

微生物对土壤团聚体形成的影响

程丽娟 来航线 李素俭 周马康

(西北农业大学土壤农化系, 陕西杨陵·712100)

摘 要 试验表明,大豆根瘤菌、圆褐固氮菌、胶质芽孢杆菌、根霉和5406放线菌等均有助于土壤团聚体的形成,使粒径 $>5\text{ mm}$, $2\sim5\text{ mm}$ 的粒级量明显增多;供试菌株也表现有腐殖质化的作用和产生多糖的能力,使土壤水稳性团聚体含量相应提高。

关键词 微生物,土壤团聚体,腐殖质,多糖

中图分类号 S154.381, S152.481

微生物是形成土壤团聚体最活跃的生物因素。据研究,促使土壤团聚体形成的微生物种类较多。其中丝状菌是以菌丝缠绕土粒而形成团聚体;而另一些类群是以其生活的代谢产物——多糖和某些有机多聚物对土粒的胶结作用形成团聚体^[1~4]。微生物最活跃的领导是土壤,它们依赖土壤有机物质生存并使其分解,进而转化成腐殖质。看来,除了微生物代谢物——多糖外,还有腐殖质与土壤团聚体有直接的联系。由于自然土壤体的复杂性,增加了对这类问题深入研究的难度,尽管有关这方面的报道不少,但看法不一,争议尚多。本文以土壤为培养基质,接种不同的土壤微生物,并控制环境微生物的干扰,以探讨其对土壤团聚体形成的影响,为研究和利用微生物进行土壤培肥和提高土地生产力提供依据。

1 材料和方法

1.1 供试土壤

陕北黄绵土,采样深度0~20 cm。其腐殖质含量0.348%,机械组成: $>0.25\text{ mm}$ 粒径者,占0.28%; $0.25\sim0.05$ 占26.25%; $0.05\sim0.01$ 占50.65%; $0.01\sim0.005$ 占8.02%; $0.005\sim0.001$ 占4.03%; <0.001 占10.77%。

1.2 供试菌株

大豆根瘤菌(*Rh. japonicum*)、圆褐固氮菌(*Az. chroococcum*)、胶状芽孢杆菌(*Bac. mucilaginosus*)、根霉菌(*Rhizopusizopus* sp)、5406放线菌(*str. microflarus*)。

1.3 试验方法

土壤风干、磨碎,过80目筛。称取0.6 kg,加入定量有机物料(含苜蓿粉、谷壳粉、玉米粒壳,调C/N约30:1)装入聚丙烯塑膜袋中灭菌后,移入消毒钵(10 cm×15 cm),钵内竖支供通气、加水玻管(具棉塞),以灭菌棉垫包扎钵口。接种菌株制成浓菌液,与无菌营养液(含C源:蔗糖或甘油或可溶性淀粉,及 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, K_2HPO_4 ,调C/N为20:1)一起加入土壤中。设处理6个,即以不接种为对照,其余分别接入大豆根瘤菌、圆褐固氮菌、胶质芽孢杆菌、根霉菌及5406放线菌,每处理重复二盆。土壤湿度按田间持水量的70%计

收稿日期:1994-05-18.

算加入,培养期间定期检查,保持湿度。于室温下培养260 d 后,取样测定。

1.4 测定项目及方法

- 水稳性团聚体:机械筛分法^[6];机械组成分析^[5];
- 腐殖质总量:焦磷酸钠—重铬酸钾法^[6];
- 微团聚体分析:卡庆斯基法^[5];
- 多糖总量:酸水解法提取—蒽酮比色法^[7]。

2 结果与分析

2.1 微生物对黄绵土水稳性团聚体形成的影响

土壤中的有机物只有在微生物作用下,才有团聚土粒的能力^[1,4]。参试的5株微生物菌株对黄绵土水稳性团聚体的形成及各粒级量显示良好的效应(表1)。

表1 几种微生物对黄绵土水稳性团聚体组成的影响¹⁾

粒级 (mm)	I CK	II 大豆根瘤菌	III 圆褐固氮菌	IV 胶质芽孢杆菌	V 根霉	VI 5406放线菌	F 值 ²⁾	
							重复间	处理间
I<5	13.79±1.94	23.32±0.07	25.78±3.30	23.76±1.11	25.39±1.80	28.20±0.58	0.33	6.83*
5~2	1.66±0.16	3.03±0.29	3.44±0.08	3.40±0.17	4.30±0.44	4.43±0.12	3.21	19.29**
2~1	2.69±0.00	3.12±0.79	1.65±0.06	2.02±0.20	4.33±0.02	2.32±0.28	2.03	8.01*
1~0.5	2.94±0.33	2.99±0.50	1.47±0.21	1.33±0.01	2.38±0.29	2.19±0.08	1.55	6.66*
0.5~0.25	2.83±0.43	1.59±0.30	1.07±0.19	1.43±0.04	1.14±0.16	1.01±0.05	0.21	7.24*
<0.25	76.09±1.03	65.95±1.95	66.04±2.33	67.91±0.62	62.46±2.35	61.85±0.59	2.35	10.42*

注:1)各粒级水稳性团聚体含量以100 g 烘干土中所含的重量(g)计;2)处理间: $F_{0.05}(5,5)=5.05$, $F_{0.01}(5,5)=10.97$;重复间: $F_{0.05}(1,5)=6.61$, $F_{0.01}(1,5)=16.26$ 。

表1表明,在土壤水稳性团聚体粒级组成上,接种微生物的影响是显著的。表现在>5 mm 和5~2 mm 的两粒级中,接种处理均比不接种的对照明显增多;2~1 mm 粒级中根霉作用较显著;而在1 mm 以下的各粒级量,一般出现减少趋势。经方差分析,其差异达显著或极显著水准。通过对各粒级的接种处理与不接种对照间的差异显著性比较(表2)与上述结果一致,同时还表明在5~2 mm 的粒级量中,根霉与5406放线菌的影响比3种细菌,即大豆根瘤菌、圆褐固氮菌、胶质芽孢杆菌的作用要大。这一结果与尹瑞龄^[1]报道的,微生物类群在团聚体形成中的作用是真菌>放线菌>酵母菌>细菌的认识相一致。

表2 各粒级处理与对照的差异显著性

粒级 (mm)	处理平均值与对照平均值之差					L. S. D	
	I	II	IV	V	VI	5%	1%
>5	9.53**	11.99**	9.97**	11.60**	14.41**	5.95	8.42
5~2	1.37**	1.78**	1.89**	2.64**	2.77**	0.71	1.01
2~1	0.43	-0.89	-0.67	1.64**	0.37	1.01	1.43
1~0.5	0.05	-1.47**	-1.61**	-0.56	-0.75	0.85	1.20
0.5~0.25	-1.24**	-1.76**	-1.40**	-1.69**	-1.82**	0.79	1.11
<0.25	-11.14**	-9.65**	-10.32**	-13.63**	-14.24**	4.95	6.99

参试的大豆根瘤菌、圆褐固氮菌、胶质芽孢杆菌、根霉、5406放线菌等菌株,均有团聚土粒的作用,表现在大粒级(>2 mm)含量增加,小粒吸(<1 mm)则相对减少。为探讨其

原因,进行了腐殖质与多糖的测定。

2.2 微生物腐解有机物料形成腐殖质与土壤团聚体的关系

腐殖质是土壤团聚体良好的胶结剂。试验表明,供试菌株均有一定的腐殖化能力。图1表明,接种处理的腐殖质含量(重复2次平均值)比不接种的对照均高,依次为5406放线菌(增长量69.44%)>根霉(63.89%)>园褐固氮菌(61.11%)>胶质芽孢杆菌(52.78%)>大豆根瘤菌(44.44%)>对照。

通过对不同粒级水稳性团聚体含量与腐殖质总量的相关分析(表3)表明,在>5 mm, 5~2 mm,>2 mm的3个粒级中,均达到极显著的正相关;而在0.5~0.25 mm,<0.25 mm的粒级中,则出现极显著的负相关。说明接种处理后,形成了一定量的腐殖质,促进了水稳性团聚体的产生,增多了对土壤肥力有重要意义的大粒级,而小粒级则呈明显减少的趋势。

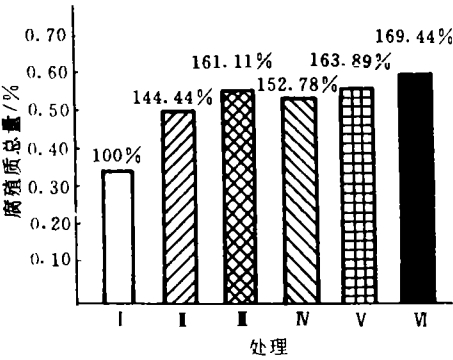


图1 各处理的腐殖质总量及变化量

表3 不同粒级水稳性团聚体含量与腐殖质总量的相关性

回归模型	粒级(mm)	回归方程	相关性
线性回归	>5	$y = -6.49 + 55.00x$	$r = 0.9524^{**}$
	5~2	$y = -2.22 + 10.32x$	$r = 0.9463^{**}$
	>2	$y = -10.14 + 68.75x$	$r = 0.9807^{**}$
	2~1	$y = -0.46x + 2.96$	$r = -0.0426$
	1~0.5	$y = -5.24x + 5.03$	$r = -0.6301$
	0.5~0.25	$y = -7.99x + 5.81$	$r = -0.9922^{**}$
	<0.25	$y = -20.07x + 76.23$	$r = -0.9196^{**}$

注:相关系数显著水平5%为0.811; 1%为0.917.

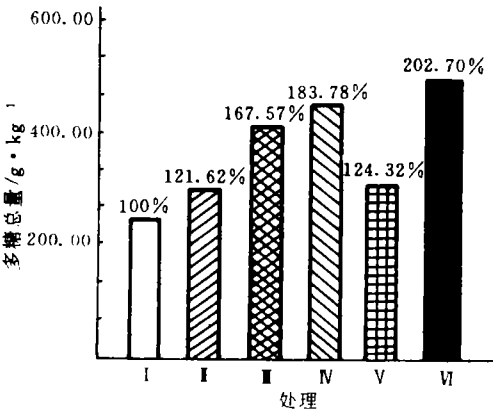


图2 各处理的多糖总量及变化量

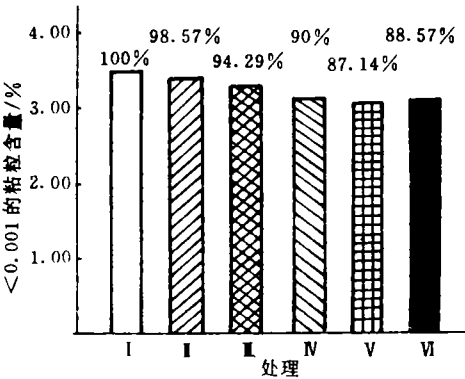


图3 各处理微团聚体中<0.001粘粒含量及变化量

2.3 微生物生活代谢物—多糖与水稳性团聚体的关系

聚体的关系

在土壤多糖中,微生物多糖是一重要源泉。多糖参与土粒团聚过程,一些产胞外多糖的菌株,粘结作用是较显著的^[1,8,9]。经测定,接种5株菌的处理,多糖总量均比对照高。其含量随菌株而不同(图2)。其中,在5406放线菌的处理中,多糖增加量高出对照1倍以上;其次是胶质芽孢杆菌(83.78%),圆褐固氮菌(67.57%);而大豆根瘤菌与根霉则增加较少。

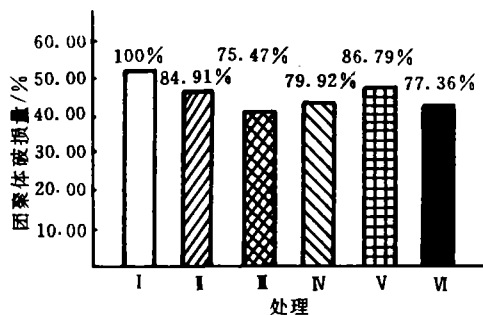


图4 各处理的团聚体破损量及变化量

经对各处理微团聚体含量的分析表明, $<0.001\text{ mm}$ 的粘粒量,接种的均比对照呈现下降趋势(图3),这可能是因多糖的存在,对粘粒产生絮凝作用而减少之故。

经对各处理土壤中 $>2\text{ mm}$ 粒级度进行的干筛与湿筛的分析比较,获得各处理的非水稳性团聚体受水作用的破损量(图4)。从图2,图4看出,随各处理多糖含量的增加, $>2\text{ mm}$ 粒级的团聚体破损量比对照要少,这一结果,有助于认识多糖与水稳性团聚体间的一定关系。

3 小 结

1)在本试验条件下,接种大豆根瘤菌、圆褐固氮菌、胶质芽孢杆菌、根霉、5406放线菌5株菌,结果表明,它们均有形成土壤团聚体的能力;使结构不良的黄绵土两个粒级度,即粒径 $>5\text{ mm}$ 和 $2\sim5\text{ mm}$ 的含量显示良好效应。

2)参试菌株均有一定的腐殖质化能力,其作用强弱随菌株而不同;同时也表明接种处理的腐殖质总量与团聚体含量有密切的关系。

3)接种各处理,随着多糖含量的增加,粘粒含量相应减少;而 $>2\text{ mm}$ 粒级的水稳性程度相应提高。

致谢:本研究得到曲东副教授大力协助,谨致谢意。

参 考 文 献

- 1 尹瑞龄. 微生物与土壤团聚体. 土壤学进展, 1985(4): 24~29
- 2 D. 希勒尔著; 尉庆丰, 荆家海, 王益权等译. 土壤物理学概论. 西安: 陕西人民出版社, 1988
- 3 陈文新主编. 土壤和环境微生物学. 北京: 北京农业大学出版社, 1990
- 4 姜隆后等编. 微生物在土壤养分转化中的作用. 北京: 科学出版社, 1962
- 5 中国科学院南京土壤所土壤物理研究室编. 土壤物理性质测定法. 北京: 科学出版社, 1978: 42~47, 77~87
- 6 中国科学院南京土壤所编. 土壤理化分析. 上海: 上海科学技术出版社, 1978: 136~140, 514~518
- 7 郑洪元, 张德生编. 土壤动态生物化学研究法. 北京: 科学出版社, 1982: 144~146
- 8 Martin, J P. Microorganisms and soil aggregation. I Influence of bacterial polysaccharides on soil structure. Soil Sci, 1946, 61: 157~166

- 9 A·D 麦克拉伦, G. H·彼得森, J·斯库金斯等著; 闵九康, 关松荫, 王维敏等译. 土壤生物化学. 北京: 农业出版社, 1984

Effect of Microorganism Upon the Formation of Soil Aggregates

Chen Lijuan Lai Hangxian Li Sujian Zhou Makang

(Department of Soil Science and Agrochemistry, Northwestern Agricultural University, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract The experimental results showed that *Rh. japonicum*, *Az. chroococcum*, *Bac. mucilaginosus*, *Rhizopus sp.*, and *Str. microflavus* etc. had the abilities helpful to form soil aggregates thereby to make soil aggregates with particle sizes over 5mm and 2—5mm increase greatly. The tested strains also indicated that they had the roles in humunification and the abilities to produce polysaccharides, thus, rendering the contents of soil waterstable aggregates increase correspondingly.

Key words microorganism, soil aggregate, humus, polysaccharide

欢迎订阅1995年《西北农业学报》

《西北农业学报》是西北五省(区)农业科学院和新疆青海畜牧(兽医)科学院联合主办的农牧业学术期刊。主要报道体现西北地方特色的农牧业各专业学科在基础理论研究和应用技术理论研究方面,具有创见的学术论文、领先水平的科研成果、学术报告及有新意的综述等。主要读者对象是国内外农牧业科技人员,农业院校师生及高级农业技术管理和推广人员。

本刊为季刊,16开本,96页,另附进口版纸图版2~4页。国内外公开发行,邮发代号52—111,每期定价3.00元,全年12元。国外代号Q4380。

编辑部地址:陕西杨陵镇,陕西省农业科学院《西北农业学报》编辑部

邮 编:712100