

独角莲对城市垃圾渗滤液有机物降解效应研究

王晓楠^{1,2}, Agamuthu Pariatamby²

(1. 黑龙江省科学院大庆分院, 黑龙江大庆 163319; 2. Institute of Biological Sciences, Faculty of Science, University of Malaya, Malaysia 50603)

摘要 [目的]研究植物独角莲对城市垃圾渗滤液中有机物的修复效果。[方法]通过对渗滤液进行不同浓度的稀释和配合化学絮凝剂的处理,检测独角莲对渗滤液的重要有机物衡量指标 COD(化学需氧量)、BOD(五日生化需氧量)及 NH₃-N(氨氮)的降解效应。[结果]独角莲具有在滤液中生长迅速、抗性强和降解效率高的特性,但在 100% 渗滤液原液(RL)与 100% 处理后的渗滤液(TL)处理下,由于渗滤液毒性较强,植物在此浓度下的修复效果有限;化学絮凝剂 FeCl₃ 处理和独角莲的共同作用可以有效降低较高浓度的渗滤液中的 BOD 和 COD 浓度,且 TL 中的 NH₃-N 含量下降也更显著。[结论]该研究为利用植物处理垃圾渗滤液提供了一个良好的备选材料。

关键词 独角莲;植物修复;垃圾渗滤液;有机物降解

中图分类号 S181.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)22-07568-03

Research on the Effects of *Typhonium giganteum* on the Organic Degradation of Urban Landfill Leachate

WANG Xiaonan et al (Daqing Branch of Heilongjiang Academy of Sciences, Daqing, Heilongjiang, 163319; Institute of Biological Sciences, Faculty of Science, University of Malaya 50603)

Abstract [Objective]The research aimed to study the remediation effect of *Typhonium giganteum* on the organic matter of landfill leachate. [Method]Through treatment of leachate dilution and combination with the chemical flocculants, the remediation effects of *Typhonium giganteum* on important organic matter parameters containing COD, BOD and NH₃-N in leachate were analyzed. [Result]*Typhonium giganteum* had the characters of fast growing, high resistance and high degradation capability, but showed the low remediation effect under 100% raw leachate and 100% treated leachate condition because of strong toxicity of leachate. Method of combination of FeCl₃ and *Typhonium giganteum* could reduce the contents of BOD and COD in high concentration leachate, and NH₃-N content significant reduced. [Conclusion]The study provides a good candidate plant for leachate bioremediation using plant.

Key words *Typhonium giganteum*; Phytoremediation; Landfill leachate; Organic degradation

植物修复技术是目前城市垃圾渗滤液与城市污水治理和修复的经济、有效、环保的新途径^[1]。而植物修复能否成功的关键就是寻找耐性强、生物量大、生长迅速并具有较强的降解能力、吸收、与转运能力的植物,从而实现渗滤液中有害物质的有效去除^[2-3]。尽管目前已报道的修复植物种类并不少,但大多还仅处于试验阶段,且这些物种也主要集中在显花植物的个别科属,并普遍存在区域性分布、生物量小、生长缓慢等特点,为实际应用带来了很大困难^[4]。因此,寻找更理想地有效改善和修复渗滤液污染、兼具较高的生物量和耐受性的种质资源,具有特别重要的实际意义。笔者在此以城市垃圾渗滤液为处理对象,从有机物去除特征角度主要研究了触角莲对城市垃圾渗滤液的 COD(化学需氧量)、BOD(五日生化需氧量)及 NH₃-N(氨氮)的含量变化影响,并对比分析了不同浓度渗滤液对植物生长发育的影响。

1 材料与与方法

1.1 渗滤液的收集和处理 该研究中的渗滤液原液样本取自马来西亚的 Jeram 垃圾处理厂。未经稀释的渗滤液原液 BOD 浓度 27 000 mg/L、COD 浓度 51 000 mg/L、NH₃-N 浓度 2 143 mg/L。渗滤液原液温度 29 °C, pH = 8.45。渗滤液的前处理采用化学絮凝剂 FeCl₃, 处理浓度 4 g/L。

1.2 植物材料 独角莲(*Typhonium giganteum*) 采集自马来西亚大学植物园的非污染区。利用 2.0 L 的渗滤液和 1 500 g 土壤对植物进行培养和处理,培养温度(28 ± 2)°C, 光照 12 h, 光强 12.5 μmol/(m² · s)的条件下培养 40 d。试验划分 2

个处理组,即渗滤液原液(Raw leachate, RL)0%、1.50%、3.10%、6.25%、12.50%、25.00%、50.00%、100.00%, FeCl₃ 处理的渗滤液(Treated leachate, TL)0%、1.50%、3.10%、6.25%、12.50%、25.00%、50.00%、100.00%。

1.3 渗滤液对植物生长的影响 植物样品洗净后,105 °C 烘箱中杀青 15 min,然后在 65 °C 下烘干至恒重,用于测定植物干重、生长量和生长率变化。

2 结果与分析

2.1 生物耗氧量(BOD)浓度的变化 由图 1 可见,不同浓度的渗滤液原液(RL)和 FeCl₃ 处理的渗滤液(TL)的 BOD 浓度在处理 10 d 后即开始显著降低,尤其对于 TL 中的 12.50% 和 25.00% 两处理下,与其他浓度对比,40 d 后的浓度降低效果更显著。说明 FeCl₃ 处理和独角莲的共同作用可以有效降低较高浓度的渗滤液中的 BOD 浓度。

不同浓度的 RL 经 40 d 的处理后, BOD 浓度降低显著, 25.00% 的 RL 在处理 30 d 后 BOD 浓度从 351.0 mg/L 下降至 47.5 mg/L; 100.00% RL 中的 BOD 浓度在处理 10 d 后即呈现显著下降趋势,由 676.0 mg/L 下降至 447.0 mg/L; 但 10 d 后植物在 100.00% RL 已死亡,说明未经稀释的渗滤液原液毒性较强,植物在此浓度下的修复效果有限。

2.2 化学耗氧量(COD)浓度的变化 从图 2 可以看出,不同浓度下 RL 中的 COD 浓度明显高于 TL, 并经 20 d 的处理后, RL 和 TL 的 COD 均呈现急剧下降趋势,如 25.00% 浓度下,分别由 0 d 的 39 967 和 47 400 mg/L 下降至 3 533 和 5 417 mg/L; 100.00% RL 中的 BOD 浓度在处理 10 d 后即呈现显著下降趋势,由 51 500 mg/L 下降至 48 233 mg/L; 但 10 d 后植物在 100.00% RL 已死亡,说明未经稀释的渗滤液原液毒性

作者简介 王晓楠(1981-),女,黑龙江绥化人,助理研究员,博士,从事植物抗逆分子生物学研究。

收稿日期 2014-03-10

较强,植物在此浓度下的修复效果有限。经 40 d 处理,RL 和 TL 中的 COD 浓度降到最低值(图 2),说明无论是植物修复

还是与絮凝剂结合处理均可显著降低 COD 浓度,表明渗滤液中的有机物浓度显著下降。

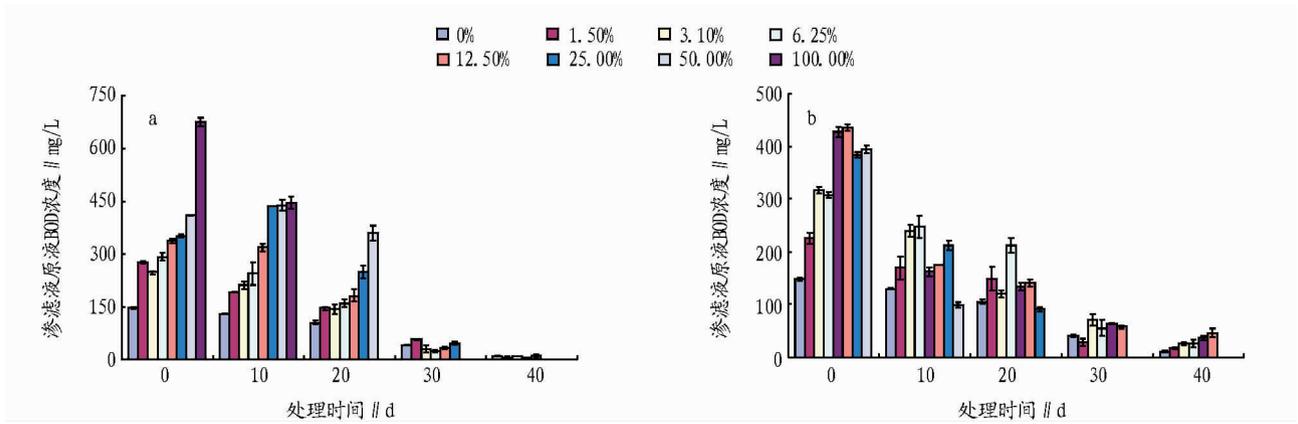


图 1 不同处理条件下渗滤液原液(a)和 FeCl_3 处理的渗滤液(b)的 BOD 浓度

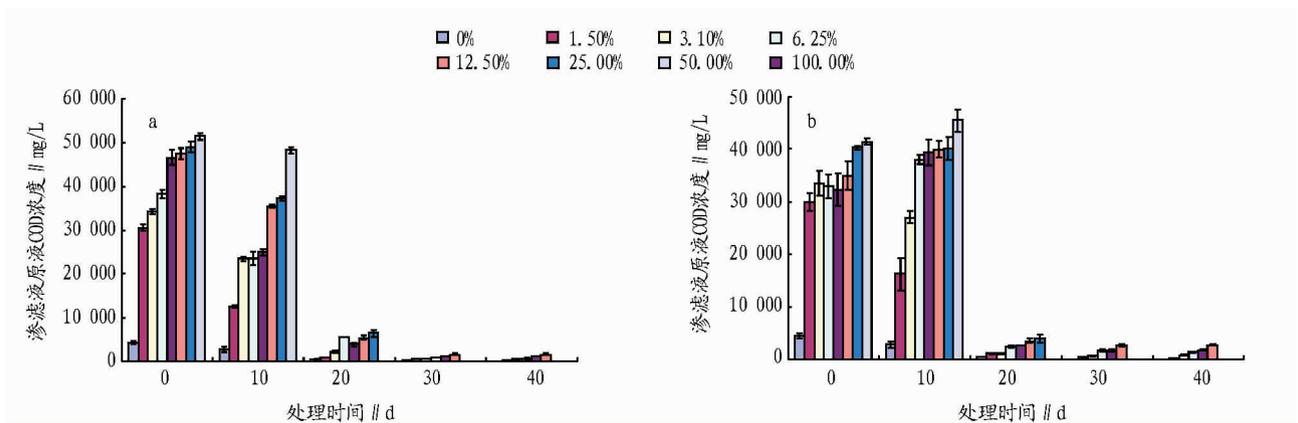


图 2 不同处理条件下渗滤液原液(a)和 FeCl_3 处理的渗滤液(b)的 COD 浓度

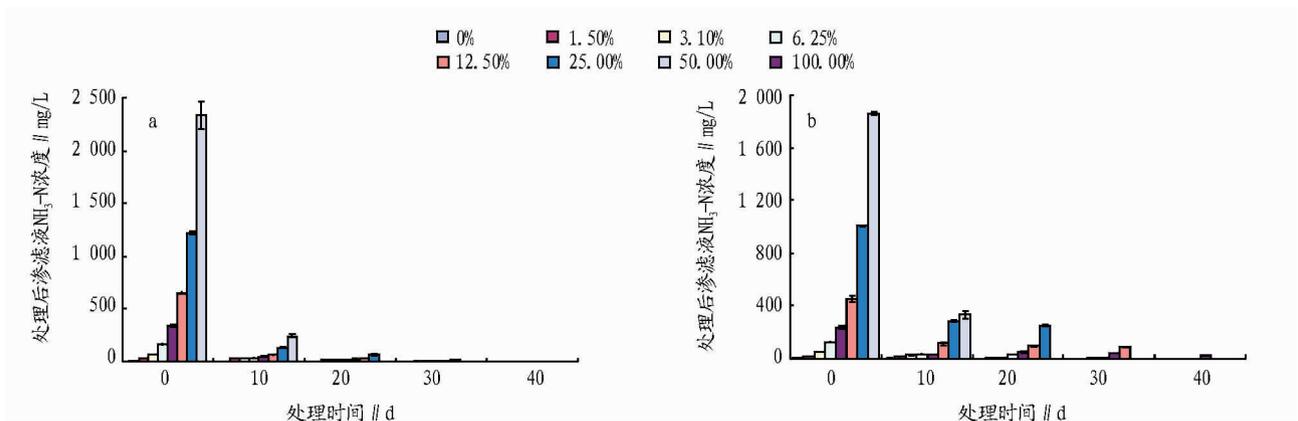


图 3 不同处理条件下渗滤液原液(a)和 FeCl_3 处理的渗滤液(b)的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度

2.3 氨氮($\text{NH}_3\text{-N}$)含量的变化 由图 3 可见,RL 和 TL 中的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 含量的变化趋势均随渗滤液浓度的增加而升高,但随着处理时间的延长而显著降低。在处理 40 d 后,RL 中的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 含量在 1.50%、3.10%、6.25% 和 12.50% 中的浓度值均在 1.50 mg/L 以下,TL 中的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 含量仅在 3.10%、6.25% 和 12.50% 中能够检测到 0.05、3.54 和 24.00 mg/L,虽然相同浓度下 TL 中的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度高于 RL,但 TL 中的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 含量下降更显著。

2.4 渗滤液对植物生长的影响 独角莲在 RL 中的耐受能

力比较弱,特别是处理 10 d 后,100.00% RL 中的植物全部死亡,但 TL 中的植物能够存活 11 d,在 50.00% 的 RL 中植物能够存活 26 d,TL 中植物存活 28 d。特别在 25.00% 浓度下,RL 中的植物能够存活 38 d,TL 中的植物在整个处理期内(40 d)能够一直存活。同时,由表 1 可见,低浓度的 RL 与 TL 处理下,植物根均有一定程度增长,生长量和生长率均呈上升趋势,但 25.00% ~ 100.00% 浓度下,TL 中的根呈现显著负增长;RL 在 12.50% 浓度下,生长量和生长率即呈负增长,100.0% 浓度下,植物根的生长量和生长率均大幅度下降。

表1 不同浓度的渗滤液对植物根生长的影响

渗滤液	渗滤液		生长率 ×10 ⁻² g/d
	浓度//%	生长量	
原液	1.50	2.10	0.05
	3.10	1.17	0.03
	6.25	0.47	0.01
	12.50	0.05	0.00
	25.00	-1.23	-0.03
	50.00	-1.33	-0.05
处理后	100.00	-1.50	-0.14
	1.50	1.97	0.05
	3.10	1.47	0.04
	6.25	0.53	0.01
	12.50	-1.00	-0.03
	25.00	-1.80	-0.05
对照	50.00	-1.80	-0.07
	100.00	-2.07	-0.21
	0	2.67	0.07

注:负生长率值表示渗滤液原液和处理后渗滤液对植物发育的抑制效应。

3 讨论

城市垃圾场渗滤液处理是填埋场建设和管理比较薄弱的环节之一。通常清除垃圾渗滤液的方法有物理修复法和化学修复法,但普遍存在成本高,操作复杂,且有二次污染的可能性等缺点^[5]。近年来,研究者不断探索水体及土壤的植物修复技术,使物理、化学和生物等修复技术得到了较快的

发展^[6-8]。相比较而言,植物修复技术有着技术和经济上的双重优势,该研究中,独角莲能够在较高浓度的渗滤液原液中存活,且生长迅速,生物量大,显示出显著的有机物降解效率,在经化学絮凝剂处理后,其修复效应进一步提高,且独角莲地理分布广泛,环境适应性强,因此,笔者认为独角莲可作为城市垃圾渗滤液修复的首选植物材料,与其他处理手段相结合,将成为大面积地应用的大生物量修复植物。

参考文献

- [1] 潘云霞,郑怀礼,李丹丹,等. 絮凝法处理垃圾填埋场渗滤液的研究[J]. 环境工程学报,2007(7): 97-100.
- [2] 何小松,于静,席北斗,等. 填埋垃圾渗滤液中水溶性有机物去除规律研究[J]. 光谱学与光谱分析,2012,32(9):2528-2533.
- [3] 杨芳绒,刘欣婷,杜佳. 城市废弃垃圾场区景观生态恢复研究[J]. 河北工程大学学报,2011,28(1):48-67.
- [4] ANDREAS SCHAEFFER,陈忠礼,MATHIAS EBEL,等. 植物在修复、固定和重建水生、陆生生态系统中的应用[J]. 重庆师范大学学报,2012,29(3):1-3.
- [5] 沈东升. 生活垃圾填埋生物处理技术[M]. 北京:化学工业出版社,2003:108-185.
- [6] AGAMUTHU P. Landfilling in developing countries[J]. Waste Management & Research,2013,31(1):1-2.
- [7] 陈玉成. 污染环境生物修复工程[M]. 北京:化学工业出版社,2003:47-48.
- [8] 汪德生,郎咸明,付蕾. 垃圾渗滤液污染治理技术研究进展[J]. 工业水处理,2007,27(2):6-8.

(上接第7567页)

NC55 品种明显好于 ZC-01 品种,风格特色比较明显,有利于

工业配方使用。

表2 NC55 与 ZC-01 化学成分对比

产地	等级	品种	总糖	还原糖	总植物碱	总氮	钾	氯	钾氯比	糖碱比
			%	%	%	%	%	%		
山东诸城贾悦	C3F	NC55	27.87	23.22	2.07	1.91	1.57	0.63	2.48	13.46
山东诸城程戈庄	C3F	NC55	28.91	26.23	1.68	1.64	1.32	0.63	2.10	15.61
山东诸城贾悦	C3F	ZC-01	31.72	25.20	1.62	1.47	1.34	0.37	3.62	19.58
山东诸城程戈庄	C3F	ZC-01	35.01	28.77	1.78	1.61	1.23	0.39	3.16	19.67

表3 NC55 与 ZC-01 感官质量对比

产地	等级	品种	鼻腔指标					喉部指标			口腔指标			燃烧性	灰色	
			香型	香气质	香气量	刺激性	透发性	杂气	刺激性	劲头	刺激性	浓度	余味			湿润程度
山东诸城市贾悦	C3F	NC55	7.0	6.6	6.3	6.5	2.9	6.0	5.9	5.3	5.9	6.3	6.0	3.0	3.8	3.2
			焦香、正甜香、坚果香、干草香;香气较细腻、绵长,烟气蓬松;稍有回甜感,稍有生青气													
山东诸城市程戈庄	C3F	NC55	6.0	6.4	6.4	6.1	2.8	5.3	5.9	5.3	6.0	6.0	4.9	2.5	3.7	2.8
			焦香、正甜香、干草香、坚果香;香气较细腻、绵长,烟气蓬松,口腔有生津感;稍有青杂气													
山东诸城市贾悦	C3F	ZC-01	5.0	6.1	5.8	6.4	2.9	5.3	6.0	5.0	5.9	5.9	5.8	3.0	4.0	3.2
			坚果香、正甜香、豆香、干草香;香气细腻、绵长,烟气蓬松;口腔回甜感有;有生青、木质气													
山东诸城市程戈庄	C3F	ZC-01	5.0	5.4	5.6	6.1	3.0	5.3	6.0	5.2	5.9	6.2	5.0	2.5	4.0	3.0
			坚果香、正甜香、干草香、木香;香气稍粗糙、绵长性中等,烟气蓬松;口腔刺辣涩口;有生青气、花粉气													

3 结论与讨论

通过质量评价,NC55 与 ZC-01 相比较,外观上有明显差异,疏松程度、色度提高明显;化学成分上 NC55 比较协调;感官质量上风格特色突出,香气较好,能够达到中偏浓-浓偏中香型。

NC55 与山东 ZC-01 品种烟叶相比质量特色突出,口腔甜润感、生津感较强,对于提高卷烟配方香气,改善口感具有

较好的作用。

参考文献

- [1] 国家烟草专卖局科教司. 烟草生产、化学和技术[M]. 北京:化学工业出版社,2003.
- [2] 尹东升,杜传印,刘广玉,等. 引进美国烤烟新品种适应性对比试验[J]. 山东农业科学,2010(5):23-25.
- [3] 刘长荣,董小卫,管仕栓,等. 美国引进烤烟品种 NC55 在诸城县的种植示范对比试验[J]. 现代农业科技,2012(3):106-107.