

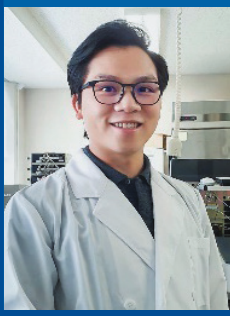
TÁI SỬ DỤNG TÀI NGUYÊN TỪ NƯỚC THẢI ĐÔ THỊ CHO SẢN XUẤT NÔNG NGHIỆP BỀN VỮNG

Phùng Đức Lực^{1*}, Phạm Việt Dũng² và Watanabe Toru³

¹ Giáo sư Trợ lý, Khoa Nông nghiệp, Đại học Yamagata
Email: lucphung@tds1.tr.yamagata-u.ac.jp

² Giáo sư Trợ lý, Khoa Kỹ thuật Đô thị, Đại học Tokyo
Email: dphamviet@env.t.u-tokyo.ac.jp

³ Giáo sư, Khoa Nông nghiệp, Đại học Yamagata
Email: to-ru@tds1.tr.yamagata-u.ac.jp



▶ PHÙNG ĐỨC LỰC

Tiến sĩ Phùng Đức Lực đang nghiên cứu phát triển các giải pháp bền vững trong sản xuất nông nghiệp và quản lý môi trường nước, tập trung vào việc tái sử dụng nước thải đô thị đã qua xử lý và chất hữu cơ trong sản xuất cây trồng.

TS. Phùng Đức Lực đã nhận bằng tiến sĩ ngành Kỹ thuật Môi trường và Nông nghiệp tại Đại học Iwate, Nhật Bản vào năm 2021. Trước đó, anh đã nhận bằng Thạc sĩ Khoa học về Kỹ thuật và Các Hệ thống Nông nghiệp từ Viện Công nghệ Châu Á, Thái Lan vào năm 2016, và tốt nghiệp chương trình cử nhân Khoa học Cây trồng từ Chương trình Đào tạo Tiên Tiến tại Đại học Nông nghiệp Hà Nội, Việt Nam vào năm 2013.

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Luc-Phung>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6720-8365>

TÓM TẮT:

Tận dụng tài nguyên từ các hệ thống xử lý nước thải đô thị trong sản xuất nông nghiệp không chỉ giúp giảm bớt lượng chất ô nhiễm thải vào môi trường mà còn tạo ra giá trị mới của nước thải cho ngành nông nghiệp. Sáng kiến này thúc đẩy tính bền vững của hệ thống sản xuất nông nghiệp dựa trên những nguyên tắc kinh tế tuần hoàn, nơi mà nước thải đô thị và bùn hoạt tính đã qua xử lý được tái sử dụng một cách hiệu quả và an toàn như một nguồn nước tưới và chất dinh dưỡng cho cây trồng. Chiến lược này có tiềm năng giảm bớt áp lực lên nguồn nước tự nhiên và giảm sự phụ thuộc vào phân bón tổng hợp, loại phân bón tiêu tốn nhiều năng lượng và là nguyên nhân chính gây ra lượng lớn khí nhà kính trong quá trình sản xuất. Bài viết này giới thiệu những sáng kiến và ứng dụng tiên phong tại Nhật Bản trong lĩnh vực tái sử dụng tài nguyên từ hệ thống nước thải đô thị cho sản xuất nông nghiệp. Nó đề xuất một mô hình đổi mới và linh hoạt, phù hợp với Việt Nam, một quốc gia đang tích cực định hình lại và cải thiện hạ tầng hệ thống thoát nước trong bối cảnh đô thị hóa nhanh chóng. Việc áp dụng mô hình này tại Việt Nam được kỳ vọng sẽ đóng vai trò quan trọng trong việc củng cố an ninh lương thực, thúc đẩy quản lý nguồn nước hiệu quả, xây dựng xã hội tuần hoàn, và giảm lượng carbon phát thải, từ đó hướng tới một tương lai bền vững và thịnh vượng hơn.

Từ khóa: nông nghiệp bền vững, tuần hoàn tài nguyên nước thải, giảm phát thải khí nhà kính, kinh tế tuần hoàn

1. GIỚI THIỆU

Hệ thống thu gom và xử lý nước thải đóng một vai trò thiết yếu trong việc duy trì môi trường sạch sẽ và khỏe mạnh trong các xã hội hiện đại, bao gồm cả các khu vực thành thị và nông thôn. Tại Nhật Bản, những hệ thống thoát nước này đang phục vụ khoảng 80% dân số, mặc dù tiêu thụ năng lượng cao và chi phí bảo dưỡng lớn [1]. Trong bối cảnh quốc gia này đang đối mặt với cơ sở hạ tầng xuống cấp và sự giảm dân số, đặc biệt ở khu vực nông thôn, việc duy trì và mở rộng những hệ thống này đến các khu vực có mật độ dân số thấp đang trở nên kém hiệu quả về chi phí. Tình hình này đánh dấu một nhu cầu cấp bách để đổi mới những hệ thống thoát nước này,

vượt qua những vai trò truyền thống của chúng trong việc ngăn ngừa lũ lụt và bảo vệ môi trường thông qua quản lý nước thải. Những thách thức mới về xã hội và kinh tế đòi hỏi một sự đánh giá lại về chức năng của những hệ thống này và những đóng góp tiềm năng của chúng đối với cộng đồng.

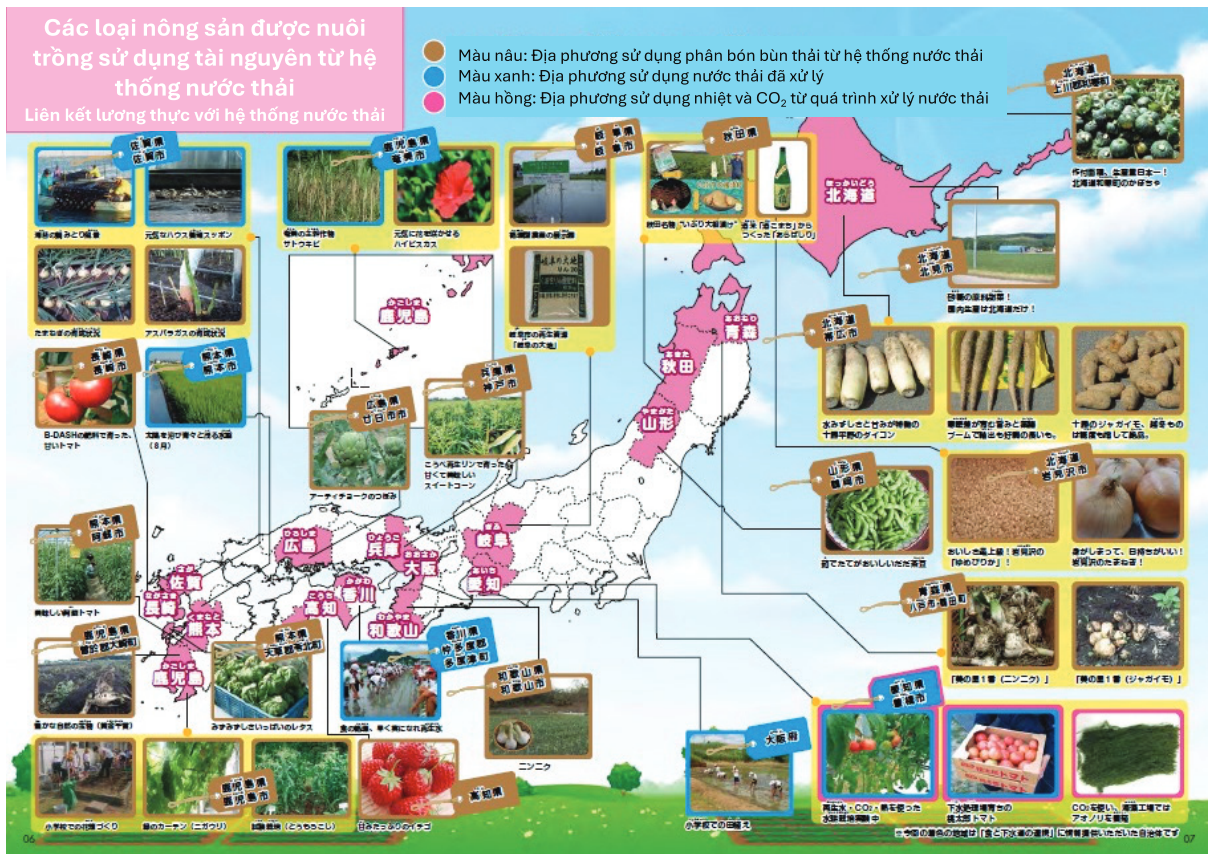
Chuyển đổi hệ thống thoát nước thành các trung tâm tái tạo tài nguyên nhằm khuyến khích nông nghiệp bền vững đánh dấu một bước tiến sáng tạo hướng tới nền kinh tế tuần hoàn. Chiến lược này đề xuất sử dụng hệ thống thoát nước và các nhà máy xử lý nước thải đô thị để biến chất thải thành nguồn tài nguyên quý giá, hỗ trợ sản xuất nông nghiệp và thắt chặt mối quan hệ giữa cơ sở hạ tầng đô thị và phát triển nông thôn. Sự kết hợp này hứa hẹn giảm bớt chi phí năng lượng và bảo dưỡng liên quan đến hệ thống thoát nước, đánh dấu bước đi tiên phong hướng tới một tương lai xanh hơn, nơi các nguồn tài nguyên được tận dụng tối đa, khuyến khích một xã hội tuần hoàn bền vững.

Bài viết này khám phá các sáng kiến và những nghiên cứu tiêu biểu trong việc tái sử dụng nguồn tài nguyên nước thải phục vụ xuất nông nghiệp trong chiến dịch “BISTRO GESUIDO” tại Nhật Bản. Thông qua việc phân tích những kết quả nghiên cứu ở Nhật Bản, chúng tôi hy vọng giải thích rõ tiềm năng to lớn của việc sử dụng cơ sở hạ tầng hệ thống thoát nước hiện có tại Việt Nam như một chất xúc tác để thúc đẩy sự phát triển nông nghiệp bền vững và bảo vệ môi trường.

2. CHIẾN DỊCH BISTRO GESUIDO TẠI NHẬT BẢN

Bắt đầu từ năm 2010, Bộ Đất đai, Cơ sở hạ tầng, Giao thông và Du lịch (MLIT) phối hợp với Hiệp hội Công trình thoát nước Nhật Bản (JSWA) đã khởi xướng sáng kiến “BISTRO GESUIDO”. Dự án này bao gồm việc thành lập “Đội Chiến lược Thúc đẩy Nước thải BISTRO” và xây dựng một mạng lưới hợp tác bao gồm các chính quyền địa phương và các đơn vị liên quan, đồng lòng trong việc khuyến khích sử dụng nguồn tài nguyên nước thải một cách hiệu quả [2]. “BISTRO GESUIDO”, được dịch là “Hệ thống thoát nước BISTRO”. Từ “BISTRO” có nguồn gốc tiếng Pháp và có ý nghĩa là một nhà hàng nhỏ, ấm cúng, cung cấp thực đơn đơn giản trong một không gian ấm áp, mời gọi, cùng với từ “GESUIDO”, một thuật ngữ chỉ “hệ thống thoát nước thải” trong tiếng Nhật, thể hiện sự kết hợp độc đáo giữa sự tinh tế của ẩm thực và quản lý tài nguyên bền vững tiến bộ. Chiến dịch này là một sáng kiến mới trong phát triển đô thị bền vững và quản lý môi trường, được Chính phủ Nhật Bản ủng hộ và đang triển khai tại 17 trong số 47 tỉnh của Nhật Bản (như được mô tả trong Hình 1).

Sáng kiến này tập trung vào ba khía cạnh chính: (1) tận dụng nước thải đô thị đã qua xử lý, giàu dinh dưỡng cần thiết cho cây trồng như nitơ (N) và photpho (P), để trồng lúa và tảo biển; (2) sử dụng bùn thải đã ủ làm phân hữu cơ cho cây trồng; và (3) sử dụng khí CO₂ và nhiệt sinh ra trong quá trình phân hủy kỵ khí của bùn thải



Hình 1. Phân bố của các địa phương đang áp dụng mô hình BISTRO GESUIDO (các vùng màu hồng) với các loại cây trồng khác nhau tại Nhật Bản [3].

để trồng trọt trong nhà kính [2]. Bên cạnh đó, mô hình BISTRO GESUIDO đang được triển khai một cách linh hoạt và đa dạng, thích ứng với nhu cầu cụ thể và điều kiện thực tế của mỗi địa phương. Trong các phần tiếp theo, chúng tôi sẽ đi sâu hơn vào việc áp dụng mô hình này tại thành phố Tsuruoka, tỉnh Yamagata, Nhật Bản.

3. DỰ ÁN BISTRO GESUIDO TẠI THÀNH PHỐ TSURUOKA

Từ năm 2017, nhóm nghiên cứu của chúng tôi tại Khoa Nông nghiệp, Đại học Yamagata, dưới sự lãnh đạo của Giáo sư Watanabe Toru, thông qua mô hình liên kết SAN-GAKU-KAN (Doanh nghiệp-Đơn vị nghiên cứu-Chính phủ), đã hợp tác với chính quyền thành phố Tsuruoka và các doanh nghiệp liên quan tại địa phương để nghiên cứu, khai thác, và áp dụng mô hình BISTRO GESUIDO. Tsuruoka là một thành phố nằm trên bờ biển phía tây bắc của đảo Honshu, thuộc tỉnh Yamagata, có diện tích hành chính là 1,312 km² và dân số tính đến tháng 6/2024 vào khoảng hơn 117,000 người. Thành phố này có mùa hè ngắn và mùa đông rất lạnh với nhiệt độ dao động từ -1–28 °C. Tsuruoka được UNESCO công nhận là một trung tâm văn hóa ẩm thực sáng tạo vào năm 2014, và hiện nay đang nỗ lực để tiến hành chuyển đổi sang một xã hội tuần hoàn, kết nối khu vực đô thị và nông thôn thông qua việc triển khai các kết quả nghiên cứu của chúng tôi trong mô hình BISTRO GESUIDO (Hình 2).

Dự án này đặc biệt tập trung vào việc tái sử dụng tài nguyên từ nhà máy xử lý nước thải đô thị trong sản xuất các nông sản thế mạnh và đặc trưng của Tsuruoka [4]. Phương pháp bón tưới (fertigation) sử dụng nước thải đô

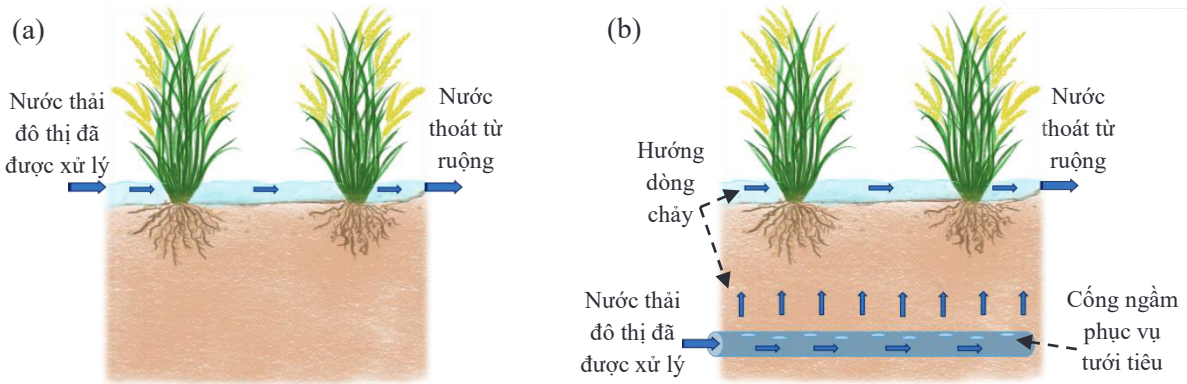
thị đã được xử lý để tưới cho những cây trồng quan trọng, như cây lúa nước, cũng như ứng dụng kỹ thuật thủy canh để trồng rau muống, húng tây, và các loại rau ăn lá khác, đang được chúng tôi nghiên cứu và thử nghiệm. Một hướng tiên tiến khác là việc sử dụng nước thải đã qua xử lý để nuôi cá Ayu, một loài cá đặc biệt thơm ngon và có giá trị kinh tế cao tại Nhật Bản.

Bên cạnh việc tái sử dụng nước thải đã qua xử lý, bùn sau quá trình xử lý nước thải cũng đóng vai trò quan trọng như một nguồn tài nguyên sinh học vô giá. Quá trình ủ yếm khí biến đổi bùn thải thành khí sinh học (biogas) để phát điện, cung cấp năng lượng điện cho các hộ gia đình và nhà máy xử lý nước thải. Nhiệt lượng từ việc phát điện bằng biogas được sử dụng để làm nóng bể xử lý sinh học trong nhà máy xử lý nước thải và những nhà kính phục vụ trồng trọt, mang lại lợi ích đặc biệt trong mùa đông khi nhiệt độ giảm xuống dưới 0°C. Bùn thải sau giai đoạn lên men được ủ để sử dụng làm phân hữu cơ, hỗ trợ trong việc sản xuất cây trồng như ngô và các loại cây trồng giá trị cao khác.

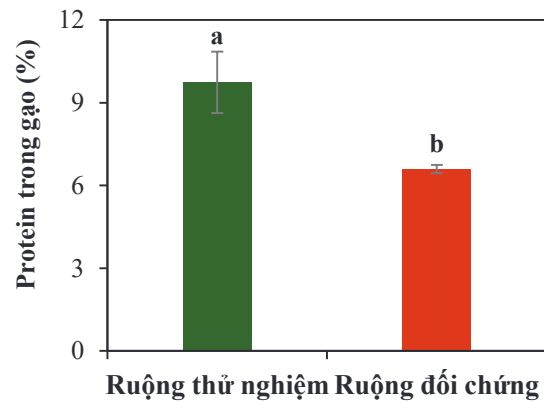
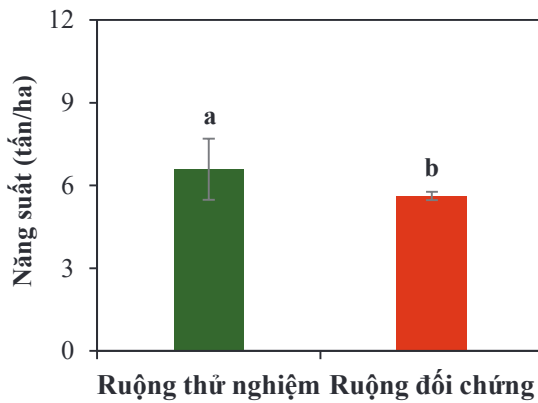
Các nông sản như gạo và ngô có hàm lượng protein cao được dùng để thay thế nguyên liệu thức ăn gia súc nhập khẩu có giá thành cao và nguồn cung không ổn định. Điều này đã mang lại tác động tích cực lớn đối với sự ổn định nguồn cung thức ăn gia súc, cũng như cải thiện tỉ lệ tự cung tự cấp lương thực thực phẩm, hỗ trợ cho nền kinh tế địa phương thông qua mô hình kinh tế tuần hoàn hiệu quả và bền vững. Một số thành tựu nổi bật trong quá trình nghiên cứu sẽ được trình bày cụ thể trong phần tiếp theo.



Hình 2. Vận hành mô hình BISTRO GESUIDO tại thành phố Tsuruoka, Nhật Bản [4].



Hình 3. Mô phỏng phương pháp bón tưới bề mặt (a) và bón tưới ngầm (b) sử dụng nước thải đô thị đã xử lý trong canh tác lúa nước



Hình 4. Năng suất hạt (tấn/ha) và hàm lượng protein trong gạo (%) trên ruộng thử nghiệm (bón tưới liên tục bằng nước thải đô thị đã được xử lý) và ruộng đối chứng (bón bằng phân hóa học và tưới nước mưa).

4. MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU ĐÁNG CHÚ Ý

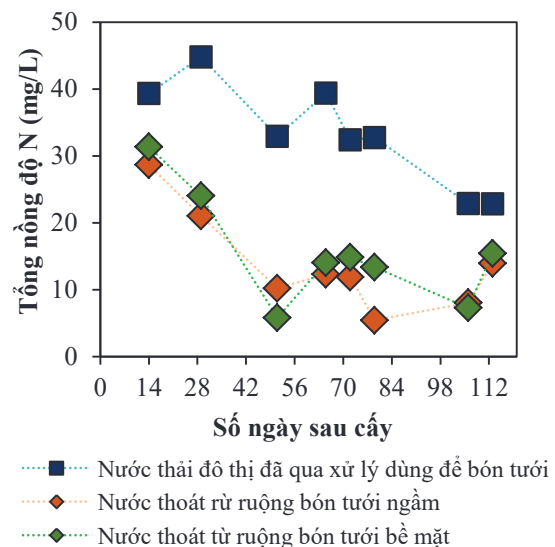
4.1. Áp dụng phương pháp bón tưới sử dụng nước thải đô thị đã qua xử lý trong canh tác lúa

Dự án nghiên cứu của chúng tôi đã phân tích và đánh giá hiệu quả của việc sử dụng nước thải đô thị đã qua xử lý để tưới cho cây lúa, thay vì sử dụng phân bón hóa học truyền thống. Qua quá trình nghiên cứu trong quy mô phòng thí nghiệm, chúng tôi đã phát hiện rằng nước thải đô thị đã qua xử lý có thể cung cấp đủ chất dinh dưỡng cần thiết cho sự phát triển của cây lúa, mà không cần phải sử dụng phân bón hóa học. Trong phương thức canh tác mới này, nước thải đã qua xử lý được đưa vào ruộng lúa bằng phương pháp tưới bề mặt hoặc tưới ngầm (Hình 3), và là nguồn duy nhất cung cấp cả nước tưới và dinh dưỡng thiết yếu cho cây lúa trong suốt quá trình sinh trưởng và phát triển [5, 6].

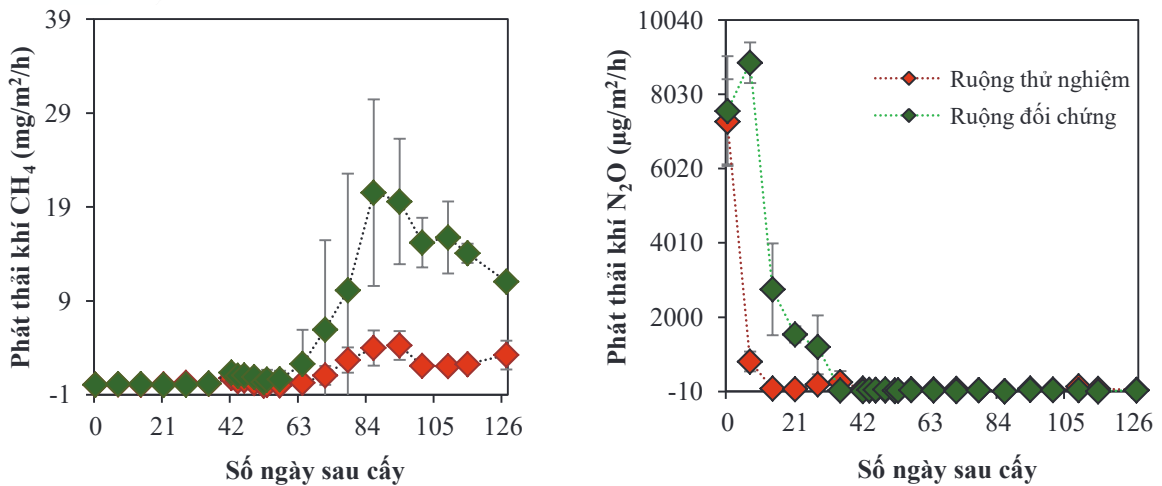
Gần đây, chúng tôi đã thực hiện thử nghiệm này trên một loạt các ruộng lúa thực tế có diện tích từ 300 đến 3000 m², và kết quả cho thấy năng suất cây lúa tương đương hoặc cao hơn so với phương pháp canh tác truyền thống sử dụng phân bón hoá học (Hình 4). Đặc biệt, lúa thu hoạch từ các ruộng thử nghiệm có giá trị gia tăng cao hơn lúa được trồng theo phương pháp truyền thống trên các ruộng đối chứng, bởi chúng có hàm lượng protein cao hơn đáng kể (Hình 4), do đó có tiềm năng sử dụng làm

thức ăn chăn nuôi giá trị cao [6].

Năng suất cao và chất lượng dinh dưỡng vượt trội của hạt gạo là kết quả của việc cây lúa và đất liên tục hấp thu các chất dinh dưỡng cây trồng có trong nước thải, bao gồm N và P. Phương pháp canh tác mới này là một



Hình 5. Tổng nồng độ N (mg/L) trong nước thải đô thị đã qua xử lý dùng để bón tưới và nước thoát ra từ các ruộng áp dụng phương pháp bón tưới ngầm và bón tưới bề mặt [6].



Hình 6. Phát thải khí CH₄ and N₂O từ ruộng ruộng thử nghiệm (bón tưới liên tục bằng nước thải đô thị đã qua xử lý) và ruộng đối chứng (bón bằng phân hóa học và tưới nước mương) trong một thí nghiệm mô hình phòng thí nghiệm [5]

cách hiệu quả để loại bỏ các chất dinh dưỡng cây trồng có trong nước thải đô thị đã qua xử lý [5]. Trong thực tế, chúng tôi đã quan sát thấy một sự giảm đáng kể lượng N trong nước thải tại các ruộng thử nghiệm đang áp dụng các phương thức bón tưới khác nhau (Hình 5).

Một khía cạnh đáng chú ý khác của phương pháp canh tác này là khả năng giảm phát thải khí nhà kính đáng kể (Hình 6). Kết quả từ thử nghiệm cho thấy phương pháp bón tưới sáng tạo này giảm lượng khí methane (CH₄) và nitrous oxide (N₂O) phát thải lần lượt lên tới 80% và 66% so với phương pháp canh tác truyền thống [5]. Điều này được cho là do ảnh hưởng của phương thức bón tưới liên tục bằng nước thải đô thị đã qua xử lý đến hệ vi sinh vật trong đất, đặc biệt đối với các nhóm vi sinh vật có tác động trực tiếp lên việc sản sinh các khí nhà kính [7].

4.2. Sử dụng gạo giàu protein trồng từ nước thải đã qua xử lý trong ngành chăn nuôi

Nghiên cứu gần đây đã chỉ ra khả năng dùng gạo giàu protein, được trồng từ nước thải đô thị đã qua xử lý, để thay thế ngô trong chế độ dinh dưỡng phổ thông (ngô + bánh đậu tương) dành cho gà đẻ. Chế độ ăn thử nghiệm (gạo giàu protein + bánh đậu tương) đã giúp cắt giảm lượng đậu tương tiêu thụ lên tới 30%, nhờ vào hàm lượng protein cao trong loại gạo mới này. Việc tiêu thụ đậu tương, một sản phẩm nhập khẩu thường có giá thành cao, có thể giảm đi đáng kể, mang lại lợi nhuận tăng trưởng cho người chăn nuôi. Đồng thời, khâu phân thử nghiệm này có thể duy trì sản lượng và chất lượng trứng gà ở mức tương đương so với khâu phân đối chứng [8].

Kết quả này cũng được ghi nhận trong thử nghiệm chăn nuôi heo, nơi mà chế độ thức ăn thử nghiệm đã giảm bớt lượng tiêu thụ đậu tương lên tới 56%, giảm đáng kể chi phí chăn nuôi và không ảnh hưởng đến năng suất thịt [9]. Điều đặc, chất lượng thịt heo được cải thiện rõ rệt khi dùng khâu phân thử nghiệm. Cụ thể, lượng thịt xẻ đã đạt được tỷ lệ tốt hơn (65.6%) so với chế độ ăn truyền thống

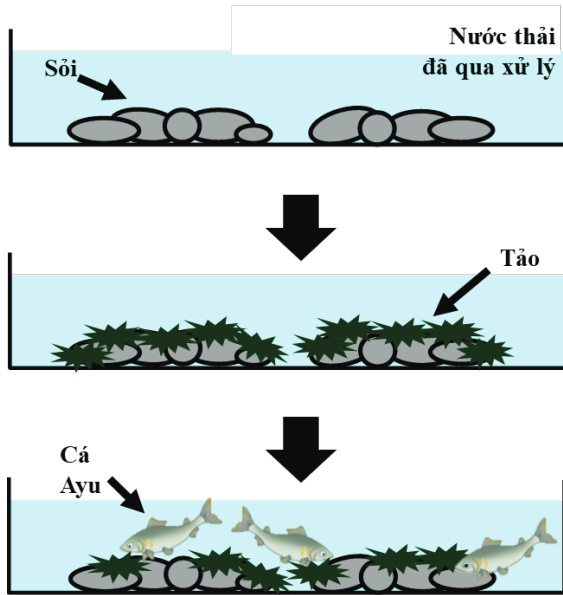
(63.8%), với chất lượng cao hơn (60% loại A và 40% loại B) so với chế độ ăn thông thường (20% loại A, 60% loại B và 20% loại C). Kết quả này không chỉ đồng nghĩa với việc nâng cao sản lượng và chất lượng thịt có thể bán ra, mà còn giúp tiết kiệm chi phí thức ăn, tạo ra lợi nhuận cao hơn, ước tính khoảng 9%, cho người chăn nuôi [9].

4.3. Nuôi cá Ayu sử dụng nước thải đã qua xử lý

Cá Ayu, có tên khoa học *Plecoglossus altivelis* hay còn được biết đến với tên gọi khác như cá hương hay “cá ngọt” (sweetfish), thường sống ở những vùng nước tinh khiết, trong lành, chủ yếu là ở các con sông, hồ và các vùng nước ven biển ở phía tây đảo Hokkaido. Đặc trưng bởi hương vị thịt độc đáo, mang vị ngọt dịu, cá Ayu chiếm vị trí cao cấp trên thị trường Nhật Bản, với giá thành khá cao.

Trong một thử nghiệm nuôi trồng loại cá quý này, đầu tiên, chúng tôi đặt nhiều hòn sỏi vào trong các bể chứa nước thải đô thị đã được xử lý. Sự giàu dinh dưỡng từ nước thải đô thị đã qua xử lý kích thích sự phát triển của tảo trên bề mặt các hòn sỏi, tạo ra môi trường sống lý tưởng cho cá Ayu. Khi lượng tảo đạt đến mức thích hợp, cá con Ayu sẽ được thả vào bể, sau đó chúng bắt đầu ăn tảo trên bề mặt sỏi và phát triển (Hình 7) [4].

Nhiều thí nghiệm đã được tiến hành để đánh giá kỹ lưỡng về tính an toàn và chất lượng của cá ở thời điểm thu hoạch. Kết quả ban đầu cho thấy, cá Ayu nuôi trong môi trường này đáp ứng đầy đủ các tiêu chuẩn an toàn thực phẩm theo quy định của Nhật Bản, mở ra triển vọng mới cho ngành nuôi trồng thủy sản bền vững và hiệu quả cao. Ngoài ra, nghiên cứu cũng đánh giá hiệu quả kinh tế của thử nghiệm này. Kết quả là, tổng lợi nhuận từ quá trình nuôi trồng cá Ayu theo phương pháp mới này có thể đạt đến 500,000 Yên (tương đương khoảng 82,000,000 Đồng) trên mỗi 50 m³ hồ nuôi, hứa hẹn mang lại lợi ích kinh tế đáng kể cho người nuôi trồng.



Hình 7. Mô hình nuôi trồng cá Ayu bằng nước thải đô thị đã qua xử lý tại thành phố Tsuruoka, Nhật Bản [4].

5. ĐÓNG GÓP CỦA MÔ HÌNH BISTRO GESUIDO CHO CÁC MỤC TIÊU PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG (SDGs)

Những sáng kiến từ mô hình BISTRO GESUIDO phù hợp với các nguyên tắc của nền kinh tế tuần hoàn, thúc đẩy việc tái sử dụng một cách hiệu quả và an toàn các nguồn tài nguyên từ nước thải đô thị, qua đó đóng góp vào việc đạt được đồng thời nhiều mục tiêu phát triển bền vững (SDGs) quan trọng, bao gồm nước sạch và vệ sinh (SDG 6), tiêu thụ và sản xuất có trách nhiệm (SDG 12), hành động về khí hậu (SDG 13), không còn nạn đói (SDG 2), xóa nghèo (SDG 1), và phát triển công nghiệp, sáng tạo và hạ tầng (SDG 9).

5.1. SDG 6: Nước sạch và vệ sinh

Dự án này góp phần trực tiếp vào SDG 6 thông qua việc tái sử dụng nước thải đô thị đã xử lý một cách sáng tạo cho các hoạt động sản xuất nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản, từ đó thúc đẩy việc quản lý bền vững nguồn tài nguyên nước. Bằng cách tạo ra một chu kỳ quay vòng, nơi nước thải đô thị được lọc sạch và sau đó được sử dụng để canh tác gạo giàu protein và nuôi dưỡng môi trường sống của cá Ayu, nó giúp giảm ô nhiễm nước và bảo tồn các nguồn nước tự nhiên. Mô hình này trình bày một phương pháp quản lý tài nguyên nước tích hợp, giảm lãng phí nguồn nước và thúc đẩy việc tái sử dụng an toàn nguồn tài nguyên nước thải.

5.2. SDG 12: Tiêu thụ và sản xuất có trách nhiệm

Bằng cách sử dụng hệ thống thoát nước như một trung tâm tái tạo nguồn tài nguyên, dự án này đóng góp vào việc tạo ra một nền kinh tế tuần hoàn, khuyến khích sản xuất có trách nhiệm trong nông nghiệp và thủy sản, giảm sự phụ thuộc vào phân bón tổng hợp và khuyến khích sử

dụng chất dinh dưỡng hữu cơ tìm thấy trong nước thải đã qua xử lý. Hơn nữa, bằng cách giảm sự phụ thuộc vào nhập khẩu và tạo ra hệ thống sản xuất và cung cấp thực phẩm chất lượng cao ngay tại địa phương, những mô hình này khuyến khích tiêu thụ có trách nhiệm, giảm thiểu lãng phí và góp phần tạo ra và củng cố các hệ thống thực phẩm bền vững.

5.3. SDG 13: Hành động về khí hậu

Dự án này đóng góp lớn vào việc đạt được các mục tiêu trong SDG 13 bằng cách trình bày một cách tiếp cận canh tác nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản sáng tạo và hiệu quả cao, có thể có lượng carbon thấp hơn, do giảm sản xuất và vận chuyển phân bón tổng hợp và thức ăn nhập khẩu. Phương pháp canh tác lúa bằng bón tưới với nước thải đô thị đã qua xử lý đóng góp trực tiếp vào việc giảm phát thải khí nhà kính từ ruộng lúa. Hơn nữa, bằng cách tạo ra các phương pháp quản lý đất và nước bền vững, nó giúp tăng cường khả năng chống chịu đối với các hiểm họa liên quan đến biến đổi khí hậu như khô hạn và sấm nhập mặn.

5.4. SDG 2: Không còn nạn đói

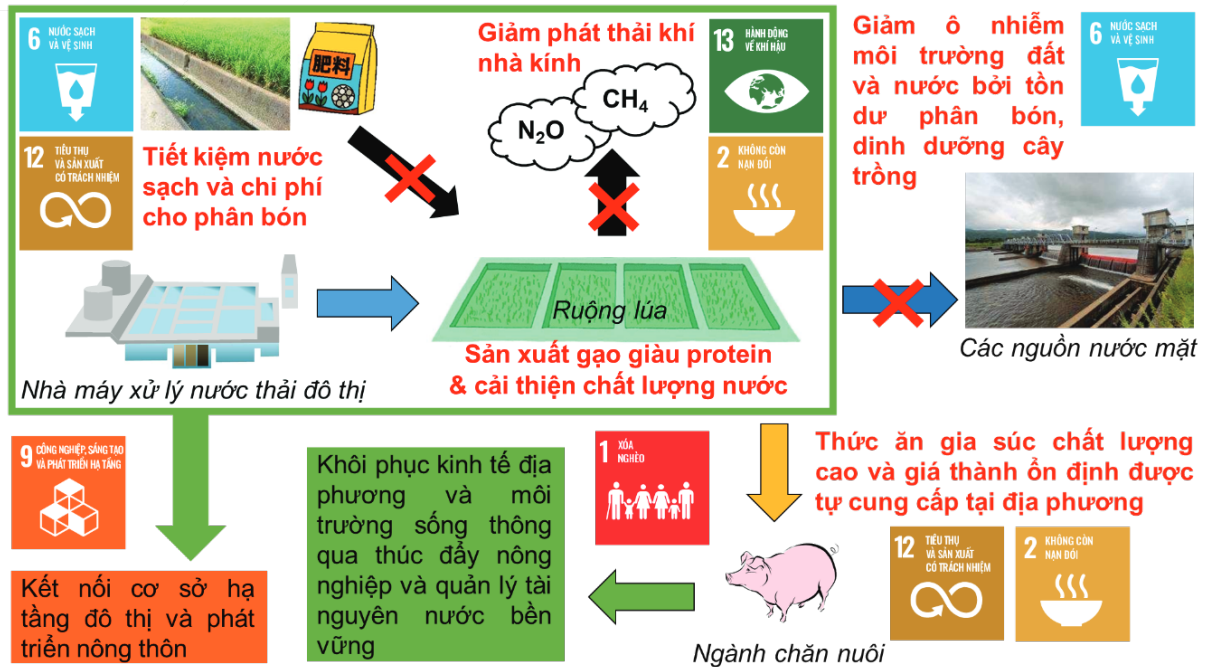
Những chiến lược trong dự án này góp phần vào SDG 2 bằng cách thúc đẩy các phương pháp canh tác nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản bền vững, nhằm tăng cường an ninh lương thực. Ví dụ, sáng kiến thay thế ngô nhập khẩu bằng gạo giàu protein và giảm lượng tiêu thụ đậu nành trong thức ăn gia súc và gia cầm không chỉ đảm bảo cung cấp đều các chất dinh dưỡng thiết yếu cho vật nuôi mà còn có khả năng tăng sản lượng và chất lượng các sản phẩm như thịt và trứng, từ đó giải quyết vấn đề đói kém và thúc đẩy các hệ thống sản xuất thực phẩm bền vững ngay tại địa phương.

5.5. SDG 1: Xóa nghèo

Thông qua việc đánh giá kinh tế của dự án, các kết quả đã tiết lộ rằng việc áp dụng những phương pháp bền vững này có thể tăng đáng kể khả năng sinh lời từ các hoạt động nuôi trồng và chăn nuôi, tăng lợi nhuận và nâng cao sinh kế cho người nông dân. Lợi ích về gia tăng kinh tế này đóng góp trực tiếp vào SDG 1 bằng cách cải thiện mức sống của người nông dân và thúc đẩy tăng trưởng kinh tế địa phương, từ đó làm giảm nguy cơ nghèo đói.

5.6. SDG 9: Công nghiệp, sáng tạo và phát triển hạ tầng

Cuối cùng, dự án này thể hiện sự đóng góp tích cực vào SDG 9 bằng cách trình bày các giải pháp công nghiệp sáng tạo và bền vững. Việc thực hiện công nghệ tiên tiến và các phương pháp sáng tạo trong xử lý nước thải và tái sử dụng các nguồn tài nguyên từ nhà máy sử dụng nước thải đô thị trong sản xuất nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản cho thấy một bước tiến lớn về cơ sở hạ tầng kiên cố, không chỉ tập trung ở khu vực đô thị mà còn cả các vùng nông thôn, thúc đẩy đổi mới và liên kết cơ sở hạ tầng giữa



Hình 8. Một số đóng góp của mô hình BISTRO GESUIDO cho các mục tiêu phát triển bền vững (SDGs).

hai vùng này, phát triển công-nông nghiệp toàn diện và thân thiện với môi trường.

6. TIỀM NĂNG ỨNG DỤNG MÔ HÌNH BISTRO GESUIDO TẠI VIỆT NAM

Trong bối cảnh khủng hoảng thiếu nước và ô nhiễm toàn cầu đang gia tăng, nhu cầu cải tiến quy trình thu gom, xử lý, và tái sử dụng nước thải đang trở thành vấn đề cấp thiết hơn bao giờ hết. Việt Nam đang trải qua quá trình đô thị hóa và công nghiệp hóa nhanh chóng, đứng trước yêu cầu cấp bách về việc phát triển, xây mới và cải tiến cơ sở hạ tầng hiện có của các hệ thống xử lý nước thải trên toàn quốc. Các hệ thống thoát nước hiện nay tại Việt Nam chưa hiệu quả trong việc thu gom, xử lý, và tái sử dụng tài nguyên từ nước thải, dẫn đến nguy cơ cạn kiệt nhanh chóng nguồn nước ngọt quý giá và đẩy mạnh quá trình ô nhiễm môi trường đất và nước, gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến sức khỏe cộng đồng. Thêm vào đó, ngành nông nghiệp hiện nay đang phụ thuộc vào phân bón tổng hợp, điều này không chỉ ảnh hưởng đến tính màu mỡ lâu dài của đất canh tác, mà còn gây ra nhiều rủi ro môi trường, bao gồm ô nhiễm nước và sự gia tăng phát thải khí nhà kính.

Tuy nhiên, Việt Nam có thể rút kinh nghiệm quý giá từ Nhật Bản, nơi đã và đang trải qua giai đoạn già hóa dân số ở khu vực nông thôn và sự suy giảm chức năng của hệ thống thoát nước sau nhiều năm hoạt động. Những nhu cầu cấp bách về việc tái tạo, phục hồi, và duy trì sự ổn định của các hệ thống này mang lại bài học quý giá cho Việt Nam trong bối cảnh hiện nay. Nắm bắt và tận dụng những sáng kiến từ dự án BISTRO GESUIDO ngay trong giai đoạn phát triển cơ sở hạ tầng hiện nay ở Việt Nam có thể mang đến một sự thay đổi đột phá, mở ra tiềm năng lớn trong việc quản lý tài nguyên nước và bảo

vệ môi trường một cách hiệu quả và bền vững. Việc này không chỉ khuyến khích sự bền vững trong nông nghiệp, mà còn góp phần chuyển đổi xã hội theo một mô hình kinh tế tuần hoàn. Khi thúc đẩy ứng dụng dự án này, Việt Nam không chỉ giải quyết được những vấn đề môi trường hiện hữu mà còn đóng góp vào sự phồn thịnh dài hạn của cộng đồng nông nghiệp và nông thôn, làm gia tăng tác động tích cực trong việc xây dựng và phát triển nông thôn mới trên phạm vi toàn quốc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] S. Endo and S. Koga. (2021). "Johkasou – Wastewater Management in a Local Municipality in Japan." ADBI Development Case Study No. 2021-4 (October), Asian Development Bank Institute. (Online airticle). <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/743241/adbi-cs2021-04.pdf>. p.9 (accessed September 18, 2023).
- [2] BISTRO (Bistro Gesuido). Japan Sewage Works Association (JSWA). <https://www.jswa.jp/recycle/bistro/> (accessed September 18, 2023).
- [3] BISTRO Recipe Ver. 2.0. Japan Sewage Works Association (JSWA). https://www.jswa.jp/wp2/wp-content/uploads/pdf/bistro_recipe_002.pdf (accessed September 18, 2023).
- [4] T. Watanabe. (2021). "Tiền đề của việc sử dụng tài nguyên hệ thống cống nước thải cho nông nghiệp – Chương trình hệ thống cống nước thải mô hình BISTRO kết hợp ở thành phố Tsuruoka, tỉnh Yamagata." Vietnam-Japan Seminar on Tackling Climate Change in Drainage and Sewerage Sector, Online, December 14, 2021.
- [5] L.D. Phung, D.V. Pham, Y. Sasaki, et al. (2010). "Continuous sub-irrigation with treated municipal wastewater for protein-rich rice production with reduced emissions of CH4 and N2O." Scientific Reports 10, 5485. (Online airticle). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62247-w>
- [6] L.D. Tran, L.D. Phung, D.V. Pham, et al. (2019). "High



yield and nutritional quality of rice for animal feed achieved by continuous irrigation with treated municipal wastewater.” *Paddy and Water Environment* 17, p. 507-513. <https://doi.org/10.1007/s10333-019-00746-x>

- [7] L.D. Phung, M. Miyazawa, D.V. Pham, et al. (2021). “Methane mitigation is associated with reduced abundance of methanogenic and methanotrophic communities in paddy soils continuously sub-irrigated with treated wastewater.” *Scientific Reports* 11, 7426. (Online article). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86925-5>
- [8] K. Horiguchi, T. Watanabe, H. Matsuyama, et al. (2020). “Experiment on layer feeds comprising of protein-rich rice cultivated by treated municipal wastewater.” *Journal of Japan Society of Civil Engineers Ser G (Environmental Research)*, 76 (3). p. 28-35. https://doi.org/10.2208/jscej.76.3_28
- [9] H. Matsuyama, S. Urakawa, D. Sutani, et al. (2021). “Pig farming using protein-rich forage rice cultivated with treated municipal wastewater and its economic evaluation.” *Journal of Japan Society of Civil Engineers Ser G (Environmental Research)*, 77 (7). p. III_169-III_178. https://doi.org/10.2208/jscej.77.7_III_169