

土壤中的微生物生物降解与利用的探讨

王冠慧

(郑州工业大学水环系)

摘要 本文对土壤中的微生物,在生物降解污水中的有机、无机物的作用方面进行了探讨。试验结果表明:生物降解效果明显,为科学地发展污水灌溉提出了依据,进而促进了农业生态环境的改善。

关键词: 土壤微生物, 生物降解, 农业生态环境

中图分类号: X172

1 引言

土壤是微生物生长繁殖的天然基质,它具有微生物生命活动所需的营养及各种生态条件。因此,在土壤微生物生态系统中,生息着极为丰富,种类繁多的微生物群落;加之土壤的团粒结构和土壤胶体作用,这使土壤具有强烈的吸附,过滤和生物降解作用,所以生活污水和易被生物降解的工业废水被直接用于农田灌溉。据农业部环保监测所统计:“全国的污水灌溉面积由五十年代的几十万亩发展到二千万亩以上^[1]”。然而随着面积发展愈快,历史愈久,土壤污染问题愈趋严重。积累在土壤中的有毒、有害物质,毒害植物和微生物,破坏农业生态平衡;或者导致农产品的残留和降低农产品的品质;随着食物链迁移,影响人体健康,甚至随雨水冲刷,渗入地下水或流入河流湖泊,造成水体的污染等环境问题。因此,如何科学地发展污水灌溉,成为迫切的问题。本文就土壤中的微生物降解与利用方面进行了探讨,旨在为该问题的解决提出科学依据。

2 生物氧化原理与试验方法

在土壤中,存在着大量的依靠有机物生活的微生物,它们不但能分解氧化一般有机物,

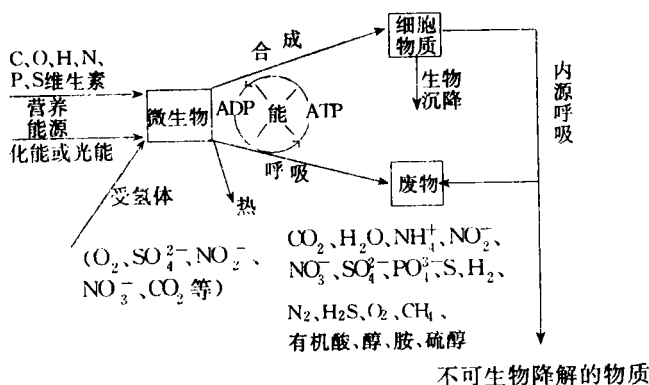


图2-1 生物氧化原理图

收稿日期:1996-12-15

并将其转化为稳定的化合物，而且还能转化有毒物质，如酚、醛、腈（氰）等^[2]，参看图 2—1 微生物生物氧化原理图。图 2—1 说明：通过微生物自身的新陈代谢，在细胞酶的作用下，进行生物氧化、还原、合成的生物反应过程，其中一部分有机物分解成简单的无机物，如 CO₂、H₂O、NO₃⁻、SO₄⁻²、S、H₂ 等，同时，释放一定的能量，作为微生物自身生命活动的能源，并将另一部分有机物作为其生长繁殖所需的构造物质，合成新的原生质。

试验采用原状土体模拟土柱方法，选用具有良好渗透性能的砂性土壤。（粘粒和粉粒含量占 1—2% < 10%，渗透系数 K_v ≥ 24.6cm/h > 5cm/h，代换 Na⁺ 占代换总量百分比 ≤ 5% < 10%，符合试验要求。）将土壤分别装入编号为 No. A, No. B, No. C 的三个砂土柱内，土柱直径为 182mm，装砂土高度 2.2m。试验用的污水样为张庄泵站的水样（熊耳河）。将水样取回室内，静沉 1.5h 后的澄清水，进入各土柱。各土柱日平均污水负荷为 0.172m/d。并且对取回的原水及各柱的进水、出水进行水质分析。分析方法均按“农田灌溉水质标准 GB—5084—92”文件中规定的测定方法进行^[3]。

3 试验结果分析

3.1 土壤微生物对有机物的生物降解作用

原水的生活污水和工业废水的比例为 45% 和 55%，而工业废水主要是轻纺、食品业的加工废水，因此，水样中以有机物的污染为主。这些有机污染物经过土柱处理后，主要的有机物被分解（也有部分被土壤吸附、过滤，但终被微生物所分解。），其结果参看表 3—1。

表 3—1 有机物生物降解的水质分析结果* 单位：mg/L

分析项目 土柱号		BOD ₅	COD _{cr}	SS	挥发性酚
No. A	原水	138.36	267.74	220.0	0.56
	进水	95.37	179.85	72.0	0.065
	出水	9.32	31.91	10.0	0.0215
	去除率（%）	90.23	82.26	86.11	66.92
No. B	进水	95.69	180.62	68.5	0.45
	出水	8.78	32.52	6.1	0.019
	去除率（%）	90.82	81.99	91.09	95.78
No. C	进水	116.66	114.42	35.0	0.055
	出水	8.19	43.37	12.2	0.015
	去除率（%）	92.97	62.10	65.14	72.13
农灌水质标准 ^[3]		≤80.0	≤200.0	≤150.0	≤1.0

* 表 3—1 中的各指标的数值为其水样的平均值，样品数 n=11~19。

由表 3—1 可得，土壤中的细菌、放线菌、酵母菌等对有机物的分解能力强。其中：BOD₅ 的值：原水 138.36mg/L，进水 95.37~116.66mg/L，出水 8.19~9.32mg/L，去除率 90.23~92.97%；COD_{cr} 的值：原水为 267.74mg/L，进水 114.42~180.62mg/L，出水 31.91~43.37mg/L，去除率 62.10~82.26%；SS 的值：原水为 220mg/L，进水 35~72mg/L，出

水 6.1~12.2mg/L, 去除率 65.14~91.09%; 挥发酚的值: 原水 0.56mg/L, 进水 0.055~0.065mg/L, 出水 0.015~0.0215mg/L, 去除率 66.92~95.78mg/L。以上各种指标的去除率(以进水、出水值计算)。最低的是 COD_{cr} 在 No·C 土柱中去除率为 62.10%, 最高的是挥发酚在 No. B 土柱中去除率高达 95.78%。并且各指标的原水, 除挥发酚外均超标, 而经过土壤中的微生物降解后, 出水的水质均符合“GB—5084—92”农灌水质的要求, 且远远低于该国标规定指标值的 5.6—52 倍。

3.2 土壤微生物对非金属性无机物的生物降解作用

试验的污水样中非金属性无机物的含量分别为: 总磷 4.38mg/L, 总氮 38.91mg/L, 氨氮 26.49mg/L, 这些污染物, 进入土壤后的迁移和转化过程较为复杂, 以氮素为例, 它被土壤中的微生物(细菌、放线菌、真菌)分解的过程为: 氨氮(NH₃—N) 先被土壤吸附, 然后, 在硝化细菌(例如: 假单胞菌属 *Pseudomonas*) 的生物氧化作用下, 转化为硝酸盐氮; 经硝化作用生成的硝酸盐氮, 在厌氧环境下, 经反硝化细菌(例如: 脱氮微球菌, *Micrococcus denitrificans*) 的作用^[4], 一部分转变为气态氮(N₂, N₂O), 从土壤中逸出, 从而达到去除氮的目的。由此, 充分证明了土壤微生物对无机物的分解, 氧化功能。以上各种指标, 被微生物降解后的水质分析结果, 参见表 3—2。

从表 3—2 可得, 土壤中的微生物对主要非金属性无机物的降解作用强。其中: T—P 的值: 进水 3.33~1.91mg/L, 出水 0.76~0.28mg/L, 去除率 77.14~94.24%; T—N 的值: 进水 26.64~27.91mg/L, 出水 0.66~1.07mg/L, 去除率 96.12~97.52%; NH₃—N 的值: 进水 16.55~19.77mg/L, 出水 0.298~0.33mg/L, 去除率 98.17~98.35%;

表 3—2 非金属性无机物生物降解的水质分析结果* 单位: mg/L

分析项目		T—P	T—N	NH ₃ —N
土柱号				
No. A	原水	4.38	38.91	26.49
	进水	3.33	27.55	18.05
	出水	0.76	1.07	0.33
	去除率(%)	77.17	96.12	98.17
No. B	进水	2.71	27.91	19.77
	出水	0.28	0.85	0.32
	去除率(%)	89.66	96.95	98.35
No. C	进水	1.91	26.64	16.55
	出水	0.11	0.66	0.298
	去除率(%)	94.24	97.52	98.19
农灌水质标准 ^[3]		≤5.0	≤12.0	

* : 表 3—2 中各指标的数值为其水样的平均值, 样品数 n=11~19。
在总磷, 总氮、氨氮三种水质指标中, 去除率较低是 T—P, 在 No. A 土柱中的去除率为 77.17%, 而最高的是 NH₃—N, 它在 No. B 土柱中的去除率高达 98.35%。因此, 经过土壤微生物降解后, 其各指标出水的水质符合“GB—5084—92”农灌水质的要求, 并且, 低于该国标规定指标值的 2.3—38 倍。

3.3 土壤微生物的降解作用对于农业生态环境的改善。

综上所述所述,污水中的有机、无机、有毒等污染物,在土壤微生物的生物降解作用下,去除率分别为 62.10~95.78% 和 77.17~98.35%。各项指标的出水水质均达到农灌水质标准^[3]。用这样水质的水进行农田灌溉,就大大减轻了土壤的污染,并且缓解了由于污水灌溉所导致的一系列农业环境问题。同时,经土柱后,出水的水中含有一定量的 N、P、有机质等,它灌溉农田后,既增加了土壤肥力,也利于土壤微生物菌群的繁殖,进而实现了废水资源化和无害化。另外,土壤微生物对污水中的有毒物质挥发酚,有一定的生物降解作用,其去除率高达 95.78%,这样既改善了土壤的生态环境,也减轻了有毒物质对于植物的毒害,以及减少了它们在农产品中的残留量。总之,土壤微生物对污水中的有害污染物的生物降解作用显著,这对于农业生态环境的改善,具有重要利用价值。

4 结束语

研究表明:土壤中的微生物对污水中主要污染物,且有强的生物降解作用,并且初步得到以下结论:(一)对有机污染物: BOD₅、COD_{Cr}、SS 的去除率分别高达为: 92.97%、82.26%、91.09%。(二)对非金属性无机污染物: T-P、NH₃-N、T-N 的去除率分别高达为: 94.24%、98.35%、97.25%。(三)对高毒物质挥发酚,去除率为 95.78%。(四)据以上三个初步结论,为污水进行农灌提出了科学依据。即污水在进行土壤处理后,其水质可以达到“农田灌溉标准^[3]”的要求,初步探索出了解决污水资源化,无害化的治理方法,是改善和保护农业生态环境的重要治理措施。(五)应进一步进行土壤微生物对于较难降解的有毒物质如氟化物及其它物质等方面的研究工作。

参 考 文 献

- 1 买文彬、陶战等著. 全国主要污水灌区. 农业环境质量普查评价(资料汇编). 农业部环保监测所. 1994 年
- 2 顾夏声 等编著. 水处理工程. 清华大学出版社. 1985. 9
- 3 中华人民共和国国家标准. 农田灌溉水质标准. GB5084—92, 由国家环保局、国家技术监督局发布.
- 4 翁稣颖 等编著. 环境微生物学. 科学出版社. 1985 年

Study on the Biodegradation and Application of Microorganism in Soil

Wang Guanhui

(Zhengzhou University of Technology)

Abstract In this paper, the action of microorganism in the biodegradation, to both organic and inorganic matter in soil, has been known in experiment. The basis has been presented for the scientific development of waste water irrigation. This is also helpful to improvement of ecological environment of agriculture.

Keywords Microorganism in soil biodegradation ecological environment on agriculture