

光生物反应器的组建*

刘建国 张京浦 殷明炎 孟昭才

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

提要 于 1997 年 4 月在借鉴国外资料基础上,组建起了一种适用于实验室培养光自养生物(如光合细菌、微藻和单克隆无性繁殖系)的气升式双螺旋管道串联的光生物反应器。该装置内可插入 pH 值电极、溶解氧电极、温度电极、细胞密度电极、粘度电极等,通过传感器获得的电信号,进一步传导入微机,实现按程序化自动记录和控制有关参数,进行一次性、间歇和连续悬浮培养。以红球藻为材料进行培养的初步结果表明,培养时间较常规方法缩短了一半,而细胞数量增加了 3 倍,细胞内的虾青素基本没有变化,即通过该技术可使生物量或有效成分产量提高 6 倍。

关键词 管道式光生物反应器 生物技术 微藻

学科分类号 Q81

作为现代生物技术重要组成部分的生物反应器在生物过程中具有中心作用,它是连接原料和产物的桥梁,也是多种学科的交叉点。因此,建造生物反应器对促进生物技术的发展具有十分重要的意义。我国的生物反应器目前多为发酵罐式,如应用于啤酒、青霉素等工业化生产中的发酵罐,它适宜于异养微生物的培养。但罐式生物反应器不太适合于光自养生物培养,主要原因有(1)光自养生物体系生长需要光照,罐式生物反应器不能很好地提供光线;(2)机械搅拌对细胞有损伤作用;(3)光自养生物同异养生物在气体的运输和传导方面整相反等。鉴于上述原因微藻等光自养生物的培养需要能有效提供光照的生物反应器。营建光生物反应器是“九·五”国家生物技术领域攻关的重要内容,也是 863 海洋生物高新技术研究开发的重点之一,对更好地开发海洋生物资源作用重大。

在借鉴国外光生物反应器资料的基础上,于 1997 年 4 月组建起一种适用于培养光自养生物,如盐藻、螺旋藻、紫球藻、红球藻、小球藻、扁藻、金藻、褐指藻、鱼腥藻、聚球藻、栅藻等微藻,光合细菌和大型海藻单克隆无性繁殖系等,可进行一次性、半连续(间歇)和连续悬浮培养的气升式双螺旋管道串联的光生物反应器。

该光生物反应器以透明塑料为材料。整个光生物反应器由二套螺旋管串联而成。有效培养体积为 L^3 。采光面积 $2m^2$ 。表面积与体积比高达 $200m^{-1}$ 。以光生物反应器系统内部的 8 只日光灯管为光源,可提供光照强度在 $0-250\mu E / (m^2 \cdot s)$ 范围内的稳定光照;

* 国家自然科学基金资助项目,39500114 号。刘建国,男,出生于 1964 年 6 月,博士,硕士导师,副研究员,

E-mail: jgliu@ms.qdio.ac.cn

收稿日期:1997-05-22, 收修改稿日期:1997-10-09

若以日光为外光源可获得光照强度更高的不稳定光。靠气体的推动压力完成培养液在生物反应器管道内的循环流动,并达到气体交换(二氧化碳的补偿和溶解氧气的解析等)目的。培养液体沿整个光生物反应器运动一周约需 8min,每点滴新鲜培养液或酸、碱液等在系统内充分混均约需 90min。解析槽内的培养液靠重力返回生物反应器内部。温度控制靠解析槽内的冷却系统和生物反应器内的加热系统来实现。为有效地克服光自养生物的贴壁生长和随之带来的透光率下降等问题,采用特制的小球沿内壁每天清洗 1—2 次来解决。管道清洗完毕后,将小球吸到盲管内停放。新鲜培养液通过泵注入光生物反应器。经培养后的液体能够自动采收。整个光生物反应器在封闭条件下可进行单一种或无菌连续培养。

利用该光生物反应器于 1997 年 4—5 月,以红球藻为材料进行培养的初步结果表明,培养时间较常规方法缩短了一半,而细胞数量增加了 3 倍,细胞内的虾青素基本没有变化。即通过该技术可使生物量或有效成分产量提高 6 倍。

光生物反应器可插入 pH 值电极、溶解氧电极、温度电极、细胞密度电极、粘度电极等。上述传感器获得的所有电信号可进一步同微机连接,实现按程序化自动记录和控制有关参数。

* Research Note *

INSTALLATION OF A TWO - STAGE AIR - LIFT PHOTOBIOREACTOR

LIU Jian - guo ZHANG jing - pu YIN Ming - yan MENG Zhao - cai

(*Institute of Oceanology, The Chinese Academy of Sciences, Qingdao, 266071*)

Abstract A 10 litre two - stage air - lift helical tubular photobioreactor has been installed in our laboratory with transparent plastic tubes coiled around a metal net. The coiled bioreactor is connected by recirculated loops with two sets of gas - exchangers, heat exchangers and pumps. The bioreactor can be illuminated by 8 day - light fluorescent lamps mounted within the cylinder - like system, providing a light intensity ranging between 0 and $250\mu\text{E} / (\text{m}^2 \cdot \text{s})$. However, strong illumination can be obtained also from sunshine if it is located near the window or outdoor. This laboratory scale photobioreactor with a high surface - to - volume ratio (about 200 m^{-1}) is particularly suitable for culturing microalgae, phototrophic bacteria and other phototrophic microorganism in batch, semi - continuous and continuous modes. Preliminary results show that both biomass of *Haematococcus pluvialis* and astaxanthin production increased 6 - fold compared with the culture in flask.

Key words Tubular photobioreactor Biotechnology Microalgae

Subject classification number Q 81