

专论与综述

环境有益微生物的开发、应用及产业化*

史家梁 朱怀兰 徐亚同

(华东师范大学环境科学系, 上海 200062)

摘 要 微生物在污染物的降解转化、资源的再生利用、无公害产品的生产开发、生态环境的建设保护等方面都能发挥重要作用。一些发达国家在环境有益微生物的开发、应用等领域进行了大量的研究, 取得了巨大的经济、环境和社会效益。本文结合我国的实际情况探讨了今后在环境有益微生物的开发应用及产业化方面的发展方向, 包括建立环境有益微生物菌种库, 促进其产业化应用; 水污染综合防治中微生物技术的应用; 固体废弃物的微生物处理技术; 高效微生物农药的开发应用及产业化。

关键词 环境有益微生物, 产业化, 开发, 微生物技术。

微生物是地球生态系统中最重要的分解者, 也是开发潜力最大, 人类最宝贵的资源库。在污染物的降解转化、资源的再生利用、无公害产品的生产开发、生态环境的建设保护等方面微生物都能发挥重要作用。当今人类所面临的诸如环境污染、资源短缺、生态破坏、健康受害等许多重大问题, 都有可能从微生物资源的开发研究中找到解决的办法。实践表明, 它将对人类社会的持续发展产生重要影响。正因为如此, 发达国家自 80 年代以来在环境有益微生物的开发、应用研究领域投入了大量的人力、物力, 取得了许多成果, 同时在微生物技术的产品化、产业化方面迅速发展, 取得了巨大的经济、环境和社会效益^[1-4]。我国也很有必要进行这方面的研究, 本文主要结合我国的实际探讨了今后的发展方向。

1 建立环境有益微生物菌种库, 促进其产业化应用

获取高效菌种是开发应用环境有益微生物并进一步实现产业化的基础, 是该领域研究、开发工作的源头, 也是产业化发展的核心与关键。我国在环境有益微生物的开发研究中, 虽已得到不少高效菌种, 但无论是它们的数量还是质量, 或是高效菌种的应用技术都远远跟不上实际的需求, 跟国外也存在不少差距^[5-7]。

充分发挥我国的研究和技术优势, 采用富集、筛选、纯化、诱变、基因重组、细胞融合等多种手段, 建立环境有益微生物菌种库, 不仅能分散的资源 and 成果集中起来, 有利于这些成果的完善、提高和更快地应

用、推广, 而且可加大环境有益微生物资源开发的力度, 加快高效菌种获取的速度, 并有利于一菌多用或多菌组合等应用技术的开发, 使菌种库成为资源库, 成为该领域产业化发展的龙头。在这方面中国科学院微生物研究所已经进行了一些初步的工作。

应该借鉴国内、外经验, 着重对该菌种保藏中心的作用与功能、菌种库及研究设施的要求及所需费用、运行方式及预期效益等问题进行深入的研究。

2 水污染综合防治中微生物技术的应用

通过开发利用高效微生物菌剂及其应用技术, 将有可能在污染河流的治理、合流污水工程的补充与完善、已有生化设施处理效果的提高、农药化工等有毒有害废水高效生物处理工艺的开发、高浓度有机废水处理及资源化利用等方面发挥极其重要的作用。

2.1 污染河流综合治理中微生物技术的应用

(1) 微生物制剂对污染河流进行净化

近年来, 我国出现了不少来自国外的微生物产品。有些具有净化污水、分解淤泥、消除黑臭的作用, 有些能治理水体的富营养化、去除氮磷、抑制蓝藻生长, 还有的产品这些功能兼而有之。有必要以较严重污染的河流为对象, 设置平行对比试验, 考察这些产品的实际

* 本研究受到上海市科委的资助。华东师范大学, 上海市农科院, 上海市农药所等单位参加了本研究。
收稿日期: 1997-03-21

效果及作用条件.

(2) 治理严重污染河流的微生物综合应用技术

对于一些严重污染的河流象上海的苏州河,因其污染历史长、淤积底泥厚且成分复杂,处理难度极大.然而,微生物对污染物的降解转化具有极大的潜力,完全有可能应用微生物技术,选育出耐污力强、对有机物降解活性高的微生物菌种和开发出在严重污染河流治理中合适的应用工艺,并为进一步完善提高和扩大应用提供依据.

2.2 合流污水排江、排海前的微生物处理技术

采取以生物技术为主的补充、完善措施,将可能以较低的代价,在较短的时间内大幅度地削减合流污水系统排江、排海的污染物总量,并为最终作排江、排海前的达标处理提供有利条件.

可从以下几方面展开研究:

- (1) 各路污水入管前简易的生物预处理技术;
- (2) 利用合流污水管道进行污水生物降解初级处理;
- (3) 合流污水排海前多种生物处理技术及方案的比较.

2.3 硝化细菌的应用及产业化

城市污水厂排放水中含大量氨氮,加上焦化、石油化工、食品加工、化肥等工厂排放废水中含大量氮,已使近年来很多河流水质中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度迅速上升,并因此使水体严重的富营养化,甚至发生长时间的黑臭,给饮用水、旅游业、养鱼业带来严重危害.近10年来,一些新建的城市污水厂,采用脱氮的 A/O 工艺来解决氮污染,均发现除氮效果季节性波动.由于使氮氧化的硝化细菌是一类自养细菌,生长繁殖周期长,受温度变化影响大,在冬季低温时往往流失率大于其繁殖率,从而严重影响到处处理效果.

在水产养殖中,水体 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度高影响鱼的产量.目前国外已开发出商品化硝化细菌干菌制剂,经投加到鱼池后可迅即使 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度大幅度下降,减少或避免死鱼.目前国内对硝化细菌制剂的市场需求量较大,但国内尚无此类产品.

所以,有必要在该领域进行深入研究,以便在以下几方面取得实质性进展:

- (1) 高效硝化细菌的分离及大量培养技术;
- (2) 硝化细菌固定化细胞的研制;
- (3) 高效硝化反应器的构建及运行条件的优化.

2.4 化工废水高效降解微生物的筛选及产业化

化工废水中含有各类环境优先污染物,由于它成分复杂、对人及生物有毒、排放数量大、涉及面广,是环

境中危害严重的一类有机污染物.这类污染物大都是人工合成的,加上它结构复杂,因此较难生物降解,采用生化处理时效果往往较差.

经多年努力,目前国内外已筛选到处理各类有毒或难降解的农药化工废水的高效微生物.经试验已成功地解决了多种农药化工废水的处理.在添加高效降解菌后处理效果大大提高,显示其广泛的应用推广前景^[8-9].

在筛选到高效菌后如何保存这些菌种,在需要时(如停产后再重新开工须重新接种)如何迅速扩大菌种,并在保存阶段如何保持菌种原有降解特殊污染物的能力也存在不少问题.此外对已筛选到的高效菌种,如何根据污染物的分子结构,利用共代谢的原理,应用到一大批同类结构污染物的处理中也是值得探索的问题.

为此,设想从以下方面进行深入探索:

- (1) 降解有毒有害环境优先污染物的高效微生物的分离和筛选;
- (2) 高效降解微生物的保存及大量培养技术;
- (3) 高效降解微生物的应用工艺及配套技术.

2.5 高浓度有机废水处理及资源化技术

国内目前还有一些由发酵(如酒精发酵、味精发酵等)、食品加工等生产过程产生的高浓度有机废水尚未妥善处理.这类废水耗氧量高,不妥善处理对环境影响很大.这类废水又含大量有机物,可通过微生物技术于净化处理的同时进行资源回收利用.就已有基础可从以下方面进行研究:

(1) 高浓度有机废水(例如味精废水)制取单细胞蛋白的高效微生物及其应用技术

味精废水不仅 COD 、 BOD 高,而且 pH 低、氨氮高、盐分高、色度大,是我国目前尚未解决的几种高浓度有机废水之一.可以味精废水为处理利用对象,以开发高效微生物及应用技术为主要手段,以制取单细胞蛋白及废水达标排放为目的,进行资源化处理技术的综合开发研究^[10,11].

(2) 高浓度有机废水生物产氢技术

H_2 是重要的工业原料,更是未来最有希望的一种清洁能源.日本正倾注大量人力、物力进行生物产氢技术的开发研究.从1994年11月在日本召开的生物产氢国际研讨会的情况看,我国起步虽晚,但在利用有机废水的生物产 H 技术研究方面已有较大进展,与国外相比具有一定优势^[12,13].因此,可能通过九五期间的努力,在有机废水生物产 H 技术的实用化方面取得突破性进展.

高浓度有机废水的综合利用除了上述2方面外,

还可用来产甲烷或获得其他产品等。

2.6 治理受污染土壤和地下水

国内一些大城市的土壤和地下水已有不少受石油、农药、除草剂、工业废水和废物的污染。为此,可根据不同条件和不同污染状况,从高效菌种的选育、必需营养的补给、适用技术与处理工艺等方面开展研究,探索适合国情的生物恢复技术^[14,15]。

3 固体废弃物的微生物处理技术

3.1 高效厌氧消化技术的开发

实践表明,厌氧消化技术可成功地处理各种禽畜粪便,较好地达到无害化和资源化利用(产出甲烷气、肥料、饲料)的要求,但存在着消化处理时间长、反应器及配套设施体积大、一次性投资高以及消化液及渣的进一步处理利用等问题^[16,17]。

为解决上述矛盾,应该在禽畜粪便高温厌氧消化工艺技术、厌氧活性颗粒污泥培养及应用技术、沼液和沼渣的综合利用技术等方面展开研究。

3.2 禽畜粪便处理和恶臭防治

近年来,国内外在禽畜粪便的好氧消化或好氧堆肥技术方面有不少新的发展,例如一些分解活性强、除臭效果好、资源化利用程度高的微生物高效菌剂的应用,加之好氧法的处理本身具有周期短、投资省、处理量大,可为农业提供大量有机肥等特点,使这种古老的方法又受到了广泛的重视^[18,19]。

国外已有不少微生物菌剂进入国内,在应用试验中有的也显示出一定的优势。但我国地域辽阔、生态环境多样、微生物资源极其丰富,应能研制出高水平的高效菌剂。目前应该在这方面开展相应的工作。

3.3 垃圾卫生填埋处理

生活垃圾的卫生填埋是解决大宗垃圾出路的好办法,研究加速垃圾发酵分解和稳定化过程的微生物技术,将能够使垃圾卫生填埋工艺更加完善^[20]。

4 结语

环境有益微生物及其技术的研究、开发,需要现代生物科学、环境科学等多学科的结合和多种技术的配

套应用。80年代以来,各相关学科和技术领域的进步为其发展提供了极有利的条件,而环境有益微生物及其技术研究的开发应用和产业化的迅速发展将进一步促进各相关领域的发展和进步,并由此产生多方面的综合效益。

要使环境有益微生物的开发研究成果迅速实现产业化,必须把高效微生物菌种的分离、特性、应用效果及作用条件、大量培养及保存技术等应用基础研究与应用工艺及技术装备(如反应器等)的开发研究紧密结合起来;必须把实验室研究、中试生产应用及大规模生产、推广应用等各阶段的工作前后连贯、紧密交叉结合起来,只有这样,才能较快地取得突破性的进展。

参 考 文 献

1 Maue G. *Acta. Biotechnol.*, 1994, **14**(4): 337

2 Haigler B E. *Appl. Environ. Microbiol.*, 1994, **60**(9): 3466

3 Itoh K. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 1993, **50**(4): 522

4 张彤,朱怀兰,林哲. *应用与环境生物学报*, 1996, **2**(1): 95 - 105

5 Oremland R S. *Appl. Environ. Microbiol.*, 1994, **60**(10): 3640

6 Nishino S F. *Environ. Toxicol. Chem.*, 1994, **13**(6): 871

7 Nadeau L J. *Appl. Environ. Microbiol.*, 1995, **61**(2): 840

8 Kelley I. *Soil Contam.*, 1995, **4**(1): 77

9 Liang R H. *Hazard. Waste, Hazard. Water.*, 1994, **11**(3): 411

10 史家梁等. *环境微生物学*. 上海: 华东师范大学出版社, 1994

11 程树培. *环境生物技术*. 南京: 南京大学出版社, 1994

12 Weaver P E et al. *Hydrogen Energy*, 1980, **24**: 3

13 Misui A et al. *Microbiology*, 1985, **26**: 209

14 Hinchee R E, Olfenbuffel R F. *On Site Biorecalculation*. Massachusetts: Butterworth-Heinemann, 1991

15 张彤,朱怀兰等. *上海环境科学*, 1995, **14**(8): 42

16 陈世和. *环境科学*, 1994, **15**(1): 53

17 赵子定等. *国外农业环境保护*, 1992, **4**: 7

18 张永祥等. *国外农业环境保护*, 1993, **3**: 2

19 张明峰. *家畜生态*, 1995, **16**(3): 45

20 张彤,朱怀兰等. *城市环境与城市生态*, 1994, **7**(4): 44

Physical Testing and Chemical Analysis, Guiyang 550002): *Chin. J. Environ. Sci.*, **18** (6), 1997, pp. 71—72

Dry and wet deposition of element mercury was measured by moss bag in this study. The results showed that when concentration of atmospheric mercury is $200\text{--}1135\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$, wet and dry deposition of mercury are $1700\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$, $987\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ at the mercury mine area respectively. The concentration of gaseous mercury is $3.4\text{--}4.0\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$, wet and dry deposition of mercury are $33\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$, $21\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ respectively at the area which is 67 km from mercury source. Wet deposition is 61%—63% and dry deposition is 37%—39%. Dry and Wet deposition of element mercury are correlation with distance from mercury source.

Keywords: mercury, moss bag, dry and wet deposition, mercury mine, atmospheric determination.

The Design of the Chinese Provincial Environmental Information Systems. Gao Lang, Cheng Shengtong et al. (Dept. of Environ. Eng., Tsinghua Univ., Beijing 100084): *Chin. J. Environ. Sci.*, **18**(6), 1997, pp. 73—75

This paper introduces the overall design, basic structure, main contents, developing process, and characteristics of the Provincial Environmental Information Systems (PEIS) that cover 27 provinces in China. Under the guidance of research on Environmental Information Resources Management Planning and Environmental Information Normalization, several basic databases, environmental management modules, and decision-making support modules were developed through the way of combining the structural life cycle idea with the fast prototype developing methodology. On the whole, the technique of the established systems is advanced, their functions are practical, their design is normalized, their management is convenient, and the establishment of them is the base for further development of the environmental information networks in our

country.

Keywords: information system, environmental management, environmental information system.

A Study on the Impact Analysis of LCA. Xi Deli et al. (Dept. of Environ. Eng., Tsinghua Univ., Beijing 100084): *Chin. J. Environ. Sci.*, **18**(6), 1997, pp. 76—80

The impact analysis is a key part in LCA. It is also the most difficult one in LCA. There are some disadvantages for both the existing qualitative and quantitative approaches. On the basis of the LCA index system proposed by authors earlier, the method of environmental quality assessment has been introduced to the impact analysis in this study, which makes the impact analysis much easier than before. Moreover, the obtained results are rather objective and comparable. This paper illustrates the estimation approaches for evaluation indexes and explains how to form the essential index system. It has been pointed out that the use of 5 essential indexes should be enough for defining the environmental properties of a product comprehensively.

Keywords: LCA, environmental quality assessment, impact analysis.

Development, Application and Industrialization of Environmental Useful Microorganism. Shi Jialiang et al. (Dept. of Environ. Sci., East China Normal University, Shanghai 200062): *Chin. J. Environ. Sci.*, **18**(6), 1997, pp. 81—83

Microorganisms play an important role in a lot of fields, such as the degradation and transformation of pollutants, recycling of resources, producing and development of green products, protection of ecological environment. It is discussed in this paper that the direction of development and industrialization of the useful microorganisms.

Keywords: environmental useful microorganism, industrialization, development, application.