

白银市东西大沟土壤理化性质与微生物数量的关系

高旭¹, 王小娟^{1*}, 高扬升² (1 中铁西北科学研究院有限公司, 甘肃兰州 730000; 2 兰州国家高新技术产业开发区, 甘肃兰州 730000)

摘要 [目的]研究白银市东、西大沟土壤理化性质与微生物数量的关系。[方法]以白银市2条主要排污沟为研究对象,分析了东、西大沟土壤理化性质、微生物数量。[结果]东大沟土壤全N、全P含量显著高于西大沟, pH均值显著低于西大沟,而细菌、真菌数量显著低于西大沟,放线菌差异不显著,全N、全P均值比西大沟分别高100.00%和117.89%。西大沟N、P、pH与细菌、放线菌均呈负相关,N、P、pH与真菌呈正相关,东大沟N、P、pH与细菌分别呈正相关、负相关、负相关,N、P、pH与放线菌分别呈负相关、负相关、正相关,N、P、pH与真菌均呈负相关。多元回归线性分析表明,对东大沟真菌影响较大的是全N含量,其次是pH,且均呈显著负相关,相关系数为0.999;对东、西大沟其余微生物有影响,但不显著。[结论]该研究为更好地理解重金属污染、解决农田灌溉污水水质提供参考。

关键词 白银市;排污沟;土壤理化性质;土壤微生物
中图分类号 S154.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)09-0113-03

The Relationship between Physical and Chemical Properties of Soil and Microbial Quantity in the West and East Grooves of Baiyin City

GAO Xu¹, WANG Xiao-juan¹, GAO Yang-sheng² (1. Northwest Research Insititute Co., Ltd., Lanzhou, Gansu 730000; 2. Lan Zhou National Hi-tech Industrial Development Zone, Lanzhou, Gansu 730000)

Abstract [Objective] To study the relationship between physical and chemical properties of soil and microbial quantity in the west and east grooves of Baiyin City. [Method] This paper made a study of two main refuge sewage grooves in Baiyin City and analyzed physical and chemical properties of soil in the west and east grooves. [Result] The amount of total nitrogen and total phosphorus of the east groove was much higher than that of the west groove while its pH was apparently lower than the west groove. The quantity of bacteria and fungi were much less than the west groove and the differences of actinomycetes in the west and the east grooves were not significant. The average values of total nitrogen and total phosphorus in the east groove was higher than the west groove as a result of 100.00% and 117.89%. In the west groove, nitrogen, phosphorus, and pH were negatively correlated with bacteria and actinomycetes, nitrogen, phosphorus, and pH were positively correlated with fungi. In the east groove, nitrogen, phosphorus, and pH respectively had a positive correlation, a negative correlation and a negative correlation with bacteria, then they respectively had a negative correlation, a negative correlation, and a positive correlation with actinomycetes. Nitrogen, phosphorus, and pH of the east groove and fungi were negatively correlated. The results of multiple regression demonstrated that total nitrogen affected fungi in the east groove most, the next one was pH, and they all negatively correlated to fungi with a correlation index of 0.999, which had a non-significant impact on microbe in the west and the east groove. [Conclusion] Studying the correlation between soil physical and chemical properties and microbe quantity in the west and east grooves makes people provide advice to understand heavy metal pollution and solve the water quality problems of sewage irrigation in farmland better.

Key words Baiyin City; Refuge sewage gap; Soil physical and chemical properties; Soil microbial

土壤污染是指超过土壤的自净能力,就会引起土壤的组成、结构和功能发生变化,微生物活动受到抑制,有害物质或其分解产物在土壤中逐渐积累,通过“土壤→植物→人体”,或通过“土壤→水→人体”间接被人体吸收,达到危害人体健康的程度^[1]。

白银市白银区位于兰州市东北郊,距市中心约90 km,是以有色金属冶炼、化学工业为主的新型工业区。全区基本上无地表水系,只有东、西2条季节性河沟,总长约45 km,常年无水,是该区污水的主要排放渠道。白银市土壤属砂质土壤,地表层多由砂石组成,很容易吸收和阻留通过土壤的各种污染物,但土壤的净化和缓冲能力是有一定限度的,长期排放不符合标准的污水,必然造成土壤有机污染、重金属污染及酸、碱、盐污染,使土壤板结、肥力下降、土壤酸碱失去平衡^[2]。

工业污水和生活污水含有上千种物质,其中大部分物质是有毒的,如果含量超标则对生物有害,引起生态环境的破坏^[3]。白银市工业废水和生活污水通过东、西大沟流入黄河,十几年前,西大沟建立了污水处理厂,而东大沟污水仍对周边土壤、环境造成危害。土壤微生物和土壤养分之间密切

相关,土壤微生物的数量分布可以敏感地反映土壤肥力变化,土壤微生物数量可以作为评价土壤肥力水平的生物学指标^[4]。东、西大沟土壤以及周边农田部分土壤已受到重金属的严重污染^[5],重金属在土壤环境中的行为受土壤理化性质的制约。笔者研究东、西大沟土壤理化性质与微生物数量的关系,为更好地理解重金属污染、改善排污沟污染提供参考。

1 材料与方法

1.1 土壤采样及处理 2017年3月中旬,在白银市白银区西大沟取5个点进行土样采集,然后在东大沟取5个点进行土样采集。选点原则按东、西大沟地形及上游到下游的长度而定^[6]。土壤样品按“S”型路线采集,选取5个点组成1个混合样,垂直采集深度为0~20 cm,土壤混匀后装入无菌塑料袋。在泡沫保温箱中放冰冻的水瓶,将塑料袋放入泡沫保温箱^[6]。样品采集结束后,一部分新鲜土壤保存在-4℃的低温下,用来培养微生物;另一部分土壤风干后保存,用来测定土壤基本理化性质。

1.2 土壤理化性质分析 全N采用半微量凯氏定氮法^[7]测定,全P采用氢氧化钠熔融钼锑抗比色法^[7]测定, pH采用电位法^[7]测定,含水量采用重量法^[7]测定。

1.3 微生物培养与计数

1.3.1 培养基。细菌:牛肉膏蛋白胨培养基^[6];真菌:马丁氏培养基^[6];放线菌:高氏1号培养基^[6]。

作者简介 高旭(1983—),男,辽宁义县人,工程师,硕士,从事环境工程方面的研究。

收稿日期 2018-01-05

1.3.2 仪器及设备。装 9 mL 无菌水试管、装 90 mL 无菌水及玻璃珠三角瓶、恒温培养箱、高温蒸汽灭菌锅、无菌操作台等^[8]。

1.3.3 土样稀释。称取各土样 10 g,放入盛有 90 mL 无菌水并带入玻璃珠的三角烧瓶,手摇约 20 min,用移液管分别无菌吸取各样品土壤悬液 1 mL,移入装 9 mL 无菌水试管中,即为 10⁻² 稀释的土壤悬液^[8]。如此操作,直到 10⁻⁶ 稀释。

1.3.4 微生物培养。采用涂布平板法,经恒温培养即可得到单个菌落^[6]。

1.3.5 菌落计数。培养后,取出培养皿,选出每一土样适合菌落计数的稀释度,计算菌落平均数。1 g 土壤中菌落形成单位=(菌落平均数×稀释倍数)/×(1-含水量)^[8]。

1.4 数据分析 试验数据采用 Excel 和 SPSS 17.0 软件处理和统计分析^[9-10]。

2 结果与分析

2.1 土壤理化性质 由表 1 可知,东大沟土壤中的全 N、全 P 平均值比西大沟分别高 100.00% 和 117.89%。西大沟土壤 pH 为 7.22~7.39,土壤呈微碱性或碱性,东大沟土壤 pH 为 6.92~7.04,土壤呈微酸性或中性。

东大沟土壤全 N、全 P 含量显著高于西大沟($P<0.05$),pH 极显著低于西大沟($P<0.01$)。说明东、西大沟污水排放情况不同,由于西大沟建立了污水处理厂,离工厂较远,因此,西大沟污染比东大沟较轻。

表 1 东、西大沟土壤理化性状
Table 1 Physical and chemical properties of soil in the west and east grooves of Baiyin City

采样点 Sample point	全 N Total nitrogen g/kg	全 P Total phosphorus g/kg	pH
西大沟 West grooves	0.30	0.95	7.31
东大沟 East grooves	0.60	2.07	7.03

2.2 土壤三大微生物类群数量 由表 2 可知,东、西大沟细菌平均值分别为 3.9×10⁷、9.0×10⁶ CFU/g 干土,放线菌平均值分别是 5.7×10⁵、4.2×10⁵ CFU/g 干土,真菌平均值分别为 5.4×10⁴、3.3×10⁴ CFU/g 干土。东、西大沟三大微生物均以细菌数量最多,放线菌次之,真菌数量最少,这符合土壤微生物类群分布的一般特征^[11]。

东大沟细菌、真菌数量显著低于西大沟($P<0.01$),放线菌差异不显著($P>0.05$)。尽管放线菌均值差异不显著,但细菌、真菌均值差异极显著,说明东、西大沟污染程度不同。

表 2 东、西大沟三大微生物类群数量
Table 2 The number of three microbial groups in the west and east grooves of Baiyin City

采样点 Sample point	细菌 Bacteria CFU/g 干土	放线菌 Actinomy- cetes CFU/g 干土	真菌 Fungi CFU/g 干土
西大沟 West grooves	3.9×10 ⁷	5.7×10 ⁵	5.4×10 ⁴
东大沟 East grooves	9.0×10 ⁶	4.2×10 ⁵	3.3×10 ⁴

2.3 相关性分析 由表 3 可知,N、P、pH 与细菌、放线菌均

呈负相关(其中 P 与放线菌显著负相关,pH 与放线菌极显著负相关),N、P、pH 与真菌呈正相关。真菌和放线菌与 N 的相关性较强,放线菌与 P、pH 相关性较强。

表 3 西大沟土壤理化性质与微生物数量相关性
Table 3 The correlation between the physical and chemical properties of soil and the microbial population in the west grooves

指标 Indicators	P	pH	细菌 Bacteria	放线菌 Actinom- ycetes	真菌 Fungi
N	0.930 *	0.812	-0.239	-0.812	0.815
P		0.954 *	-0.550	-0.903 *	0.631
pH			-0.731	-0.969 **	0.546
细菌 Bacteria				0.635	-0.069
放线菌 Actino- mycetes					-0.630

注:“*”表示 $P<0.05$;“**”表示 $P<0.01$
Note * stands for $P<0.05$; ** stands for $P<0.01$

由表 4 可知,N、P、pH 与细菌分别呈正相关、负相关、负相关,N、P、pH 与放线菌分别呈负相关、负相关、正相关,N、P、pH 与真菌均呈负相关。真菌与 N、P、pH 相关性较强。

表 4 东大沟土壤理化性质和微生物数量相关性
Table 4 The correlation between the physical and chemical properties of soil and the microbial population in the east grooves

指标 Indicators	P	pH	细菌 Bacteria	放线菌 Actinom- ycetes	真菌 Fungi
N	0.844	-0.378	0.084	-0.296	-0.756
P		-0.404	-0.290	-0.726	-0.855
pH			-0.133	0.183	-0.118
细菌 Bacteria				0.830	0.350
放线菌 Actino- mycetes					0.634

2.4 土壤微生物数量与理化性质的多元线性回归分析
(1)西大沟细菌数量与全 N(X_1)、全 P(X_2)、pH(X_3)的关系模型:

$$Y_1 = 1.380X_1 - 0.750X_2 - 1.137X_3$$
$$(R = 0.956, P > 0.05)$$

(2)西大沟放线菌数量与全 N(X_1)、全 P(X_2)、pH(X_3)的关系模型:

$$Y_2 = -0.830X_1 + 1.655X_2 - 1.874X_3$$
$$(R = 0.977, P > 0.05)$$

(3)西大沟真菌数量与全 N(X_1)、全 P(X_2)、pH(X_3)的关系模型:

$$Y_3 = 2.476X_1 - 3.042X_2 - 1.437X_3$$
$$(R = 0.941, P > 0.05)$$

(4)东大沟细菌数量与全 N(X_1)、全 P(X_2)、pH(X_3)的关系模型

$$Y_4 = -0.774X_1 + 0.078X_2 + 0.36X_3$$
$$(R = 0.522, P > 0.05)$$

(5)东大沟放线菌数量与全 N(X_1)、全 P(X_2)、pH(X_3)的关系模型:

$$Y_5 = 1.095X_1 - 1.684X_2 - 0.083X_3$$

$$(R = 0.940, P > 0.05)$$

(6) 东大沟真菌数量与全 $N(X_1)$ 、全 $P(X_2)$ 、 $pH(X_3)$ 的关系模型:

$$Y_6 = -0.189X_1 - 0.923X_2 - 0.563X_3$$

$$(R = 0.999, P < 0.05)$$

多元线性回归分析表明,对东、西大沟细菌影响较大的是全 N 含量,其次是 pH ,但不显著;对西大沟放线菌影响较大的是全 P 含量,其次是 pH ,但不显著;对西大沟真菌影响较大的是全 P 含量,其次是全 N 含量,但不显著;对东大沟放线菌影响较大的是全 P 含量,其次是全 N 含量,但不显著;对东大沟真菌影响较大的是全 N 含量,其次是 pH ,且均呈显著负相关,相关系数为 0.999。

3 结论与讨论

(1) 白银市西大沟土壤细菌、真菌、放线菌均值分别为 3.9×10^7 、 5.4×10^4 、 5.7×10^5 CFU/g 干土,袁耀武等^[8]研究了河北保定污灌油菜地的微生物,其中细菌、真菌、放线菌均值分别为 3.8×10^8 、 5.0×10^5 、 6.9×10^4 CFU/g 干土^[8],可见西大沟土壤细菌比河北保定污灌油菜地的细菌、真菌少,而放线菌较多^[11]。说明白银市排入西大沟的污水对西大沟造成了一定的影响。西大沟十几年前建立了污水处理厂,东大沟仍有污水的排放,污水排放对东大沟的影响大于西大沟。

东大沟土壤细菌、放线菌均值分别为 9.0×10^6 、 4.2×10^5 CFU/g 干土,时唯伟等^[12]研究了上海盐渍化土壤的微生物,其中细菌、放线菌均值分别为 0.79×10^6 、 0.89×10^4 CFU/g 干土,说明东大沟土壤可能会向盐碱化发展。

(2) N 、 P 、 pH 与细菌、放线菌均呈负相关, N 、 P 、 pH 与真菌呈正相关,说明真菌和放线菌与 N 的相关性较强,放线菌与 P 、 pH 相关性较强。 N 、 P 、 pH 与细菌分别呈正相关、负相关、负相关, N 、 P 、 pH 与放线菌分别呈负相关、负相关、正相关, N 、 P 、 pH 与真菌均呈负相关,说明真菌与 N 、 P 、 pH 相关性

较强。

对东大沟真菌影响较大的是全 N 含量,其次是 pH ,且均呈显著负相关,相关系数为 0.999。对东、西大沟其余微生物有影响,但不显著,可能是因为采样、试验以及数据处理过程中产生了误差。影响微生物分布的主要因素有营养物质、温度、溶解氧、氧化还原电位、 pH 等^[13],这些因素对微生物数量也产生了一定的影响。白银市土壤属砂质土壤,地表层多由砂石组成,很容易吸收和阻留通过土壤的各种污染物,对微生物的影响较复杂。土壤作为一个综合体,其理化性质受到多种因素的影响,生长于其中的微生物活动又受土壤理化性质的影响^[14],也对结果产生影响。

参考文献

- [1] 贾建丽,于妍,王晨. 环境土壤学[M]. 北京:化学工业出版社,2012.
- [2] 王国立,刘长仲,卢子扬,等. 白银市污水灌溉对农田土壤质量的影响[J]. 甘肃农业大学学报,2006,41(1):79-82.
- [3] 付红,付强,姜蕊云,等. 水稻污水灌溉技术与应用[J]. 农机化研究,2002(1):108-110.
- [4] 李玥,张金池,王丽,等. 上海市沿海防护林土壤微生物三大类群变化特征[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2010,34(1):43-47.
- [5] 雷思维,吴国振,王兴峰. 白银区土壤和春小麦中重金属分布规律调查分析[J]. 甘肃冶金,2007,29(4):86-88.
- [6] 李振高,骆永明,滕应. 土壤与环境微生物研究法[M]. 北京:科学出版社,2008.
- [7] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [8] 袁耀武,张伟,李英军,等. 污水灌溉对土壤中不同微生物类群数量的影响[J]. 节水灌溉,2003(6):15-17.
- [9] 徐向宏,何明珠. 试验设计与 Design-Expert、SPSS 应用[M]. 北京:科学出版社,2010.
- [10] 申建波,毛达如. 植物营养研究方法[M]. 北京:中国农业大学出版社,2009.
- [11] 张静,远婷. 土壤微生物数量分布研究[J]. 科技创新导报,2009(19):121.
- [12] 时唯伟,支月娥,王景,等. 土壤次生盐渍化与微生物数量及土壤理化性质研究[J]. 水土保持学报,2009,23(6):166-170.
- [13] 殷峻,闻岳,周琪. 人工湿地中微生物生态的研究进展[J]. 环境科学与技术,2007,30(1):108-110.
- [14] 高庭艳,马培,张丹,等. 云南元谋干热河谷区土壤微生物数量特征[J]. 武汉大学学报(理学版),2008,54(2):183-187.

名词解释

扩展总被引频次:指该期刊自创刊以来所登载的全部论文在统计当年被引用的总次数。这是一个非常客观实际的评价指标,可以显示该期刊被使用和受重视的程度,以及在科学交流中的作用和地位。

扩展影响因子:这是一个国际上通行的期刊评价指标,是 E·加菲尔德于 1972 年提出的。由于它是一个相对统计量,所以可公平地评价和处理各类期刊。通常,期刊影响因子越大,它的学术影响力和作用也越大。具体算法为:

$$\text{扩展影响因子} = \frac{\text{该刊前两年发表论文在统计当年被引用的总次数}}{\text{该刊前两年发表论文总数}}$$

扩展即年指标:这是一个表征期刊即时反应速率的指标,主要描述期刊当年发表的论文在当年被引用的情况。具体算法为:

$$\text{扩展即年指标} = \frac{\text{该期刊当年发表论文在统计当年被引用的总次数}}{\text{该期刊当年发表论文总数}}$$

扩展他引率:指该期刊全部被引次数中,被其他刊引用次数所占的比例。具体算法为:

$$\text{扩展他引率} = \frac{\text{被其他刊引用的次数}}{\text{期刊被引用的总次数}}$$

扩展引用刊数:引用被评价期刊的期刊数,反映被评价期刊被使用的范围。

扩展学科扩散指标:指在统计源期刊范围内,引用该刊的期刊数量与其所在学科全部期刊数量之比。

$$\text{扩展学科扩散指标} = \frac{\text{引用刊数}}{\text{所在学科期刊数}}$$