

SỞ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ TP.HCM
TRUNG TÂM THÔNG TIN VÀ THỐNG KÊ KH&CN



BÁO CÁO PHÂN TÍCH XU HƯỚNG CÔNG NGHỆ

Chuyên đề:

XU HƯỚNG NGHIÊN CỨU, ỨNG DỤNG HỆ THỐNG NUÔI TRỒNG THỦY SẢN TUẦN HOÀN TRONG PHÁT TRIỂN NUÔI TÔM BỀN VỮNG



Biên soạn: Trung tâm Thông tin và Thống kê Khoa học và Công nghệ

Với sự cộng tác của:

- **PGS.TS. Phạm Ngọc Tuấn**

Phòng thí nghiệm trọng điểm Điều khiển số và Kỹ thuật hệ thống, ĐH Bách Khoa TP.HCM

- **TS. Nguyễn Minh Hà**

Giám đốc Trung tâm Phát triển Công nghệ và Thiết bị Công nghiệp Sài Gòn

TP.Hồ Chí Minh, 03/2017

MỤC LỤC

I. TỔNG QUAN VỀ NGHIÊN CỨU, ỨNG DỤNG HỆ THỐNG NUÔI TRỒNG THỦY SẢN TUẦN HOÀN TRONG PHÁT TRIỂN NUÔI TÔM BỀN VỮNG TRÊN THẾ GIỚI VÀ TẠI VIỆT NAM	1
1.1.Công nghệ nuôi trồng thủy sản tuần hoàn.....	1
1.2.Ngành nuôi tôm Việt Nam trong bối cảnh biến đổi khí hậu và xâm nhập mặn	4
1.3.Tổng quan về đổi mới công nghệ và thiết bị nuôi tôm bền vững tại Việt Nam	5
1.4.Đề xuất nghiên cứu phát triển công nghệ và thiết bị nuôi tôm bền vững tại Việt Nam. Hướng hợp tác, xây dựng và phát triển liên minh thủy sản bền vững	7
II. PHÂN TÍCH XU HƯỚNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ NUÔI TRỒNG THỦY SẢN TUẦN HOÀN TRÊN CƠ SỞ SỐ LIỆU SÁNG CHẾ QUỐC TẾ¹⁰	
2.1.Tình hình nộp đơn đăng ký bảo hộ sáng chế về công nghệ nuôi trồng thủy sản tuần hoàn theo thời gian	12
2.2.Tình hình nộp đơn đăng ký bảo hộ sáng chế về công nghệ nuôi trồng thủy sản tuần hoàn tại các quốc gia.....	14
2.3.Tình hình nộp đơn đăng ký bảo hộ sáng chế về công nghệ nuôi trồng thủy sản tuần hoàn theo các hướng nghiên cứu	17
III. GIỚI THIỆU HỆ THỐNG GIÁM SÁT TỰ ĐỘNG CHẤT LƯỢNG NƯỚC NUÔI TÔM CHI PHÍ THẤP	19
3.1.Giới thiệu hệ thống giám sát tự động chất lượng nước nuôi tôm.....	19
3.2.Giới thiệu một số giải pháp điều khiển chất lượng nước nuôi tôm và quản lý trang trại.....	21
3.3.Giới thiệu một số kết quả ứng dụng tại TP.HCM, Bạc Liêu, An Giang, Sóc Trăng	21
3.4.Tư vấn và tính toán hiệu quả đầu tư cho hệ thống	23
3.5.Giới thiệu mô hình hệ thống giám sát tự động chất lượng nuôi tôm được ứng dụng tại Sóc Trăng	25

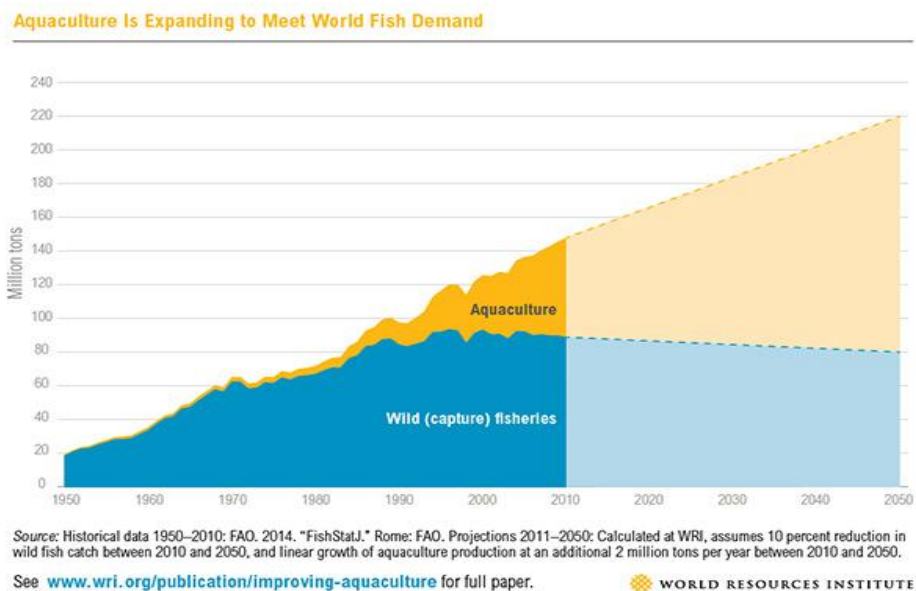
XU HƯỚNG NGHIÊN CỨU, ỨNG DỤNG HỆ THỐNG NUÔI TRỒNG THỦY SẢN TUẦN HOÀN TRONG PHÁT TRIỂN NUÔI TÔM BỀN VỮNG

I. TỔNG QUAN VỀ NGHIÊN CỨU, ỨNG DỤNG HỆ THỐNG NUÔI TRỒNG THỦY SẢN TUẦN HOÀN TRONG PHÁT TRIỂN NUÔI TÔM BỀN VỮNG TRÊN THẾ GIỚI VÀ TẠI VIỆT NAM

1.1. Công nghệ nuôi trồng thủy sản tuần hoàn

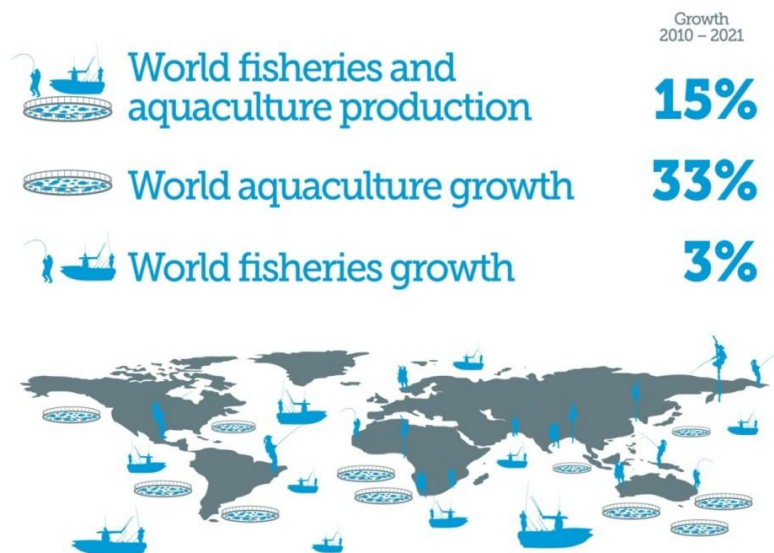
1.1.1. Nhu cầu thủy sản của thế giới

Nhu cầu tiêu thụ tôm trên thế giới tăng vượt bậc trong những năm qua, và tiếp tục tăng trong thời gian tới do nhu cầu gia tăng và sản lượng đánh bắt sụt giảm.



Hình 1: Nuôi trồng thủy sản đang mở rộng để đáp ứng nhu cầu thủy sản thế giới.

Ngành nuôi trồng thủy sản thế giới được đánh giá đã phát triển vượt bậc trong hai thập niên qua, năm 2012 đạt 70 triệu tấn/ năm, trị giá 140 tỷ USD, đóng góp hơn 50% sản lượng thủy sản của thế giới, sử dụng 23 triệu nhân công, 16 triệu trực tiếp, 7 triệu gián tiếp trong đó Khu vực Châu Á – Thái bình Dương chiếm 88,5 % sản lượng toàn cầu. Dự báo trong giai đoạn 2010 – 2021 (hình 2): tăng trưởng nuôi trồng thủy sản: 33%, tăng trưởng đánh bắt thủy sản: 3%.



Hình 2: Tăng trưởng nuôi trồng và đánh bắt thủy sản thế giới 2010 – 2021.

Đến năm 2030, dự kiến thế giới cần gấp 331% so với 2012, khoảng 232 triệu tấn thủy sản, tốc độ tăng trưởng của ngành đánh bắt và nuôi trồng thủy sản phát triển mạnh. Đầu tư cho nuôi trồng thủy sản trên thế giới dự kiến vào khoảng 100 tỷ USD trong thập niên tới.

1.1.2. Công nghệ nuôi trồng thủy sản tuần hoàn trên thế giới

Nuôi trồng thủy sản hiện cung cấp 42% nhu cầu toàn cầu, tiếp tục tăng trưởng thị trường của các hệ thống nuôi trồng thủy sản tuần hoàn (Recirculating aquaculture systems_RAS) đang tăng nhanh trên thế giới nhờ công nghệ mới. Hiện nay các hệ thống RAS cung cấp 6% tổng sản lượng ở Trung Quốc và 12% ở Mỹ và Châu Âu. Trung Quốc áp dụng RAS qua 4 giai đoạn: tiên phong (thập niên 1980), khám phá (1999 – 2006), tích hợp (2007 – 2011) và tăng trưởng nhanh (từ 2012). Vào năm 2030, nuôi trồng thủy sản sẽ đáp ứng 62% nhu cầu toàn cầu trong đó 40% sẽ được cung cấp từ các hệ thống RAS tiên tiến.

Theo bộ môn nuôi trồng thủy sản, Đại học công nghệ Virginia, Mỹ, RAS là một cách nuôi trồng thủy sản mới và duy nhất. Thay vì nuôi thủy sản theo phương pháp truyền thống trong ao mở ngoài trời, hệ thống này nuôi thủy sản với mật độ cao, trong các bể (bồn) trong nhà với một môi trường được kiểm soát. Hệ thống tuần hoàn lọc và làm sạch nước để đưa về các bể nuôi.

Theo Khoa Khoa học ứng dụng và Kỹ thuật, Đại học Công nghệ Ontario, Canada, RAS đóng vai trò quan trọng nhằm đảm bảo tính bền vững về môi trường trong ngành thủy sản.

Theo Viện Nghiên cứu Máy và Dụng cụ thủy sản, Viện hàn lâm khoa học thủy sản, Trung Quốc thì RAS là một giải pháp hiệu quả nuôi trồng thủy sản trong hệ thống tuần hoàn, trong đó nước được tái sử dụng sau khi được xử lý cơ học và sinh học nhằm giảm tiêu thụ nước và năng lượng, giảm thải chất dinh dưỡng vào môi trường. RAS được phát triển nhằm đáp ứng các quy định về môi trường ngày càng nghiêm khắc hơn ở các nước với nguồn đất và nước bị hạn chế. RAS có nhiều ưu điểm về mặt giảm tiêu thụ nước, cải thiện khả năng quản lý chất thải và tái sử dụng các chất dinh dưỡng, quản lý vệ sinh, dịch bệnh và kiểm soát ô nhiễm môi trường sinh học tốt hơn.

Theo Trung tâm nghiên cứu quản lý bờ biển, Đại học Södertörn, Thụy Điển thì RAS cho các bể nuôi thủy sản, trong đó nước cùng với chất thải được xử lý cơ học và sinh học, rồi được đưa về lại bể nuôi đã trở thành giải pháp chính cho nuôi trồng thủy sản bền vững về mặt sinh thái quy mô lớn. RAS đặc biệt phù hợp ở những khu vực mà nguồn nước và tác động của chất thải ra môi trường xung quanh bị hạn chế.

Theo Viện Hải dương học, Viện Hàn lâm khoa học Trung Quốc thì viễn cảnh của RAS Trung Quốc là đầy triển vọng trong 10 năm tới. Có thể tiên đoán rằng các hệ thống RAS được sản xuất bởi các công ty Trung Quốc sẽ tin cậy hơn, mang lại lợi nhuận cao hơn và đáp ứng được kỳ vọng của các doanh nghiệp nuôi trồng thủy sản.

Theo Viện nuôi trồng thủy sản, Đại học Stirling, Anh Quốc thì các quốc gia Châu Âu đã thúc đẩy RAS như là một trong các giải pháp khả thi và cơ hội để phát triển nuôi trồng thủy sản. RAS được khuyến khích trong các văn kiện về chiến lược của Cộng đồng Châu Âu. Nhiều quốc gia Châu Âu đang chuyển sang RAS nhằm đảm bảo tính bền vững trong nuôi trồng thủy sản. Tương lai của nuôi trồng thủy sản là sản xuất thủy sản một cách bền vững hơn bởi vì nhu cầu ngày càng tăng và các chính sách môi trường ngày càng nghiêm ngặt hơn. Vì vậy,

công nghệ RAS cần đảm bảo kiểm soát các thông số chất lượng nước và tối ưu hóa các điều kiện nuôi trồng với chi phí môi trường thấp nhất.



Hình 3: Bốn quá trình chính của hệ thống RAS.

1.1.3. Các hướng nghiên cứu về RAS

- Đánh giá tính bền vững của RAS: cho ăn, sản xuất thủy sản, chất thải, năng lượng.
- Các vấn đề trong vòng tuần hoàn: xử lý nitrit, công nghệ xử lý bùn, công nghệ diệt khuẩn.
- Những tiếp cận mới hướng về các hệ thống tích hợp: bãi ngập, các hệ thống kiểm soát tảo.
- Giảm chất thải rắn: giảm lãng phí thức ăn, tăng hiệu suất cho ăn, tối ưu hóa sự ổn định của nước, hệ thống hút chất thải rắn.
- Xử lý nitơ, phốt phát, ...
- Giám sát và điều khiển chất lượng nước.
- Tối ưu hóa các yếu tố đầu vào, quá trình và đầu ra để lợi nhuận là lớn nhất và bền vững.

1.2. Ngành nuôi tôm Việt Nam trong bối cảnh biến đổi khí hậu và xâm nhập mặn

- *Tình trạng xâm nhập mặn diễn biến phức tạp:* Gần 1 triệu ha của 8 tỉnh ven biển ở Đồng bằng Sông Cửu Long bị xâm nhập mặn gay gắt do ảnh hưởng bởi biến đổi khí hậu

- *Chịu tác động nặng nề của ô nhiễm môi trường và biến đổi khí hậu:* Khoảng 80% diện tích nuôi tôm ở ĐBSCL là tự phát, nuôi quy mô nhỏ. Thiếu quy hoạch nên đã gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến môi trường và xã hội.
- *Dịch bệnh:* vụ nuôi tôm năm 2017 mới bắt đầu được hơn 2 tháng, song nhưng dịch bệnh trên tôm nuôi tăng đột biến và lây lan rộng. Trong đó, bệnh đốm trắng xảy ra ở các tỉnh Trà Vinh, Bạc Liêu và Cà Mau với tổng diện tích thiệt hại gần 200 ha cao gấp ba lần so với cùng kỳ năm 2016. Bệnh hoại tử gan tụy cấp thiệt hại gần 240 ha cao gấp 2,49 lần so cùng kỳ năm 2016.
- *Sử dụng kháng sinh tràn lan:* Chỉ tính riêng trong quý I/2016, có khoảng 31 lô hàng thủy sản xuất khẩu, tuy nhiên có tới 10 lô vi phạm quy định về hóa chất, kháng sinh bị các đối tác như Nhật, Liên minh Châu Âu... báo động “đỏ”.
- *Thiếu mô hình nuôi tôm mang lại hiệu quả kinh tế cao và bền vững:* Tỷ lệ nuôi tôm thành công của Việt Nam chỉ đạt 33%-35% do môi trường ô nhiễm, nhiều dịch bệnh; trong khi ở Indonesia, Ấn Độ... tỷ lệ nuôi thành công tới 70%.

Tỷ lệ nuôi tôm thành công ở Việt Nam chỉ được 30%-35%, trong khi Ấn Độ, Thái Lan trên 70% dẫn đến giá thành tôm Việt Nam xuất khẩu luôn cao hơn các nước khác từ 1 đến 3 USD/kg và để giảm giá thành, nhiều doanh nghiệp tăng cường sử dụng kháng sinh, hóa chất trong nuôi trồng, bảo quản tôm”.

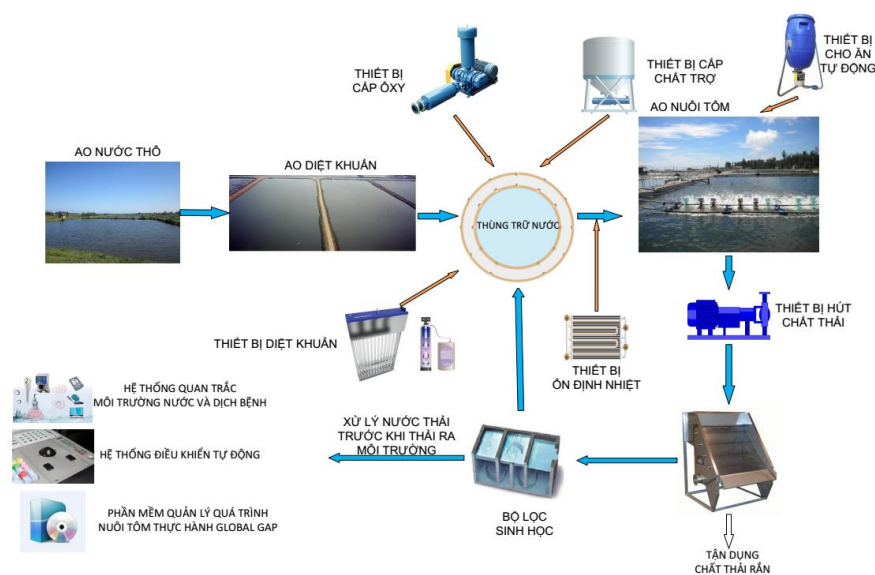
1.3. Tổng quan về đổi mới công nghệ và thiết bị nuôi tôm bền vững tại Việt Nam

Để khắc phục nhược điểm và tạo ra mô hình nuôi tôm mang lại hiệu quả kinh tế cao thì việc ứng dụng một số giải pháp RAS phù hợp với điều kiện Việt Nam nên được thực hiện như sau:

1.3.1. Hệ thống dùng vi sinh vật có lợi để xử lý nước

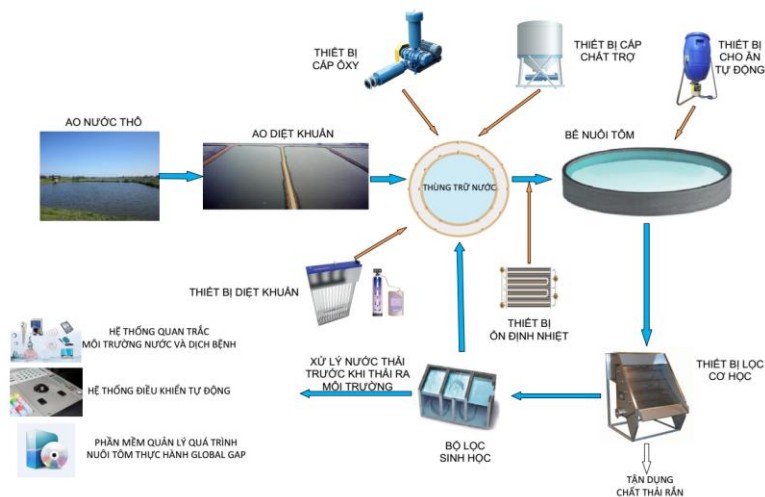
- **Đặc điểm:** Dùng các vi sinh vật có lợi để xử lý nước trong môi trường nuôi. Hệ thống này bao gồm hai nhánh: một là dùng công nghệ vi sinh và hai là dùng công nghệ biofloc.
- **Ưu điểm:** Đảm bảo an toàn sinh học cao nhờ điều khiển chất lượng nước thông qua việc điều khiển tình trạng và mức độ phát triển của các vi sinh vật.
- **Nhược điểm:** Điều khiển chất lượng nước chính xác và ổn định là khá phức tạp, nếu không đảm bảo sẽ “đánh sập” biofloc và tiêu diệt tôm. Tiêu hao năng lượng điện cũng là vấn đề vì phải quạt nước 24/24 và không thể mất điện quá một giờ.

1.3.2. Hệ thống nuôi trồng thủy sản tuần hoàn



Hình 4: Hệ thống nuôi tôm tuần hoàn trong ao.

- **Đặc điểm:** Nước được xử lý để loại bỏ các chất thải do tôm thải ra, đồng thời cấp thêm oxy cho chúng. Một hệ thống tuần hoàn thông thường hoạt động như sau: nước lợ từ đầu ra của bể nuôi tôm được đi qua các bộ lọc cơ học, rồi sau đó đi qua các bộ lọc sinh học, được cấp thêm oxy rồi sau đó quay trở về bể nuôi. Bể có đường kính phổ biến từ 4 - 13 mét.
- **Ưu điểm:** Đảm bảo an toàn sinh học cao, nghĩa là tỷ lệ nuôi tôm thành công rất cao, đồng thời rất thân thiện với môi trường nhờ sử dụng rất ít đất và nước.
- **Nhược điểm:** Chi phí đầu tư và vận hành cao so với nuôi tôm truyền thống.



Hình 5: Hệ thống nuôi tôm tuần hoàn trong bể.

1.4. Đề xuất nghiên cứu phát triển công nghệ và thiết bị nuôi tôm bền vững tại Việt Nam. Hướng hợp tác, xây dựng và phát triển liên minh thủy sản bền vững

Năm 1987, trong Báo cáo “Tương lai chung của chúng ta”, Ủy ban Thế giới về Môi trường và Phát triển (WCED-World Commission on Environment and Development) của Liên hợp quốc, "phát triển bền vững" được định nghĩa là: “Sự phát triển đáp ứng được nhu cầu của hiện tại mà không làm tổn thương khả năng cho việc đáp ứng nhu cầu của các thế hệ tương lai”. Nội hàm về phát triển bền vững được tái khẳng định, được bổ sung, hoàn chỉnh tại Hội nghị Thượng đỉnh thế giới về Phát triển bền vững tổ chức ở Johannesburg (Cộng hòa Nam Phi) năm 2002: "Phát triển bền vững" là quá trình phát triển có sự kết hợp chặt chẽ, hợp lý và hài hòa giữa 3 mặt của sự phát triển, gồm:

- Phát triển kinh tế (nhất là tăng trưởng kinh tế),
- Phát triển xã hội (nhất là thực hiện tiến bộ, công bằng xã hội; xoá đói giảm nghèo và giải quyết việc làm) và
- Bảo vệ môi trường (nhất là xử lý, khắc phục ô nhiễm, phục hồi và cải thiện chất lượng môi trường; phòng chống cháy và chặt phá rừng; khai thác hợp lý và sử dụng tiết kiệm tài nguyên thiên nhiên).

Tại Việt Nam, theo quyết định số 432/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ: Phê duyệt chiến lược Phát triển bền vững Việt Nam giai đoạn 2011 – 2020. Định

hướng phát triển ngành tôm Việt Nam trở thành một công xưởng sản xuất tôm của thế giới và Đồng bằng sông Cửu Long phải là “thủ phủ” của ngành công nghiệp, nuôi trồng và chế biến tôm chất lượng cao trên toàn thế giới. Ngành tôm trở thành ngành chủ lực trong nông nghiệp Việt Nam và trở thành ngành kinh tế quan trọng của Việt Nam, phấn đấu đạt khoảng 10% GDP cả nước, kim ngạch xuất khẩu 10 tỷ USD vào năm 2025.

Bên cạnh phát triển diện tích nuôi, tăng sản lượng, tăng giá trị cho người nuôi đồng thời cần đưa tiến bộ KHCN vào xử lý nguồn nước cấp, nước nuôi và nước thải trong nuôi tôm bảo vệ môi trường sinh thái.

Hướng hợp tác, xây dựng và phát triển liên minh thủy sản bền vững được thể hiện qua ba mặt: kinh tế, xã hội và môi trường



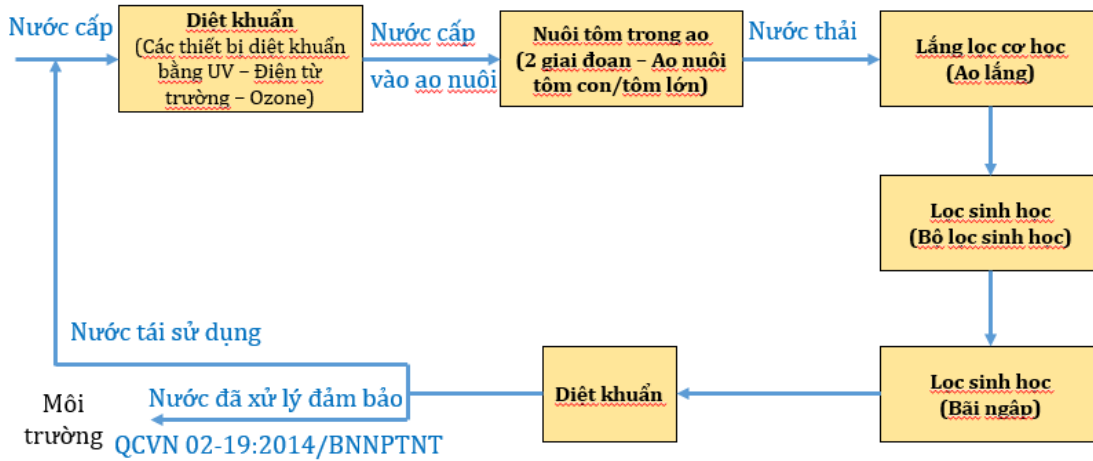
Hình 6: Nuôi tôm bền vững về kinh tế, xã hội và môi trường.

Do mật độ nuôi cao và rất cao, để nuôi tôm thâm canh và siêu thâm canh bền vững quy trình nuôi phải đáp ứng các yêu cầu sau:

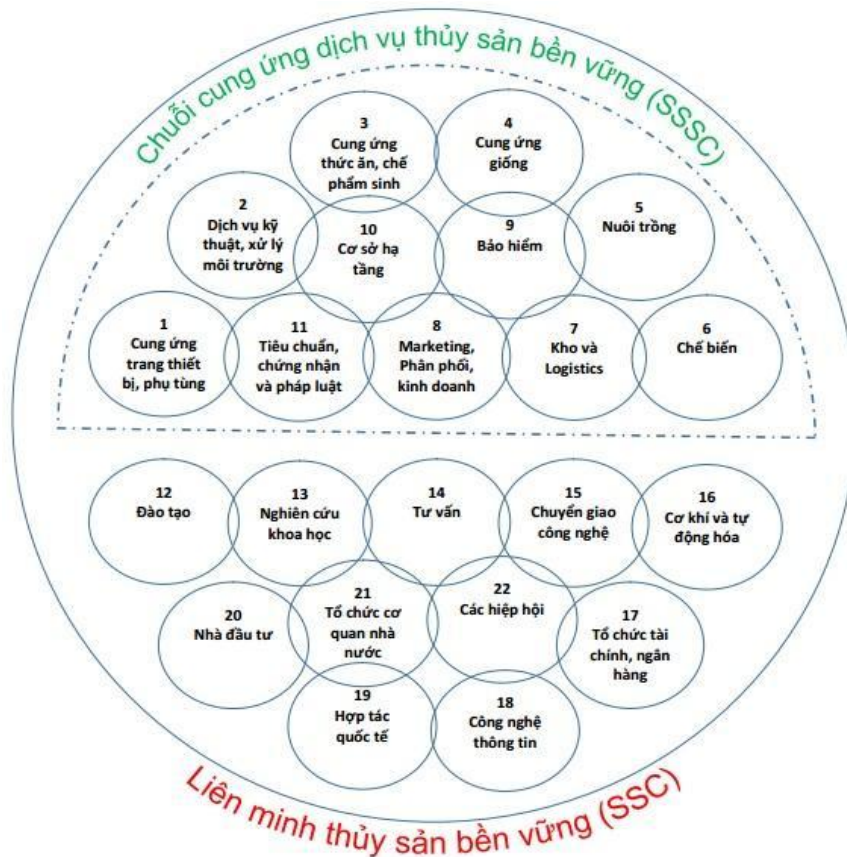
- Không xả chất thải và nước thải chưa qua xử lý ra môi trường.
- Việc xả chất thải và nước thải ra môi trường như cách làm hiện nay sẽ gây ô nhiễm môi trường trầm trọng khi gia tăng sản lượng, khiến dịch bệnh tràn lan và ngành nuôi tôm không thể phát triển.
- Nước từ ao nuôi cần phải được xử lý để tái sử dụng, giảm sự phụ thuộc vào nguồn nước bên ngoài vốn ngày càng biến động nhiều hơn do ảnh

hưởng của biến đổi khí hậu và ô nhiễm nguồn nước từ sản xuất nông nghiệp và công nghiệp.

- Kiểm soát dịch bệnh nhằm gia tăng tỷ lệ nuôi thành công từ 30% lên 70%.
- Chìa khóa là xử lý và kiểm soát chất lượng nước trong quá trình nuôi.



Hình 7: Quy trình nuôi tôm tuần hoàn.



Hình 8: Chuỗi cung ứng dịch vụ thủy sản bền vững (SSSC).

II. PHÂN TÍCH XU HƯỚNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ NUÔI TRỒNG THỦY SẢN TUẦN HOÀN TRÊN CƠ SỞ SỐ LIỆU SÁNG CHẾ QUỐC TẾ

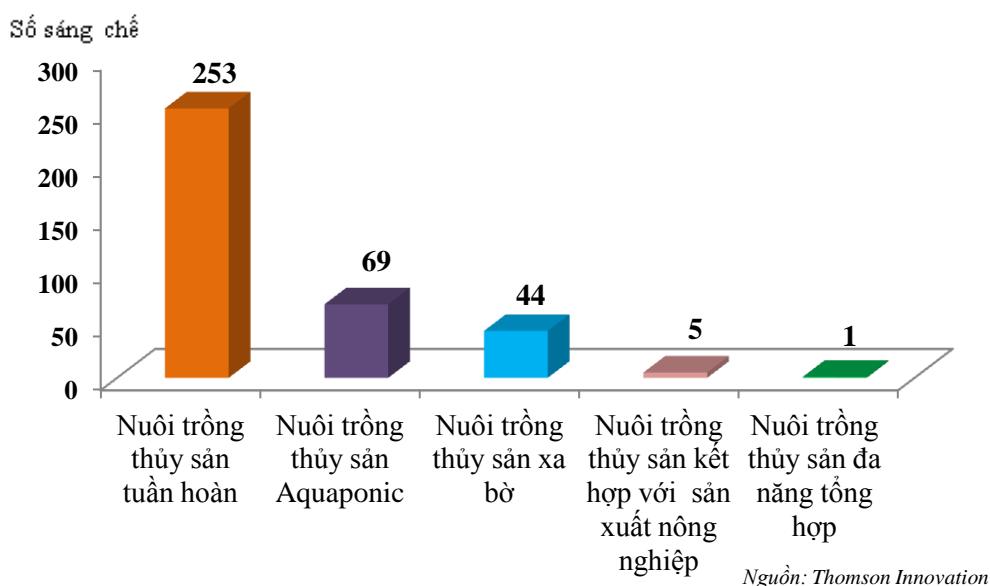
Nghề đánh bắt cá và nuôi trồng thủy sản vẫn là nguồn lương thực quan trọng tạo thu nhập và sinh kế cho hàng trăm triệu người trên thế giới. Đối mặt với một trong những thách thức lớn nhất của thế giới: “Làm thế nào để nuôi sống hơn 9 tỷ người trên thế giới vào năm 2050 trong bối cảnh biến đổi khí hậu, sự bất trắc về kinh tế và tài chính và sự cạnh tranh ngày càng tăng về các nguồn tài nguyên thiên nhiên.” Tháng 9 năm 2015 các nước thành viên của Liên hiệp Quốc thông qua chương trình phát triển bền vững đến năm 2030. Chương trình nghị sự này đặt ra mục tiêu về sự đóng góp và cách thức hoạt động của nghề cá, nuôi trồng thủy sản đối với an ninh lương thực, việc sử dụng các nguồn tài nguyên thiên nhiên để đảm bảo sự phát triển bền vững về kinh tế, xã hội và môi trường.

Mặc dù có sự gia tăng nhanh chóng về sản lượng thủy sản cung cấp trong các thập niên gần đây nhưng sự tăng trưởng trong sản xuất thủy sản toàn cầu có thể bị chậm lại do nguồn tài nguyên thiên nhiên bị hạn chế và những tác động tiêu cực trong quá trình đánh bắt đến môi trường. Từ đây, hình thành xu hướng toàn cầu về tăng cường hệ thống canh tác nuôi trồng thủy sản, xu hướng này thể hiện rõ nét tại Trung Quốc và các quốc gia Châu Á. Ngành nuôi trồng thủy sản là một ngành năng động được đầu tư và đổi mới công nghệ đáp ứng nhu cầu to lớn thị trường toàn cầu. Các công nghệ nuôi trồng thủy sản được áp dụng hiện nay như sau [3]:

- Hệ thống nuôi trồng thủy sản tuần hoàn (Recirculating Aquaculture System): là hệ thống nuôi trồng thủy sản có xử lý và tái sử dụng nước thải.
- Hệ thống nuôi trồng thủy sản Aquaponic (Aquaponic System): kết hợp giữa nuôi trồng thủy sản và trồng rau thủy sinh nhằm tận dụng chất thải giàu chất dinh dưỡng từ thủy sản làm phân bón cho cây trồng.
- Nuôi trồng thủy sản xa bờ (Offshore Aquaculture): hoạt động nuôi trồng thủy sản xa bờ dựa vào dòng nước để loại bỏ chất thải và cung cấp nước

sạch, sự phát triển thủy sản phụ thuộc vào điều kiện môi trường, các trang trại nuôi trồng trên toàn cầu chủ yếu ở các vùng ven biển.

- Hệ thống nuôi trồng thủy sản kết hợp với sản xuất nông nghiệp (Integrated agriculture-aquaculture_ IAA): tương tự hệ thống nuôi trồng Aquaponic, IAA cũng kết hợp 2 hệ thống sản xuất là chăn nuôi động vật và thủy sản, tận dụng chất thải của động vật làm thức ăn cho thủy sản.
- Hệ thống nuôi trồng thủy sản đa năng tổng hợp (Integrated Multitrophic Aquaculture-IMTA): là hệ thống kết hợp giữa thủy sản được nuôi chính (thường là cá hoặc tôm) với các loài thủy sinh xử lý các chất thải (một hoặc hai loài tách dinh dưỡng hữu cơ như động vật nhuyễn thể, không xương sống... và một loài tách chất dinh dưỡng vô cơ hòa tan như tảo, rong) để tạo ra hệ thống cân bằng để phục hồi môi trường, giảm thiểu chi phí, đa dạng hóa sản phẩm.



Biểu đồ 1: Số lượng sáng chế nộp đơn đăng kí bảo hộ sáng chế về công nghệ nuôi trồng thủy sản

Nuôi trồng thủy sản bền vững tức là sản xuất thực phẩm phải đi đôi với việc bảo vệ duy trì tài nguyên môi trường thiên nhiên bằng cách áp dụng kỹ thuật công nghệ sản xuất mà có tác động đến sinh thái tối thiểu. Trong nỗ lực kiểm soát các khía cạnh sản xuất, hệ thống nuôi tuần hoàn có thể đảm bảo giảm tác

động đến môi trường như cung cấp giải pháp giảm lượng nước sử dụng, xử lý chất thải trong quá trình nuôi và tiết kiệm lượng thức ăn... phù hợp với xu hướng sản xuất thủy sản hiện nay trên thế giới.

Tại Việt Nam, đã có một số cơ quan nghiên cứu và thử nghiệm về ứng dụng công nghệ nuôi trồng thủy sản tuần hoàn trong những năm gần đây như sau:

- Đề tài “Lắp đặt và vận hành RAS nuôi cá tra thương phẩm qui mô pilot” của Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản 2 & chuyên gia Đại học Wageningen (Hà Lan) thực hiện trong giai đoạn 2010-2012. Hệ thống tuần hoàn thiết kế bao gồm ao nuôi cá (200m²), hệ thống lọc sinh học 28 m², hệ thống thu gom bùn thải 1,5 m²; hệ thống lắng và xử lý bùn 70 m² và hệ thống phân phối khí để cung cấp cho hệ thống lọc sinh học. Sản phẩm thu hoạch là cá tra thương phẩm trọng lượng 810g/con, tỷ lệ sống 81%, hệ số chuyển đổi thức ăn 1.43 và năng suất đạt được 48,9 kg cá/m³/vụ, năng suất qui đổi là 880 tấn/ha/vụ. Màu sắc thịt cá đạt 100% trắng và các chỉ tiêu khác đạt tiêu chuẩn xuất khẩu.

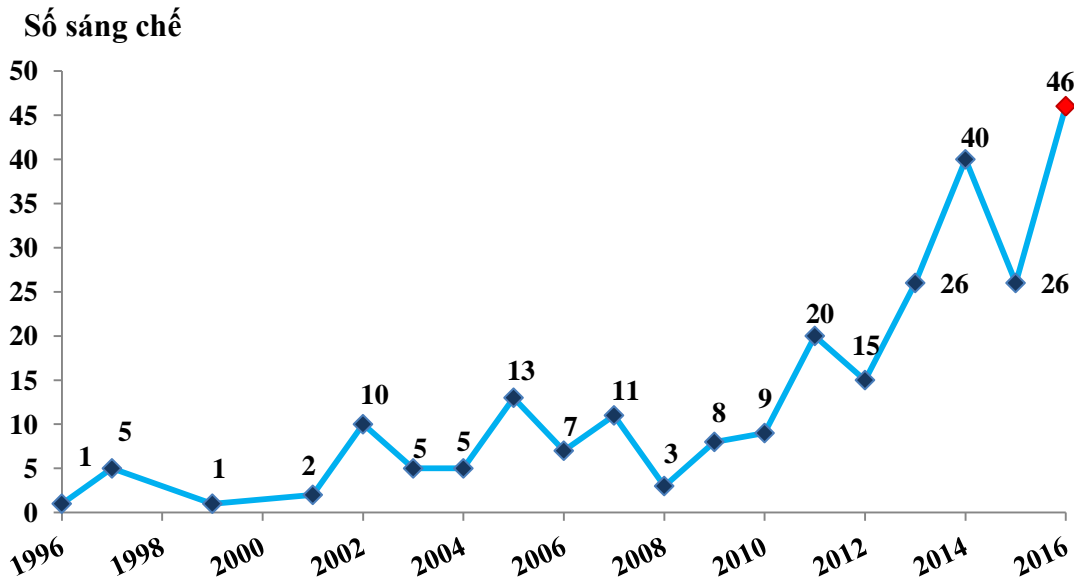
- Đề tài “Nghiên cứu công nghệ, hệ thống thiết bị đồng bộ nuôi các đối tượng thủy sản có giá trị kinh tế cao (nước ngọt, lợ, mặn)” do PGS.TS Nguyễn Thị Xuân Thu- Viện NC Nuôi trồng Thủy sản III, thực hiện năm 2010. Đề tài trình bày quy trình công nghệ nuôi cá hồi, cá tầm, bào ngư công nghiệp trong hệ thống tuần hoàn kín, giới thiệu bộ bản vẽ thiết kế hệ thống, thiết bị nuôi cá hồi, cá tầm, bào ngư.

- Đề tài “Nghiên cứu ứng dụng RAS trong sản xuất giống tôm sú” do TS Trương Trọng Nghĩa và Ths Thạch Thanh- Khoa thủy sản, Đại học Cần Thơ thực hiện năm 2005. Kết quả tạo ra giống tôm sạch bệnh, bảo vệ môi trường và giảm 50% chi phí sản xuất.

2.1. Tình hình nộp đơn đăng ký bảo hộ sáng chế về công nghệ nuôi trồng thủy sản tuần hoàn theo thời gian

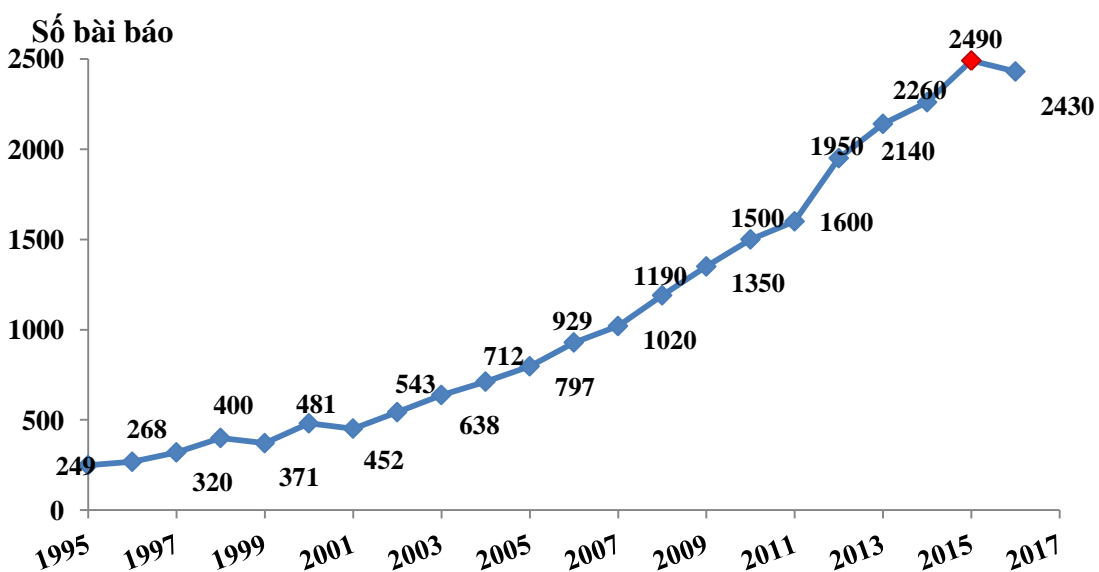
Trên cơ sở số liệu sáng chế tiếp cận được, từ năm 1996 đến 2016 có khoảng 253 sáng chế đăng kí bảo hộ về công nghệ nuôi trồng thủy sản tuần hoàn. Vào

năm 1996 có 1 sáng chế đầu tiên nộp đơn đăng kí bảo hộ tại Đài Loan và đạt số lượng nộp đơn nhiều nhất là 46 sáng chế vào năm 2016.



Biểu đồ 2: Tình hình nộp đơn bảo hộ sáng chế về công nghệ nuôi trồng thủy sản tuần hoàn theo thời gian

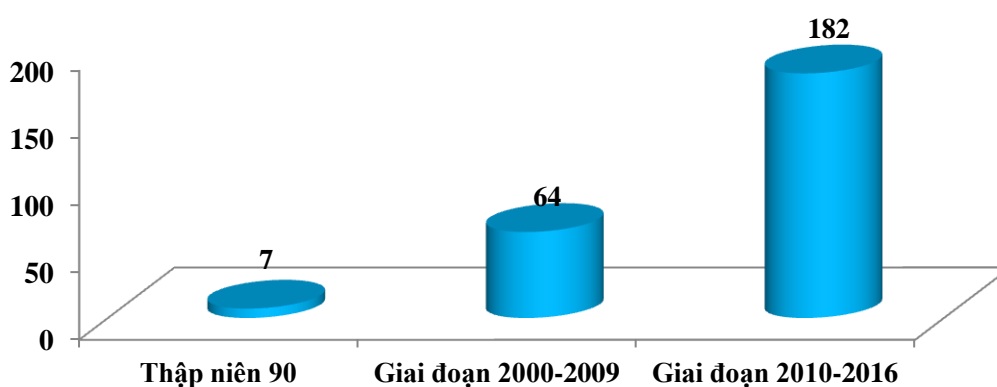
Bên cạnh số lượng sáng chế đăng kí, xu hướng về nuôi trồng thủy sản tuần hoàn còn được thể hiện rõ qua số lượng bài báo khoa học công bố về vấn đề này theo từng năm. Dựa trên nguồn dữ liệu Google Scholar, năm 1996 đã có 268 bài báo khoa học nước ngoài về công nghệ nuôi trồng thủy sản tuần hoàn được công bố. Số lượng bài báo tăng dần theo thời gian và đạt số lượng nhiều nhất là 2490 bài báo vào năm 2015.



Biểu đồ 3: Số lượng bài báo khoa học công bố về công nghệ nuôi trồng thủy sản tuần hoàn theo thời gian

Số liệu trên cho ta thấy xu hướng ứng dụng công nghệ nuôi trồng thủy sản tuần hoàn là chủ đề đang được thế giới quan tâm cho đến hiện nay.

Năm 1974, nuôi trồng thủy sản chỉ cung cấp 7% lượng cá cho tiêu dùng nhưng đến năm 1994 thì tỷ trọng này đã tăng lên 26%, theo biểu đồ 4 trong thập niên 90 bắt đầu có 7 sáng chế nộp đơn đăng kí bảo hộ sáng chế. Năm 2004, tỷ trọng cung cấp thủy sản từ nuôi trồng tiếp tục tăng lên 39% tương ứng số lượng sáng chế trong giai đoạn này vượt lên 64 sáng chế. Trong nửa đầu thập niên giai đoạn 2010-2019, số sáng chế về nuôi trồng thủy sản tăng mạnh đạt 182 sáng chế do ảnh hưởng mạnh mẽ từ Sáng kiến tăng trưởng xanh (Blue Growth Initiative-BGI) năm 2013 của FAO về phát triển toàn cầu, tăng trưởng xanh và an ninh lương thực. Thông qua BGI, FAO hỗ trợ các nước phát triển, thực hiện nền kinh tế xanh và các chương trình tăng trưởng.

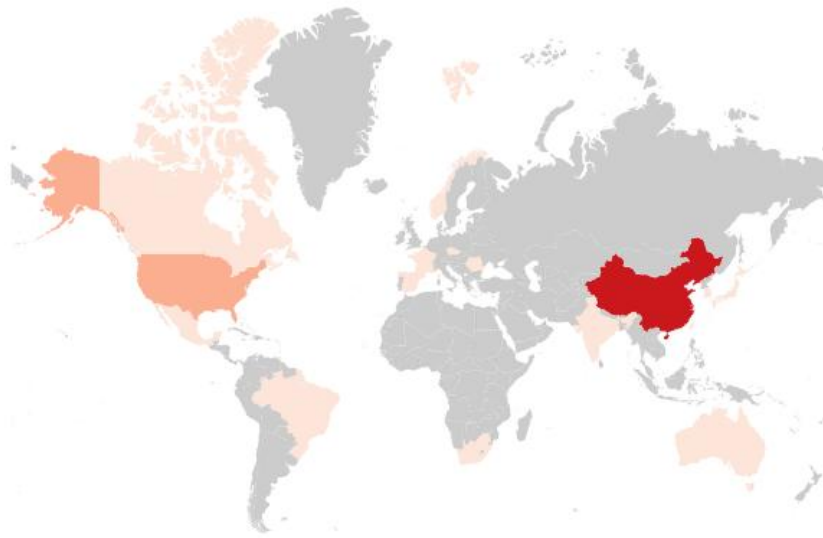


Biểu đồ 4: Tình hình nộp đơn bảo hộ sáng chế về công nghệ nuôi trồng thủy sản tuần hoàn theo từng giai đoạn.

Từ kết quả phân tích trên cho thấy rằng xu hướng nộp đơn đăng kí bảo hộ sáng chế về công nghệ nuôi trồng thủy sản tuần hoàn thay đổi theo nhu cầu về lượng thủy sản nuôi trồng ngày càng gia tăng để bù đắp cho sản lượng đánh bắt dần sụt giảm.

2.2. Tình hình nộp đơn đăng ký bảo hộ sáng chế về công nghệ nuôi trồng thủy sản tuần hoàn tại các quốc gia

Sáng chế đăng kí bảo hộ về công nghệ nuôi trồng thủy sản tuần hoàn được nộp đơn bảo hộ tại 16 quốc gia và 2 tổ chức từ cả 5 châu lục: Châu Á, Châu Âu, Châu Mỹ, Châu Úc và Châu Phi.



Hình 9: Sự phân bố khu vực có sáng chế nộp đơn bảo hộ về công nghệ nuôi trồng thủy sản tuần hoàn trên thế giới

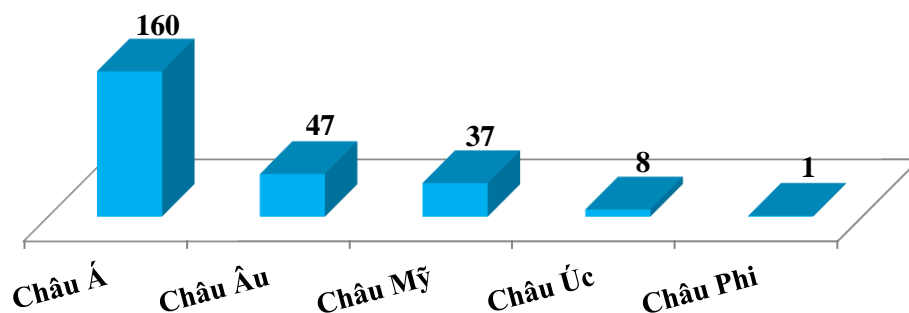
Châu Á: có 160 sáng chế đăng kí bảo hộ tại 6 quốc gia là Trung Quốc, Hàn Quốc, Nhật Bản, Đài Loan, Ấn Độ, Singapore.

Châu Âu: có 47 sáng chế đăng kí bảo hộ tại 2 tổ chức: EP và WO và 4 quốc gia là Na Uy, Romani, Ý, Pháp .

Châu Mỹ: có 37 sáng chế đăng kí bảo hộ tại 4 quốc gia là Mỹ, Canada, Mexico và Braxin.

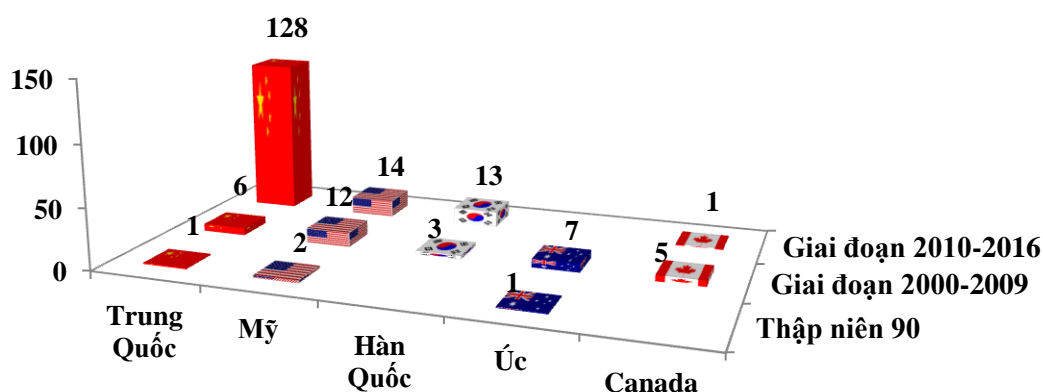
Châu Úc: có 8 sáng chế đăng kí bảo hộ tại 1 quốc gia là Úc.

Châu Phi: có 1 sáng chế đăng kí bảo hộ tại quốc gia duy nhất là Nam Phi.



Biểu đồ 5: Số lượng sáng chế nộp đơn bảo hộ về công nghệ nuôi trồng thủy sản tuần hoàn theo châu lục

Trong đó, năm quốc gia dẫn đầu về nhận đơn đăng kí bảo hộ sáng chế về công nghệ nuôi trồng thủy sản tuần hoàn là Trung Quốc (135 SC), Mỹ (28 SC), Hàn Quốc (16 SC), Úc (8 SC) và Canada (6 SC).



Biểu đồ 6: Tình hình nộp đơn bảo hộ sáng chế về công nghệ nuôi trồng thủy sản tuần hoàn tại năm quốc gia dẫn đầu theo thời gian

Trung Quốc: là quốc gia có lịch sử về nuôi trồng thủy sản khoảng 3000 năm, chủ yếu là nuôi cá trong ao. Năm 1978, thành lập nhóm nghiên cứu thuộc Cơ quan quản lý nuôi trồng Thủy sản phát triển công nghệ ứng dụng vào nuôi trồng thủy sản. Vào thập niên 90 bắt đầu có một sáng chế đầu tiên nộp đơn về công nghệ nuôi trồng thủy sản tuần hoàn. Sản lượng thủy sản nuôi trồng ở Trung Quốc cũng tăng mạnh từ 1,3 triệu tấn vào năm 1970 lên 47,8 triệu tấn năm 2010, chiếm 61,2% tổng sản lượng thủy sản nuôi trồng toàn cầu, ta nhận thấy số lượng sáng chế đăng kí bảo hộ về nuôi trồng thủy sản tuần hoàn cũng tăng nhanh chóng trong giai đoạn 2010-2016 đạt 128 sáng chế, gấp 20 lần giai đoạn 2000-2009.

Mỹ : từ thập niên 90 có 2 sáng chế nộp đơn bảo hộ ta nhận thấy không có sự thay đổi nhiều về số lượng, đến giai đoạn 2000-2009 số lượng sáng chế tăng lên 12 sáng chế, ở giai đoạn 2010-2016 có 14 sáng chế nộp đơn đăng kí bảo hộ về vấn đề này.

Hàn Quốc: vào giai đoạn 2000-2009 mới bắt đầu có 3 sáng chế đăng kí bảo hộ về công nghệ nuôi trồng thủy sản đến giai đoạn 2010-2016 có 13 sáng chế nộp đơn.

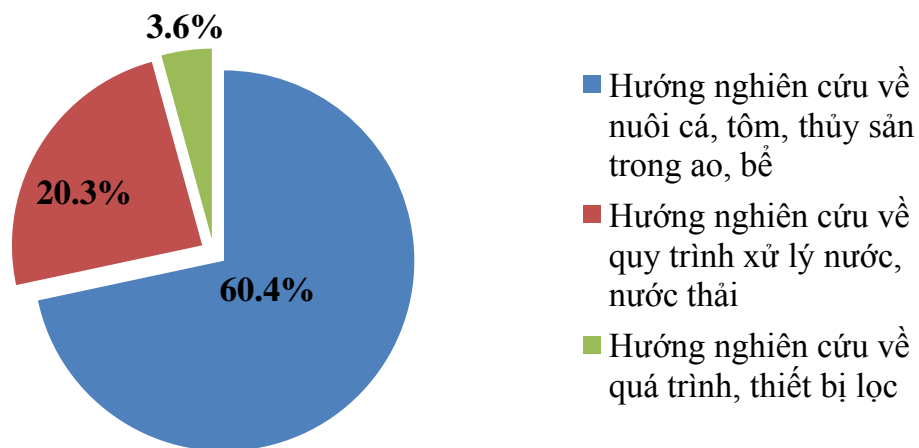
Úc: nhận 1 đơn đăng kí bảo hộ sáng chế về công nghệ nuôi trồng thủy sản vào thập niên 90 và giai đoạn 2000-2009 số lượng đơn đăng kí bảo hộ tăng lên 7 sáng chế

Canada: nhận 5 đơn đăng kí bảo hộ sáng chế về công nghệ nuôi trồng thủy sản trong giai đoạn 2000-2009 và giai đoạn 2010-2016 có 1 sáng chế nộp đơn về vấn đề này.

2.3. Tình hình nộp đơn đăng ký bảo hộ sáng chế về công nghệ nuôi trồng thủy sản tuần hoàn theo các hướng nghiên cứu

Theo bảng phân loại sáng chế quốc tế IPC, số lượng các sáng chế về công nghệ nuôi trồng thủy sản tuần hoàn tập trung chủ yếu vào ba hướng nghiên cứu chính sau:

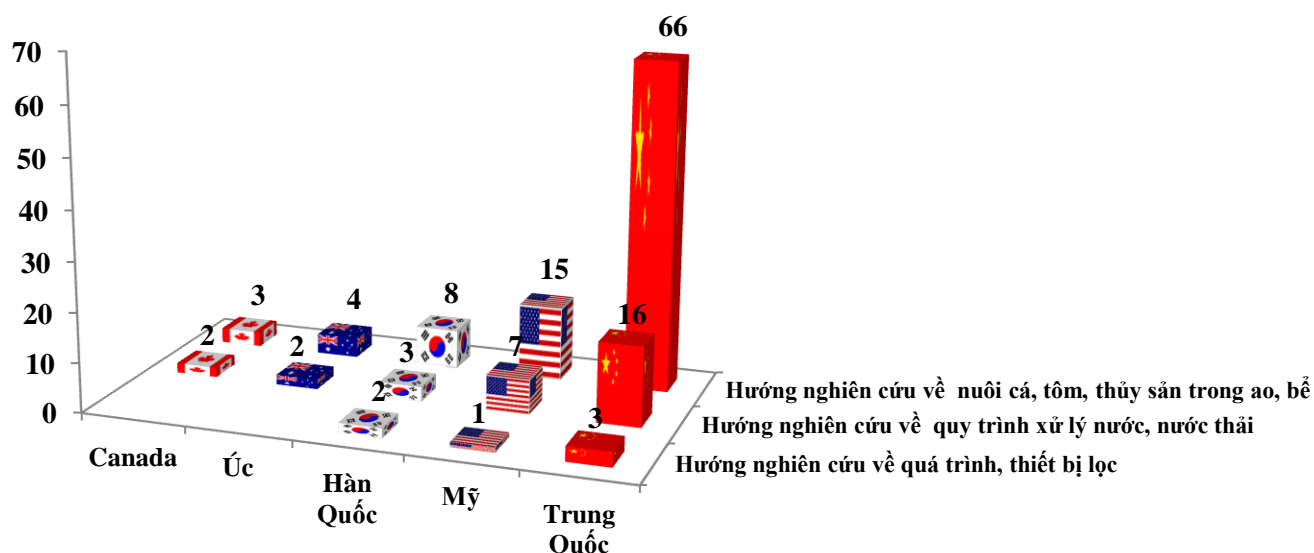
- Hướng nghiên cứu về nuôi cá, tôm, thủy sản trong ao, bể chiếm 60,4% tổng lượng sáng chế
- Hướng nghiên cứu về quy trình xử lý nước, nước thải chiếm 20,3% tổng lượng sáng chế.
- Hướng nghiên cứu về quá trình, thiết bị lọc chiếm 3,6% tổng lượng sáng chế.
- Và các hướng nghiên cứu khác



Biểu đồ 7: Tình hình nộp đơn đăng ký bảo hộ sáng chế về công nghệ nuôi trồng thủy sản tuần hoàn chỉ số phân loại sáng chế quốc tế IPC

Các sáng chế đăng kí bảo hộ về công nghệ nuôi trồng thủy sản tuần hoàn tại 3 quốc gia Trung Quốc, Mỹ, Hàn Quốc phân bố vào cả 3 hướng nghiên cứu và tập trung chủ yếu vào hướng nghiên cứu về nuôi cá, tôm, thủy sản trong ao, bể.

Tại Úc và Canada tập trung về hướng nghiên cứu nuôi và quy trình xử lý nước thải.



Biểu đồ 8: Tình hình đăng kí sáng chế bảo hộ ở các hướng nghiên cứu về công nghệ nuôi trồng thủy sản tuần hoàn tại các quốc gia.

Kết luận:

Công nghệ nuôi trồng thủy sản tuần hoàn là công nghệ nuôi trồng xử lý nước thải chuyên sâu bảo vệ thủy sản nuôi, giảm tác động đến môi trường, cải thiện điều kiện nuôi hiệu quả. Có khoảng 253 sáng chế về công nghệ này được đăng kí bảo hộ ở 16 quốc gia trên cả 5 châu lục, trong đó nột đơn nhiều nhất tại Trung Quốc chiếm 57% tổng lượng sáng chế. Các sáng chế bảo hộ về công nghệ nuôi trồng thủy sản tuần hoàn tập trung đăng kí vào ba 3 hướng chính là quy trình nuôi thủy sản trong ao; quy trình xử lý nước, nước thải và quá trình, thiết bị lọc.

III. GIỚI THIỆU HỆ THỐNG GIÁM SÁT TỰ ĐỘNG CHẤT LƯỢNG NƯỚC NUÔI TÔM CHI PHÍ THẤP

Chất lượng nước nuôi tôm đang là vấn nạn hiện nay vì tỷ lệ nuôi tôm thành công ở Đồng bằng Sông Cửu Long chỉ vào khoảng 30 – 35% so với giá trị 70% ở một số nước khu vực (Indonesia, Thái Lan, Ấn Độ).

Thông tư số 22/2014/TT-BNNPTNT ngày 29/7/2014 của Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn Việt Nam đã ban hành “Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về cơ sở nuôi tôm nước lợ - Điều kiện đảm bảo vệ sinh thú y, bảo vệ môi trường và an toàn thực phẩm” QCVN 02-19: 2014/BNNPTNT, theo đó cần đảm bảo 8 tiêu chí chất lượng nước cấp vào ao nuôi và nước ao nuôi tôm sú và tôm chân trắng: nồng độ ô xy hòa tan (DO), pH, độ mặn, độ kiềm, độ trong, NH₃, H₂S, nhiệt độ; đảm bảo 5 tiêu chí chất lượng nước thải từ ao xử lý nước thải trước khi thải ra môi trường bên ngoài: pH, BOD₅, COD, chất rắn lơ lửng, coliform.

Trong các thông số nêu trên, có thể chia làm hai nhóm: biến đổi nhanh và biến đổi chậm.

- Các thông số chất lượng biến đổi nhanh bao gồm: Nồng độ oxy hòa tan, nhiệt độ, pH.
- Các thông số chất lượng biến đổi chậm bao gồm: NH₃ và TAN, NO₂, độ mặn, H₂S, nồng độ kali, nồng độ phot pho, mật độ tảo,

Quy trình giám sát các chỉ tiêu nước được thực hiện càng nghiêm ngặt có thể ngăn chặn các rủi ro phát sinh thì tỉ lệ thủy sản nuôi trồng thành công càng cao.

3.1. Giới thiệu hệ thống giám sát tự động chất lượng nước nuôi tôm

a. Nguyên lý hoạt động hệ thống giám sát tự động

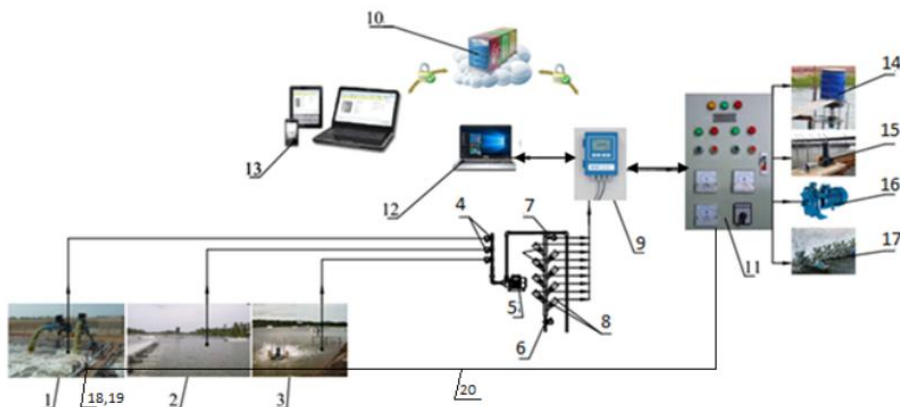
Hệ thống có thể đo tự động những chỉ tiêu biến đổi nhanh, cảm biến có chi phí vừa phải (nồng độ oxy hòa tan, pH, nhiệt độ, độ mặn).

Dùng một bộ cảm biến đo nhiều điểm đo để giảm chi phí tính trên 1 điểm đo) – cụ thể 1 bộ cảm biến dùng để đo 8 điểm (hình 11).

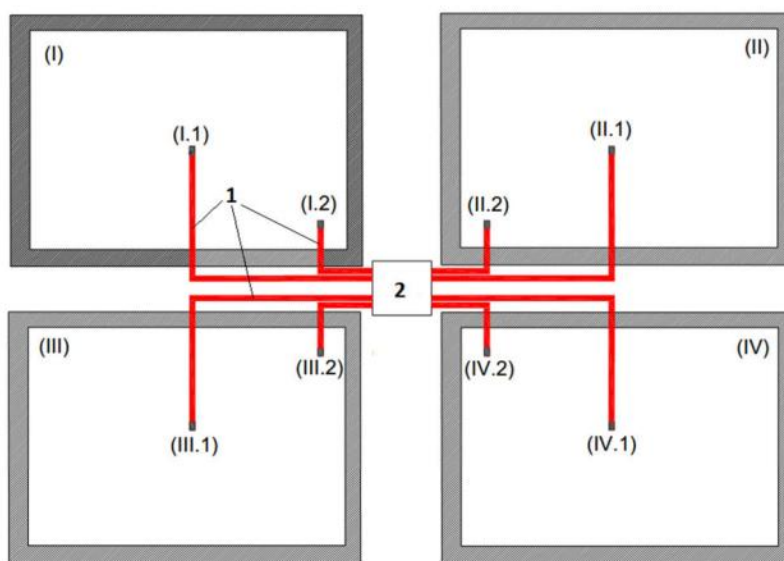
Việc giám sát những chỉ tiêu khác được thực hiện bằng kit đo.

Nguyên lý hoạt động của hệ thống đã được đăng ký sở hữu trí tuệ và đã nhận được quyết định chấp nhận đơn hợp lệ số 7012/ QĐ-SHTT của Cục trưởng Cục Sở hữu trí tuệ.

02 phần mềm đã được đăng ký bản quyền.



Hình 10: Hệ thống giám sát tự động chất lượng nước nuôi tôm.



Hình 11: Sơ đồ bố trí các điểm đo.

b. Một số đặc điểm của hệ thống giám sát tự động chất lượng nước nuôi tôm

Một hệ thống dùng để đo 8 điểm đo, nếu ao lớn, nên đo tại 2 điểm, một điểm cách bờ 1/3 khoảng cách từ bờ đến tâm và 1 điểm cách mép hồ xi phông độ 1 -2 m.

Như vậy, 1 hệ thống có thể dùng cho 4 ao lớn. Nếu ao nhỏ, có thể đo 1 điểm thì 1 hệ thống có thể dùng cho 8 ao nhỏ, khoảng cách từ điểm cần đo cho đến máy không nên vượt quá 100m.

c. Ưu điểm

- Hiện thị số, đơn giản, không đòi hỏi kỹ năng của người sử dụng trong việc đo.
- Liên tục, suốt 24/24 giờ, ngày mưa, ngày nắng, ban ngày, ban đêm.
- Không cần giám sát người giám sát vì đã tự động hóa.
- Có thể lưu trữ dữ liệu để phân tích

d. Nhược điểm

- Đầu tư cao, do công nghệ sản xuất cảm biến còn khá đắt tiền, đặc biệt đo NH_3 , NO_2 , H_2S .
- Còn phức tạp trong sử dụng.

3.2. Giới thiệu một số giải pháp điều khiển chất lượng nước nuôi tôm và quản lý trang trại

a. Máy hút chất thải từ ao nuôi tôm

Máy có các chức năng sau đây: giảm lượng chất thải trong ao nuôi hiệu quả hơn nhiều so với phương pháp xi phông hiện nay giúp gia tăng mật độ nuôi duy trì chất lượng nước giảm các chất gây ô nhiễm và tảo độc, diệt khuẩn sử dụng từ trường, UV giúp giảm lượng vi khuẩn trong ao mà không phải dùng hóa chất diệt khuẩn.

b. Phần mềm quản lý trang trại FARMPRO

Phần mềm có các chức năng: lưu trữ và phân tích dữ liệu đo bằng tay, truy xuất nguồn gốc, theo dõi liên tục chi phí nuôi trồng, tính toán ngay hiệu quả kinh tế của từng ao nuôi khi thu hoạch, quản lý xuất nhập tồn kho và bảo trì thiết bị.

3.3. Giới thiệu một số kết quả ứng dụng tại TP.HCM, Bạc Liêu, An Giang, Sóc Trăng

Hệ thống đã được thử nghiệm và ứng dụng tại:

- Trang trại của Công ty TNHH SX & TM Trúc Anh tại tỉnh Bạc Liêu
- Trang trại của Ông Nguyễn Thanh Sang tại tỉnh An Giang.

- Trang trại của của Ông Trần Quang Cần Hợp tác xã Hưng Phú, huyện Cù Lao Dung, tỉnh Sóc Trăng.
- **Tại TP.HCM:** lắp đặt tại Trang trại Cenintec Cần Giờ từ cuối năm 2015
 - Sử dụng cho: 2 ao
 - Đo: DO, nhiệt độ, pH
 - Đối tượng nuôi: Tôm thẻ chân trắng
- **Tại Bạc Liêu:** lắp đặt tại Công ty TNHH SX & TM Trúc Anh từ tháng 01/2016
 - Sử dụng cho: 3 ao
 - Những thông số đo: DO, nhiệt độ, pH
 - Đối tượng nuôi: Tôm thẻ chân trắng



Hình 12: Hệ thống được lắp đặt tại Bạc Liêu.

- **Tại An Giang:** lắp đặt tại trang trại của Ông Nguyễn Thanh Sang từ tháng 11/2015.
 - Sử dụng cho: 1 ao
 - Đo: DO và nhiệt độ
 - Đối tượng nuôi: Tôm càng xanh



Hình 13: Hệ thống được lắp đặt tại An Giang

- **Tại Sóc Trăng:** lắp đặt tại trang trại của Ông Trần Quang Cần từ tháng 8/2016
 - Sử dụng cho: 2 ao, 4 điểm đo
 - Đo: DO và nhiệt độ
 - Đối tượng nuôi: tôm thẻ chân trắng



Hình 14: Hệ thống được lắp đặt tại Sóc Trăng

Hiện nay, một dự án KHCN cấp Nhà nước đang được triển khai để thử nghiệm và hoàn thiện quy trình sử dụng, đánh giá độ chính xác, tính toán hiệu quả kinh tế và khả năng nhân rộng mô hình do Trung tâm Ứng dụng và Dịch vụ Khoa học và Công nghệ, Cục Công tác phía Nam - Bộ Khoa học và Công nghệ chủ trì với sự hợp tác của Viện nghiên cứu nuôi trồng thủy sản 2 và Trung tâm Phát triển Công nghệ và Thiết bị Công nghiệp Sài Gòn.

3.4. Tư vấn và tính toán hiệu quả đầu tư cho hệ thống

a. Chi phí đầu tư hệ thống tính cho 1 điểm đo

Bảng 1: Chi phí hệ thống tính cho 1 điểm đo

Chức năng	Giá hệ thống (triệu đồng)	Giá tính trên 1 điểm đo (triệu đồng)
Đo nồng độ Oxy	113,7	14,2
Đo nồng độ oxy và nhiệt độ	123,7	15,5
Đo nồng độ oxy, nhiệt độ và pH	140,6	17,6

Đo nồng độ oxy, nhiệt độ, pH và độ mặn	159,4	19,9
Màng đo PH (3 tháng thay 1 lần)	0,8	0,2

b. Chi phí đầu tư hệ thống tính cho 2 điểm đo

Nếu sử dụng 2 điểm đo trên 1 ao và sử dụng hệ thống cho 2 năm, 4 vụ thì chi phí được tính và trình bày ở bảng 2 (hệ thống có thể sử dụng khoảng 4 năm nhưng sẽ phải thay các cảm biến).

Bảng 2: Chi phí hệ thống tính cho 2 điểm đo (triệu đồng)

Chức năng	Giá 1 điểm đo	Giá 1 ao (2 điểm đo)	Giá 1 vụ/1 ao
Đo nồng độ Oxy	14,2	28,4	7,1
Đo nồng độ oxy và nhiệt độ	15,5	31	7,75
Đo nồng độ oxy, nhiệt độ và pH	17,6	35,2	8,8
Đo nồng độ oxy, nhiệt độ, pH và độ mặn	19,9	39,8	9,95
Màng đo pH (3 tháng thay 1 lần)	0,2	0,4	0,1

- Giá của những hệ thống nhập ngoại: 70 – 300 triệu cho 1 điểm đo.
- Lắp đặt tại ao nên bảo trì khó hơn nhiều, nhất là khi lắp đặt giữa ao.
- Các cổng dữ liệu ra để điều khiển rất hạn chế.
- Quản lý phức tạp do quá nhiều đầu đo và các màn hình dữ liệu.
- Không thể khai báo được các đối tượng cần đo (điểm nào nằm trên ao nào).
- Những thiết bị khách hàng cần trang bị:
 - Đầu phát wifi (khoảng 2 triệu đồng).
 - Ống nước phi 21 (khoảng 700 ngàn đồng).
 - Dây mạng (khoảng 700 ngàn đồng).
 - Dây điện (khoảng 300 ngàn đồng).
 - Thuê bao 3G và SIM.
 - Điện thoại thông minh, máy tính bảng.

c. Chi phí đầu tư một số chức năng khác

Có thể lựa chọn một số chức năng cộng thêm và chi phí tương ứng được trình bày ở bảng 3.

Bảng 3: Những chức năng cộng thêm và chi phí tương ứng (triệu đồng)

Chức năng	Giá
Cảnh báo cúp điện	3,1
Cổng tín hiệu oxy thấp để điều khiển thiết bị khác (16 cổng)	13,7

Một số lợi ích mang lại của hệ thống: tăng năng suất, giảm rủi ro do kịp thời xử lý môi trường nuôi, tiết kiệm điện năng do vận hành các thiết bị hợp lý, chủ trang trại hay người quản lý nắm được tình hình trại một cách chính xác, giảm chi phí lao động do giảm công đo chất lượng nước, và theo dõi ao, giảm chi phí kit đo, lưu trữ cho việc phân tích cải tiến cho vụ sau.

Khuyến cáo sử dụng: Hệ thống phù hợp cho những hộ nuôi tôm thâm canh hay siêu thâm canh.

3.5. Giới thiệu mô hình hệ thống giám sát tự động chất lượng nuôi tôm được ứng dụng tại Sóc Trăng

Dự án “Ứng dụng thí điểm hệ thống giám sát e-Aqua cho ao nuôi tôm thẻ chân trắng” đã được triển khai lắp đặt tại HTX Hưng Phú, huyện Cù lao Dung, tỉnh Sóc Trăng.

Mục đích: cải tiến được quy trình nuôi, mang lại hiệu quả và nâng cao năng suất trong sản xuất góp phần phát triển kinh tế và an sinh xã hội.

Quy mô: Hai ao (4.000 m²/ao), mật độ là 80 con/m², 04 giàn quạt/ao (10 - 15 cánh quạt/dàn)

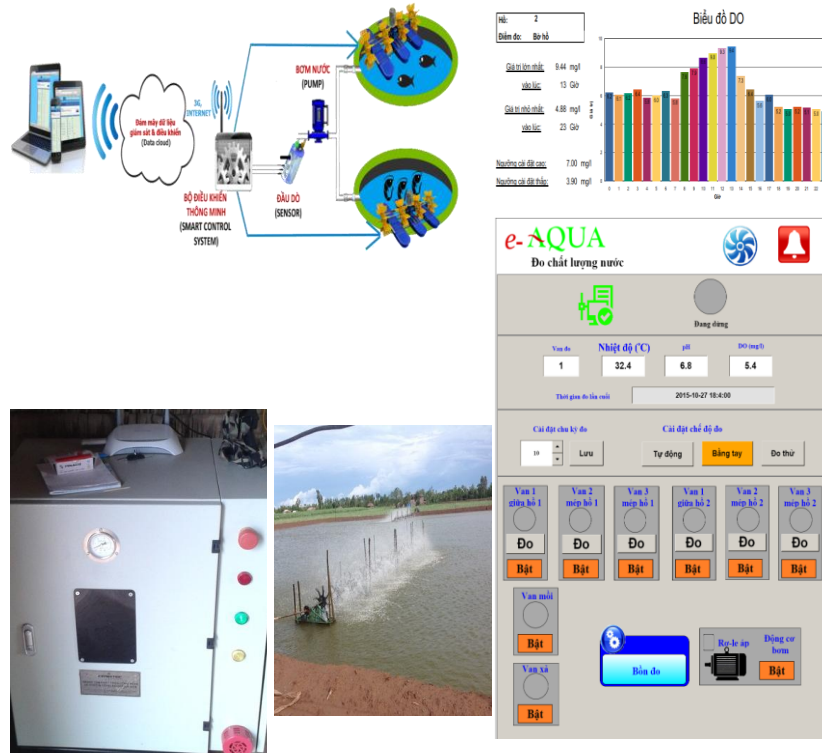
Đối tượng: tôm thẻ chân trắng Post 12.

a. Lắp đặt hệ thống giám sát e-Aqua

Hệ thống giám sát e-Aqua bao gồm:

- Hệ thống điều khiển: bộ điều khiển PLC, thiết bị lưu điện UPS, tủ điều khiển (nút dừng khẩn cấp, đèn báo, còi).
- Các cảm biến thu nhận tín hiệu.

- Cơ cấu chấp hành: các van điện từ, máy bơm.
- Giao diện giám sát và điều khiển.
- Phần mềm thu thập, thống kê số liệu.



Hình 15: Giao diện giám sát và điều khiển hệ thống giám sát e-Aqua.

b. Một số đánh giá ban đầu

Tính hiệu quả của hệ thống: Tôm phát triển nhanh, hệ số sử dụng thức ăn - FCR thấp, chi phí sử dụng thuốc trong vụ nuôi thấp (là một trong những yếu tố quyết định đến lợi nhuận), sản lượng tôm tăng từ 8,8 - 10,3%, giảm dịch bệnh thủy sản.

Tính kinh tế của hệ thống: hệ thống hoạt động ổn định giúp tiết kiệm thời gian, giảm chi phí điện năng từ 2-2,5 triệu đồng/vụ, chi phí giám sát, nhân lực trong sản xuất.

Tính kỹ thuật của hệ thống: Phần mềm hoạt động tốt, thông báo kịp thời, nhanh và chính xác. Phần cứng hoạt động khá tốt, tuy nhiên có 1 số khuyết điểm cần khắc phục như: các chi tiết lắp ráp dễ bị độ mặn của nước ăn mòn và nhanh chóng rỉ sét và gây rò rỉ nước; bồn đo nhanh dơ và làm ảnh hưởng kết quả đo. Sau mỗi vụ cần hiệu chuẩn lại thiết bị.

Tính ổn định trong của hệ thống: Hệ thống hoạt động ổn định nếu duy trì nguồn điện tốt, vệ sinh bể bơm định kỳ và kịp thời, đường truyền internet ổn định.

Tóm lại nhìn chung hệ thống sẽ ổn định hơn nếu các lỗi phần mềm và lỗi hệ thống được điều khiển từ xa mà không cần đến hiện trường mới khắc phục được như thời gian vừa qua. Đồng thời, cần có chính sách bảo hành đầu dò và phương pháp hiệu chuẩn thích hợp để kết quả đọc chính xác và tin cậy hơn, kịp thời theo dõi và đánh giá liên tục được nồng độ DO trong ao nuôi xuyên suốt thời gian trong ngày cũng như từ đầu đến cuối vụ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Food and Agriculture Organization, *The state of world fisheries and agriculture 2016* (FAO, 2016).
2. *Sustainable fisheries and aquaculture for food security and nutrition*, June 2014.
3. Biao Xie, Jun Qin, Hao Yang, Xia Wang, Yan-Hua Wang, Ting-You Li, *Organic aquaculture in China: A review from a global perspective*, *Aquaculture* 414–415 (2013) 243–253
4. Dane Klinger and Rosamond Naylor, The Annual Review of Environment and Resources, *Searching for Solutions in Aquaculture: Charting a Sustainable Course*, August 6, 2012.
5. Rosamond L. Naylor, Rebecca J. Goldberg, Jurgenne H. Primavera, Nils Kautsky, Malcolm C. M. Beveridge, Jason Clay , *Effect of aquaculture oworld fish supplies*, *Nature* vol 405, 29 June 2000.