



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113106016 A

(43) 申请公布日 2021.07.13

(21) 申请号 202110524043.X

C12M 1/00 (2006.01)

(22) 申请日 2021.05.13

(71) 申请人 南京福喆未来食品研究院有限公司

地址 214000 江苏省南京市溧水区白马镇
白马大道111号

(72) 发明人 徐勇将 刘元法 尹世鹏

(74) 专利代理机构 哈尔滨市阳光惠远知识产权
代理有限公司 23211

代理人 彭素琴

(51) Int. Cl.

C12M 1/38 (2006.01)

C12M 1/36 (2006.01)

C12M 1/34 (2006.01)

C12M 1/04 (2006.01)

C12M 1/02 (2006.01)

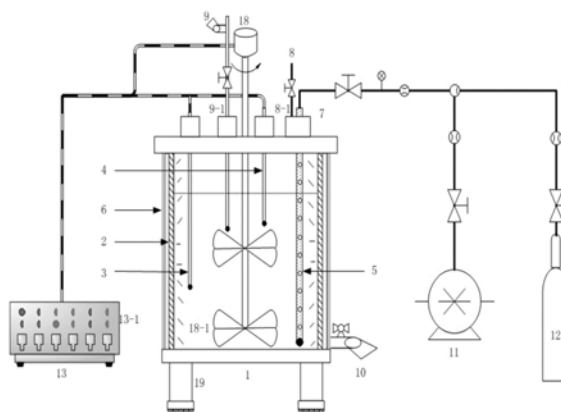
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种用于培养微藻的光合反应器发酵管

(57) 摘要

本发明公开了一种用于培养微藻的光合反应器发酵管,属于微藻培养技术领域。所述光合反应器发酵管包括发酵罐主体,所述发酵罐主体内壁设有LED灯,发酵罐主体内设有pH传感器、温度传感器和气体浓度传感器,发酵罐主体顶部设有进气口、进料孔和排气孔,所述进气口连通有空气压缩机和气瓶,所述排气孔连通有排气口,进料孔连接有进料口;发酵罐主体的侧壁设有出液口;所述发酵罐主体的外侧包裹有温度调节器。本发明可以通过控制单因子变量,以温度、pH值、气体浓度、不同营养物质等条件,培育筛选目标产物的优良的藻种,并且发酵效率高,排料效果高,结构简单,使用方便。



1. 一种用于培养微藻的光合反应器发酵管,其特征在于,包括发酵罐主体,所述发酵罐主体内壁设有LED灯,发酵罐主体内设有pH传感器、温度传感器和气体浓度传感器,发酵罐主体顶部设有进气口、进料孔和排气孔,所述进气口连通有空气压缩机和气瓶,所述排气孔连通有排气口,进料孔连接有进料口;发酵罐主体的侧壁设有出液口;所述发酵罐主体的外侧包裹有温度调节器;发酵罐主体的顶部还固定安装有旋转电机,所述旋转电机通过不锈钢金属管导入发酵罐主体的内部,所述不锈钢金属管固定有四叶片型扇叶;发酵罐主体连接有主控制机,所述主控制机与LED灯、pH值传感器、温度传感器、气体浓度传感器、温度调节板和旋转电机连通。

2. 根据权利要求1所述的用于培养微藻的光合反应器发酵管,其特征在于,所述进气口与空气压缩机之间设有单向阀门,进料孔与进料口之间设有单向阀门,排气孔与排气口之间设有单向阀门,出液口与发酵罐主体之间设有单向阀门。

3. 根据权利要求2所述的用于培养微藻的光合反应器发酵管,其特征在于,所述发酵罐主体的内壁不透明,发酵罐主体的形状为圆筒、立方体或球体。

4. 根据权利要求3所述的用于培养微藻的光合反应器发酵管,其特征在于,所述空气压缩机连通有空气流量计,气瓶连通有气体流量计。

5. 根据权利要求4所述的用于培养微藻的光合反应器发酵管,其特征在于,所述空气流量计和气体流量计均连通有混合气流量器,所述混合气流量器连通有混合气流量计,所述混合气流量计与进气口连通。

6. 根据权利要求5所述的用于培养微藻的光合反应器发酵管,其特征在于,所述LED灯发出白色、红色、黄色、绿色和蓝色光线,LED灯光的强弱为 $1.0\text{Klx} \sim 10.0\text{Klx}$,所述LED灯光的频率为 $1\text{Hz} \sim 30\text{Hz}$ 。

7. 根据权利要求6所述的用于培养微藻的光合反应器发酵管,其特征在于,所述不锈钢金属管开有若干个曝气口,所述曝气口中固定安装曝气头。

8. 根据权利要求7所述的用于培养微藻的光合反应器发酵管,其特征在于,所述发酵罐主体的底部设有支撑腿,所述支撑腿远离发酵罐本体的一端均固定安装有支撑座,所述支撑座的下表面均设置有至少一个防滑凸起。

一种用于培养微藻的光合反应器发酵管

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于培养微藻的光合反应器发酵管,属于微藻培养技术领域。

背景技术

[0002] 随着全球环境污染加剧、气候持续变化、人口不断增长与资源面临枯竭,如何保障安全、营养和可持续的食品供给面临巨大挑战。这些挑战对未来食品供给方式和功能提出了新的要求。利用细胞工厂制造替代传统食品获取方式,建立可持续的食品制造新模式,将大幅降低食品生产对资源和能源的需求,减少温室气体的排放,并且提升食品生产与制造的可控性,有效避免潜在的食品安全风险和健康风险。微藻是未利用的资源之一,因其在可持续工业、可持续农业和生态经济等全球可持续发展倡议中的重要作用而被视为有前途和强大的细胞工厂,特别是作为各种天然代谢物(蛋白质、脂类、燃料、生物化学活性、色素等)的可再生资源,受到巨大关注。微藻被认为比其他类型的植物与有机资源更适合生产各种生物色素,具有以下特点:1)微藻可在非耕地上种植培养,避免了与农业用地的竞争;2)微藻的生命周期短,细胞结构与组织简单,便于根据需要进行操作和调控;3)微藻可在不同的条件下全时段生长和培养,利于进行大规模生产以提高它们的收获能力。因此,培育与筛选高产高效的微藻品种及筛选优良藻种在环境、能游方面具有极其重要的意义。

[0003] 利用发酵罐培育微藻是典型的利用细胞工厂技术,以获得丰富的资源。现有的发酵罐主体在使用的过程中发酵效率较慢,易出现微藻品质较差,利用率较低等情况,并且结构复杂,设备成本高。

发明内容

[0004] 本发明的目的是克服现有技术的不足,提供一种用于培养微藻的光合反应器发酵管,该发酵罐主体可以通过控制单因子变量,以温度、pH值、气体浓度、不同营养物质等条件,培育筛选目标产物的优良的藻种,并且发酵效率高,排料效果高,结构简单,使用方便,使用成本低。

[0005] 本发明提供了一种用于培养微藻的光合反应器发酵管,包括发酵罐主体,所述发酵罐主体内壁设有LED灯,发酵罐主体内设有pH传感器、温度传感器和气体浓度传感器,发酵罐主体顶部设有进气口、进料孔和排气孔,所述进气口连通有空气压缩机和气瓶,所述排气孔连通有排气口,进料孔连接有进料口;发酵罐主体的侧壁设有出液口;所述发酵罐主体的外侧包裹有温度调节器;发酵罐主体的顶部还固定安装有旋转电机,所述旋转电机通过不锈钢金属管导入发酵罐主体的内部,所述不锈钢金属管固定有四叶片型扇叶;发酵罐主体连接有主控制机,所述主控制机与LED灯、pH值传感器、温度传感器、气体浓度传感器、温度调节板和旋转电机连通。

[0006] 本发明的一种实施方式中,所述进气口与空气压缩机之间设有单向阀门,进料孔与进料口之间设有单向阀门,排气孔与排气口之间设有单向阀门,出液口与发酵罐主体之间设有单向阀门。

[0007] 本发明的一种实施方式中,所述发酵罐主体的内壁不透明,发酵罐主体的形状为圆筒、立方体或球体。

[0008] 本发明的一种实施方式中,所述空气压缩机连通有空气流量计,气瓶连通有气体流量计。

[0009] 本发明的一种实施方式中,所述空气流量计和气体流量计均连通有混合气流量器,所述混合气流量器连通有混合气流量计,所述混合气流量计与进气口连通。

[0010] 本发明的一种实施方式中,所述LED灯发出白色、红色、黄色、绿色和蓝色光线,LED灯光的强弱为1.0Klx~10.0Klx,所述LED灯光的频率为1Hz~30Hz。

[0011] 本发明的一种实施方式中,所述不锈钢金属管开有若干个曝气口,所述曝气口中固定安装曝气头。

[0012] 本发明的一种实施方式中,所述发酵罐主体的底部设有支撑腿,所述支撑腿远离发酵罐本体的一端均固定安装有支撑座,所述支撑座的下表面均设置有至少一个防滑凸起。

[0013] 有益效果

[0014] 1.本发明发酵罐主体通过设置曝气管、曝气头和空气压缩机,使该发酵罐主体在进行发酵的过程中,能够通过空气压缩机和曝气管对发酵罐本体内的培养液进行曝气,使藻类接触所需气体的更加彻底,提高了发酵效率。

[0015] 2.本发明发酵罐主体通过设置加热组件、温度传感器和主控制机控制器,控制发酵罐中的温度,从而能够使微藻以合适的温度进行彻底的培育。

[0016] 3.本发明发酵罐主体通过设置旋转电机和转页,使该发酵罐主体中的微藻能够通过旋转电机的转动,更好的接触培养液与光源进行充分的光合作用,同时带动微藻培养液,快速的从出液口排出,避免了发酵后的原料堵塞出液口的情况,提高了排料效率。

[0017] 4.本发明发酵罐主体通过控制单因子变量,以温度、pH值、气体浓度、不同营养物质等条件,培育筛选最佳条件的目标产物的优良的藻种。

附图说明

[0018] 图1为本发明用于培养微藻的光合反应器发酵管的结构示意图。

[0019] 其中:1、发酵罐主体;2、LED灯;3、pH传感器;4、温度传感器;5、气体浓度传感器;6、温度调节板;7、进气口;8、排气口;9、进料口;9-1、进料孔;10、出液口;11、空气压缩机;12、气瓶;13、主控制机;13-1、操作界面;18、旋转电机;18-1、四叶片型扇叶;19、支撑腿。

具体实施方式

[0020] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,以下结合具体实施例,并参照附图,对本发明进一步详细说明。其中相同的零部件用相同的附图标记表示。需要说明的是,下面描述中使用的词语“前”、“后”、“左”、“右”、“上”和“下”指的是附图中的方向。使用的词语“内”和“外”分别指的是朝向或远离特定部件几何中心的方向。

[0021] 实施例1

[0022] 一种用于培养微藻的光合反应器发酵管,如图1所示,包括发酵罐主体1、LED灯2、pH值传感器3、温度传感器4、气体浓度传感器5、温度调节板6、空气压缩机11、气瓶12和主控

制机13,所述发酵罐主体1用于盛装进行光合作用的微藻,所述发酵罐主体1的内壁设有LED灯2,发酵罐主体1内的微藻可以接收到LED灯2发出的光线。所述发酵罐主体1的内壁为不透明设计,发酵罐主体1的形状优选为圆筒状,尺寸大小可以是:高50cm、直径24cm、体积20L,当然也可以是其他形状的发醇罐,只要能满足本发明实施例所要达到的技术效果即可。所述LED灯2具有完全防水功能,可一直在液体中正常工作。

[0023] 所述发酵罐主体1顶部开设有进气口7,所述进气口7向外连接有管道,进气口7通过管道连通有空气压缩机11和气瓶12。所述空气压缩机11用于将压缩后的空气输入至发酵罐主体1的内部,供微藻生长使用;所述气瓶12用于将内部存储的气体输入至发酵罐主体1的内部,供微藻生长使用。所述空气压缩机11与连通有空气流量计,气瓶12连通有气体流量计,所述空气流量计和气体流量计均连通有混合气流量器,所述混合气流量器连通有混合气流量计,所述混合气流量计与进气口7连通,此种设计用于对输入至发酵罐主体1的空气和气体的气体量进行控制。

[0024] 所述进气口7向发酵罐主体1内连接有进气管,所述进气管可以保证发酵罐主体1内的微藻能够充分接触通入的气体,所述进气管可以伸至发酵罐主体1的底部,也可以是其他形式,只要能达到本申请所要达到的技术效果即可。

[0025] 所述进料孔9-1向发酵罐主体1内连接有进料管,进料孔9-1向发酵罐主体1外连接有管道,所述管道的另一端设有进料口9,通过进料口9,将要培养筛选的微藻种子液接种于发酵罐主体1内,或其它营养物质投放于发酵罐主体1内。

[0026] 所述发酵罐主体1还设有排气孔8-1和出液口10,所述排气孔8-1向外连接有管道、阀门和排气口8,通过管道与阀门控制通过排气口8向外排出气体,对于排气孔8-1的大小、个数本实施例中不作限定,只要能满足本申请实施例的需要即可。所述出液口10的流速大小通过与出液口10连接的阀门控制,出液口10的大小和形式本实施例中也不作限定,只要能通过出液口10取出培育筛选的藻种即可。本实施例中优选将进气口7、排气系统排气口8、排气孔8-1和进料系统进料口9、进料孔9-1均设置于发酵罐主体1的顶部,且均有阀门控制开关。

[0027] 所述发酵罐主体1内设有pH值传感器3、温度传感器4、气体浓度传感器5和四叶片型扇叶18-1,以检测发酵罐主体1内部的pH值和温度。为了有效的检测发酵罐主体1内部装有的培养液和藻种的pH值和温度,优选将pH值传感器3和温度传感器4伸入培养液和藻种的培养液中,所述发酵罐主体的顶部还固定安装有旋转电机18,所述旋转电机18通过不锈钢金属管导入发酵罐主体1的内部,所述不锈钢金属管固定有四叶片型扇叶18-1,所述不锈钢金属管开有若干个曝气口,所述曝气口中固定安装曝气头,所述曝气头将所述气体均匀喷射到发酵罐中。

[0028] 所述温度调节板6包裹于发酵罐主体1的外侧,可以通过调节温度调节板6,例如加热或冷凝,从而实现调节发酵罐主体1内部盛装的培养液和藻种的温度。

[0029] 所述LED灯2是为发酵罐主体1藻种生长提供光源的装置,本实施例的LED灯优选为新型LED可控灯,可调至白色、红色、黄色、绿色和蓝色等多种颜色,可调至1.0Klx到10.0Klx范围内多种强弱,也调至1Hz到30Hz范围内多种频率,以便充分更加适应微藻培育。

[0030] 所述发酵罐主体1连接有主控制机13,所述主控制机13与LED灯2、pH值传感器3、温度传感器4、气体浓度传感器5、温度调节板6和气体搅拌转机18均通电连接,并将电线至于

排线架中,以控制LED灯2提供光源、pH值传感器3测试pH值、气体浓度传感器5测定浓度、温度传感器4测量温度、温度调节板6加热或冷凝、搅拌转机18转速。主控制机13的控制装置还可以与空气流量计、气体流量计、混合气流量器以及混合气流量计通电连接,并将电线至于排线架中,通过控制空气流量计、气体流量计、混合气流量器以及混合气流量计实现对通入发酵罐主体1的气体量的控制。在主控制机13上设置有操作界面13-1,通过开启与关闭操作界面13-1以显示pH值、温度等信息。

[0031] 所述发酵罐主体的底部设有支撑腿19,所述支撑腿远离发酵罐本体的一端均固定安装有支撑座,所述支撑座的下表面均设置有至少一个防滑凸起。

[0032] 在上述实施例的基础上,本申请实施例中还可以将多种微藻培育所需要的营养物质,从进样口9,并控制阀门开关进行投放。

[0033] 本发明的工作原理:该发酵罐在使用时,首先通过进料口9往发酵罐本体1内加入培养液,之后启动发光组件2、空气压缩机11、温度控制板6和旋转电机18,在进行培养的过程中,能够通过空气压缩机11、气瓶和曝气系统对发酵罐本体内的培养液进行曝气,使培养液的营养分布均衡,微藻充分接触各种培育条件,提高了发酵效率,通过加热板与温控系统为发酵罐本体提供适宜的温度,使发酵更加彻底。另一方面,培育过程中产生的废气与多余气体,能够通过排气口8排出,在培育的过程中,以合适的转速启动旋转电机18,使微藻更好的接触培养液与光源进行充分的光合作用。而在收集微藻使,旋转电机18充分带动培养液与微藻排出,避免堵塞出液口10的情况,提高了排料效率。

[0034] 本实施例提供的用于培养微藻的光合反应器发酵管可以通过控制单因子变量,以温度、pH值、气体浓度、光照条件、营养因素等条件,培育筛选最佳条件的目标产物的优良的藻种,其目标产物,包含且不局限于蛋白质、色素、脂肪、碳水化合物、氨基酸等功能性物质。

[0035] 实施例2

[0036] 本实施例应用实施例1提出的光合反应器发酵罐培养螺旋藻,螺旋藻是一种生长速度快、逆境耐受性强、功能性物质含量高等特性藻种,是生物固碳研究中常用的藻种,本实施例的螺旋藻选用顿顶螺旋藻(*Spirulina dunnii*),以顿顶螺旋藻为例,优化培养条件,提高藻胆蛋白的产量;培养螺旋藻具体包括如下步骤:

[0037] 步骤一:温度优化

[0038] 将螺旋藻种子液接种于发酵罐主体中,初始细胞密度控制在 1.2×10^6 /mL范围内,控制pH在8左右范围内,通入空气,控制DO值(溶氧量)在30%~50%范围内,以5℃为间隔,设置20℃、25℃、30℃、35℃、40℃为温度梯度,培养9天,通过测定螺旋藻的细胞密度、干重、藻胆蛋白含量等参数,获得最适培养温度。

[0039] 步骤二:pH值优化

[0040] 采用单因子试验方法,同温度优化所述,初始细胞密度控制在 1.2×10^6 /mL范围内,控制温度为30℃,通入空气,控制DO值(溶氧量)在30%~50%范围内,初始培养pH值为6、7、8、9、10,利用pH值传感器,检测培养9天的pH值变化,获得藻胆蛋白含量最大的初始pH值。

[0041] 步骤三:自养-异养培养

[0042] 将螺旋藻种子液接种于发酵罐主体中,初始细胞密度为 1.2×10^6 /mL,以自养培养为对照,在自养培养1天后,加入葡萄糖,异养培养3-5天,观察细胞大小,细胞密度、干重及

藻胆蛋白含量等参数变化,自养-异养培养的螺旋藻与自养螺旋藻比较,发现细胞体积变大,细胞密度增多等现象。

[0043] 步骤四:固碳效率优化

[0044] 将螺旋藻种子液接种于发酵罐主体中,初始细胞密度为 $1.2 \times 10^6/\text{mL}$,控制pH在8左右范围内,通入空气和二氧化碳,以通入空气为对照,设置通入二氧化碳的浓度为10%、20%、30%、40%、50%、100%,控制DO值(溶氧量)在30%~50%范围内,培养9天后,计算固碳率、细胞密度、干重及藻胆蛋白含量指标,获得高产量藻胆蛋白的二氧化碳浓度。

[0045] 实施例3

[0046] 本实施本实施例应用实施例1提出的光合反应器发酵罐培养菱形藻,本实施例中的菱形藻(*Nitzschia laevis*)选自UTEX 2047美国德克萨斯州奥斯汀市德克萨斯大学藻类培养库,采用的培养基为LDM培养基,成分比例为1g胰蛋白胨、892mL人工海水、100mL Bristol溶液、6mL PIV金属溶液、1mL生物素储备溶液($25.0 \times 10^{-5}\text{g/L}$)和1mL维生素B12($15.0 \times 10^{-5}\text{g/L}$)组成,所有发酵培养基均添加120mg/L $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 、0.68g/L NaNO_3 和5g/L葡萄糖,培养菱形藻具体包括以下步骤:

[0047] S1.将培养基调节至pH 8.5,并在121℃下高压灭菌20分钟。将细胞悬浮液以3000g离心5分钟,并用蒸馏水洗涤细胞颗粒两次,然后转移到发酵罐主体中,发酵罐中含有新鲜LDM培养基。将预先灭菌的葡萄糖储备液添加到最终浓度为5g/L的培养基中。将细胞培养物在23℃下以150rpm的转速振荡培养。混合营养培养物用LED灯持续照明,而异养培养物保持在黑暗中。

[0048] S2.在初始光照强度分别为0、10、20、40和 $60\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 的发酵罐中评估光照强度对细胞生长和岩藻黄素含量的影响。然后,用白色光、蓝色光和两者的混合光(1:1的比例)来评估它们对细胞生长和色素生物合成的影响。用混合光在光生物反应器发酵罐中刺激,异养细胞24小时。

[0049] 通过改变单因子条件,找到岩藻黄素含量高的最佳光照条件及藻细胞培养条件。

[0050] 尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,对于本领域的技术人员来说,其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同更换,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改,等同替换,改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

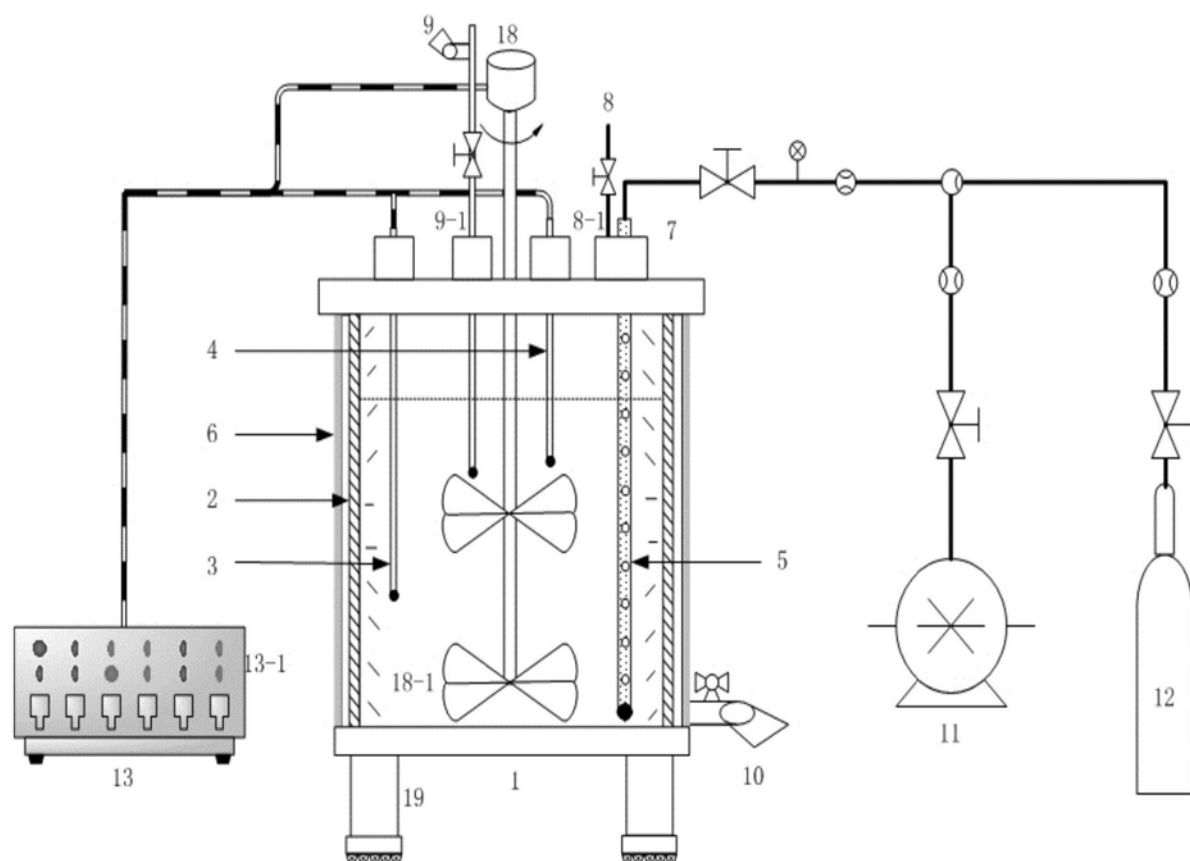


图1