

研究简报

文章编号: 1006-3080(2005)05-0677-04

蔬果类浸出液在景观水体原位生物修复中的应用研究

方一丰, 黄光团, 林逢凯, 陆 柱*
(华东理工大学资源与环境工程学院, 上海 200237)

摘要: 研究了玉米、土豆和番薯等蔬果类浸出液在景观水体原位生物修复中的作用。其作用机理是蔬果类浸出液能促进水体中微生物生长, 加快微生物对有机污染物的降解。添加 10 mg/L 的玉米浸出液, 模拟废水中的 COD 最终去除率增加了 12.37%, 并且混合浸出液对微生物生长的促进作用强于单一组分。在景观水体的原位生物修复中, 投加玉米-土豆混合浸出液, COD、NH₃-N 和浊度的去除率分别增加了 6.01%、8.05% 和 20.59%, 取得了一定的生物修复效果。

关键词: 蔬果类浸出液; 微生物; 原位生物修复

中图分类号: X52

文献标识码: A

Effects of Vegetable Fruit Lixiviums on In Situ Bioremediation of Scenic Water

FAN G Yi-feng, HUANG Guang-tuan, LIN Feng-kai, LU Zhu*
(School of Resource and Environmental Engineering, East China University of
Science and Technology, Shanghai 2000237, China)

Abstract: A study was performed to determine the effects of vegetable fruit lixivium (such as maize, potato and sweet potato lixiviums) on *in situ* bioremediation of scenic water. Vegetable fruit lixiviums promoted the growth of microorganisms in the water body, and thereby enhanced biodegradation of some of its persistent organic contaminants; for example, the COD removal rate increased by 12.37% when a simulated wastewater was supplemented with 10 mg/L of maize lixivium. Mixture of several lixiviums produced greater enhancement than the component lixiviums separately did. The addition of mixture lixiviums of maize and potato to a scenic water sample improved the removal rates for COD, NH₃-N and turbidity by 6.01%, 8.05% and 20.59%, respectively. The study demonstrated the beneficial effects of supplementing lixivium on *in-situ* bioremediation.

Key words: vegetable fruit lixivium; microorganism; *in situ* bioremediation

生物体都需从外部环境摄取生命活动所必需的能量和物质, 以满足其生长和繁殖的需要, 微生物需

要的营养要素有碳源、氮源、能源、生长因子和无机盐等。生长因子是一类对微生物正常代谢必不可少的且不能用简单的碳源或氮源自行合成的有机物, 其组分含有维生素、脂肪酸和氨基酸等, 它们在微生物的新陈代谢中起到重要作用。许多维生素是组成各种酶的活性基的成分, 没有它们, 酶失去作用, 生

E-mail: zhulu@ecust.edu.cn

收稿日期: 2004-10-05

作者简介: 方一丰(1973-), 男, 浙江东阳人, 博士生, 从事水污染治理与控制研究。

命就停止,在活性污泥反应器中添加 1~3 mg/L 的 NAD(辅酶)能提高微生物对底物的利用率^[1],添加硫胺素、核黄素、生物素等组成的生长因子能增加微生物的活性,减少污泥的量^[2];氨基酸是组成蛋白质和酶的结构物质,而蛋白质是生命活动的体现者;脂肪酸是合成细胞膜类脂的成分,有利于微生物的新陈代谢。

各种新鲜的天然蔬果类浸出液富含生长因子,能促进微生物的生长。本文研究了玉米、土豆和番薯浸出液对水体微生物生长的促进作用,并考察了玉米-土豆混合浸出液促进景观水体自我修复的能力。

1 实验部分

1.1 实验材料与制备

玉米、土豆和番薯浸出液的制备:分别取玉米、土豆和番薯 150 g,切成 1 cm×1 cm×1 cm 见方的小块,加去离子水 500 mL,再滴加 $w = 0.001 \sim 0.002$ 的亚硫酸,溶液 pH 控制在 3.7~4.1,浸泡 48 h 后,再用快速滤纸过滤,取上清液备用。浸出液密度为 $1.03 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$,COD 为 859.3 mg/L, $\text{NH}_3\text{-N}$ (氨氮) 106.9 mg/L。

模拟水由自来水、葡萄糖、硫酸铵和磷酸二氢钾按一定的比例配制,其中 $n_{\text{COD}} : n_{\text{N}} : n_{\text{P}}$ 为 100 : 5 : 1。

接种河水为华东理工大学青春河水,其 COD 为 38.93 mg/L, $\text{NH}_3\text{-N}$ 为 4.95 mg/L,浊度为 54.5 度。

1.2 分析方法

COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和浊度等的测试,均采用国家标准^[3]。

2 实验结果与讨论

2.1 浸出液对水体微生物生长的促进作用

在实验室里采用自配的模拟水分别考察玉米、土豆和番薯 3 种浸出液对水体微生物生长的促进作用,所加的蔬果类浸出液浓度分别 1、5、10 和 20 mg/L,浸出液本身有机物、氨氮和总磷的浓度较低,投加的量又很少,对水体的 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 等值的变化不会有大的影响。用河水接种,模拟水 COD 的初始浓度为 115 mg/L,每天测水样的 COD 值,同空白对照,用 COD 去除率的变化来间接反映 3 种浸出液对微生物生长的促进作用。

表 1 反映了投加各种浸出液后 COD 的变化情况。新陈代谢快、生长旺盛的微生物体对碳源的需求大,污染有机物的降解速率就快,COD 去除率高。从表 1 可以发现,投加玉米浸出液和土豆浸出液后,溶液的 COD 下降明显快于空白对照样,证明了浸出液对微生物生长的促进作用,由于浸出液投加量都

表 1 添加不同的浸出液对 COD 的变化
Table 1 COD variations by adding different lixivium s

L i x i v i u m	t/d	COD/(mg·L ⁻¹)					Remove rate(%)				
		Blank	1 ¹⁾	5	10	20	Blank	1	5	10	20
M a i z e	1	97.93	97.43	95.53	89.82	88.91	14.84	15.28	16.93	21.89	22.67
	2	77.25	75.45	71.45	66.51	65.23	32.83	34.39	37.87	42.17	43.28
	3	54.37	52.85	50.45	45.23	44.21	52.72	54.04	56.13	60.67	61.56
	4	40.63	39.31	33.68	25.42	24.98	64.67	65.82	70.71	77.89	78.28
	5	32.78	30.60	24.95	18.91	17.88	71.49	73.39	78.30	83.86	84.45
P o t a t o	1	97.93	97.56	91.92	88.21	86.01	14.84	15.08	20.06	23.29	25.21
	2	77.25	76.35	70.36	65.92	64.82	32.83	33.61	38.82	42.68	43.63
	3	54.37	52.61	48.05	43.75	42.81	52.72	54.25	58.22	61.96	62.77
	4	40.63	39.83	30.92	22.96	21.09	64.67	65.36	73.11	80.03	81.66
	5	32.78	31.10	22.96	17.21	16.46	71.49	72.96	80.03	85.03	85.68
S w e e t p o t a t o	1	97.93	97.85	95.44	94.75	94.98	14.84	14.91	17.01	17.61	17.41
	2	77.25	76.72	74.61	73.95	73.21	32.83	33.29	35.12	35.69	36.34
	3	54.37	53.63	51.43	50.16	48.32	52.72	53.37	55.28	56.38	57.98
	4	40.63	39.81	37.13	36.25	35.89	64.67	65.38	67.71	68.48	68.79
	5	32.78	31.45	30.43	29.25	29.04	71.49	72.65	73.53	74.32	74.74

1) Concentration of vegetable fruit lixivium added, mg/L; Initial COD is 115 mg/L

很少,不应作为微生物的碳源,也不是微生物所需要的能源,而应是作为微生物生长的激活剂。

浸出液对水体微生物生长的促进作用与其投加浓度有关。当玉米和土豆浸出液加入浓度为 1 mg/L 时,对微生物生长的促进作用不理想。当浓度提高到 5 mg/L ,其效果就显现出来,浓度进一步提高到 10 mg/L ,其效果就更好,但浓度达到 20 mg/L 后,其效果与前者相差无几。

从表1可知,番薯浸出液对水体微生物生长的促进作用不太明显。当浓度分别为 5 、 10 和 20 mg/L 时,与空白相比,COD去除率分别增加 1.16% 、 2.04% 和 3.25% 。由于浸出液为混合组分,根据上述结果可推测番薯浸出液缺少某些生长因子,影响了微生物的新陈代谢的能力,使浸出液对微生物降解有机物的促进作用就不显著。

2.2 有机负荷对浸出液降解能力的影响

模拟水的COD初始值分别为 60 、 230 mg/L ,加 10 mg/L 玉米浸出液,5 d后COD最终去除率为 85.29% 、 81.77% ,加 10 mg/L 土豆浸出液,其最终去除率达到 83.15% 和 80.23% ,玉米与土豆两者的去除率比较接近。尽管进水COD初始值相差很多,但两者COD去除程度接近,说明在一定范围内浸出液对促进微生物降解有机物的能力受有机物浓度变化的影响很小,能承受较强的有机负荷变化。

2.3 混合浸出液与单一的浸出液对COD变化的影响

模拟废水的COD初始值为 115 mg/L ,投加浸出液包括单一的玉米、土豆和番薯浸出液以及玉米-土豆混合浸出液(体积比 $1:1$)和玉米-番薯混合浸出液(体积比 $1:1$),投加浓度为 10 mg/L ,用河水接种,每天测水样中的COD值,考察添加混合浸出液与单一浸出液对COD值变化的影响,同时与空白作对比,见图1。

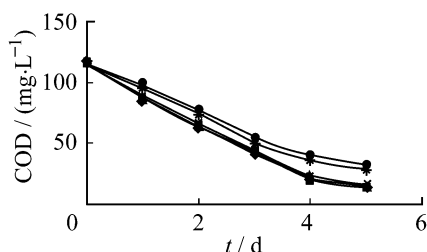


图1 不同浸出液对COD的影响

Fig 1 COD variations by adding different lixiviums

◆—M aize-potato lixivium; ■—M aize-sweet potato lixivium;
△—M aize lixivium; ×—Potato lixivium;
*—Sweet potato lixivium; ●—Blank

COD初始值为 115 mg/L ,添加玉米-土豆混合浸出液,COD最终值为 15.23 mg/L ,降低了 86.76% ,高于加单一的玉米或土豆浸出液;同样添加玉米-番薯混合浸出液,COD最终值为 3.83 mg/L ,降低了 88.84% ,高于单独加玉米或番薯浸出液,而原来加单一的番薯浸出液对促进污染有机物降解效果不明显,但混合加入玉米浸出液后,效果就有所提高。

水体中的微生物种类很多,对营养要素的需求各不相同,比较复杂的成分有利于各种微生物的生长。

2.4 蔬果类浸出液在景观水体修复的应用研究

景观水体是城市绿地、公园建设和大型标志性建筑和住宅小区建设中的一大热点,如果不采取切实有效的维护和管理措施,景观水体会产生藻类繁殖、水体变黑发臭、水质恶化、溶解氧降低和水体透明度下降等许多问题。

景观水体受污染后,传统的修复技术是采用工程结构物与机械设备,把污水中的悬浮物固体、溶解性有机物、无机盐、危害性细菌和病毒加以去除,达到修复的目的^[4~6]。该方法需要大量的资金投入,且对能源和化学品的消耗量较高,对环境也可能产生负面影响。

美国IES公司的产品Bio oxidator由氨基酸、腐殖酸和尿素等组成,能提高微生物对有机污染物的氧化分解能力,提升溶解氧,去除黑臭。在上海植物园兰室和牡丹园使用该产品进行水体的原位修复,对水体的COD、BOD、总磷和浊度等均有明显的去除效果,修复后的水体达到景观水的标准^[7]。

浸出液富含氨基酸、维生素等生长因子,能促进微生物的生长,促使水体中的微生物加速消化分解污染的有机物,降低氨氮和总磷的浓度,提高水体的自净程度。本文研究了浸出液促进景观水体的自我修复的能力。采用玉米-土豆混合浸出液,水样取自华东理工大学校园的青春河。取2桶河水,一桶加入玉米-土豆浸出液,投加量为 10 mg/L ,另一桶为空白对照,每天取样分析。

图2和图3反映出玉米-土豆浸出液对水体中的污染有机物和氨氮的去除均有一定的促进作用,最终COD和氨氮的值为 9.84 、 0.99 mg/L ,与空白样相比,去除率分别增加了 6.01% 和 8.5% 。水体中的有机物和氨氮为微生物提供碳源、氮源和能源,通过同化作用为新细胞的合成提供物质,通过异化作用为生物体的生命活动提供能量。浸出液能促进微生物的生长,增加微生物的同化和异化作用对有机

物和氨氮的需求,加快了水体中污染有机物和氨氮的去除。

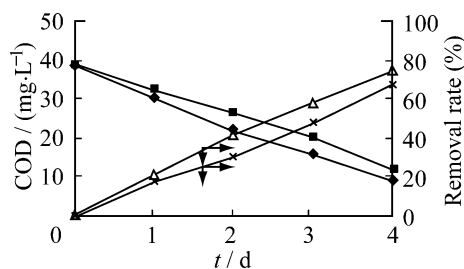


图2 COD 随时间的变化

Fig 2 COD variations with time

◆, △—Maize-potato leachate; ■, ×—Blank

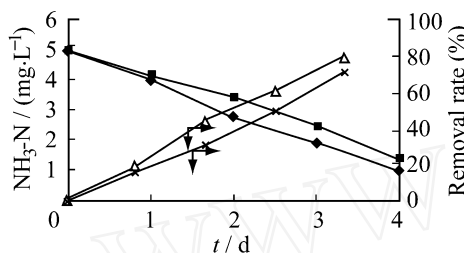


图3 氨氮随时间的变化

Fig 3 NH₃-N variations with time

◆, △—Maize-potato leachate; ■, ×—Blank

图4反映出投加玉米-土豆混合浸出液的水样浊度低于空白对照样,最终浊度值为18.65度,去除率比空白高出20.59%。水体原先杂质比较多,透明度低,浊度高。浊度主要与水体中的有机物和无机矿物质等悬浮颗粒含量有关,有机物包括生物体碎屑、油、脂肪酸和表面活性剂等。浸出液促进了微生物对污染有机物的降解,提高微生物的新陈代谢能力,同时也有利于微生物产生有絮凝能力的物质,使水体的浊度下降。

3 结 论

(1) 蔬果类浸出液富含微生物生长所必需的生

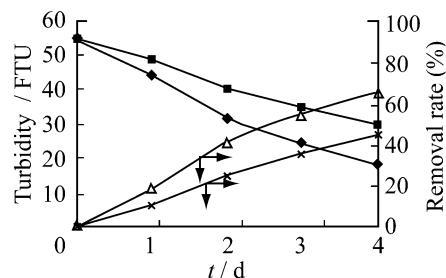


图4 浊度随时间的变化

Fig 4 Turbidity (Removal rates) variations with time

◆, △—Maize-potato leachate; ■, ×—Blank

长因子,能促进微生物的生长,提高微生物新陈代谢的能力,并且混合浸出液优于单一浸出液。

(2) 添加浸出液能强化水体微生物对污染物的降解。往水体中添加玉米-土豆混合浸出液,与空白样相比,COD、NH₃-N 和浊度分别降低了6.01%、8.05%和20.59%,水体取得一定的生物修复效果。

参考文献

- [1] Arsov R, Mikhailov G, Manchev E, *et al*. Study of the kinetic of biological process in wastewater treatment with activated sludge in the presence of nicotinamide-adenine dinucleotide (NAD) [J]. *Arkhit Stroit Sofiya*, 1989, 34(8): 111-130
- [2] Lomova MA, Kocharova IA. Biological purification of waste waters [P]. SU: 546568, 1973
- [3] 国家环保局 水和废水检测方法(第3版) [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1997. 90-360
- [4] 甘树应, 杨青, 潘煜, 等. 景观水体污染处理工艺研究及工程应用 [J]. *给水排水*, 2002, 28(12): 56-58
- [5] 郎健, 肖海文, 王涛, 等. 生物滤沟处理景观水体试验研究 [J]. *给水排水*, 2002, 28(2): 54-56
- [6] 邹平, 江霜英, 高廷耀. 城市景观水的处理方法 [J]. *中国给水排水*, 2003, 19(2): 24-25
- [7] 唐玉斌, 郝永胜, 陆柱, 等. 景观水体生物激活剂的修复 [J]. *城市环境和城市生态*, 2003, 16(4): 37-39