

生物表面活性剂在堆肥中的研究进展

赵明梅², 牛明芬, 杨雪莲, 何海成

(1. 沈阳建筑大学, 辽宁沈阳110168; 2. 中国科学院沈阳应用生态研究所, 辽宁沈阳110016; 3. 沈阳大学, 辽宁沈阳110044)

摘要 介绍堆肥的原理、生物表面活性剂的特点及其研究进展, 重点说明生物表面活性剂在堆肥中的作用机理和应用实例, 并提出存在的问题和发展前景。

关键词 生物表面活性剂; 堆肥; 发展

中图分类号 TQ423 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2007)10-02953-02

Development of Biosurfactants in Composting

ZHAO Ming mei et al (Shenyang Jian Zhu University, Shenyang, Liaoning 110168)

Abstract The principles of composting, the basic characteristics and development of biosurfactants were introduced. The mechanism of biosurfactants in composting and applied examples were emphasized. At last, the problems existed and the development prospect of biosurfactants were put forward.

Key words Biosurfactants; Composting; Development

1 堆肥的概况

当前, 堆肥作为废弃资源循环利用的有效措施在世界上许多国家和地区得到了广泛应用。一般认为, 堆肥是利用多种微生物(包括细菌、放线菌、真菌和原生动物等)在一定温度、湿度、碳氮比和通风条件下, 使固体废物中的有机物发生生物化学降解, 形成稳定腐殖质^[1-4]的过程, 其影响腐熟的因素主要有有机质含量、水分、通气量、温度、碳氮比、pH值等^[5]。为了缩短堆肥时间, 提高堆肥效率, 我国科研工作者针对堆肥的不同影响因素作了大量的试验, 王敦球等^[6]在猪粪的堆肥中加入竹醋酸, 以促进微生物的活性, 缩短达到高温所需的时间, 减少氮损失; 王伟东等^[7]研究了供氧方式及供氧量对堆肥发酵进程的影响; 席北斗等^[8]研究了温度对生活垃圾堆肥效率的影响。

随着堆肥技术的日益成熟, 国内外学者^[9]普遍认为堆肥的实质就是微生物在适宜条件下的代谢作用, 有机废物中的可溶性有机物质透过微生物的细胞壁和细胞膜被微生物所吸收, 固体的和胶体的有机物先附着在微生物体外, 然后在微生物所分泌的胞外酶的作用下分解为可溶性物质, 再渗入细胞内部; 微生物通过自身的生命活动——氧化还原和生物合成过程, 把一部分被吸收的有机物氧化成简单的无机物, 并释放出微生物生长、活动所需要的能量, 把另一部分有机物转化合成新的细胞物质, 使微生物生长繁殖, 产生更多的物体^[10]。由此可见, 堆肥主要是涉及微生物、有机物质及微环境之间的生物化学过程。因此, 找到一种可加强微生物、有机物质及微环境之间相互作用的有效措施会明显提高堆肥效率。

2 生物表面活性剂的概况

近年来, 一类新型表面活性剂引起了大家的广泛关注, 它是微生物在一定条件下培养时, 其代谢过程中分泌产生的一些具有一定表面活性、集亲水基和疏水基结构于一分子内的两亲化合物, 称为生物表面活性剂(Biosurfactants)^[11-12]。根据化学组成和微生物来源可分为糖脂、脂肽

和脂蛋白、脂肪酸和磷脂、聚合物和特殊生物表面活性剂等五大类^[13-14]。生物表面活性剂作为天然表面活性剂的一种^[15], 其特性主要是^[16-19]: 显著降低表面张力, 具有渗透、润湿、乳化、增溶、发泡、消泡、洗涤去污等一系列表面性能; 较好的热与化学稳定性; 结构类型多种多样; 无毒或低毒; 可生物降解, 减少对环境造成污染和破坏; 可从工业废物中生产, 利于环境治理和资源的再利用; 有一些生物表面活性剂还有抗菌、抗病毒、抗肿瘤等的药理作用和免疫功能。目前, 生物表面活性剂的研究发展迅速, 广泛应用于石油工业、食品工业、造纸工业、生物医疗、环境工程等方面^[20-23]。Chabrabarty曾报道由 *Pseudomonas aeruginosa* 生成的一种生物表面活性剂能有效地将石油分散成水液滴, 可促进石油污染海岸的生物修复^[24]; 生物表面活性剂在食品工业中可作为乳化剂用于食品原料的加工, 使其形成一定的浓度、质地和分散相, 也可用于面包和肉类生产^[25]; Milligan等^[26]用鼠李糖脂、莎凡婷和槐糖脂去除油污染土壤中的有机态铜和锌, 取得了很好的效果, 4%的槐糖脂甚至可以去除100%的Zn²⁺; 生物表面活性剂还被证明能够增强土壤中烃类的去除效率, 能有效地降低土壤中难溶有机物与水的界面张力^[27]。

3 生物表面活性剂在堆肥中的应用

3.1 生物表面活性剂在堆肥中的作用机理 目前, 生物表面活性剂在堆肥中的作用机理^[28-29]并没有一个具体明确的解释, 还处于探索阶段。生物表面活性剂应用于堆肥过程的作用机理主要是涉及微生物细胞、堆肥原料、生物表面活性剂及环境介质之间的多种物理化学和生物作用过程, 其具体作用过程可能是: 生物表面活性剂的脱附作用促进了有机物从堆肥颗粒上脱除进入堆肥间隙液相中, 这样就间接减少了微生物的降解时间; 生物表面活性剂的乳化或增溶作用, 有利于有机物的溶解和分散, 增大了堆肥有机物与降解菌细胞的接触面积及可利用性, 从而提高其生物可降解性;

生物表面活性剂可降低堆肥颗粒间隙液相的表面张力, 有利于有机物和菌体的传输, 加强了堆肥有机物与菌体的接触, 提高堆肥效率; 生物表面活性剂的渗透特性, 促进了水分在堆肥颗粒中传输和分散, 缩短水分渗透到堆肥深层的时间, 而且生物表面活性剂良好的保湿性能, 减缓了堆肥中水分的蒸发, 有利于保持微生物的活性; 生物表面活性剂的

基金项目 中国科学院陆地生态过程重点实验室开放基金(1-1-2-5-0466); 沈阳环境工程重点实验室(2004010)资助。

作者简介 赵明梅(1981-), 女, 河北秦皇岛人, 硕士研究生, 研究方向: 固体废弃物资源化。

收稿日期 2006-12-18

抗菌、抗病毒等作用会对堆肥中的病原菌起到一定的去除作用。但是,堆肥的微生物、有机物及环境介质复杂多样,生物表面活性剂是否影响微生物的生长、微生物是否影响生物表面活性剂的活性、不同环境介质对生物表面活性剂的作用效果如何以及生物表面活性剂对不同有机物的降解是否起积极作用都需要大量实验来验证。因此,生物表面活性剂对固体废弃物堆肥的作用在形成完整理论之前,当前的研究还只局限于某一种生物表面活性剂在堆肥中的试验效果。

3.2 生物表面活性剂在堆肥中的应用实例 戴芳等^[30]进行了生物表面活性剂在农业废物好氧堆肥中的研究。以富含难降解纤维素类的稻草秸秆和麸皮为堆肥原料,添加糖脂形式的生物表面活性剂——鼠李糖脂,进行了控温条件下的堆肥一次发酵,结果表明,添加鼠李糖脂能够改善堆肥处理的微环境,增强聚合物的水合程度,促进有机质降解,从而加快堆肥进程,提高堆肥产品品质。傅海燕等^[31]研究了生物表面活性剂对堆肥中含烃有机质降解过程的影响,以不同的生物表面活性剂鼠李糖脂及莎梵婷对被石油烃污染过的堆肥进行降解处理,结果发现,生物表面活性剂的加入可明显地提高堆肥中石油烃的降解效果,提高了堆肥效率,缩短了堆肥时间,试验证明,鼠李糖脂发酵液的效果比莎梵婷发酵液的效果好。王伟等^[32]进行了鼠李糖脂对铜绿假单胞菌在堆肥颗粒介质中吸附与传输影响的初步研究,以铜绿假单胞菌及其发酵生产的鼠李糖脂为研究对象,通过柱淋洗试验考察了不同浓度鼠李糖脂对堆肥颗粒中单一菌属铜绿假单胞菌吸附传输情况的影响,试验结果显示,一定浓度的鼠李糖脂能够有效地减弱细菌在堆肥颗粒介质中的吸附作用,增强细菌在介质中的传输和分散,使细菌得以传输到样品柱的更深层,更利于深层堆肥有机物的生物降解。目前,生物表面活性剂在堆肥中的试验研究还处于起步阶段,这方面的文献资料还较少,大多还局限在对生物表面活性剂的综述方面。

4 存在问题与发展前景

生物表面活性剂作为一种新型的表面活性剂,随着深入研究正在得到认可。但其也有着严重的不足:一是生产成本高,资料表明生物表面活性剂的成本比化学表面活性剂高3~10倍^[33];二是生物表面活性剂在堆肥中的作用机理还未形成完整的理论,其对微生物细胞、堆肥原料及环境介质的具体作用原理还不能进行明确的说明;三是一些生物表面活性剂是否会造成二次污染,是否对环境及人类健康有危害还有待进一步考证;四是如何保持和提高生物表面活性剂的活性,加快其对堆肥原料的降解速率,都需深入研究;五是现有生物表面活性剂的应用还大多局限在土壤及石油污染的生物修复等,应用范围有待进一步拓宽。因此,未来生物表面活性剂的发展方向主要围绕在降低生产成本,扩展应用范围,完善作用机理,消除可能造成的二次污染以及提高活性问题上,并且随着人们对环境意识的增强和生物表面活性剂研究的深入,“绿色表面活性剂”在堆肥中的应用将是发展趋势,前景广阔。

参考文献

- [1] 汪群慧. 固体废物处理及资源化[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [2] AUGENSTEIN D, WISE D L, DAT N X. Composting of municipal solid waste and sewage sludge potential oil fuel gas production in a developing country[J]. *Resources Conservation and Recycling*, 1996, 16: 265 - 279.
- [3] BESTOLDI M D, CIVILINI M, COMI G. MSW Compost standards in European Community Boyde, 1990, 8: 60 - 62.
- [4] BECTOLCI M, FERRARI M P, ZUCCON F. Compost: production quality and use[J]. *Elsevier Applied Science*, 1987: 52 - 60.
- [5] 鲍艳宇, 陈佳广, 颜丽, 等. 堆肥过程中基本条件的控制[J]. *土壤通报*, 2006, 37(1): 164 - 169.
- [6] 王敦球, 赵敏, 潘盛. 竹醋酸在堆肥中的应用研究[J]. *环境工程*, 2006, 139(24): 70 - 72.
- [7] 王伟东, 王小芬. 供氧方式及供氧量对堆肥发酵进程的影响[J]. *环境科学*, 2006, 27(3): 594 - 598.
- [8] 席北斗, 李英军, 刘鸿亮等. 温度对生活垃圾堆肥效率的影响[J]. *环境污染治理技术与设备*, 2005, 6(7): 33 - 36.
- [9] ZHU N, DENG C, XIONG Y, QIAN H. Performance characteristics of three aeration systems in the swine manure composting[J]. *Bioresour Technol*, 2004, 95(3): 319 - 326.
- [10] 王绍文. 固体废物资源化技术与应用[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2003.
- [11] 左晶, 王学川. 生物表面活性剂的应用[J]. *化学工业与工程技术*, 2005, 6(2): 23 - 26.
- [12] KOSARIC N. Biosurfactant and biotechnology[J]. *Marc Dekkers Inc*, 1993, 23: 65 - 69.
- [13] 杨丽, 李建波. 生物表面活性剂及在油田中的应用[J]. *内蒙古石油化工*, 2006(2): 24.
- [14] 梁治齐, 宗惠娟, 李金华, 等. 功能性表面活性剂[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2002.
- [15] 牛明芬, 李凤梅, 韩晓日, 等. 生物表面活性剂产生菌的筛选及表面活性剂稳定性研究[J]. *生态学杂志*, 2005, 24(6): 631 - 634.
- [16] 易绍金, 梅平. 生物表面活性剂及其在石油与环保中的应用[J]. *湖北化工*, 2002(1): 25 - 26.
- [17] 方长云, 薛嘉韵, 源亮君. 生物表面活性剂及其在环境工程中的应用[J]. *广东化工*, 2005(12): 48 - 50.
- [18] KOSARIC N. Biosurfactants: production, properties, applications[M]. New York: *Marc Dekker*, 1993: 66 - 97.
- [19] 李祖义, 陈倩. 酶法合成表面活性剂[J]. *工业微生物*, 2001, 31(2): 42 - 48.
- [20] 李敬龙, 刘晔, 潘爱珍. 生物表面活性剂及其应用[J]. *山东轻工业学院学报*, 2004, 18(2): 41 - 45.
- [21] SWARANIT S C, RANDHAR S M. Recent applications of biosurfactants as biological and immunological molecules[J]. *Current Opinion in Microbiology*, 2004(7): 262 - 266.
- [22] BANAT I M. Biosurfactants production and possible uses in microbial enhanced oil recovery and oil pollution remediation: a review[J]. *Bioresour Technol*, 1995, 51: 1 - 12.
- [23] POOJA S, SWARANIT S C. Potential applications of microbial surfactants in biomedical sciences[J]. *Trends in Biotechnology*, 2004, 22(3): 142 - 146.
- [24] CHEN J, HUA Z Z, LUN S Y. Application of biosurfactant in environmental biologic engineering[J]. *Environmental Science*, 1996, 17(4): 84 - 87.
- [25] 向智男, 宁正祥. 生物表面活性剂及其在食品工业中的应用[J]. *科技知识*, 2005, 13(1): 50 - 53.
- [26] MLLIGAN C N, YONG R N, GIBBS B F. Heavy metal removal from sediments by biosurfactants[J]. *Hazards Mater*, 2001, 85: 111 - 125.
- [27] 王伟, 曾光明, 黄国和, 等. 生物表面活性剂在土壤修复及堆肥中应用现状展望[J]. *环境科学与技术*, 2005, 28(6): 99 - 101.
- [28] 梁生康, 王修林, 单宝田. 生物表面活性剂强化疏水性有机污染物生物降解研究进展[J]. *化工环保*, 2005, 25(4): 276 - 280.
- [29] ZHANG Y, MILLER R M. Enhanced octadecane dispersion and biodegradation by a *Pseudomonas rhamnolipid* surfactant (biosurfactant) [J]. *Applied and Environmental Microbiology*, 1992, 58(10): 3276 - 3282.
- [30] 戴芳, 曾光明, 袁兴中, 等. 生物表面活性剂在农业废物好氧堆肥中的应用[J]. *环境科学* 2005, 26(4): 181 - 185.
- [31] 傅海燕, 曾光明, 黄国和, 等. 生物表面活性剂对堆肥中含烃有机质降解过程的影响[J]. *高技术通讯*, 2005, 15(9): 96 - 100.
- [32] 王伟, 曾光明, 黄国和, 等. 鼠李糖脂对铜绿假单胞菌在堆肥颗粒介质中吸附与传输影响的初步研究[J]. *环境科学学报*, 2005, 25(7): 965 - 970.
- [33] MLLIGAN C N, GIBBS B F. Factors influencing the economics of biosurfactants[C]// KOSARIC N. Biosurfactants: production, properties and applications. New York: *Marc Dekker Inc*, 1993: 329 - 371.