

植物根系和根际微生物对氮的竞争

王敬国

(北京农业大学)

植物根系可促进土壤中有机碳和氮的矿化^[1-3]。其原因除该区域干湿交替频繁之外^[4]，还可能包括根系对氮的直接吸收。

植物根系和土壤中分解有机物质的微生物之间既存在着相互依存又相互制约的关系。根系分泌物为根际微生物的生长提供了能量物质，从而促进了微生物的活动。反过来，微生物的活动又有助于土壤中某些营养元素的有效化过程。但是微生物也会同根系争夺某些营养元素。本研究探索了根系促进根际有机氮矿化的机理。

一、试验材料和方法

试验在人工气候室内进行，室温15℃，相对湿度为80—90%，光照强度为225—250 $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，光照长度为18 hd^{-1} 。

(一)供试土壤与有机物料

供试土壤选用挪威南部地区的粉砂质心土土壤，其有机质和全氮含量均很低。有机物料选用C/N较大的大麦秸秆和C/N较小的三叶草叶子(表1)。在装盆前，在土壤中施入足量的磷、钾和微量元素肥料，混匀后备用。

表1 土壤和植物用量及它们的有机碳、氮含量

材 料	g/盆	N mg/g	N mg/盆	C mg/盆	C/N
土 壤	200.0	0.15	29.9	523	17.5
三叶草叶子	2.50	30.6	76.5	954	12.6
大 麦 秸 秆	5.00	5.04	25.2	2065	81.9
总 计			131.6	3542	26.9

(二)试验处理

本试验用容量为300 cm^3 的合金铝盆，每盆装土200g。植物残体经粉碎并过1mm筛后分别分层施入，每层用土层隔开，土层厚度分别为12、9、6、3和0mm(两种植物残体和土壤混匀)。相应处理的代号分别为A、B、C、D和E。另加2个只有三叶草或大麦秸秆的处理作对照。

每种处理10盆，其中5盆种植大麦，作为根际土壤，另5盆不种植物，为非根际土壤。对照处理未种植物。为了保证有足够量的微生物，每盆在移栽植物前接种了新鲜的肥沃粘壤土悬浮液。

(三)取样与分析

自移栽14天后，每周取样1次。除A、B两处理的两种植物残体层是分别取样外，其余均取混合样。分析的项目有无机氮(1mol/L KCl浸提，流动注射分析测定)、土壤全氮和有

机碳(CHN 元素分析仪测定)、植物全氮(同土壤全氮)。

二、结 果

(一)植物对氮的吸收

如图 1 所示, 随着土层厚度的增加(从“0”到 6mm), 植物体对氮的吸收量逐渐增加。A、B、C 处理和 E 处理之间差异极显著。D 处理位于两者之间并与两者无显著差异。

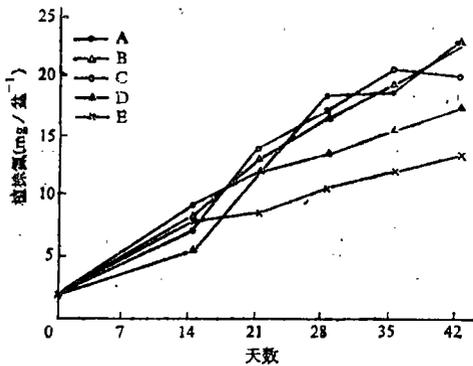


图 1 植物吸收的氮

(A、B、C、D、E 分别为不同的处理)

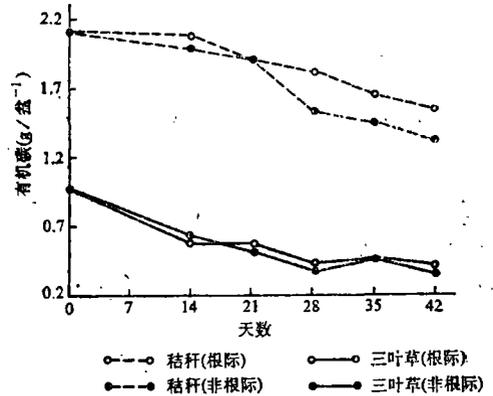


图 2 三叶草叶子和大麦秸秆有机碳的残留量

表 2

根际与非根际土壤的矿化氮(N mg/盆)

处 理	移 栽 后 的 天 数				
	14	21	28	35	42
A 根 际 土 壤	11.66	13.64	19.82	18.95	21.13
非根际土壤	8.48	5.05	6.38	4.31	2.50
B 根 际 土 壤	9.97	14.06	18.04	19.53	21.72
非根际土壤	8.30	7.06	5.79	2.89	2.64
C 根 际 土 壤	7.22	13.43	16.64	19.91	17.89
非根际土壤	3.24	3.96	2.42	1.65	1.12
D 根 际 土 壤	6.07	12.15	13.65	14.70	16.70
非根际土壤	3.65	2.59	2.06	1.17	1.19
E 根 际 土 壤	9.28	8.38	10.00	11.18	11.16
非根际土壤	5.42	2.23	2.01	1.08	0.97

(二)土壤矿化氮水平

植物吸收的氮量和土壤无机氮含量之和用以估计土壤矿化氮水平。根际土壤矿化氮水平远比非根际土壤高得多, 甚至在 E 处理上, 植物根系显著地促进了有机氮的释放(表 2)。

(三)植物残体的分解

从图 2 可以看出, 在根际和非根系土壤中三叶草的分解速度相同, 而大麦秸秆的分解速度则在根际显著降低。

(下转第 256 页)

- [4] Dinkelaker, B. et al., *Plant, Cell and Environment*, 12: 285—292, 1989.
- [5] Marschner, H. et al., *Physiol. Plant.*, 71: 157—162, 1987.
- [6] Shi Wei-ming and Liu Zhi-yu, *Pedosphere*, 1: 73—81, 1991.
- [7] Shi, W. M. et al., *Soil Sci. Plant Nutri.*, 34: 585—592, 1988.
- [8] Takagi, et al., *J. Plant Nutri.*, 11: 643—652, 1988.
- [9] 施卫明、刘芷宇, *科学通报*, 36:64—67, 1991.
- [10] Treeby, M. et al., *Plant Soil*, 114: 217—226, 1989.
- [11] Zhang, F. S. et al., *Plant Soil*, 130: 173—178, 1990.
- [12] Roemheld, V. and H. Marschner, *Plant Physiol.*, 80: 175—180, 1986.
- [13] Horst, W. J. et al., *Z. pflanzenphysiologic*, 105: 435—444, 1982.
- [14] Morel, J. L. et al., *Biol. and Fertility Soils*, 2: 29—34, 1986.

(上接第 247 页)

三、讨 论

从上述结果中可以看到, 植物根系对根际有机氮矿化过程的促进作用是由于根系对矿化氮的吸收, 减少了其对分解 C/N 宽的微生物的氮的供应。因此, 这并不是直接的促进作用, 而是植物和微生物争夺矿化氮的结果。本试验中, 在没有植物条件下, 分解秸秆的微生物可全部利用三叶草在分解过程中释放的无机氮。而植物的截流减少了矿化氮对这部分微生物的供应, 即在表观上出现氮矿化量增加的现象。

植物根系和微生物之间的竞争是有条件的。在空间上将两种植物残体分开使得植物根系在与微生物竞争矿化氮的过程中处于有利地位。并且, 随着两种植物残体之间距离的增大, 植物根系吸收的矿化氮的量增加(表 2)。由于根际土壤中氮的亏缺, 大麦秸秆中难分解的有机物的分解受到影响(图 2)。以前的工作表明, 此时微生物的生物量也减少^[5]。

由于本实验是在控制条件下做的, 土壤水分的变化较小, 干湿交替对有机氮矿化的促进作用也不大。

总之, 无论在自然土壤中或农业土壤中, 因其有机质和无机氮的分布均有较大的空间变异性, 因而, 植物根系和根际微生物对氮的竞争是普遍存在的。

参 考 文 献

- [1] Clarholm, M., *Soil Biol. Biochem.* 17: 181—187, 1985.
- [2] Helal, H. M. and Saerbeck, D. R., *Z. Pflanzenerahr. Bodenk.*, 149: 181—188, 1986.
- [3] Haider, K., Mosier, A. and Heinemeyer, O., *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51: 97—102, 1987.
- [4] Sorensen, L.H., *Soil Biol. Biochem.* 6: 287—292, 1974.
- [5] Wang, J.G. and Bakken, L.R., Hansen J.A. and Henriksen (eds): *Nitrogen in Organic Wastes Applied to Soils*. pp 81—97. Academic Press, London, 1989.