

# 不同培肥方式对西藏中部退化土壤微生物的影响研究\*

蔡晓布 彭岳林 薛会英 陈芝兰 熊伟

(西藏农牧学院 林芝 860000)

**摘要** 试验研究不同培肥方式对西藏自治区中部退化土壤微生物的影响结果表明,施用有机肥,特别是化肥与有机肥配施对土壤微生物和动物(蚯蚓)有重要影响;土壤pH值为5.91~6.02内土壤细菌与有机质含量呈显著正相关,并在土壤微生物数量构成中占绝对优势,对作物N、P营养有较大贡献,土壤真菌亦呈此趋势;土壤放线菌则与土壤有机质、速效氮、速效磷含量呈负相关。

**关键词** 退化土壤 土壤微生物 培肥方式

**Effects of different methods of applying fertilizers on the living beings in soil in central Tibet.** CAI Xiao-Bu, PENG Yue-Lin, XUE Hui-Ying, CHEN Zhi-Lan, XIONG Wei (Tibet Agricultural and Animal Husbandry College, Linzhi 860000), *CJEA*, 2004, 12(1): 108~110

**Abstract** The field trials were conducted to study the effects of different methods of applying fertilizers on the living beings in soil in central Tibet. The results show that the organic fertilizer, especially organ-mineral fertilizer has a crucial effect on the living beings in soil. The soil bacterium increases significantly by the increase of the organic matter content under the acid soil conditions (pH 5.91~6.02). At the same time soil bacterium has numerical overwhelming superiority among microorganisms and it has an exceptional significance in N and P nutritions. The soil organic matter, available N and P, increase with the increase of the soil fungi, too. But the soil actinomycetes descend with the increase of the soil organic matter, available N and available P.

**Key words** Degradation soil, Soil living beings, Methods of application

西藏自治区中部为粮食主产区,土壤侵蚀退化严重。本试验研究了不同培肥方式对西藏中部土壤细菌、真菌、放线菌以及土壤动物(蚯蚓)的影响,探讨了农田土壤退化恢复过程中土壤微生物的作用以及土壤生物与土壤肥力的关系,为西藏高原特殊生境土壤退化恢复提供理论依据。

## 1 试验材料与与方法

试验于2001年在雅鲁藏布江中游南岸乃东县则当镇境内进行,该区海拔高度3500~3550m,供试土壤为退化严重的砂壤质耕种潮土,试验前0~30cm耕层土壤有机质含量16.27g/kg,全N含量为0.854g/kg,全P1.573g/kg,全K0.640g/kg,碱解氮73.57mg/kg,速效磷33.03mg/kg,速效钾8.39mg/kg。试验设8种培

表1 各处理培肥方式及养分施用量

Tab. 1 Different methods of application and amount of fertilizer

类型 Types	处理 Treatments	养分施用量/kg·hm <sup>-2</sup> Amount of fertilizer				肥料种类 Kinds of fertilizer
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	有机肥 Organic fertilizer	
无机组	I	30.0	75.0	0.0	0	磷酸二铵
	II	60.0	0.0	0.0	0	尿素
	III	90.0	37.5	18.0	0	磷酸二铵、尿素、硫酸钾
	IV	180.0	75.0	36.0	0	磷酸二铵、尿素、硫酸钾
有机组	V	96.0	75.0	45.0	30000	牛粪(半腐熟)
	VI	192.0	150.0	90.0	60000	牛粪(半腐熟)
无机-有机组	VII	96.0	75.0	45.0	30000	牛粪(半腐熟)
		60.0	24.0	12.0	0	磷酸二铵、尿素、硫酸钾
	VIII	192.0	150.0	90.0	60000	牛粪(半腐熟)
		30.0	12.0	6.0	0	磷酸二铵、尿素、硫酸钾

肥方式(均为基肥,见表1)及对照(CK)共9个处理,小区面积24m<sup>2</sup>,3次重复,随机区组排列。供试作物为春青稞,作物收获前采集土壤样品,由西藏农牧学院生物测试中心和微生物实验室分析测定土壤养分及微生物指标。作物收获后不同处理各设1采

\* 国家自然科学基金项目(40061004)资助

收稿日期:2002-11-16 改回日期:2002-12-26

样点(1m<sup>2</sup>×0.25m)调查蚯蚓数量。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同培肥方式对土壤微生物种类与数量的影响

土壤微生物种类及数量构成在很大程度上影响并决定着土壤生物活性和生物化学方向。由表 2 可知处理 I ~ VIII 平均土壤细菌数量较对照增加 150.8%,并在土壤微生物数量构成中占绝对优势,分别为平均土壤真菌、放线菌数量的 29.37 万倍和 0.30 万倍。平衡施用化肥(III、IV)和单施化肥(I、II)处理平均土壤细菌数量较有机肥处理(V、VI)分别增加 101.3%和 68.1%,较化肥-有机肥处理(VII、VIII)仅分别降低 2.6%和 18.7%,这可能与化肥,特别是平衡施用化肥促进土壤原有各类有机残体的腐解,导致土壤有机质含量上升,为微生物活动和繁殖提供了良好土壤营养环境有关。有机组、无机-有机组各处理土壤细菌均随有机肥施用

表 2 不同培肥方式对土壤微生物因素的影响

Tab.2 Effect of different methods of application fertilizer on soil biological state

处 理 Treatments	细菌/万个·g <sup>-1</sup> Bacterium	真菌/万个·g <sup>-1</sup> Fungus	放线菌/万个·g <sup>-1</sup> Actinomyces	固 N 菌/个·g <sup>-1</sup> N-fixing bacteria	纤维素分解菌/个·g <sup>-1</sup> Cellulose-decompo- sing bacterium	蚯蚓/个·m <sup>-3</sup> Earthworm	pH
I	290290	0.8914	213.829	571	411	2.8	5.99
II	597700	1.2287	128.736	149	203	4.0	5.94
III	467200	1.8412	150.748	-	771	5.2	5.91
IV	596280	1.2413	96.636	151	159	4.0	6.00
V	208570	2.0857	199.305	313	591	14.8	5.98
VI	319710	2.2520	143.174	152	1129	21.2	5.96
VII	207850	1.2355	150.115	728	389	20.0	5.95
VIII	884520	1.3857	113.510	612	858	30.8	5.91
CK	178030	1.3064	136.416	81	243	2.8	6.02

量的递增而增加,增幅分别达 53.3%和 325.6%。而等量有机肥下处理 VII 与处理 V 细菌数量相当,并未因化肥-有机肥配施而出现细菌过量繁殖的现象,处理 VIII 土壤细菌数量则远高于处理 VI,表明处理 VIII 化肥-有机肥用量对改善微生物营养环境,加速各类有机残体的腐解并促进土壤细菌繁殖和活动有重要作用。细菌构成中固 N 菌、纤维素分解菌数量极低,有机组、无机-有机组各处理土壤固 N 菌和纤维素分解菌数量相对较高,其固 N 菌数量均随有机肥施用量的提高而明显降低,纤维素分解菌则呈相反趋势。试验各处理土壤真菌仅为平均放线菌数量的 1%,这与酸性土壤以及干旱、半干旱土壤真菌占优势的研究结果完全不同<sup>[1-3]</sup>,其原因可能是不同培肥方式土壤 pH 值虽均呈酸性,但由于试验灌溉条件较佳,明显抑制了干旱、半干旱条件对土壤真菌繁殖和活动的促进作用,表明干旱、半干旱条件对土壤真菌有重要影响。有机组各处理真菌数量明显高于对照和化肥组各处理,且等量有机肥下较无机-有机组处理分别增加 68.8%和 62.5%,表明化肥对真菌的繁殖和活动存在较明显抑制作用。不同培肥方式下土壤放线菌变化较大,有机组处理土壤放线菌数量明显高于无机-有机组处理,但有机组、无机-有机组处理土壤放线菌数量均随有机肥施用量的增加而大幅下降,降幅分别达 28.2%和 24.4%。平衡施用化肥处理土壤放线菌变化趋势与真菌相同,即随化肥施用量的增加而降低,降幅亦基本一致。

### 2.2 不同培肥方式对蚯蚓的影响

蚯蚓是温带土壤中生物量最大的无脊椎动物,对土壤功能有重要影响<sup>[2,3]</sup>。由表 2 可知土壤蚯蚓数量取决于有机肥施用量,而等量有机肥下无机-有机肥处理蚯蚓数量分别较有机肥处理增加 35.1%和 45.3%,其原因可能是化肥与有机肥混施减少或避免了所施 P、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 与蚯蚓的直接接触<sup>[3]</sup>,且与有机-无机肥所形成的良好土壤营养等环境有关。

### 2.3 土壤微生物与土壤养分的关系

由表 3 和表 4 可知试验各处理土壤细菌数量与土壤速效钾含量呈负相关,与土壤有机质、速效氮和速效磷含量则呈显著正相关或正相关,表明土壤细菌对土壤结构和作物 N、P 营养有较大贡献。固 N 菌和纤维素分解菌与土壤有机质含量亦呈一定正相关,其中固 N 菌与土壤速效氮含量相关系数达 0.4842。土壤物理性质相同下处理 I N 素施用量仅为处理 II 的 1/2,但其速效氮含量却为处理 II 的 1.22 倍,其原因之一可能是与土壤固 N 菌数量的差异有关。处理 II 土壤有机质含量极显著高于处理 I,这可能与供试土壤有机质与全 N 含量相关性(R = 0.1795)较低,以及该 N 素施用量导致土壤 C/N 值变化而引起土壤细菌数量显著改变有

表3 不同培肥方式对土壤肥力及作物产量的影响\*

Tab.3 Effect of different methods of application on soil fertility and economic yield of spring highland barley

处 理 Treatments	速效养分/mg·kg <sup>-1</sup> Content of available nutrition			有机质/g·kg <sup>-1</sup> Organic matter	产量/kg·hm <sup>-2</sup> Yield
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		
I	99.77gG	34.69bcB	9.57cC	15.03dD	1606.5fE
II	81.81hH	37.71bB	7.14hH	17.73bB	1551.0fE
III	233.56fF	36.82bcB	11.17aA	17.05bBC	1800.0eD
IV	456.46eE	35.53bcB	9.12dD	16.18cC	2122.3bB
V	531.92dD	34.25cB	10.36bB	14.97dD	1959.0dC
VI	629.66cC	40.40abAB	7.56gG	17.68bB	2044.5cB
VII	702.65bB	43.52aA	11.18aA	17.11bBC	2073.0bcB
VIII	925.41aA	42.08aA	8.65eE	18.87aA	2310.0aA
CK	66.01iI	29.09dC	7.81fF	14.56gF	1447.5gF

\* 表中不同字母为新复极差检验。

均较小,且不同培肥方式下土壤放线菌数量与速效氮、速效磷,特别与土壤有机质呈不同程度负相关,这与国内外许多研究结果不一致<sup>[1-3]</sup>。此外放线菌与土壤速效钾含量呈较明显正相关。

### 3 小结与讨论

西藏高原特殊生境土壤细菌数量与土壤有机质、速效氮、速效磷含量呈显著正相关或正相关,并在土壤微生物数量构成中占绝对优势,在土壤肥力形成与转化过程中具有生物主导作用,土壤细菌数量与速效钾含量则呈负相关。土壤真菌与土壤有机质、土壤养分的关系尽管与细菌较为一致,但土壤真菌数量极低,对土壤结构和土壤养分的影响亦较小。当土壤2:1型黏粒含量较高且微生物代谢作用产生的H<sup>+</sup>过量时,即可通过阳离子交换作用使土壤pH值稳定在7.0~7.5间,以利于细菌对养分的竞争并抑制真菌繁殖和活动<sup>[1]</sup>。外来微生物在土壤中生物活性仅可持续一定时间,因其适应性和竞争性差,一般不能持续发展<sup>[1]</sup>。本试验有机组、无机-有机组各处理土壤微生物,特别是土壤细菌数量与化肥组各处理的差异并非源于有机肥本身,而在于有机肥、化肥-有机肥施用后对土壤物理和营养环境所产生的综合效应。

### 参 考 文 献

- 1 陈文新. 土壤和环境微生物学. 北京:中国农业大学出版社,1996. 9~35
- 2 黄昌勇. 土壤学. 北京:中国农业出版社,2000. 50~59
- 3 熊顺贵. 基础土壤学. 北京:中国农业大学出版社,2001. 58~72

关。有机组各处理土壤速效磷随有机肥施用量的增加而显著提高,处理V有机质含量低于或极显著低于化肥组各处理,其原因是处理V施入的有机质矿化量较大,显著促进作物吸收并形成较高产量所致。处理II、III、VI和VII间有机质含量无显著差异,除上述原因,可能还与处理II、III土壤细菌数量大幅提高,显著促进土壤动植物残体的降解并形成有机质有关。一般土壤真菌数量与有机质含量密切相关,本试验表明二者相关性及其土壤真菌与速效氮、速效磷,特别是速效钾的相关性

表4 土壤微生物与土壤有机质及速效养分相关性

Tab.4 Interrelation of soil living beings, organic matter and available nutrition

项 目 Items	细 菌 Bacterium	真 菌 Fungus	放线菌 Actinomyces	固 N 菌 N-fixing germ	纤维素分解菌 Cellulose-decomposing bacterium
有机质	0.7174	0.1411	-0.5494	0.2461	0.4860
速效氮	0.3287	0.3324	-0.2668	0.4842	-
速效磷	0.3880	0.1062	-0.2331	-	-
速效钾	-0.2540	0.0521	0.3979	-	-