

VA 菌根降低植物对重金属镉的吸收

熊礼明*

(中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008)

Vesicular-arbuscular mycorrhizae decrease cadmium uptake by plant Xiong Li-Ming (Institute of Soil Science, Academia Sinica, Nanjing 210008), *J. Plant Resour. & Environ.* 1993, 2(3): 58~60

In a pot experiment, vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi (VAMF) (*Glomus mosseae*) along with various amounts of phosphorus and lime were introduced to an infertile acidic red earth (Typic hapludalf) previously amended with 8 mg Cd/kg soil. Dry matter of maize shoot after 60 days growth was collected and Cd as well as P content were determined. It was found that inoculation of VAMF significantly increased root infection and the highest infection occurred with lower P, lime treatment suggesting VAMF infection was influenced by high P and acidic reaction of the soil. Shoot Cd content indicated that the highest VAMF infection significantly decreased Cd accumulation in plant shoot. However, Cd accumulation in shoot was relatively unaffected by VAMF in other lower infection treatments. It is suggested from the results that heavy mycorrhizal infection may contribute to restricting Cd uptake by host plants.

关键词 VA 菌根; 镉; 植物吸收

Key words vesicular-arbuscular mycorrhizae, cadmium, plant uptake

高等植物在漫长的进化过程中对环境产生种种适应机制。菌根的形成即是对自然土壤中有效磷不足的一种适应。菌根真菌与寄生根系共生形成菌根后, 真菌的菌丝可以远远伸出根际范围从而扩大了植物对土壤中难以移动的磷元素的吸收范围而改善植物的磷素营养。因此, 地球上90%的陆生植物都可形成菌根。菌根的形成, 不仅促进了植物对磷的吸收, 而且也影响到植物对其它元素包括重金属的吸收。在重金属污染的土壤中, 菌根对植物重金属的吸收将影响到植物对重金属的抗性和农产品品质。本文拟研究在添加镉的土壤上菌根对植物吸收 Cd 的影响。

材料与方 法

供试土壤为红壤, 采自江西余江。土壤 pH(水提)4.73, 有机质含量为0.70%, 粘粒含量47%, 全 Cd 含量 0.118 mg/kg, 土壤速效磷(P)为3.0 mg/kg, 属极度缺磷的强酸性低肥力土壤, 土壤中土著菌根真菌很少。将上述土壤装盆, 每盆1.5 kg 土, 然后均添加8 mg Cd/kg 土(以3 CdSO₄·8H₂O 溶液加入), 在60%田间持水量下培养180天。试验设3个处理: 磷、石灰、菌根。磷分为2个水平, 分别添加60或120 mg P/kg 土(以磷酸-钙施入), 石灰设不施和施3.75 g CaCO₃/盆, 后者平衡后土壤 pH 为6.0左右。菌根接种处理加红壤土著菌根接种物(主要菌种为 *Glomus mosseae*)30g, 未接种的对照处理加相同量的高压灭菌后的接种物。此外, 所有盆钵均施以 0.9 g (NH₄)₂SO₄和0.25 g K₂SO₄。种植玉米(郑单8号)每盆3株。1988年9月20日播种, 11月20日收获, 生长期60天。地上部称鲜重和干重, 粉碎后钼蓝法测磷, 原子吸收分光光度法测定 Cd 的含量。同时取玉米根系测定菌根侵染率。数据经方差分析后用 Duncan 氏多重比较测定平均值的统计差异。

收稿日期 1993-05-08

* 林先贵副研究员提供菌根接种物, 谨致谢意。

试验结果

1. 菌根菌的侵染率

从表1中可以看出,未接种处理侵染率普遍较低,引入接种物后,菌根侵染率明显升高,其中以少量磷肥-石灰-接种处理(M-60-3.75)侵染率最高,与前人报道一致,即磷对菌根侵染率有抑制作用。石灰处理侵染率高于没有施石灰的处理,表明菌根菌的活力受酸度的影响⁽⁷⁾。上述侵染率最高的(M-60-3.75)处理还含有大量的泡囊结构,另一高磷-石灰-接种处理(M-120-3.75)根系中亦含有一定数量的泡囊,而其它各处理均未见到泡囊结构。

表1 菌根菌接种对玉米植株 Cd 吸收的影响

Tab 1 Effect of mycorrhizal fungus (m. f.) inoculation on Cd uptake by maize of 60 days old on unsterilized red earth

处理 Treatments*	侵染率 m. f. infection rate (%)	地上部物质 Shoot DW (g/pot)	全磷含量 Shoot P content (%)	Cd 含量 Shoot Cd content (μg/g)
NM-60-0	3.7***	5.15b	0.067c	47.4ab
M-60-0	18.4	4.97b	0.080b	54.9a
NM-60-3.75**	4.3	7.56ab	0.08b	40.7bc
M-60-3.75	32.3	7.78ab	0.085b	26.5d
NM-120-0	6.7	4.69b	0.076bc	49.6ab
M-120-0	15.8	6.20ab	0.085b	54.3a
NM-120-3.75	2.0	13.11a	0.078bc	33.9cd
M-120-3.75	24.9	10.38ab	0.112a	24.8d

* M or NM — inoculated or uninoculated; P and CaCO₃ — amount added, μg/g soil and g/pot, respectively** equal to 0.25% CaCO₃ (dry soil basis)

*** mean of three pot replicates; means within the same column followed by the same letter are not significantly different at 0.05 level.

2. 菌根对植株含 Cd 量的影响

未施石灰处理,侵染率中等,接种处理植株体内 Cd 含量有所升高,但未达到显著水平;而施石灰后的接种处理,植株地上部含 Cd 量降低,低 P 水平的处理接种菌根菌的植株 Cd 含量(26.5 μg/g)显著低于未接种处理的植株(40.7 μg/g)(表1)。如前所述,这一处理根系的菌根侵染率最高,含有大量的泡囊。高磷(120 mg P/kg)处理可能由于侵染率低一些,或者因为未接种的植株生物量较大,导致相对的稀释作用而使接种与未接种处理含 Cd 量差异未达到显著水平,尽管这一接种处理地上部含 Cd 量是所有处理中最低的(24.8 μg/g)(表1)。

3. 磷肥和石灰对植株吸 Cd 量的影响

从表1中还可以看出,无论接种与否,施石灰均可以降低玉米植株对 Cd 的吸收,而以接种菌根后更加明显。我们研究了石灰在旱地和淹水条件下石灰对植株吸 Cd 的影响,发现石灰促使土壤中 Cd 从交换态向其他形态转化, Cd 的有效性因此下降⁽⁸⁾;而磷对 Cd 的吸收影响不大,结果与以前的研究⁽⁹⁾一致。

讨 论

自从 Bradley 等(1981)⁽⁴⁾首次报道石楠菌根降低石楠植物(*Calluna vulgaris*)对过量 Cu 和 Zn 的吸收以后,人们对菌根减少重金属吸收的研究产生浓厚兴趣。Bowen 和 Wilkins(1985)⁽⁵⁾报道外生菌根降低桦树对过量 Zn 的吸收, Jones 和 Hutchinson(1988)⁽⁶⁾报道外生菌根可以增加山毛榉对 Ni 和 Al 的抗性。但关于 VA 菌根与植物重金属吸收的关系则较少见到报道。1985年作者曾发现 VA 菌根可以提高棉花对 Mn 毒害的抗性,电子探针和组织化学研究表明菌根结构可以对过量金属发生络合作用,此外根系中游离氨基酸也发生了变化⁽¹⁾。

Arines 等(1989)^[3]报道 VA 菌根可以降低植株对 Mn 的吸收。

本文发现菌根能明显影响植株地上部 Cd 含量,其影响程度与菌根侵染率有关,侵染率较高时可降低植物对重金属的吸收。以往的研究一般采用单一因素试验,接种处理的侵染率较一致,因此关于侵染率与植物重金属吸收的关系较少得到重视,这可能是导致一些试验结果相互矛盾、菌根对植物重金属吸收的抑制效果不稳定的原因。

关于菌根降低植物重金属积累的机制,大多数研究者认为是菌根对重金属的吸持作用从而减少了重金属从根部向地上部的运转^[1,4-6],植物吸收的 Cd 80%以上分布在根系中,根系吸持 Cd 的能力对地上部特别是籽实中含 Cd 量有很大影响^[2],因此菌根对 Cd 的吸持作用将会对地上部 Cd 含量的降低有较大贡献。本文的报道仅是一个开端,关于根系中 Cd 的数量、形态、吸持机制等有待进一步研究。

参 考 文 献

- 1 熊礼明,史瑞和. 1988: 氨基酸杂志 (4): 3~5.
- 2 熊礼明,鲁如坤. 1992: 土壤 24(3): 138~141,145.
- 3 Arines J, A Vilarino, M Saniz. 1989: *New Phytol.* 112: 215~219.
- 4 Bradley R A, A J Burt, D J Read. 1981: *Nature.* 293: 335~339.
- 5 Brown M T, D A Wilkins. 1985: *New Phytol.* 99: 101~106.
- 6 Jones M D, T C Hutchinson. 1988: *New Phytol.* 108: 461~470.
- 7 Raju P S. 1988: *Comm. Soil. Sci. Plant Anal.* 19: 909~918.
- 8 Xiong L M, R K Lu. 1993: *Environ. Pollut.* 79: 199~203.
- 9 Xiong L M, R K Lu. 1991: *Pedosphere* 1: 63~72.

(责任编辑: 罗 萱)

南极的两种有花植物

李浩敏

(中国科学院南京地质古生物研究所)

南极洲是一个被巨厚冰盖覆盖的大陆,平均冰厚 2 450 m,最厚处可达 4 750 m。由于地处高纬度地带,太阳斜射,巨大的冰原将大部分太阳辐射反射回空间,又因海拔高以及周围环南极低温洋流的影响,南极的气温很低,已测到的最低气温为 -89.2℃,夏季气温亦不过 0℃左右,所以南极又称寒极。由于南极大陆的冷空气从高纬内陆流向海岸,形成强劲的下吹风,目前已测到的最大风速为 96 m/s,故南极又被称作风极。在这样恶劣的气候条件下,南极的陆生植被十分单调、贫乏,除少数生长在雪地上的藻类外,其余几乎全是苔藓和地衣。它们主要生长在占南极陆地 5% 的大陆边缘地带以及沿海岛屿的沿岸地区,那里夏季冰雪溶化,适于苔藓和地衣生长。此外,在西南极的南极半岛及沿海的岛屿上(在 64° S 以北地区)还

发现有少量分布的两种矮小的有花植物,它们是属于禾本科(Gramineae)的发草(*Deschampsia antarctica* Desv.)和属于石竹花科(Caryophyllaceae)的 *Colobanthus quitensis* (Kunth) Barth. (= *C. crassifolius*)。

笔者在参加中国第九次南极考察期间,于 1993 年 1 月在南设得兰群岛乔治王岛的海军湾(Admiralty Bay of King George Island, South Shetland Islands)波兰站以西的高约 10 m 的海滨台地上发现了这两种有花植物。发草簇生,植株高约 4 cm,根系长可达 5 cm; *Colobanthus quitensis* 是一种垫状植物,植株高 2.5 cm,根系发达,约 4 cm 或更长,叶条形,交互对生。笔者采集这些标本时,正值该两种植物的花期,个别长势良好的发草已结果。目前这两种植物的腊叶标本收藏于江苏省植物研究所标本室。