

微生物固碳制造新物质能源技术研究进展

杨晓伟 杨安逸 高新

山西华新同辉清洁能源有限公司

DOI:10.12238/eep.v7i8.2223

[摘要] 微生物固碳制造新物质能源技术作为一种具有潜力的可持续能源生产方式,近年来受到了广泛关注。微生物具有丰富的多样性和强大的代谢能力,可以利用二氧化碳等温室气体进行固碳,并将其转化为有价值的新物质能源。为此,本文综述了微生物固碳制造新物质能源技术的研究进展。阐述了微生物固碳的原理和机制,介绍了目前利用微生物固碳技术生产的主要新物质能源种类,包括生物燃料、生物塑料等。分析了该技术在提高能源转化效率、降低生产成本以及减少环境影响等方面的优势与挑战。对未来微生物固碳制造新物质能源技术的发展方向进行了展望。

[关键词] 微生物固碳; 新物质能源; 技术研究

中图分类号: Q93 文献标识码: A

Research progress of microbial carbon sequestration and energy technology

Xiaowei Yang Anyi Yang Xin Gao

Shanxi Huaxin Tonghui Clean Energy Co., LTD

[Abstract] As a potential sustainable energy production mode, the microbial carbon sequestration manufacturing new material energy technology has attracted wide attention in recent years. Microbes have rich diversity and strong metabolic capacity, which can use greenhouse gases such as carbon dioxide to fix carbon and convert them into valuable new material energy. To this end, this paper summarizes the research progress of microbial carbon sequestration and energy technology. This paper expounds the principle and mechanism of microbial carbon sequestration, and introduces the main new substances and energy species produced by microbial carbon sequestration technology, including biofuels and bioplastics. The advantages and challenges in improving energy conversion efficiency, reducing production cost and reducing environmental impact are analyzed. The future development direction of microbial carbon sequestration and energy technology is discussed.

[Key words] microbial carbon sequestration; new material and energy; technology research

引言

国内对于微生物固碳制造新物质能源技术的研究正蓬勃发展,众多科研机构和高校积极投入到相关领域的探索中。一方面,研究人员致力于筛选和优化具有高效固碳能力的微生物菌株。通过对不同环境中的微生物进行分离筛选,找到能够在特定条件下高效固定二氧化碳的菌种,并对其进行基因改造和驯化,提高其固碳效率和对环境的适应性。另一方面,探索微生物固碳的新途径。部分研究者深入研究微生物固碳的代谢途径和调控机制,试图通过生物技术手段对其进行调控,以提高固碳产物的产量。该技术的研究价值重大。首先,有助于缓解全球气候变化。通过微生物固碳,能够将大量的二氧化碳转化为有用的物质和能源,减少大气中的二氧化碳含量,从而缓解全球变暖的趋势。其次,为能源危机提供新的解决方案。微生物固碳制造的新物质能源具有可再生、清洁环保等优点,可以作为传统化石能源的替代品,

为解决能源危机提供新的途径。

1 微生物固碳的原理与机制

1.1 微生物固碳的基本过程

微生物固碳是指微生物通过特定的代谢途径将二氧化碳等无机碳转化为有机碳的过程。通常包括二氧化碳的吸收、固定以及有机碳化合物的合成等步骤。例如,一些微生物可以利用光合作用或化学合成作用将二氧化碳转化为糖类等有机物,从而实现固碳^[1]。利用自养微生物制造生化产品受学术界和工业界广泛关注。自养微生物与异养微生物不同,可利用光或化学化合物固定二氧化碳驱动代谢。提出合成生物学和代谢工程等方法,以其为平台生产生物燃料等产品。因温室气体排放致气候快速变化,需新可再生资源,自养微生物利用自然能量固定大气二氧化碳是可持续生物生产、支持碳负生物经济的有效途径。介绍利用自养微生物生产生物聚合物的最新研究。

1.2 参与固碳的主要微生物种类

这些微生物种类繁多。其中,蓝细菌、藻类等具有光合作用能力的微生物在自然生态系统中起着重要的固碳作用。此外,一些细菌如产甲烷菌、固氮菌等也能通过特定的代谢途径进行固碳。这些微生物具有不同的生存环境,共同构成了丰富的固碳微生物群落。

1.3 固碳途径与代谢调控

微生物固碳主要有多种途径。例如,卡尔文循环是许多自养微生物固碳的主要途径,通过一系列酶促反应将二氧化碳逐步转化为有机物。与此同时,微生物还可以通过其他途径如逆向三羧酸循环等进行固碳。微生物的固碳过程受到严格的代谢调控,包括酶活性的调节、基因表达的调控等,以适应不同的环境条件和碳源供应情况。

2 生物固碳技术在新能源开发中的优势

2.1 可持续性

生物固碳技术利用生物有机体进行碳固定,这些生物有机体可以通过自然繁殖和生长不断进行碳循环,从而实现可持续发展。与传统的化石能源相比,生物固碳技术不会面临资源枯竭的问题。

生物固碳过程中所涉及的植物、藻类以及微生物等生物有机体广泛存在于自然界中,它们通过自身的生命活动持续地吸收大气中的二氧化碳,并将其转化为稳定的有机物质。这种天然的碳循环机制不仅为地球的生态平衡做出了重要贡献,也为新能源开发提供了无尽的可能。而传统化石能源是有限的资源,随着不断的开采和使用,终将面临枯竭的困境。而且,生物固碳技术则凭借其可再生的特性,为人类的能源需求提供了长期稳定的解决方案。

2.2 环保性

这项技术可以减少大气中的二氧化碳含量,缓解全球变暖的趋势。同时,生物燃料和生物质能源的燃烧过程中产生的污染物较少,对环境的影响较小。生物固碳技术通过将二氧化碳转化为有用的物质和能源,有效地降低了大气中温室气体的浓度。随着全球工业化进程的加速,二氧化碳排放量不断增加,导致全球气候变暖问题日益严峻。生物固碳技术为解决这一问题提供了一条切实可行的途径。

2.3 经济性

随着技术的不断进步,生物固碳技术的成本逐渐降低。例如,藻类生物燃料的生产成本已经接近传统石油燃料的成本。此外,生物固碳技术还可以利用农业废弃物、城市垃圾等低成本原料进行生产,具有较高的经济效益。

3 微生物固碳制造新物质能源的种类

3.1 生物燃料

3.1.1 乙醇

微生物固碳制造乙醇是一种具有潜力的生物燃料生产方式。一些微生物如酵母菌等能够利用糖类等碳源,通过发酵过程将其转化为乙醇。在微生物固碳过程中,可以通过特定的微生物

将二氧化碳转化为糖类等中间产物,然后再利用这些中间产物进行乙醇发酵^[2]。乙醇作为一种清洁的生物燃料,具有燃烧效率高、污染物排放少等优点。能够与汽油混合使用,也可以作为单独的燃料用于汽车等交通工具。此外,还可以用于化工等领域,具有广泛的应用前景。

3.1.2 丁醇

丁醇也是一种重要的生物燃料,由微生物固碳制造丁醇具有诸多优势。某些细菌能够利用不同的碳源进行发酵,产生丁醇。与乙醇相比,丁醇具有更高的能量密度和更低的挥发性,更适合作为燃料使用。微生物固碳生产丁醇的过程中,可以通过优化微生物的代谢途径和发酵条件,提高丁醇的产量。与此同时,还可以利用基因工程等技术手段,需要对微生物进行改造,使其更高效地进行丁醇生产。

3.1.3 生物柴油

一些微生物如藻类、真菌等可以利用二氧化碳等碳源,通过特定的代谢途径合成油脂。这些油脂可以经过进一步的加工处理,转化为生物柴油。生物柴油具有与传统柴油相似的性能,但燃烧时产生的污染物更少。而且,微生物固碳生产生物柴油,可以实现碳的循环利用,减少对化石燃料的依赖。

3.2 生物塑料

3.2.1 聚羟基脂肪酸酯(PHA)

聚羟基脂肪酸酯是一种由微生物合成的生物塑料。在微生物固碳过程中,一些微生物可以将二氧化碳等碳源转化为PHA。PHA具有良好的生物降解性和生物相容性,是一种环境友好的塑料材料。它可以在自然环境中被微生物分解,不会对环境造成污染。PHA的性能可以通过改变微生物的代谢途径和培养条件进行调控,以满足不同的应用需求^[3]。举例来说,需要调整PHA的分子量、结晶度等参数,使其具有不同的力学性能和加工性能。

3.2.2 聚乳酸(PLA)

聚乳酸能够通过微生物固碳制造。一些微生物可以利用糖类等碳源,通过发酵过程合成乳酸,然后再将乳酸聚合为聚乳酸。PLA具有良好的机械性能、透明度和生物降解性,广泛应用于包装、纺织、医疗等领域。微生物固碳生产PLA可以减少对传统石油基塑料的依赖,降低环境负担。与此同时,通过优化微生物的发酵工艺和聚合过程,能够提高PLA的产量,降低生产成本。

总之,微生物固碳制造新物质能源的种类丰富多样,包括生物燃料和生物塑料等。这些新物质能源具有可持续性、环境友好等优点,为解决能源和环境问题提供了新的途径。随着技术的不断进步,微生物固碳制造新物质能源的应用前景将更加广阔。

4 有关研究进展

4.1 成功案例介绍

4.1.1 微藻生物固碳技术的研究

针对高浓度CO₂的工业排放源,通过突变和驯化,人们已经培育出了一系列具有较强抗CO₂能力的微藻。浙江大学程军课题组利用高通量选育方法,已获得一株可在CO₂高浓度下快速增殖

并大幅提升其固碳性能的新型固碳植物。微藻固碳的培育方法可分为开敞型与密闭型两类。开放栽培技术以水泥池、跑道池等作为栽培场地,成本低,管理方便,但容易受到外界条件的干扰^[4]。密闭过程利用光生物反应器作为发酵场地,对外界的影响小,操作简单,但其运行费用高。近几年,由于生产工艺不断提高,生产成本不断下降,密闭生产逐步被广泛采用。作为封闭过程的关键装置,光生物反应器的构建将会对微藻的生长速率及碳捕获能力产生重要的作用。近年来,国内外学者提出了涡旋强化和气升式光生物反应器等一系列新颖的反应器。通过水动力参数的最佳化,可以有效地改善CO₂的传质及藻类的光合效率,从而显著提高了微藻的固碳能力。

4.1.2 光合细菌固碳生产生物塑料

无氧紫色无硫光合细菌(如淡水红细菌、红色红螺菌等)具有多功能新陈代谢能力,能够适应极端条件。研究发现,一些光合细菌菌株可以在碳储存过程中自然积累PHA生物聚合物。通过对这些细菌的培养条件和代谢调控进行研究,提高了PHA的产量和质量,使其有望成为生物塑料的重要来源。

生物固碳技术是通过利用可再生资源,将二氧化碳转化为碳源或能源物质,可以减少化石燃料的使用。该技术对解决当前世界面临的气候问题和发展清洁能源具有重要意义。微生物固碳技术是一种新型能源生产方法,其利用微生物通过代谢过程产生二氧化碳,然后将二氧化碳转化为有机物质(主要是生物柴油和生物燃料)。该技术以可再生资源作为原料,可实现对化石能源的替代,具有巨大的应用前景。

4.2 案例中的经验与启示

第一,需要选择合适的微生物宿主。不同的微生物具有不同的固碳能力和代谢特性,需要根据目标产物的需求选择合适的微生物宿主。例如,对于生物燃料的生产,选择具有高CO₂固定效率和能将碳源转化为目标燃料的微生物;对于生物塑料的生产,选择能够积累特定生物聚合物的微生物。未来研究过程中,随着微藻生物固碳技术的不断发展,其在食品和医药领域的应用前景将更加广阔。

第二,运用先进的生物技术手段。代谢工程和合成生物学等技术是提高微生物固碳效率和产物产量的关键。通过对微生物的基因进行改造、调控代谢途径,可以优化微生物的性能,使其更高效地进行固碳和生产新物质能源。

代谢工程能够精确地调整微生物细胞内的代谢网络,使其朝着有利于固碳和能源生产的方向发展。举例来说,需要通过增

强关键酶的活性,提高二氧化碳固定的速率^[5]。合成生物学则为创造全新的微生物菌株提供了可能,通过引入新的代谢途径,使微生物能够利用不同的碳源进行固碳,并将其转化为高附加值的能源产品。此外,还可以借助基因编辑技术对微生物进行精准改造,去除不必要的代谢支路,减少能量的浪费,提高固碳效率。

此外,需要优化培养条件和工艺。微生物的生长和代谢受到培养条件的影响,分析光照、温度、营养物质、pH值等因素,有效提高微生物的生长速度和产物产量。与此同时,开发合适的生产工艺,如连续发酵、高密度培养等,也有助于提高生产效率和降低成本。

5 结语

简而言之,微生物固碳制造新物质能源技术为解决能源与环境问题提供了新的思路和途径。虽然目前该技术仍面临一些挑战,但随着研究的不断深入和技术的不断进步,这项技术有望在未来的新物质能源生产中发挥重要作用。未来的研究应重点关注微生物选育与工程改造、降低生产成本以及突破大规模生产的技术瓶颈,以推动微生物固碳制造新物质能源技术的广泛应用和可持续发展。

参考文献

- [1] 李文杰,左翔之,王建,等.生物炭施用土壤的固碳减排效应及机制[J].中国环境科学,2023,43(11):5913-5923.
- [2] 占奥丽,黄敏,尹龙,等.土壤碳循环微生物作用研究进展[J].华中农业大学学报,2024,43(4):70-81.
- [3] 高华潇,王倩,祁庆生.合成生物学优化微生物碳代谢过程中的碳保存与碳固定[J].科学通报,2023,68(19):2446-2456.
- [4] 朱雪峰,孔维栋,黄懿梅,等.土壤微生物碳泵概念体系2.0[J].应用生态学报,2024,35(1):102-110.
- [5] 许茜,效存德,冯雅茹,等.微生物介导的热融湖碳循环关键过程研究进展[J].地球科学进展,2023,38(5):470-482.

作者简介:

杨晓伟(1987--),男,汉族,山西省怀仁市人,本科,工程师,研究方向:燃气工程。

杨安逸(1988--),女,汉族,黑龙江省大庆市人,硕士,助理工程师,研究方向:沼气发酵工程及微藻养殖研发。

高新区(1990--),男,汉族,辽宁省朝阳市人,硕士研究生,工程师,研究方向:燃气开发与利用工程。