

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01141882.6

[43]公开日 2002年3月27日

[11]公开号 CN 1341707A

[22]申请日 2001.9.18 [21]申请号 01141882.6

[71]申请人 中国科学院生态环境研究中心

地址 100085 北京市海淀区双清路18号

[72]发明人 阎海 潘纲 秦延文 张明明

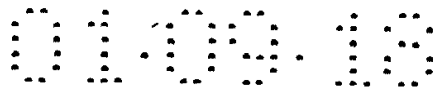
权利要求书1页 说明书4页 附图页数1页

[54]发明名称 太阳能集热器在微细藻类培养中的应用
技术

[57]摘要

在封闭式或敞开式培养螺旋藻等微细藻类过程中,与培养池、培养箱或培养管道串联、并联或串并联连接一定数量的太阳能集热器,用泵或其它方法使微细藻类培养物通过太阳能集热器进行流动,在太阳光的照射下由太阳能集热器通过吸附选择涂层将光能高效转变为热能并传导给微细藻类培养物后,不仅可以高效地提升微细藻类培养物的温度,而且可以降低在寒冷地区微细藻类的生产成本,具有非常重要和广泛的应用价值。

ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

- 1、 一种提升螺旋藻等微细藻类培养物温度的方法，其特征是在封闭式或敞开式培养微细藻类过程中，与微细藻类培养池、培养箱或培养管道串联、并联或串并联连接一定数量的太阳能集热器，通过泵或其它方法使微细藻类培养物在太阳光下从太阳能集热器中流过进行升温的方法。
- 2、 在权利要求第 1 项记载的方法中，太阳能集热器包括用铝-氮、铝或其它选择性吸收涂层的太阳能集热管、集热板或集热箱。
- 3、 在权利要求第 1 项记载的方法中，通过加大太阳能集热器的使用比例或者全部使用太阳能集热器对微细藻类培养基进行加热或进行高温灭菌的方法。
- 4、 通过太阳能集热器加热水体或其它任何液体后再通过热交换对微细藻类培养物进行加热并提升温度的方法。



说明书

太阳能集热器在微细藻类培养中的应用技术

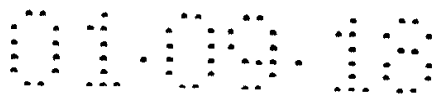
本发明专利申请涉及太阳能集热器在螺旋藻等微细藻类培养中的应用，属生物技术领域。

作为最简单的光合作用有机体，微细藻类又名单细胞藻类在地球上已经生存了 20 多亿年，是地球生命起源的先锋物种之一。微细藻类通过光合作用放出氧气为以后动物和人类的起源和发展奠定了物质基础。目前藻类在保健食品、医药和环境保护方面已得到了广泛的应用。

螺旋藻、小球藻和盐生杜氏藻是当前少数几种产业化生产的微细藻种，其中生产量最大的是螺旋藻。螺旋藻是由多细胞组成呈螺旋状不分枝的丝状体，因为螺旋藻比其它任何食物含有更丰富更均衡的优质蛋白、维生素、不饱和脂肪酸、 β -胡萝卜素和矿物质，被联合国粮农组织誉为人类 21 世纪的最佳保健食品。又由于螺旋藻具备抗癌抗辐射和提高人体免疫力等保健和药用功能，国内外在螺旋藻的商业化培养生产方面进行了大量的研究。

因为螺旋藻光合作用效率高生长快，藻体大并呈丝状易于采收，其最适生存环境 pH 高达 9 到 10，这样不易被其它生物污染，因此螺旋藻在国内外都有广泛的生产且产量正在日益增加。目前，螺旋藻的大规模生产主要有敞开水平池式培养和封闭式光生物反应器培养两种方式。当前我国南方地区的螺旋藻培养基本都采用敞开水平池式的培养方法，一般池深 10 到 30 厘米，面积在 500 到 5000 平方米之间，用桨板、空气喷射器或泵进行搅拌。尽管此种培养方法投资小，但主要存在以下几个方面的缺点：1、不能控制和保持螺旋藻生长的最适温度。2、由于蒸发和降雨等因素使培养液浓度不易控制。3、螺旋藻易受灰尘、昆虫和杂菌的污染，使生产的螺旋藻质量下降。4、光能和二氧化碳利用率低，藻生物量浓度低，收获成本高。针对敞开水平池式螺旋藻培养的不足，国内外纷纷在封闭式光生物反应器培养螺旋藻方面进行了大量研究，其中管道式光生物反应器的应用最普遍，其主体是一条由透明材料制成的管子，放置成不同的形式以便最充分地利用太阳光，螺旋藻液通过泵或空气喷射器在管道中循环流动。虽然封闭式培养方法具有培养效率高，培养条件易于控制，无二氧化碳丢失等优点，但在比较寒冷的地区如何有效提高并保持管道内螺旋藻生长的最适温度方面却无能为力。

螺旋藻最适生长温度为 28 到 30℃，最高生长温度甚至达到 40℃。由于螺旋藻比较喜好高温的特点，造成了目前我国螺旋藻的生产主要都集中在云南、广东



说明书

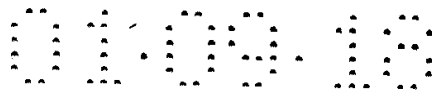
和福建等常年温度高的南方地区，而在北方地区由于常年温度较低而限制了螺旋藻的生产。虽然采用管道式培养在一定程度上能够对螺旋藻液进行温度控制，但在我国北方冬季要想大规模提高并保持螺旋藻生长的最适温度必然要消耗大量的电力或燃料等能源，这样就提高了螺旋藻的生产成本。因此如何高效提升螺旋藻培养物的温度，使我国北方地区在冬季仍然能够进行螺旋藻的生产是一个急待解决的科研难题。相对于我国南方地区来说，我国北方地区常年晴天的日数明显偏多，阳光充足，具有更好的外部太阳光光源条件，这是我国北方地区螺旋藻生产的优势。但在光线充足的条件下，低温已成为螺旋藻高效培养的严重限制因素。

随着科技的进步，以太阳能集热管为首的太阳能集热器已经问世，并在我国冬季解决人类洗澡和饮用热水方面发挥了重要的作用。以太阳能集热管为例，它由内外两个玻璃管组成，在内管外层有铝-氮或铝选择性涂层，在内外两层管中保持真空状态。太阳能集热管的突出优点是可以通过涂层将太阳光能非常高效地转变为热能。以太阳能集热管生产龙头企业清华阳光公司生产的晒乐牌全玻璃太阳能真空集热管的为例，在环境温度为 9.9℃ 时，可以将 11℃ 的水在 1 天内提升到 41℃，日提高水温 30℃。此外太阳能集热管还具备非常好的保温性能，在环境温度为 0℃ 下，初始 55℃ 的水经 36 小时后仍可达到 40℃。目前清华阳光公司已具备了年生产 700 万支集热管的能力，为节约化石燃料能源和防止污染方面做出了重要贡献，同时也为在我国北方地区冬季解决螺旋藻培养的温度限制问题提供了一条新的解决思路。

我国北方地区冬季虽然阳光充足，但温度低。如果在现有管道式培养螺旋藻的基础上，在管道中串联连接一定比例的太阳能集热管完全可以高效提升管道内螺旋藻培养物的温度，这无疑为解决低温限制问题的一条有效途径。在强光条件下，螺旋藻需要有相对较高的温度才能充分进行光合作用维持快速生长。而在太阳光充足的情况下，太阳能集热器能够更有效地提升螺旋藻培养物的温度，这正好适合了螺旋藻生长本身的生理生态特点。另外，利用太阳能集热器提高螺旋藻培养物的温度，不仅可以节约化石燃料能源并防止大气污染，而且因为太阳能集热管的使用寿命长达 15 年以上，这样可以大大降低螺旋藻的生产成本。

本发明的目的是提供一种利用太阳能集热器来直接加热螺旋藻等微细藻类培养物或液体培养基的方法和技术。

本发明的螺旋藻等微细藻类培养方法是：在封闭或敞开式培养螺旋藻等微细藻类过程中，与培养池、培养箱或培养管道串联或并联连接一定数量的太阳能集热器，通过采用泵或其它方法使微细藻类培养物从太阳能集热器中流过，这样可



说明书

以对微细藻类培养物或液体培养基进行加热并提升温度的方法和技术。

本发明的微细藻类培养过程如下：首先将太阳能集热器与封闭式培养罐和培养管道相串联连接，组建使微细藻类培养物可以在培养罐-太阳能集热器-培养管道进行闭合流动循环的封闭式微细藻类培养系统。在培养罐中加入以碳酸氢钠作为碳源、硝酸钠作为氮源，磷酸氢二钾作为磷源及包含多种微量元素组成的无机元素液体培养基并进行搅拌，同时用泵将培养液从培养罐中抽入到太阳能集热管和培养管道中进行闭合流动循环。接种一定数量的微细藻类后，在一定初始温度和 pH 的条件下进行微细藻类的培养。

在培养过程中，温度的控制非常重要，在室外温度低于 10℃ 时，可以串联连接较多数量的太阳能集热器，以便在太阳光照下较快地提升微细藻类培养物的温度。在室外温度在 20 到 30℃ 时，可以减少使用太阳能集热器的用量。因为微细藻类的培养周期为一周左右，在此期间室外气温的变化并不是非常剧烈，因此与管道串联一定比例的太阳能集热器可以较好地提高并保持微细藻类培养物生长的适宜温度。另外通过调整流入太阳能集热器的培养物的流量也可以调节培养物的温度。

在室外气温高达 35℃ 以上时，可以省去太阳能集热器，使培养罐直接与培养管道相连接进行闭合流动循环培养。在室外温度低于 0℃ 时，除加大太阳能集热器的使用量外，还可以在培养罐中采用电或燃料燃烧加热的方法对培养物进行温度的提升。

本发明的工作原理是：在太阳光照射下，太阳能集热器通过吸附选择涂层可以高效地将太阳光能转变为热能并传导给流过的微细藻类培养物使其升温，这样就有利于微细藻类在由透明材料组成的管道中进行更充分的光合作用，从而提高微细藻类的生长速度，同时还可以节省化石燃料，降低微细藻类的生产成本。

图 1 是本发明将太阳能集热器应用于微细藻类培养罐和培养管道闭合循环系统的工作状态示意图。

结合附图说明本发明的微细藻类培养过程如下：

图 1 中 1 为培养罐。2 为微细藻类培养物。3 为搅拌器。4 为温度计。5 为藻类培养物培养罐流出口。6 为藻类培养物培养罐流入口。7 为蠕动泵。8 为太

说明书

太阳能集热器。9 为由透明材料制成的培养管道。图 1 中培养罐 (1) 放在室内，而太阳能集热管 (8) 和培养管道 (9) 放在室外太阳光能够照射到的地方。

首先在培养罐中加入一定体积的液体培养基和接种一定数量的微细藻种。通过泵 (7) 将微细藻类培养物从培养罐流出口 (5) 中抽出并使其流过太阳能集热器 (8) 进行提升温度，然后流入培养管道 (9)，最后经培养罐流入口 (6) 返回到培养罐中。

本发明实施例如下：首先将一个放置在室内的 5 升玻璃培养罐、与放置室外的一支 1.29 升容积的太阳能集热管（规格：长 1200 mm，管壁内径 37 mm）和 5 支与太阳能集热管同样规格的玻璃管用橡胶管串联连接在一起并组成一个闭合循环系统。在培养罐中配制加入微细藻类液体培养基，培养基组成是每升去离子水包含碳酸氢钠 16.8 g、硝酸钠 2.5 g、磷酸氢二钾 0.5 g、氯化钠 1.0 g、硫酸镁 0.2 g、硫酸亚铁 0.01 g、硫酸钾 1.0 g、氯化钙 0.04 g、EDTA 0.08 g。培养基用 2 N 的氢氧化钠调到初始 pH 为 9.0 左右，培养物初始温度为 18℃，室内平均温度为 21℃，室外环境平均温度为 15℃左右时。开动搅拌器进行搅拌同时打开蠕动泵以 35 毫升/秒的流量使培养基在培养罐 - 太阳能集热管 - 培养管道中进行闭合流动循环，待系统流动稳定后向培养罐中加入 0.5 升螺旋藻液开始进行培养。在白天阳光充足的情况下，太阳能集热管会迅速将太阳光能转变为热能对螺旋藻培养物进行加热，仅在白天一天微细藻类培养物的最高温度可上升到 30℃。因为此封闭培养系统具有一定的保温性能，在夜晚无太阳光照下，螺旋藻培养物的温度也能保持在 22℃以上。用此培养系统进行培养，螺旋藻培养物的温度可以始终保持在 20 到 35℃之间，在 5 天左右螺旋藻就能够生长到 5 克干重/升以上，可以进行收获。

综上所述，本发明是一项将太阳能集热器应用于微细藻类培养的技术，通过太阳能集热器将太阳光能转变为热能对微细藻类培养物进行加热，可有效提高微细藻类培养物的温度，使微细藻类能够快速生长。不仅充分利用了太阳光转变成的热能，而且节约了用于对微细藻类培养物加热的电能和其它化石燃料，具有非常重要和广泛的应用价值。

说明书附图

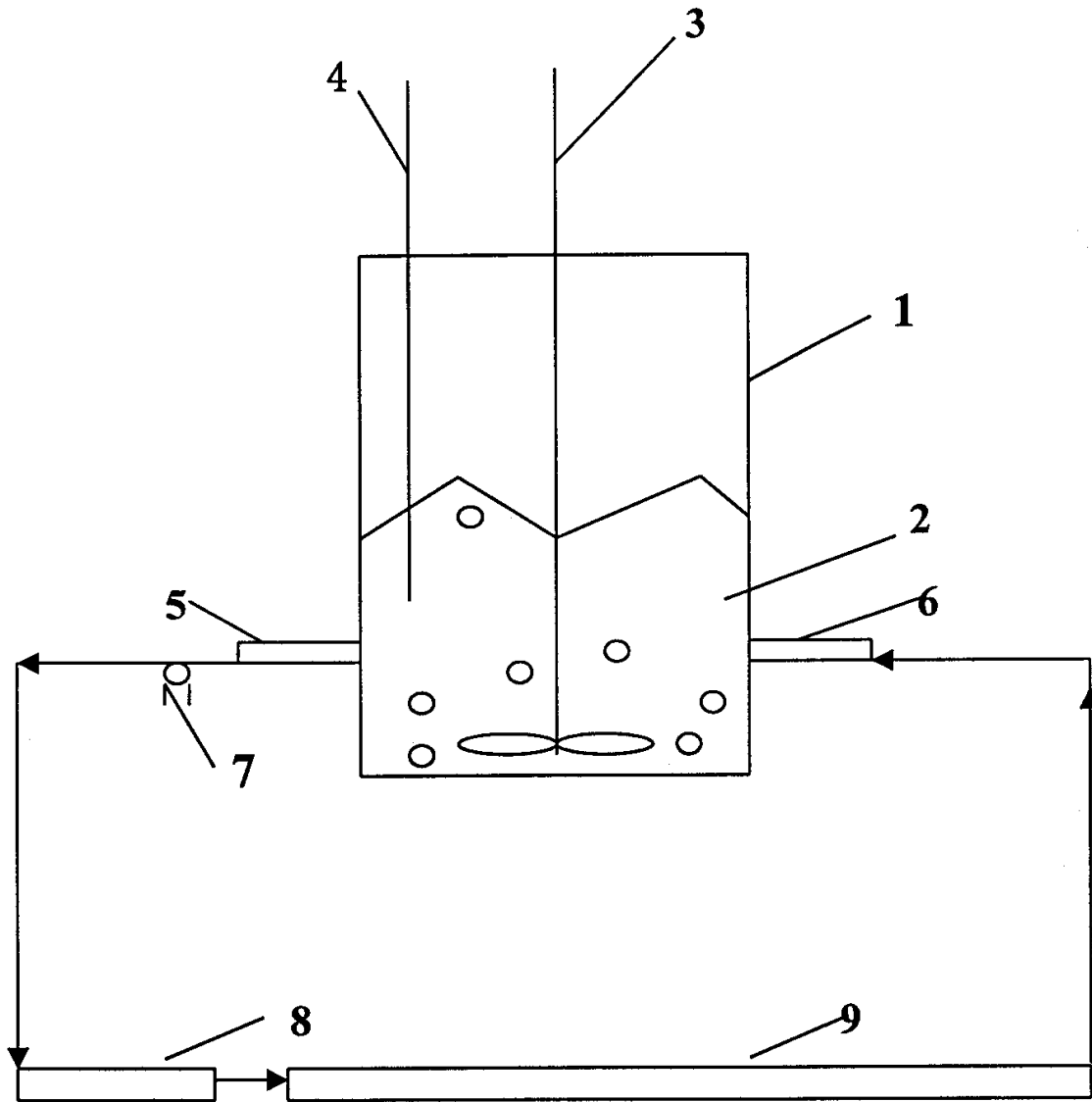


图 1