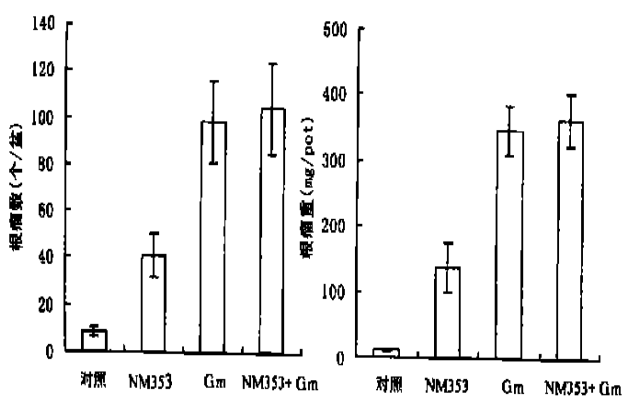


图1 接种根瘤菌和菌根真菌对蚕豆根瘤数(左)和根瘤重(右)的影响

由以上结果说明，在贫瘠的土壤上，同时接种菌根和根瘤菌二者具有协同作用，菌根促进植物对磷的吸收，保证了固氮作用对磷素的需求，增加蚕豆的固氮能力，同时蚕豆固氮能为

菌根提供良好的氮素营养，提高植株的菌根侵染率，因此固氮植物菌根对固氮植物优良性状的发挥具有重要的生态学意义。

2.3 AM真菌和根瘤菌对蚕豆根瘤的影响

从图中可见，接种根瘤使蚕豆的根瘤数和根瘤重明显增加，但接种菌根和双接种处理蚕豆的根瘤数和根瘤重增加的最明显，双接种处理根瘤数和根瘤重略高于单接菌根处理，但差异不显著，这说明接种根瘤菌后对蚕豆根瘤数及根瘤重的增加有明显的促进作用。由于豆科作物植物的喜磷特点以及磷对根瘤菌代谢的良好影响，接种AM真菌使蚕豆吸磷量增加，对增加根瘤数和根瘤重有较好的作用。进一步说明，菌根真菌和根瘤菌双接种对蚕豆的生长具有协同作用，这个结果与文献报道相一致^[5]。

2.4 AM真菌和根瘤菌对蚕豆吸磷量的影响及菌丝的贡献

表3 AM真菌和根瘤菌对蚕豆吸磷量的影响及菌丝的贡献

处理	地上磷浓度 (mg/kg)	地下磷浓度 (mg/kg)	吸磷量 (mg/pot)	菌丝贡献量 (mg/pot)	菌丝贡献率 (%)
对照	1.05b	1.16b	10.2b		
接种根瘤菌	1.01b	1.16b	11.2b		
接种AM真菌	1.29a	1.33a	16.7a	6.5	38.9%
双接种	1.33a	1.40a	18.0a	7.8	43.3%
LS D _{0.05}	0.112	0.141	2.24		

生长80 d(天)后测定各处理的植株磷含量。表3说明，接种AM真菌明显提高蚕豆的地上和地下部含磷量，AM真菌处理地上部和地下部含磷量分别比对照增加22.9%和14.7%；双接种处理地上和地下磷浓度分别比对照增加26.7%和20.7%；接种根瘤菌处理地上和地下磷浓度与对照差异不大。从吸磷量来看，接种根瘤菌和对照之间差异不明显，接种AM真菌和双接种处理蚕豆的吸磷有机磷量明显高于对照，分别比对照增加63.7%和76.5%。菌丝对蚕豆吸收有机磷的贡献率分别为38.9%和43.3%。

上述结果表明，接种AM真菌明显促进蚕豆对有机磷的吸收，双接种处理好于单接菌根处理，由于蚕豆根瘤固氮为菌根提供氮素营养，改善菌根的营养状况，提高了双接种处理蚕豆的菌根侵染率，进而使蚕豆吸收有机磷增加。但两个不同菌种之间的相互关系以及与宿主植物之间共生关系极其复杂，如何进行调控还有待于进一步研究。

参考文献

[1] 叶茵. 中国蚕豆学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
[2] 赵俊兴, 郭柏寿, 杨继民. VA菌根与植物的磷素营养[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2001, 32(3): 401~405.
[3] 赵淑清, 田春杰, 何兴元. 固氮植物的菌根研究[J]. 应用生态学报, 2000, 11(2): 306~310.
[4] Fitter A. H. and Garbaye J. Interaction between mycorrhizal fungi and other soil organisms. Plant and Soil 1994 159: 123~132.
[5] Xie Z. P., Staehelin C., Vierheilig H. et al. Rhizobial nodulation factors stimulate mycorrhizal colonization of nodulating and nonnodulating soybean. Plant Physiology, 1995 108: 1519~1525.