



(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)



2-0003304

(51) A01K 61/00; A01G 31/00
2022.01

(13) **Y**

(21) 2-2023-00049

(22) 29/05/2020

(67) 1-2020-03067

(45) 25/08/2023 425

(43) 25/08/2020 389ASC

(73) Trường Đại học Cần Thơ (VN)

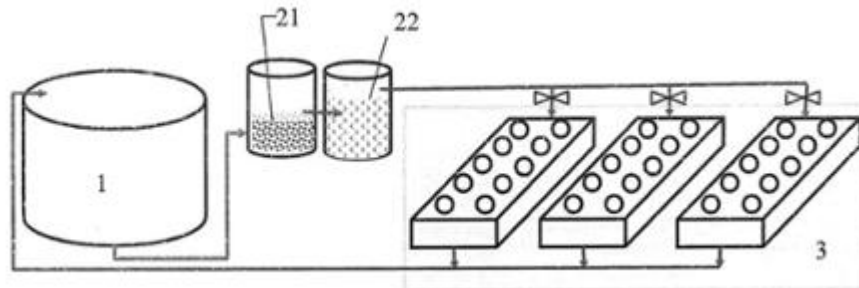
Khu II, đường 3/2, phường Xuân Khánh, quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ

(72) Hứa Thái Nhân (VN); Dương Nhật Long (VN); Phạm Minh Đức (VN); Trần Ngọc Hải (VN).

(74) Công ty TNHH Luật ALIAT (ALIAT LEGAL)

(54) **QUY TRÌNH KỸ THUẬT NUÔI LƯƠN TRONG HỆ THỐNG TUẦN HOÀN KẾT HỢP
VỚI THỦY CANH**

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình kỹ thuật nuôi lươn trong hệ thống tuần hoàn kết hợp với thủy canh, quy trình này bao gồm các bước: (i) thiết kế hệ thống nhằm thiết lập hệ thống tuần hoàn khép kín kết hợp với thủy canh để nuôi lươn và trồng rau bao gồm bể nuôi lươn (1), bể lắng (21), bể lọc sinh học (22), máy bơm, bể/bệ trồng rau (3) và hệ thống giám sát môi trường nước tự động; tính toán số lượng lươn thả nuôi căn cứ vào định lượng lươn cần thu hoạch để biết được tổng lượng thức ăn mà lươn sẽ ăn tương ứng với lượng thức ăn đưa vào hệ thống, và tính lượng rau cần để trồng cây, thiết lập hệ thống giám sát môi trường nước tự động để tạo kết cấu thực hiện kết nối với điện thoại thông minh nhằm giám sát, theo dõi các thông số môi trường nước trong hệ thống tuần hoàn khép kín gồm các camera giám sát, cảm biến nhiệt độ, cảm biến độ pH, cảm biến đa chỉ tiêu được kết nối với điện thoại thông minh qua mạng không dây/mạng viễn thông 3G/4G/5G/Internet; (ii) chọn vị trí, địa điểm lắp đặt hệ thống tuần hoàn khép kín; (iii) kỹ thuật trồng rau; (iv) kỹ thuật nuôi lươn; (v) kỹ thuật vận hành và chăm sóc quản lý hệ thống tuần hoàn; và (vi) thu hoạch sản phẩm. Quy trình kỹ thuật nuôi lươn trong hệ thống tuần hoàn kết hợp với thủy canh theo giải pháp hữu ích này thích hợp với điều kiện triển khai ở quy mô hộ gia đình, cũng như ở quy mô sản xuất thâm canh trong doanh nghiệp. Quy trình theo giải pháp hữu ích này không gây ô nhiễm môi trường, kích thích lươn tăng trưởng nhanh, giảm công lao động và tăng năng suất với quy trình kỹ thuật được tối ưu hóa.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích này đề cập đến quy trình kỹ thuật nuôi lươn trong hệ thống tuần hoàn kết hợp với thủy canh, thuộc lĩnh vực nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản, cụ thể là đề cập đến quy trình kỹ thuật nuôi lươn trong hệ thống tuần hoàn khép kín kết hợp với thủy canh trồng rau xà lách xoong/cải xoong (*Nasturtium officinale*), cải thìa (*Brassica rapa chinensis*), rau muống (*Ipomoea aquatica*), hoặc rau ngổ (*Enhydra fluctuans Lour*).

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Mỗi loài thủy sản khác nhau cần đến các điều kiện môi trường nuôi và điều kiện chăm sóc dinh dưỡng khác nhau. Lươn có giá trị kinh tế cao và được nuôi phổ biến ở một số tỉnh của Việt Nam như An Giang, Đồng Tháp, Cần Thơ, v.v.. Diện tích và mật độ nuôi không ngừng mở rộng do hiệu quả kinh tế mang lại. Tuy nhiên, vấn đề ô nhiễm và thiếu nguồn nước nuôi lươn là vấn đề đang được quan tâm do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu. Nhược điểm chung của một số quy trình kỹ thuật nuôi lươn trong môi trường nước tĩnh đã biết, đó là phải cần tiêu tốn một lượng nước sạch rất lớn để thu hoạch được 1 kg lươn thương phẩm. Nhược điểm của quy trình đã biết là thường chỉ có các bước cơ bản của quy trình nuôi thủy sản trong hệ thống tuần hoàn khép kín nói chung, hiện chưa có một quy trình riêng biệt cho loài thủy sản cụ thể là nuôi lươn kết hợp với thủy canh trồng rau trong hệ thống tuần hoàn khép kín này.

Đơn yêu cầu cấp Bằng độc quyền giải pháp hữu ích Việt Nam số 2-2017-00257 công bố ngày 25/01/2018 đã đề cập đến một phương pháp nuôi lươn trong bể làm bằng màng nhựa, nhưng giải pháp nuôi lươn này vẫn cần đến môi trường nuôi lươn cụ thể là sông/ao hồ để đặt trực tiếp bể làm bằng nhựa vào môi trường nước tự nhiên này, dẫn đến gây ô nhiễm môi trường nước trong quá trình nuôi lươn theo giải pháp đã biết này.

Patent Mỹ số US8291640 B2 công bố ngày 23/10/2012 đề cập đến hệ thống nuôi thủy sản kết hợp với trồng rau thủy canh (aquaponic) để nuôi cá và trồng rau. Tuy nhiên,

hệ thống đã biết này cũng chưa đề cập đến các số liệu cụ thể về chế độ dinh dưỡng và chăm sóc để phù hợp với quá trình sinh trưởng của con cá và cây rau nhằm đạt được sự phát triển hiệu quả nhất trong hệ thống đã biết này.

Hiện vẫn chưa có quy trình kỹ thuật đã biết nào có thể phù hợp để nuôi thâm canh con lươn trong hệ thống tuần hoàn khép kín kết hợp với trồng rau thủy canh xác định được các điều kiện kỹ thuật tối ưu nhằm đạt hiệu quả cao nhất khi thu hoạch lươn thương phẩm, đồng thời quy trình này cần đảm bảo thân thiện với môi trường và không bị phụ thuộc nhiều vào địa điểm để nuôi lươn.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Nhằm khắc phục nhược điểm đã biết nêu trên, mục đích của giải pháp hữu ích này là đề xuất quy trình kỹ thuật nuôi lươn trong hệ thống tuần hoàn kết hợp với thủy canh, để giải quyết vấn đề về các điều kiện chăm sóc tối ưu, đảm bảo thân thiện với môi trường. Quy trình kỹ thuật nuôi lươn trong hệ thống tuần hoàn kết hợp với thủy canh theo giải pháp hữu ích này bao gồm các bước:

(i) Thiết kế hệ thống nhằm thiết lập hệ thống tuần hoàn khép kín kết hợp với thủy canh để nuôi lươn và trồng rau hoạt động hiệu quả, gồm bể nuôi lươn, hệ thống lọc, máy bơm, hệ thống trồng rau thủy canh, và hệ thống giám sát môi trường nước tự động; tính toán số lượng lươn thả nuôi căn cứ vào định lượng lươn cần thu hoạch để biết được tổng lượng thức ăn mà lươn sẽ ăn tương ứng với lượng thức ăn đưa vào hệ thống, và tính lượng rau cần để trồng cây (được tính theo số lượng cây/m²), khác biệt ở chỗ thiết lập hệ thống giám sát môi trường nước tự động để tạo kết cấu thực hiện kết nối với điện thoại thông minh nhằm giám sát, theo dõi các thông số môi trường nước trong hệ thống tuần hoàn khép kín gồm các camera giám sát, cảm biến nhiệt độ, cảm biến độ pH, cảm biến đa chỉ tiêu được kết nối với điện thoại thông minh qua mạng không dây/mạng viễn thông 3G/4G/5G/Internet;

(ii) Chọn vị trí, địa điểm lắp đặt hệ thống tuần hoàn khép kín;

(iii) Kỹ thuật trồng rau thực hiện ươm rau ít nhất 2 tuần trước khi vận hành hệ thống; khi rau ra rễ dài khoảng 2,0 cm, 2 lá mầm thì thực hiện chuyển lên hệ thống trồng rau; bể/khay/bệ trồng rau cần đảm bảo diện tích từ 2 đến 24 m²/hệ thống; mật độ rau trồng từ 25 đến 80 rọ/m²; khoảng cách giữa các rọ rau trung bình khoảng 40 mm; độ sâu mực

nước trồng rau trên bề nổi ít nhất là 20 cm, hoặc có thể sử dụng hệ thống hút xả cạn liên tục trong hệ thống có giá thể là đất sét nung, nham thạch, đá bụi hoặc than tổ ong;

(iv) Kỹ thuật nuôi lươn cần lựa chọn kích cỡ lươn giống lớn hơn 5 g/con, lươn giống cần khỏe mạnh, đồng cỡ, không bị thương tật, được cho ăn thức ăn viên nổi, nuôi lươn trong bể lót bạt/bể xi măng/bể composit; mật độ lươn nuôi nằm trong khoảng từ 100 đến 400 con/m² hoặc từ 8 đến 40 g/L nước nuôi lươn; độ sâu mực nước bể nuôi lươn nằm trong khoảng từ 20 đến 40 cm; chế độ chăm sóc lươn gồm cho ăn từ 1 đến 2 lần/ngày, với khẩu phần ăn nằm trong khoảng từ 1 đến 2 % khối lượng thân con lươn;

(v) Kỹ thuật vận hành và chăm sóc quản lý hệ thống tuần hoàn; và

(vi) Thu hoạch sản phẩm.

Thành phần chính của hệ thống tuần hoàn theo giải pháp hữu ích này bao gồm bể nuôi lươn, hệ thống lọc (bao gồm lọc cơ học dùng bể lắng và bể lọc sinh học), máy bơm, hệ thống trồng rau thủy canh gồm các bể/bệ trồng rau có hoặc không có giá thể tùy loại rau/cây trồng phù hợp, và hệ thống giám sát môi trường nước tự động được thiết lập để kết nối với điện thoại thông minh nhằm giám sát, theo dõi các thông số môi trường nước trong hệ thống gồm các camera giám sát (máy quay phim kỹ thuật số), cảm biến nhiệt độ, cảm biến độ pH, cảm biến đa chỉ tiêu được kết nối với điện thoại thông minh qua mạng không dây/mạng viễn thông 3G/4G/5G/Internet. Đặc điểm sinh trưởng của lươn thường sống chui rúc trong bùn, nhưng đối với quy trình kỹ thuật theo giải pháp hữu ích này, lươn được nuôi trong bể không có bùn, nhưng có đặt giá thể nuôi lươn là những chùm dây nylon để lươn chui vào. Đối với hệ thống lọc gồm bể lắng và lọc sinh học có kích thước và thể tích phù hợp với mật độ nuôi lươn, lượng thức ăn cho lươn ăn vào hệ thống và vi sinh vật hữu ích hoạt động hiệu quả để tạo ra các nguồn dinh dưỡng hữu cơ cho rau và cây trồng phát triển thuận lợi. Hệ thống tuần hoàn kết hợp với trồng rau thủy canh theo giải pháp hữu ích này không cần đến đất, nhờ vào sử dụng nước hợp lý, hạn chế được lượng nước thải, có thể sản xuất hai sản phẩm nông nghiệp cùng một lúc là lươn và rau. Nước thải từ nuôi lươn sẽ được vi khuẩn chuyển hóa thành nitrat và được đưa đến bể trồng rau. Trong hệ thống tuần hoàn này, bể trồng rau hoạt động như một hệ thống lọc sinh học, rau sẽ hấp thu nitrat và giúp môi trường nước sạch trở lại để nuôi lươn. Việc đảm bảo cân bằng giữa mật độ nuôi lươn và mật độ rau là vấn đề rất quan trọng nhằm đảm bảo đủ lượng dinh dưỡng cung cấp cho rau và sự cân bằng hệ vi

sinh vật hữu ích trong hệ thống theo giải pháp hữu ích này. Diện tích trồng rau ít sẽ dẫn đến sự tích tụ chất dinh dưỡng trong hệ thống, còn nếu diện tích trồng rau lớn có thể cải thiện chất lượng nước nhưng làm rau phát triển chậm và giảm năng suất. Sự kết hợp tối ưu trong vấn đề xử lý nước thải từ bể nuôi lươn và sử dụng nước này để cung cấp cho bể trồng rau là giải pháp tối ưu trong hệ thống theo giải pháp hữu ích này. Hệ thống theo giải pháp hữu ích hoàn toàn khép kín, nước từ bể nuôi lươn được đưa đến bể trồng rau thủy canh giúp loại bỏ các chất dinh dưỡng và nước sạch sẽ được bơm trở lại bể nuôi lươn. Trong hệ thống theo giải pháp hữu ích này, nước nuôi lươn có chứa chất thải ra của lươn và thức ăn thừa đi qua bể lắng (lọc cơ học) để loại bỏ chất thải rắn từ lươn thải ra, sau đó nước đi qua bể lọc sinh học, tại đây vi khuẩn có tác dụng lần lượt chuyển hóa amoniac/amoni thành nitrit và nitrat, rau có thể hấp thu nitrat làm cho nước trở nên sạch. Để đạt hiệu quả hoạt động tốt nhất, quy trình theo giải pháp hữu ích này thực hiện bước thiết kế nhằm thiết lập sự cân bằng để nuôi lươn và trồng rau; tính toán mật độ lươn thả nuôi căn cứ vào lượng lươn cần thu hoạch, và tính lượng rau cần để trồng nhằm đạt được cân bằng giữa chất thải ra từ việc nuôi lươn và sự hấp thu các chất dinh dưỡng từ rau thủy canh được trồng theo giải pháp hữu ích này.

Giải pháp theo giải pháp hữu ích thực hiện trồng rau trong hệ hống bao gồm xà lách xoong/cải xoong (*Nasturtium officinale*), cải thìa (*Brassica rapa chinensis*), rau muống (*Ipomoea aquatica*), hoặc rau ngổ (*Enhydra fluctuans Lour*).

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Giải pháp hữu ích này sẽ được hiểu đầy đủ hơn từ mô tả chi tiết sau đây và hình vẽ kèm theo.

Hình 1 thể hiện thiết kế hệ thống của quy trình kỹ thuật nuôi lươn trong hệ thống tuần hoàn kết hợp với thủy canh theo một phương án thực hiện giải pháp hữu ích này.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Như thể hiện trong Hình 1, quy trình kỹ thuật nuôi lươn trong hệ thống tuần hoàn kết hợp với thủy canh, quy trình theo giải pháp hữu ích này bao gồm các bước:

(i) Thiết kế hệ thống nhằm thiết lập hệ thống tuần hoàn khép kín kết hợp với thủy canh để nuôi lươn và trồng rau; tính toán số lượng lươn thả nuôi căn cứ vào định lượng lươn thương phẩm khi thu hoạch, và tính lượng rau cần để trồng cây (số lượng cây/m²). Thông số kỹ thuật cụ thể của hệ thống này bao gồm tỷ lệ về thể tích nước nuôi lươn: rau là 1:1 hay 1:2, thể tích nước trồng rau trên bể nổi; thể tích bể lắng và lọc sinh học từ 10 đến 15 % thể tích nuôi lươn tùy thuộc vào lượng thức ăn đưa vào hệ thống để bổ sung lượng giá thể lọc sinh học phù hợp (1m² bề mặt/1g nitơ), giá thể lọc (đá bụi, hạt nhựa có dạng hình bánh xe hay dạng hình tròn) cần cho vào bể lọc sinh học kết hợp sục khí oxy khoảng tuần để kích thích vi sinh vật hữu ích phát triển, do vi sinh có lợi cần oxy để chuyển hóa dinh dưỡng (hóa trình nitrit và nitrat hóa) cho sự phát triển của rau trong quy trình theo giải pháp hữu ích này; bể nuôi lươn có dạng hình vuông, tròn, bể composit, hoặc bể lót bạt có kích cỡ từ 1,0 đến 12 m² /bể hoặc từ 200 đến 6000 L/bể; bể trồng rau, khay trồng rau có dạng hình chữ nhật kích thước nằm trong khoảng từ 1,0 đến 6,0 m² /bể trồng rau.

Bước thiết lập hệ thống tuần hoàn khép kín được tạo cấu hình bao gồm bể nuôi lươn 1, bể lắng 21, bể lọc sinh học 22, máy bơm, bể/bể trồng rau 3, và hệ thống giám sát môi trường nước tự động được lắp đặt và kết nối với điện thoại thông minh để giám sát, theo dõi các thông số môi trường nước trong hệ thống gồm các camera giám sát, cảm biến nhiệt độ, cảm biến độ pH, cảm biến đa chỉ tiêu được kết nối với điện thoại thông minh qua mạng không dây/mạng viễn thông 3G/4G/5G/Internet (không thể hiện trên Hình 1). Như được thể hiện trong Hình 1, chiều mũi tên (→) để chỉ hướng tuần hoàn nước trong hệ thống tuần hoàn khép kín theo giải pháp hữu ích này.

(ii) Chọn vị trí, địa điểm lắp đặt hệ thống tuần hoàn khép kín kết hợp với thủy canh. Hệ thống có thể được lựa chọn để phù hợp với qui mô hộ gia đình, hoặc được triển khai ở quy mô doanh nghiệp; khu trồng rau cần có ánh sáng cho quá trình quang hợp và phát triển của rau; lưới, nhà lưới, nhà kính để tránh côn trùng, dịch hại; bể nuôi lươn cần được che ánh sáng để tránh sự phát triển của tảo; cần có nguồn nước sạch và nguồn điện năng cung cấp cho hệ thống.

(iii) Kỹ thuật trồng rau cần thực hiện ương rau ít nhất 2 tuần trước khi vận hành hệ thống; khi rau ra rễ dài khoảng 2,0 cm, 2 lá mầm thì thực hiện chuyển lên hệ thống trồng rau; bể/khay/bể trồng rau cần đảm bảo diện tích từ 2 đến 24 m² /hệ thống; mật độ rau trồng từ 25 đến 80 rọ/m²; khoảng cách giữa các rọ rau trung bình khoảng 40 mm; độ

sâu mực nước trồng rau trên bề nổi ít nhất là 20 cm, hoặc có thể sử dụng hệ thống hút xả cạn liên tục trong hệ thống có giá thể là đất sét nung, nham thạch, đá bụi hoặc than tổ ong.

(iv) Kỹ thuật ương và nuôi lươn cần đảm bảo kích cỡ lươn giống lớn hơn 5 g/con, lươn giống cần khỏe mạnh, đồng cỡ, không bị thương tật, được cho ăn thức ăn viên nổi, nuôi lươn trong bể lót bạt/bể xi măng/bể composit; mật độ lươn nuôi nằm trong khoảng từ 100 đến 400 con/m² hoặc từ 6 đến 40 g/L nước nuôi lươn; độ sâu mực nước bể nuôi lươn nằm trong khoảng từ 20 đến 40 cm; chế độ chăm sóc lươn gồm cho ăn từ 1 đến 2 lần/ngày, với khẩu phần ăn nằm trong khoảng từ 1 đến 2 % khối lượng thân con lươn.

(v) Kỹ thuật vận hành và chăm sóc quản lý hệ thống tuần hoàn cần thực hiện cho lươn ăn đầy đủ hàng ngày để duy trì lượng dinh dưỡng cho rau từ nguồn chất thải ra của con lươn; đảm bảo lưu tốc dòng chảy của nước từ bể nuôi lươn vào hệ thống trồng rau được duy trì là 3L/phút, và đạt ít nhất lưu lượng nước là 1,5 m³/ngày, được duy trì trong khoảng thời gian từ 18 đến 24 giờ/ngày; lượng thức ăn hàng ngày nằm trong khoảng từ 10 đến 45 g/m² rau để đảm bảo cung cấp đủ lượng dinh dưỡng cho rau; kiểm tra toàn bộ hệ thống hàng ngày để đảm bảo hệ thống luôn hoạt động bình thường; cần đảm bảo các thông số kỹ thuật như nêu trong bảng 1; cần theo dõi sự phát triển rau và màu sắc của rau, nếu có biểu hiện thiếu dinh dưỡng của rau; đảm bảo phòng ngừa dịch hại và thất thoát; và

(vi) Thu hoạch sản phẩm cần đảm bảo phương pháp thu hoạch sản phẩm phù hợp với cách thu tỉa, thả bù hay thu hoàn toàn sản phẩm, v.v., thu hoạch lươn được thực hiện sau từ 7 đến 8 tháng nuôi lươn trong hệ thống theo giải pháp hữu ích là có thể thu hoạch sản phẩm; thực hiện thu hoạch rau sau 21 ngày là có thể thu hoạch được rau do vòng đời sinh trưởng của rau ngắn.

Theo một phương án thực hiện giải pháp hữu ích này, trong đó bước thiết kế hệ thống nhằm thiết lập hệ thống tuần hoàn khép kín với các thông số bao gồm tỷ lệ về thể tích nước nuôi lươn: rau là 1:1, thể tích bể lắng và lọc sinh học từ 10 đến 15% thể tích nuôi lươn; bể nuôi lươn có kích thước từ 1,0 đến 12 m²/bể, bể trồng rau có kích thước nằm trong khoảng từ 1,0 đến 6,0 m² /bể trồng rau.

Thực hiện nuôi lươn bằng quy trình theo giải pháp hữu ích này, trong đó bước kỹ thuật vận hành và chăm sóc quản lý hệ thống tuần hoàn đảm bảo lưu tốc dòng chảy của

nước từ bể nuôi lươn vào hệ thống trồng rau được duy trì là 3L/phút, và đạt ít nhất lưu lượng nước là 1,5 m³/ngày, được duy trì trong khoảng thời gian từ 18 đến 24 giờ/ngày.

Giải pháp theo giải pháp hữu ích này thiết lập hệ thống giám sát môi trường nước tự động thực hiện kết nối các camera giám sát (máy quay phim kỹ thuật số), cảm biến nhiệt độ, cảm biến độ pH, cảm biến đa chỉ tiêu được kết nối với điện thoại thông minh qua mạng không dây/mạng viễn thông 3G/4G/5G/Internet. Các bể nuôi lươn và bể trồng rau đều được gắn camera giám sát (máy quay phim kỹ thuật số), cảm biến nhiệt độ, cảm biến độ pH, cảm biến đa chỉ tiêu để kết nối với điện thoại thông minh qua mạng không dây/mạng viễn thông 3G/4G/5G/Internet. Nhờ đó, toàn bộ các thông tin hình ảnh và số liệu theo thời gian thực về môi trường nước trong hệ thống tuần hoàn khép kín theo giải pháp hữu ích này đều được ghi nhận một cách tự động và truyền về điện thoại thông minh của người giám sát, vận hành hệ thống theo giải pháp hữu ích này, thực hiện chăm sóc cho lươn ăn, đảm bảo lưu tốc dòng chảy của nước từ bể nuôi lươn vào hệ thống trồng rau, theo dõi lượng thức ăn hàng ngày, theo dõi lượng dinh dưỡng cho rau; kiểm tra toàn bộ hệ thống hàng ngày để đảm bảo hệ thống luôn hoạt động bình thường và tuân thủ các thông số kỹ thuật đều được theo dõi từ xa, theo thời gian thực và thuận tiện cho người giám sát, vận hành hệ thống theo giải pháp hữu ích này. Mặt khác, việc lưu trữ các thông tin hình ảnh và số liệu phản ánh về hoạt động của hệ thống này vào trong bộ nhớ của điện thoại thông minh sẽ thuận tiện hơn so với trường hợp ghi chép nhật ký bằng lao động thủ công về tình hình hoạt động của hệ thống theo giải pháp hữu ích này.

Quy trình theo giải pháp hữu ích này thực hiện nuôi lươn kết hợp với trồng rau có thể đảm bảo một vụ lươn thu hoạch được từ 5 đến 6 vụ rau.

Bảng 1. Các thông số cơ bản của hệ thống tuần hoàn theo giải pháp hữu ích này

Một số chỉ tiêu môi trường	Đơn vị	Hàm lượng tối ưu
pH		6,5 đến 7,5
Kiểm	(mg CaCO ₃ /L)	113 (>100)
DO	(mg/L)	>5

Một số chỉ tiêu môi trường	Đơn vị	Hàm lượng tối ưu
BOD	(mg/L)	<20
TSS	(mg/L)	15 (4 đến 35)
NO ₃ ⁻	(mg/L)	26,3 đến 62
TAN	(mg/L)	0,95 đến 6,2
TP	(mg/L)	8,2 đến 16,4
K	(mg/L)	44 đến 65,5
Ca	(mg CaCO ₃ /L)	11,9 đến 24,2
Mg	(mg CaCO ₃ /L)	6,0 đến 6,5
SO ₄ ²⁻	(mg/L)	18,3
Fe	(mg/L)	1,3 đến 2,5
Mn	(mg/L)	0,06 đến 0,8
Zn	(mg/L)	0,03 đến 0,05
B	(mg/L)	0,09 đến 0,19

Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích

Sau đây, giải pháp hữu ích sẽ đưa một số ví dụ thử nghiệm nhằm chứng minh hiệu quả của quy trình kỹ thuật nuôi lươn trong hệ thống tuần hoàn kết hợp với thủy canh, tuy nhiên các ví dụ này không làm giới hạn phạm vi của giải pháp hữu ích.

Ví dụ 1- thực hiện nuôi lươn bằng quy trình theo giải pháp hữu ích này, bao gồm các bước thiết kế hệ thống nhằm thiết lập hệ thống tuần hoàn với mật độ lươn khác nhau.

Theo dõi lượng nước thay trung bình với các mật độ lươn khác nhau được thể hiện trong Kết quả A.

Ví dụ 2 - thực hiện nuôi lươn theo phương pháp truyền thống, cần phải thay nước hàng ngày. Theo dõi lượng nước thay trung bình được thể hiện trong Kết quả B.

Kết quả cho thấy trong Ví dụ 1 lượng nước thay trung bình sử dụng để bổ sung vào hệ thống tuần hoàn (Kết quả A) bằng 0,9 m³/bể chỉ bằng 1/20 so với lượng nước cần sử dụng để nuôi lươn bằng phương pháp truyền thống theo Ví dụ 2 (Kết quả B). Kết quả chi tiết như được thể hiện trong bảng 2. Bên cạnh đó hàm lượng tổng đạm amon (TAN) và nitrit nito (NO₂-N) trong Ví dụ 1 thấp hơn so với trong Ví dụ 2 (TAN: 32,2; 47,7; 26,44% và NO₂-N: 37,11; 67,37; 34,7% tương ứng với các nghiệm thức mật độ lươn có giá trị là 100, 180 và 260 con/m²).

Bảng 2. So sánh lượng nước thay trung bình giữa nuôi lươn bằng quy trình theo giải pháp hữu ích này so với cách nuôi lươn theo phương pháp truyền thống

Thí nghiệm	Lượng nước cần thay trung bình (m ³) ở các mật độ lươn khác nhau			TB±ĐLC
	100 con/m ²	180 con/m ²	260 con/m ²	
Ví dụ 1-Kết quả A: Nuôi lươn kết hợp thủy canh	1,0±0,2 ^a	0,9±0,2 ^a	0,9±0,5 ^a	0,9±0,06
Ví dụ 2-Kết quả B: Nuôi lươn không kết hợp thủy canh (phương pháp truyền thống)	13,0±0,5 ^a	25,53±0,5 ^b	25,73±0,46 ^b	21,4±7,29

Trong bảng 2, TB là viết tắt của số trung bình và ĐLC là viết tắt của độ lệch chuẩn.

Như vậy, việc áp dụng quy trình kỹ thuật nuôi lươn trong hệ thống tuần hoàn theo giải pháp hữu ích này đã làm giảm đáng kể mức tiêu thụ nước và giảm lượng ô nhiễm nito ra môi trường bên ngoài so với phương pháp truyền thống.

Ví dụ 3- thực hiện nuôi lươn bằng quy trình theo giải pháp hữu ích này có kết hợp trồng rau. Theo dõi tăng trưởng về khối lượng của lươn.

Ví dụ 4- thực hiện nuôi lươn không kết hợp trồng rau thủy canh (theo phương pháp truyền thống) cần phải thay nước hàng ngày. Theo dõi tăng trưởng về khối lượng của lươn.

Kết quả tăng trưởng về khối lượng của lươn được thể hiện trong bảng 3.

Bảng 3. Tăng trưởng đặc biệt khối lượng theo ngày (SGR) và tỷ lệ sống (%) của lươn

Thời gian	Thí nghiệm	Mật độ lươn (con/m ²)			
		100	180	260	
Khối lượng ban đầu (g/con)		16,67±3,48			
47	Ví dụ 3	32,60±3,49 ^a	34,17±1,44 ^a	28,30±1,52 ^a	31,69±2,48 ^A
	Ví dụ 4	30,94±1,94 ^a	36,56±3,77 ^a	29,99±0,74 ^a	32,50±2,90 ^A
	TB ± ĐLC	31,77±0,83 ^{ab}	35,36±1,19 ^b	29,14±0,85 ^a	
65	Ví dụ 3	46,30±3,73 ^{ab}	49,65±1,28 ^b	40,24±0,63 ^a	45,39±3,90 ^A
	Ví dụ 4	43,52±3,20 ^a	59,52±6,57 ^a	44,66±7,21 ^a	49,23±7,29 ^A
	TB ± ĐLC	44,91±1,39 ^{ab}	54,58±4,94 ^b	42,45±2,21 ^a	
SGR (%/ngày)	Ví dụ 3	1,56±0,10 ^{ab}	1,66± 0,1 ^b	1,36±0,01 ^a	1,53± 0,15 ^A
	Ví dụ 4	1,43±0,11 ^a	1,85±0,22 ^a	1,44±0,32 ^a	1,57±0,28 ^A
	TB ± ĐLC	1,51±0,11 ^{ab}	1,74±0,17 ^b	1,39±0,20 ^a	
Tỷ lệ sống (%)	Ví dụ 3	81,33±5,03 ^a	88,15±6,32 ^a	83,59±5,82 ^a	84,35±5,82 ^A
	Ví dụ 4	87,00±9,90 ^a	83,89±10,21 ^a	77,84±28,06 ^a	82,91±14,67 ^A
	TB ± ĐLC	83,60±6,84 ^a	86,44±7,17 ^a	81,29±14,96 ^a	

Ghi chú: các ký tự mũ a và b trong cùng một hàng có các chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Giá trị trên thể hiện là số trung bình (TB) và độ lệch chuẩn (ĐLC).

Nhận xét: kết quả tăng trưởng khối lượng của lươn thực hiện bằng quy trình theo giải pháp hữu ích này có kết hợp trồng rau đã giúp cho lươn phát triển tốt hơn và tỷ lệ sống cao hơn so với trường hợp nuôi lươn nhưng không trồng rau.

Ví dụ 5- thực nghiệm mô hình nuôi lươn bằng quy trình theo giải pháp hữu ích này với mật độ lươn ban đầu là $15,1 \text{ kg/m}^3$, ($6,3 \text{ g/L}$) với hai hộ nông dân (hộ 1 và hộ 2) nuôi lươn có kích thước là $12 \text{ m}^2/\text{bể}$ ($2,4 \text{ m}^3$), 3 bể trồng rau có kích thước là $3 \text{ m}^2/\text{bể}$ trồng rau. Chi tiết tăng trưởng của lươn được trình bày ở bảng 4 và chi tiết năng suất của rau cải thìa trong thời gian thử nghiệm được trình bày ở bảng 5.

Bảng 4. Tăng trưởng khối lượng, khối lượng theo ngày của lươn ở các thực nghiệm

Thời gian	Chỉ tiêu	Hộ 1	Hộ 2
Ban đầu	Khối lượng (g/con)	$46,88 \pm 10,77$	$35,52 \pm 7,55$
	Chiều dài (cm/con)	$34,82 \pm 4,55$	$32,35 \pm 3,16$
180 ngày	Khối lượng (g/con)	$113,34 \pm 67,3$	$104,67 \pm 29,7$
	Chiều dài (cm/con)	$47,63 \pm 7,74$	$43,30 \pm 3,45$
Tăng trưởng chiều dài (cm/con)		12,81	10,95
Tăng trưởng tuyệt đối chiều dài (cm/ngày)		0,061	0,052
Tăng trọng (g)		66,46	69,15
Tăng trọng tuyệt đối (g/ngày)		0,32	0,33
Tỷ lệ sống, sau 180 ngày (%)		80,1	65,3
Năng suất sau 180 ngày (kg/m^3)		66,6	17,0

Giá trị trên thể hiện là số trung bình (TB) và độ lệch chuẩn (ĐLC)

Bảng 5. Tăng trưởng và năng suất của rau cải thìa trong thời gian thử nghiệm

Đợt rau	Tăng trưởng	Hộ 1	Hộ 2	TB
1	Khối lượng (g/cây)	20±5,36	27,53±13,27	20,9±6,12
	Chiều dài (cm)	19±3,72	39,43±8,51	31,3±10,82
	Năng suất (kg/m ² /đợt)	1,10	1,25	1,047±0,23
2	Khối lượng (g/cây)	51,5±4,64	80±26,13	62,4±15,4
	Chiều dài (cm)	35,81±5,10	23,54±4,08	36,7±13,7
	Năng suất (kg/m ² /đợt)	2,56	3,60	2,98±0,55
TB năng suất (g/m ² /đợt rau)		1,83±1,03	2,43±1,66	2,01±0,36

Kết quả đạt được sau thời gian nuôi lươn 6 tháng là có thể đến kỳ thu hoạch sản phẩm có tỷ lệ sống của lươn lớn hơn 70% với trọng lượng của lươn đạt trung bình hơn 100g/con, sản lượng thu hoạch đạt được từ từ 17 đến 66,6 kg/m³. Năng suất rau trung bình đạt được 2,0 kg/m²/đợt.

Hiệu quả đạt được của giải pháp hữu ích

Quy trình kỹ thuật nuôi lươn trong hệ thống tuần hoàn kết hợp với thủy canh theo giải pháp hữu ích này thích hợp với điều kiện triển khai ở quy mô hộ gia đình, cũng như ở quy mô sản xuất thâm canh trong doanh nghiệp. Quy trình theo giải pháp hữu ích này không cần phải thay nước hàng ngày trong quá trình hoạt động của hệ thống. Lươn được nuôi trên bể xi măng/bể composit/bể lót bạt, không cần bùn, không

cần thay nước (nếu có chỉ bổ sung thêm khi nước bốc hơi hay bị rò rỉ ra ngoài hệ thống), không gây ô nhiễm môi trường, kích thích lươn tăng trưởng nhanh, giảm công lao động và tăng năng suất sản xuất với quy trình kỹ thuật được tối ưu hóa.

Mô tả giải pháp hữu ích đã được trình bày ở trên nhằm mục đích minh họa giải pháp hữu ích và không làm giới hạn phạm vi của giải pháp hữu ích này ở các phương án chính xác như đã được mô tả ở trên. Nhiều sửa đổi và biến thể khác có thể có nhưng vẫn nằm trong phạm vi của giải pháp hữu ích này. Mô tả giải pháp hữu ích đã trình bày nêu trên cùng với hình vẽ kèm theo sẽ trở nên rõ ràng nhằm giải thích quy trình kỹ thuật nuôi lươn trong hệ thống tuần hoàn kết hợp với thủy canh theo giải pháp hữu ích này và ứng dụng thực tế của chúng để cho phép người có hiểu biết trung bình trong cùng lĩnh vực kỹ thuật có thể thực hiện và vận dụng giải pháp hữu ích này. Các phương án thay thế, sửa đổi khác nhau sẽ trở nên hiển nhiên đối với người có hiểu biết trung bình trong cùng lĩnh vực kỹ thuật liên quan đến giải pháp hữu ích này mà vẫn nằm trong nguyên lý và phạm vi bảo hộ của giải pháp hữu ích này.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình kỹ thuật nuôi lươn trong hệ thống tuần hoàn kết hợp với thủy canh, quy trình này bao gồm các bước:

(i) thiết kế hệ thống nhằm thiết lập hệ thống tuần hoàn khép kín kết hợp với thủy canh để nuôi lươn và trồng rau bao gồm bể nuôi lươn (1), bể lắng (21), bể lọc sinh học (22), máy bơm, bể/bệ trồng rau (3) và hệ thống giám sát môi trường nước tự động; tính toán số lượng lươn thả nuôi căn cứ vào định lượng lươn cần thu hoạch để biết được tổng lượng thức ăn mà lươn sẽ ăn tương ứng với lượng thức ăn đưa vào hệ thống, và tính lượng rau cần để trồng cây; thiết lập hệ thống giám sát môi trường nước tự động để tạo kết cấu thực hiện kết nối với điện thoại thông minh nhằm giám sát, theo dõi các thông số môi trường nước trong hệ thống tuần hoàn khép kín gồm các camera giám sát, cảm biến nhiệt độ, cảm biến độ pH, cảm biến đa chỉ tiêu được kết nối với điện thoại thông minh qua mạng không dây/mạng viễn thông 3G/4G/5G/Internet;

trong đó,

tỷ lệ về thể tích nước nuôi lươn : rau là 1:1, thể tích bể lắng và lọc sinh học từ 10 đến 15 % thể tích nuôi lươn; bể nuôi lươn có kích thước 12 m² /bể (2,4 m³), bệ trồng rau có kích thước 3,0 m² /bệ trồng rau.

(ii) chọn vị trí, địa điểm lắp đặt hệ thống tuần hoàn khép kín;

(iii) kỹ thuật trồng rau thực hiện ươm rau ít nhất 2 tuần trước khi vận hành hệ thống; khi rau ra rễ dài khoảng 2,0 cm, 2 lá mầm thì thực hiện chuyển lên hệ thống trồng rau; bể/khay/bệ trồng rau cần diện tích 3 m² /bệ trồng rau; mật độ rau trồng từ 25 đến 80 rọ/m²; khoảng cách giữa các rọ rau trung bình khoảng 40 mm; độ sâu mực nước trồng rau trên bệ nổi ít nhất là 20 cm, hoặc có thể sử dụng hệ thống hút xả cạn liên tục trong hệ thống có giá thể là đất sét nung, nham thạch, đá bụi hoặc than tổ ong;

(iv) kỹ thuật nuôi lươn cần lựa chọn kích cỡ lươn giống 16,67±3,48 g/con, lươn giống cần khỏe mạnh, đồng cỡ, không bị thương tật, được cho ăn thức ăn viên nổi, nuôi lươn trong bể lót bạt/bể xi măng/bể compozit; mật độ lươn nuôi 100 hoặc 260 con/m²; độ sâu mực nước bể nuôi lươn nằm khoảng 30 cm; chế độ chăm sóc lươn gồm cho ăn từ

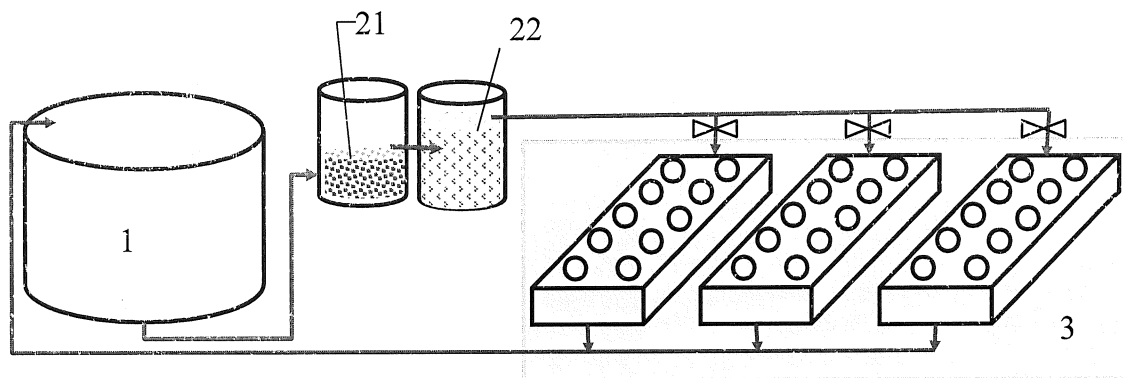
1 đến 2 lần/ngày, với khẩu phần ăn nằm trong khoảng từ 1 đến 2 % khối lượng thân con lươn;

(v) kỹ thuật vận hành và chăm sóc quản lý hệ thống tuần hoàn,

đảm bảo lưu tốc dòng chảy của nước từ bể nuôi lươn vào hệ thống trồng rau được duy trì là 3L/phút, và đạt ít nhất lưu lượng nước là 1,5 m³/ngày, được duy trì trong khoảng thời gian từ 18 đến 24 giờ/ngày;

và

(vi) thu hoạch sản phẩm.



Hình 1