

黄潮土中 VA 菌根的调查

顾希贤 林先贵 郝文英

(中国科学院南京土壤研究所)

能与高等植物根形成泡囊—丛枝状菌根(简称 VAM)的真菌,在土壤中分布广泛,若能在植物生长早期侵染并定殖于根部,则能促进植物吸收养分、加速生长并提高抗逆能力^[1]。VAM 真菌的侵染率及其扩展程度受其本身性质、土壤中繁殖体存在的密度、寄主种类、土壤性质、气候和水分条件及农业技术措施等多种因素的影响^[2]。为了探明黄潮土中 VAM 真菌的分布及其在作物根上的定殖情况,我们对封丘县几个主要类型黄潮土上多种作物进行了调查和试验。结果如下。

一、材料和方法

(一)土壤 调查和试验用土壤是分别分布于黄陵、潘店、居庸、大村和荆隆宫乡的砂土、两合土、淤土、瓦碱及盐土和水稻土。

(二)田间作物自然侵染率的调查 于冬、春两季分别调查小麦苗期和分蘖—拔节期 VAM 的侵染率;夏、秋两季分别调查谷子、大豆、高粱、玉米、棉花及绿豆等夏播作物各生长期的 VAM 侵染率。上述六种土壤每种作物各选一块田,取 5 点耕层土壤和 5 组作物根系(每组 5 株作物)。根系经处理后用直线切点法计数受侵染根长占总根长百分数,用湿筛法计数土壤中 VAM 真菌的孢子数^[3];以 0.5M NaHCO₃ 提取测定土壤有效磷含量。

(三)盆栽土壤中 VAM 侵染力的测定

1. 自然侵染力的测定:上述六种土壤各选一块田,在 5 个点各取耕层土壤 6 公斤,充分混匀,分装于 12×14 厘米的 6 个瓷盆中,种绿豆。出苗后每盆定苗 6 株,在生长 2、4 和 6 周时各取 2 盆,测定根部 VAM 侵染率及土中 VAM 真菌的孢子数。

2. 用植物诱饵法测定 VAM 真菌的侵染潜力:上述六种土壤各选一块田,在 5 点各取耕层土壤 1 公斤,以湿筛法取得 VAM 真菌的繁殖体作为接种物,放在预先装有石英砂的塑料杯(容量为 500 毫升)中,其石英砂量为杯高的 5 分之 3,加 Hoagland* 溶液 50 毫升,盖上 1 厘米厚的石英砂,播种小麦或豌豆后再盖 1 厘米厚的石英砂,加水使达最大持水量的 60%,以后定期称重、加水,以保持水分。出苗后 3 周用直径 1.5 厘米打孔器取根样,测定 VAM 侵染率,6 周时收获,测定 VAM 侵染率和植株鲜重。

* Hoagland 溶液:1000ml 中含 1MKH₂PO₄ 1ml, KNO₃ 5ml, Ca(NO₃)₂ 5ml, MgSO₄·7H₂O 2ml, H₃BO₃ (2.86 克/1000ml 水) 1ml, MnCl₂·4H₂O (1.81 克/1000ml 水) 1ml, ZnSO₄·7H₂O (0.22 克/1000ml 水) 1ml, CuSO₄·5H₂O (0.08 克/1000ml 水) 1ml, H₂MoO₄·H₂O (0.02 克/1000ml 水) 1ml, FeSO₄·7H₂O (5.57 克 + EDTA 7.45 克/1000ml 水) 1ml。

二、结果和讨论

(一)不同土壤中 VAM 的自然侵染率

对大田作物侵染情况的观察表明, VAM 真菌在两合土上对棉花的侵染率为 10% (图 1), 对小麦为 8% 左右, 砂土上对小麦的侵染率为 11% 左右, 其余各种土壤上对小麦均小于 5%, 对棉花的侵染率要高于小麦, 盐碱土特别是 NaCl 盐土不利于 VAM 真菌发育, 对小麦的侵染率小于 1%。可能由于 Cl^- 影响了 VAM 真菌孢子的发芽和侵染所致^[4]。

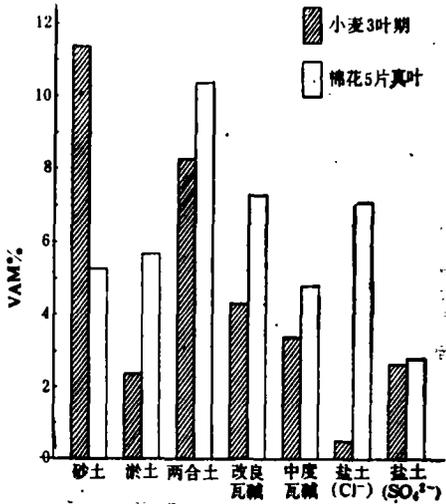


图1 不同土壤中小麦和棉花的VAM侵染率

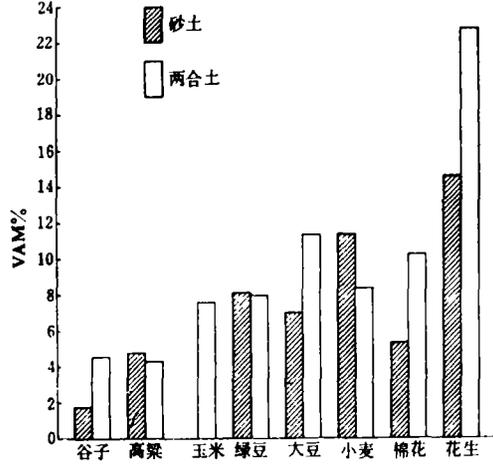


图2 各种作物苗期VAM侵染率

对生长于砂土和两合土的各种作物苗期 VAM 的观察表明, 无论那种土壤, VAM 的侵染率都不高(图 2), 两合土上侵染率在 10% 以上的作物有花生、棉花和大豆。在砂土上有花生和小麦。而谷子和高粱在两种土壤上其侵染率都低于 5%。

从整个生长期的调查结果看, 棉花的 VAM 侵染率始终最高, 生长中期 (开花—结铃期) 达 20% 以上, 其次是绿豆和玉米, 谷子最低, 始终在 5% 左右(表 1)。

(二)不同土壤中 VAM 真菌的侵染力

以砂土、两合土、淤土等进行的绿豆盆栽试验表明, 两合土中的 VAM 侵染率最高, 砂土和淤土相似, 改良后的瓦碱土和水稻土最低; 在这些土壤中, VAM 真菌对作物的侵染都有不同程度的滞后期, 砂土、水稻土及改良后瓦碱土 VAM 真菌对作物侵染的滞后现象更为显著(图 3)。表明这类土壤中土著 VAM 真菌的接种体势较低。

(三)不同土壤中 VAM 真菌的侵染潜力

在微生物与植物的共生系统中, 共生程度取决于微生物的性质、繁殖体密度、生长

表 1 作物生长期 VAM 侵染率 (%) 变化 (两合土, 田间调查)

作物	苗期 (6月29日)	中期 (7月27日)	后期 (8月5日)
谷子	4.5 ± 1.6	6.4 ± 2.2	4.6 ± 1.9
玉米	7.7 ± 3.6	13.0 ± 2.9	14.6 ± 2.2
高粱	4.5 ± 2.1	12.4 ± 3.2	10.0 ± 5.9
棉花	10.4 ± 5.5	22.9 ± 5.1	21.4 ± 4.6
大豆	8.6 ± 3.8	10.4 ± 2.0	6.9 ± 3.5
绿豆	9.3 ± 6.1	13.4 ± 4.3	19.0 ± 3.4

注: (1) 5月底或6月初播种, 6月中旬出苗。

(2) 表中数据为 5 个重复的平均值 ± 标准差。

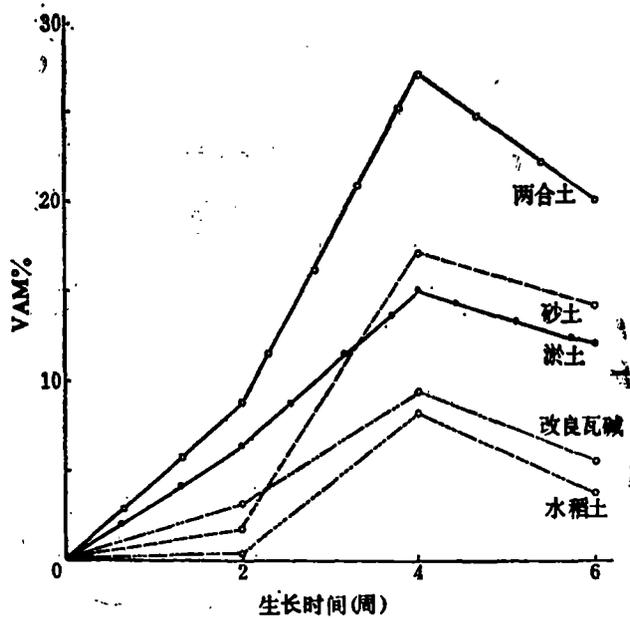


图3 不同土壤中VAM真菌的侵染力

表2 不同土壤中VAM真菌的侵染潜力*

土壤	VAM%				接种量 (孢子个/盆)
	3周		6周		
	小麦	豌豆	小麦	豌豆	
砂土	4.8	4.8	0.8	1.8	1380
两合土	29	24	7.3	16	2580
淤土	3.0	2.8	1.5	1.8	1230
盐土(Cl ⁻)	2.3	2.0	0.3	0	1750
中度瓦碱	2.8	5.3	3.0	5.0	1770
改良瓦碱	2.0	2.5	1.0	1.3	4230
盐土(SO ₄ ²⁻)	1.5	2.0	0.3	1.0	1530

* 4个重复平均值

每盆接种 1230 个孢子的淤土相似。这与改良瓦碱用的是磷石膏，土壤全盐量(0.234%)和有效磷含量(12ppm—P)等较高有关。

(四)影响 VAM 发育的一些因素

表3 磷肥不同用量对 VAM 真菌的影响*

磷肥用量 (P ₂ O ₅ 公斤/亩)	土壤有效磷(P-ppm)		VAM%		孢子(个/10克土)		小麦鲜重(克/株)	
	当季	后季	当季	后季	当季	后季	当季	后季
	0	2.4	2.0	6.2	3.4	6	9	1.4
2	2.9	2.1	6.3	6.8	9	20	2.9	1.3
4	4.9	2.4	12.4	12.7	10	25	3.5	1.2
6	5.9	3.8	3.1	9.2	5	7	4.2	2.2
8	9.4	6.5	4.1	5.9	3	5	3.6	1.8

* 潘店磷肥试验小区(两合土)，小麦分蘖—拔节期调查，5个重复平均值。

发育条件、与根相遇的机会及植物的感受性。为了比较不同土壤中 VAM 真菌的潜在侵染能力，尽量减少可变因素，从等量的不同土壤中以湿筛法取得接种物，在相同的排除了土壤因素的砂培条件下使之与植物建立共生关系，定期测定 VAM 侵染率。结果表明，从 1 公斤两合土获得的 VAM 真菌接种物对作物的潜在侵染力最大，其余各类土壤都很小(表 2)。但这些土壤中含有的 VAM 真菌孢子数量的多少与侵染程度未必一致。如改良瓦碱土，每盆接种孢子 4230 个，但侵染率与

有许多因素能影响 VAM 的发育, 这里我们仅就磷肥和前茬等因素进行讨论。

1. 磷肥: 适量的磷肥有利作物生长和 VAM 的发育, 如两合土上不施磷肥的小麦 VAM 侵染率为 6%, 每亩施相当于 P_2O_5 4 公斤(过磷酸钙)的则达 12%, VAM 真菌的孢子数也增加 1 倍左右, 且一直持续到下季作物。过多的磷肥会使 VAM 侵染率下降, 孢子数减少(表 3)。

2. 前茬: 用前茬不同的两合土做盆栽, 测定土壤中 VAM 真菌的侵染率, 前茬为大豆的侵染率高, 未出现滞后现象, 前茬为谷子的滞后期长, 侵染率亦低(图 4)。根据田间调查结

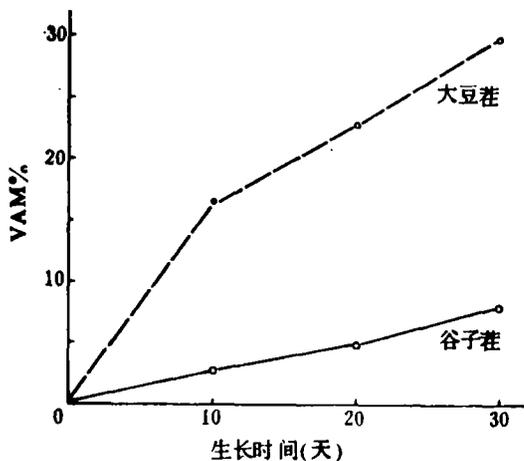


图4 前茬对 VAM 侵染率的影响

表 4 种植水稻对 VAM 真菌的影响(盆栽, 绿豆)

耕 作	VAM%			孢 子 (个/10 克土)	土壤有效磷 (P—ppm)
	10天	20天	30天		
连种10年水稻	0.5	8.3	3.9	3	4.4
连种4年水稻	6.6	3.0	7.8	13	4.8
早 作	3.1	2.4	9.3	10	4.8

* 土壤采自封丘县荆隆官乡水碾村, 试验重复 2 次。

果, 谷子根的 VAM 侵染率不超过 6.4%, 低于大豆 1 倍左右(表 1)。看来, 由于谷子侵染率低, 残留土壤中 VAM 真菌的繁殖体数量比其他作物要少, 因此使后茬作物 VAM 侵染率也低。

种水稻 10 年后, 土壤中 VAM 真菌的孢子数明显比种早作的少, VAM 的侵染也表现出滞后现象(表 4)。

农业技术措施不仅影响 VAM 真菌的侵染性和在植物营养上的作用, 也会改变土壤中 VAM 真菌种的组成。而这种影响又因土壤性质有所不同^[5]。

综上所述, VAM 真菌的侵染率及其扩展程度受土壤条件、VAM 真菌繁殖体密度(不仅是孢子数量)和侵染力, 前茬及气候条件等影响。VAM 真菌对作物吸收养分和生长的促进作用取决于作物生长早期的侵染率和扩展程度。只有在作物生长早期有比较高的侵染, 才可能有后期的壮苗和增产作用^[6]。黄淮海地区属半干旱地区, 冬、春低温, 干旱, 对 VAM 的形成极为不利, 小麦的 VAM 侵染率极低。

夏播作物的 VAM 侵染率一般也不高, 特别在作物生长早期, 各种作物的 VAM 侵染率都低于 10%(表 1), 这可能与土壤中繁殖体过少和适值干旱时播种有关, 因过低的土壤水分对 VAM 真菌孢子的发芽和随后的侵染是不利的^[7]。

各种类型土壤中 VAM 真菌的侵染力以两合土较高, 这可能预示了两合土中 VAM 真菌在作物生长中起较大作用。其他土壤中 VAM 真菌的活力较小, 因此, 应进一步探讨如何调控环境条件以提高其活力, 或接种活力高的 VAM 真菌来更好发挥它们的作用。

三、小结

1. 各主要类型的黄潮土中 VAM 真菌的侵染力以两合土为最高, 盐碱土最低; 不同作物中, 棉花的 VAM 侵染率较高, 谷子最低。

2. 在有效磷含量不高的两合土上施适量磷肥, 对 VAM 真菌的发育和侵染有促进作用,

(下转封 3)

农业生态系统中氮素循环研究 国际会议在澳大利亚召开

由国际土壤学会和澳大利亚土壤学会等机构组织的“农业生态系统中氮素循环研究的进展”的国际会议于1987年5月11日至15日在澳大利亚北部的布里斯本市举行。会期5天，与会者160多名，来自世界上20多个国家，其中包括国际上大部分最负盛名的土壤氮素科学家，并作了报告。例如，美国的Hauek博士在报告中强调了氮素对人类社会的影响。Bremner博士对实验室的土壤氮素分析技术作了综述。Paul教授在题为“展望2000年——未来氮素的研究方向”的闭幕词中提出，目前氮素研究的总目标是使植物能完全地利用各种无机氮和消除氮素损失对环境的影响，并强调了计算机和生物遗传工程在氮素研究中的应用，期望未来有一天人类能够使谷类作物的根上结出固氮根瘤。

大会共有综述性的专题报告23篇，基本上涉及到了土壤氮素研究的全部领域。在每个报告后都安排有5—10分钟的讨论。而对于有些热门的课题(如反硝化和固氮)又都专门安排了半小时的专题讨论。从会议的报告和墙报可看出，目前对于在田间条件下反硝化测定方法的研究比较重视。有不少工作集中在如何利用高丰度的 ^{15}N 标记物直接测定反硝化产物，并已取得了很大的进展。

会议期间还专门安排了野外考察，考察了当地的菠萝农场、果园等。农场主们对科学施肥很重视，如菠萝农场雇用有专门的科研人员从事氮肥施用对水果品质影响的研究。

这次会议的论文集不久将可出版。

(陈德立)

(上接第208页)

过多的磷肥则有抑制侵染的现象。

3. 土壤中 VAM 真菌繁殖体的含量受前茬作物被侵染程度的影响,其影响大小因作物种类而异。

参考文献

- [1] Jakobsen, I., et al., *New Phytol.*, 93: 401-413, 1983.
- [2] Abbott, L., et al., *Aust. J. Agric. Res.*, 33: 389-408, 1982.
- [3] 中国科学院南京土壤研究所微生物室编著, 土壤微生物研究法, 78-81页, 科学出版社, 1985.
- [4] Hirre, M. C., et al., *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 44: 654-655, 1980.
- [5] Kruckelmann, H. W. *Endomycorrhizas* (eds: Sanders, F. E., et al.), 511-525, Academic Press, London. 1975.
- [6] Black, R. L. B., et al., *New Phytol.*, 83: 401-413, 1979.
- [7] Tommerup, I. C., *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 83: 193-202, 1984.