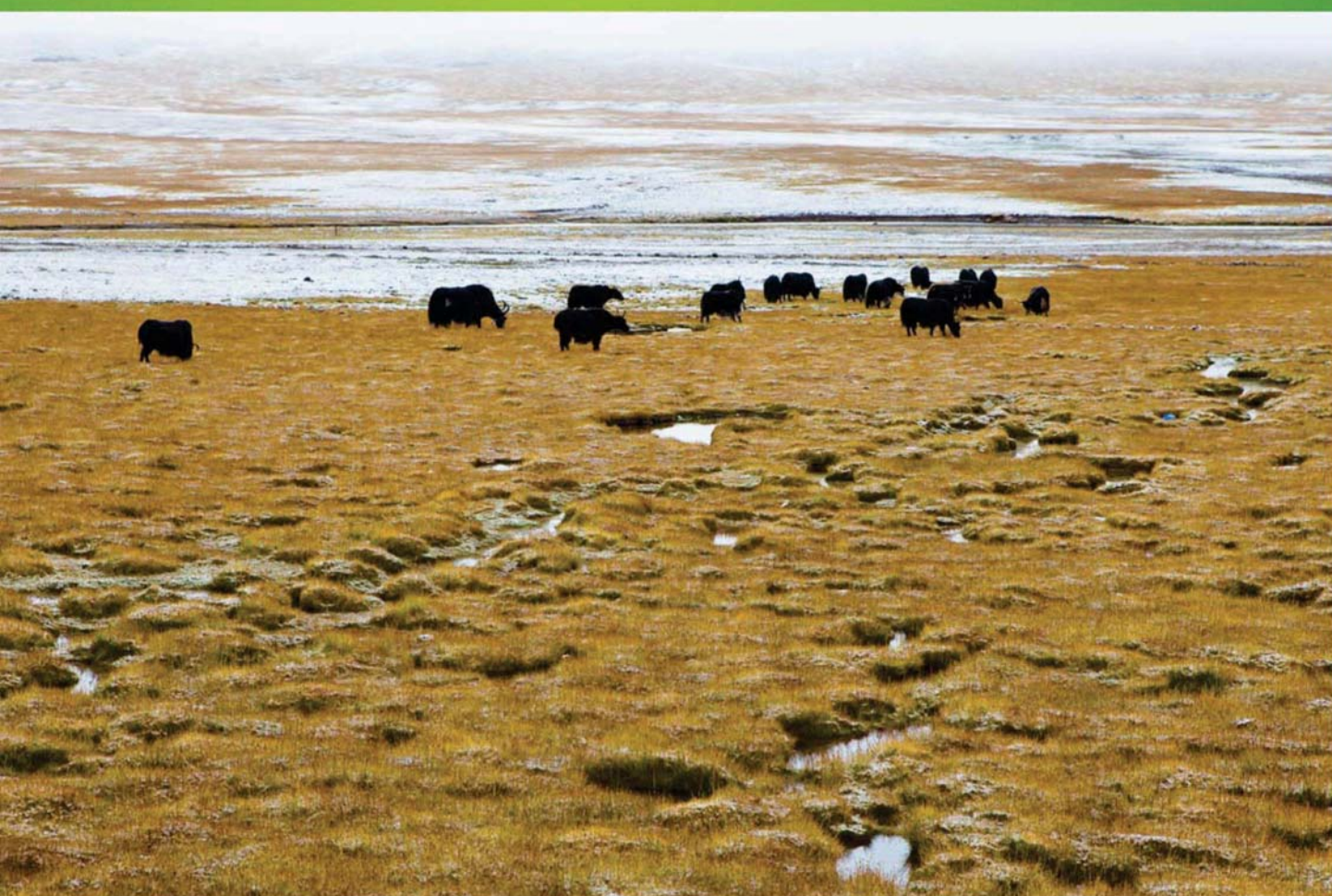


ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第33卷 第16期 Vol.33 No.16 **2013**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 33 卷 第 16 期 2013 年 8 月 (半月刊)

目 次

前沿理论与学科综述

- 物种分布模型理论研究进展..... 李国庆,刘长成,刘玉国,等 (4827)
- 稀土元素对农田生态系统的影响研究进展..... 金姝兰,黄益宗 (4836)
- 藤壶金星幼虫附着变态机制..... 饶小珍,林 岗,许友勤 (4846)
- 群居动物中的共同决策..... 王程亮,王晓卫,齐晓光,等 (4857)

个体与基础生态

- 季风进退和转换对中国褐飞虱迁飞的影响..... 包云轩,黄金颖,谢晓金,等 (4864)
- 两种海星对三种双壳贝类的捕食选择性和摄食率..... 齐占会,王 珺,毛玉泽,等 (4878)
- 新疆巴音布鲁克繁殖期大天鹅的生境选择..... 董 超,张国钢,陆 军,等 (4885)
- 我国特有植物青檀遗传结构的 ISSR 分析..... 李晓红,张 慧,王德元,等 (4892)
- 栽培菊花与菊属-近缘属属间杂种杂交后代耐盐性的遗传分析..... 许莉莉,陈发棣,陈素梅,等 (4902)
- 荒漠区植物光合器官解剖结构对水分利用效率的指示作用..... 张海娜,苏培玺,李善家,等 (4909)
- 水分对番茄不同叶龄叶片光合作用的影响..... 陈凯利,李建明,贺会强,等 (4919)
- 广西猫儿山不同海拔常绿树种和落叶树种光合速率与氮的关系..... 白坤栋,蒋得斌,万贤崇 (4930)
- 施肥对板栗林地土壤 N₂O 通量动态变化的影响..... 张蛟蛟,李永夫,姜培坤,等 (4939)
- 施肥对红壤水稻土团聚体分布及其碳氮含量的影响..... 刘希玉,王忠强,张心昱,等 (4949)

种群、群落和生态系统

- 大兴安岭天然沼泽湿地生态系统碳储量..... 牟长城,王 彪,卢慧翠,等 (4956)
- 基于多时相 Landsat TM 影像的汶川地震灾区河岸带植被覆盖动态监测——以岷江河谷映秀-汶川段
为例..... 许积层,唐 斌,卢 涛 (4966)
- 不同强度火干扰下盘古林场天然落叶松林的空间结构..... 倪宝龙,刘兆刚 (4975)
- 长江中下游湖群大型底栖动物群落结构及影响因素..... 蔡永久,姜加虎,张 路,等 (4985)
- 千岛湖岛屿社鼠的种群年龄结构和性比..... 张 旭,鲍毅新,刘 军,等 (5000)
- 性信息素诱捕下害虫 Logistic 增长及经济阈值数学模型..... 赵志国,荣二花,赵志红,等 (5008)
- 秋末苏南茶园昆虫的群落组成及其趋色性..... 郑颖姘,钮羽群,崔桂玲,等 (5017)
- 北方常见农业土地利用方式对土壤螨群落结构的影响..... 韩雪梅,李丹丹,梁子安,等 (5026)

景观、区域和全球生态

- 基于鸟类边缘种行为的景观连接度研究——空间句法的反规划应用..... 杨天翔,张韦倩,樊正球,等 (5035)
- 西南高山地区土壤异养呼吸时空动态..... 张远东,庞 瑞,顾峰雪,等 (5047)

江苏省土壤有机质变异及其主要影响因素..... 赵明松,张甘霖,李德成,等 (5058)

基于林业清查资料的桂西北植被碳空间分布及其变化特征..... 张明阳,罗为检,刘会玉,等 (5067)

资源与产业生态

基于能值分析方法的都市代谢过程——案例研究 刘耕源,杨志峰,陈彬 (5078)

基于 PSR 模型的耕地生态安全物元分析评价 张锐,郑华伟,刘友兆 (5090)

保水剂对煤矸石基质上高羊茅生长及营养吸收的影响 赵陟峰,王冬梅,赵廷宁 (5101)

城乡与社会生态

生态保护价值的距离衰减性——以三江平原湿地为例..... 敖长林,陈瑾婷,焦扬,等 (5109)

研究简报

广东山区土壤有机碳空间变异的尺度效应..... 姜春,吴志峰,钱乐祥,等 (5118)

室内养殖雌性松鼠秋季换毛期被毛长度和保温性能变化..... 荆璞,张伟,华彦,等 (5126)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 306 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 32 * 2013-08



封面图说: 高寒草甸牦牛群——三江源区位于青藏高原腹地,平均海拔 4200m,是长江、黄河、澜沧江三条大河的发源地,也是全球气候变化最敏感的地区。三江源区高寒草甸植被状况对该区的生态环境、草地资源合理利用和应对全球气候变化具有十分重要的意义。2005 年以来,国家投资 70 多亿元启动三江源生态保护工程。监测显示,近年来,三江源湖泊湿地面积逐步扩大,植被覆盖度得到提高,三江源区高寒草甸的生态恶化趋势得到遏制。图为冒着风雪在三江源高寒草甸上吃草的牦牛群。

彩图及图说提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201304080630

韩雪梅, 李丹丹, 梁子安, 陈云峰, 胡诚. 北方常见农业土地利用方式对土壤螨群落结构的影响. 生态学报, 2013, 33(16): 5026-5034.

Han X M, Li D D, Liang Z A, Chen Y F, Hu C. Effect of agricultural land use types on soil mite communities in north China. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(16): 5026-5034.

北方常见农业土地利用方式对土壤螨群落结构的影响

韩雪梅^{1,*}, 李丹丹², 梁子安¹, 陈云峰³, 胡 诚³

(1. 南阳师范学院生命科学与技术学院, 南阳 473061; 2. 南阳师范学院中英-南阳-洛桑昆虫生物学实验室, 南阳 473061;

3. 湖北省农业科学院植保土肥研究所, 武汉 430064)

摘要: 土壤螨群落与土壤健康状况密切相关, 农业土地利用方式会影响土壤螨的生存环境, 进而影响螨的群落分布。在北方传统农业区研究了小麦玉米常规轮作农田, 1 年温室蔬菜大棚、4 年温室蔬菜大棚和 4 年露天菜地下土壤主要理化指标和螨群落结构。研究结果表明露天菜地和温室大棚的利用方式均会提高土壤碱解氮和有机质含量, 同时温室大棚的长期利用会增加土壤有效磷含量。螨群落分析显示常规农田中甲螨亚目为优势类群; 常规农田转变为温室大棚后, 由于施肥造成土壤营养物质含量增加, 以及人类对土壤扰动程度的提高, 无气门亚目取代甲螨亚目成为温室内螨优势类群。但随着温室年限的延长, 螨多样性和粉螨科丰度都要有所下降, 这可能是磷累积和强扰动效应的共同后果。常规农田转变为露天菜地后, 加强的人类扰动也会降低甲螨亚目丰度, 但与温室螨群落相比, 4 个亚目分布要相对均匀。温室在 3 种土地利用类型中对土壤螨的负面影响最为明显, 从土壤功能的自我维持和修复方面来讲是十分不利的, 温室内土壤生物多样性的保护尤其值得人们关注和重视。

关键词: 温室大棚; 农业土地利用; 土壤螨群落; 甲螨; 粉螨

Effect of agricultural land use types on soil mite communities in north China

HAN Xuemei^{1,*}, LI Dandan², LIANG Zian¹, CHEN Yunfeng³, HU Cheng³

1 School of Life Science and Technology, Nanyang Normal University, Nanyang 473061, China

2 China-UK-NYNU-RRes Joint Libratory of Insect Biology, Nanyang Normal University, Nanyang 473061, China

3 Institute of Plant Protection and Soil Fertilizer, Hubei Academy of Agriculture Science, Wuhan 430064, China

Abstract: Soil health is closely related to the soil mite community. Land use types can alter the soil environment, which could further influence soil biodiversity, including that of soil mites. Soil mites are important indicators of soil condition and anthropogenic impact. In order to explore the relationship between soil mites and agricultural land use types, an experiment was conducted in a traditional agricultural region of north China. Four treatments were included: a routine winter wheat-summer maize rotation field, a one-year vegetable plastic greenhouse, a four-year vegetable greenhouse and a four-year open vegetable field. Each treatment was replicated three times. In May and October 2012, the soils were sampled to evaluate the changes in soil physico-chemical parameters as well as the abundance, diversity and community structure of the soil mites. Mite diversity was tested using the Shannon-Wiener index and taxonomic richness, and a canonical correspondence analysis (CCA) was used to elucidate the relationship between the soil mite community, the soil physico-chemical parameters and the treatments. The results indicated that the open vegetable field significantly increased the hydrolyzable nitrogen content and the four-year vegetable greenhouse increased the available phosphorus content. The average mite abundances from each plot were 22568 ind/m² in May and 20155 ind/m² in October. A total of thirty-six soil mite taxon groups were identified. Acaridae were the most abundant at 39%. Other dominant mite taxa included Tarsonemidae,

基金项目: 南阳师范学院校级专项资助项目(ZX2012014)

收稿日期: 2013-04-08; 修订日期: 2013-06-03

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: hanxuemei916@163.com

Pygmephoridae, Microdispidae, Laelapidae, Ascidae, Mesostigmata nymph, *Scheloribates* sp., *Tectocepheus velatu*, *Oppiella* sp., *Oppia* sp. 1, *Protoribates* sp. and oribatid juveniles. These dominant taxa accounted for 91% of mite abundances. The soil mite community analysis showed that Oribatid mites were dominant in the routine agricultural field. From the routine field to the greenhouse, the r-strategic Astigmata, especially the Acaridae, became the dominant assemblage over the K-strategic oribatid mites, which could be attributed to the increase in fertilizer input and human disturbance. The succession was obvious in the new built one-year vegetable greenhouse treatment. However, the mite diversity and Acaridae abundance decreased after the greenhouses were used for four years, which suggested that the accumulation of phosphorus and the more frequent disturbance were unfavorable conditions for the soil mite community. Disturbance also decreased the abundance of Oribatida, Pygmephoridae and Microdispidae. From the routine field to the open vegetable field, management led to a decrease of Oribatida with the four suborders having a similar proportion in the open vegetable field. Compared with the vegetable greenhouses, the open vegetable field had a more equable distribution of the four treatments. In summary, the most serious disturbance and the highest loss of mite diversity occurred in the vegetable greenhouses, compared with the other two land use types. This loss of mite diversity could destroy soil fertility maintenance and self-restoration and have a negative impact on sustainable agricultural productivity. Therefore, although greenhouses can increase yield and income, we should pay more attention to the protection of soil biodiversity in future, especially of the mite community.

Key Words: green house; agricultural land use; soil mite community; Oribatida; Acaridae

北方传统农业用地主要有常规农田和露天菜地两种类型。为适应现代农业生产和经营多样化的需求,越来越多的农业用地由种植粮食作物为主转换为蔬菜生产用地。温室蔬菜生产具有露天栽培无可比拟的许多优点,如对光、热、水和肥的高效利用可使单位土地面积的生产能力得到数倍乃至数十倍的提高^[1]。因此,温室用地也已成为北方重要的农业土地利用类型。与露天环境相比,温室土壤常处于半封闭状态下,气温高,水分蒸发量大,肥料投入多,土壤利用频度高^[2-3]。一定年限后,温室内土壤理化性状将发生一系列的退化,导致蔬菜产量下降,品质变劣^[4-5]。多年来,已有连续报道指出温室的长期利用会导致土壤性能退化和病虫害频发,致使经济效益逐年下降^[6-9]。

土壤螨是土壤食物网功能的重要执行者,它们的存在保证了生态系统的正常运转。螨在食物网中的作用主要是间接作用,表现为促进物质的生成和分解,加速能量的循环和流动以及加快土壤团聚体的形成等方面^[6,10-11]。土壤螨个体小,分布广,反应敏感,种类、生活史以及营养关系多元化,既易受自然环境因素的影响^[12],也与土地利用、耕作、土壤施肥等人类活动密切相关^[13-15]。Minor 等^[16]研究了连续 4 年采用不同土壤准备技术(包括耕作方式、除草剂,作物和种植模式)对土壤螨群落结构的影响,发现与腐食性或菌食性甲螨相比,捕食性革螨的种群密度和多样性变化更易受处理变化的影响。同时,螨的收集和保存方法相对简单^[17]。因此,螨已成为土壤环境条件变化的重要指示生物。

农业土地利用方式会影响土壤螨的生存环境,进而将影响到螨的群落分布。这种影响的来源是多方面的,例如温度、肥料投入和人类扰动等。温室是这 3 种利用方式中常年平均温度最高、肥料投入最多和人类扰动最强的类型。一般而言,合适的温度和肥料投入有利于增加土壤螨的数量^[18-19];在扰动程度小的土壤中,K 策略者(主要是甲螨)所占比例较高;随着扰动程度的增加,甲螨将逐渐被营养位相似,但繁殖速率更快、适应能力更强的 r 策略者所替代^[20]。也就是说,土壤螨的类群分布可以间接反映土壤的健康状况。

本文研究了北方 3 种常见农业土地利用方式以及温室利用年限对土壤螨群落的影响,并结合土壤理化性质的变化,探讨土壤生物在不同农业环境条件下和农业设施化进程中的响应动态,尤其是土壤螨群落与温室土壤肥力保持和土壤退化的关系,这将为理解土壤生物多样性的结构和功能,以及农业可持续发展提供更多的理论支持。

1 材料与方法

1.1 实验地点与实验设计

实验地点位于河南省南阳市王村乡蔬菜种植基地(32°58'N,112°25'E)。该地位于典型的季风大陆半湿润气候区,四季交替明显,冬季寒冷干燥,夏季炎热湿润。常年平均气温 15℃,最热月 7 月的月平均气温 27℃,最冷月 1 月的月平均气温 1℃左右。常年降雨量 800 mm,年无霜期 220—245d。研究地区土壤类型为黄棕壤。实验设立之前,所有用地均为冬小麦(*Triticum aestivum* L.)—夏玉米(*Zea mays* L.)轮作农田,每年 10 月至翌年 6 月为小麦生长季节,6 月至当年 10 月为玉米生长季节。

该实验共设 4 个实验处理,分别为常规农田(W)、1 年温室大棚(1G)、4 年温室大棚(4G)和 4 年露天菜地(4V)。常规农田长期进行小麦、玉米轮作;温室大棚和露天菜地处理设立之前与常规农田土地利用方式相同,设立之后均作为蔬菜用地。其中 1 年温室大棚设立于 2012 年 4 月,代表温室利用的初始阶段。4 年温室大棚设立于 2008 年 9 月,代表具有稳定温室环境特征的利用类型。4 年露天菜地也设立于 2008 年 9 月。以上每个处理均设置 3 个重复,每个小区面积为 667 m²。

1.2 土壤采样与分析

2012 年 5 月和 10 月两次进行取样,每个试验小区“Z”字型取 5 个点,每个点取 0—10 cm 土层土壤,土钻直径 3 cm。田间所取土样立即放入塑料袋中,带入实验室内,进行土壤螨分离和理化性质测定。

各个小区土样均匀混合后称取 300 g 鲜土^[21],放置在调整过的 Tullgren 漏斗上收集土壤螨 48h,所用热源为标准 25W 白炽灯。分离出的螨保存在 75% 的酒精中,随后用霍氏封固液制作成永久玻片,置于 45℃ 的烤箱内烘干 1 周左右即可干燥,用光学显微镜进行形态学鉴定。对于前气门亚目 Prostigmata、中气门亚目 Mesostigmata 和无气门亚目 Astigmata 的螨类鉴定到科^[17,22],甲螨亚目 Oribatida 鉴定到属或种的水平^[23-24]。

每个小区采集到的土样分出一部分过 2 mm 筛网,滤去植物残体等杂质后充分混匀,直接测定土壤含水量,其余土样风干后测定有机质、碱解氮、有效磷、有效钾和 pH 值等土壤理化指标^[25-26]。土壤容重采用原位环刀法。

1.3 数据分析

土壤螨群落多样性评价基于螨的最低分类单位(幼螨、若螨和未鉴定的螨也分别作为一个类群),类群数和香农指数(H')作为多样性评价指标。类群数表示每个样品中出现的类群数目;香农指数(H')根据以下公式计算:

$$H' = - \sum [pi \log_2(pi)]$$

式中, pi 为类群 i 的相对丰富度^[27]。

单因素方差分析在 SPSS11.5(SPSS Inc., Chicago, USA)中进行,采用 Tukey HSD 测验比较各个指标处理间的差异($P < 0.05$)。不满足齐次性假设的数据,统计之前进行对数或平方根转换。转换后仍不满足齐次性假设的数据,采用 Kruskal-Wallis H 非参数检验,随后用 Mann-Whitney 非参数检验两两比较处理间的差异。

螨群落排序在 CANOCO for Windows 4.5(Microcomputer Power, Ithaca, USA)中进行,利用 CANOCO 典型对应分析 CCA,探讨处理和土壤理化性质对螨群落分布特征的影响^[28]。CCA 分析中,Monte Carlo Test 用于检验处理或理化性质对螨群落分布没有显著性影响的零假设。

2 结果与分析

2.1 农业土地利用方式对土壤理化性质的影响

与常规农田相比,露天菜地显著增加了土壤碱解氮的含量,而 4 年温室大棚则显著增加了土壤有效磷的含量(表 1)。另外,4 年温室大棚和露天菜地中土壤有机质的含量要高于 1 年温室大棚,而露天菜地中土壤 pH 值也要高于 1 年温室大棚和 4 年温室大棚,但与常规农田相比没有显著性差别。在各种土地利用方式下,土壤速效钾和容重没有显著性差异。

2.2 农业土地利用方式对土壤螨丰度的影响

5 月份,从各个处理中分离出的螨总丰度的平均值为 22568 个/m²,其中前气门螨占 4%,中气门螨占 12%,无气门螨占 44%,甲螨占 40%。从表 2 可以看出,常规农田中甲螨所占比例最高,而两个温室大棚中均是无气门螨比例最高,它们分别占各处理下螨总丰度的一半以上。露天菜地中甲螨和无气门螨比例接近。单因素方差分析结果表明,露天菜地、1 年温室大棚和 4 年温室大棚与常规农田相比,土壤螨总丰度并没有显著性差异,但露天菜地中螨总丰度要显著低于 1 年温室大棚。在这个月份,不同土地利用方式下,4 个亚目的丰度均没有呈现出显著性差异。

表 1 不同农业土地利用方式下土壤理化性质

Table 1 Soil physico-chemical parameters under different agricultural land use types

处理 Treatment	有机质 Organic matter /(g/kg)	碱解氮 Hydrolyzable nitrogen /(mg/kg)	有效磷 Available phosphorus /(mg/kg)	速效钾 Available potassium /(mg/kg)	pH	容重 Bulk density /(g/cm ³)
W	16.4 ab	91.6 b	44.0 b	115.8	5.4 ab	1.2
1G	15.5 b	100.9 ab	54.0 ab	111.0	5.2 b	1.4
4G	18.2 a	108.7 ab	86.5 a	97.9	5.1 b	1.3
4V	17.9 a	113.0 a	70.2 ab	99.6	6.0 a	1.4

W: 常规农田, 1G: 1 年温室大棚, 4G: 4 年温室大棚, 4V: 4 年露天菜地; 同一列内标注不同字母的值表示有显著性差异 ($P < 0.05$)

10 月份,从各个处理中分离出的螨总丰度的平均值为 20155 个/m²,其中前气门螨占 21%,中气门螨占 10%,无气门螨占 35%,甲螨占 35%。从表 2 可以看出,这个月份依然是常规农田中甲螨所占比例最高,两个温室大棚中无气门螨比例最高,达总丰度的一半以上。但与 5 月份相比,这个月份露天菜地中无气门螨比例下降明显。单因素方差分析结果表明,露天菜地、1 年温室大棚和 4 年温室大棚与常规农田相比,土壤螨总丰度也没有显著性差异;但 1 年温室大棚中螨总丰度要显著高于 4 年温室大棚,说明随着温室利用年限的增加,土壤螨的数量在下降。其中,露天菜地、1 年温室大棚和常规农田中前气门螨的丰度高于 4 年温室大棚;露天菜地、4 年温室大棚和常规农田中无气门螨的丰度低于 1 年温室大棚;露天菜地和 4 年温室大棚中甲螨的丰度低于常规农田,并且 4 年温室大棚中甲螨的丰度也要低于 1 年温室大棚。

表 2 土壤螨群落的结构及丰度(个/m²)

Table 2 Soil mite community structure and abundance

编号 Code	类群 Taxon unit	5 月				10 月			
		W	1G	4G	4V	W	1G	4G	4V
	前气门亚目 Prostigmata	1494 (7%)	1031 (2%)	343 (2%)	731 (11%)	8725 a (32%)	5710 a (14%)	165 b (4%)	1961 a (24%)
1	跗线螨科 Tarsonemidae	1208	339	167	546	3109	4227	165	730
2	镰螯螨科 Tydeidae	0	0	0	185	171	0	0	549
3	矮蒲螨科 Pygmephoridae	0	0	0	0	3451 a	503 ab	0 b	0 b
4	小异螨科 Microdispidae	116	509	0	0	1995 a	0 b	0 b	682 ab
5	巨须螨科 Cunaxidae	0	0	0	0	0	980	0	0
6	绒螨科 Trombididae	171	183	176	0	0	0	0	0
	中气门亚目 Mesostigmata	3588 (17%)	5151 (12%)	661 (3%)	1288 (20%)	2735 (10%)	1493 (4%)	827 (19%)	2615 (32%)
7	寄螨科 Parasitidae	0 b	552 a	0 b	553 a	167	0	331	0
8	厉螨科 Laelapidae	341	692	0	178	0	319	0	183
9	囊螨科 Ascidae	901	1593	485	0	410	353	0	1737
10	真伊螨科 Eviphididae	282	0	0	0	342	0	0	0
11	胭螨科 Rhodacaridae	337	353	0	0	0	319	0	171

续表

编号 Code	类群 Taxon unit	5 月				10 月			
		W	1G	4G	4V	W	1G	4G	4V
12	植绥螨科 Phytoseiidae	0	183	176	0	0	503	0	0
13	厚厉螨科 Pachylaclapidae	116	0	0	190	167	0	0	0
14	若螨 Nymph	1610	1779	0	368	1649	0	496	353
15	幼螨 Larva	0	0	0	0	0	0	0	171
	无气门亚目 Astigmata	1416 (7%)	24126 (55%)	12304 (64%)	2241 (35%)	342 b (1%)	24788 a (61%)	2256 b (51%)	714 b (9%)
16	粉螨科 Acaridae	1416	23590	12304	2241	342 b	24788 a	2091 b	528 b
17	食菌螨科 Anoeidae	0	536	0	0	0	0	165	187
	甲螨亚目 Oribatida	14557 (69%)	13272 (30%)	5846 (31%)	2224 (34%)	15581 a (57%)	8668 ab (21%)	1210 c (27%)	2830 bc (35%)
18	<i>Scheloribates</i> sp. 1	832 ab	1300 a	1838 a	0 b	1594	478	515	917
19	<i>Scheloribates</i> sp. 2	171	170	0	0	0	0	0	0
20	<i>Scheloribaes</i> sp. 3	0	0	0	0	0	0	0	171
21	<i>Tectocepheus velatus</i>	5061	3343	1671	363	338	831	165	695
22	<i>Tectocepheus</i> sp. 2	853	0	0	0	167	0	0	0
23	<i>Oppiella</i> sp.	2053 ab	1779 a	0 b	0 b	119 b	3625 a	0 b	0 b
24	<i>Oppia</i> sp. 1	573	4082	485	190	0	522	0	0
25	<i>Oppia</i> sp. 2	0	0	0	0	0	1462	0	0
26	<i>Ramusella</i> sp.	0	199	0	0	334 ab	880 a	0 b	0 b
27	<i>Protoribates</i> sp.	0	0	0	0	5638	0	0	0
28	<i>Xylobates</i> sp.	0	170	0	0	171	0	0	0
29	<i>Microzetes</i> sp.	0	170	0	0	0	687	0	0
30	<i>Ceratozetes</i> sp.	0	0	167	0	0	0	0	0
31	<i>Autogneta</i> sp.	166	0	0	0	0	0	0	0
32	<i>Allosuctobelba</i> sp.	0	509	0	0	0	0	0	0
33	<i>Liochthonius</i> sp.	0	0	0	0	287	0	0	0
34	<i>Epilohmannia</i> sp.	116	0	0	0	0	0	0	0
35	若螨 Nymph	2657	1383	1348	1110	5711	184	340	353
36	幼螨 Larva	2074	170	338	560	1055	0	188	695
	未鉴定甲螨 Unidentified	0	0	0	0	167	0	0	0
	总计 Total	21055 ab	43579 a	19154 ab	6485 b	27383 ab	40659 a	4458 b	8121 ab
	香农指数 Shannon-Wiener index	2.04	1.47	1.29	1.67	2.01	1.40	0.88	1.77
	类群数 Richness	11.67	13.00	6.33	6.67	12.33 a	11.00 ab	4.00 b	7.67 ab

处理缩写注释见表 1; 括号内的值为同一月份各个处理中 4 个亚目各自所占的比例; 同一行内, 同一月份下标注不同字母的值表示有显著性差异 ($P < 0.05$)

2.3 农业土地利用方式对土壤螨类群的影响

此次研究共分离得到 36 个类群, 其中粉螨科 (39%) 为优势度最高的类群 (>10%); 除此以外, 跗线螨科 (6.1%)、矮蒲螨科 (2.3%)、小异螨科 (1.9%)、厉螨科 (1.0%)、囊螨科 (3.2%)、中气门若螨 (3.7%)、*Scheloribates* sp. 1 (4.4%)、*Tectocepheus velatus* (7.3%)、*Oppiella* sp. (4.4%)、*Oppia* sp. 1 (3.4%)、*Protoribates* sp. (3.3%)、甲螨若螨 (7.7%)、甲螨幼螨 (3.0%) 也为其中的优势类群 (1%—10%)。这 14 个优势类群共占螨分离总数的 91%。

5 月份单因素方差分析结果表明 (表 2), 露天菜地和 1 年温室大棚中寄螨科的丰度高于 4 年温室大棚和常规农田; 1 年温室大棚和 4 年温室大棚中 *Scheloribates* sp. 1 的丰度高于露天菜地; 1 年温室大棚中 *Oppiella*

sp. 的丰度高于 4 年温室大棚和露天菜地。其他分类单元在各个处理间没有显著性差异。

10 月份单因素方差分析结果表明(表 2),露天菜地和 4 年温室大棚中矮蒲满科的丰度低于常规农田;1 年温室大棚和 4 年温室大棚中小异螨科的丰度也低于常规农田;1 年温室大棚中粉螨科和 *Oppiella* sp. 的丰度高于其它 3 个处理,而 *Ramusella* sp. 的丰度要高于露天菜地和 4 年温室大棚。其他分类单元在各个处理间没有显著性差异。

2.4 农业土地利用方式对土壤螨群落结构的影响

多样性指数的单因素方差分析结果表明(表 2),农业土地利用方式对土壤螨群落香农指数和类群数的影响不太明显,只在 10 月份的采样中发现,4 年温室大棚中土壤螨的类群数显著低于常规农田,说明温室大棚的长期使用可能会降低土壤螨的群落多样性。

CCA 的分析结果用排序图表示(图 1),所有典型特征值解释了数据变化的 75.8% ($F = 1.456, P = 0.0020$),其中轴 1 解释了变量的 49.1%,轴 2 解释了变量的 25.2%。CCA 排序图展示了环境变量(包括处理和土壤理化性质)对螨群落分布的影响。

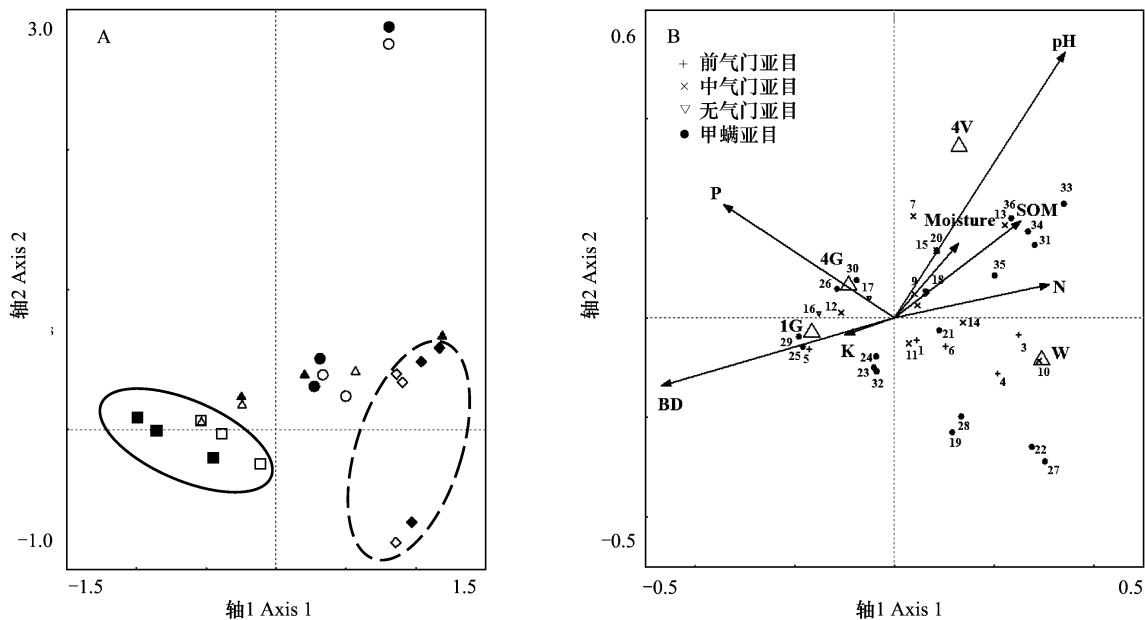


图 1 农业土地利用方式,土壤理化性质与螨群落关系的典型对应分析

Fig. 1 The relationship between agricultural land use types, soil physico-chemical parameters and mite assemblages

(A) 土壤样本的 CCA 排序图: 菱形为常规农田, 方形为 1 年温室大棚, 向上三角为 4 年温室大棚, 圆形为 4 年露天菜地; 空心图形表示 5 月份土壤样本; 实心图形表示 10 月份土壤样本; (B) 土地利用方式、土壤理化性质和螨类群的 CCA 排序图: SOM, 土壤有机质; N, 碱解氮; P, 有效磷; K, 速效钾; Moisture, 土壤含水量; BD, 容重; 螨类群编号见表 2

图 1 给出 24 个土壤样本的 CCA 排序图, 样本间存在着集聚分化现象。其中 1 年温室大棚与其它 3 个处理的分化尤为明显, 所有来自 1 年温室大棚的样本集中分布在轴 2 以左。常规农田和露天菜地均分布在轴 2 以右, 其中常规农田的集中趋势较为明显, 而露天菜地较为分散。4 年温室大棚的土壤样本在轴 2 以左靠近 1 年温室大棚的位置, 以及轴 2 以右靠近常规农田的位置均有分布。说明从常规农田到温室大棚的转换初期, 会引起土壤螨群落的强烈演替, 呈现出完全不同的群落分布特征, 但随着温室利用时年限延长, 这种差异在缓和, 这可能是某些优势类群的减少引起的。

图 1 还给出农业土地利用方式、土壤理化性质和螨群落的 CCA 排序图, 其中向上空心三角表示实验处理, 箭头表示土壤理化性质。分布图中心附近的类群为广适群, 即不易受处理和土壤理化性质的影响。结果显示, 4 个处理分别分布在 4 个象限, 表明它们对土壤螨群落分布产生了不同影响, 其中 1 年温室大棚和 4 年温室大棚的环境条件最为相似。轴 1 具有较高的解释量, 因此, 处理沿轴 1 方向距离的远近更能反映处理间

螨群落的相似性:1年温室大棚与常规农田螨群落差异最大;露天菜地和4年温室大棚位于中间。前面涉及到的优势类群中,粉螨科与4年温室大棚和1年温室大棚关系最为密切,能够忍受一定程度的高含量有效磷和高容重的土壤环境。与常规农田和露天菜地关系密切的优势类群为甲螨幼螨、甲螨若螨、矮蒲满科、小异螨科和 *Protoribates* sp., 这些螨偏好有机质和碱解氮含量高的土壤,而对有效磷含量高的土壤耐受性较差。其它解释量低和零星分布的类群这里没有讨论。

3 讨论

3.1 温室利用对螨群落的影响

常规农田、1年温室大棚和4年温室大棚中土壤螨群落对比发现,随着温室利用年限的增加,螨总丰度呈现出先增加后减少的趋势,这主要是无气门亚目粉螨科变化的结果。农业用地从生产粮食为主的传统农田转变为生产蔬菜为主的温室大棚后,人们为了获得更高的产量和收益,必然会增加温室内肥料投入。1年温室大棚由于建棚时间短,土壤理化性质变化并不明显,但土壤生物是环境变化的灵敏指标。食物网具有自下而上的调控功能,营养物质的增加会提高土壤真菌类群中 r 策略者的竞争能力,促使粉螨成为温室内的优势类群;另一方面,高营养的土壤环境可能造成土壤原有微生物类群逐步转变为粉螨摄食偏好的微生物类群^[29]。因此,在温室建立初期,营养位相似的 r 策略者粉螨会取代 K 策略者为主的甲螨成为竞争的优胜者。甲螨亚目 *Oppiella* sp. 虽然也属于甲螨亚目,但却是机会主义者,具有较高的繁殖率和较短的生活史,1年可以繁殖2—3代^[30],因此呈现出与粉螨相似的变化趋势。

但是,温室土壤中某些营养物质的过度积累会对螨产生负面影响。磷是一种容易被土壤固定的营养元素,在高施肥量的情况下,过剩的磷元素会被土壤保留下来,这点从4年温室大棚土壤中较高的有效磷含量就可以看出。过多的磷可能成为某些土壤螨的抑制因子,曹志平等^[21]指出土壤中过多的磷会降低土壤甲螨亚目的丰度。因此,随着温室利用年限的延长,粉螨科、矮蒲满科、小异螨科和甲螨亚目丰度有所下降,部分原因可能归结于土壤磷含量过高这个因素。

另外,温室大棚与常规农田相比,代表了更高的土地扰动强度,因此某些对扰动敏感的类群在温室利用初期,即在1年温室大棚中就呈现下降的趋势,如矮蒲满科、小异螨科和甲螨亚目。Minor 和 Cianciolo^[31]以及 Arroyo 等^[20]的研究都曾指出甲螨是对扰动最为敏感的类群,扰动少的土壤中甲螨类群的物种多样性和丰富度较高,扰动多则相反。因此,在温室利用过程中,土地扰动的增加和土壤磷元素的过度累积共同降低了这些类群的丰度。

3.2 农业土地利用方式对螨群落的影响

露天菜地和常规农田两种传统农业土地利用方式影响了螨的群落分布。露天菜地中矮蒲满科和甲螨亚目的丰度均低于常规农田。露天菜地和常规农田的生境差异主要来源于植被类型、肥料投入量和管理扰动强度的不同,研究指出植被物种差异对土壤螨群落的影响并不明显^[32],因此后两者应是不同生境下引起螨群落差异的主要原因。土壤理化性质分析表明,露天菜地中具有较高含量的土壤碱解氮。CCA 排序图也显示露天菜地中螨群落分布与高含量的碱解氮和有机质密切相关,大部分甲螨类群偏好这两种营养物质,其中甲螨的若螨和幼螨对高有机质的偏好尤为明显。林英华等^[33]和殷秀琴等^[34]都曾指出土壤有机质和氮含量与土壤螨的种类和数量密切相关,甲螨对高有机质的土壤环境更为偏好^[35-36]。但是,单一类群丰度分析时,露天菜地中矮蒲满科和甲螨亚目的丰度不仅没有表现为增加,而且呈现出下降的趋势,推测这是由于露天菜地内管理扰动强度增大的因素占据了主导地位,掩盖了营养元素提高的潜在收益,造成这两个类群丰度下降。

露天菜地中土壤螨群落分布比较均匀,4个亚目所占比例大致相似;而4年温室大棚中螨群落分布比较集中,无气门亚目占到一半以上。两种生境下4个亚目比例的差异,说明温度的升高和种植强度的增大会造成其它菌食性螨向粉螨转换,导致温室内螨类群单一,从土壤生物多样性保护的角度来讲是不利的。

4 结论

农业土地利用方式会影响土壤螨的群落分布。常规农田中甲螨亚目为优势类群;常规农田转换为温室大

棚后,在温室利用初期,由于土壤中营养物质的增加和人类扰动程度的提高,会造成土壤螨群落由 K 策略者为主的甲螨亚目逐渐转变为 r 策略者无气门亚目,导致粉螨科最终成为温室内的优势类群。但是随着温室年限的延长,过量的肥料投入会导致土壤有效磷积累,进而降低粉螨科的丰度,螨群落多样性也呈现出明显下降的趋势。露天菜地与温室大棚相比,由于土地利用频率较低,螨群落分布比较均匀。

总的来说,温室是北方 3 种常见农业土地利用方式中人类扰动强度最高,土壤螨多样性损失最为严重的类型。螨在生态系统的物质循环和能量流动中具有重要作用,螨类群的过于单一将不利于土壤的自我维持和修复,也将不利于农业的可持续发展。因此,尽管温室可以为人类带来更高的产量和收益,但温室内土壤生物多样性的保护却需要引起人类的关注和重视。

致谢:感谢南阳师范学院生命科学与技术学院 2009 级吴小培同学和 2011 级聂晓庆同学在室内螨分离和玻片制作中所做的工作。

References:

- [1] Huang Y, Zhang Y L. The soil degradation problem in greenhouse and control countermeasures. *Chinese Journal of Soil Science*, 2004, 35(2): 212-216.
- [2] Ma Y H, Wei M, Wang X F. Variation of microflora and enzyme activity in continuous cropping cucumber soil in solar greenhouse. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2004, 15(6): 1005-1008.
- [3] Zhuge Y P, Zhang Y L, Zhang X D, Feng Y J, Li J, Huang Y, Liu M D. Effects of lower limit of subsurface drip irrigation on tomato growth and its yield in plastic tunnel. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2004, 15(5): 767-771.
- [4] Christie P, Li X L, Chen B D. Arbuscular mycorrhiza can depress translocation of zinc to shoots of host plants in soils moderately polluted with zinc. *Plant and Soil*, 2004, 261(1/2): 209-217.
- [5] Xie Y L, Li J, Yang H F. Quality of vegetables in different cultivation patterns in greenhouse. *Chinese Journal of Soil Science*, 2007, 38(4): 718-721.
- [6] Beare M H, Reddy M V, Tian G, Srivastava S C. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: the role of decomposer biota. *Applied Soil Ecology*, 1997, 6(1): 87-108.
- [7] Wood S, Sebastian K L, Scherr S J. *Pilot Analysis of Global Ecosystems: Agroecosystems*. Washington, DC: International Food Policy Research Institute and World Resources Institute, 2000.
- [8] Dong B, Zhang R Z, Jing S J, Xie Y, Yao H. Animal community structure in greenhouse soils with different planting years in Shouguang City. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2008, 19(8): 1769-1774.
- [9] Wang Q Z. The influence of vegetable farming plastic greenhouse on soil animal community. *Chinese Journal of Soil Science*, 2009, 40(4): 767-770.
- [10] Moore J C, Zwetsloot H J C, De Ruiter P C. Statistical analysis and simulation modeling of the belowground food webs of two winter wheat management practices. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 1990, 38(3A): 303-316.
- [11] Renker C, Otto P, Schneider K, Zimdars B, Maraun M, Buscot F. Oribatid mites as potential vectors for soil microfungi: Study of mite-associated fungal species. *Microbial Ecology*, 2005, 50(4): 518-528.
- [12] Andrés P, Mateos E. Soil mesofaunal responses to post-mining restoration treatments. *Applied Soil Ecology*, 2006, 33(1): 67-78.
- [13] Behan-Pelletier V M. Oribatid mite biodiversity in agroecosystems: Role for bioindication. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 1999, 74(1/3): 411-423.
- [14] Miyazawa K, Tsuji H, Yamagata M, Nakano H, Nakamoto T. The effects of cropping systems and fallow managements on microarthropod populations. *Plant Production Science*, 2002, 5(3): 257-265.
- [15] Badejo M A, De Aquino A M, De-Polli H, Correia M E F. Response of soil mites to organic cultivation in an ultisol in southeast Brazil. *Experimental and Applied Acarology*, 2004, 34(3/4): 345-364.
- [16] Minor M A, Volk T A, Norton R A. Effects of site preparation techniques on communities of soil mites (Acari: Oribatida, Acari: Gamasida) under short-rotation forestry plantings in New York, USA. *Applied Soil Ecology*, 2004, 25(3): 181-192.
- [17] Krantz G W. *A Manual of Acarology*. Oregon: Oregon State University Book Stores, INC., 1978.
- [18] Leroy B L M M, Bommele L, Reheul D, Moens M, de Neve S. The application of vegetable, fruit and garden waste (VFG) compost in addition to cattle slurry in a silage maize monoculture: Effects on soil fauna and yield. *European Journal of Soil Biology*, 2007, 43(2): 91-100.
- [19] Qiu J, Fu R S. The effects of temperature and soil water content for the number of oribatida and collembola. *Journal of Shandong Normal*

- University: Natural Science, 2004, 19(4): 72-74.
- [20] Arroyo J, Iturrondobeitia J C, Rad C, González-Carcedo S. Oribatid mite (Acari) community structure in steppic habitats of Burgos Province, central northern Spain. *Journal of Natural History*, 2005, 39(39): 3453-3470.
- [21] Cao Z P, Han X M, Hu C, Chen J, Zhang D P, Steinberger Y. Changes in the abundance and structure of a soil mite (Acari) community under long-term organic and chemical fertilizer treatments. *Applied Soil Ecology*, 2011, 49: 131-138.
- [22] Evans G O. *Principles of Acarology*. Cambridge: CAB International, 1992.
- [23] Suzuki K. *Key to the Japanese Oribatid mites (Acarida: Oribatida)*. Memoirs of the Education Institute for Private Schools in Japan, 1978.
- [24] Balogh J, Balogh P. *The Oribatid of the World*. Budapest: Hungarian Natural History Museum, 1992.
- [25] Blakemore L C, Searle P L, Daly B K. *Methods for chemical analysis of soils*. Wellington: New Zealand Soil Bureau Report 10 A, Government Printer, 1972.
- [26] Bremner J M. Nitrogen-Total // Sparks D L. *Methods of soil analysis, Part 3-chemical Methods*, Soil Science Society of America Book Series 5. Madison: American Society of Agronomy, 1996: 1085-1086.
- [27] Barbour M G, Burk J H, Pitts W D. *Terrestrial Plant Ecology*. 2nd ed. California: Benjamin Cummings, 1987.
- [28] ter Braak C J F. Canonical correspondence analysis: A new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 1986, 67(5): 1167-1179.
- [29] Atul-Nayyar, Hamel C, Forge T, Selles F, Jefferson P G, Hanson K, Germida J. Arbuscular mycorrhizal fungi and nematodes are involved in negative feedback on a dual culture of alfalfa and Russian wildrye. *Applied Soil Ecology*, 2008, 40(1): 30-36.
- [30] Luxton M. Studies on the oribatid mites of a Danish beech wood soil. IV. Developmental biology. *Pedobiologia*, 1981, 21(5): 312-340.
- [31] Minor M A, Cianciolo J M. Diversity of soil mites (Acari: Oribatida, Mesostigmata) along a gradient of land use types in New York. *Applied Soil Ecology*, 2007, 35(1): 140-153.
- [32] Wardle D A, Bardgett R D, Klironomos J N, Setälä H, van der Putten W H, Wall D H. Ecological linkages between aboveground and belowground biota. *Science*, 2004, 304(5677): 1629-1633.
- [33] Lin Y H, Zhang D F, Yang X Y, Bao D J, Shi X J, Wang S J, Wang B R. Study on the relationship between agricultural soil fauna and soil physicochemical properties. *Scientia Agricultura Sinica*, 2004, 37(6): 871-877.
- [34] Yin X Q, Man L M, Dong W H. Ecological distribution of soil gamasida in forests in Xiaoxing'anling. *Acta Pedologica Sinica*, 2004, 41(5): 767-773.
- [35] Bedano J C, Cantú M P, Doucet M E. Influence of three different land management practices on soil mite (Arachnida: Acari) densities in relation to a natural soil. *Applied Soil Ecology*, 2006, 32(3): 293-304.
- [36] Maribie C W, Nyamasyo G H N, Ndegwa P N, Mung'atu J K, Lagerlöf J, Gikungu M. Abundance and diversity of soil mites (Acari) along a gradient of land use types in Taita Taveta, Kenya. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 2011, 13(1): 11-26.

参考文献:

- [1] 黄毅, 张玉龙. 保护地生产条件下的土壤退化问题及其防治对策. *土壤通报*, 2004, 35(2): 212-216.
- [2] 马云华, 魏珉, 王秀峰. 日光温室连作黄瓜根区微生物区系及酶活性的变化. *应用生态学报*, 2004, 15(6): 1005-1008.
- [3] 诸葛玉平, 张玉龙, 张旭东, 冯永军, 李军, 黄毅, 刘鸣达. 塑料大棚渗灌灌水下限对番茄生长和产量的影响. *应用生态学报*, 2004, 15(5): 767-771.
- [5] 解永利, 李季, 杨合法. 日光温室不同生产模式下蔬菜品质变化的研究. *土壤通报*, 2007, 38(4): 718-721.
- [8] 董博, 张仁陟, 荆世杰, 谢永, 姚骅. 寿光市不同棚龄温室土壤动物群落结构. *应用生态学报*, 2008, 19(8): 1769-1774.
- [9] 王庆忠. 蔬菜温室栽培对土壤动物群落的影响. *土壤通报*, 2009, 40(4): 767-770.
- [19] 邱军, 傅荣恕. 土壤温湿度对甲螨和跳虫数量的影响. *山东师范大学学报: 自然科学版*, 2004, 19(4): 72-74.
- [33] 林英华, 张夫道, 杨学云, 宝德俊, 石孝均, 王胜佳, 王伯仁. 农田土壤动物与土壤理化性质关系的研究. *中国农业科学*, 2004, 37(6): 871-877.
- [34] 殷秀琴, 马立名, 董炜华. 小兴安岭天然林土壤革螨的生态分布特征. *土壤学报*, 2004, 41(5): 767-773.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 33 ,No. 16 Aug. ,2013(Semimonthly)
CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

- Advances in theoretical issues of species distribution models LI Guoqing, LIU Changcheng, LIU Yuguang, et al (4827)
- A review on rare earth elements in farmland ecosystem JIN Shulan, HUANG Yizong (4836)
- A review on the mechanism of attachment and metamorphosis in barnacle cyprids ... RAO Xiaozhen, LIN Gang, XU Youqin (4846)
- Decision making in group living animals WANG Chengliang, WANG Xiaowei, QI Xiaoguang, et al (4857)

Autecology & Fundamentals

- Influence of monsoon's advancing, retreating and conversion on migrations of *Nilaparvata lugens* (Stål) in China
..... BAO Yunxuan, HUANG Jinying, XIE Xiaojin, et al (4864)
- Prey selection and feeding rate of sea stars *Asterias amurensis* and *Asterina pectinifera* on three bivalves
..... QI Zhanhui, WANG Jun, MAO Yuze, et al (4878)
- Habitat selection of Whooper Swan at Bayanbulak in Xinjiang of China DONG Chao, ZHANG Guogang, LU Jun, et al (4885)
- The genetic structure of endemic plant *Pteroceltis tatarinowii* by ISSR markers
..... LI Xiaohong, ZHANG Hui, WANG Deyuan, et al (4892)
- Genetic analysis of salt tolerance of F₁ progenies between chrysanthemum and the intergeneric hybrid of chrysanthemum and
crossostephium XU Lili, CHEN Fadi, CHEN Sumei, et al (4902)
- Indicative effect of the anatomical structure of plant photosynthetic organ on WUE in desert region
..... ZHANG Haina, SU Peixi, LI Shanxia, et al (4909)
- Effects of water on photosynthesis in different age of tomato leaves CHEN Kaili, LI Jianming, HE Huiqiang, et al (4919)
- Photosynthesis-nitrogen relationship in evergreen and deciduous tree species at different altitudes on Mao'er Mountain, Guangxi
..... BAI Kundong, JIANG Debing, WAN Xianchong (4930)
- Effect of fertilization on the dynamic of soil N₂O fluxes in Chinese chestnut stands
..... ZHANG Jiaojiao, LI Yongfu, JIANG Peikun, et al (4939)
- Effects of long-term fertilization on aggregate dynamics and organic carbon and total nitrogen contents in a reddish paddy soil
..... LIU Xiyu, WANG Zhongqiang, ZHANG Xinyu, et al (4949)

Population, Community and Ecosystem

- Carbon storage of natural wetland ecosystem in Daxing'anling of China MU Changcheng, WANG Biao, LU Huicui, et al (4956)
- Monitoring the riparian vegetation cover after the Wenchuan earthquake along the Minjiang River valley based on multi-temporal
Landsat TM images; a case study of the Yingxiu-Wenchuan section XU Jiceng, TANG Bin, LU Tao (4966)
- A dynamic analysis of spatial distribution pattern of *Larix gmelinii* natural forest in Pangu farm under varying intensity of fire
disturbance NI Baolong, LIU Zhaogang (4975)
- Structure of macrozoobenthos in lakes along the Yangtze River and relationships with environmental characteristics
..... CAI Yongjiu, JIANG Jiahu, ZHANG Lu, et al (4985)
- The research on the age structure and sex ratio of *Niviventer confucianus* in Thousand Island Lake
..... ZHANG Xu, BAO Yixin, LIU Jun, et al (5000)
- Mathematical model of insect Logistic increasing and economic threshold based on sex pheromone trap
..... ZHAO Zhiguo, RONG Erhua, ZHAO Zhihong, et al (5008)
- Community composition and phototaxis of insects in tea plantations in Southern Jiangshu Province during late fall
..... ZHENG Yingcha, NIU Yuqun, CUI Guiling, et al (5017)
- Effect of agricultural land use types on soil mite communities in north China
..... HAN Xuemei, LI Dandan, LIANG Zian, et al (5026)

Landscape, Regional and Global Ecology

- Exploring the space syntax under negative planning; a case study of landscape connectivity based on the behaviors of avian edge
species YANG Tianxiang, ZHANG Weiqian, FAN Zhengqiu, et al (5035)
- Temporal-spatial variation of heterotrophic respiration in alpine area of southwestern China
..... ZHANG Yuandong, PANG Rui, GU Fengxue, et al (5047)

- Variability of soil organic matter and its main factors in Jiangsu Province ZHAO Mingsong, ZHANG Ganlin, LI Decheng, et al (5058)
- Spatial distribution and change of vegetation carbon in Northwest Guangxi, China on the basis of vegetation inventory data ZHANG Mingyang, LUO Weijian, LIU Huiyu, et al (5067)
- Resource and Industrial Ecology**
- Urban metabolism process based on emergy synthesis; a case study of Beijing LIU Gengyuan, YANG Zhifeng, CHEN Bin (5078)
- Evaluation on cultivated land ecological security based on the PSR model and matter element analysis ZHANG Rui, ZHENG Huawei, LIU Youzhao (5090)
- The effect of super absorbent polymer on the growth and nutrition absorption of *Festuca arundinacea* L. on an improved gangue matrix ZHAO Zhifeng, WANG Dongmei, ZHAO Tingning (5101)
- Urban, Rural and Social Ecology**
- The effect of distance on the ecological conservation value; a case study of Sanjiang Plain Wetland AO Changlin, CHEN Jinting, JIAO Yang, et al (5109)
- Research Notes**
- Scaling effect on spatial variation of soil organic carbon in mountainous areas of Guangdong Province JIANG Chun, WU Zhifeng, QIAN Lexiang, et al (5118)
- The changes of hair length and pelage thermal insulation in captive female squirrel, *Sciurus vulgarize manchuricus*, during autumn molting period JING Pu, ZHANG Wei, HUA Yan, et al (5126)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于1981年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索生态学奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的原始创新性科研成果。特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评价和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大16开本,300页,国内定价90元/册,全年定价2160元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路18号 电话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网址: www.ecologica.cn

本期责任副主编 王克林 编辑部主任 孔红梅 执行编辑 刘天星 段靖

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981年3月创刊)

第33卷 第16期 (2013年8月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 16 (August, 2013)

编辑 《生态学报》编辑部
地址:北京海淀区双清路18号
邮政编码:100085
电话:(010)62941099
www.ecologica.cn
shengtaixuebao@rcees.ac.cn

主编 王如松
主管 中国科学技术协会
主办 中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
地址:北京海淀区双清路18号
邮政编码:100085

出版 科学出版社
地址:北京东黄城根北街16号
邮政编码:100717

印刷 北京北林印刷厂
发行 科学出版社
地址:东黄城根北街16号
邮政编码:100717
电话:(010)64034563
E-mail: journal@espg.net

订购 全国各地邮局
国外发行 中国国际图书贸易总公司
地址:北京399信箱
邮政编码:100044

广告经营 京海工商广字第8013号
许可证

Edited by Editorial board of
ACTA ECOLOGICA SINICA
Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
Tel: (010)62941099
www.ecologica.cn
shengtaixuebao@rcees.ac.cn

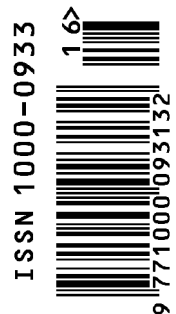
Editor-in-chief WANG Rusong
Supervised by China Association for Science and Technology
Sponsored by Ecological Society of China
Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS
Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China

Published by Science Press
Add: 16 Donghuangchenggen North Street,
Beijing 100717, China

Printed by Beijing Bei Lin Printing House,
Beijing 100083, China

Distributed by Science Press
Add: 16 Donghuangchenggen North
Street, Beijing 100717, China
Tel: (010)64034563
E-mail: journal@espg.net

Domestic All Local Post Offices in China
Foreign China International Book Trading
Corporation
Add: P. O. Box 399 Beijing 100044, China



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元