



VA 菌根与根瘤菌的相互关系及对花生生长的影响

汪洪钢 吴观以 李慧荃

(中国科学院土壤肥料研究所,北京)

菌根是真菌与植物根系的共生体,在自然界中广泛存在,特别是 VA 菌根在大多数作物上均有发现。作为人类所需蛋白质主要来源的豆科植物实际上是由根瘤菌、菌根真菌和宿主三种生物组成的共生体。

近年来,一些学者曾对菌根真菌和根瘤菌的相互关系以及它们对豆科植物生长的影响做了研究。在熏蒸的土壤上接种菌根真菌,大豆的小区产量比未接种的对照增加 29%^[1]。接种菌根真菌和根瘤菌的花生根上的瘤数和乙炔还原率是单一接种根瘤菌的 4 倍^[2]。使正常结瘤的大豆与不能结瘤的大豆同时接种菌根真菌,发现结瘤的大豆接种菌根真菌能显著增产,而不结瘤的大豆虽然也侵染有菌根,但种子中的蛋白质含量和叶片中的含氮量与对照相比并无明显差异^[3],说明菌根不能固氮。柱花草体内必须含有按干重计算不得低于 0.1% 的磷才能结瘤,而接种菌根(或施磷肥)就能满足这一要求^[4]。

我们选用花生作为实验材料,研究了 VA 菌根真菌(Vesicular-arbuscular mycorrhiza)和根瘤菌的相互关系,并观察,它们对宿主植物生长的影响。

材料和方法

(一) 作物的品种和菌种

实验用的花生为“狮油 15 号”,由北京市农科院作物所提供。VA 菌根真菌为 *Glomus epigaeus* 系中国林业科学院林业研究所赠送。根瘤菌为 *Rhizobium* sp. 009。

(二) 栽培与处理

实验用砂培法,在每个方形塑料盒(边长 10cm)中装河砂 500g(砂中含有有效磷 3.2ppm),

以国产钟祥磷矿粉作磷源,共设 4 个处理:(1)对照;(2)接种菌根真菌;(3)接种根瘤菌;(4)接种菌根真菌和根瘤菌。每个处理 5 次重复。

播种前,花生种子用 75% 酒精和 0.1% H_2Cl_2 表面消毒,洗净后置 28℃ 温箱中催芽,砂子经过高压灭菌(15 磅 1 小时)。按每公斤砂加 60mg 磷计,在 500g 的砂中加进钟祥磷矿粉 0.36g。将已萌发的花生种子浸泡在根瘤菌的悬浮液中,半小时后进行接种。每盒用灭菌土盆栽,人工接种 VA 菌根真菌的三叶草的根际土 5g(含有孢子、菌丝和侵染根)作为菌根真菌的接种物,均匀地铺在砂子的表面,上面再覆盖约 0.5 cm 厚的砂,保证根长出后很快就能与接种物相遇。对照与接种根瘤菌的处理,每盒加进 2ml 浸泡菌土的过滤液,以提供除菌根真菌外的其他微生物。4 种处理每盒播种花生种子 2 粒,一周后间苗,留苗 1 株。用自来水灌溉,使砂子保持湿润状态,不施任何肥料。1982 年 5 月 15 日播种,8 月 9 日收获,生长期 86 天。

(三) 测定方法

用凯氏定氮法测定氮,用钼蓝法测定磷。固氮酶活性采用乙炔还原法测定。VA 菌根真菌侵染率用压片法^[5]测定。

结 果

(一) 接种 VA 菌根真菌和根瘤菌对结瘤和固氮酶活性的影响

单一接种 VA 菌根真菌的植株不结瘤也测不出固氮酶活性,但 VA 菌根真菌和根瘤菌双接种则促进了结瘤和提高了固氮酶活性,每株鲜瘤重量比单一接种根瘤菌提高 1 倍以上;固氮酶活性则是单一接种根瘤菌植株的 5 倍(表 1)。

表 1 根瘤鲜重与固氮酶活性

接 种 物	鲜瘤重 (克/株)	固氮酶活性 (毫微克分子 C ₂ H ₄ /株/小时)
对照	0 a	0 a
VA 菌根真菌	0 a	0 a
根瘤菌	0.047 b	377.07 b
VA 菌根真菌+根瘤菌	0.109 c	2190.67 c

p=0.05, 每纵行上的数字后面标以不同字母表示差异显著。

(二) 植株中的含磷量、含氮量和 VA 菌根真菌的侵染率

实验结果看到, 接种菌根真菌的植株提高了茎叶中磷的含量, 接种根瘤菌的植株提高了茎叶中氮的含量, 但四种不同处理, 无论磷的含量或氮的含量都以 VA 菌根真菌加根瘤菌双接种植株为最高(表2)。双接种植株茎叶中含磷量

表 2 植株中含磷量、含氮量和菌根侵染率

接 种 物	茎叶中含磷量 (g/株)	茎叶中含氮量 (g/株)	根中含磷量 (g/株)	菌根侵染率 (%)
对照	0.107a	0.903a	0.039a	0
VA 菌根真菌	0.255b	0.983a	0.058a	85
根瘤菌	0.114a	1.323b	0.047a	0
VA 菌根真菌+根瘤菌	0.384b	2.220c	0.109b	90

p=0.05, 每纵行上的数字后面标以不同字母表示差异显著。

是单一接种菌根真菌植株的 1 倍, 含氮量是单一接种根瘤菌植株的 2 倍。四种处理根的含磷量都不高于茎叶中含磷量, 但也以双接种为最高。可见, 在 VA 菌根真菌与根瘤菌之间, 确实存在互为有利的关系, 两者之间的作用是互为促进的。双接种植株根系菌根真菌侵染率也比单一接种菌根真菌的植株略有提高。

(三) VA 菌根真菌和根瘤菌对花生植株生长的影响

接种 VA 菌根真菌和根瘤菌后对花生生长有明显影响。接种根瘤菌的植株叶片呈深绿色, 未接种根瘤菌的植株(包括对照和单一接种菌根真菌)叶片发黄。四种处理以双接种的植株生长最旺盛, 不仅叶色深绿, 而且叶片最多。从干重也可以看到接种根瘤菌的植株由于固氮作

用, 茎叶干重总是大于未接种根瘤菌的植株。根瘤菌与菌根真菌双接种又使茎叶干重比单一接种根瘤菌的植株茎叶干重有了显著提高, 充分显示出双接种比单一接种根瘤菌对宿主的生长更为有利。根的干重虽然在不同处理之间也有差异但不明显。茎叶干重与根干重的比值反映出根系吸收水分和矿物营养功能的大小。实验结果表明接种 VA 菌根真菌有效地提高了根系的吸收能力, 四项处理中也是以 VA 菌根真菌与根瘤菌双接种植株茎叶干重与根干重的比值为最大(表 3)。

表 3 VA 菌根真菌和根瘤菌对花生生长影响

接 种 物	茎叶干重 (克/株)	根干重 (克/株)	茎叶干重/ 根干重
对照	0.62a	0.59a	1.39
VA 菌根真菌	0.85ab	0.52a	1.63
根瘤菌	0.91b	0.67a	1.36
VA 菌根真菌+根瘤菌	1.38c	0.75a	1.84

p=0.05, 每纵行数字后面标以不同字母表示差异显著。

讨 论

实验结果一方面肯定了 Ross 和 Harper^[1]、Daft 和 El-Giahmi^[2]、Schenck 和 Hinson^[3] 等人的观察, 即 VA 菌根真菌与根瘤菌双接种比单一接种根瘤菌提高了豆科植物结瘤和固氮的能力, 尤其是在缺少营养或营养水平较低的土壤中, 效果更为显著; 另外, 还看到 VA 菌根真菌和根瘤菌对宿主植物的作用是互为有利, 相互促进的。

豆科植物结瘤和固氮需要足够的磷^[6,7] 而有 VA 菌根的植株体内含磷量成倍增加, 恰好满足了根瘤菌结瘤和固氮在磷素上的需要。又据文献报道, 菌根真菌除提高磷素的吸收外, 还能提高铜、锌等微量元素的吸收^[4], 而这些微量元素也是生物固氮所必需^[8,9]。

接种根瘤菌使植株需要的氮素营养充足, 生长健壮, 促进了菌根真菌的侵染, 从而也就增强了对磷的吸收。双接种的植株茎叶内磷的含量明显地多于单一接种 VA 菌根真菌的植株。

接种 VA 菌根真菌并未增加根的干重, 但却提高了茎叶干重与根干重的比值, 这是由于

形成的大量菌丝实际上等于增加了根的吸收面积,从而提高了根的吸收效率。

深入研究 VA 菌根真菌与根瘤菌的相互关系和对豆科植物生长的影响,将有利于我们对自然界中这三种生物之间共生关系的进一步认识。

参 考 文 献

- [1] Ross, J. P. and J. A. Harper: *Phytopathology*, 60: 1552—1556, 1970.
- [2] Daft, M. J. and A. A. El-Giahmi: *Ann. Appl. Biol.* 83: 273—276, 1976.
- [3] Schenck, N. C. and K. Hinson: *Agron. J.* 85: 849—850, 1973.
- [4] Mosse, B.: In *Exploiting the legume-Rhizobium symbiosis in tropical agriculture* (ed. J. M. Vincent, A. S. Whitney and J. Rose) University of Hawaii, 1976.
- [5] Daft, M. J. and T. H. Nicolson: *New Phytol.* 71: 287—295, 1972.
- [6] Andrew, C. S. and M. F. Robins: *J. Agric. Res.* 20(4): 665—674, 1969.
- [7] Demetrio, J. L. et al.: *Agron. J.* 64: 566—568, 1972.
- [8] Hallsworth, E. G.: In *Nutrition of the legumes*, Butterworths, London, 183—201, 1958.
- [9] Shukla, U. C. and O. P. Yadav, *Plant and Soil.* 65: 239—248, 1982.