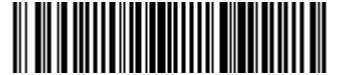




(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

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

(11)



2-0002790

(51) **C12P 7/14**
2020.01

(13) **Y**

(21) 2-2021-00341

(22) 24/11/2016

(67) 1-2016-04540

(45) 25/01/2022 406

(43) 25/05/2018 362A

(73) Trường Đại học Bách Khoa - Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh (VN)
268 Lý Thường Kiệt, phường 14, quận 10, thành phố Hồ Chí Minh

(72) Trịnh Văn Dũng (VN).

(54) **THIẾT BỊ NUÔI TẢO ĐƠN BÀO DẠNG ỐNG NHIỀU TẦNG**

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến thiết bị sản xuất tảo đơn bào, trong đó thiết bị này được kết cấu bao gồm bộ phận nạp liệu (1) nối với bộ phận tuần hoàn (2) và cơ cấu nhân giống (3) và cơ cấu nuôi (4) được đặt trên một khung đỡ (5). Trong đó, bằng cách bố trí thiết bị kín dạng ống nhiều tầng, sử dụng vật liệu trong suốt cho phép tăng được thể tích nuôi trên một diện tích hẹp đồng thời tránh được sự lây nhiễm của vi sinh vật ngoại lai vào quá trình sản xuất. Bằng cách thiết kế cơ cấu nhân giống gắn liền với cơ cấu nuôi, thiết bị cho phép nhân giống và nuôi tảo ngay trong một thiết bị mà không cần phải thực hiện việc nhân giống bổ sung và nuôi tảo. Với kết cấu sử dụng nguyên lý bình thông nhau, việc vận hành thiết bị đơn giản, tiết kiệm năng lượng.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích thuộc lĩnh vực quy trình và thiết bị sử dụng trong công nghệ sinh học, cụ thể là giải pháp hữu ích đề cập đến thiết bị nuôi tảo đơn bào dạng ống nhiều tầng và phương pháp nuôi tảo đơn bào thu sinh khối.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Tảo đơn bào, chủ yếu là tảo lục lam, cụ thể là tảo *Spirulina platensis* sinh trưởng và phát triển bằng cách quang hợp nhờ ánh sáng mặt trời và khí CO₂ hòa tan trong nước. Vì vậy, hiện các thiết bị nuôi tảo 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.

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 tốn 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.

Ngoài ra, khi sản xuất tảo, cần thực hiện hai bước: nuôi nhân giống và nuôi sản xuất sinh khối tảo. Cả hai bước, được thực hiện trong những thiết bị có cùng hình dáng và kết cấu, chỉ khác nhau về kích thước. Cấu tạo những thiết bị này đều gồm có không

gian chứa môi trường dinh dưỡng, cần có diện tích bề mặt lớn để hấp thụ ánh sáng giúp cho tảo quang hợp; và bộ phận khuấy trộn để làm đều nhiệt độ, pH, khả năng quang hợp đồng đều của tảo. Khi kích thước của thiết bị nuôi sản xuất sinh khối tảo càng lớn thì số lần nhân giống cần tiến hành càng nhiều, có thể một, hai, hay ba cấp. Do đó số thiết bị cần để nhân giống càng lớn, mỗi lần tăng kích thước theo tỷ lệ khoảng 1×10 , sẽ tốn nhiều thiết bị, chiếm nhiều diện tích đất xây dựng.

Như công ty cổ phần tảo Vĩnh hảo (Bình thuận) khi sản xuất tảo trong các thiết bị hở có diện tích 50 m^2 , sẽ chiếm diện tích đất xây dựng khoảng 55 m^2 . Với chiều sâu lớp nước 20 đến 25 cm, mỗi bể có thể tích khoảng 10 m^3 , năng suất đạt $11 \text{ gam/m}^2.\text{ngày}$. Ở đây tiến hành nhân giống hai lần: lần thứ nhất từ phòng giữ giống, từ bình 1 đến 2 lít giống, được nhân giống trong thiết bị có diện tích $0,5 \text{ m}^2$ khoảng 100 lít; lần thứ hai nhân giống từ bể $0,5 \text{ m}^2$ sang bể 5 m^2 , sau đó mới đưa vào sản xuất ở bể 50 m^2 . Cả ba thiết bị này chỉ khác nhau về kích thước, còn cấu tạo như nhau, gồm hai kênh dài song song xây bằng gạch hoặc bê tông có uốn cong ở góc hai đầu; khuấy trộn bằng cánh gồng, phải dùng 3 thiết bị với diện tích $0,5$; 5 và 50 m^2 .

Để giảm diện tích xây dựng và tránh tạp nhiễm, tránh mưa, ở Vĩnh hảo và công ty TNHH công nghệ sinh học VINA tảo Spirulina, cũng như một số công ty nước ngoài, đã dùng thiết bị kín dạng chai, dạng tấm và dạng ống nằm ngang hay thẳng đứng hoặc xiên. Trong đó thiết bị dạng ống được dùng nhiều hơn, như loại có cấu tạo tương tự thiết bị đun nóng nước bằng năng lượng mặt trời. Với thiết bị này, để khuấy người ta dùng bơm sục khí vào ống góp tập trung cho nhiều ống nằm ngang, nằm nghiêng hay thẳng đứng theo dãy. Ống sục khí bơm từ dưới lên ống góp nằm phía trên, tách khí rồi chia ra các ống thủy tinh để hấp thụ ánh sáng cho tảo phát triển, ở cuối các ống này lại thu về ống góp bên dưới rồi tuần hoàn về ống sục khí. Làm như vậy sẽ không đều trong các ống nuôi tảo, nhất là khi số ống lớn. Khi cần có diện tích nuôi sản xuất lớn, gặp khó khăn trong việc liên kết các cụm ống này với nhau.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Giải pháp hữu ích nhằm mục đích giải quyết các vấn đề nêu trên, trong đó giải pháp hữu ích tích hợp bộ phận nhân giống và bộ phận nuôi tảo vào trong một thiết bị

duy nhất, đồng thời kết nối các ống và bố trí thành nhiều tầng nhằm tăng hiệu suất sử dụng bộ khuấy tuần hoàn bằng sức khí và giảm diện tích đất xây dựng. Theo đó, giải pháp hữu ích đề xuất thiết bị nuôi tảo và phương pháp sản xuất tảo đơn bào bằng thiết bị này.

Theo khía cạnh thứ nhất, giải pháp hữu ích đề cập đến thiết bị nuôi tảo đơn bào dạng ống nhiều tầng, trong đó thiết bị này bao gồm bộ phận nạp liệu nối với bộ phận tuần hoàn, bộ phận nhân giống và bộ phận nuôi tảo, thiết bị này được đỡ bởi khung đỡ, trong đó:

- bộ phận nạp liệu bao gồm cửa nạp liệu được nối với ống cấp liệu thông qua van chặn, trên ống cấp liệu có đường nối với bộ phận tuần hoàn, bộ phận nhân giống và bộ phận nuôi tảo;

- bộ phận tuần hoàn bao gồm ống tuần hoàn có dạng chữ U, ở nhánh nối với ống cấp liệu có bố trí van cấp khí và vòi phun, ở nhánh nối với bộ phận nhân giống có bố trí van xả;

- bộ phận nhân giống bao gồm hai ống nhân giống, hai ống này được nối với nhau bằng ống nối cong tạo thành dạng chữ U kín, hai đầu còn lại, một đầu được nối với bộ phận tuần hoàn thông qua nút, đầu còn lại được nối với van chặn và cơ cấu nuôi thông qua ống nối chữ Y;

- bộ phận nuôi tảo bao gồm các ống nuôi tảo được bố trí song song với nhau, mỗi đầu của ống được nối với nhau bởi ống nối tạo thành liên kết xoắn gấp khúc dạng lò xo hở hai đầu, một đầu hở của các ống nuôi tảo này được nối với ống cấp liệu, đầu còn lại được nối với bộ phận nhân giống tạo thành kết cấu khép kín;

- khung đỡ bao gồm các đế, thanh trụ đứng được nối giằng với nhau, trên đó có bố trí các thanh đỡ tạo thành giá đỡ các ống nhân giống và ống nuôi tảo tạo thành các hàng song song với nhau theo chiều thẳng đứng;

theo đó, tảo giống và môi trường nhân giống được nạp vào thiết bị qua cửa nạp liệu đến mức ngang với mức của van chặn và đầy vào các ống nhân giống, tiếp đó mở van cấp khí để cấp không khí tuần hoàn môi trường cho quá trình nhân giống, sau khi quá trình nhân giống kết thúc, đóng van chặn, cấp bổ sung môi trường nhân giống cho

đến mức ngang với đường nổi với bộ phận nuôi tảo, quá trình nuôi tảo được sục khí giúp môi trường được tuần hoàn trong toàn bộ các ống, sau khi quá trình nuôi tảo kết thúc, mở van xả thu sản phẩm tảo nuôi cấy.

Theo một phương án ưu tiên, các bộ phận bao gồm ống cấp liệu, ống tuần hoàn, ống nhân giống, ống nổi cong, ống nổi được chế tạo từ vật liệu trong suốt.

Theo một phương án ưu tiên, vật liệu trong suốt là thủy tinh hoặc nhựa không màu.

Theo một phương án ưu tiên, trong đó bộ phận nhân giống được bố trí trên khung đỡ ở phía thấp hơn bộ phận nuôi tảo và được bố trí thành nhiều tầng và nhiều hàng.

Theo một phương án ưu tiên, trong đó bộ phận nuôi tảo được bố trí trên khung đỡ cao hơn bộ phận nhân giống và được bố trí thành nhiều tầng và nhiều hàng.

Theo một phương án ưu tiên, trong đó tổng thể tích của bộ phận nhân giống (3) bằng 1/10 tổng thể tích của bộ phận nuôi tảo (4).

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ cấu tạo của thiết bị nuôi tảo đơn bào, theo đó thiết bị có kết cấu dạng ống nhiều tầng.

Hình 2 là hình vẽ mô tả các chi tiết để liên kết hai ống trên mỗi hàng, cũng như liên kết các hàng ống thành một thiết bị nuôi tảo đơn bào có diện tích làm việc lớn; vừa nhân giống vừa nuôi tảo mà chỉ dùng một cụm nhập liệu, một cụm sục khí tuần hoàn nhờ van chặn để tách thiết bị nuôi tảo thành bộ phận nhân giống, và bộ phận nuôi tảo đơn bào thu sinh khối.

Hình 3 là hình vẽ mô tả quá trình nhân giống tảo chỉ sử dụng bộ phận nhân giống.

Hình 4 là hình vẽ mô tả nguyên lý hoạt động của thiết bị nuôi tảo *S. platensis*.

Mô tả chi tiết 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 Hình 1 mô tả thiết bị nuôi tảo đơn bào theo giải pháp hữu ích có kết cấu dạng ống nhiều tầng, trong đó thiết bị này bao gồm bộ phận nạp liệu 1 nối với bộ phận tuần hoàn 2, bộ phận nhân giống 3 và bộ phận nuôi tảo 4, thiết bị này được đỡ bởi khung đỡ 5, trong đó:

Bộ phận nạp liệu 1 bao gồm cửa nạp liệu 1a được nối với ống cấp liệu 1c thông qua van khóa 1b, trên ống cấp liệu có đường nối với bộ phận tuần hoàn 2, bộ phận nhân giống 3 và bộ phận nuôi tảo 4.

Bộ phận tuần hoàn 2 bao gồm ống tuần hoàn 2a có dạng chữ U, ở nhánh nối với ống cấp liệu 1c có bố trí van cấp khí 2b và vòi phun 2c, ở nhánh nối với bộ phận nhân giống 3 có bố trí van xả 2d.

Bộ phận nhân giống 3 bao gồm hai ống nhân giống 3a, hai ống này được nối với nhau bằng ống nối cong 3b tạo thành dạng chữ U kín, hai đầu còn lại, một đầu được nối với bộ phận tuần hoàn 2 thông qua nút 3d, đầu còn lại được nối với van chặn 1b sang ống cấp liệu 1c từ cửa 1c1 và bộ phận nuôi thông qua ống nối chữ Y 3c.

Bộ phận nuôi tảo 4 bao gồm các ống nuôi tảo 4a được bố trí song song với nhau, mỗi đầu của ống được nối với nhau bởi đầu nối 4b và ống cong 4c tạo thành kết xoắn gấp khúc dạng lò xo hở hai đầu, một đầu hở của các ống nuôi tảo 4a này được nối với ống cấp liệu 1c qua cửa 1c2, đầu còn lại được nối với bộ phận nhân giống 3 qua ống chữ Y 3c tạo thành kết cấu kín;

Khung đỡ 5 bao gồm các đế 5c, thanh trụ 5a được nối giằng với nhau, trên đó có bố trí các thanh đỡ 5b tạo thành giá đỡ các ống nhân giống 3a và ống nuôi tảo 4a tạo thành các hàng song song với nhau theo chiều thẳng đứng;

Theo đó, tảo giống và môi trường nhân giống được nạp vào thiết bị qua cửa nạp liệu 1a đến mức ngang với mức của van chặn 1b và đẩy vào các ống nhân giống 3a, tiếp đó mở van cấp khí 2b sục không khí vào môi trường bằng vòi phun 2c để tuần hoàn môi trường trong quá trình nhân giống. Trong quá trình nhân giống, nhờ sự

chuyển động của bọt khí từ dưới lên trên, chất lỏng trong các ống được tuần hoàn, sau đó khí được tách ra và thoát ra ngoài qua phía cửa nạp liệu 1a. Nhờ đó dòng chất lỏng chuyển động liên tục trong các ống. Sau khi quá trình nhân giống kết thúc, đóng van chặn 1b, cấp bổ sung môi trường nhân giống cho đến mức ngang với đường nối với bộ phận nuôi tảo qua cửa 1c2. Tiếp đó tiến hành nuôi tảo, quá trình nuôi tảo không khí được sục vào môi trường giúp môi trường tuần hoàn liên tục qua tất cả các ống 4a. Sau khi quá trình nuôi tảo kết thúc, mở van xả 2d thu sản phẩm tảo nuôi cấy.

Quá trình nuôi tảo có thể được thực hiện theo chu kỳ bằng cách thu một phần sinh khối tảo và tiếp tục bổ sung môi trường nuôi cấy thông qua cửa nạp liệu 1a.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này hiểu rằng trong quá trình vận hành, mức môi trường nuôi cấy phải luôn cao ngang bằng hoặc hơn mức đường nối 1c2 của bộ phận nuôi tảo để dòng môi trường được tuần hoàn liên tục.

Theo các phương án ưu tiên, các bộ phận bao gồm ống cấp liệu 1c, ống tuần hoàn 2a, ống nhân giống 3a, ống nối cong 3b, ống nối 4c được chế tạo từ vật liệu trong suốt. Theo phương án ưu tiên, vật liệu trong suốt này là thủy tinh hoặc nhựa không màu.

Theo các phương án ưu tiên, trong đó bộ phận nhân giống 3 được bố trí trên khung đỡ 5 ở phía thấp hơn bộ phận nuôi tảo 4 và được bố trí thành nhiều tầng.

Theo các phương án ưu tiên, bộ phận nuôi tảo 4 được bố trí trên khung đỡ 5 ở phía cao hơn bộ phận nhân giống 3 và được bố trí thành nhiều tầng.

Theo các phương án ưu tiên, trong đó tổng thể tích của bộ phận nhân giống 3 bằng 1/10 tổng thể tích của bộ phận nuôi tảo 4.

Ngoài ra, thiết bị theo giải pháp hữu ích có thể được bổ sung thiết bị làm mát bằng cách bố trí bố trí cơ cấu phun sương trên khung đỡ 5 để giảm nhiệt cho môi trường nuôi cấy trong điều kiện nắng gắt.

Theo hình 2 mô tả chi tiết nối ống: ống nối chữ Y 3a có ba đầu, một đầu nối với van chặn 1b sang ống cấp liệu 1c từ cửa 1c1, một đầu nối với ống nhân giống 3a1, đầu còn lại nối với ống nuôi tảo 4a12; đầu nối 4b (tham khảo hình 1) để nối hai hàng ống liền kề như 4a62 của hàng trên với 4a51 của hàng dưới; ống nối cong 3b và 4c để nối

hai ống trên cùng hàng như 3a1 với 3a2 hay 4a51 với 4a52; Ở đầu các ống nối có gắn mặt bích II để dễ nối ghép, tháo lắp, khi nối ghép dùng goong để bít kín. Đầu nối 4b làm bằng 2 co 90° III, hoặc uốn cong hình bán nguyệt bằng ống nhựa mềm dạng ống nối cong 3b hay 4c.

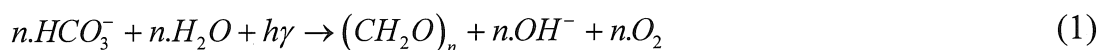
Theo các phương án ưu tiên mặt bích gắn ở đầu các ống nối cong 3b, 4c và đầu nối 4b có thể thay bằng khớp nối mềm hay bích tự do.

Theo các phương án ưu tiên ống nối cong 3b và 4c có thể làm bằng 2 co 90° III như đầu nối 4b với kích thước phù hợp.

Theo hình 3, mô tả quá trình nhân giống trong bộ phận nhân giống 3 của thiết bị nuôi tảo theo giải pháp hữu ích có 6 hành ống như sau:

bước 1 nạp liệu: Sau khi làm sạch thiết bị nuôi tảo, mở van 1e (chỉ đóng van 1e khi trời mưa), mở van khóa 1b, đóng các van 2b và 2d. Từ cửa nạp liệu 1a cho môi trường Zarrouk pha theo bảng 1 cùng tảo giống vào đầy hai ống nhân giống 3a, với tỷ lệ giống/môi trường bằng 1/10;

bước 2 nuôi nhân giống: mở van 2b để sục không khí vào dung dịch dưới dạng những bọt nhỏ nhờ vòi phun 2c, tạo hệ bọt có khối lượng riêng nhỏ hơn làm hỗn hợp trong nhánh trái ống tuần hoàn 2a đi từ dưới lên trên. Lên trên cửa cấp liệu 1c1 không khí tách ra và thoát ra ngoài qua cửa nạp liệu 1a. Chất lỏng sẽ đi qua van 2b rồi vào ống nhân giống 3a1, sang ống nối vòng 3b quay về nhánh phải của ống tuần hoàn 2a bằng ống nhân giống 3a2. Khi hỗn hợp đi trong hai ống nhân giống 3a tảo thu quang năng từ mặt trời xuyên qua thành ống để thực hiện phản ứng quang hợp tạo sinh khối từ các chất dinh dưỡng:



khí oxy tạo thành thoát ra ngoài cùng không khí qua cửa nạp liệu 1a, ion OH^- tạo thành sẽ làm tăng pH của môi trường, khi pH quá giới hạn cho phép của tảo *Spirulina* từ 8,5 đến 9,5 cần điều chỉnh pH bằng cách cho muối $NaHCO_3$ hay sục khí CO_2 vào môi trường, khi đó giảm pH do xảy ra phản ứng sau:



tùy theo cường độ ánh nắng để điều chỉnh tốc độ tuần hoàn của môi trường nhờ điều chỉnh lưu lượng khí cấp vào bằng van 2b. Qua điều chỉnh tốc độ tuần hoàn sẽ điều chỉnh được nhiệt độ môi trường dinh dưỡng sao cho nằm trong khoảng 35 đến 38 °C để tảo phát triển tốt. Khi không nắng chỉ cần khuấy tuần hoàn theo chu kỳ sau 2 giờ sục khí 15 phút. Chỉ sục khí liên tục vào buổi trưa nắng nóng và những ngày nắng gắt nhằm điều chỉnh nhiệt độ và làm cho tảo các lớp quang hợp đồng đều. Theo dõi tốc độ tăng trưởng sinh khối bằng nồng độ tảo bằng cách đo mật độ quang môi trường nuôi tảo với bước sóng 750 nm (OD_{750} có hệ số chuyển đổi 0,73 với tảo *S. platensis*). Sau 7 ngày, nồng độ tảo đạt khoảng 1 gam tảo/lít, thì kết thúc giai đoạn nhân giống chuyển sang giai đoạn nuôi sản xuất.

Theo hình 4, mô tả quy trình nuôi tảo trong thiết bị có 6 hàng ống, gồm 4 bước:

bước 1 nạp liệu: kết thúc giai đoạn nhân giống, nồng độ tảo đạt khoảng 1 g/lít, đóng van 2c và van 1b, qua cửa nạp liệu 1a cho môi trường Zarrouk vào đầy các ống nuôi tảo 4a của thiết bị, ngập trên cửa nhập liệu 1c2;

bước 2 nuôi tảo: sau khi nạp đủ môi trường, mở van khí 2c, không khí được vòi phun 2c, phân tán thành bọt nhỏ làm môi trường dâng lên trong nhánh trái ống tuần hoàn 2a. Lên mặt thoáng trên cửa nhập liệu 1c2, khí tách ra rồi thoát ra ngoài qua cửa 1a, dung dịch sẽ đi vào ống nhập liệu 1c2 qua hai ống nuôi tảo 4a61 và 4a62 nhờ ống nối cong 4c của tầng trên cùng. Môi trường chảy từ ống nuôi tảo 4a62 xuống ống 4a51 của tầng dưới bằng đầu nối 4b. Cứ như vậy môi trường dinh dưỡng cùng tảo được tuần hoàn qua tất cả các hàng ống nuôi tảo 4 từ trên xuống dưới. Cuối cùng sẽ quay về nhánh phải rồi sang trái của ống tuần hoàn 2a từ nút nối ống 3d. Kiểm tra nồng độ sinh khối tảo tăng lên khoảng 1 g/lít (thường sau 7 ngày) bằng $OD_{750} = 1,37$ thì tiến hành thu hoạch tảo mỗi ngày;

bước 3 thu hoạch tảo: từ 5 đến 6 giờ sáng ngày thứ 8 mở van 2d dung dịch chứa tảo chảy qua lưới lọc nghiêng 6 bằng inox, kích thước lỗ 150 mesh. Dịch thu được bên dưới lưới lọc cho hồi lưu về thiết bị nuôi tảo qua cửa nhập liệu 1a. Tảo thu được trên lưới lọc, cần rửa, ép, sau đó sấy ở dưới 60 °C đến độ ẩm không quá 1 % để bảo quản, chế biến và sử dụng;

bước 4 bổ sung các chất dinh dưỡng: sau mỗi lần thu hoạch tảo, qua cửa nhập liệu 1a cho thêm các chất dinh dưỡng bằng lượng tảo đã thu hoạch.

Ví dụ thực hiện giải pháp

Ví dụ 1. Thiết bị nuôi tảo bốn hàng có $4 \times 2 = 8$ ống thủy tinh kích thước 50x2x2000 mm, với thể tích 2 ống tầng nhân giống 3a là 6 lít, cả 4 tầng của thiết bị có thể tích 30 lít, với sơ đồ tương tự hình 3 nhưng các ống có chiều dài như nhau.

Giai đoạn nhân giống: đóng các van 2b, 2d, mở van 1b từ cửa nhập liệu 1a cho 5,5 lít môi trường Zarrouk (bảng 1) cùng 500 ml có chứa 1,0 g tảo/lít tảo giống vào đầy 2 ống nhân giống 3a của thiết bị. Mở van 2b sục 2 lít/phút không khí, bọt khí tạo thành từ vòi phun 2c đẩy môi trường chứa tảo dâng lên trong nhánh trái của ống tuần hoàn 2a, lên trên miệng ống nạp liệu 1c1 khí tách ra, và thoát ra ngoài qua cửa 1a. Dung dịch tuần hoàn trong hai ống nhân giống 3a, ở đây tảo sẽ quang hợp theo phản ứng (1) nhờ ánh sáng xuyên qua thành ống và các chất dinh dưỡng chứa trong dung dịch. Khí oxy tạo ra cùng không khí sục vào thoát ra qua cửa số 1a. Nuôi nhân giống trong 7 ngày, nồng độ tảo đạt 1,0 g/lít.

Giai đoạn sản xuất: khi nồng độ đạt 1 g/lít, đóng các van 1b và 2b, rồi cho thêm 24 lít môi trường Zarrouk vào đầy 4 hàng ống của thiết bị qua cửa nhập liệu 1a;

mở van 2b sục 5 lít/phút không khí để tuần hoàn môi trường dinh dưỡng và tảo. Như giai đoạn nhân giống, hỗn hợp khí lỏng đi từ vòi phun 2c dâng lên miệng trên ống nhập liệu 1c2, khí thoát ra qua cửa 1a, dung dịch đi qua ống nối 1c2 vào ống 4a31, qua ống nối cong 4c sang ống 4a32, chảy xuống ống nuôi tảo tầng dưới 4a21 qua đầu nối 4b, cứ tiếp tục như vậy dung dịch sẽ đi ra từ nút nối 3d về nhánh trái ống tuần hoàn 2a. Nồng độ sinh khối tảo được theo dõi qua OD₇₅₀, kết quả thu được trong bảng 3.

Ví dụ 2. thiết bị nuôi tảo chế tạo từ 14 ống nhựa trong acrylic: có 6 tầng ống nuôi tảo 4a với 12 ống, kích thước 90x3x2000 mm, thể tích 180 lít; một hàng ống nhân giống 3a gồm 2 ống kích thước 90x3x1000 mm, thể tích 20 lít. Tổng diện tích bề mặt các ống để thu nhận ánh sáng của toàn bộ thiết bị là 10,6 m²; chiếm diện tích xây dựng để lắp đặt thiết bị là 1,575 m².

Giai đoạn nuôi nhân giống, gồm hai bước (tham khảo hình 3):

bước 1 nạp liệu: mở van 1b, đóng các van 2b và 2d, cho 18 lít môi trường Zarrouk vào thiết bị qua cửa nạp liệu 1a, cùng 2,0 lít tảo giống chứa 1,0 g tảo/lít;

bước 2 nhân giống: mở van 2b sục 5 lít không khí/phút để tuần hoàn môi trường. Từ vòi phun 2c khí sục vào môi trường dưới dạng những bọt nhỏ, làm dung dịch dâng lên do giảm khối lượng riêng. Lên mặt thoáng, khí tách ra và thoát ra qua cửa 1a, môi trường tuần hoàn vào cửa 1c1 qua van 1b vào ống nhân giống 3a1, ống nối 3c và sang ống nhân giống 3a2, quay về ống tuần hoàn 2a từ cút 3d. Trong hai ống nhân giống 3a1 và 3a2 dung dịch đi ngược chiều nhau, ở đây dưới tác dụng của ánh sáng tảo tổng hợp nên sinh khối theo phản ứng (1) từ các chất dinh dưỡng. Oxy tạo thành sẽ thoát ra qua cửa 1a cùng không khí. Nhiệt độ môi trường thay đổi khá rộng trong khoảng 25 đến 40 °C, pH khảng 8,6 đến 10,5. Kết quả sau 7 ngày nồng độ sinh khối tảo tăng lên 1,0 g/lít ($OD_{750} \sim 1,4$).

Giai đoạn nuôi sản xuất, gồm 4 bước:

bước 1 nạp liệu: đóng van 2b và van 1b, cho thêm 180 lít môi trường Zarrouk vào thiết bị từ cửa nạp liệu 1a;

bước 2 nuôi tảo phát triển: sau khi cho môi trường vào đầy các ống của thiết bị ngập cửa nạp liệu 2c2, mở van 2b sục 10 lít/phút không khí để khuấy tuần hoàn môi trường. Khí sục vào nhánh trái ống tuần hoàn 2a nhờ vòi phun 2c, bọt khí tạo thành làm hỗn hợp bọt có khối lượng riêng nhỏ dâng lên, đến mặt thoáng trên cửa nạp liệu 1c2, khí tách ra và thoát ra qua cửa 1a. Dung dịch đi vào ống nuôi 4a51, qua ống nối ngang 4c rồi đi ngược lại trong ống nuôi 4a52. Cuối ống nuôi 4a52 dung dịch chảy xuống tầng dưới qua ống nối nghiêng 4b. Lặp lại sau 5 tầng ống nuôi dung dịch đi qua nhánh ống nối chữ Y 3c đi vào ống 3a1 qua ống nối 3c sang ống 3a2, đi ra từ cút nối 3d về ống tuần hoàn 2a. Khi đi trong các ống 4a và 3a tảo phát triển nhờ quang hợp bằng ánh sáng xuyên qua bề mặt ống và các chất dinh dưỡng trong dung dịch. Khi phản ứng quang hóa xảy ra tạo thành sinh khối tảo, và oxy tạo thành cũng tách ra, rồi thoát ra ngoài qua cửa 1a. Do nhiệt độ môi trường thay đổi khá mạnh trong những ngày nắng gắt khoảng 25 đến 40 °C, nên cần tăng cường sục khí khuấy tuần hoàn môi trường, duy trì nhiệt độ giúp tảo phát triển đồng đều;

bước 3 thu hoạch tảo: sau 7 ngày nuôi sản xuất, nồng độ tảo đạt khoảng 1,0 g/lít, nên từ ngày thứ 8 tiến hành thu hoạch tảo bằng cách lọc qua lưới. Khi lọc tảo, đóng van 2b, mở van 2d cho dung dịch chứa tảo đi qua lưới lọc 150 mesh bằng inox. Tảo có kích thước từ $0,3 \div 1 \mu\text{m}$ được giữ lại trên lưới, phần dịch lọc qua lưới được hồi lưu qua cửa số 1a vào thiết bị để tiếp tục nuôi ở bước 2;

bước 4 bổ sung dinh dưỡng và điều chỉnh pH: sau khi lọc tảo, cần bổ sung các chất dinh dưỡng vào môi trường, tương ứng với lượng tảo đã tách ra. Cung cấp dịch dưỡng cacbon dạng ion HCO_3^- , kết hợp với khuấy trộn môi trường sục 5,0 lít/phút khí CO_2 trong 30 phút vào buổi sáng, khi đó xảy ra các phản ứng sau:



Nhờ ion H^+ sinh ra làm giảm pH đã tăng lên trong giai đoạn sản xuất theo phản ứng (1) của môi trường sản xuất.

Tảo thu được, đem rửa sạch, ép khô nước sau đó có thể sử dụng dạng tươi hay sấy khô để bảo quản, chế biến sử dụng theo nhiều cách khác nhau.

Bảng 1. Thành phần các chất pha chế môi trường Zarrouk

Nº	Công thức hóa học	Zarrouck, g/lít	Vi lượng 1, mg/lít		Vi lượng 2, mg/lít	
1	NaHCO_3	16.8	H_3BO_3	2.86	NH_4VO_3	0.023
2	K_2HPO_4	0.5	$\text{MnCl}_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$	1.81	$\text{NiSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$	0.048
3	NaNO_3	2.5	$\text{ZnSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$	0.22	Na_2WO_4	0.018
4	NaCl	1.0	$\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$	0.08	$\text{Ti}_2(\text{SO}_4)_3$	0.040
5	K_2SO_4	1.0	MoO_3	0.01	$\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$	0.044
6	$\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$	0.2	Lấy 134 ml dung dịch KOH 1 N + 32,2 g EDTA, pha loãng bằng nước sau đó cho vào 24,9 g $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ sau đó pha loãng đến 1 lít. Cho không khí không có CO_2 và để trong bóng tối 12 giờ			
7	$\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$	0.01				
7	$\text{CaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$	0.04				
8	Fe-EDTA	1,0 ml/lít				
9	Dung dịch vi lượng 1	1,0 ml/lít				
10	Dung dịch vi lượng 2	1,0 ml/lít				

Bảng 2. Tăng trưởng sinh khối tảo *S. platensis* trong thể tích nhân giống 6 lít

Ngày thứ	1	2	3	4	5	6	7
C, g/lít	0,0998	0,119	0,211	0,371	0,601	0,819	0,956

Bảng 3. Tăng trưởng sinh khối tảo *S. platensis* trong thiết bị nuôi tảo 30 lít

Ngày thứ	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C, g/lít	0,478	0,511	0,637	0,681	0,845	0,880	0,959	1,023	1,034

Bảng 4. Lượng tảo thu được từ ngày thứ 8 trong thiết bị nuôi tảo 200 lít

Ngày thứ	8	9	10	11	12
Khối lượng, gam					
Tảo ướt (50 ÷ 60) % ẩm	111.61	96.71	145.22	70.60	80.89
Tảo khô ≤ 5% ẩm	58.59	50.77	76.24	37.06	42.47

Hiệu quả đạt được của giải pháp

Thiết bị nuôi tảo đơn bào gồm nhiều tầng ống 4 xếp thành hai hàng song song nhờ các chi tiết nối thích hợp, làm tăng đáng kể diện tích làm việc so với diện tích xây dựng. Bằng đầu nối chữ Y 3c để kết nối và sử dụng một thiết bị làm hai việc: nhân giống ở tầng dưới chiếm 1/10 thể tích sản xuất và sản xuất sinh khối trong cả thiết bị. Ngoài ra, chỉ dùng bộ phận khuấy tuần hoàn bằng sục khí 2 đã tạo nên một thiết bị nuôi tảo đơn giản, dễ sử dụng.

Bên cạnh đó, nếu lắp đặt thiết bị nuôi tảo đơn bào lên trên các công trình khác như sân thượng hay ban công các tòa nhà, cũng như trên mặt nước sông, hồ, biển sẽ không tốn diện tích đất xây dựng công trình.

Thiết bị nuôi tảo đơn bào bao gồm các ống kín hoàn toàn: tránh được tạp nhiễm để thu sản phẩm sạch; tránh mưa, bão. Có thể tạo ra các TPBR có kích cỡ khác nhau, phù hợp với nhu cầu sử dụng như kinh tế hộ gia đình với kết cấu thiết bị đơn giản, dễ sử dụng.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị nuôi tảo đơn bào dạng ống nhiều tầng, trong đó thiết bị này bao gồm bộ phận nạp liệu (1) nối với bộ phận tuần hoàn (2), bộ phận nhân giống (3) và bộ phận nuôi tảo (4), thiết bị này được đỡ bởi khung đỡ (5), trong đó:

- bộ phận nạp liệu (1) bao gồm cửa nạp liệu (1a) được nối với ống cấp liệu (1c) thông qua van khóa (1b), trên ống cấp liệu có đường nối với bộ phận tuần hoàn (2), bộ phận nhân giống (3) và bộ phận nuôi tảo (4);

- bộ phận tuần hoàn (2) bao gồm ống tuần hoàn (2a) có dạng chữ U, ở nhánh nối với ống cấp liệu (1c) có bố trí van cấp khí (2b) và vòi phun (2c), ở nhánh nối với bộ phận nhân giống (3) có bố trí van xả (2d);

- bộ phận nhân giống (3) bao gồm hai ống nhân giống (3a), hai ống này được nối với nhau bằng ống nối cong (3b) tạo thành dạng chữ U kín, hai đầu còn lại, một đầu được nối với bộ phận tuần hoàn (2) thông qua cút (3d), đầu còn lại được nối với van chặn (1d) và cơ cấu nuôi (4) thông qua ống nối chữ Y (3c);

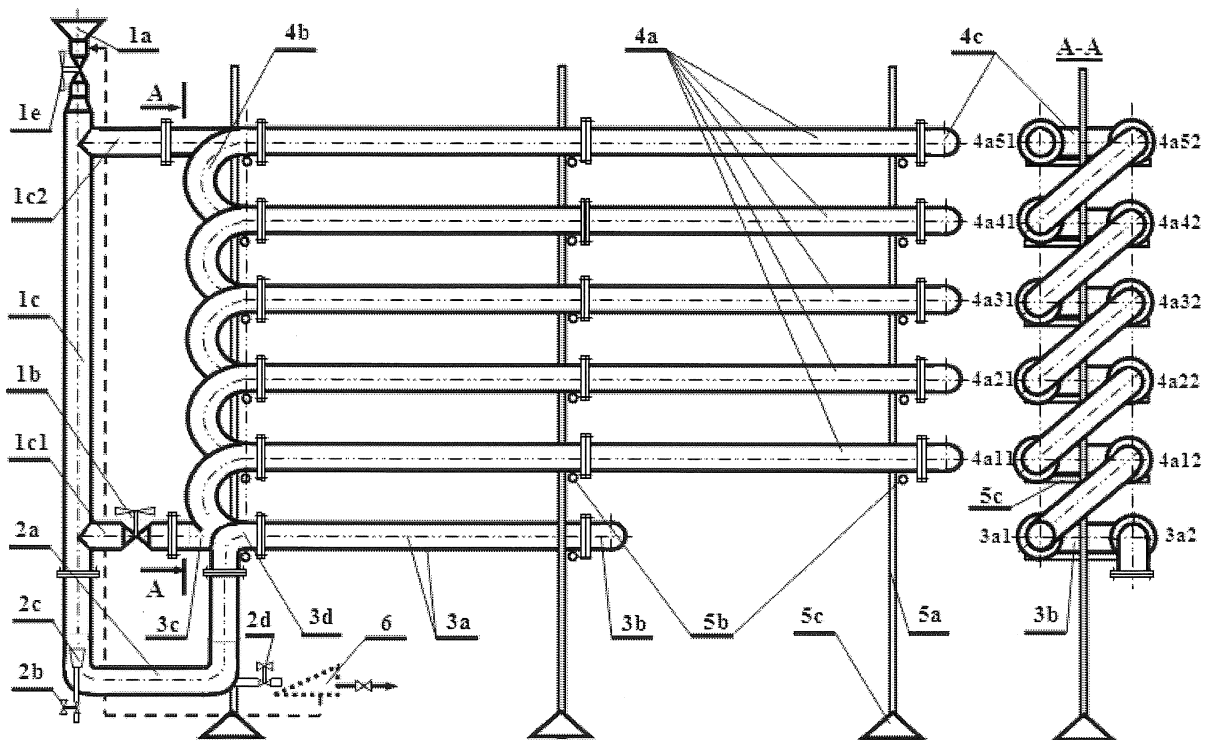
- bộ phận nuôi tảo (4) bao gồm các ống nuôi tảo (4a) được bố trí song song với nhau, mỗi đầu của ống được nối với nhau bởi đầu nối (4b) và ống cong (4c) tạo thành liên kết xoắn khúc dạng lò xo hở hai đầu, một đầu hở của các ống nuôi tảo (4a) này được nối với ống cấp liệu (1c), đầu còn lại được nối với bộ phận nhân giống (3) tạo thành kết cấu kín;

- khung đỡ (5) bao gồm các thanh trụ (5a) tỳ trên đế (5c), được nối giằng với nhau, trên đó có bố trí các thanh đỡ (5b) tạo thành giá đỡ các ống nhân giống (3a) và ống nuôi tảo tạo thành các hàng song song với nhau theo chiều thẳng đứng;

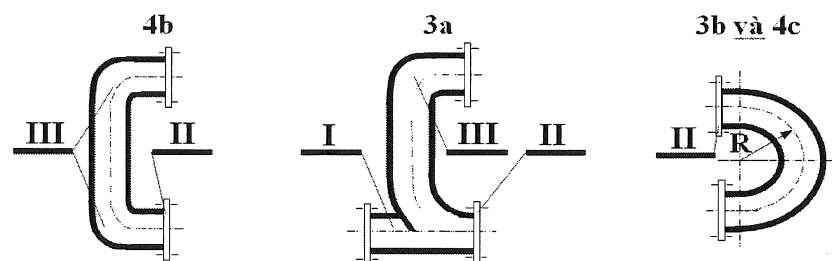
theo đó, tảo giống và môi trường nhân giống được nạp vào thiết bị qua cửa nạp liệu (1a) đến mức ngang với mức của van chặn (1d) và đầy vào các ống nhân giống (3a), tiếp đó mở van cấp khí (2b) để cấp không khí cho quá trình nhân giống, sau khi quá trình nhân giống kết thúc, đóng van chặn (1d), cấp bổ sung môi trường nhân giống cho đến mức ngang với đường nối với bộ phận nuôi tảo, quá trình nuôi tảo được sục khí liên tục giúp môi trường được tuần hoàn liên tục, sau khi quá trình nuôi tảo kết thúc, mở van xả (2d) thu sản phẩm tảo nuôi cấy.

2. Thiết bị theo điểm 1, trong đó các bộ phận bao gồm ống cấp liệu (1c), ống tuần hoàn (2a), ống nhân giống (3a), ống nối cong (3b), ống nối (4c) được chế tạo từ vật liệu trong suốt.
3. Thiết bị theo điểm 2, trong đó vật liệu trong suốt là thủy tinh hoặc nhựa không màu.
4. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó bộ phận nhân giống (3) được bố trí trên khung đỡ (5) ở phía thấp hơn bộ phận nuôi tảo (4) và được bố trí thành nhiều tầng.
5. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó bộ phận nuôi tảo (4) được bố trí trên khung đỡ (5) ở phía cao hơn bộ phận nhân giống (3) và được bố trí thành nhiều tầng.
6. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó tổng thể tích của bộ phận nhân giống (3) bằng $1/10$ tổng thể tích của bộ phận nuôi tảo (4).

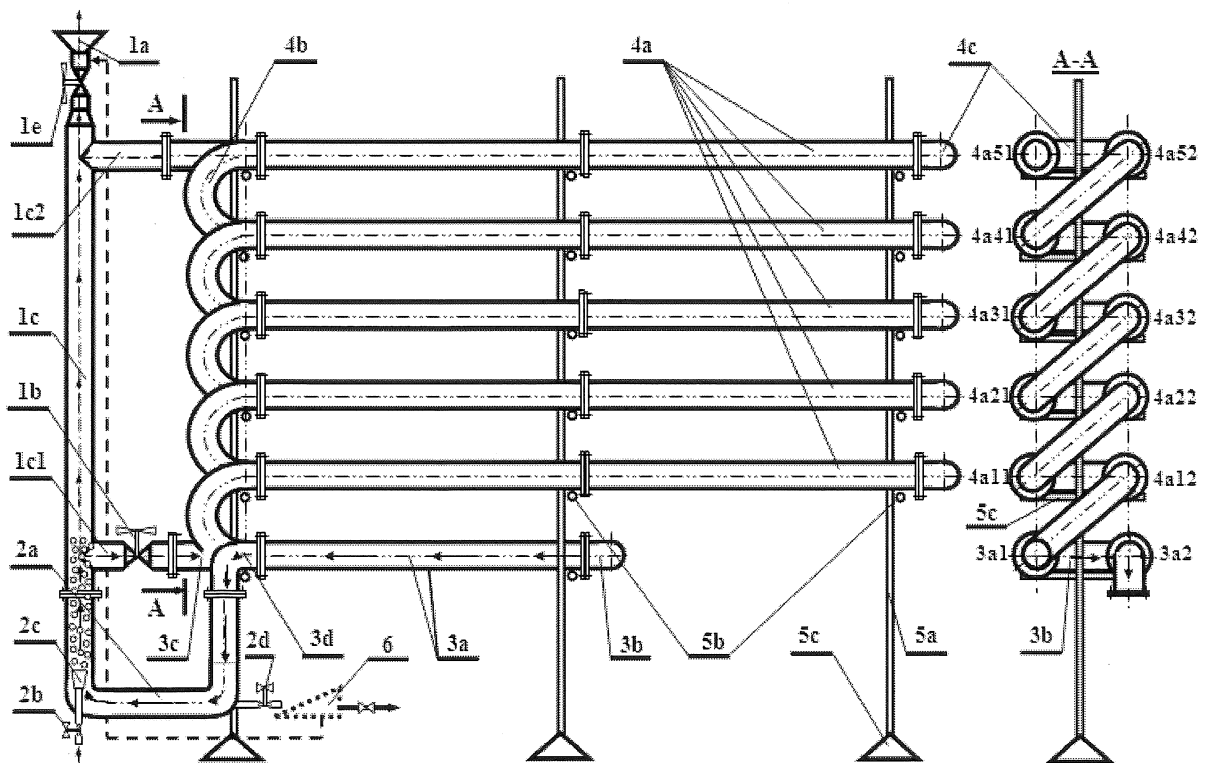
HÌNH 1



HÌNH 2



HÌNH 3



HÌNH 4

