

# 非灭菌条件下 VA 菌根真菌促进玉米吸收磷、氮营养的效应

陆文龙 郑鹤龄 潘洁 王德芳

(天津市土壤肥料研究所, 天津 300192)

**摘要** 非灭菌条件下在田间小区研究了潮土接种 VA 菌根真菌 (*Glomus* sp.) 对玉米 (*Maize*) 的影响。试验表明, 在每公顷  $60\text{kgP}_2\text{O}_5$  的条件下接种 VA 菌根, 植株含磷量、含氮量、生长状况、产量及品质均高于未接种的植株。石灰性土壤由于高 pH 值的缘故, 使得磷矿粉+VAM 处理的效果比 VAM+过磷酸钙的处理稍差, 无外加磷源仅接种 VA 菌根的处理, 其效果接近于施磷肥的对照。

**关键词** VA 菌根真菌 玉米 磷氮营养

VA 菌根属于藻菌纲内囊霉科, 能形成泡囊-丛枝状菌根的真菌, 是土壤内生真菌中宿主和分布范围最广的一类真菌。大量研究表明, 在灭菌条件下 VA 菌根真菌能促进植物吸收磷及其他养分, 并对宿主植物的生长和产量有明显的作用。本文主要探讨在非灭菌条件下 VA 菌根真菌对玉米磷氮营养的影响及由此引起的连锁反应, 为农业生产中应用 VA 菌根提供科学依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

VA 菌根真菌由北京农业大学提供; 土壤为壤质潮土, 基本理化性状: 有机质  $12.1\text{g/kg}$ , 全氮  $1.0\text{g/kg}$ , 全磷  $1.8\text{g/kg}$ , 全钾  $17\text{g/kg}$ , 速效磷  $10.29\text{mg/kg}$ , pH8.3。

### 1.2 处理

设 4 个处理: ①对照施过磷酸钙; ②VA 菌根 (无磷肥); ③VAM+磷矿粉; ④VAM+过磷酸钙。各处理等量施用 N、K 肥, 有磷处理的磷肥施用量为每公顷  $60\text{kg P}_2\text{O}_5$ , 小区面积  $70\text{m}^2$ , 重复 3 次, 随机排列。供试作物为中单 2 号夏玉米, 将接种剂均匀撒施于播种沟旁, 接种剂用量为每小区  $3\text{kg}$ 。

### 1.3 测定方法

植株全磷、全氮用  $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}_2$  消煮, 开氏法测氮、钒钼黄比色测磷; VA 菌根真菌侵染率按 Philips & Hayman 方法镜检。各次数据经方差分析, 以比较其差异显著性。

2 结果与讨论

2.1 VA 菌根对玉米生长状况的影响

田间玉米苗龄 30 天时调查玉米的生长状况，其结果见表 1。

表 1 VA 菌根对田间玉米生长状况的影响（苗龄 30 天,30 株平均）

处 理	株高(cm)	叶长(cm)	叶宽(cm)	茎粗(cm)	单株鲜重(g)
ck	59.2	56.87	7.83	5.6	83.4
VAM	57.3	54.92	6.78	5.5	80.2
VAM+磷矿粉	62.0	58.13	8.45	6.0	86.3
VAM+过磷酸钙	64.2**	61.32**	9.56**	6.1**	90.2**

注：\* \* 表示 0.05 水平差异显著。

由表 1 可知，除无外加磷源处理外，接种 VA 菌根后玉米的苗期生长状况都有明显的改善，测定的各项生育指标均比未接种的要高，其中以 VAM+过磷酸钙的植株生长状况为最好，其株高、叶长、叶宽、茎粗及单株鲜重分别比 ck 增加 8.4%，8%，23.1%，9%，8.2%。VAM+磷矿粉的植株的各项测定结果稍低于 VAM+过磷酸钙处理，但高于 VAM 和 ck，这也许与石灰性土壤 pH 高的土壤化学环境不利于磷矿粉中磷的释放有关。无外加磷源的 VAM 处理比 ck 稍差，这可能是由于在土壤速效磷不高的情况下，VA 菌根感染率低，玉米因缺磷而生长不良所致。

2.2 VA 菌根对玉米产量及其他生育性状的影响

从表中可以看出，除 VAM 处理外，接种 VA 菌根对玉米的生长发育和产量有较为明显的作用，所调查的 7 项指标 VAM+过磷酸钙与 ck 相比差异显著，显示了玉米接种 VA 菌根后的生长优势。分析构成玉米产量的几个主要因子的状况，VAM+过磷酸钙处理的千粒重、穗长、穗粗分别比 ck 高出 17.9%、24.84%、3.1%，而秃尖长度则缩小了一倍。结果表明，施用 VA 菌根真菌对降低玉米穗位、促进雌穗发育的作用十分明显，产量提高幅度较大。从表 2 还可看出，尽管磷矿粉的效果不如过磷酸钙，但它们之间的差异并不明显，这种作用对于石灰性土壤上施用磷矿粉是十分有益的。分析 ck 和 VAM 两处理玉米的生育状况及产量可以看出，ck 处理稍优于 VAM 处理，但它们之间差异不大。因此可以这样认为，仅接种 VA 菌根的增产效果，相当于每公顷施 60kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 的处理，这进一步说明了玉米接种 VA 菌根的生长优势。

表 2 VA 菌根对玉米产量及其他生育性状的影响（13 周,30 株平均）

处 理	株高(cm)	穗位(cm)	穗长(cm)	秃尖(cm)	千粒重(g)	穗粗(cm)	产量(kg)
ck	236.7	103.2	16.1	0.75	257	4.49	45.0
VAM	235.2	103.1	16.0	0.78	250	4.45	44.5
VAM+磷矿粉	241.2	97.3	19.1	0.41	273	4.50	48.2
VAM+过磷酸钙	245.1**	95.2**	20.1**	0.37**	303**	4.63**	51.8**

注：\* \* 表示 0.05 水平差异显著，产量为小区产量。

2.3 VAM 对玉米植株磷、氮含量的影响

在玉米收获期，测定 VA 菌根真菌的侵染率和植株根茎叶的磷、氮含量，结果见表 3。

接种 VA 菌根真菌的处理, 其侵染率均高于 ck, 加磷处理的 VA 菌根真菌侵染率高于未加磷的处理。表明, 在本试验条件下, 供给玉米适量磷素营养, 可以提高 VA 菌根真菌的侵染率, VAM+磷矿粉处理低于 VAM+过磷酸钙, 可能也是受石灰性土壤高 pH 的影响。植株各部位磷、氮含量也表现了同样的规律, 即除 VAM 外, 接种 VA 菌根的玉米, 其各部位磷、氮含量均高于不接种的处理。玉米茎叶根的含磷量, VAM+过磷酸钙的处理分别是对照的 1.2, 1.4 和 1.6 倍。而玉米茎叶根中的含氮量, VAM+过磷酸钙的处理分别是对照的 1.8, 1.13 和 1.16 倍。比较 ck 和 VAM 两处理玉米植株磷含量可以发现, 两者之间的数值基本接近, 因此可以认为, 通过接种 VA 菌根, 玉米可获得与不接种而施磷量为 60kg  $P_2O_5$  / hm<sup>2</sup> 时大致相同的磷素营养水平。上述结果表明, 玉米接种 VA 菌根真菌后能促进根系对磷、氮养分的吸收, 从而促进玉米的生长。

表 3 VAM 对玉米植株磷、氮含量的影响 (13 周)

处 理		ck	VAM	VAM+磷矿粉	VAM+过磷酸钙
VA 菌根侵染率		12	22.2	32.3	40.2
$P_2O_5$ (g / kg)	茎	1.1	0.8	1.2	1.3
	叶	1.8	1.5	2.0	2.5
	根	1.3	1.1	1.5	1.8
N(g / kg)	茎	2.8	2.8	4.5	5.1
	叶	17.6	17.1	18.4	19.9
	根	5.4	5.2	5.8	6.3

2.4 VA 菌根真菌对玉米子粒品质的影响

分析玉米子粒中蛋白质及全磷的含量表明, 接种 VA 菌根真菌与未接种 VA 菌

表 4 VA 菌根真菌对玉米子粒品质的影响

处 理	ck	VAM	VAM+磷矿粉	VAM+过磷酸钙
全磷含量(g / kg)	0.69	0.61	0.72	0.80**
蛋白质含量(g / kg)	7.93	7.70	8.45	8.69**

注: \*\* 表示 0.05 水平差异显著

根真菌相比, 玉米子粒的氮磷营养成分有较大差异 (表 4)。除 VAM 外, 接种 VA 菌根真菌处理的玉米子粒全磷含量分别比对照增加 4.3%、15.9%, 蛋白质含量则分别增加 6.6%、9.6%, 表明在同样的磷肥水平条件下, 施用 VA 菌根真菌能显著改善玉米子粒的品质。

3 讨论

本研究成果与前人研究成果一致, 即 VA 菌根真菌能促进植物吸收氮、磷养分, 并对宿主植物的生长和产量有明显的促进作用。玉米接种 VA 菌根后, 可以吸收更多磷的现象, 可从以下几方面来解释: (1) 菌根真菌改变植物根系的形态特性, 根长减少, 根系变粗。(2) 增加植物根系的吸收表面积。(3) 菌根植物可通过真菌菌丝有效地向寄主运送养分, 受菌根真菌侵染的根能保持更长的活性吸收期。研究表明, 接种 VA 菌根后, 有助于玉米吸收更多的磷营养, 同时也提高了玉米对氮素的吸收能力。这种作用在磷素供应充足时

更为显著。

每公顷施 60kg  $P_2O_5$  的条件下, 接种 VAM 对玉米生长、玉米各部位的氮、磷含量均有明显的作用, 而仅接种 VAM 的处理比 ck 稍差, 这表明在无外加磷源时 VA 菌根真菌感染率低, 玉米因缺磷而生长状况不如对照。石灰性土壤由于其高 pH 的缘故, 使得磷矿粉的效果比过磷酸钙稍差, 但仍有一定的增产作用。

在华北全磷含量不低而普遍缺磷的土壤上, 应用 VA 菌根真菌, 可以提高磷肥利用率, 开发利用土壤磷库, 从而减少磷肥的施用量, 这无疑为本地区农业生产带来巨大的经济效益。

### 参 考 文 献

- 1 林先贵, 郝文英等, 在非灭菌土壤条件下施用磷肥对 VA 菌根效应的影响. 土壤学报, 1989, 26 (2): 179~184
- 2 郝文英, 林先贵, 顾希贤. 几种土壤的 VA 菌根效应及其应用前景. 土壤学报, 1991, 28 (2): 124~130
- 3 周文龙等. 供应不同形态氮肥 VA 菌根对三叶草苗期生长和磷素营养的影响. 北京农业大学学报, 1993, 19 (1): 77~81
- 4 Philips JM and Hayman DS: Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Trans Br Mycol Soc, 1970 (55): 158~161

## Effect of VA Mycorrhiza Fungi on Maize Absorption of Phosphorus and Nitrogen Nutrition under Unsterilized Conditions

Lu Wenlong Zheng Heling Pan Jie Wang Defang  
(Tianjin Institute of Soil and Fertilizer Sciences, Tianjin)

**Abstract** The effect of VAM(VA mycorrhiza; *Glomus* sp) on maize was studied in the field experiment in unsterilized fluvo-aquic soil. The experiment results showed that inoculating with VA mycorrhiza and applied 60kg  $P_2O_5$  / ha was beneficial to P and N contents of plant, promoting plant growth and improving output and quality of maize. Owing to the high pH value of calcareous soil, the effect of VAM in the treatment of ground phosphate rock was not as good as the treatment of calcium superphosphate. The growth vigour and yield of maize in treatment of inoculating with VAM but no additional P was similar to check plot.

**Key words:** Vesicular-arbuscular mycorrhiza; Maize; P and N nutrition