



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)**
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11) 
2-0002111

(51)⁷ **C12M 1/36, 3/00, C12N 1/12, C12P**
1/00, 7/00, C12R 1/89

(13) **Y**

(21) 2-2019-00240

(22) 21.04.2016

(67) 1-2016-01427

(45) 25.09.2019 378

(43) 25.10.2017 355

(73) 1. **TRẦN ĐĂNG KHOA (VN)**

Số 37/61, phố Phạm Tuấn Tài, phường Cổ Nhuế 1, quận Bắc Từ Liêm, thành phố Hà Nội

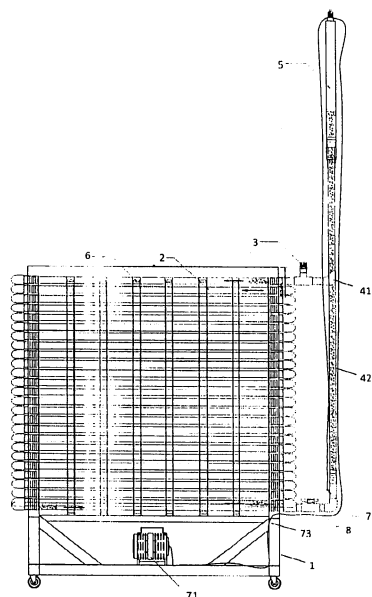
2. **NGUYỄN THỊ HOÀI HÀ (VN)**

Viện Vi sinh vật và Công nghệ Sinh học, Đại học Quốc gia Hà Nội - 144 Xuân Thủy, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

(72) **Trần Đăng Khoa (VN), Dương Văn Hợp (VN), Nguyễn Đình Tuấn (VN), Phạm Thị Bích Đào (VN), Đào Thị Lương (VN)**

(54) **THIẾT BỊ PHẢN ỨNG QUANG SINH HỌC VÀ QUY TRÌNH NUÔI TRỒNG VI
TẢO SPIRULINA PLATENSIS BẰNG THIẾT BỊ NÀY**

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến thiết bị phản ứng quang sinh học để nuôi trồng vi tảo *Spirulina platensis*, trong đó thiết bị này bao gồm giá đỡ (1) để đỡ hệ ống nuôi trồng vi tảo (2) có bộ phận nạp liệu (3) nối với cột hạ dẫn lỏng (41) nối thông bộ phận tách khí lỏng (5) gắn phía trên cột khí nâng (42) và hệ thống đèn chiếu sáng (6) cùng bộ phận cấp khí (7). Hệ thống theo giải pháp hữu ích được tối ưu cho phép nuôi trồng vi tảo *Spirulina platensis* với lượng sinh khối thu được đạt 6,48 g/l môi trường. Ngoài ra, giải pháp hữu ích cũng đề cập đến quy trình nuôi trồng vi tảo *Spirulina platensis* bằng thiết bị phản ứng quang sinh học theo giải pháp hữu ích.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích thuộc lĩnh vực công nghệ vi sinh, cụ thể là giải pháp hữu ích đề cập đến thiết bị phản ứng quang sinh học và quy trình nuôi trồng vi tảo *Spirulina platensis* bằng thiết bị này.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Vi tảo được biết đến như một nguồn thực phẩm chức năng quan trọng cho con người và động vật nuôi đồng thời là nguồn phân bón, đóng vai trò quan trọng trong việc bảo vệ môi trường, cố định CO₂. Vi tảo có thể sản xuất nhiều hợp chất hoạt tính sinh học có khả năng kháng nấm, kháng khuẩn, các hợp chất có giá trị cao như carotenoit và các phycobiliprotein bổ sung dinh dưỡng cho người và động vật. Ngoài ra vi tảo còn tích lũy lượng dầu cao có thể sử dụng cho sản xuất diesel sinh học.

Có nhiều loại vi tảo, chúng chủ yếu phát triển và sinh trưởng bằng cách quang hợp nhờ ánh sáng mặt trời và khí CO₂ hòa tan trong nước. Việc nuôi cấy vi tảo, ví dụ, tảo *Spirulina platensis* cần có diện tích thu nhận ánh sáng lớn, chiều sâu lớp nước chứa các chất dinh dưỡng cho tảo không được quá sâu để có thể cung cấp đủ ánh sáng cho tảo quang hợp. Các thiết bị nuôi thường là dạng bể có bố trí bộ phận khuấy để tảo nhận được đủ ánh sáng. Ngoài ra, nhiệt độ để tảo phát triển tốt, đối với *Spirulina platensis* là 35 đến 38 °C.

Đã có nhiều cải tiến nhằm nuôi vi tảo với hiệu suất cao, giảm được diện tích sử dụng. Theo đó, hiện có ba loại thiết bị để nuôi tảo là thiết bị hở (cánh đồng tảo), thiết bị kín (dạng chai, ống, tấm thủy tinh) và thiết bị bán kín (có mái che hay nhà kính).

Đối với thiết bị dạng hở và dạng bán kín, thiết bị thường là dạng bể có chiều sâu lớp nước thường nằm trong khoảng từ 20 đến 25 cm, trong đó có bố trí cánh khuấy tuần hoàn. Loại thiết bị này tuy đơn giản, vốn đầu tư thấp, nhưng tổn diện tích đất canh tác, dễ bị tạp nhiễm khó sản xuất được sản phẩm sạch. Đặc biệt dùng thiết bị hở sẽ bị ảnh hưởng của thời tiết do mưa nên cần có mái che, hay lồng kính sẽ làm tăng chi phí.

Đối với thiết bị kín dạng tấm, dạng chai, dạng ống, sẽ tránh được mưa, tạp nhiễm và cần có diện tích xây dựng nhỏ hơn khi xếp chồng lên nhau. Nhưng khó khuấy tuần hoàn môi trường, khó lắp ghép để có thể nuôi với quy mô lớn đối với các vật liệu bằng thủy tinh, nhựa trong suốt.

Tùy thuộc vào đặc tính sinh học của từng loài vi tảo, nhu cầu sử dụng sinh khối mà cần có thiết bị nuôi trồng phù hợp, có khả năng tăng được hiệu suất cũng như khả năng dễ dàng vận hành thiết bị. Các ao mở thường đơn giản và giá thành xây dựng rẻ, nhưng lại dễ bị ảnh hưởng bởi các loài vi sinh, các nguồn tạp nhiễm và dễ bị mất nước do quá trình bay hơi, đồng thời ao mở không phải là kinh tế nếu tính toán dựa trên lượng sản xuất sinh khối. Các thiết bị kín thường gặp ít rủi ro về tạp nhiễm và mất nước hơn, kiểm soát tốt hơn những yếu tố ảnh hưởng lên sự sinh trưởng của vi tảo, nhưng vẫn tồn tại nhược điểm như chi phí vận hành, duy trì và hoạt động cao.

Thiết bị phản ứng quang sinh học dạng kín với các ống quang hợp trong suốt đã được phát triển, tuy nhiên, có một hạn chế của các thiết bị này đó là khả năng tạp nhiễm lớn, và đặc biệt trong quá trình vận hành thiết bị, có một lượng oxy lớn được tảo sử dụng, và môi trường trở nên thiếu CO₂ cho tảo, đồng thời việc phát sinh khí chính là một nguyên nhân gây tạp nhiễm. Ngoài ra, tốc độ dịch chuyển sinh khối ảnh hưởng lớn đến khả năng phát triển của vi tảo.

Đã biết có một số công bố đề cập đến phương pháp nuôi trồng vi tảo. CN 102925359 đã đề cập đến quy trình nuôi trồng vi tảo, cụ thể là vi tảo *Spirulina platensis*, *Spirulina maxima* để thu được các loại vi tảo biển giàu dinh dưỡng. KR 20110111150 đã đề cập đến việc nuôi trồng tảo *Spirulina* để giảm lượng CO₂. US 2003/017558 A1 đề cập đến phương pháp nuôi trồng vi tảo *Spirulina* để sản xuất axit béo giàu sinh khối. Thiết bị nuôi trồng vi tảo cũng đã được phát triển trên cơ sở ống nuôi cấy cũng đã được phát triển, tuy nhiên, hiệu suất nuôi trồng tảo không được cao.

Tại Việt Nam đã có một số nghiên cứu về thiết bị phản ứng quang sinh học và phương pháp nuôi vi tảo làm thực phẩm chức năng. Đơn đăng ký cấp bằng độc quyền sáng chế số 1-2010-02124 đề cập đến thiết bị phản ứng quang sinh và phương pháp vận hành thiết bị này. Cụ thể, giải pháp hữu ích đề cập đến thiết bị phản ứng quang sinh kín để nuôi cấy các vi sinh vật quang dưỡng bao gồm chất lỏng nuôi cấy và được bao quanh hoàn toàn/một phần bởi nước của vùng chứa nước có sự chênh lệch tỷ trọng

giữa chất lỏng nuôi cấy và nước bao quanh. Đơn đăng ký cấp bằng độc quyền sáng chế số 1-2004-00655 đề cập đến phương pháp phân lập và giữ giống vi tảo xoắn *Spirulina* từ quần thể vi tảo xoắn đã bị nhiễm tảo lạ, vi khuẩn và động vật phù du để sản xuất kinh khối tảo giàu dinh dưỡng cho người và động vật. Phương pháp này dựa vào tính chuyển động hướng quang của vi tảo. Đơn đăng ký cấp bằng độc quyền giải pháp hữu ích 2-2012-00178 đề cập đến thiết bị bể phản ứng quang sinh kín dạng ống để nuôi một số loài vi tảo biển giàu dinh dưỡng bảo đảm chất lượng, năng suất cao bao gồm một khung sắt hình hộp chữ nhật đỡ các dãy ống nhựa acrylic ϕ 50 mm được đặt song song nghiêng 15-20 độ so với phương ngang, lắp cố định trên khung sắt bởi các tai đỡ có gắn các đai ốp. Các ống acrylic ở hai dãy được nối với nhau bằng các đoạn ống nhựa PVC ϕ 50 mm trong suốt với lõi kẽm xoắn bên trong, dạng chữ U tạo thành thiết bị ống nối kín và liên tục, đoạn giữa của ống nhựa nối cũng được cố định bởi tai đỡ có gắn các đai ốp trên khung sắt. Thiết bị này được nối với bộ phận chứa dịch tảo có thể tích 21 lít và nối với máy sục khí để cấp khí tại 3 điểm khác nhau của thiết bị.

Tuy nhiên, các thiết bị và quy trình nêu trên có hạn chế là dễ bị nhiễm khuẩn, tảo chậm phát triển. Do đó, cần có thiết bị và phản ứng quang sinh học và quy trình nuôi trồng vi tảo cho hiệu suất cao, giảm được khả năng tạp nhiễm môi trường trong quá trình nuôi cấy đồng thời giảm được chi phí sản xuất.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Giải pháp hữu ích nhằm khắc phục các vấn đề kỹ thuật nêu trên, cụ thể là giải pháp hữu ích đề cập đến thiết bị phản ứng quang sinh học để nuôi trồng vi tảo *Spirulina platensis* và quy trình nuôi trồng vi tảo *Spirulina platensis* bằng thiết bị phản ứng quang sinh học này.

Theo khía cạnh thứ nhất, giải pháp hữu ích đề cập đến thiết bị phản ứng quang sinh học để nuôi trồng vi tảo *Spirulina platensis*, trong đó thiết bị này bao gồm giá đỡ để đỡ hệ ống nuôi trồng vi tảo có bộ phận nạp liệu gắn với cột khí nâng có bộ phận tách khí và hệ thống đèn chiếu sáng cùng bộ phận cấp khí, trong đó thiết bị này khác biệt ở chỗ:

- giá đỡ có khung hình chữ nhật có kích thước 1,25x0,5x1,5m bên dưới có gắn bánh xe để dễ dàng di chuyển, trên giá đỡ có bố trí các thanh đỡ để gắn hệ ống nuôi trồng vi tảo và hệ thống đèn chiếu sáng tạo nên một khối;

- hệ ống nuôi trồng vi tảo bao gồm hai hàng cách nhau 6,5cm, mỗi hàng 25 ống thủy tinh song song nghiêng từ 15-20 độ so với phương ngang có đường kính 32 cm được nối thông với nhau bởi các đầu nối chữ U tạo kết cấu dạng xoắn lò xo nghiêng, đầu hở phía trên được nối với bộ phận nạp liệu và nối thông với cột hạ dẫn lỏng từ bộ phận tách khí lỏng vào hệ thống ống nuôi, đầu hở phía dưới được nối với van xả dạng chữ T và nối thông với đáy cột khí nâng đẩy dịch nuôi lên bộ phận tách khí lỏng tạo kết cấu khép kín;

- bộ phận nạp liệu được bố trí ngang bằng hoặc cao hơn ống thủy tinh trên cùng nối thông giữa hệ ống nuôi trồng vi tảo với cột hạ dẫn lỏng từ bộ phận tách khí lỏng sao cho có thể cấp dung dịch nuôi cấy và tảo giống trước khi tiến hành nuôi trồng, bộ phận này có van đóng kín trong quá trình nuôi trồng để tránh tạp nhiễm;

- cột khí nâng là một ống thủy tinh đường kính 3,2cm được bố trí thẳng đứng có chiều dài lớn hơn chiều cao của hệ ống nuôi trồng vi tảo, một đầu được nối với van xả thông với đầu phía dưới của hệ ống nuôi trồng vi tảo, một đầu được nối với bộ phận tách khí lỏng, cột hạ dẫn lỏng từ bộ phận tách khí lỏng là một ống thủy tinh đường kính 3,2 cm nối với bộ phận nạp liệu thông với đầu phía trên của hệ ống nuôi trồng vi tảo;

- bộ phận tách khí lỏng là một hộp rỗng kích thước 20x50x68 cm được gắn phía trên cột khí nâng có kích thước 20x50x68 cm, phía trên có bố trí van một chiều để xả khí ra ngoài môi trường, hạn chế việc tạp nhiễm của vi sinh vật vào môi trường nuôi cấy;

- hệ thống đèn chiếu sáng là các bóng đèn có công suất 18-36W với cường độ chiếu sáng từ 30-50 μ E/m²/s được gắn lên phía trong của giá đỡ và nằm giữa hai hàng ống của hệ ống nuôi trồng vi tảo sao cho khi chiếu sáng, hệ ống nuôi trồng vi tảo nhận được lượng ánh sáng lớn nhất;

- bộ phận cấp khí bao gồm bơm để cấp khí vào van cấp khí gắn bên trong và cách đầu dưới của cột khí nâng 5cm thông qua dây dẫn khí để tách khí oxy hòa tan và đẩy dung dịch nuôi cấy tuần hoàn trong hệ ống nuôi trồng vi tảo bởi cột khí nâng trong quá trình nuôi cấy;

theo đó, khi nuôi trồng vi tảo, môi trường nuôi cấy và giống vi tảo *Spirulina platensis* được cấp qua bộ phận nạp liệu, bơm cấp khí liên tục vào phía dưới cột khí

nâng qua van cấp khí bởi ống dẫn khí giúp dung dịch trong hệ ống nuôi trồng vi tảo được dịch chuyển tuần hoàn trong thiết bị phản ứng quang sinh học, phần khí thoát ra qua bộ phận tách khí lỏng qua van thoát khí ra ngoài, sau quá trình nuôi trồng, mở van xả thu sản phẩm tảo nuôi cấy.

Theo một phương án ưu tiên, trong đó mỗi ống thủy tinh của hệ ống nuôi trồng vi tảo có chiều dài 1,2 m.

Theo một phương án ưu tiên, trong đó, trong đó bơm có công suất 35W, cấp khí vào cột khí nâng với lưu lượng 70 lít/phút ở dạng các hạt bóng khí.

Theo khía cạnh thứ hai, giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình nuôi trồng vi tảo *Spirulina platensis* bằng thiết bị phản ứng quang sinh học theo giải pháp hữu ích, trong đó quy trình này bao gồm các bước:

a) chuẩn bị môi trường bằng cách phối trộn các thành phần bao gồm 0,5 g/l K_2HPO_4 , 2,5 g/l $NaNO_3$, 1 g/l K_2SO_4 , 1 g/l $NaCl$, 0,2 g/l $MgSO_4$, 0,04 g/l $CaCl_2 \cdot 2H_2O$, 0,01 g/l $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, 0,08 g/l EDTA, 16,8 g/l $NaHCO_3$ và 1ml /l vi lượng bao gồm 2,86 g/l H_3BO_3 , 1,81 g/l $MnCl_2 \cdot 4H_2O$, 0,222 g/l $ZnSO_4$, 0,0177 g/l Na_2MoO_4 và 0,097 g/l $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ thu được môi trường nuôi cấy, sau khi tiệt trùng, môi trường này được cấp đầy vào hệ ống nuôi trồng vi tảo thông qua bộ phận nạp liệu của thiết bị phản ứng quang sinh học;

b) cấp giống vi tảo bằng cách bổ sung chủng vi tảo *Spirulina platensis* vào hệ ống nuôi trồng vi tảo của thiết bị phản ứng quang sinh học thông qua bộ phận nạp liệu với lượng 1% môi trường nuôi cấy;

c) nuôi trồng vi tảo bằng cách chiếu sáng thiết bị nuôi cấy vi tảo và bật bơm 7l để cấp khí vào cột khí nâng 42 với lưu lượng 70 lít/phút ở dạng các hạt bóng khí để dung dịch trong ống nuôi trồng vi tảo chuyển động với vận tốc từ 0,2 đến 0,4 m/s trong 15 ngày, nhiệt độ nuôi cấy nằm trong khoảng từ 28-30°C; và

d) thu sản phẩm vi tảo bằng cách xả dung dịch nuôi cấy trong thiết bị qua van xả 8 và tiến hành lọc loại bỏ môi trường bằng lưới có cỡ lưới từ 20 đến 60µm, thu được sinh khối vi tảo *Spirulina platensis*.

Theo một phương án ưu tiên, trong đó bước nuôi trồng vi tảo sử dụng ánh sáng tự nhiên hoặc bằng chiếu sáng nhân tạo thông qua hệ thống đèn chiếu sáng 6 phản ứng quang sinh học với cường độ chiếu sáng từ 30-50 μ E/m²/s.

Theo một phương án ưu tiên, trong đó lượng sinh khối tảo thu hoạch được để lại 10% cho đợt nuôi cấy tiếp theo mà không cần bước cấp giống vi tảo.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1: Sơ đồ thiết bị phản ứng quang sinh học để nuôi trồng vi tảo *Spirulina platensis* theo giải pháp hữu ích.

Hình 2: Hình vẽ bộ phận tách khí lỏng của thiết bị phản ứng quang sinh học theo giải pháp hữu ích.

Mô tả chi tiết của giải pháp hữu ích

Sau đây, giải pháp hữu ích được mô tả chi tiết có viện dẫn đến các hình vẽ, tuy nhiên, các hình vẽ này chỉ nhằm làm rõ bản chất của giải pháp hữu ích chứ không nhằm làm hạn chế phạm vi yêu cầu bảo hộ của giải pháp hữu ích.

Theo giải pháp hữu ích, vi tảo được nuôi cấy có tên là tảo xoắn có tên khoa học *Spirulina platensis*, đây là một loài vi tảo có hình xoắn, dạng sợi, đa bào sống trong nước ngọt. *Spirulina* thuộc vi tảo lam (Cyanobacteria), chúng thuộc nhóm sinh vật nhân nguyên thủy (prokaryote). *Spirulina platensis* sinh trưởng rất nhanh, lượng protein nhiều gấp 20 lần so với đậu nành trên cùng một đơn vị diện tích nuôi trồng. Ba đến năm gam *Spirulina platensis* được cung cấp cho cơ thể mỗi ngày giúp bổ sung một lượng đáng kể các carotenoid, hỗn hợp vitamin, sắt, các khoáng chất vi lượng thiết yếu và axit α -linolenic, những chất này có tác dụng tích cực đối với sức khỏe người và động vật. Thêm vào đó, các hợp chất của *Spirulina platensis* cũng được sử dụng như nguồn nguyên liệu cho các ngành công nghiệp thực phẩm, dược phẩm và mỹ phẩm.

Các nghiên cứu gần đây đã chứng minh được những ứng dụng tiềm năng của *Spirulina platensis* trong lĩnh vực y dược với hoạt tính chống viêm, chống oxy hóa, giảm béo, chống ung thư và có khả năng chống đột biến và tăng cường hệ miễn dịch.

Giải pháp hữu ích đề cập đến thiết bị phản ứng quang sinh học để nuôi trồng vi tảo *Spirulina platensis* và quy trình nuôi trồng vi tảo *Spirulina platensis* bằng thiết bị phản ứng quang sinh học này.

Theo hình 1 mô tả thiết bị phản ứng quang sinh học để nuôi trồng vi tảo *Spirulina platensis*, trong đó thiết bị này bao gồm giá đỡ 1 để đỡ hệ ống nuôi trồng vi tảo 2 có bộ phận nạp liệu 3 gắn với cột hạ dẫn lỏng 41 nối thông cột khí nâng 42 thông qua bộ phận tách khí lỏng 5 và hệ thống đèn chiếu sáng 6 cùng bộ phận cấp khí 7 tạo nên thiết bị phản ứng quang sinh học để nuôi trồng vi tảo hoàn chỉnh.

Giá đỡ 1 có khung hình chữ nhật theo giải pháp có kích thước 1.25x0.5x1.5m bên dưới có gắn bánh xe để dễ dàng di chuyển. Với kích thước này, việc bố trí các ống nuôi trồng vi tảo và hệ thống đèn chiếu sáng sẽ đạt tối ưu và việc vận hành đơn giản. Trên giá đỡ có bố trí các thanh đỡ để gắn hệ ống nuôi trồng vi tảo 2 và hệ thống đèn chiếu sáng 6 tạo nên một khối.

Hệ ống nuôi trồng vi tảo 2 bao gồm hai hàng cách nhau 65cm, Mỗi hàng 25 ống thủy tinh song song đặt nghiêng từ 15-20 độ so với phương ngang. Ống thủy tinh là loại ống truyền quang, trong suốt, không bị dính bám bẩn và có đường kính 32 cm. Kích thước của ống nuôi trồng vi tảo được xác định, nếu ống quá nhỏ, hiệu suất thấp, tuy nhiên, nếu ống lớn, hiệu suất quang hợp của tảo giảm khiến khả năng sinh trưởng không đạt được tối ưu. Các ống này được nối thông với nhau bởi các đầu nối chữ U tạo kết cấu dạng xoắn lò xo nghiêng. Đầu hở phía trên được nối với bộ phận nạp liệu 3 và nối thông với cột hạ dẫn lỏng 41. Đầu hở phía dưới được nối với van xả 8 dạng chữ T và nối thông với đáy cột khí nâng 42, nối với bộ phận tách khí lỏng 5 tạo kết cấu khép kín.

Theo một phương án ưu tiên, trong đó mỗi ống thủy tinh của hệ ống nuôi trồng vi tảo 2 có chiều dài 1,2 m.

Bộ phận nạp liệu 3 được bố trí ngang bằng hoặc cao hơn ống thủy tinh trên cùng nối thông giữa hệ ống nuôi trồng vi tảo 2 với cột hạ dẫn lỏng 41 nối với bộ phận tách khí lỏng 5. Kết cấu của bộ phận nạp liệu 3 này được thiết kế sao cho có thể cấp dung dịch nuôi cấy và tảo giống trước khi tiến hành nuôi trồng. Bộ phận này có van đóng kín trong quá trình nuôi trồng để tránh tạp nhiễm.

Cột khí nâng 42 có bản chất là một ống thủy tinh chiều đường kính 34cm được bố trí thẳng đứng. Cột khí nâng 42 này có chiều dài lớn hơn chiều cao của hệ ống nuôi trồng vi tảo 2. Một đầu của cột khí nâng 4 được nối với van xả 8 thông với đầu phía dưới của hệ ống nuôi trồng vi tảo 2. Đầu còn lại của cột khí nâng 4 này được nối

với bộ phận tách khí lỏng 5. Cột hạ dẫn lỏng 41 nối với bộ phận tách khí lỏng 5 được nối với bộ phận nạp liệu 3 thông với đầu phía trên của hệ ống nuôi trồng vi tảo 2.

Bộ phận tách khí lỏng 5 là một hộp rỗng kích thước 20x50x68 cm được gắn phía trên cột khí nâng 42 và cột hạ dẫn lỏng 41 vào hệ ống nuôi trồng vi tảo 2. Phía trên có bố trí van một chiều để xả khí ra ngoài môi trường, hạn chế việc tạt nhiễm của vi sinh vật vào môi trường nuôi cấy. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này hoàn toàn có thể lựa chọn loại van thích hợp để xả cho bộ phận tách khí lỏng 5 và van đóng kín cho bộ phận nạp liệu 3.

Phía trên bộ phận tách khí lỏng 5 có bố trí van xả và bộ phận nạp liệu thứ hai để có thể nạp liệu thông qua bộ phận nạp khí lỏng 5 hoặc bổ sung dung dịch nuôi cấy nếu lượng chất lỏng thấp hơn chiều cao của cột khí nâng 42.

Theo hình 2 mô tả bộ phận tách khí lỏng của thiết bị phản ứng quang sinh học theo giải pháp hữu ích. Theo đó bộ phận tách khí lỏng này có kích thước 20x50x68 cm có bố trí đầu gắn với cột khí nâng 42 cao hơn đầu của cột hạ dẫn lỏng 41, theo đó, khi vận hành, không khí được thoát ra ngoài ra van xả và chất lỏng chảy xuống cột hạ dẫn lỏng tạo nên dòng chảy tuần hoàn trong hệ ống nuôi trồng vi tảo 2.

Hệ thống đèn chiếu sáng 6 là các bóng đèn có công suất 18-36W với cường độ chiếu sáng từ 30-50 μ E/m²/s được gắn lên phía trong của giá đỡ 1. Hệ thống đèn chiếu sáng 6 này được nằm giữa hai hàng ống của hệ ống nuôi trồng vi tảo 2 sao cho khi chiếu sáng, hệ ống nuôi trồng vi tảo nhận được lượng ánh sáng lớn nhất, từ đó tăng được hiệu suất quang hợp của tảo.

Bộ phận cấp khí 7 bao gồm bơm 71 để cấp khí vào van cấp khí 72 gắn bên trong cột khí nâng 4. Van cấp khí 72 được bố trí bên trong và cách đầu dưới của cột khí nâng 4 khoảng cách 5cm thông qua dây dẫn khí 73. Bằng cách bố trí này, khi không khí sạch được cấp vào, khí này sẽ tách khí oxy hòa tan được sinh ra bởi vi tảo. Khí cấp sẽ theo cột khí nâng 42 đẩy chất lỏng có trong cột lên bộ phận tách khí lỏng 5 và dẫn đẩy chất lỏng xuống cột hạ dẫn 41 chảy vào nhánh gắn bộ phận nạp liệu 3 khiến dung dịch nuôi cấy tuần hoàn trong hệ ống nuôi trồng vi tảo do chênh lệch áp suất. Bằng cách đó cột khí nâng 42 qua bộ phận tách khí lỏng sẽ tạo ra dòng chảy tuần hoàn trong quá trình nuôi cấy.

Trong quá trình nuôi trồng vi tảo, môi trường nuôi cấy và giống vi tảo *Spirulina platensis* được cấp qua bộ phận nạp liệu 3. Bơm 71 cấp khí liên tục vào phía dưới cột khí nâng 42 qua van cấp khí 72 bởi ống dẫn khí 73 giúp dung dịch trong hệ ống nuôi trồng vi tảo 2 được dịch chuyển tuần hoàn trong thiết bị phản ứng quang sinh học. Phần khí thoát ra qua bộ phận tách khí qua van thoát khí ra ngoài, sau quá trình nuôi trồng, mở van xả 8 thu sản phẩm tảo nuôi cấy.

Theo một phương án cụ thể, trong đó bơm có công suất 35W, cấp khí vào cột khí nâng 42 với lưu lượng 70 lít/phút ở dạng các hạt bóng khí.

Theo khía cạnh thứ hai, giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình nuôi trồng vi tảo *Spirulina platensis* bằng thiết bị phản ứng quang sinh học theo giải pháp hữu ích, trong đó quy trình này bao gồm các bước: a) chuẩn bị môi trường; b) cấp giống vi tảo; c) nuôi trồng vi tảo; và d) thu sản phẩm vi tảo.

Trong bước chuẩn bị môi trường bằng cách phối trộn các thành phần bao gồm 0,5 g/l K_2HPO_4 , 2,5 g/l $NaNO_3$, 1 g/l K_2SO_4 , 1 g/l $NaCl$, 0,2 g/l $MgSO_4$, 0,04 g/l $CaCl_2 \cdot 2H_2O$, 0,01 g/l $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, 0,08 g/l EDTA, 16,8 g/l $NaHCO_3$ và 1ml /l vi lượng bao gồm 2,86 g/l H_3BO_3 , 1,81 g/l $MnCl_2 \cdot 4H_2O$, 0,222 g/l $ZnSO_4$, 0,0177 g/l Na_2MoO_4 và 0,097 g/l $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ thu được môi trường nuôi cấy. Môi trường này sau khi thanh trùng được cấp đầy vào hệ ống nuôi trồng vi tảo 2 thông qua bộ phận nạp liệu 3 của thiết bị phản ứng quang sinh học theo giải pháp hữu ích.

Trong bước cấp giống vi tảo, tiến hành bổ sung chủng vi tảo *Spirulina platensis* vào hệ ống nuôi trồng vi tảo 2 của thiết bị phản ứng quang sinh học thông qua bộ phận nạp liệu 3. Lượng vi tảo giống được cấp với với lượng 10% môi trường nuôi cấy.

Trong bước nuôi trồng vi tảo, tiến hành chiếu sáng thiết bị nuôi cấy vi tảo. Theo một phương án ưu tiên, trong đó việc nuôi trồng vi tảo sử dụng ánh sáng tự nhiên hoặc bằng chiếu sáng nhân tạo thông qua hệ thống đèn chiếu sáng 6 của thiết bị phản ứng quang sinh học với cường độ chiếu sáng từ 30-50 $\mu E/m^2/s$. Để cho vi tảo phát triển, tiến hành bật bơm 71 để cấp khí vào cột khí nâng 42 với lưu lượng 70 lít/phút. Tốt nhất là không khí được cấp ở dạng các hạt bóng khí để dung dịch trong ống nuôi trồng vi tảo chuyển động với vận tốc từ 0,2 đến 0,4 m/s. Quá trình nuôi trồng được thực hiện trong 15 ngày, nhiệt độ nuôi cấy được duy trì nằm trong khoảng từ 28-30°C.

Trong bước thu sản phẩm vi tảo, tiến hành xả dung dịch nuôi cấy trong thiết bị qua van xả 8 và tiến hành lọc loại bỏ môi trường. Thiết bị lọc là thiết bị bất kỳ dễ thu được vi tảo, tốt nhất là có cỡ lưới từ 20 đến 60 μ m. Sau khi lọc, thu được sinh khối vi tảo *Spirulina platensis*.

Theo một phương án ưu tiên, trong đó lượng sinh khối tảo thu hoạch được để lại 10% cho đợt nuôi cấy tiếp theo mà không cần bước cấp giống vi tảo.

Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích

Ví dụ 1. Lắp đặt thiết bị phản ứng quang sinh học

Tính toán thông số vận hành thiết bị phản ứng quang sinh học

Để đánh giá hiệu suất của thiết bị, tiến hành lắp đặt thiết bị phản ứng quang sinh học với các thông số:

Bảng 1: Các thông số vùng chính trong thiết kế thiết bị phản ứng quang sinh học 50 lít

Các thông số	Chỉ tiêu
Vùng phân tách khí	$L_D \geq 12\text{cm}$
Cột sủi khí	$h_r \approx 3\text{ m}$
Chiều dài ống nhận ánh sáng	$L = 50\text{ m}$

Chuẩn bị vật liệu

Để lắp đặt thiết bị theo giải pháp các vật liệu cần sử dụng được lựa chọn theo tiêu chí không độc với vi tảo, có cường lực cơ học, độ bền cao (bền với thời tiết), độ trong suốt, tính ổn định hóa học cao, chi phí thấp và dễ dàng làm sạch. Vật liệu sử dụng được liệt kê ở Bảng 2.

Bảng 2: Các nguyên vật liệu dùng thiết kế thiết bị phản ứng quang sinh học 50 lít

STT	Chủng loại vật liệu	Kích thước
1	Giá đỡ	$1,25 \times 0,5 \times 1,5\text{m}$
2	Ống thủy tinh	$\Phi 32\text{mm} \times 1,2\text{m}$
3	Ống nhựa dẻo đan lưới	$\Phi 6\text{ mm}, \Phi 34\text{ mm}$
4	Ống nhựa uPVC	$\Phi 34\text{ mm}$
5	Van góc 90 ⁰ uPVC	$\Phi 6\text{ mm}, \Phi 34\text{ mm}$
6	Zắc co	$\Phi 34\text{ mm}$
7	Van cấp giống chữ T	$\Phi 34\text{ mm}$

8	Hộp tách khí lỏng	20×50×68 cm
9	Thiết bị đèn huỳnh quang/Led	18-36W
10	Máy sục khí	35W

Lắp đặt và vận hành thiết bị phản ứng quang sinh học

Thiết bị được lắp đặt như sơ đồ nêu trong Hình 1 với nguyên lý truyền dẫn khí như sau: cột sủi khí tuần hoàn dịch nuôi vi tảo vào ống thu nhận ánh sáng tại đây xảy ra quá trình quang hợp. Oxy sinh ra từ quá trình quang hợp hòa tan và tích tụ trong dịch nuôi cho tới khi dùng chất lưu tuần hoàn trở lại vùng sủi khí. Tại đây oxy hòa tan được đuổi bằng không khí cung cấp. Một thiết bị phân tách khí lỏng ở phần phía trên của cột sủi khí ngăn các bọt khí từ quá trình tuần hoàn vào trong ống tiếp nhận ánh sáng.

Ví dụ 2. Nuôi vi tảo *Spirulina platensis* trên thiết bị phản ứng quang sinh học

Tỷ lệ giống *Spirulina platensis* ban đầu không đổi là 1% (hàm lượng sinh khối tươi 0,1 g/l). Thực hiện các thí nghiệm và xác định hàm lượng sinh khối tươi, nồng độ oxy hòa tan và chlorophyll a ở ngày sinh trưởng thứ 10 (pha log).

Ảnh hưởng của vận tốc dòng chảy

Vận tốc dòng chảy trong thiết bị phản ứng quang sinh học thường ảnh hưởng tới sự trao đổi khí bởi nó xác định thời gian mà một khối chất lưu nhất định di chuyển trong các ống của thiết bị bể phản ứng quang sinh học tới thiết bị trao đổi khí diễn ra quá trình đuổi khí oxy hình thành trong quá trình quang hợp. Các tác giả thử nghiệm với 5 vận tốc dòng chảy khác nhau là: 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 và 0,5 m/s.

Kết quả cho thấy rằng tại pha log, sinh trưởng ở ngày nuôi thứ 10, vận tốc dòng chảy 0,4 m/s thì hàm lượng sinh khối tươi đạt được là 20,16 g/l; tương ứng với tốc độ sinh trưởng là 0,3/ngày, hàm lượng chlorophyll a 8,14 mg/l. Nhận thấy, khi vận tốc giảm xuống 0,3 m/s, hàm lượng sinh khối sẽ giảm thấp hơn chỉ còn là 19,75 g/l; tuy nhiên, so sánh năng suất sinh khối tại hai vận tốc này không có sự khác biệt đáng kể và năng suất trung bình đạt là khoảng 2 g/l/ngày. Ở vận tốc dòng chảy thấp hơn 0,2 m/s, nuôi cấy không đạt được trạng thái ổn định; vi tảo *Spirulina platensis* bị chết khi vận tốc dòng chảy giảm xuống 0,1 m/s, chlorophyll a đo được là 1,02 mg/l.

Điều chú ý ở thử nghiệm này là quá trình tăng cường dòng chảy không mang đến những ảnh hưởng có lợi; với vận tốc dòng chảy là 0,5 m/s sẽ gây hại tới quá trình nuôi,

hàm lượng sinh khối và chlorophyll a giảm xuống còn 9,83 g/l và 5,96 mg/l. Như vậy, vận tốc dòng chảy quá cao hay quá thấp đều ảnh hưởng rõ rệt đến sinh trưởng của vi tảo *Spirulina platensis* đặc biệt là sự khác biệt về hàm lượng sinh khối và chlorophyll a. Do vậy, vận tốc dòng chảy khi vận hành thiết bị phản ứng quang sinh học nằm trong khoảng 0,2 – 0,3 m/s là thích hợp.

Ảnh hưởng của tốc độ sục khí

Lựa chọn tốc độ sục khí thích hợp cho nuôi cấy là cần thiết trong thiết kế thiết bị phản ứng quang sinh học. Quá trình sục để ngăn quá trình lắng của tế bào, tránh sự phân tầng nhiệt, phá vỡ sự chênh lệch về khuếch tán, phân bố đều các chất dinh dưỡng trong môi trường, cung cấp đủ CO₂ và loại oxy. Các thử nghiệm được tiến hành với tốc độ sục khí với 3 mức 0,5; 1 và 1,5 lít khí/lít dịch/phút. Đồng thời so sánh giữa các giá trị được dự đoán trong thiết kế thiết bị phản ứng quang sinh học và các giá trị thực nghiệm của tốc độ dòng dâng trong cột dâng khí. Trong khi đó, tốc độ sục khí 0,5 lít khí/lít dịch/phút, nồng độ oxy hòa tan tăng nhanh đạt tới 6 – 28g/l tại thời điểm 4:00 - 12:00 giờ, sau đó thì giảm dần lượng oxy hòa tan. Sự tích lũy oxy trong môi trường nuôi giảm nhanh từ 23 xuống 10 mg/l khi cung cấp 1,5 lít khí/lít dịch/phút trong khoảng 12:00 - 18:00 giờ, cho thấy những ảnh hưởng bất lợi tới các tế bào vi tảo *Spirulina platensis* như kết quả chlorophyll a thu được là 2,5µg/l.

Hàm lượng sinh khối tươi cao nhất thu được ở ngày nuôi cấy thứ 10 tại tốc độ sục khí 1 lít khí/lít dịch/phút là 15,36 g/l. Tốc độ 0,5 lít khí/lít dịch/phút thu được 9,64 g/l sinh khối tươi.

Từ kết quả thử nghiệm thấy rằng tốc độ sục khí 1 lít khí/lít dịch/phút là thích hợp nhất cho nuôi cấy vi tảo *Spirulina platensis* trong thiết bị phản ứng quang sinh học và giảm nồng độ oxy hòa tan xuống dưới 20 mg/l, năng suất sinh khối >1,5 g/lít/ngày.

Ảnh hưởng của cường độ chiếu sáng

Mặc dù hàm lượng sinh khối thu được cao dưới những điều kiện thích hợp của tốc độ sục khí và các điều kiện dòng chảy rối sử dụng. Tiến hành thử nghiệm năm mức cường độ chiếu sáng khác nhau được thiết kế cho thí nghiệm bao gồm 25; 50; 75; 100 và 200 µE/m²s.

Từ kết quả thu được thấy rằng vi tảo *Spirulina platensis* có sự thích ứng rộng với dải chiếu sáng 50 – 100 µE/m²s khi nuôi cấy trong thiết bị phản ứng quang sinh học.

Cường độ chiếu sáng phù hợp và làm giảm lượng oxy hòa tan không gây ức chế quang hợp, tiết kiệm chi phí mà vẫn đảm bảo sinh trưởng của vi tảo đạt năng suất sinh khối 2,13 g/l/ngày là 50 $\mu\text{E}/\text{m}^2\text{s}$.

Ví dụ 3: Kiểm tra chất lượng sản phẩm vi tảo *Spirulina platensis* theo giải pháp hữu ích

Đánh giá sơ bộ chất lượng sản phẩm vi tảo *Spirulina platensis* thu từ thiết bị phản ứng quang sinh học

Như chúng ta đã biết, *Spirulina* có giá trị thương mại cao, được sản xuất qua một quá trình thương mại hóa từ giống đến sản phẩm cuối cùng dưới dạng đông khô hay phun sấy để tạo viên nén, nang, dạng bột, đồ uống,... đòi hỏi đầu tư, giá thành các sản phẩm cao. Trong khi đó, các sản phẩm tươi luôn đảm bảo chất lượng và giá thành thấp. Để đánh giá chất lượng của sinh khối tươi, vi tảo *Spirulina platensis* được nuôi trên thiết bị phản ứng quang sinh học với các thông số thu được từ các nghiên cứu trên như: vận tốc dòng chảy 0,3 m/s; tốc độ sục khí 1 lít khí/lít dịch/phút; cường độ chiếu sáng 50 $\mu\text{E}/\text{m}^2\text{s}$ trong 15 ngày. Sản phẩm sinh khối tươi được thu bằng lưới lọc có kích thước 20 μm , sau đó rửa lại bằng nước cất. Sinh khối đông khô ở -83°C . Kết quả được trình bày ở bảng 3.

Bảng 3: Các thành phần cơ bản trong sinh khối của *Spirulina platensis*

Thành phần	Hàm lượng
% Protein	63,58
% Carbohydrat	15,47
Chlorophyll (mg/g)	11,35
Carotenoid (mg/g)	1,62
Phycocyanin (mg/g)	108,8

Sau 15 ngày kết thúc nuôi, *Spirulina platensis* quan sát dưới kính hiển vi và đo kích thước có chiều dài 110 – 135 μm , đường kính 8,5 – 9 μm . Thu sinh khối hàng ngày bằng lưới lọc có kích thước 20 đến 60 μm . Lượng sinh khối tươi thu được là 27 g/l tương ứng 4,5 g trọng lượng khô/l. Kết quả ở bảng 6 cho thấy hàm lượng protein trên mỗi gram tế bào *Spirulina platensis* cao chiếm 63,58% trọng lượng khô. Giá trị này của *Spirulina platensis* cao hơn so với nguồn protein thực vật như bột đậu nành chỉ chiếm (protein thô 35%). Hàm lượng phycocyanin của *Spirulina platensis* là 108,8

mg/g và có màu xanh đậm là màu đặc trưng của *Spirulina*. Phycocyanin ít nhạy cảm khi tiếp xúc lâu với ánh sáng. Do vậy, có thể bảo quản dễ dàng hơn. Phycocyanin là chất có lợi trong điều trị và cải thiện chức năng miễn dịch khi suy yếu do nhiễm độc.

Hàm lượng carbohydrate của *Spirulina platensis* chiếm 15,47% trọng lượng khô. Chlorophyll và carotenoid cũng chiếm hàm lượng tương đối đạt 1,62; 11,35 mg/g.

Hiệu quả đạt được của giải pháp hữu ích

Thiết bị phản ứng quang sinh học và quy trình nuôi trồng vi tảo *Spirulina platensis* bằng thiết bị phản ứng quang sinh học cho phép nuôi trồng và sử dụng *Spirulina plantensis* tươi ở các quy mô khác nhau, đặc biệt thích hợp với những nơi có diện tích hạn chế.

Thiết bị phản ứng quang sinh học theo giải pháp hữu ích được áp dụng, vận hành, tính toán phù hợp với quy trình công nghệ nuôi *Spirulina platensis* có khả năng thích ứng được với các quy mô nuôi trồng khác nhau, từ các phòng nuôi cấy tới quy mô thực địa lớn mà không giới hạn ở các hộ gia đình, các khu dân cư, khu du lịch sinh thái, nông thôn hoặc miền núi.

Với cách thiết kế đơn giản, dễ vận hành, chi phí vận hành thấp, thiết bị quang sinh học theo giải pháp hạn chế được các nhược điểm về tạp nhiễm, tăng được hiệu suất nuôi cấy.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị phản ứng quang sinh học để nuôi trồng vi tảo *Spirulina platensis*, trong đó thiết bị này bao gồm giá đỡ (1) để đỡ hệ ống nuôi trồng vi tảo (2) có bộ phận nạp liệu (3) gắn với cột hạ dẫn lỏng (41) nối thông bộ phận tách khí lỏng (5) gắn phía trên cột khí nâng (42) và hệ thống đèn chiếu sáng (6) cùng bộ phận cấp khí (7), trong đó thiết bị này khác biệt ở chỗ:

- giá đỡ (1) có khung hình chữ nhật có kích thước 1,25x0,5x1,5m bên dưới có gắn bánh xe để dễ dàng di chuyển, trên giá đỡ có bố trí các thanh đỡ để gắn hệ ống nuôi trồng vi tảo (2) và hệ thống đèn chiếu sáng (6) tạo nên một khối;
- hệ ống nuôi trồng vi tảo (2) bao gồm hai hàng cách nhau 65cm, mỗi hàng 25 ống thủy tinh song song nghiêng từ 15-20 độ so với phương ngang có đường kính 32 cm được nối thông với nhau bởi các đầu nối chữ U tạo kết cấu dạng xoắn lò xo nghiêng, đầu hở phía trên được nối với bộ phận nạp liệu (3) và nối với cột hạ dẫn lỏng (41) nối thông bộ phận tách khí lỏng (5) gắn phía trên cột khí nâng (42), đầu hở phía dưới được nối với van xả (8) dạng chữ T và nối thông với đáy cột khí nâng (42) tạo kết cấu khép kín;
- bộ phận nạp liệu (3) được bố trí ngang bằng hoặc cao hơn ống thủy tinh trên cùng nối thông giữa hệ ống nuôi trồng vi tảo (2) với cột hạ dẫn lỏng (41) sao cho có thể cấp dung dịch nuôi cấy và tảo giống trước khi tiến hành nuôi trồng, bộ phận này có van đóng kín trong quá trình nuôi trồng để tránh tạp nhiễm;
- cột khí nâng (42) là một ống thủy tinh chiều đường kính 3,2cm được bố trí thẳng đứng có chiều dài lớn hơn chiều cao của hệ ống nuôi trồng vi tảo (2), một đầu được nối với van xả (8) thông với đầu phía dưới của hệ ống nuôi trồng vi tảo (2), một đầu được nối với bộ phận tách khí lỏng (5), cột hạ dẫn lỏng (41) là một ống thủy tinh đường kính 3,2 cm nối với bộ phận nạp liệu (3) thông với đầu phía trên của hệ ống nuôi trồng vi tảo (2);
- bộ phận tách khí lỏng (5) là một hộp rỗng kích thước 20x50x68 cm được gắn phía trên cột khí nâng 42 và cột hạ dẫn lỏng (41), phía trên có bố trí van một chiều để xả khí ra ngoài môi trường, hạn chế việc tạp nhiễm của vi sinh vật vào môi trường nuôi cấy;

- hệ thống đèn chiếu sáng (6) là các bóng đèn có công suất 18-36W với cường độ chiếu sáng từ $30-50 \mu E/m^2/s$ được gắn lên phía trong của giá đỡ (1) và nằm giữa hai hàng ống của hệ ống nuôi trồng vi tảo (2) sao cho khi chiếu sáng, hệ ống nuôi trồng vi tảo nhận được lượng ánh sáng lớn nhất;

- bộ phận cấp khí (7) bao gồm bơm (71) để cấp khí vào van cấp khí (72) gắn bên trong và cách đầu dưới của cột khí nâng (42) 5cm thông qua dây dẫn khí (73) để tách khí oxy hòa tan và đẩy dung dịch nuôi cấy tuần hoàn trong hệ ống nuôi trồng vi tảo bởi cột khí nâng (42) trong quá trình nuôi cấy; theo đó, khi nuôi trồng vi tảo, môi trường nuôi cấy và giống vi tảo *Spirulina platensis* được cấp qua bộ phận nạp liệu (3), bơm (71) cấp khí liên tục vào phía dưới cột khí nâng (42) qua van cấp khí (72) bởi ống dẫn khí (73) giúp dung dịch trong hệ ống nuôi trồng vi tảo (2) được dịch chuyển tuần hoàn trong thiết bị phản ứng quang sinh học, phần khí thoát ra qua bộ phận tách khí qua van thoát khí ra ngoài, sau quá trình nuôi trồng, mở van xả (8) thu sản phẩm tảo nuôi cấy.

2. Thiết bị phản ứng quang sinh học theo điểm 1, trong đó mỗi ống thủy tinh của hệ ống nuôi trồng vi tảo (2) có chiều dài 1,2 m.

3. Thiết bị phản ứng quang sinh học theo điểm 1 hoặc 2, trong đó bơm có công suất 35W, cấp khí vào cột khí nâng (42) với lưu lượng 70 lít/phút ở dạng các hạt bóng khí.

4. Quy trình nuôi trồng vi tảo *Spirulina platensis* bằng thiết bị phản ứng quang sinh học theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó quy trình này bao gồm các bước:

a) chuẩn bị môi trường bằng cách phối trộn các thành phần bao gồm 0,5 g/l K_2HPO_4 , 2,5 g/l $NaNO_3$, 1 g/l K_2SO_4 , 1 g/l $NaCl$, 0,2 g/l $MgSO_4$, 0,04 g/l $CaCl_2 \cdot 2H_2O$, 0,01 g/l $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, 0,08 g/l EDTA, 16,8 g/l $NaHCO_3$ và 1ml /l vi lượng bao gồm 2,86 g/l H_3BO_3 , 1,81 g/l $MnCl_2 \cdot 4H_2O$, 0,222 g/l $ZnSO_4$, 0,0177 g/l Na_2MoO_4 và 0,097 g/l $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ thu được môi trường nuôi cấy, sau khi tiệt trùng, môi trường này được cấp đầy vào hệ ống nuôi trồng vi tảo (2) thông qua bộ phận nạp liệu (3) của thiết bị phản ứng quang sinh học;

b) cấp giống vi tảo bằng cách bổ sung chủng vi tảo *Spirulina platensis* vào hệ ống nuôi trồng vi tảo (2) của thiết bị phản ứng quang sinh học thông qua bộ phận nạp liệu (3) với lượng 1% môi trường nuôi cấy;

c) nuôi trồng vi tảo bằng cách chiếu sáng thiết bị nuôi cấy vi tảo và bật bơm (71) để cấp khí vào cột khí nâng (42) với lưu lượng 70 lít/phút ở dạng các hạt bóng khí để dung dịch trong ống nuôi trồng vi tảo chuyển động với vận tốc từ 0,2 đến 0,4 m/s trong 15 ngày, nhiệt độ nuôi cấy nằm trong khoảng từ 28-30°C; và

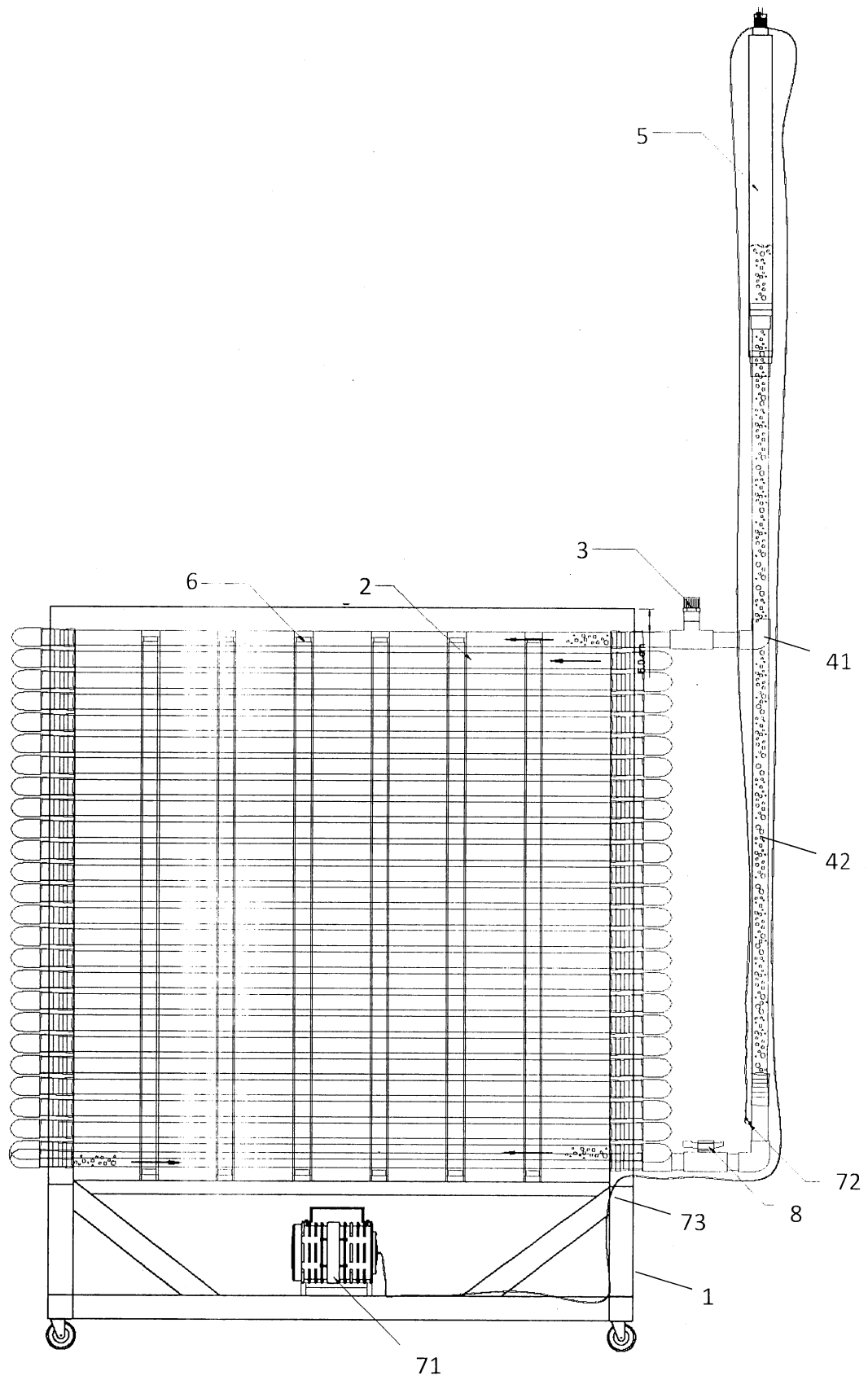
d) thu sản phẩm vi tảo bằng cách xả dung dịch nuôi cấy trong thiết bị qua van xả (8) và tiến hành lọc loại bỏ môi trường bằng lưới có cỡ lưới từ 20 đến 60µm, thu được sinh khối vi tảo *Spirulina platensis*.

5. Quy trình theo điểm 4, trong đó bước nuôi trồng vi tảo sử dụng ánh sáng tự nhiên hoặc bằng chiếu sáng nhân tạo thông qua hệ thống đèn chiếu sáng (6) phản ứng quang sinh học với cường độ chiếu sáng từ 30-50µE/m²/s.

6. Quy trình theo điểm 4 hoặc 5, trong đó lượng sinh khối tảo thu hoạch được để lại 10% cho đợt nuôi cấy tiếp theo mà không cần bước cấp giống vi tảo.

2111

HÌNH 1



2111

HÌNH 2

