

不同施肥条件下潮土中微生物量及其活性

许月蓉

(中国科学院南京土壤研究所, 210008)

MICROBIAL BIOMASS AND ACTIVITY IN A FLUVO-AQUIC SOIL UNDER VARIOUS FERTILIZATION CONDITIONS

Xu Yuerong

(Institute of soil Sciences, Academic Sinica, Nanjing, 210008)

土壤微生物是 C、N、P、K 等元素的转换因子和重要库源。据报道,在没有作物时,加入土壤的 N 肥约有 80% 以有机形态长期贮藏于土壤^[2],其中约 20% 为微生物 N^[3]。微生物对肥料的效应、土壤肥力有极为重要的影响。随着方法的不断成熟,土壤微生物 C、N、P、K 等元素的测定值,已逐渐成为耕作、栽培等农业管理措施对土壤肥力影响的灵敏指标^[4]。本文就潮土施有机肥、无机肥及二者配合施用后土壤微生物 C、N、P 及其活性的测定值,探讨不同肥料对培肥土壤的效应。

一、材料和方法

(一) 材料

土壤取自中国科学院封丘农业生态实验站肥料长期试验地,土壤为轻壤质黄潮土(两合土)。试验地分 7 个处理:(1)CK,(2)N、P、K,(3)N、P,(4) N、K,(5) P、K,(6)OM.(有机肥),(7) $\frac{1}{2}$ OM. + $\frac{1}{2}$ (N、P、K)。各处理相关元素用量均与(2)相等¹⁾。在连续 4 年小麦—玉米 1 年两熟轮作地,于 5 月(小麦腊熟期)、8 月(玉米成熟期)以直径 2.5cm 土钻取表层 0—15cm 土柱,每小区取 5 个,每处理有 4 个重复,共取 20 个,装于塑料袋,带回实验室测定。

(二) 方法

1. 微生物 C、N、P 的含量用氯仿熏蒸法测定^[5-7]。
2. 纤维分解强度: 于 8 月份每小区埋布片 2 块,10 天后取出测定布片重量减少的%。
3. 土壤化学性质: 按«土壤理化分析法»测定^[1]。

二、结 果

1. 土壤化学性质 连续施肥对土壤全 N 的影响最为明显,特别是施有机肥,全 N

1) 每季每公顷小麦施尿素 150kg(N)、过磷酸钙 75kg(P₂O₅)、硫酸钾 150kg(K₂O); 每季每公顷玉米施尿素 150kg(N)、过磷酸钙 60kg(P₂O₅)、硫酸钾 150kg(K₂O)。

比不施肥的提高 74.3%，比施 N、P、K 肥的提高 18%；其次是土壤有机质，除施 P、K 和 N、K 肥外，其余各种施肥处理均有程度不等的提高，施有机肥的提高 48.7%；施肥后土壤全 P 也略有提高；但施肥对土壤全 K 没有明显影响(表 1)。

表 1 土壤的一些化学性质

处 理	有机质 (g/kg) ±%*		全 N (g/kg) ±%*		全 P (g/kg) ±%*		全 K (g/kg) ±%*	
	(g/kg)	±%*	(g/kg)	±%*	(g/kg)	±%*	(g/kg)	±%*
OM.	11.3	48.7	0.66	73.7	1.42	2.4	22.3	2.8
$\frac{1}{2}$ OM. + $\frac{1}{2}$ (N,P,K)	9.2	21.1	0.51	34.2	1.66	18.6	22.4	3.2
N,P,K	8.7	14.5	0.56	47.4	1.63	16.4	21.6	0.5
N,P	8.6	13.2	0.48	26.3	1.58	12.9	21.9	0.9
N,K	7.6	0	0.42	10.5	1.46	4.3	21.9	0.9
P,K	7.1	-6.6	0.43	13.2	1.61	15.0	22.2	2.3
CK	7.6		0.38		1.40		21.7	

* ±%为施肥处理比不施肥处理测定值提高或减少的百分数。

2. 土壤有机 C、N 的矿化作用 施有机肥、N、P、K 和 N、P 肥的有机 C 矿化量比不施肥的明显提高 1 倍左右，施 N、K 和 P、K 肥的与不施肥的没有明显变化。N 的矿化量 8 月份取样的较为显著，除施 P、K 肥的与不施肥的相似外，其它施肥处理的均显著高于不施肥处理(表 2)。

表 2 未熏蒸土和熏蒸土样培养 10 天 C、N 的矿化作用

处 理	培养期间矿化的 C(μgC/g 干土)				培养后矿态 N(μgN/g 干土)			
	未熏蒸土		熏蒸土		未熏蒸土		熏蒸土	
	5 月	8 月	5 月	8 月	5 月	6 月	5 月	6 月
OM.	171	276	215	321	11.5	17.6	36.4	36.3
$\frac{1}{2}$ OM. + $\frac{1}{2}$ (N,P,K)	120	245	142	277	8.84	19.4	30.4	35.1
N,P,K	118	207	139	232	11.5	16.5	28.8	28.5
N,P	113	212	136	235	8.50	17.6	19.8	25.0
N,K	75.9	154	92.0	170	11.4	14.8	22.7	23.1
P,K	84.5	144	93.8	152	6.67	10.3	18.1	19.6
CK	72.5	141	91.6	151	9.53	11.9	18.1	18.3
与有机质含量相关性(r)	0.999***	0.994***	0.987***	0.986***	0.954***	0.991***	0.968***	0.994***

*** $P < 0.001$, 极显著。

3. 土壤微生物 C、N、P 的含量 施有机肥的都比不施的高，也远高于施其它肥料，微生物 P 含量施 N、K 肥的最低，施 P、K 肥的仅次于施有机肥，高于 N、P、K 和 N、P 肥处理，微生物 C、N、P 含量与土壤有机质含量呈显著的正相关(表 3)。

土壤微生物 C、N、P 含量占土壤 C、N、P 总量的百分数、微生物 C 占土壤 C 含量的百分数为施有机肥的最大(用 A 法计算的为 1.6—1.7%，B 法计算的为 7.9—11.9%)，其次是有机与无机肥配合施用的，各处理平均 MB-CA 为 1.0—1.2%，MB-CB 为 6.2—10.5%；微生物 N、P 占土壤 N、P 总量的百分数也是施有机肥及其与无机肥配合施用的最高，各处理平均 MB-N 为 3.3—4.4%，MB-P 为 0.7—1.0% (表 4)。

表 3 微生物 C、N 和 P 的计算值

处 理	微生物 C($\mu\text{gC/g}$ 干土)				微生物 N ($\mu\text{gN/g}$ 干土)		微生物 P ($\mu\text{gP/g}$ 干土)	
	A		B		5 月	8 月	5 月	8 月
	5 月	8 月	5 月	8 月				
OM.	107	110	524	783	36.6	27.5	27.7	31.7
$\frac{1}{2}$ OM. + $\frac{1}{2}$ (N、P、K)	58.5	78.1	344	676	31.3	23.1	22.7	8.0
N、P、K	33.8	61.0	335	566	42.3	25.4	13.7	6.8
N、P	56.1	56.1	322	573	16.8	10.9	14.5	8.1
N、K	39.3	39.0	225	414	16.0	12.2	2.8	1.4
P、K	22.7	19.5	229	371	16.8	13.7	15.5	16.6
CK	46.6	24.4	223	368	11.2	9.41	6.0	2.0
与土壤有机质含量相关性 (r)	0.861*	0.969***	0.989***	0.905**	0.945**	0.965***	0.925**	0.801*

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$, 下同。

表 4 微生物 C、N 和 P 占土壤总 C、N 和 P 的百分数(%)

处 理	微生物 C				微生物 N		微生物 P	
	A		B		5 月	8 月	5 月	8 月
	5 月	8 月	5 月	8 月				
OM.	1.6	1.7	7.9	11.9	5.6	4.2	2.0	2.2
$\frac{1}{2}$ OM. + $\frac{1}{2}$ (N、P、K)	1.0	1.6	6.4	12.8	6.2	4.5	1.4	0.8
N、P、K	0.7	1.2	6.7	11.2	4.5	3.4	0.8	0.4
N、P	1.2	1.2	6.4	11.6	3.5	2.2	0.9	0.5
N、K	0.9	0.9	5.2	9.5	3.8	2.9	0.2	0.1
P、K	0.5	0.5	5.5	9.0	3.9	3.2	1.0	1.0
CK	1.0	0.5	5.0	8.3	3.0	2.5	0.4	0.1
平均	1.0	1.1	6.2	10.6	4.4	3.3	1.0	0.7

4. 土壤微生物活性 呼吸强度、有机质分解速率和纤维分解强度均为施有机肥的最大, 其次为施 $\frac{1}{2}$ 有机肥 + $\frac{1}{2}$ (N、P、K), N、P、K 和 N、P 肥, 施 P、K 肥的纤维分解强度与施 N、P、K 和 N、P 肥的相似, 而施 N、K 肥的不表现纤维分解活性(表 5)。

表 5 呼吸强度、有机质分解速率、微生物量呼吸活性比及纤维分解强度

处 理	呼吸强度 ($\mu\text{gCO}_2\text{-C/g}$ 干土/日)		有机质分解速率 ($\mu\text{gCO}_2\text{-C/g}$ 有机质/日)		微生物量呼吸活性比 ($\mu\text{gCO}_2\text{-C}/\mu\text{g}$ 微生物 C)		纤维分解强度 (失重%)
	5 月	8 月	5 月	8 月	5 月	8 月	8 月
	OM.	17.1	27.6	1513	2440	0.33	0.35
$\frac{1}{2}$ OM. + $\frac{1}{2}$ (N、P、K)	12.0	24.5	1304	2663	0.35	0.36	17
N、P、K	11.8	20.7	1356	2379	0.35	0.37	5
N、P	11.3	21.2	1314	2534	0.35	0.37	8
N、K	7.59	15.4	999	2026	0.34	0.37	0
P、K	8.45	14.4	1190	2028	0.37	0.39	7
CK	7.25	14.1	954	1855	0.33	0.38	1
与有机质含量相关性 (r)	0.990***	0.994***	0.997***	0.994***	0.981***	0.943**	0.804*

三、讨 论

土壤 C、N 的可矿化程度,反应土壤有机质的活性和对作物的有效性,是表述处理效应的很好的指标^[6],而微生物 C 能灵敏指示土壤有机质的变化^[4]。由于施肥,土壤有机质含量提高,土壤 C、N 的可矿化量,微生物 C、N、P 含量及微生物活性亦相应提高(表 1,2,3,5),二者呈显著的正相关,与文献报道是一致的^[9]。

本文微生物 C 量用二种计算方法: A. $MB-C = (CO_2-CF - CO_2-C_c)/0.41$; B. $MB-C = CO_2 - CF/0.41$ 。式中 CO_2-CF 为熏蒸土释出的 CO_2-C , CO_2-C_c 为未经熏蒸土释出的 CO_2-C , 0.41 为微生物 C 的矿化率。计算式 B 是假定培养期间微生物的繁殖只利用熏蒸杀死的微生物细胞,以后也利用其它有机质并释出 CO_2 , 未熏蒸土的有机质矿化作用证明了这点(表 2)。计算式 A 涉及设置未熏蒸土作对照,需要克服因搅动土壤而产生的影响,有人建议在测定前预培育^[9]或以 10—20 天培养期间产生的 CO_2-C 作对照^[10]。作为一种反映土壤有机质最活跃部份的指标,由于熏蒸土产生的 CO_2-C 除以 0.41 后,得到微生物 C 量与土壤有机质含量的相关性更密切(表 3),而且可省去对照,因此作者认为是可以考虑采用的计算方法。

参 考 文 献

1. 中国科学院南京土壤研究所,1978: 土壤理化分析。上海科学技术出版社。
2. Shields, J. A., Paul, E. A., Lowe, W. E. and Parkinson, D. 1973: Turnover of microbial tissue in soil under field conditions. *Soil Biol. Biochem.* 5, 753—764.
3. Schnürer, J. Rosswall, T., 1987: Mineralization of nitrogen from ¹⁵N labelled fungi, soil microbial biomass and roots and its uptake by barley plants. *Plant and Soil*, 102, 71—78.
4. Saffigna, P. G. 1989: Influence of sorghum residues and tillage on soil organic matter and soil microbial biomass in an Australian vertisol. *Soil Biol. Biochem.* 21, 754—766.
5. Schnürer, J., Clarholm, M. and Rosswall, T. 1985: Microbial biomass and activity in an agricultural soil with different organic matter contents. *Soil Biol. Biochem.* 17, 611—618.
6. Shen, S. M., Pruden, G. and Jenkinson, D. S. 1984: Mineralization and immobilization of nitrogen in fumigated soil and the measurement of microbial biomass nitrogen. *Soil Biol. Biochem.* 16, 437—444.
7. Brookes, P. C., Powlson, D. S. and Jenkinson, D. S. 1982: Measurement of microbial biomass phosphorus in soil. *Soil Biol. Biochem.* 14, 319—329.
8. Campoell, C. A., Biederbeck, V. O., Zentner, R. P. and Lafond, G. P., 1991: Effect of crop rotations and cultural practices on soil organic matter, microbial biomass and respiration in a thin Black Chernozem. *Can. J. Soil Sci.* 71, 363—376.
9. Brookes, P. C. Powlson, D. S. and Jenkinson, D. S., 1984: Phosphorus in the soil microbial biomass. *Soil Biol. Biochem.* 16, 169—175.
10. Jenkinson, D. S. and Powlson, D. S. 1976: The effects of biocidal treatments on metabolism in soil—V. A method for measuring soil biomass. *Soil Biol. Biochem.* 8, 209—213.