

施用 EM 堆肥对土壤螨群落结构的影响

郑长英¹, 胡敦孝¹, 李维炯²

(1. 中国农业大学昆虫学系, 北京 100094; 2. 中国农业大学农业生态系, 北京 100094)

摘要: 对不同施肥条件下农田中的土壤螨进行调查, 结果表明: (1) EM 堆肥区土壤有机层加深, 土壤螨垂直分布下限下移; (2) 施用 EM 堆肥区土壤螨数量多, 物种丰富, 分布均匀。长期施用 EM 堆肥可以形成多层次的食物网络, 传统堆肥区土壤螨数量和种类较化肥区多; 单纯施用化肥的农田, 土壤螨数量和种类呈减少趋势, 群落结构稳定性差, 土壤生物间的联系向单一化方向发展。

关键词: EM 堆肥; 传统堆肥; 化肥; 农田; 土壤螨; 群落

Effects of EM Compost on Soil Mites Community in Farmland

ZHENG Chang-Ying¹, HU Dun-Xiao¹, LI Wei-Jiong² (1. Department of Entomology, China Agricultural University, Beijing 100094, China; 2. Department of Agroecology, China Agricultural University, Beijing 100094, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(7): 1116~1121.

Abstract: Community structure of soil mites in the farmland treated with three different fertilizers was studied in Qu zhou experiment station, China Agricultural University from April to September 1997. Recent years, inputting more and more chemical fertilizers and pesticides into farmland has disturbed sustainable soil utilization. Alternative methods are imperative to be searched. Effective Microorganisms (EM) compost is a compound fertilizer with many microorganisms. What will happen by using EM compost to ecological environment of farming layer? The research purpose was to study the effects of using different fertilizers on soil mites in farmland. Soil mites, the most abundant group of small arthropods in the soil, were utilized to evaluate its ecological benefits in different fertilizer. The survey was carried out in different plots applied with chemical fertilizer, traditional compost and EM compost respectively for 1 year, 5 year and 6 year. Soil samples were gathered in 0~10cm and in 10~20 cm. The number of soil mites was determined, and the richness, evenness, diversity index of soil mites community were calculated. The results can be summarized as follows:

(1) Change of evenness was the most stable and the The diversity index and number of soil mites were the highest except August in 1 year EM plots among three different treatments. The change of richness (namely number of species) was 4~16, 2~13, 2~12 in the EM compost, traditional compost, chemical fertilizer treatments respectively during six month of 1-year.

(2) Difference in soil mite numbers was significant at 0.05 level under using different fertilizer for 6 year, the highest was in EM compost, followed by traditional compost. Diversity index was higher in the EM compost than in traditional compost and was much higher than in chemical fertilizer within every month during six inspected months. The change of richness were 6~20, 3~16, 1~7 species in the EM compost, traditional compost, chemical fertilizer respectively, during inspected six month in the sixth year. Number of species had decreased nearly to half of primary number of species in chemical fertilizer.

基金项目: 国家“九五”攻关资助项目(962209101)

收稿日期: 2001-07-18; 修订日期: 2002-01-06

作者简介: 郑长英, 女, 山东省胶州市人, 博士, 副教授。主要从事昆虫生态研究。现在山东省莱阳农学院植保系工作。

Rising of diversity index and richness of soil mites in EM compost demonstrated complex food web has been established. Stability of soil has been elevated and also shows indirectly that the soil with microorganisms constitutes a good living bridge for the transport nutrients from soil to plant. It is very useful for plants growing.

(3) Cluster analysis of number of soil mites between 16 samples (include 8 treatments respectively in 2 soil layer) indicates that 16 samples were divided into 8 groups treatment of 10~20 cm soil layer with EM compost separated from the rest of samples of 10~20 cm soil layer. It shows that vertical distribution of soil mites had descended, namely organic material had deepened. Another 6 groups in turn were (1) 1 year and 6 year chemical fertilizer samples (2) 1 year EM compost samples (3) 1 year traditional compost samples (4) 5 year and 6 year traditional compost samples. (5) 5 year EM compost samples (6) 6 year EM compost samples. All these indicate that the best one was the sample from 6 year EM compost treatment. The longer EM was applied and the more soil mites were found. The community structure of soil mites had tended to every simple in chemical fertilizer treatments, thus the ability of resistance to disturb was also diminished. Study the community structure of soil mites could be used to monitor the change of soil ecological environment. It would become a good indicator for agricultural sustainable development.

Key words: EM compost; compound fertilizer; farmland; soil mites; traditional compost; community
文章编号:1000-0933(2002)07-1116-06 中图分类号:S157.4+1 文献标识码:A

目前,人类赖以生存的农田土壤正受到农药、化肥等化学产品的严重污染,如何解决农田污染问题日益受到人们的重视。EM(Effective Microorganisms)是日本琉球大学比嘉照夫教授等于 20 世纪 80 年代初研制出的多功能微生物菌群。EM 堆肥是在传统堆肥中加入 EM 菌群。经多年来的实践证明,EM 具有提高作物产量,增强作物抗病虫能力,改善土壤生态环境等优点^[1]。

土壤螨是农田土壤动物中的重要组成部分,它直接参与到土壤物质循环过程中,对土壤培肥,土壤有机质的形成起到一定的作用^[2~4]。因此,研究施肥对农田土壤螨群落结构的影响,掌握土壤螨种类和数量的动态规律,揭示农田环境与土壤螨群落结构之间的关系,对提高土壤肥力,合理利用土壤资源,调整农业生产管理措施具有重要意义。

1 自然背景及研究方法

1.1 自然背景

研究地点选在中国河北省邯郸市曲周县。试验区位于该县北部,为黑龙港地区上游,属内陆冲积平原浅层咸水型盐渍化低产区,地处暖温带半湿润大陆性季风气候区,四季分明,春季干燥多风,夏季炎热多雨,秋季温和凉爽,冬季寒冷少降水。土壤主要为潮土和盐化潮土,土壤肥力较低(有机质含量为 1%左右)。主要农作物有小麦、玉米、棉花等,生产水平中等(产量约 4900kg/hm²),在华北平原地区颇有代表性。

1.2 样点选取

样点选在曲周农大实验站内,共 3 组 8 个处理。第 1 组 3 个处理,分别连续 6 年施用 EM 堆肥、传统堆肥和化肥,设 3 个重复;第 2 组 2 个处理,分别连续 5 年施用 EM 堆肥、传统堆肥,设 2 个重复;第 3 组 3 个处理,分别施用 1 年 EM 堆肥、传统堆肥和化肥,设 3 个重复。样地小区面积均为 10.5m×3m。作物 1 年 2 茬,小麦和玉米。

1.3 取样方法

本试验于 1997 年 4 月份开始,每月 20 号左右取样,共取 7 次。采用随机取样方法。每一样地随机选取 5 个点。每点分上、下两层,上层为 0~10cm,下层为 10~20cm。每点上、下两层各取 1 环刀(高 5cm,直径 5cm)。将同一样地中上、下两层各 5 环刀土分别放入塑料袋中,带回实验室。混合均匀后称取 300g 土。将所得的样品放入 250ml 漏斗收集土壤螨,每样收集 48h。将收集到的土壤螨放在 75%的酒精中保存,分类鉴定。

1.4 计算方法

- (1)物种丰富度 以物种数代表物种丰富度。
- (2)物种多样性 采用 Shannon-Weaver 信息多样性指数 $H': H' = - \sum (Pi \times \ln Pi), (i = 1, 2, 3, \dots)$, $Pi = ni/N$, ni = 种 i 的个体数, N = 总个体数。
- (3)均匀度 采用 Pielou 均匀度指数 $E: E = H'/\ln S; H'$ 为多样性指数, S 为物种数。
- (4)聚类分析 采用系统聚类法中的最短距离法。

2 结果与分析

2.1 不同施肥条件下土壤螨群落结构的比较

2.1.1 处理1年3种条件下0~10cm 土层土壤螨群落结构的比较 由于10月份追施肥料对土壤螨数量产生影响,因此,分析时剔除10月份数据。对3种条件下4~9月份土壤螨数量的差异性进行F检验证明:在 $\alpha=0.05$ 水平下,不存在显著性差异。但土壤螨群落结构的3项指标(表1)结果表明:EM堆肥区的丰富度指标在6个月中只在8月份比传统堆肥区小,8月份丰富度指标传统堆肥区最大,多样性指数同样也是8月份传统堆肥区最大,其余月份多样性指标及丰富度指标均是EM堆肥区>传统堆肥区>化肥区。由均匀度指数可以看出,EM堆肥区的均匀度指数年波动平缓,说明土壤螨分布均匀,数量和种类季节性波动平缓。EM堆肥区土壤螨的种类及数量与传统堆肥区、化肥区相比,物种比较丰富,分布比较均匀。

表1 处理1年3种不同施肥条件下0~10cm 土层土壤螨群落结构指标

Table 1 Index of community structure of soil mites in 0~10cm layer using three different fertilizers in one year							
指标 Index	处理 Treatment	月份 Month					
		4	5	6	7	8	9
数量 Number	EM1	13	67	11	13	81	72
	传统 1 Traditional compost 1	4	44	11	10	59	59
	化肥 1 Chemical fertilizer 1	3	34	8	6	51	45
丰富度 Richness	EM1	7	10	4	5	10	16
	传统 1 Traditional compost 1	4	8	2	4	12	13
	化肥 1 Chemical fertilizer 1	2	4	3	3	10	12
均匀度 Eveness	EM1	0.94	0.90	0.89	0.88	0.84	0.92
	传统 1 Traditional compost 1	1.00	0.92	1.00	0.65	0.87	0.84
	化肥 1 Chemical fertilizer	1.00	0.88	0.75	0.92	0.89	0.86
多样性指数 Diversity index	EM1	1.83	2.08	1.24	1.22	2.01	2.55
	传统 1 Traditional compost	1.39	1.91	0.69	1.04	2.17	2.15
	化肥 1 Chemical fertilizer	0.64	1.22	0.82	1.01	2.06	2.14

2.1.2 处理1年3种条件下10~20cm 土层土壤螨群落结构的比较 对3种施肥条件下10~20cm 土层土壤螨的数量进行F检验,在 $\alpha=0.05$ 水平不存在显著性差异。由表2可以看出,土壤螨群落结构的丰富度指标及多样性指标均是EM堆肥区>传统堆肥区>化肥区,表明在10~20cm 土层,EM堆肥区土壤螨的种类数多,物种丰富,土壤螨数量有逐渐增加的趋势。

2.1.3 处理6年3种不同施肥条件下0~10cm 土层土壤螨群落结构的比较 对3种施肥条件下土壤螨的数量进行F检验,EM堆肥区与传统堆肥区, $F=1.91 < F_{0.05}=5.05, P=0.25 > 0.05$,因此,2区土壤螨数量在 $\alpha=0.05$ 水平差异不显著;EM堆肥区与化肥区, $F=9.85 > F_{0.05}, P=0.013 < 0.05$,两者数量差异显著;传统堆肥区与化肥区, $F=5.15 > F_{0.05}, P=0.048 < 0.05$,表明化肥区与传统堆肥区差异显著。由表3可以看出,EM堆肥区多样性指数及丰富度指标在6个月中均比传统堆肥区和化肥区高。表明长期施用EM堆肥有利于土壤螨的生存繁衍,土壤螨种类数增多,物种丰富,分布均匀,群落稳定性增强。

2.1.4 处理6年3种不同施肥条件下10~20cm 土层土壤螨群落结构的比较 对3种施肥条件下土壤螨的数量进行F检验,EM堆肥区与化肥区存在显著性差异($F=21.54 > F_{0.05}, P=0.002 < 0.05$);EM堆肥区与传统堆肥区不存在显著性差异($F=2.05 < F_{0.05}, P=0.22 > 0.05$);传统堆肥区与化肥区存在显著性差

异($F=10.48>F_{0.05}, P=0.001<0.10$)。表 4 表明,土壤螨群落结构的丰富度指标及多样性指数均为 EM 堆肥区>传统堆肥区>化肥区。多样性指数 EM 堆肥区除 4 月份以外,其余 6 个月均比化肥区高出 1 倍以上,而 9 月份高达 2.24 倍;比传统堆肥区 6 月及 9 月均高出近 1 倍。说明长期施用 EM 堆肥的田块,10~20cm 土层土壤螨数量明显增多,物种丰富度增大,群落结构稳定性增强,垂直分布下限下移。

表 2 处理 1 年 3 种不同施肥条件下 10~20cm 土层土壤螨群落结构指标

指标 Index		处理 Treatment	月份 Month					
			4	5	6	7	8	9
数量 Number		EM1	1	11	4	8	14	20
		传统 1 Traditional compost 1	0	9	4	8	12	13
		化肥 1 Chemical fertilizer 1	1	2	4	1	11	16
丰富度 Richness		EM1	1	5	3	4	6	9
		传统 1 Traditional compost 1	0	3	2	4	4	8
		化肥 1 Chemical fertilizer 1	1	2	3	1	3	5
均匀度 Eveness		EM1	0.00	0.96	0.89	0.77	0.93	0.90
		传统 1 Traditional compost 1	0.00	0.85	1.00	0.77	0.81	0.94
		化肥 1 Chemical fertilizer	0.00	1.00	0.75	0.00	0.91	0.93
多样性指数 Diversity index		EM1	0.00	1.55	1.04	1.07	1.67	1.98
		传统 1 Traditional compost	0.00	0.94	0.56	1.07	1.12	1.95
		化肥 1 Chemical fertilizer 1	0.00	0.69	1.04	0.00	1.00	1.50

表 3 处理 6 年 3 种不同施肥条件下 0~10cm 土层土壤螨群落结构指标

指标 Index		处理 Treatment	月份 Month					
			4	5	6	7	8	9
数量 Number		EM6	21	88	38	38	123	145
		传统 6 Traditional compost 6	13	55	17	20	89	94
		化肥 6 Chemical fertilizer 6	2	21	6	7	26	45
丰富度 Richness		EM6	8	12	6	7	17	20
		传统 6 Traditional compost 6	6	7	3	6	9	16
		化肥 6 Chemical fertilizer 6	2	5	1	5	6	7
均匀度 Eveness		EM6	0.94	0.90	0.87	0.93	0.69	0.91
		传统 6 Traditional compost 6	1.00	0.92	0.99	0.95	0.85	0.91
		化肥 6 Chemical fertilizer	1.00	0.88	0.00	0.89	0.90	0.87
多样性指数 Diversity index		EM6	1.88	2.20	1.55	1.81	1.96	2.73
		传统 6 Traditional compost	1.70	1.71	1.09	1.71	1.88	2.51
		化肥 6 Chemical fertilizer	0.69	1.30	0.00	1.43	1.62	1.68

2.2 根据土壤螨群落对农田进行系统聚类分析

在相同的地理环境条件下,由于施肥水平的不同,同时由于土壤螨垂直分布的差异,使土壤螨的群落数量及结构在不同的田块或同一田块不同的土层产生差异。根据土壤螨群落数量对 16 个样点进行系统聚类分析,样品间距离采用欧氏距离,类间距离采用最短距离法。聚类谱系距离见表 5,聚类谱系图见图 1。

根据实际情况,由于长期施用 EM 堆肥使 6 年 EM 堆肥区 10~20cm 土层土壤螨的群落结构发生变化。因此,应将 6 年 EM 堆肥区 10~20cm 土层与其它处理区 10~20cm 土层分在不同的组中。取阈值 $T=0.20$,可将它们分在不同的组中。16 个样点分成 8 组:

表 4 处理 6 年 3 种不同施肥条件下 10~20cm 土层土壤螨群落结构指标

Table 4 Index of community structure of soil mites in 10~20cm layer using three different fertilizers in 6 year							
指标 Index	处理 Treatment	月份 Month					
		4	5	6	7	8	9
数量 Number	EM6	1	10	5	12	19	31
	传统 6 Traditional compost 6	1	7	4	7	17	20
	化肥 6 Chemical fertilizer 6	0	6	3	3	3	3
丰富度 Richness	EM6	1	6	4	5	6	11
	传统 6 Traditional compost 6	1	3	2	5	5	5
	化肥 6 Chemical fertilizer 6	0	2	2	1	2	1
均匀度 Eveness	EM6	0.00	0.95	0.96	0.93	0.84	0.93
	传统 6 Traditional compost 6	0.00	0.91	0.99	0.95	0.87	0.94
	化肥 6 Chemical fertilizer	0.00	0.92	0.92	0.89	0.92	0.00
多样性指数 Diversity index	EM6	0.00	1.70	1.33	1.49	1.51	2.24
	传统 6 Traditional compost	0.00	1.00	0.69	1.55	1.40	1.51
	化肥 6 Chemical fertilizer	0.00	0.64	0.64	0.00	0.64	0.00

表 5 最短距离聚类分析

Table 5 Single linkage cluster analysis						
Number of clusters	Clusters	Joined	Frequency of new cluster	Pseudo <i>F</i>	Pseudo <i>t</i> * * 2	Normalized minimum distance tie
15	OB6	OB10	2	1022.71	.	0.041656
14	OB9	OB13	2	930.98	.	0.048683
13	OB2	OB8	2	952.80	.	0.049115
12	OB4	CL15	3	675.93	3.94	0.055583
11	CL12	OB14	4	684.54	1.11	0.062737
10	CL11	OB16	5	519.66	3.08	0.072442
9	CL13	CL10	7	228.34	10.69	0.087038
8	OB5	OB15	2	244.25	.	0.144446
7	CL9	OB12	8	114.52	13.33	0.217229
6	CL7	CL8	10	67.05	10.00	0.328383
5	OB3	CL14	3	75.41	65.21	0.335396
4	OB7	OB11	2	92.40	.	0.395875
3	OB1	CL5	4	100.56	6.09	0.502232
2	CL3	CL6	14	25.13	65.53	0.586182
1	CL2	CL4	16	.	25.13	0.767760

第 1 组 化肥 1 年 10~20cm,传统 5 年 10~20cm,EM1 年 10~20cm,EM5 年 10~20cm,传统 1 年 10~20cm,传统 6 年 10~20cm,化肥 6 年 10~20cm;

第 2 组 EM6 年 10~20cm;

第 3 组 化肥 1 年 0~10cm,化肥 6 年 0~10cm;

第 4 组 EM1 年 0~10cm;

第 5 组 传统 1 年 0~10cm;

第 6 组 传统 5 年 0~10cm,传统 6 年 0~10cm;

第 7 组 EM5 年 0~10cm;

第 8 组 EM6 年 0~10cm。

第 1 组 7 个样点均为 10~20cm 土层,土壤螨数量及种类随着土壤深度的增加而减少;第 2 组由于长期施用 EM 堆肥,数据 1 堆肥 6 年区土壤螨的群落结构发生变化,同一土层(10~20cm)与其它处理区相比,土壤螨种类及数量增加,土壤螨垂直分布下限下移;第 3 组为化肥组,连续单纯过多地施用化肥的土

壤,土壤螨的种类数减少,多样性指数降低,土壤生物间的营养结构简单,食物链向单一化方向发展;第4组、第5组说明第1年施用EM堆肥土壤螨群落结构便与施用传统堆肥区产生差异;第6组为长期施用有机肥区,土壤螨的种类及数量均有所提高;第7组说明停止施用EM堆肥对土壤螨群落结构产生一定影响;第8组为EM堆肥6年区,土壤螨的种类和数量均有增加,土壤螨多样性指数提高,结构复杂,稳定性加强。

若取阈值为0.55则18个处理区被分为3组:第1组为传统堆肥组,第2组为化肥及10~20cm土层组,第3组为长期施用EM堆肥组。由此可以说明EM堆肥、传统堆肥和化肥对土壤螨群落结构的影响是不同的。长期施用EM堆肥,有利于土壤生物的生存繁衍,加强土壤生物间的联系,可以形成多层次的食物网络,使土壤生物间的稳定性提高,提高土壤的可持续性使用能力。传统堆肥有利于土壤培肥,土壤螨数量和种类较化肥区多。单纯依赖化肥将使土壤严重板结,土壤肥力下降,土壤透水通气性能降低,最终导致土壤生产能力丧失。单纯施用化肥的农田,土壤螨数量和种类均成减少趋势,土壤螨群落结构稳定性差,土壤生物之间的联系向单一化方向发展。

3 结论

(1)土壤螨是土壤环境中的重要组成部分,不同施肥条件对其群落结构产生明显的影响。施用EM堆肥区,土壤螨群落间结构层次复杂化,与土壤生物多向联系,食物链加长,食物网复杂,土壤生物群落趋于稳定。土壤螨的大量存在促进了养分的形成,为作物生长提供了丰富的营养物质。传统堆肥亦同样有利于土壤的培肥,土壤螨数量较多,物种较丰富。

(2)长期施用化肥的农田,土壤螨的种类与数量明显减少,土壤生物间养分竞争激烈,土壤生物群落稳定性降低。

参考文献

[1] Li W J(李维炯),Ni Y Z(倪永珍). *Study and Application of EM Technology*(in Chinese). Beijing: Agricultural Science and Technology Press,1996. 3~5.

[2] Hu D X(胡敦孝),Xia Y L(夏云龙),Wu S M(吴珊眉). Study of the community structure and the variation of soil mites in different fertilizer. *Journal of China Agricultural University*(in Chinese) (中国农业大学学报),1995,21(4):417~422.

[3] Yin W Y(尹文英),Liang L R(梁来荣),Wang X Z(王孝祖),et al. *Subtropical Soil Animals of China*(in Chinese). Beijing: Science Press,179~185.

[4] Weigmann G. Structure of oribatid mite communities in the soils of urban areas. *Acarology*,1984,5(2):917~924.

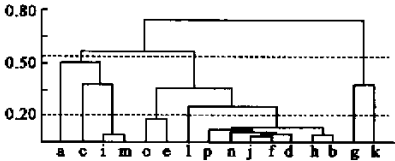


图1 不同施肥条件下土壤螨群落聚类谱系图

Fig.1 Cluster graph of soil mites community in different fertilizers

a=EM 1年0~10cm;b=EM 1年10~20cm;c=传统1年0~10cm;d=传统1年 traditional compost lyear 10~20cm;e=化肥1年0~10cm;f=化肥1年 Chemical fertilizer lyear 10~20cm;g=EM 5年0~10cm;h=EM 5年10~20cm;i=传统5年0~10cm;j=传统5年10~20cm;k=EM 6年0~10cm;l=EM 6年10~20cm;m=传统6年0~10cm;n=传统6年10~20cm;o=化肥6年0~10cm;p=化肥6年10~20cm