

吉林省中西部平原区土壤螨类群落结构特征^{*}

吴东辉^{1,2} 张 柏^{1**} 陈 鹏³

1. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 吉林 长春 130012

2. 吉林大学地球科学学院, 吉林 长春 130061

3. 东北师范大学城市与环境科学学院, 吉林 长春 130024

摘 要 对吉林省中西部平原区进行土壤螨类群落调查, 了解该区土壤螨类群落组成、分布及土地利用差异对土壤螨类群落结构的影响。共捕获土壤螨类 96 属 16 443 只。研究结果显示: 土壤螨类群落组成各类群空间分布的广狭与个体数量的多寡在吉林省中西部平原区未呈现出明显的一致性; 中部平原区与西部平原区土壤螨类群落组成存在明显差异, 气候和土壤差异是主导因素; 不同土地利用类型生境螨类群落特征存在一定的差异, 农业生产活动减少了土壤螨类类群数和个体密度, 使螨类在土壤剖面不同土层间分布更加均匀; 同时农业活动也减少了螨类的群落多样性。MGP 分析能够反映人类干扰对甲螨群落结构的影响, 其中 MGP I 分析对不同土地利用条件下甲螨群落结构的季节变动更敏感。MI 指数显示, 农田和居民点的农业生产活动增加了中气门螨类 *r*-选择类群的数量 [动物学报 51 (3): 401-412, 2005]。

关键词 土壤螨类 群落结构 MGP 分析 MI 指数 吉林省

Characteristics of soil mite community structures in the mid-west plain, Jilin Province^{*}

WU Dong-Hui^{1,2}, ZHANG Bai^{1**}, CHEN Peng³

1. Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, CAS, Changchun 130012, China

2. College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, China

3. School of Urban and Environment, Northeast Normal University, Changchun 130024, China

Abstract The soil mites in the mid-west plain in Jilin Province were investigated with the emphasis laid on the community structure in relation to the types of land-use i. e. farm garden, farmland, Three-North Forest Shelterbelt, natural secondary forest and natural mowing pasture. The soil mites were extracted through Tullgren extractor and were identified to the genus level with the aid of microscope. A total of 16 443 soil mite individuals was captured and fell into 96 genera. *Oppia* and *Scutaracus* were the dominant groups that account for 24.12% of the total individuals. A considerable difference in the numbers of genera and individuals existed between the natural forest and other habitats affected by agricultural practice. The mites distributed evenly in the different layers of soil profile in all the habitats affected directly by humans in both samples collected in July and September. In these habitats affected intensively by agricultural activity during sampling date, more groups and individuals were cut down, and more diversities lost. These results suggest that the types of land use affect the species richness and abundance, and human activity has an impact on the soil mite community. The characteristics of the Oribatida community structures in different habitats were analyzed by using MGP, and Mesostigmata community by MI (Maturity index) while Shannon-Wiener Index was used in analyzing the biodiversity of the mite community. The results also show that MGP I proposed by Aoki is a sensitive parameter to monitor the seasonal fluctuations of Oribatida community, and MI index first used by Ruf could indicate the *r*-selected groups increase of Mesostigmata community influenced by agri-activity in farm garden and farmland [Acta Zoologica Sinica 51 (3): 401-412, 2005].

Key words Soil mites, Community structure, MGP analysis, MI index, Jilin Province

由于螨类在各类土壤中普遍存在, 类群和数量 丰富, 群落生物多样性高, 土壤螨类被看作是最重

2004-11-10 收稿, 2005-02-18 接受

^{*} 中国科学院知识创新工程重大项目 (No. KZCX1-SW-19) 资助 [This research was founded by the grant from Knowledge Innovation Program of the Chinese Academy of Sciences (No. KZCX1-SW-19)]

^{**} 通讯作者 (Corresponding author). E-mail: zhangbai@mail.neigae.ac.cn; wudhyang@yahoo.com.cn

动物学报 Acta Zoologica Sinica

要的评价土壤质量变化的敏感性指示生物之一 (Valerie, 1999; Ruf et al., 2003)。近年来, 国外螨类研究学者加强了农业生产活动对土壤螨类群落动态变化影响的研究 (Hülsmann and Wolters, 1998; Peachey et al., 2002; Kinnear and Tongway, 2004)。我国学者从 20 世纪 80 年代开始土壤螨类生态学方面的研究 (张荣祖等, 1980; 陈鹏等, 1988), 但有关农业土地利用与土壤螨类群落动态变化关系方面的研究报道一直不多 (郑经鸿等, 1993; 郑长英等, 2002; 谢桂林等, 2004), 对于土壤螨类群落特征与土壤质量变化关系仍然处于初步探索阶段。

吉林中西部平原区属温带森林草原、草甸草原地带, 是我国重要的农牧业生产基地, 近年来由于人为过度的垦殖, 平原区土壤生态环境日益恶化, 土壤肥力不断下降 (孙继敏、刘东生, 2001; 崔海山等, 2003)。本文对吉林省中西部平原区土壤螨类群落特征进行研究, 了解该区土壤螨类群落组成、生态结构及土地利用差异对土壤螨类群落动态的影响, 为深入探讨土壤螨类对土壤质量变化的指示作用提供科学基础资料。

1 材料与方法

1.1 样地选择

研究区设在吉林省中西部平原区, 气候属温带大陆性季风气候, 降水集中在 6-9 月份。中部平原区年均降水量 500 mm 以上, 干燥度 1.0-1.1, 原生植被为森林草原, 地带性土壤为黑土。西部平原区年均降水量 350-500 mm, 干燥度 1.1-1.49, 原生植被为草甸草原, 地带性土壤为黑钙土。

中部平原区研究样地设在长春市、扶余市、德惠市、公主岭市黑土区, 西部平原区研究样地设在白城市、大安市黑钙土区和长岭县风沙土区, 选择典型土地利用类型: 农田、居民点园地和“三北”防护林调查取样, 因为吉林省中西部平原区农田主要农作物为玉米, “三北”防护林以杨树纯林为主, 因此研究区农田样地设在玉米田, 防护林样地设在农田周围的杨树林。

中部平原区对照样地设在长春市净月潭国家森林公园蒙古栎 (*Quercus mongolica*) + 紫椴 (*Tilia amurensis*) 林和杂木林群落, 同时因为净月潭人工长白落叶松林 (*Larx olgensis*) 群落面积较大, 保育时间在 30 年以上, 1 个调查样地设在

长白落叶松林。西部平原区对照样地设在大安市大岗乡姜家甸割草场天然羊草 (*Anerolpidium chinense*) 群落。

1.2 样品采集与处理

于 2003 年 7 月、9 月, 在研究区 2 次分别对扶余市三岔河镇、德惠市沃皮乡、长春市城西乡、公主岭市南崴子乡、白城市史家屯、大安市大安北镇、大安市大岗乡、长岭县太平川镇农田、防护林和居民点园地以及长春市净月潭国家森林公园天然次生林、人工长白落叶松林和大安市大岗乡姜家甸天然割草场共 10 个采样区 28 个典型样地进行土壤螨类取样。每个样地随机取 4 个重复样, 每个样方面积 10 cm × 10 cm, 分 0-5 cm、5-10 cm、10-15 cm 三层采样, 此外, 净月潭森林群落同时进行凋落物层采样, 2 次共取土样 696 个, Tullgren 法实验室分离提取土壤螨类 (陈鹏, 1983; Ducarme et al., 2004)。螨类标本依据尹文英 (1998) 《中国土壤动物检索图鉴》鉴定, 一般鉴定到属, 同时统计个体数量。

1.3 数据分析与处理

1.3.1 甲螨 (Oribatid) 群落结构 MGP 分析 将甲螨分为三大类: 大孔低等甲螨 (Macropyline, M)、无翅坚背甲螨 (Gymnonota, G) 和有翅孔背甲螨 (Poronota, P)。MGP 分析即是根据三大类甲螨各占群落的百分比分析群落结构特征, 若以甲螨种类数计算百分比, 称为 MGP 分析 I; 以甲螨个体数计算百分比, 则称为 MGP 分析 II (Aoki, 1983; 谢桂林等, 2004)。

1.3.2 中气门亚目 (Mesostigmata) 群落结构分析 中气门亚目是重要的捕食性螨类, 本文采用 MI (Maturity index) 指数表达各生境中气门亚目土壤螨类群落结构特征, 通过计算中气门亚目 K-选择类群在土壤螨类群落中的类群数权重获得 MI 指数 (Ruf, 1998)。公式如下:

$$(1) MI = \frac{\sum_{i=1}^S K_i}{\sum_{i=1}^S K_i + \sum_{i=1}^S r_i}$$

s 为土壤螨群落中气门亚目螨类属数, K_i 为第 i 属所在科的 K 值, r_i 为第 i 属所在科的 r 值。

1.3.3 群落多样性分析 国内外学者普遍运用 H' 指数、Margalef 丰富度指数和 Pielou 均匀度指数相结合说明土壤动物群落的多样性 (Yeates and Bongers, 1999; Jennifer et al., 2001; 殷秀琴等, 2003)。本文采用上述三个指数计算研究区土壤螨类群落多样性。公式如下:

(2) Shannon-Wiener 指数 (H'): $H' = -$

$$\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

P_i 为土壤螨群落第 i 类群个体数占总个体数的比例; S 为土壤螨群落中所有螨类群数。

(3) Margalef 丰富度 (SR): $SR = (S - 1) / \ln N$

N 为土壤螨类群落全部类群的个体总数。

(4) Pielou 均匀度 (J): $J = H' / \ln S$

2 结 果

2.1 土壤螨类群落构成

两次共捕获土壤螨类 16 443 只, 个体密度平均

7 340.63 只/ m^2 , 分别隶属于蛛形纲 3 亚目 96 属, 其中隐气门亚目 (Cryptostigmata) 53 属 7 567 只, 前气门亚目 (Prostigmata) 19 属 4 464 只, 中气门亚目 24 属 4 412 只 (附表 1), 无气门亚目 (Astigmata) 数量和种类太少, 未统计在上述结果中。

中部平原区共捕获土壤螨类 87 属 12 248 只, 其中隐气门亚目 49 属 6 673 只, 前气门亚目 16 属 2 342 只, 中气门亚目 22 属 3 233 只; 优势类群为奥甲螨属 *Oppia*, 占中部总捕获个体数 14.57%; 常见类群包括盾螨属 *Scutaracus* 等 22 属, 共占中部总捕获个体数 74.76%; 稀有类群 65 属, 共占中部总捕获个体数 10.67%。

表 1 吉林省中西部平原区土壤螨类垂直生态分布

Table 1 Ecological distribution of mites in the soil profile in the mid-west plain, Jilin Province

I	7 月 July			9 月 September			Total		
	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm
NSF	34	23	18	26	22	18	45	36	27
ZFS	46	33	31	31	27	22	51	40	39
ZFY	30	26	25	27	24	20	40	37	31
ZFL	33	32	31	28	24	23	43	40	41
XMP	16	9	6	15	16	7	25	21	10
XFS	26	10	13	23	16	20	35	20	24
XFY	28	29	25	21	14	14	36	22	29
XFL	20	16	17	20	20	18	31	27	27

II	7 月 July			9 月 September			Total		
	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm
NSF	1 875	733	392	3 883	950	742	2 879	842	567
ZFS	5 950	1 456	994	5 631	2 144	1 381	5 791	1 800	1 188
ZFY	3 500	1 331	788	4 469	4 281	2 669	3 985	2 806	1 729
ZFL	5 263	3 156	1 419	4 706	3 894	2 781	4 985	3 525	2 100
XMP	1 675	625	550	2 975	8 350	3 625	2 325	4 488	2 088
XFS	1 125	293	156	2 631	413	556	1 878	353	356
XFY	1 519	931	1 038	1 519	2 106	1 644	1 519	1 519	1 341
XFL	438	1 106	463	1 925	2 081	1 825	1 182	1 594	1 144

I 代表类群数 (属), II 代表个体密度 (只/ m^2); NSF 代表中部天然次生林, ZFS 代表中部“三北”防护林, ZFY 代表中部居民点园地, ZFL 代表中部农田, XMP 代表西部天然割草场, XFS 代表西部“三北”防护林, XFY 代表西部居民点园地, XFL 代表西部农田, 以下同; 中部天然林凋落物层 7 月捕获螨类 47 属, 密度 9 958 只/ m^2 , 9 月捕获螨类 50 属, 密度 9 650 只/ m^2 , 两个月共捕获螨类 66 属, 密度 9 804 只/ m^2 。

I represents Groups numbers (genera), II represents Individual density (ind./ m^2); NSF represents natural secondary forest of middle part, ZFS represents three-North Forest Shelterbelt of middle part, ZFY represents farmyard of middle part, ZFL represents farmland of middle part, XMP represents natural mowing pasture of west part, XFS represents three-North Forest Shelterbelt of west part, XFY represents farmyard of west part, XFL represents farmland of west part, the same below; 47 genera and 9 958 ind./ m^2 captured in the litter layer of NSF in July, 50 genera and 9 650 ind./ m^2 captured in the litter layer of NSF in Sep., 66 genera and 9 804 ind./ m^2 captured in the litter layer of NSF in total.

西部平原区共捕获土壤螨类 61 属 4 195 只, 其中隐气门亚目 25 属 894 只, 前气门亚目 15 属 2 122 只, 中气门亚目 21 属 1 179 只; 优势类群为 *Scutaracus*、盲蛛螨科 *Caeculidae* 和虫穴螨属 *Zercon*, 共占西部总捕获个体数 52.40%; 常见类群包括 *Oppia* 等 10 属, 共占西部总捕获个体数 34.83%; 稀有类群 48 属, 共占西部总捕获个体数 12.77%。

2.2 土壤螨类的生态分布

2.2.1 垂直分布

类群数与个体密度垂直分布, 月份间比较, 螨类个体密度只有中部天然林凋落物层、中部防护林 0-5 cm 土壤层、农田 0-5 cm 土壤层 3 个层次 9 月有不同程度下降 (表 1), 其中中部农田 0-5 cm 土壤层 9 月螨类个体密度下降最大, 其它不同土壤层螨类个体密度 9 月普遍高于 7 月, 中部天然林 9 月 0-5 cm 层次、居民点园地 5-10 cm 层次个体数升高较大。类群数方面, 除

中部天然林凋落物层、西部天然割草场、防护林和农田下面两个土壤层土壤螨类类群数 9 月下降, 其余各土壤层次 9 月普遍升高。

生境间比较, 螨类群落个体密度和类群数总体均随土壤深度的增加而递减, 表现出一定的表聚性 (表 2)。中部天然林凋落物层螨类个体密度和类群数远大于其它土壤层, 尤其 7 月表聚性最为明显; 中西部防护林生境螨类群落数与个体密度表聚性也相当明显; 只有中西部天然割草场、农田和居民点园地螨类的表聚性较差, 采样土壤剖面不同层次螨类群落数与个体密度分布较为均匀, 中部天居民点园地和农田生境类群数各层次的均匀分布, 西部农田和天然割草场螨类个体密度 5-10 cm 层还明显高于上层土壤, 上述情况可能与耕作等农业生产活动有关, 其中天然割草场的割草和养护可能是影响螨类个体密度分布一个重要原因, 不过详细情况需要进一步研究。

表 2 吉林省中西部平原区土壤螨类群落多样性

Table 2 Diversity of soil mites in the mid-west plain, Jilin Province

		NSF	ZFS	ZFY	ZFL	XMP	XFS	XFY	XFL
H' 指数	July	1.39	1.37	1.19	1.22	1.04	1.13	1.33	1.06
H' index	Sep.	1.31	1.19	1.04	0.96	0.62	1.05	0.87	0.90
SR 指数	July	17.54	15.67	13.76	12.19	7.29	12.91	12.02	11.97
SR index	Sep.	12.95	11.06	9.82	9.51	7.20	9.78	7.86	8.76
J 指数	July	0.79	0.81	0.72	0.78	0.87	0.75	0.87	0.71
J index	Sep.	0.80	0.77	0.68	0.64	0.47	0.73	0.63	0.63

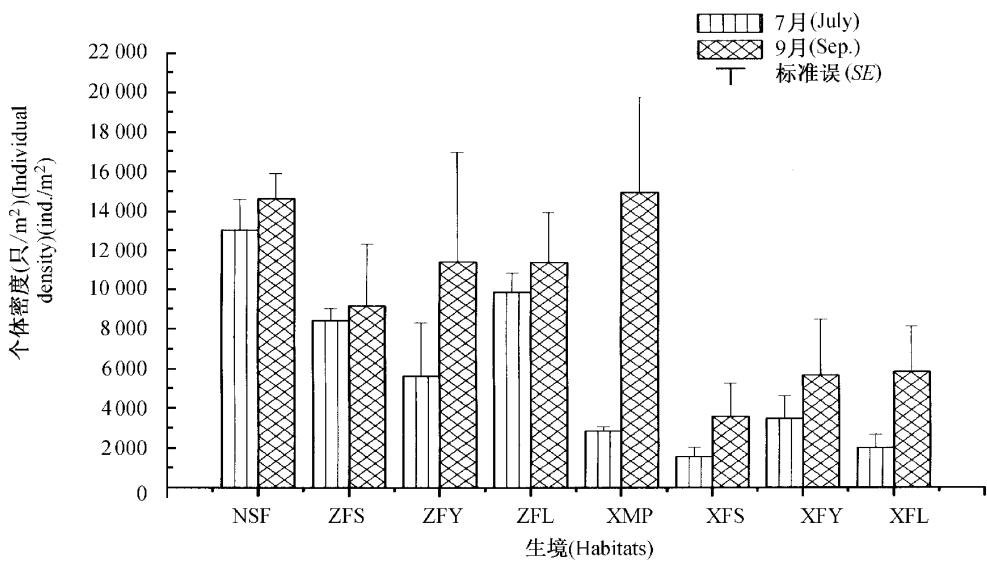


图 1 吉林省中西部平原区土壤螨类个体密度

Fig. 1 Individual density of soil mites in the mid-west plain, Jilin Province

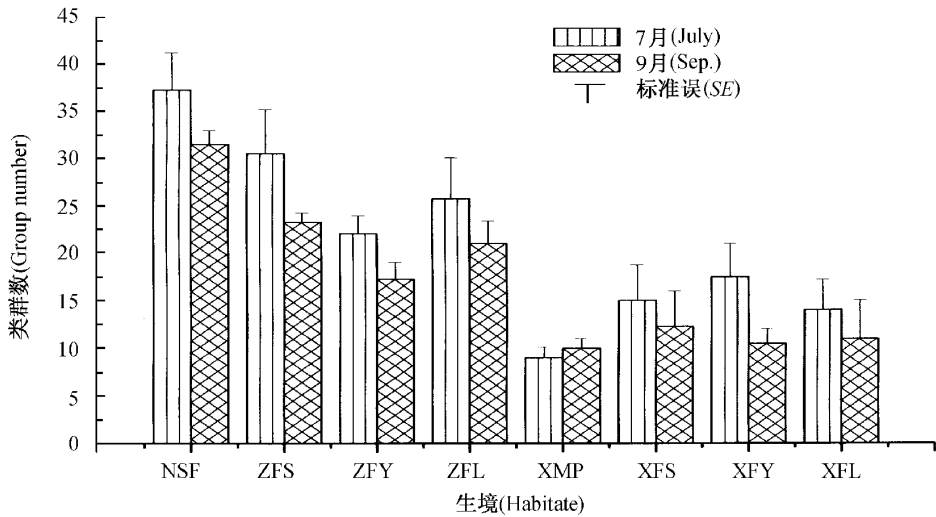


图2 吉林省中西部平原区土壤螨类类群数

Fig.2 Group numbers of soil mites in the mid-west plain, Jilin Province

2.2.2 水平分布 对所获土壤螨类群落类群数和个体密度进行二因素方差分析, 结果表明生境差异显著影响螨类群落个体密度 ($F_{7,63} = 6.061$, $P < 0.01$) 和类群数 ($F_{7,63} = 15.158$, $P < 0.01$)。从图1和图2可以看出, 除西部天然割草场9月土壤螨类个体密度较高外, 西部平原区生境土壤螨类个体密度和类群数都少于中部平原区生境, 中西部农田、居民点园地、防护林和西部天然割草场土壤螨类群落个体密度和类群数小于中部天然林, 农田、居民点园地农业生产活动和防护林下人为干扰一定程度上减少了土壤螨类类群数和个体密度。方差分析同时也表明, 月份变化仅对螨类个体密度影响显著 ($F_{1,63} = 12.154$, $P < 0.01$), 对类群数影响不明显 ($F_{1,63} = 1.064$, $P > 0.5$)。从图2可以看出, 除西部天然割草场土壤螨类群落类群数9月有一定升高外, 其它生境9月螨类群落类群数均有不同程度的下降; 而图1表明9月各生境土壤螨类个体密度都有不同程度升高, 其中西部天然割草场升幅最大。

2.3 土壤螨类群落多样性

多样性计算结果见表2。各生境 H' 指数空间分布, 7月中部天然林 > 防护林 > 农田 > 居民点园地, 西部居民点园地 > 防护林 > 农田 > 天然割草场; 9月中部天然林 > 防护林 > 居民点园地 > 农田, 西部防护林 > 农田 > 居民点园地 > 天然割草场; 月份间变化, 各生境 H' 指数9月都有不同程度的下降, 其中中部天然林和西部防护林降幅最小, 其它生境降幅较大, 西部居民点园地和天然割

草场降幅最大。

各生境 SR 指数空间分布, 7月中部天然林 > 防护林 > 居民点园地 > 农田, 西部防护林 > 居民点园地 > 农田 > 天然割草场; 9月中部天然林 > 防护林 > 居民点园地 > 农田, 西部防护林 > 农田 > 居民点园地 > 天然割草场; 月份间变化, 各生境 SR 指数除西部天然割草场降幅较小外, 其余都有大幅下降, 其中中部防护林、天然林和西部居民点园地降幅最大。

各生境 J 指数空间分布, 7月中部防护林 > 天然林 > 农田 > 居民点园地, 西部居民点园地 = 天然割草场 > 防护林 > 农田; 9月中部天然林 > 防护林 > 居民点园地 > 农田, 西部防护林 > 农田 = 居民点园地 > 天然割草场; 月份间变化, 各生境 J 指数9月除中部天然林有一定增加外, 其余都有不同程度的下降, 西部居民点园地和天然割草场降幅最大。

2.4 甲螨群落结构特征

MGP I 分析和 MGP II 分析计算结果见表3。

甲螨群落结构季节变化, MGP I 分析显示各生境 M 类群数9月均有升高, 农田、居民点升幅相对较大, G 类群数9月均有下降, 中西部农田、居民点降幅较大, 西部天然割草场降幅也很大, P 类群数中西部存在截然不同的差异, 中部各生境9月升高, 农田和居民点升幅较大, 西部各生境下降, 下降幅度生境间相差不大, MGP I 分析表明中部甲螨群落结构与西部存在区域上的差异, 此外, 人类活动干扰造成的甲螨群落结构的差异在 MGP I 分析中也有清楚的反映。MGP II 分析显示

甲螨群落个体数量结构最主要的特点是中西部农田、居民点园地 G 类群个体数升高, P 类群个体数下降, 而中部天然林和西部天然割草场 G 类群个体数下降 P 类群个体数升高; 此外, M 类群个体

数, 中部除居民点园地下降外, 其余生境升高, 天然林升高幅度最大, 西部除居民点园地升高外, 其余生境下降。

表 3 吉林省中西部平原区土壤甲螨群落结构分析

Table 3 Analysis of soil mites (Oribatida) community structures in the mid-west plain, Jilin Province

		个体数百分比 (%)			群落类型	类群数百分比 (%)			群落类型
		Individual percentage (%)				Group percentage (%)			
		M 群	G 群	P 群		M 群	G 群	P 群	
	Macropyline	Gymnonota	Poronota	Type	Macropyline	Gymnonota	Poronota	Type	
NSF	July	3.23	60.33	36.44	G	28.13	50.00	21.87	G
	Sep.	11.78	43.89	44.33	GP	36.84	36.84	26.32	O
ZFS	July	14.80	42.00	43.20	GP	30.00	35.00	35.00	O
	Sep.	20.68	31.88	47.44	O	35.71	28.58	35.71	O
ZFY	July	14.98	32.67	52.35	P	18.75	56.25	25.00	G
	Sep.	10.21	69.14	20.65	G	42.86	21.43	35.71	O
ZFL	July	9.14	50.61	40.25	G	26.32	42.11	31.57	O
	Sep.	10.50	67.88	21.62	G	38.46	23.08	38.46	O
XMP	July	48.94	40.43	10.64	MG	20.00	60.00	20.00	G
	Sep.	36.84	17.54	45.62	MP	27.27	45.46	27.27	O
XFS	July	22.07	18.62	59.31	P	38.46	38.46	23.08	O
	Sep.	12.90	50.54	36.56	G	30.00	30.00	40.00	O
XFY	July	22.63	43.80	33.57	O	36.36	27.28	36.36	O
	Sep.	39.82	50.93	9.26	G	44.44	22.23	33.33	O
XFL	July	35.63	33.33	31.04	O	33.33	33.33	33.34	O
	Sep.	27.60	54.30	18.10	G	50.00	20.00	30.00	M

M 型, M 大类超过 50%; G 型, G 大类超过 50%; P 型, P 大类超过 50%; O 型, 3 大类均在 20% - 50% 之间; MG 型, M 大类和 G 大类在 20% - 50% 之间, P 大类少于 20%; GP 型, G 大类和 P 大类在 20% - 50% 之间, M 大类少于 20%; MP 型, M 大类和 P 大类在 20% - 50% 之间, G 大类少于 20%。

M type, Macropyline mites is more than 50%; G type, Gymnonota mites is more than 50%; P type, Poronota type is more than 50%; O type, M mites, G mites and P mites are 20% - 50%; MG type, M mites and G mites are 20% - 50%, P mites is less than 20%; GP type, G mites and P mites are 20% - 50%, M mites is less than 20%; MP type M mites and P mites are 20% - 50%, G mites is less than 20%.

甲螨群落结构空间差异, MGP I 分析显示除 7 月中部天然林、中部防护林和西部天然割草场土壤螨类群落结构属于 G 型, 以及 9 月西部农田属于 M 型外, 吉林中西部平原区其余生境都属于 O 型, 各生境单一的群落种类结构反映了中西部平原区环境背景的相似性; MGP II 分析比 MGP I 分析类型复杂, 在 MGP II 分析中, 7 月中部天然林、农田, 9 月中部居民点园地、农田, 以及 9 月西部防护林、居民点园地和农田, 上述生境均属 G 型, 其余生境 9 月中部天然林、7 月中防护林部属 GP 型, 9 月中部防护林、7 月西部居民点园地、农田属 O

型, 7 月中部居民点园地、西部防护林属 P 型, 7 月西部天然割草场属 MG 型, 9 月西部天然割草场属 MP 型, 生境间螨类群落个体数量结构的差异充分反映土地利用类型不同对土壤螨类生境的影响。

2.5 中气门亚目螨类群落结构特征

采用 MI 指数研究不同土地利用类型下吉林中西部平原区土壤中气门亚目螨类群落结构的差异。捕食性螨类类群 K 值和 r 值的确定见表 4。MI 指数计算结果见表 5。

表 5 数据表明, 7 月 MI 指数中部防护林 > 天

然林 = 居民点园地 > 农田, 西部防护林 > 居民点园地 > 农田 > 天然割草场, 受耕作等生产活动影响的农田、居民点园地低于保持自然状态的中部天然林, 而防护林却高于天然林, 9 月中部各生境只有

居民点园地 MI 指数升高, 天然林和防护林降幅都很大, 其中天然林 MI 指数降为最低, 西部各生境 9 月只有防护林 MI 指数下降, 其它三个生境升高, 升幅相差不大。

表 4 捕食性土壤螨类 (*Mesostigmata*) *r*-值和 *K*-值的确定

Table 4 *K*- or *r*-values assigned to predatory soil mites (*Mesostigmata*)

土壤螨类 (科) Soil mites (family)	<i>K</i> 值* <i>K</i> value*	<i>r</i> 值 <i>r</i> value	土壤螨类 (科) Soil mites (family)	<i>K</i> 值 <i>K</i> value	<i>r</i> 值 <i>r</i> value
Ascidae		1	Zerconidae	3	
Laelapidae		1	Epicriidae	3	
Pachylaelapidae	1		Parholaspidae	2	
Parasitinae		4	Uropodidae	3	
Phytoseiidae		2	Ologamasidae		1
Rhodacaridae	2		Podocinidae		1
Veigaiidae	2		Ameroseiidae	3	

* 确定土壤捕食性螨类 *K* 值或 *r* 值主要是各科螨类每天的产卵率和发育速度, 以及螨类的扩散能力和种群动态。

* Reasons to identify the *K* or *r* values of predatory soil mites is egg-laying rate per day and developmental rate, dispersal ability and stability of populations (Ruf, 1998).

表 5 吉林省中西部平原区中气态土壤螨类群落结构特征

Table 5 Communities structures of soil mites (*Mesostigmata*) in the mid-west plain, Jilin Province

		NSF	ZFS	ZFY	ZFL	XMP	XFS	XFY	XFL
MI 指数	July	0.74	0.78	0.74	0.69	0.57	0.84	0.73	0.63
MI index	Sep.	0.66	0.70	0.84	0.71	0.86	0.67	0.89	0.84

NSF、ZFS、ZFY、ZFL、XMP、XFS、XFY、XFL 含义同表 2。

NSF, ZFS, ZFY, ZFL, XMP, XFS, XFY, XFL bear the same meaning as those in Table 2.

3 讨论

本研究显示, 吉林省中西部平原区土壤螨类优势类群为 *Oppia* 和 *Scutaracus*, 常见类群包括 *Chamobates*、*Zercon* 等 20 属, 上述两者个体数共占总捕获土壤螨类个体数量的 88.38%, 可以认为上述 22 属是吉林省中西部平原区土壤螨类群落构成中最重要的类群; 稀有类群包括 *Dometorina* 等共 75 属, 仅占总捕获个体数 11.62%, 尽管个体数量很少, 但分布的范围并不狭小。上述结果显示螨类各类群空间分布的广狭与个体数量的多寡在吉林省中西部平原区并未呈现出明显的一致性。

吉林省中西部平原区土壤螨类群落构成存在明显差异。中部平原区螨类类群和个体数量均远大于西部平原区, 其中甲螨的类群数和个体数量中西部差异最大。甲螨生活习性喜湿, 喜欢有机质丰富的土壤环境 (Koehler, 1999), 吉林省中部平原区降水多于西部, 中部黑土区土壤有机质含量高于西部

黑钙土和风沙土区 (全国土壤普查办公室, 1995), 气候差异和土壤物质组成差异是吉林省中西部平原区土壤甲螨组成存在显著差异的主导因素。土壤甲螨群落结构特征分析结果表明, MGP 分析一定程度上能够反映人类干扰对甲螨群落结构的影响, 但 MGP I 分析与 MGP II 分析在反映吉林中西部平原区土壤甲螨群落结构季节变化方面存在较大差别, MGP I 分析更能反映不同土地利用方式间甲螨群落结构的季节差别。土壤螨类群落类群数与个体密度的季节变化与其它温度带的研究成果相比有一定的差别, 九华山土壤螨类类群数和个体数均是秋季 (10 月) 大于夏季 (8 月) (王宗英等, 1996), 泰山甲螨个体密度也是秋季 (10 月) 大于夏季 (7 月) (傅荣恕、苗明升, 2001)。20 世纪 80 年代净月潭螨类季节变化森林生境螨类组成夏季 (8 月) 高于秋季 (11 月), 农田生境螨类夏季低于秋季 (陈鹏等, 1988; 卜照义, 1990), 也与本研究螨类组成季节变化存在一定差异。陈鹏、卜照义认为净

月潭农田螨类夏季类群数少的原因是受耕作活动的影响,净月潭农田螨类夏季调查是在8月份,而本研究调查是在7月,吉林省农田耕作一般发生在5-6月,本研究应该受耕作影响更大,防护林也同样表现出与玉米田和居民点园地相同的变化特征,原因还须进一步研究。MI指数最早由Ruf(1998)提出,通过计算土壤中捕食性螨类K-选择类群和r-选择类群比例的变化来反映中气层土壤捕食性螨类的群落结构特征,用以评价环境变化对螨类群落的影响,进而衡量土壤生态过程的状态。通过研究北美和中欧土壤捕食性螨类群落,Ruf认为环境扰动越小,土壤捕食性螨类群落MI指数越大,即群落K-选择类群数比例越高。对螨类生活史干扰的因素,将决定群落中K-选择类群和r-选择类群的比例,进而决定MI指数的高低。耕作、锄草和施用化肥等农业生产活动一定程度上会减少捕食性螨类的类群数(Valerie, 1999),在生物群落中,K-选择类群竞争力强、存活力高,r-选择类群竞争力弱、繁殖力强(李博等, 2000),农业生产活动干扰后,繁殖力强的r-选择类群7月恢复种群的速度会快于K-选择类群,随着r-选择类群数的升高,必然导致MI指数的降低,农业生产活动将一定程度上减少K-选择类群数的比例。

捕食性螨类的生活史,从2天到300天不等,甚至更长,在从卵的孵化到发育为成螨的过程中,不同温度下螨类发育速度不同(Koehler, 1999),环境温度的变动必然影响K-选择类群和r-选择类群数的变化。中部天然林和中西部防护林没有耕作等农业生产活动的强烈扰动,土壤环境相对稳定,9月天然林和防护林MI指数下降,9月环境温度下降可能是主要原因。农田、居民点园地和天然割草场保持较高的MI值,甚至比7月高,可能与7月以后这些生境趋于稳定有关,随着土壤环境恢复时间的增长,K-选择类群数继续恢复,生境MI指数将上升,这种效应超过了温度变化带来的影响。

中部天然林土壤螨类群落拥有较高的多样性,土壤环境未受农业活动影响,环境条件最优越;没有受到耕作等农业生产活动影响的中西部防护林保持了一定高的多样性,二者均较居民点园地和农田适合螨类活动;而居民点园地和农田无论7月耕作、施肥和锄草等生产活动增加时期,还是经过一段时间的恢复的9月,虽然农田玉米增高、居民点园地蔬菜成熟使环境质量有所改善,土壤螨类群落的多样性仍然较低,土壤螨类的生存环境依然较

差。西部天然割草场由于有周期性的人为割草和养护,尽管它是西部的地带性植被,但螨类群落多样性也依然不高,表明农业生产活动对土壤螨类群落多样性影响是负面的,它将降低土壤螨类群落结构的稳定性。这一结论与其它地区的研究结果相似(Valerie, 1999; Peachey, 2002; Kinnear and Tongway, 2004)。各生境土壤螨类群落多样性差异反映了土地利用方式对土壤螨类群落结构影响明显。

致 谢 感谢德国不来梅大学 Andrea Ruf 博士在捕食性螨类研究中给予的建议和帮助。

参考文献 (References)

- Aoki JI, 1983. Analysis of oribatid communities by relative abundance in the species and individual numbers of the three major group s (MGP-analysis). *Bulletin of Institute of Environment, Science and Technology, Yokohama National University* 10 (1): 171-176.
- Bu ZY, 1990. Preliminary research on ecological geography of soil mites in Jingyuetan region. *Acta Ecologica Sinica* 10 (4): 355-361 (In Chinese).
- Chen P, 1983. Sampling methods of soil animals. *Chinese Journal of Ecology* 2 (2): 46-51 (In Chinese).
- Chen P, Wen ZG, Aoki JI, Shiba M, Ishiawa K, 1988. Investigation on soil acrid in Jingyuetan area Changchun. *Acta Zoologica Sinica* 34 (3): 282-293 (In Chinese).
- Chinese Soil General Investigation Office, 1995. *Soil in China*. Beijing: Chinese Agricultural Press, 276-416 (In Chinese).
- Cui HS, Zhang B, Yu L, Zhu JH, He YF, 2003. Pattern and change of black soil resources in China. *Resources Science* 25 (3): 64-68 (In Chinese).
- Ducarme X, André MH, Wauthy G, 2004. Are there real endogeic species in temperate forest mites? *Pedobiologia* 48: 139-147.
- Fu RS, Miao MS, 2001. Soil oribatida community component and seasonal fluctuation of Tai mountain area at Shandong Province. *Acta Zoologica Sinica* 47 (sup): 13-18 (In Chinese).
- Hülsmann A, Wolters V, 1998. The effects of different tillage practices on soil mites, with particular reference to Oribatida. *Applied Soil Ecology* 9: 327-332.
- Jennifer LD, Rick JZ, John CM, 2001. Soil microarthropod community structure and dynamics in organic and conventionally managed apple orchards in Western Colorado, USA. *Applied Soil Ecology* 18: 83-96.
- Kinnear A, Tongway D, 2004. Grazing impacts on soil mites of semi-arid chenopod shrublands in Western Australia. *Journal of Arid Environments* 56: 63-82.
- Koehler HH, 1999. Predatory mites (Gamasina, Mesostigmata). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 395-410.
- Li B, Yang C, Lin P, 2000. *Ecology*. Beijing: Higher Education Press, 78 (In Chinese).
- Peachey RE, Moldenke A, William RD, Berry R, Ingham E, Groth E, 2002. Effect of cover crops and tillage system on symphylan (Symphyla: *Scutigera immaculata*, Newport) and *Pergamasus quisquiliarum* Canestrini (Acari: Mesostigmata) populations, and other soil organisms in agricultural soils. *Applied Soil Ecology* 21: 59-70.
- Ruf A, 1998. A maturity index for predatory soil mites (Mesostigmata: Gamasina) as an indicator of environmental impacts of pollution on forest soils. *Applied Soil Ecology* 9: 447-452.
- Ruf A, Beck L, Dreher P, 2003. A biological classification concept for the assessment of soil quality: "biological soil classification scheme" (BBSK). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98: 263-271.

- Sun JM, Liu DS, 2001. Desertification in the northeastern China. *Quaternary Science* 21 (1): 72–78 (In Chinese).
- Valerie MB, 1999. Oribatid mite biodiversity in agroecosystems: role for bioindication. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 411–423.
- Wang ZY, Lu YC, Wang HF, 1996. The ecological distribution of soil mites in Jiuhua mountains. *Acta Ecologica Sinica* 16 (1): 58–64 (In Chinese).
- Xie GL, Fu RS, Liu JL, Wang CR, Zheng JJ, 2004. The community distribution of soil oribatida in Heze Peony Garden. *Acta Ecologica Sinica* 24 (4): 693–699 (In Chinese).
- Yeates GW, Bongers T, 1999. Nematode diversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 113–135.
- Yin XQ, Wang HX, Zhou DW, 2003. Characteristics of soil animals communities in different agricultural ecosystem in the Songnen Grassland of China. *Acta Ecologica Sinica* 23 (6): 1 071–1 078 (In Chinese).
- Yin WY, 1998. Pictorial keys to soil animals of China. Beijing: Science Press, 163–243, 527–562 (In Chinese).
- Zhang YZ, Yang MX, Chen P, Zhang TW, 1980. Soil animals primary investigation of forest eco-system in northern slope of Changbai Mountain. *Research of Forest Ecosystem (I)*: 133–152 (In Chinese).
- Zheng CY, Hu DX, Li WJ, Tao Y, 2002. Effects of EM compost on soil mites community in farmland. *Acta Ecologica Sinica* 22 (7): 1 116–1 121 (In Chinese).
- Zheng JH, Wang LZ, Zhang XY, Wang XH, Bo XW, 1993. Regularity of the distribution of Oribatida in Xinjiang grasslands. *Acta Ecologica Sinica* 13 (2): 171–176 (In Chinese).
- 卜照义, 1990. 净月潭地区土壤螨类及其群落生态学研究. *生态学报* 10 (4): 355–361.
- 陈 鹏, 1983. 土壤动物的采集和调查方法. *生态学杂志* 2 (2): 46–51.
- 陈 鹏, 文在根, 青木淳一, 芝 实, 石川和男, 1988. 长春净月潭地区土壤螨类的调查研究. *动物学报* 34 (3): 282–293.
- 崔海山, 张 柏, 于 磊, 朱金花, 何艳芬, 2003. 中国黑土资源分布格局与动态分析. *资源科学* 25 (3): 64–68.
- 傅荣恕, 苗明升, 2001. 泰山地区土壤甲螨的群落组成和季节变动. *动物学报* 47 (增刊): 13–18.
- 李 博, 杨 持, 林 鹏, 2000. 生态学. 北京: 高等教育出版社, 78.
- 全国土壤普查办公室, 1995. 中国土壤. 北京: 中国农业出版社, 276–416.
- 孙继敏, 刘东生, 2001. 中国东北黑土地的荒漠化危机. *第四纪研究* 21 (1): 72–78.
- 王宗英, 路有成, 王慧芙, 1996. 九华山土壤螨类的生态分布. *生态学报* 16 (1): 58–64.
- 谢桂林, 傅荣恕, 刘建丽, 王昌儒, 郑继军, 2004. 菏泽牡丹园土壤甲螨群落特点研究. *生态学报* 24 (4): 693–699.
- 殷秀琴, 王海霞, 周道玮, 2003. 松嫩草原区不同农业生态系统土壤动物群落特征. *生态学报* 23 (6): 1 071–1 078.
- 尹文英, 1998. 中国土壤动物检索图鉴. 北京: 科学出版社, 163–243, 527–562.
- 张荣祖, 杨明宪, 陈 鹏, 张庭伟, 1980. 长白山北坡森林生态系统土壤动物初步调查. *森林生态系统研究 (I)*: 133–152.
- 郑长英, 胡敦孝, 李维炯, 2002. 施用 EM 堆肥对于土壤螨群落结构的影响. *生态学报* 22 (7): 1 116–1 121.
- 郑经鸿, 王丽真, 张兴亚, 王新华, 薄新文, 1993. 新疆草地甲螨分布规律研究. *生态学报* 13 (2): 171–176.

附表 1 吉林省中西部平原区土壤螨类群落构成

Appendix 1 Compositions of soil mites in the mid-west plain, Jilin Province

土壤螨类名称 Name of soil mites	中部 Middle part		西部 West part		合计 Total	
	个体数 Individuals	优势度 Dominance	个体数 Individuals	优势度 Dominance	个体数 Individuals	优势度 Dominance
奥甲螨属 <i>Oppia</i>	1 784	+++	270	++	2 054	+++
盾螨属 <i>Scutaracus</i>	1 016	++	896	+++	1 912	+++
缙扳腮甲螨属 <i>Chamobates</i>	1 148	++	122	++	1 270	++
盲蛛螨科 Caeculidae	344	++	874	+++	1 218	++
虫穴螨属 <i>Zercon</i>	766	++	428	+++	1 194	++
下盾螨属 <i>Hypoaspis</i>	529	++	310	++	839	++
美绥螨属 <i>Ameroseius</i>	588	++	176	++	764	++
拟上罗甲螨属 <i>Epilohmanmoides</i>	328	++	172	++	500	++
囊螨科 Ascidae	446	++	24	+	470	++
长须螨属 <i>Stigmaeus</i>	371	++	60	++	431	++
表刻螨属 <i>Epicrius</i>	429	++	1	+	430	++
小奥甲螨属 <i>Oppiella</i>	350	++	66	++	416	++
若甲螨属 <i>Oribatula</i>	320	++	94	++	414	++
下盾甲螨属 <i>Hypovertex</i>	386	++			386	++
叉肋甲螨属 <i>Furcoribula</i>	375	++			375	++
携卵螨科 Labidostomidae	221	++	146	++	367	++
木单翼甲螨属 <i>Xylobates</i>	339	++	16	+	355	++
新肋甲螨属 <i>Neoribates</i>	300	++	6	+	306	++
珠足甲螨属 <i>Belba</i>	284	++	7	+	291	++
原大翼甲螨属 <i>Protokalumna</i>	215	++	12	+	227	++
上罗甲螨属 <i>Epilohmannia</i>	174	++	21	+	195	++
吸螨属 <i>Bdella</i>	133	++	32	+	165	++
庭甲螨属 <i>Domatorina</i>	139	++	24	+	163	+
奇矮螨属 <i>Allopygmphephorus</i>	105	+	45	++	150	+
寄螨科 Parasitidae	87	+	21	+	108	+
肉食螨属 <i>Cheylteus</i>	86	+	20	+	106	+
全盾螨属 <i>Holaspulus</i>	61	+	39	++	100	+
小派盾螨属 <i>Parholaspulus</i>	67	+	30	+	97	+
微三甲螨属 <i>Microtritia</i>	87	+	2	+	89	+
洼甲螨属 <i>Camisia</i>	56	+	32	+	88	+
微奥甲螨属 <i>Microppia</i>	65	+			65	+
土厉螨属 <i>Oloaelaps</i>	21	+	33	+	54	+
尾足螨科 Uropodidae	48	+	3	+	51	+
跳甲螨属 <i>Zetorchestidae</i>	50	+			50	+
厚厉螨属 <i>Pachylaelaps</i>	36	+	14	+	50	+
布伦螨属 <i>Brenmandania</i>	29	+	20	+	49	+
前小派盾螨属 <i>Proparholaspulus</i>	31	+	17	+	48	+
厚绥螨属 <i>Pachyseius</i>	30	+	18	+	48	+

续附表 1 (Continued appendix 1)

土壤螨类名称 Name of soil mites	中部 Middle part		西部 West part		合计 Total	
	个体数	优势度	个体数	优势度	个体数	优势度
	Individuals	Dominance	Individuals	Dominance	Individuals	Dominance
维螨属 <i>Veigaia</i>	24	+	24	+	48	+
步甲螨属 <i>Carabodes</i>	44	+	3	+	47	+
派盾螨属 <i>Parolaspis</i>	22	+	17	+	39	+
赤螨科 <i>Erythraeidae</i>	15	+	20	+	35	+
刀肋甲螨属 <i>Cultroribula</i>	30	+			30	+
丽甲螨属 <i>Liacarus</i>	25	+	5	+	30	+
懒甲螨属 <i>Nothrus</i>	14	+	11	+	25	+
直卷甲螨属 <i>Archoplophora</i>	21	+	2	+	23	+
缝甲螨属 <i>Hypochthonius</i>	18	+	5	+	23	+
小革螨属 <i>Gamasellus</i>	17	+	5	+	22	+
尖棱甲螨属 <i>Ceratozetes</i>	21	+			21	+
小赫甲螨属 <i>Hermanniella</i>	16	+	1	+	17	+
胭螨属 <i>Rhodacarus</i>	7	+	9	+	16	+
赫甲螨属 <i>Hermannia</i>	15	+			15	+
拉奥甲螨属 <i>Lauroppia</i>	12	+			12	+
足角螨属 <i>Podocinum</i>	10	+	1	+	11	+
平壳甲螨属 <i>Platylodes</i>	2	+	9	+	11	+
缝鄂螨属 <i>Raphignathus</i>	9	+			9	+
隐肋甲螨属 <i>Costeremus</i>	8	+			8	+
古甲螨属 <i>Palaeacarus</i>	7	+			7	+
小胭螨属 <i>Rhodacarellus</i>	7	+			7	+
革伊螨属 <i>Gamasiphis</i>	1	+	6	+	7	+
小黑螨属 <i>Caligonella</i>	6	+	1	+	7	+
新派盾螨属 <i>Neparholaspis</i>	5	+			5	+
琴甲螨属 <i>Lyroppia</i>	5	+			5	+
盲甲螨属 <i>Malacothrus</i>			5	+	5	+
裂头甲螨属 <i>Fissicepheus</i>	4	+			4	+
隐甲螨属 <i>Dolicheremaeus</i>	3	+	1	+	4	+
半懒甲螨属 <i>Heminothrus</i>			3	+	3	+
船甲螨属 <i>Scapheremus</i>	3	+			3	+
隐鄂螨属 <i>Cryptognathus</i>			4	+	4	+
高壳甲螨属 <i>Liodes</i>			3	+	3	+
跗线螨属 <i>Tarsonemus</i>	2	+			2	+
格甲螨属 <i>Ghiralovus</i>	2	+			2	+
裂甲螨属 <i>Meristacarus</i>	2	+			2	+
阿斯甲螨属 <i>Astegistes</i>	2	+			2	+
小棱甲螨属 <i>Microzetes</i>	2	+			2	+
叶爪螨科 <i>Penthaleidae</i>	2	+			2	+
全罗甲螨属 <i>Perlohmannia</i>	2	+			2	+

续附表 1 (Continued appendix 1)

土壤螨类名称 Name of soil mites	中部 Middle part		西部 West part		合计 Total	
	个体数	优势度	个体数	优势度	个体数	优势度
	Individuals	Dominance	Individuals	Dominance	Individuals	Dominance
孔翼甲螨属 <i>Porogalumella</i>	2	+			2	+
纹奥甲螨属 <i>Striatoppia</i>	2	+			2	+
三甲螨属 <i>Oribotritia</i>	2	+			2	+
异盾珠甲螨属 <i>Allosuctobelba</i>	2	+			2	+
异小黑属 <i>Xenocaligonellidus</i>	1	+	1	+	2	+
巨须螨属 <i>Cunaxa</i>	1	+	1	+	2	+
克螨属 <i>Kleenannia</i>			2	+	2	+
隐奥甲螨属 <i>Cryptoppia</i>			2	+	2	+
龙足甲螨属 <i>Eremaeus</i>	1	+			1	+
拟表刻螨属 <i>Epicriopsis</i>	1	+			1	+
爪哇甲螨属 <i>Javacarus</i>	1	+			1	+
残领甲螨属 <i>Defectamerus</i>	1	+			1	+
联甲螨属 <i>Synichotritia</i>	1	+			1	+
混居甲螨属 <i>Mixacarus</i>	1	+			1	+
绒螨科 Trombididae	1	+			1	+
拟邦佐螨属 <i>Pseudobonzia</i>			1	+	1	+
植绥螨科 Phytoseiidae			1	+	1	+
麦氏螨属 <i>Mahunkania</i>			1	+	1	+
总计	12 248		4 195		16 443	

+++ 为优势类群, 个体数占总捕获量的 10% 以上; ++ 为常见类群, 个体数占总捕获量的 1% - 10%; + 为稀有类群, 个体数占总捕获量的 1% 以下。

+++ represents Dominant group, individuals number is more than 10% of total individuals number; ++ Frequent group, individuals number is between 10% and 1%; + Rare group, individuals number is less than 1%.