

VA 菌根对绿豆 (*Phaseolus aureus*)^{*} 吸磷和固氮的影响

汪洪钢 吴观以 李慧荃
(中国农业科学院土壤肥料研究所)

EFFECT OF VA MYCORHIZA ON THE PHOSPHORUS UPTAKE AND NITROGEN FIXATION OF *PHASEOLUS AUREUS*

Wang Honggang, Wu Guanyi and Li Huiquan

(Institute of Soil and Fertilizer, Academy of Agricultural Science)

菌根广泛存在于自然界,农作物中除十字花科和藜科外,一般都有 VA 菌根。豆科植物实际上是由寄主、根瘤菌和 VA 菌根真菌三种生物组成的共生联合体^[6]。

大量试验已经证明 VA 菌根的作用与植物的营养有关,尤其对磷素的吸收关系更为密切,豆科植物的结瘤和固氮也需要有足够的磷素供应^[7,1]。

Daft 和 Nicolson (1966) 指出接种 VA 菌根真菌不仅提高植物对可溶性磷素的吸收,而且也能利用难溶性的磷酸盐如骨粉、磷灰石和磷酸三钙等。Daft, El-Giahmi 和 Mosse 等曾用菜豆、苜蓿、花生等豆科植物,研究了 VA 菌根对难溶性磷酸盐的利用^[3,4,7]。我们以绿豆作为试验植物,通过根瘤菌与 VA 菌根真菌双接种,研究菌根在利用磷矿粉、骨粉,提高结瘤、固氮中的作用,并用可溶性的 KH_2PO_4 作了比较。

一、材料和方法

1. 试验所用绿豆为“高阳绿豆”^[1]。接种的根瘤菌为 8B6 (*Rhizobium* sp. 8B6), 接种的 VA 菌根真菌为 *Glomus* sp.^[2]。

2. 试验所用化肥为摩洛哥磷矿粉和市售脱胶骨粉。

3. 试验所用容器为方形塑料盒,边长 10 厘米,培养用砂为河砂,直径为 1—2 毫米。试验前把洗净的塑料盒浸泡在高锰酸钾溶液中 2 小时,取出晾干后,用 75% 酒精擦洗,表面消毒。砂子经过两次高压灭菌(每次 15 磅,1 小时)。

4. 试验共五个处理:(1)磷矿粉+根瘤菌(R);(2)磷矿粉+根瘤菌(R)+菌根真菌(G);(3)骨粉+根瘤菌(R);(4)骨粉+根瘤菌(R)+菌根真菌(G);(5) KH_2PO_4 + 根瘤菌(R)。每项处理重复 5 次。每个塑料盒装砂子 600 克,处理(1)和(2)每盒加进磷矿粉 0.4 克,处理(3)和(4)每盒加进骨粉

* 本试验得到了胡济生教授的指导,特此谢意。

1) 系中国农业科学院品种资源所赠送。

2) 引自山东省泰安地区农科所,经我们在苏丹草上繁殖并进行了初步鉴定。

0.49克,处理(5)加进 KH_2PO_4 0.24克。

5. 接种方法: 接种前,把称好的磷矿粉、骨粉和 KH_2PO_4 , 分别与砂子充分拌匀,在砂子的中央挖一个小坑,将剪成1毫米长、侵染有 *Glomus* sp. 的根段约50毫克放在坑内,把经 HgCl_2 消毒并在无菌条件下催过芽的种子,浸泡在 *Rhizobium* sp. 的悬浮液中,10分钟后取出,每盒播种5粒,并加入适量菌悬液。13天后疏苗,每盒定苗2株。

6. 测定项目: 试验分二批进行,第一批于1981年6月11日播种,9月2日收获。测定项目有株高、叶数、叶面积、荚数、荚干重和菌根真菌的侵染率;第二批于7月30日播种,9月4日正值盛花期收获,测定结瘤量和固氮酶活性¹⁾,以及茎叶中的含磷量和含氮量²⁾。

菌根真菌的侵染率是按照 Phillips 和 Hayman 的方法,对根系进行染色处理,每盒随机取短根30段(每一处理5个重复取150段)在显微镜下检查,计算侵染率。

二、结果和讨论

第一批绿豆砂培试验83天,结果不论以磷矿粉或骨粉作为磷源,根瘤菌与VA菌根真菌双接种的植株都比单一接种根瘤菌的植株长势好(照片1),尤其是以骨粉作为磷源效果更加显著。



照片1 不同磷源培养的绿豆

R——接种根瘤菌; R+G——接种根瘤菌和菌根真菌

由表1可见,双接种植株的株高、叶数、叶面积、荚数和荚干重比单接种分别增加

表1 不同磷源接种根瘤菌(R)和根瘤菌与菌根真菌双接种(R+G)对绿豆生长和结实的影响

处 理	株 高 (cm)	叶 数/株	叶 面 积 (cm^2 /株)	荚 数/株	荚 干 重 (g/株)	菌 根 真 菌 侵 染 (%)
磷矿粉+R	21.41	8.7	52.05	2.0	0.29	0
磷矿粉+R+G	22.63	11.8*	81.26*	3.0	0.56	99
骨 粉+R	20.40	8.0	49.23	2.5	0.44	0
骨 粉+R+G	25.28**	14.1**	125.12**	8.8**	1.28**	100
KH_2PO_4 +R	27.90	17.4	196.91**	17.5**	3.80**	0

* 差异显著 ($p = 0.05$)。

** 差异极显著 ($p = 0.01$)。

1) 固氮酶活性用 102 G 型气相色谱仪测定。

2) 茎叶中的含磷量和含氮量委托中国农业科学院中心化验室分别用钼兰法和凯氏定氮法测定。

23.92%, 76.25%, 154.15%, 252% 和 190.9%, 但五项处理中, 各种测定的项目均以 KH_2PO_4 + 根瘤菌为最高。

表 2 不同磷源接种根瘤菌 (R) 和根瘤菌与菌根真菌双接种 (R + G) 对绿豆结瘤、固氮以及茎叶中含磷量和含氮量的影响

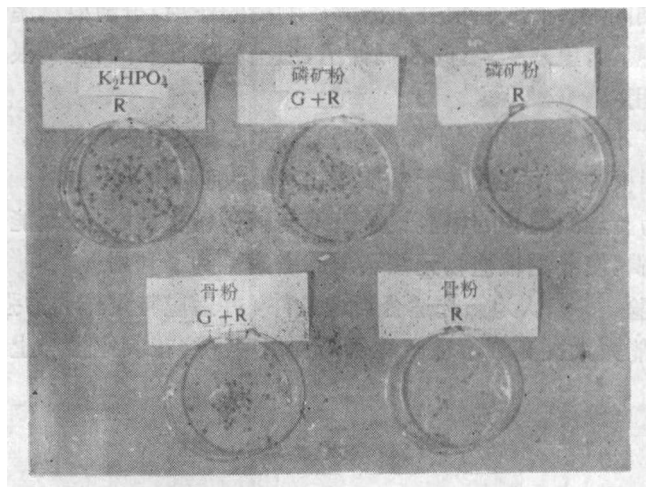
处 理	鲜瘤重量 (g/盆)	固氮酶 ¹⁾ 活性	茎叶干重 (g/盆)	根的干重 (g/盆)	茎叶中含磷量 (%)	茎叶中含氮量 (%)	菌根真菌 的侵染率 (%)
磷矿粉+R	0.06	0.78	0.31	0.12	0.08	1.77	0
磷矿粉+R + G	0.19**	11.98**	0.38	0.18**	0.17**	2.25**	97
骨 粉+R	0.05	0.83	0.26	0.10	0.08	1.46	0
骨 粉+R + G	0.22**	13.59**	0.40*	0.18**	0.21**	2.17**	95
KH_2PO_4 + R	0.31**	15.93**	0.46	0.13	0.27**	2.18	0

1) 按微克分子 C_2H_4 /克鲜瘤/小时计算。

* 差异显著 ($p = 0.05$)。

** 差异极显著 ($p = 0.01$)。

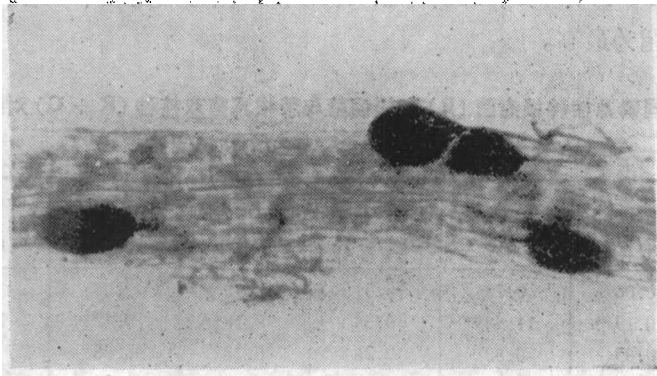
第二批绿豆砂培试验 36 天。其结果从表 2 可见, 以磷矿粉为磷源, 双接种 (R + G) 比单接种 (R) 鲜瘤重量增加 2 倍, 结的瘤也大(照片 2), 固氮酶活性增加更为显著, 为单



照片 2 不同处理的 10 株试验植物上摘下的全部根瘤

R——接种根瘤菌; R + G——接种根瘤菌和菌根真菌。

接种的 15.35 倍, 茎叶中含磷量增加 1 倍以上, 含氮量增加 27.11%。以骨粉作为磷源, 双接种比单接种的效果更好, 鲜瘤重量增加 3.4 倍, 固氮酶活性为单接种的 16.37 倍, 茎叶中含磷量增加 1.62 倍, 含氮量增加 48.63%。双接种的茎叶干重和根的干重也都大于单接种, 但五个试验处理从结瘤和固氮的效果看, 仍以 KH_2PO_4 + 根瘤菌为最好; 在以磷矿粉和骨粉分别为磷源单一接种根瘤菌时, 其两种处理之间则无明显差异。接种菌根真菌的植株根系的侵染率都在 95% 以上, 在显微镜下可以看到皮层中存在有大量的泡囊、丛枝和管状菌丝(照片 3)。



照片 3 被菌根真菌侵染的绿豆根

深色椭圆形构造为泡囊；着色较浅分散在皮层细胞内的构造为丛枝。

两批试验所得结果趋势是完全一致的，说明菌根真菌确实能够利用难溶性的磷矿粉或骨粉，但对植物和根瘤菌来说，其作用的效果仍然不如 KH_2PO_4 ，这可能是因为磷酸二氢钾是可溶的，能够充分满足植物和根瘤菌对磷的需要。

至于菌根植物如何利用难溶性的磷酸盐的问题，根据 Sander 和 Tinker 及 Hayman 和 Mosse 等人用放射性磷所做的试验^[6,7]结果表明，菌根植物和非菌根植物吸收的磷比活性 ($^{32}\text{P}/^{31}\text{P}$) 是相同的，说明菌根并无溶解矿物磷的作用，被菌根真菌侵染的植株主要是由于菌根发达的菌丝，里外相通，向四周伸出，超出根的缺磷圈，将离根表较远的磷也能吸收过来供植物利用。

Baylis 研究了不同类型的植物^[2]，发现没有根毛或根毛少的植物，从菌根得到的好处更大，这也说明菌根的作用主要在于增加植物的吸收面积。

Hayman 认为菌丝比植物的根能更紧密地与磷矿粉相接触，从而能有效地吸收磷矿粉颗粒表面游离的磷，使非菌根植物无法利用的磷素得到了利用。

通过以上试验，我们认为筛选适合当地条件，并适应特定作物力强、侵染率高的有效菌根菌种，有可能大大提高难溶性磷酸盐的利用率。这在农业生产上将具有重要的实践意义。

参 考 文 献

- [1] Azcon de Aguilar, Azcon, R. and Barea, J. M., 1979: Endomycorrhizal fungi and rhizobium as biological fertilizers for *Medicago sativa* in normal cultivation. *Nature*. 279: 325—327.
- [2] Baylis, G. T. S., 1972: Minimum levels of available phosphorus for non-mycorrhizal plants. *Plant and Soil*. 36: 233—234.
- [3] Daft, M. J. and El-Giahmi, 1975: Effects of glomus infection on three legumes. In: *Endomycorrhizas*, ed. Sanders, F. E., Mosse, B. and Tinker, P. B., 583—592.
- [4] Daft, M. J. and El-Giahmi, A. A., 1976: Studies on nodulat and mycorrhizal peanuts. *Ann. Appl. Biol.*, 83: 273—276;
- [5] Hayman, D. S., 1980: Mycorrhiza and crop production, *Nature*, 287, 487—488.
- [6] Jones, F. R., 1924: A mycorrhizal fungus in the roots of legumes and some other plants. *J. Agri. Res.*, 29: 459—470.
- [7] Mosse, B., Powell, C. L., and D. Hayman, D. S., 1976: Plant growth response to vesicular-arbuscular mycorrhiza. I Interactions between VA mycorrhiza, rock phosphate and symbiotic nitrogen fixation. *New Phytol.*, 76: 331—342.
- [8] Sander, F. E. and Tinker, P. B., 1971: Mechanism of absorption of phosphate from soil by *Endogone* mycorrhizas. *Nature*. 233. 278—279.