

The Application Way and the Future Development Direction of Microorganisms Turning Waste Into Treasure

Xinxin Yu Yuting Zhang

Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing, 102616, China

Abstract

The purpose of this paper is to explore the application of microbial waste into valuable products and its future development direction. Through a comprehensive review of the application fields of microbial waste into treasure, including organic waste treatment, biofuel production, biometallurgical technology, bioplastic manufacturing, the importance of microbial waste into treasure and future application potential were analyzed. At the same time, combined with the current research trends and cutting-edge technologies, the development motivation and trend of microbial transformation technology in the future are prospected. The purpose of this paper is to provide researchers, policy makers, and the general public with current approaches to the use of microbial waste as well as a comprehensive understanding of the relevant technologies.

Keywords

microorganism; harm; application pathway; development direction

微生物变废为宝的应用途径以及未来发展方向

于昕鑫 张雨婷

北京建筑大学, 中国·北京 102616

摘要

论文旨在探讨微生物将废物转化为有价值产品方面的应用途径以及其未来发展方向。通过对微生物变废为宝的应用领域进行全面综述, 包括有机废物处理、生物燃料生产、生物冶金技术、生物塑料制造等方面, 分析微生物变废为宝的重要性和未来应用潜力。同时, 结合当前的研究动态和前沿技术, 展望微生物转化技术在未来的发展动机以及趋势。论文旨在为相关领域的研究人员、决策者以及公众提供目前有关微生物已废致废的应用途径, 同时对相关技术进行全面了解。

关键词

微生物; 危害; 应用途径; 发展方向

1 引言

随着全球人口增长和经济发展, 废物处理已成为一项严峻挑战。传统的废物处理方法如填埋和焚烧等不仅占用大量土地, 还可能对环境造成污染。微生物转化废物技术作为一种环保、可持续的方法, 具有巨大的应用潜力。论文重点从有机废物处理、生物燃料生产、生物冶金技术^[1]、生物塑料制造方面, 综述微生物变废为宝的应用途径以及未来发展方向。

2 危害

微生物的危害主要体现在以下几个方面:

①感染性疾病: 许多病原微生物(如细菌、病毒、真菌和寄生虫)能够引起各种感染性疾病。例如, 流感病毒可

引发流感, 细菌如大肠杆菌和沙门氏菌可导致食源性疾病。

②食品污染: 微生物可能在食品生产、储存和加工过程中导致食品污染, 造成食物中毒和其他健康问题。常见的如霉菌、细菌等。

③抗生素抗药性: 一些细菌逐渐对抗生素产生耐药性, 导致常见感染变得难以治疗, 给公共卫生带来严重挑战。

④环境污染: 某些微生物能够分解有机物, 但也可能造成环境污染。例如, 某些藻类的过度繁殖(如赤潮)会消耗水中的氧气, 导致鱼类死亡。

⑤过敏和免疫反应: 某些微生物(如霉菌)可能引起过敏反应, 影响呼吸系统, 导致哮喘等健康问题。

⑥生物武器: 某些微生物(如炭疽杆菌)可能被用作生物武器, 对公共安全构成威胁。

综上, 尽管微生物在生态系统中扮演着重要角色, 如分解有机物和促进营养循环, 但其潜在的危害不容忽视。因此, 了解和管理微生物的风险对保护公共健康以及如何将其转化至关重要。

【作者简介】于昕鑫(2004-), 女, 中国山东泰安人, 本科, 从事环境科学研究。

3 微生物转化的应用途径

3.1 有机废物的应用

通过微生物的分解作用,将有机废物转化为腐殖质、沼气等有价值的产物,实现废物的资源化利用。中国是农业大国,每季度可生产大量的农产品,但其中也会伴随产生大量的有机废弃物^[2],如农作秸秆、沼气废料、化肥厂废渣、畜牧粪便、生活垃圾和污泥废料等等。这些有机废物如果不及处理以及利用,会污染空气和我们赖以生存的环境,影响农业生产的可持续发展以及粮食补给问题。一直以来,中国有机固体废物的处理主要采用堆肥、填埋和焚烧等手段。但这些技术在应用的同时对环境造成了一定的危害,例如秸秆燃烧产生的温室气体排放,填埋的垃圾渗滤液会污染地下水等等。所以中国环保和农业部门对有机废物的无害化处理及利用问题的研究十分重视。因此,在这其中微生物对于有机物分解的普适性、废物利用性和无污染性,为我们指明了新的思考方向。

3.2 生物燃料的制备

利用微生物发酵技术,将废弃的农业废弃物、工业废水等转化为生物燃料,如生物柴油、生物乙醇等。例如上海石化迎来今年第一批 382 吨生物质燃料。该公司计划今年掺烧 1.2 万吨生物质燃料^[3],相对去年掺烧 8500 吨,同比增长 41.1%,当前上海石化积极探索生物质燃料比例,在确保锅炉安稳运行的情况下,掺烧生物质燃料比例最高可达 20%。据悉,生物质燃料作为零碳排放的可再生能源,进行适当比例掺烧,替代部分化石燃料,有助于减少二氧化碳排放,助力碳达峰碳中和;国外 bp 公司收购美国可再生天然气(RNG)生产商 Archaea Energy。bp 表示,发展沼气和生物燃料业务可支持客户的脱碳目标,降低销售能源产品碳强度的目标。可见,生物燃料技术为国内外提供能源利用以及减碳的新途径。

3.3 生物冶金技术的使用

通过微生物提取金属离子,实现废弃矿物资源的回收和利用。传统矿冶工艺的主要缺陷在于依赖高温、高压、强酸、强碱等苛刻条件下的“强烈反应”来分解矿物提取制备金属。而生物冶金与传统的选冶技术相比,反应温和。利用微生物催化作用,化学环境下改变为常温、常压及低酸下的温和反应。其设备少、工艺流程简单、建设周期短、基建投资大大减少,同时可处理量大、易操作、生产成本低、产品价值高、无 SO₂ 等有害气体排放、溶液循环利用,环境友好,节约了处理废弃物的成本。此工艺过程矿石无需细磨,可大幅度降低能耗,符合节能减排的发展要求。能较经济地处理常规法难以处理的某些低品位矿石,提高资源利用率,拓宽找矿领域。适合于开发偏远交通不便地区资源,规模可大可小。

3.4 生物塑料的生产

利用微生物发酵生产生物塑料^[4],实现废物的减量化、资源化和无害化。传统塑料属于石油化工产品,生产过程产生大量污染,使用后也很难降解,因此被称为“白色垃圾”。科学家通过给大肠杆菌设计新的代谢途径,生产出可耐 400 摄氏度高温的生物塑料。不仅减少了二氧化碳的排放,而且生物塑料可自然降解,有利于保护环境。合成生物最终要实现的是用细胞工厂替代原来石化机工厂或者植物提取、动物提取,后者消耗的能源更多,碳排放量更大,而通过细胞工厂生产能大大降低碳排放,还能提升效率。从农业文明、工业文明到合成生物驱动的生物经济,其实质是从对自然资源的利用,到高效利用,到保护和重新创造。

因此,微生物在“变废为宝”方面发挥了重要作用,以下是一些具体的应用实例:

①废水处理:微生物可以通过生物降解和转化作用有效去除废水中的有机物和污染物。例如,活性污泥法利用细菌分解污水中的有机物,减少水体污染。

②固体废物处理:堆肥化过程中,特定的微生物(如细菌和真菌)能够分解有机废物,将其转化为富含营养的堆肥,供植物生长使用。

③生物转化:微生物可以将农业废弃物(如稻壳、玉米秸秆等)转化为有用的产品,如生物乙醇、生物气体和其他生物燃料,减少能源浪费。

④生物修复:某些微生物能够降解环境中的有害物质(如重金属、石油污染等)帮助清理受污染的土壤和水体。

⑤生产生物制品:微生物可用于生产酶、抗生素、维生素、氨基酸等生物制品,利用废弃物作为培养基,降低生产成本,同时减少废物产生。

⑥发酵食品和饮料:利用微生物进行发酵,可以将废弃的粮食和水果转化为美味的食品和饮料,如酸奶、啤酒、酱油等。

⑦生物塑料:某些微生物能够合成可降解的生物塑料(如聚乳酸),从而减少对传统塑料的依赖,减轻环境负担。

通过这些方式,微生物不仅帮助减少废物,还能创造出有价值的产品,推动可持续发展。

4 微生物转化的未来发展方向

4.1 高效微生物菌株的筛选与优化

通过筛选具有优良性能的微生物菌株,提高废物转化的效率和产物质量。例如利用平板划线分离法将样品中分离出菌株如图 1 所示,通过微生物的选择性培养基定性初筛和吸收比色法定量复筛相结合的方法,筛选出了高效菌株;也可利用正交法不断优化,提高纯度以及高效性。从而将菌株利用于有机废物处理、生物燃料生产、生物冶金、生物塑料制造等方面。

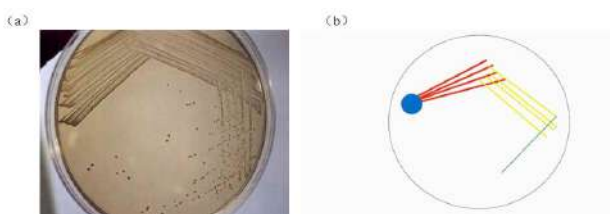


图1 平板划线法

4.2 微生物技术

将微生物转化技术与其他技术（如生物技术、化学工程等）相结合，提高废物处理的整体效率。也可使微生物转化生产成其他物质，补充碳源，减缓全球气候变暖，为资源化处理提供新思路。其中我们熟知的利用微生物转化的天麻素、香兰素、雄烯二酮等等均是微生物的转化技术应用。

4.3 智能化与自动化

利用人工智能和大数据技术，实现微生物转化废物的智能化和自动化管理，提高生产效率和产品质量。例如海洋微生物发展，深海生态系统以微生物为主，因其特殊的生存环境，造成了这些极端微生物具有独特的生存机制与特性，而深海沉积物主要由上层海水颗粒物沉降堆积形成，几乎覆盖整个海底，蕴含巨大的微生物保有量，因此具有很强的科学研究价值。可搭载深海沉积物微生物长期培养系统的智能化注液装置、智能临床微生物以及冷链智能化融合技术等等都为我们提供智能化以及自动化的思考方向。

4.4 多元化融合使用

拓展微生物转化废物技术在更多领域的应用，如制药（图2a）、环保、农业（图2b），提高废物的综合利用率。微生物学^[9]是现代生物学的重要学科之一，是生命科学、食品科学、海洋科学、医学等学科的核心课程。微生物的应用可从多方面考虑，进行多学科交织融合，将微生物技术多元应用，为人类生存发展提供便利支持。

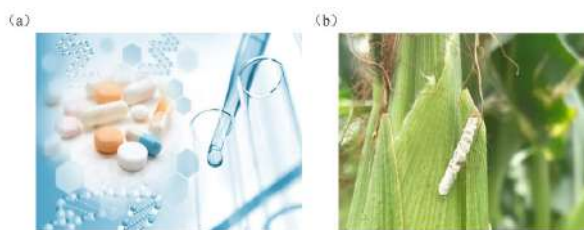


图2 制药与农业

4.5 政策的制定和完善

制定和完善相关政策法规，鼓励和支持微生物转化废物技术的研发和应用，推动相关产业的发展。国家大力推动

微生物发展，鼓励微生物肥料在土壤修复方面的技术研发。2013年，国务院发布《生物产业发展规划》，将微生物肥料列为高新技术产业和战略性新兴产业。随着《2020年全国高标准农田建设总体规划》提出建设高标准农田8亿亩、2020年种植业3大工作要点《2020年化肥使用量继续负增长行动方案》和《2020年农药使用量负增长行动方案》《2020年扩大有机肥替代化肥应用面积由果菜茶向粮油作物扩展》等政策的实施，中国农科院农业微生物学专业委员会主任李俊透露，未来微生物肥料将占肥料总量的15%左右，应用推广面积在4亿亩以上。中国具有丰富的微生物菌种资源，为发展微生物产业提供了保证。有数据显示，我们畜牧业排泄物总量居世界第一，目前这些排泄物还田率很低，排入环境，造成了巨大污染，且多数未经腐熟无害化处理，这需进行菌肥的转化利用。中国农业废弃物数以亿计，这也是微生物菌肥的宝贵资源。据统计，目前中国微生物肥料生产企业总数有1100多家，年产总值达200亿元，生物肥料累积应用面积2亿亩以上。然而，与中国化肥用量1.3亿吨比起来，目前仅仅千万余吨的量，只占化肥用量的7%左右，市场占有率还极低。中国微生物肥料的发展空间巨大。

5 结论

微生物转化技术在实现废物减量化、资源化和无害化方面具有重要意义。随着技术的不断进步和应用的拓展，微生物转化技术将在更多领域得到应用。微生物的应用为解决环境问题、促进资源循环、提升食品和药品质量等方面提供了创新的解决方案，展现出广阔的前景和潜力。合理利用和管理微生物资源将是推动可持续发展的关键。未来，高效微生物菌株的筛选与优化、技术集成与优化、智能化与自动化等方面将是微生物转化技术的重要发展方向。同时，政策法规的支持和推动将为该领域的发展提供有力保障。

参考文献

- [1] 廖蕊,于世超,郭柏强,等.硫化矿物生物冶金:微生物-化学协同湿法冶金过程及酸性矿山废水的环境保护情况[J].中南大学学报(英文版),2020,27(5):1367-1372.
- [2] 郭静利,尼鲁帕尔·迪力夏提,王大庆.我国农业微生物产业发展的对策建议[J].中国农业科技导报,2023,25(11):1-7.
- [3] 曾媛,王允圃,张淑梅,等.生物质微波热解制备液体燃料和化学品的研究进展[J].化工进展,2021,40(6):3151-3162.
- [4] 刘君,胥志祥,朱春游,等.典型环境微塑料的微生物降解途径及分子机制[J].化工进展,2024,43(7):4059-4071.
- [5] 陈萍,周于婷,路蕾,等.强化能力培养的微生物学混合式教学实践[J].微生物学杂志,2024,44(2):120-128.