

## 佳木斯市郊区不同土地利用方式下土壤微生物多样性

安呈洁, 宋宏刚, 王美妮, 于奇峰, 张武\* (佳木斯大学理学院, 黑龙江佳木斯 154007)

**摘要** [目的]测定不同土地利用方式下微生物的多样性及与 pH、有机质含量、含水量、总磷含量的关系,探究佳木斯市郊区不同土地利用方式对土壤微生物的影响。[方法]通过稀释涂布平板法测定微生物数量,重铬酸钾氧化法测定有机质含量,硫酸-过氧化氢消煮紫外分光光度法测定总磷含量。[结果]菜地微生物总数、有机质含量、总磷含量、pH 及含水量均高于田地。[结论]不同土地利用方式对微生物多样性的影响不同,减少化肥的使用,增施有机肥是实现土地资源可持续利用的重要途径。

**关键词** 土地利用方式;微生物多样性;总磷量;土壤有机质含量;佳木斯市

**中图分类号** S154.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)35-0094-02

## Microbial Diversity of Soil under Different Land Use Patterns in Jiamusi Suburb

AN Cheng-jie, SONG Hong-gang, WANG Mei-ni, ZHANG Wu\* et al (College of Science, Jiamusi University, Jiamusi, Heilongjiang 154007)

**Abstract** [Objective] The effects of different land use patterns on soil microbes were studied by measuring the diversity of microbes, and relationship between pH value, organic matter content, water content and total phosphorus and them in different land use patterns. [Method] The amount of microorganisms was determined by dilution coating plate method, the content of organic matter was determined by potassium dichromate oxidation method, and the total phosphorus content was measured by sulfuric acid-hydrogen peroxide digestion ultraviolet spectrophotometry. [Results] Total number of microorganisms, organic matter content, total phosphorus content, pH and water content in vegetable land were higher than that of farmland. [Conclusion] The effects of different land use patterns on microbial diversity were different, so reducing the use of fertilizer and increasing organic fertilizer was an important way to realize the sustainable utilization of land resources.

**Key words** Land use patterns; Microbial diversity; Total phosphorus content; Soil organic matter content; Jiamusi

土壤微生物多样性是评价微生物群落特征的重要内容,其中土壤微生物群落功能多样性是表达土壤微生物群落与生态功能的重要指标之一<sup>[1]</sup>。土壤微生物也与土壤肥力息息相关,它们不仅影响自然界的物质循环,也影响土壤生态系统的物质循环。土壤微生物的生物量以及区系组成与所处空间位置的环境条件密切相关,生活环境的环境因素变化将直接或间接地影响微生物群落的组成和功能,进而影响整个生态系统的功能<sup>[2]</sup>。由于受到人口、资源、粮食等问题的压力,人类越来越多地干预土壤环境,各种耕作类型对土壤物理、化学及生物性质产生了深远的影响<sup>[3]</sup>。有研究表明,土壤管理方式不合理直接导致土壤质量退化<sup>[4]</sup>。

以佳木斯市郊区为试验样地,进行不同土地利用方式下土壤微生物多样性探究,结合土壤中有有机质含量、总磷含量、pH 以及含水量,比较不同土地利用方式造成的土壤肥力差异,同时针对不同区域的问题提出相应改进措施,为佳木斯市土地资源的可持续利用提供科学依据,并进一步丰富土地利用结构研究。

## 1 材料与方法

**1.1 样品采集** 样品采集时间为2016年5月。样品采自佳木斯市市郊具有代表性的田地以及菜地。采用4点取样法对所需样品进行重复取样,并且以垂直取样的形式采集0~10、10~20、20~30 cm 共6种土样。收集好的土样一部分留

作微生物多样性试验研究,另一部分则除去其他杂质,自然风干,过筛,留作理化性质分析。

**1.2 培养基配制** 分离细菌使用牛肉膏蛋白胨琼脂培养基,分离真菌使用马铃薯蔗糖琼脂培养基,分离放线菌使用淀粉琼脂培养基(高氏一号培养基)。

牛肉膏蛋白胨琼脂培养基:牛肉浸膏 5.0 g/L、蛋白胨 10 g/L、NaCl 5.0 g/L、琼脂 20.0 g/L, pH 7.2~7.4。

马铃薯蔗糖琼脂培养基:马铃薯 200.0 g/L、葡萄糖 20.0 g/L、琼脂 20.0 g/L, 自然 pH。

淀粉琼脂培养基:可溶性淀粉 20 g/L、硝酸钾 1 g/L、氯化钠 0.5 g/L、磷酸氢二钾 0.5 g/L、硫酸镁 0.5 g/L、硫酸亚铁 0.01 g/L、琼脂 20 g/L, pH 7.2~7.4。

**1.3 测定方法** 使用微生物平板记数法<sup>[5]</sup>测量土壤中微生物的含量,使用 pH 计测定 pH,利用重铬酸钾氧化法<sup>[5]</sup>测定有机质含量,使用硫酸-过氧化氢消煮、紫外分光光度法<sup>[6]</sup>测定总磷含量。

**1.4 数据处理与分析** 采用 Excel 2003 对所有数据进行统计分析。微生物多样性分析采用 Shannon-Wiener 公式计算出物种丰富度指数  $H$ 。

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i (\ln P_i)$$

其中,  $P_i = N_i/N$ ; 式中  $N_i$  为种  $i$  的个体数,  $N$  为所在群落的所有物种的个体数之和,  $S$  为所在群落物种的种数。

## 2 结果与分析

**2.1 不同土地利用方式对土壤微生物数量及多样性的影响** 由表 1 可以看出,菜地微生物多样性指数明显高于田地。随着土壤深度的不断增加,微生物多样性指数不断减少,微生物数量也呈现出下降的趋势,微生物数量分布菜地大于田地。

**基金项目** 佳木斯大学学生科技创新项目(xslm 2016-11);黑龙江省大学生创新创业训练计划项目(201610222033);佳木斯大学科学技术项目(L2012-041);黑龙江省教育厅科学技术研究项目(12541782)。

**作者简介** 安呈洁(1996—),女,黑龙江双鸭山人,本科生,专业:环境科学。\*通讯作者,副教授,硕士生导师,从事土壤动物学和环境生态研究。

**收稿日期** 2017-09-25

表 1 不同土地利用方式下微生物多样性分布

Table 1 Microbial diversity distribution under different land use patterns

土地利用类型 Land use type	土层 Soil layer cm	不同土地利用方式下微生物数量 Number of microorganisms in different land use types // $\times 10^4$ 个/g				微生物多样性指数 Microbial diversity index
		细菌 Bacterial	真菌 Fungi	放线菌 Actinomycetes	微生物总数 Total number of microorganisms	
菜地 Vegetable land	0 ~ 10	94	58	69	221	1.078
菜地 Vegetable land	10 ~ 20	86	43	48	177	1.048
菜地 Vegetable land	20 ~ 30	73	33	35	141	1.027
田地 Farmland	0 ~ 10	72	35	43	150	1.050
田地 Farmland	10 ~ 20	58	28	35	121	1.049
田地 Farmland	20 ~ 30	49	20	24	93	1.018

**2.2 不同土地利用方式下土壤有机质含量** 由图 1 可知,随着土壤深度的增加,有机质含量呈现下降的趋势,整体有机质含量菜地大于田地。菜地由 0 ~ 10 cm 的 42.2 g/kg 降到 20 ~ 30 cm 的 39.0 g/kg;田地由 0 ~ 10 cm 的 18.8 g/kg 降到 20 ~ 30 cm 的 18.3 g/kg。

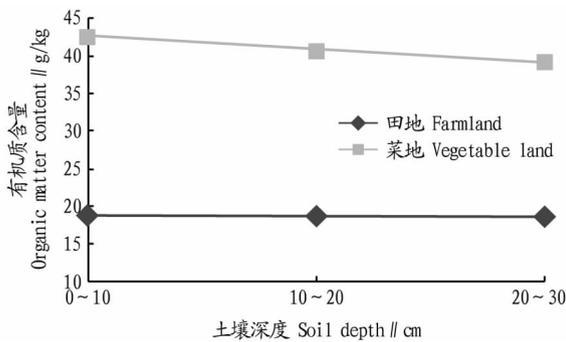


图 1 不同土地利用方式下土壤有机质含量

Fig. 1 Organic matter content of soil under different land use patterns

**2.3 不同土地利用方式下土壤总磷含量** 由图 2 可以看出,随着土壤深度的增加,总磷含量呈现递增趋势,整体总磷含量菜地大于田地。菜地由 0.118 g/kg 升至 0.128 g/kg;田地由 0.102 g/kg 升至 0.106 g/kg。

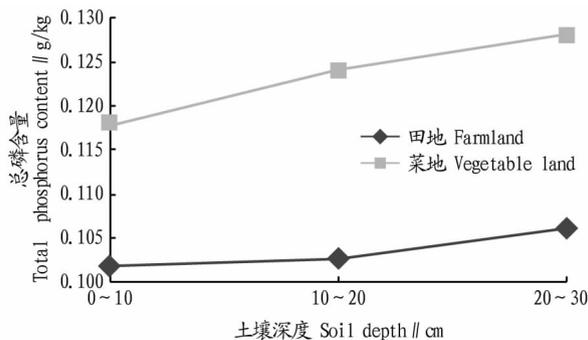


图 2 不同土地利用方式下土壤总磷含量

Fig. 2 Total phosphorus content of soli under different land use patterns

**2.4 不同土地利用方式下土壤含水量** 由图 3 可以看出,土壤含水量波动范围为 21.4% ~ 24.6%。随着土壤深度的增加,菜地含水量由 22.7% 上升至 24.6%;田地含水量由 21.4% 上升至 23.3%;整体含水量菜地大于田地。

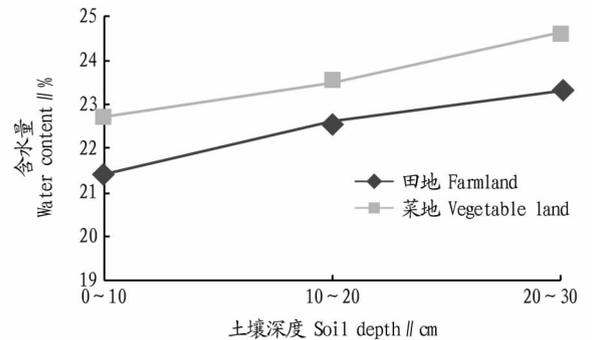


图 3 不同土地利用方式下土壤含水量

Fig. 3 Water content of soil under different land use patterns

**2.5 不同土地利用方式下土壤 pH** 图 4 显示,随着土壤深度的增加,pH 随之增加,整体 pH 分布在 6.23 ~ 6.85,整体 pH 菜地大于田地。

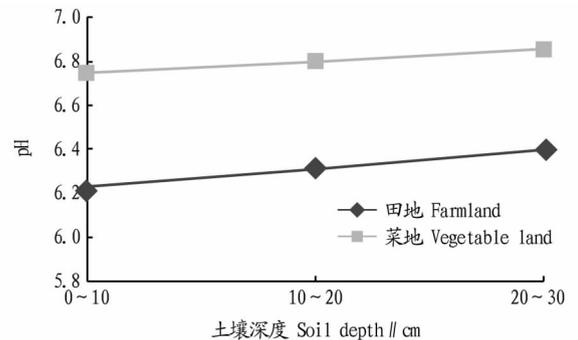


图 4 不同土地利用方式下土壤 pH

Fig. 4 Soil pH under different land use patterns

### 3 结论与讨论

试验结果表明,菜地土壤微生物数量与微生物多样性均高于田地;有机质含量和总磷含量呈现出菜地高于田地趋势;菜地与田地的含水量和 pH 相差不多,基本保持小范围波动,但菜地的含水量和 pH 略高于田地。即土壤肥力菜地大于田地。

由此可见,不同土地利用方式下的土壤会对微生物含量及多样性指数造成影响。菜地常年施有机肥,土壤的结构及质地日趋合理,土壤的有机质、总磷及保水能力均比大规模施用化肥的耕地高。虽然化肥的施用可以提高农作物产量,但如果施用过多的化肥,土壤的结构及质地发生变化,土壤

(下转第 101 页)

压器的泄漏,以及含有 Aroclor1254 油漆添加剂、绝缘材料、化生产车间使用 Aroclor1260 一类的工业产品有关。

(4) 健康风险评价结果表明,在敏感和非敏感用地方式下,成人和儿童的综合非致癌危害商均远小于 1,表明太原市农田土壤中的 PCBs 在不同用地方式下均不会对人体产生非致癌健康风险;在 2 种不同用地方式下太原市农田土壤中 PCBs 对成人的综合致癌健康风险较小,但对儿童会构成一定的致癌风险,需要引起有关部门的重视。3 种暴露途径对健康风险贡献率依次为经口摄入 > 皮肤接触 > 呼吸吸入。

#### 参考文献

- [1] 毕新慧,徐晓白.多氯联苯的环境行为[J].化学进展,2000,12(2):152-160.
- [2] 卢双,张旭,裴晋,等.黄河中下游流域表层土壤中多氯联苯的残留特征[J].中国环境科学,2016,36(9):2741-2748.
- [3] 刘耕耘,陈左生,史辉弘,等.北京土壤中的 PCBs 含量与组成[J].环境科学学报,2006,26(12):2013-2017.
- [4] 陈晓荣,王洋,刘强,等.不同工业城市郊区菜地土壤中多氯联苯的残留现状与健康风险评价[J].土壤与作物,2016,5(1):14-23.
- [5] SOBEK A, MCLACHLAN M S, BORGÁ K, et al. A Comparison of PCB bioaccumulation factors between an arctic and a temperate marine food web[J]. Science of the total environment, 2010, 408(13): 2753-2760.
- [6] 杨方星,徐盈.多氯联苯的羟基化代谢产物及其内分泌干扰机制[J].化学进展,2005,17(4):740-748.
- [7] 王祥云,邓勋飞,杨洪达,等.金华城区土壤中 7 种指示性多氯联苯(PCBs)的分布特征和来源分析[J].农业环境科学学报,2012,31(8):1512-1518.
- [8] 杨淑伟,黄俊,余刚.中国主要排放源的非故意产生六氯苯和多氯联苯大气排放清单探讨[J].环境污染与防治,2010,32(7):82-85.
- [9] SOLORZANO-OCCHOA G, DE LA ROS A D A, MAIZ-LARRALDE P, et al. Open burning of household waste: Effect of experimental condition on combustion quality and emission of PCDD, PCDF and PCB[J]. Chemosphere, 2012, 87(9): 1003-1008.
- [10] MARTINEZ A, ERDMAN N R, RODENBURG Z L, et al. Spatial Distribution of chlordanes and PCB congeners in soil in Cedar Rapids, Iowa, USA[J]. Environmental pollution, 2012, 161: 222-228.
- [11] 徐莉,滕应,张雪莲,等.多氯联苯污染土壤的植物-微生物联合田间原位修复[J].中国环境科学,2008,28(7):646-650.
- [12] 邢颖,吕永龙,刘文彬,等.中国部分水域沉积物中多氯联苯污染物的空间分布、污染评价及影响因素分析[J].环境科学,2006,27(2):228-234.
- [13] REN N Q, QUE M X, LI Y F, et al. Polychlorinated biphenyls in Chinese surface soils[J]. Environmental science & technology, 2007, 41(11): 3971-3876.
- [14] 高鹏.太原市不同功能区土壤污染特征及健康风险评价[D].太原:山西大学,2016.
- [15] 郭掌珍,孟会生,张渊,等.汾河表层沉积物 PCBs 和 OCPs 含量、来源及生态风险[J].中国环境科学,2013,33(4):714-721.
- [16] United States Environmental Protection Agency (USEPA). Risk Assessment Guidance for Superfund (Volume 1) Human Health Evaluation Manual, EPA/540/189/002 [R]. Washington DC: Office of Emergency and Remedial Response, 1989.
- [17] 段小丽,聂静,王宗爽,等.健康风险评价中人体暴露参数的国内外研

究概况[J].环境与健康杂志,2009,26(4):370-373.

- [18] 王宗爽,段小丽,刘平,等.环境健康风险评价中我国居民暴露参数探讨[J].环境科学研究,2009,22(10):1164-1170.
- [19] 王贝贝,段小丽,蒋秋静,等.我国北方典型地区居民呼吸暴露参数研究[J].环境科学研究,2010,23(11):1421-1427.
- [20] 王喆,刘少卿,陈晓民,等.健康风险评价中中国人皮肤暴露面积的估算[J].安全与环境学报,2008,8(4):152-156.
- [21] 莫小荣,吴烈善,邓书庭,等.某冶炼厂拆迁场地土壤重金属污染健康风险评价[J].生态毒理学报,2015,10(4):235-243.
- [22] 环境保护部.污染场地风险评估技术导则:HJ 25.3—2014[S].北京:中国环境科学出版社,2014.
- [23] 王传飞,龚平,王小萍,等.西藏农田土和农作物中多氯联苯的分布、环境行为和与健康风险评估[J].生态毒理学报,2016,11(2):339-346.
- [24] BORGHINI F, GRIMALT J O, SZNCHEZ-HERNANDEZ J C, et al. Organochlorine pollutants in soils and mosses from Victoria Land (Antarctica)[J]. Chemosphere, 2005, 58(3): 271-278.
- [25] WU S, XIA X H, YANG L Y, et al. Distribution, source and risk assessment of polychlorinated biphenyls (PCBs) in urban soils of Beijing, China[J]. Chemosphere, 2011, 82: 732-738.
- [26] 耿存珍,李明伦,杨永亮,等.青岛地区土壤中 OCPs 和 PCBs 污染现状研究[J].青岛大学学报(工程技术版),2006,21(2):42-48.
- [27] 周婕成,毕春娟,陈振振,等.上海崇明岛农田土壤中多氯联苯的残留特征[J].中国环境科学,2010,30(1):116-120.
- [28] WONG M H, WU S C, DENG W J, et al. Export of toxic chemicals: A review of the case of uncontrolled electronic-waste recycling[J]. Environment pollution, 2007, 149(2): 131-140.
- [29] TANG X J, SHEN C F, SHI D Z, et al. Heavy metal and persistent organic compound contamination in soil from Wenling: An emerging e-waste recycling city in Taizhou Area, China[J]. Journal of hazardous materials, 2010, 173 (1/2/3): 653-660.
- [30] MAMONTOVA E A, MAMONTOV A A, TARASOVA E N, et al. Polychlorinated biphenyls in surface soil in urban and background areas of Mongolia[J]. Environment pollution, 2013, 182: 424-429.
- [31] MARTINEZ A, ERDMAN N R, RODENBURG Z L, et al. Spatial distribution of chlordanes and PCB congeners in soil in Cedar Rapids, Iowa, USA[J]. Environment pollution, 2012, 161(1): 222-228.
- [32] WILCKE W, KRAUSS M, SOFRONOV G, et al. Polychlorinated biphenyls (PCBs) in soils of the Moscow region: Concentrations and small-scale distribution along an urban-rural transect [J]. Environment pollution, 2006, 141(2): 327-335.
- [33] VANE C H, KIM A W, BERIRO D J, et al. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and polychlorinated biphenyls (PCB) in urban soils of Greater London, UK[J]. Applied geochemistry, 2014, 51: 303-314.
- [34] FIEDLER H, HUB M, HUTZINGER O, et al. Stoffbericht Hexachlorcyclohexan HCH [M]. Baden-Wuerttemberg: Landesamt für Umweltschutz Baden Wurttemberg, 1993.
- [35] MANZ M, WENZEL K D, DIETZE U, et al. Persistent organic pollutants in agricultural soils of central Germany[J]. Science of the total environment, 2001, 277(1/2/3): 187-198.
- [36] 王学彤,李元成,张媛,等.电子废物拆解区农业土壤中多氯联苯的污染特征[J].环境科学,2012,33(2):587-591.
- [37] 储少岗,徐晓白,童逸平.多氯联苯在典型污染地区环境中的分布及其环境行为[J].环境科学学报,1995,95(4):423-433.
- [38] NIU L L, XU C, YAO Y J, et al. Status, influences and risk assessment of hexachlorocyclohexanes in agricultural soils across China[J]. Environmental science & technology, 2013, 47(21): 12140-12147.

(上接第 95 页)

日趋板结,土壤有机质及保水能力均降低,所以应减少化肥的施用,增施有机肥;还可以根据不同的土壤微生物群落指标及理化性质,因地制宜配方施肥,促进精准农业的发展,增加土壤肥力,提高土地可持续利用能力。

#### 参考文献

- [1] 王楠楠,韩冬雪,孙雪,等.降水变化对红松阔叶林土壤微生物功能多样性的影响[J].生态学报,2017,37(3):868-876.

- [2] 方圆,王妮,姚晓东,等.我国北方温带草地土壤微生物群落组成及其环境影响因素[J].北京大学学报(自然科学版),2017,53(1):142-150.
- [3] 樊晓刚,金珂,李兆君,等.不同施肥和耕作制度下土壤微生物多样性研究进展[J].植物营养与肥料学报,2010,16(3):744-751.
- [4] 肖辉林.华南红壤丘陵坡地的环境特征与可持续利用问题[J].山地学报,2002,20(5):594-599.
- [5] 吴才武,赵兰坡.土壤微生物多样性的研究方法[J].中国农学通报,2011,27(11):231-235.
- [6] 赵东鹏,马军,李姗姗,等.松花江佳木斯段北岸耕地水旱田土壤要素指标变迁[J].农业与技术,2017,37(7):11-12,27.