

ĐÁNH GIÁ SỰ SINH TRƯỞNG VÀ PHÁT TRIỂN CỦA XÀ LÁCH, CẢI NGỌT VÀ CÀ CHUA THỦY CANH TRÊN GIÁ THỂ PHÂN BÓN LỤC BÌNH HỮU CƠ

Trần Thị Anh Thoa*

Trường Đại học Công Thương Thành phố Hồ Chí Minh

*Email: thoatta@huit.edu.vn

Ngày nhận bài: 14/3/2024; Ngày nhận bài sửa: 12/9/2024; Ngày chấp nhận đăng: 30/9/2024

TÓM TẮT

Thủy canh là phương pháp trồng cây theo công nghệ mới không dùng đất và sử dụng dinh dưỡng hòa tan trong nước. Phương pháp này cho năng suất cao và đảm bảo an toàn thực phẩm, hướng tới một nền nông nghiệp bền vững. Bên cạnh đó, lục bình là loài thủy sinh xâm lấn mạnh gây ra nhiều ảnh hưởng đến kinh tế, xã hội và môi trường. Ủ phân hữu cơ lục bình được xác định là một trong những phương pháp dễ thực hiện và thân thiện với môi trường nhằm mục đích chuyển chất dinh dưỡng cho chu kỳ phát triển của cây trồng. Nghiên cứu này đã kết hợp phương pháp trồng thủy canh một số loài thực vật, bao gồm xà lách *Lactuca sativa*, cải ngọt *Brassica integrifolia* và cà chua *Solanum lycopersicum* trên giá thể hữu cơ lục bình *Eichhornia crassipes* kết hợp với xơ dừa tại các tỷ lệ phối trộn khác nhau. Kết quả nghiên cứu cho thấy giá thể lục bình phối trộn với xơ dừa có tác dụng thúc đẩy sự sinh trưởng và năng suất của cây xà lách, cải ngọt và cà chua thủy canh. Cụ thể, tỷ lệ phối trộn để tạo giá thể giữa lục bình và xơ dừa theo tỷ lệ 50:50 là phù hợp nhất để trồng xà lách, cải ngọt trên hệ thống thủy canh hồi lưu với khối lượng và chiều dài rễ tăng. Trong khi đó, tỷ lệ phối trộn giữa lục bình và xơ dừa ở tỷ lệ 75:25 là phù hợp nhất để trồng cà chua với tỷ lệ nảy mầm, số lượng hoa, tỷ lệ đậu quả tăng và rút ngắn thời gian ra hoa, từ đó làm tăng năng suất cà chua. Bên cạnh đó, hàm lượng nitrat xác định được trong tất cả các mẫu thu được đều đạt tiêu chuẩn an toàn thực phẩm rau quả tươi [QCVN 01-132:2013/BNNPTNT]. Đặc biệt, hàm lượng một số kim loại nặng, bao gồm chì, thủy ngân, asen và cadimi đều không được phát hiện trong các mẫu rau, quả. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra việc tận dụng lục bình kết hợp với xơ dừa làm giá thể trồng thủy canh một số loài rau, quả đã giúp giải quyết được vấn đề chất thải lục bình phát sinh với khối lượng lớn, xử lý tồn kém để tạo ra một loại giá thể phù hợp, thân thiện môi trường cho việc phát triển nông nghiệp thủy canh bền vững và tính khả thi cao trong ứng dụng trên quy mô lớn.

Từ khóa: Cà chua, cải ngọt, phân bón lục bình, thủy canh, xà lách.

1. MỞ ĐẦU

Thủy canh là một công nghệ trồng trọt không dùng đất, trong đó thực vật được nuôi lớn trong hệ thống dinh dưỡng tiết kiệm nước và không sử dụng thuốc trừ sâu. Hệ thống dinh dưỡng ở dạng hòa tan trong nước cung cấp cho rễ cây trong điều kiện pH và EC thích hợp. Hiện nay, phương pháp thủy canh đã trở thành lựa chọn ưu việt nhờ khả năng chủ động kiểm soát dinh dưỡng và ánh sáng, giảm thiểu sự ảnh hưởng từ thời tiết bên ngoài. Trong bối cảnh tốc độ đô thị hóa và công nghiệp hóa tăng nhanh khiến diện tích đất canh tác cùng tài nguyên nước ngọt bị suy giảm nghiêm trọng, việc canh tác nông nghiệp truyền thống gặp nhiều thách thức. Mô hình thủy canh ngày càng được ứng dụng rộng rãi trong sản xuất thương phẩm trên phạm vi toàn cầu cũng nhờ khả năng giải quyết được bài toán thiếu hụt đất màu mỡ và nguồn nước [1]. Các quốc gia phát triển như Hà Lan, Úc, Pháp, Anh, Israel, Canada và Hoa Kỳ nằm trong số các nước đi đầu về đổi mới trong trồng trọt thủy canh [2]. Một số ưu điểm của công nghệ này bao gồm thời gian sinh trưởng của cây trồng ngắn hơn so với cây trồng truyền thống trên đất, sản lượng quanh năm, ít bệnh tật và côn trùng tấn công và loại bỏ được một số quy trình sử dụng nhiều lao động như làm cỏ, phun thuốc và tưới nước. Kỹ thuật thủy canh hồi lưu (NFT- Nutrient film technique) đã được ứng dụng thành công trên quy mô lớn để trồng rau ăn lá như xà lách, cải và các loại quả như cà chua trên toàn thế giới với lượng nước tiết kiệm từ 70 đến 90% [3]. Do sở hữu nhiều ưu điểm vượt trội

so với công nghệ trồng trọt truyền thống, nên công nghệ thủy canh thương mại cần phải được chú trọng và triển khai thành công dựa trên việc tìm kiếm các vật liệu đơn giản, chi phí thấp và ít nhân lực.

Cải, xà lách, cà chua là những loại thực vật được sử dụng làm thực phẩm phổ biến cả trên thế giới và Việt Nam. Đây là những loại rau phổ biến nhất được xem là “thực phẩm tốt cho sức khỏe” với hàm lượng các chất dinh dưỡng, vitamin và khoáng chất có lợi cao. Đây cũng là loại cây trồng có thời gian trồng ngắn, quanh năm và chi phí trồng trọt không quá cao [4]. Cùng với các ưu điểm của thủy canh, các loại cây này phát triển rất tốt trong hệ thống thủy canh nhà lưới với các chế độ dinh dưỡng, pH, nhiệt độ, mực nước, ánh sáng và độ ẩm được theo dõi hàng ngày nhằm thiết lập ra một hệ thống trồng cây hoàn toàn không phụ thuộc vào môi trường bên ngoài. Dẫn tới kết quả là tăng năng suất và chất lượng sản phẩm [5].

Có nhiều yếu tố ảnh hưởng đến năng suất của phương pháp thủy canh trong đó có thể kể đến là dung dịch dinh dưỡng và giá thể. Mức độ sinh trưởng và chất lượng sản phẩm trong hệ thống thủy canh phụ thuộc rất lớn vào việc thiết lập dung dịch dinh dưỡng phù hợp. Tuy nhiên, giá cả dung dịch dinh dưỡng ngày càng tăng. Vì thế, các nghiên cứu gần đây đã đưa ra các giải pháp tận dụng những nguồn nguyên liệu rẻ, dồi dào để sử dụng như là các nguồn dinh dưỡng và giá thể trong công nghệ thủy canh. Chẳng hạn, Pangaribuan (2022) sử dụng rong biển trong hệ thống trồng rau cải thủy canh [6]. Bên cạnh đó, sử dụng nhiều loại giá thể khác nhau để tăng khả năng sinh trưởng của cây cải thủy canh cũng được nghiên cứu bởi Away, 2022 [7], hay nghiên cứu dùng bã thải thực vật kết hợp với nước vo gạo làm giá thể cung cấp thêm dinh dưỡng trong nuôi trồng thủy canh cây cải [8]. Ngoài ra, chất bã nuôi trồng thủy sản cũng được sử dụng để làm dung dịch hữu cơ bổ sung để sản xuất xà lách thủy canh [9]. Đặc biệt, gần đây các giá thể được sử dụng trong thủy canh kết hợp với phân bón hữu cơ tan chậm trong dung dịch nuôi trồng dinh dưỡng cũng là một trong những giải pháp được ưu tiên nghiên cứu hiện nay.

Mặt khác, sự phát triển dày đặc của lục bình đã gây ra những vấn đề kinh tế, xã hội và môi trường nghiêm trọng cho nhiều nước trên thế giới cũng như ở Việt Nam, đặc biệt là các cộng đồng dân cư sinh sống ven sông. Cấu trúc sinh học của lục bình chứa phần lớn là nước (chiếm 92,6%), phần còn lại bao gồm 2,9% protein, 2,2% chất xơ và 0,9% đường. Lượng tro chiếm 1,4% tổng trọng lượng cây, trong đó ghi nhận tỷ lệ cao của canxi (40,8%) và vitamin C (20%), bên cạnh các vi chất như carotenoid (0,86%), photpho (0,8%) cùng nhiều nguyên tố vô cơ khác (như SiO_2 , Mg, K, Na, Cl, Cu, Mn, Fe) [10]. Với việc sở hữu các thành phần này, lục bình cho thấy có thể sử dụng làm phân bón. Cho tới nay, đã có nhiều nước trên thế giới sử dụng lục bình để ủ phân vi sinh. Để nâng cao hiệu quả ủ và chất lượng phân, lục bình thường được phối trộn với các nguyên liệu khác như phân gia súc và chất thải nhà bếp. Bên cạnh đó, việc ứng dụng lục bình làm giá thể canh tác bắt nguồn từ độ dẻo dai, tính kháng hóa chất nhẹ và cấu trúc xơ bền vững, khó bị phân rã. Đồng thời, hàm lượng giàu vi chất, khoáng đa lượng, vi lượng cùng các axit amin thiết yếu trong lục bình còn giúp bổ sung nguồn dinh dưỡng tự nhiên cho cây [11]. Mặt khác, cần nói đến hiện nay, xơ dừa là dòng giá thể được ưu tiên ứng dụng rộng rãi trong kỹ thuật thủy canh cũng như sản xuất nông nghiệp nhờ sở hữu đặc tính vật lý vượt trội. Vật liệu này tạo ra sự cân bằng tối ưu giữa năng lực giữ ẩm, độ thoát nước linh hoạt và tính thoáng khí. Nhờ đó, bộ rễ cây có không gian phát triển thông thoáng và dễ dàng tiếp xúc với oxy. Vì những lý do trên, nghiên cứu này đã tiến hành đánh giá ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn giữa xơ dừa và lục bình để tạo giá thể hữu cơ lục bình *Eichhornia crassipes* trồng xà lách *Lactuca sativa*, cải ngọt *Brassica integrifolia* và cà chua *Solanum lycopersicum* thủy canh.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Hạt giống xà lách lolo *Lactuca sativa*, hạt giống rau cải ngọt *Brassica integrifolia*, hạt giống cây cà chua *Solanum lycopersicum* được cung cấp bởi Công ty Hạt giống Rạng Đông Việt Nam. Lục bình tươi được lấy từ kênh nước đen, quận Tân Phú, Tp. HCM. Mẫu lục bình gồm toàn bộ cây trưởng thành, mỗi đơn vị cây có 10-15 lá. Mụn dừa nguyên chất đã qua xử lý (chỉ số EC < 0,5%, tỷ lệ xơ < 5%, độ ẩm 50-70%, pH 6-7) được cung cấp bởi Công ty TNHH-SX-TM-DV Đặng Gia Trang. Dung dịch dinh dưỡng Howard Resh với thành phần gồm N (NO_3^-) 1433.5, K_2O 2100, P_2O_5 500, Mg 450, Ca 2051, S 769, Fe 4, Zn 0.1, B 0.5, Cu 0.1, Mo 0.05, Cl 133.1, Mn 0.5, N (NH_4^+) 15 (đơn vị ppm).

Thực nghiệm được tiến hành theo hai phương thức: thủy canh hồi lưu và bán thủy canh, đặt trong không gian nhà màng loại nhựa PE dẻo. Hệ thống làm mát bằng phun sương được thiết lập tự động với chu kỳ 5 phút mỗi giờ.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Quy trình xử lý bèo lục bình tươi thành giá thể trồng cây

Bèo tươi được rửa sạch và băm nát thành mảnh có kích thước 2×2 cm, sau đó phơi khô dưới ánh nắng mặt trời đến độ ẩm 14%. Ủ phối trộn phân vi sinh EM1 theo tỷ lệ 1 kg lục bình khô: 5 mL EM1 trong 3 tháng. Phối trộn với xơ dừa theo tỷ lệ khác nhau gồm lục bình và xơ dừa lần lượt là 0%: 100%, 50%:50%, 75%:25%, 100%: 0%.

Thông số giá thể cần đạt được: Kích thước giá thể lục bình và xơ dừa ở dạng sợi mịn có chiều dài 0,5-1 cm. Độ ẩm < 50%, EC < 0,5, pH 6-7. Các bước kiểm tra thông số giá thể là đo chỉ số pH và EC, độ ẩm. Phương pháp đo: 0,1 kg mẫu giá thể, hòa tan trong 500 mL nước. Chờ khoảng 30 phút cho lắng, rồi chất lấy phân nước bên trên đo pH và EC. Độ ẩm được xác định bằng phương pháp sấy đo khối lượng.

2.2.2. Thiết kế thí nghiệm

2.2.2.1. Khảo sát sự ảnh hưởng của giá thể lục bình phối trộn xơ dừa đến tỷ lệ nảy mầm và năng suất rau xà lách *Lactuca sativa* và rau cải ngọt *Brassica integrifolia*

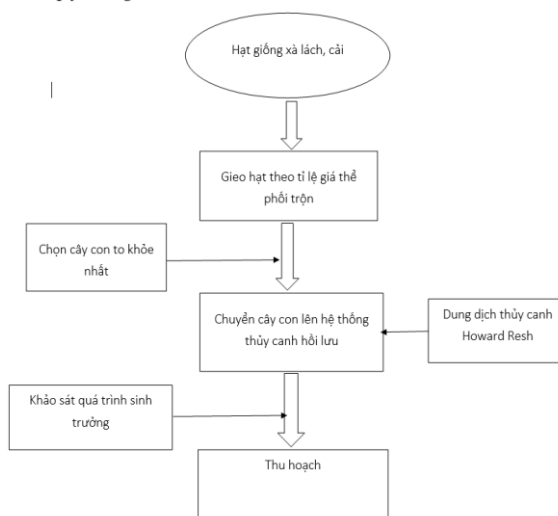
Thí nghiệm được thiết kế với việc phối trộn xơ dừa và bèo lục bình, trong đó thành phần lục bình lần lượt là 0%, 50%, 75% và 100%, nhằm xác định tỷ lệ phối trộn phù hợp nhất để tạo giá thể trồng xà lách và cải ngọt thủy canh. Thí nghiệm gồm 4 nghiệm thức, mỗi nghiệm thức gồm 30 cây. Chỉ tiêu theo dõi là tỷ lệ nảy mầm và năng suất.

Quy trình nghiên cứu

Bước 1 - Chuẩn bị giá thể trồng cây, phối trộn xơ dừa và lục bình theo tỷ lệ lần lượt (100%: 0%), (50%:50%), (25%:75%) và (0%:100%) và sau đó cho hỗn hợp phối trộn vào túi đựng có đường kính 4 cm, chiều cao 4,5 cm. Bước 2 - Gieo 5 hạt giống đã ngâm nước ấm 40 °C trong 30 phút vào mỗi viên nén giá thể đã chuẩn bị trước đó. Bước 3 - Chuẩn bị môi trường thủy canh Howard Resh, hòa tan dinh dưỡng với nước, đo nồng độ dinh dưỡng TDS (tổng chất rắn hòa tan) và pH phù hợp với cây trồng với TDS = 500-700 ppm, pH 5,5-6,5. Chuyển các cây xà lách non, cây cải non cao 2-5 cm vào hệ thống thủy canh hồi lưu và chăm sóc, theo dõi sự sinh trưởng. Bước 4 - Thu hoạch và ghi nhận số liệu nghiên cứu theo các chỉ tiêu về trọng lượng tươi, chiều dài rễ, hàm lượng nitrat.



Quy trình nghiên cứu



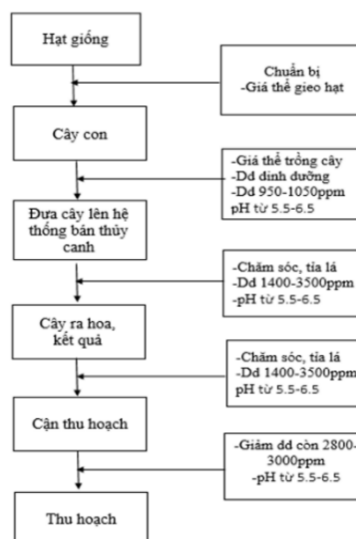
Hình 1. Hệ thống thủy canh hồi lưu và quy trình sử dụng để khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn tạo giá thể đến tỷ lệ nảy mầm và năng suất rau xà lách và cải ngọt

2.2.2.2. Khảo sát sự ảnh hưởng của giá thể lục bình phối trộn xơ dừa đến tỷ lệ nảy mầm và năng suất cà chua

Xử lý giá thể phối trộn xơ dừa và bèo lục bình vào các viên nén theo thành phần lục bình 0%, 50%, 75% và 100%. Gieo hạt cà chua vào viên nén giá thể đã xử lý, tưới và giữ ẩm liên tục giúp hạt dễ nảy mầm, thí nghiệm gồm 4 nghiệm thức, mỗi nghiệm thức sử dụng 30 cây gồm 15 viên nén, mỗi viên nén gieo 2 hạt.

Quy trình nghiên cứu:

Bước 1 - Chuẩn bị giá thể trồng cây, phối trộn xơ dừa và lục bình theo tỷ lệ lần lượt (100%: 0%), (50%:50%), (25%:75%) và (0%:100%) và sau đó cho hỗn hợp phối trộn vào túi đựng có đường kính 4 cm, chiều cao 4,5 cm. Bước 2 - Gieo 2 hạt đã ngâm nước ấm 40 °C trong 30 phút vào mỗi viên nén giá thể đã chuẩn bị trước đó. Bước 3 - Chuẩn bị môi trường thủy canh, hòa tan dinh dưỡng với nước, đo nồng độ dinh dưỡng TDS (tổng chất rắn hòa tan) và pH phù hợp với cây trồng với TDS = 950-1050 ppm, pH 5,5-6,5. Chuyển các cây cà chua cao 5-10 cm vào hệ thống bán thủy canh. Bước 4 - Giai đoạn cây trưởng thành khoảng 25-80 ngày tuổi, tăng tổng chất rắn hòa tan (TDS) của dung dịch thủy canh từ 1400 đến 3500 ppm, chăm sóc tia lá, xới gốc, theo dõi cây ra hoa, đậu trái. Bước 5 - Giai đoạn trước thu hoạch, từ khoảng 80 ngày tuổi trở đi, giảm tổng chất rắn hòa tan (TDS) của dung dịch thủy canh từ 2800 đến 3000 ppm và chăm sóc, theo dõi sự sinh trưởng của quả. Bước 6 - Thu hoạch và ghi nhận số liệu nghiên cứu theo các chỉ tiêu thời gian ra hoa, số lượng quả, trọng lượng quả, chiều cao cây, hàm lượng nitrat.



Hình 2. Hệ thống bán thủy canh và quy trình sử dụng khảo sát sự ảnh hưởng của giá thể đến tỷ lệ nảy mầm và năng suất cà chua

Chỉ tiêu theo dõi gồm tỷ lệ nảy mầm, thời gian ra hoa, thời gian đậu quả, khối lượng rau hay quả, hàm lượng nitrat (sử dụng phương pháp theo tiêu chuẩn quốc gia [TCVN 8160-7:2010 (EN 12014-7:1998)], thực phẩm - xác định hàm lượng nitrat trong rau và sản phẩm rau bằng phương pháp phân tích dòng liên tục sau khi khử bằng cadimi). Chì, cadimi (sử dụng phương pháp xác định hàm lượng chì, cadimi trong thực phẩm bằng đo phổ hấp thụ nguyên tử dùng lò graphit (GFAAS) sau khi tro hóa khô, giới hạn phát hiện 3×10^{-2} mg/kg [ref: AOAC 999,11]), thủy ngân (sử dụng phương pháp [ref: AOAC 974,14]), sau khi mẫu thử được xử lý phân hủy, thủy ngân được chuyển sang pha khí dưới dạng hơi nhờ kỹ thuật hóa hơi lạnh. Tiếp đó, hàm lượng nguyên tố này được định lượng dựa vào phổ hấp thụ nguyên tử không ngọn lửa và tính toán cụ thể thông qua phương pháp dựng đường chuẩn, giới hạn phát hiện là $1,5 \times 10^{-2}$ mg/kg), asen (tiêu chuẩn quốc gia TCVN 8427:2010 (EN 14546:2005) về thực phẩm - xác định nguyên tố vết - xác định asen tổng số bằng phương pháp đo phổ hấp thụ nguyên tử giải phóng hydrua (HGAAS) sau khi tro hóa, giới hạn phát hiện là 1×10^{-2} mg/kg).

Sử dụng phần mềm Hydrobuddy V16.2 để pha dinh dưỡng thủy canh. Tất cả các nghiệm thức được lặp lại 3 lần, mỗi lần 10 cây, phần mềm Statgraphics Centurion XV được sử dụng để xử lý dữ liệu thực nghiệm. Các sai biệt được đánh giá là có ý nghĩa thống kê ở ngưỡng tin cậy $p \leq 0,05$.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của giá thể lục bình phối trộn xơ dừa đến tỷ lệ nảy mầm và năng suất rau xà lách *Lactuca sativa*

Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, sau 45 ngày trồng xà lách lolo trên hệ thống thủy canh hồi lưu với 4 loại giá thể khác nhau A1 (0% lục bình), A2 (50% lục bình), A3 (75% lục bình), A4 (100% lục bình), tỷ lệ nảy mầm của các loài đều trên 80% và không có sự khác biệt thống kê giữa các nghiệm thức (Bảng 1). Chiều dài rễ của nghiệm thức A2, A3 dài hơn nghiệm thức A1, A4. Các chỉ tiêu về trọng lượng tươi, tỷ lệ chất khô và nồng độ nitrat ghi nhận được đều đáp ứng tốt các ngưỡng quy định cho phép. Trọng lượng tươi của A2 cũng cao nhất đạt trung bình 56,33 g/cây, tương đương với nghiệm thức A1 trong khi đó A3 và A4 thấp hơn lần lượt là 43,33 g và 44 g. Hàm lượng khô trong A1 cao nhất đạt 7,35%, và hàm lượng nitrat trong A1 cũng cao nhất với 1250,25 mg/kg thể hiện ở Bảng 1 và Hình 3. Các chỉ tiêu về hàm lượng chì, thủy ngân, cadimi và asen đều không phát hiện trong các mẫu thử.

*Bảng 1. Ảnh hưởng giá thể lục bình phối trộn xơ dừa đến sự sinh trưởng của xà lách lolo *Lactuca sativa**

Tỷ lệ giá thể lục bình	Tỷ lệ nảy mầm (%)	Chiều dài rễ (cm)	Trọng lượng tươi (g/cây)	Hàm lượng khô (%)	Hàm lượng nitrat (mg/kg)
A1 (0%)	90 ^a ± 1,00	13,93 ^a ± 2,42	53,33 ^b ± 9,59	7,45	1250,25
A2 (50%)	82 ^a ± 2,00	15,20 ^{ab} ± 3,70	56,33 ^b ± 19,74	6,37	1025,06
A3 (75%)	90 ^a ± 1,00	16,57 ^b ± 3,75	43,33 ^a ± 10,28	6,05	1050,95
A4 (100%)	88 ^a ± 1,00	13,83 ^a ± 2,48	44,00 ^a ± 14,76	6,02	1125,75

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau (a, b, c,...) trong cùng một cột chỉ sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $p \leq 0,05$ theo phép thử Duncan.

Trong canh tác thủy canh, trọng lượng tươi và hàm lượng khô quyết định năng suất của cây, sự gia tăng của hai chỉ số này đồng nghĩa với việc nâng cao hiệu quả kinh tế. Vì thế, việc lựa chọn giá thể phù hợp cũng là một yếu tố quyết định để tăng trọng lượng tươi và hàm lượng khô của cây xà lách. Trong nghiên cứu này, kết quả đạt được ở nghiệm thức A1 với việc sử dụng giá thể xơ dừa, đây là nghiệm thức được xem như là đối chứng, đã đạt được kết quả với hàm lượng khô, hàm lượng nitrat và trọng lượng tươi của xà lách là cao nhất so với các nghiệm thức còn lại, lần lượt là 7,45%, 1250,25 mg/kg và 53,33 g/cây. Mặc dù hàm lượng nitrat trong nghiệm thức đối chứng cao, nhưng vẫn nằm trong ngưỡng cho phép an toàn hàm lượng nitrat đối với xà lách là 1500 mg/kg [Quyết định 99/2008/QĐ-BNN]. Nếu lấy đối chứng xơ dừa là giá thể làm chuẩn thì nghiệm thức A2 với tỷ lệ bổ sung 50% giá thể lục bình cũng có kết quả tốt như tại nghiệm thức đối chứng, A2 cho kết quả chiều dài rễ lớn nhất, trọng lượng tươi cũng cao có ý nghĩa thống kê tương đương A1, trong khi đó hàm lượng khô thấp hơn làm cho đánh giá cảm quan xà lách ở nghiệm thức A2 giòn ngọt hơn so với A1.

Bên cạnh đó, tỷ lệ phối trộn tạo giá thể cũng có ảnh hưởng đến chiều dài rễ và khối lượng tươi của rau xà lách trên mô hình thủy canh hồi lưu. Cụ thể, chiều dài rễ ở nghiệm thức A3 vượt trội hơn so với 3 nghiệm thức còn lại, nghiệm thức A2 chiều dài rễ cũng dài hơn so với tại nghiệm thức A1 và A4. Chiều dài rễ rất quan trọng trong quá trình sinh trưởng cũng như sau thu hoạch bởi vì nghiên cứu trước đây đã chứng minh rằng thu hoạch còn rễ có thể giúp giữ lại độ tươi của xà lách thủy canh. Thêm vào đó, độ dài gốc khác nhau có thể có những hiệu ứng khác nhau cho độ tươi, không mất nước, và những thay đổi về tốc độ giảm cân nặng, màu sắc và hàm lượng chất diệp lục của rau xà lách thủy canh sau thu hoạch [12]. Như vậy, chỉ tiêu chiều dài rễ cũng cần được đánh giá để tìm ra tỷ lệ phối trộn cho giá thể nào phù hợp. Trong nghiên cứu này, giá thể lục bình có ảnh hưởng tốt đến khả năng tăng chiều dài của rễ, điều này cho thấy có thể sử dụng giá thể lục bình để trồng thủy canh cây xà lách.

Lục bình thân xốp có khả năng giữ ẩm tốt, khi kết hợp với chế phẩm sinh học EM1 làm bèo phân hủy nhờ các vi sinh vật có khả năng tổng hợp chất hữu cơ, tăng kháng thể ức chế sự phát triển của vi sinh vật gây bệnh, giúp cây nảy mầm khỏe và ít bị sâu bệnh [13]. Xơ dừa có khả năng chống nấm tự nhiên, giúp giữ nước. Sự kết hợp với xơ dừa cũng giúp cân bằng các chất dinh dưỡng trong giá thể. Lục bình có chứa các nguyên tố có lợi như nitơ, phospho, canxi. Trong khi đó, xơ dừa rất giàu carbon, giúp cân bằng các vật liệu giàu nitơ. Như vậy, kết quả của nghiên cứu đã chỉ ra, khi kết hợp giữa xơ dừa và bèo với tỷ lệ xơ dừa: lục bình là 50%:50% để tạo giá thể hữu cơ sẽ giúp cây phát triển tốt vì xơ dừa giúp cân bằng hàm lượng nitơ có trong lục bình, giúp cây không bị thừa nitơ bởi vì cây thừa nitơ sẽ yếu ớt và dễ đổ đồng thời còn tích lũy dư lượng nitrat trong cây.

Kết quả khảo sát trọng lượng tươi của cây cho thấy, ở nghiệm thức A2 trọng lượng tươi của cây cho kết quả tốt hơn các nghiệm thức A1, A3 và A4. Như vậy, dựa trên kết quả phân tích, nghiệm thức

A2 là tối ưu nhất về chiều dài rễ và khối lượng tươi. Từ các kết quả nghiên cứu về ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn giữa xơ dừa và lục bình để tạo giá thể hữu cơ trồng cây thủy canh, có thể kết luận rằng dùng giá thể phối trộn tại tỷ lệ 50% lục bình và 50% xơ dừa để thay thế cho giá thể 100% xơ dừa đang dùng phổ biến hiện nay tại Việt Nam là hiệu quả nhất trong việc trồng thủy canh rau xà lách *Lactuca sativa* trong nghiên cứu này.



Hình 3. Xà lách *Lactuca sativa* trồng trên giá thể lục bình sau 45 ngày. A1 (0% lục bình), A2 (50% lục bình), A3 (75% lục bình), A4 (100% lục bình)

3.2. Ảnh hưởng của giá thể lục bình phối trộn xơ dừa đến tỷ lệ nảy mầm và năng suất rau cải ngọt *Brassica integrifolia*

Sau 45 ngày trồng cải ngọt trên hệ thống thủy canh hồi lưu với 4 loại giá thể khác nhau B1 (0% lục bình), B2 (50% lục bình), B3 (75% lục bình), B4 (100% lục bình), kết quả về tỷ lệ nảy mầm đều trên 90% và có sự khác biệt thống kê giữa các nghiệm thức. Như vậy, giá thể lục bình không ảnh hưởng đến khả năng nảy mầm của hạt. Chiều dài rễ của nghiệm thức B4 ngắn nhất, nhỏ hơn 3 nghiệm thức còn lại là B1, B2 và B3. Các chỉ tiêu về trọng lượng tươi, tỷ lệ chất khô và nồng độ nitrat ghi nhận được đều đáp ứng tốt các ngưỡng quy định cho phép. Trọng lượng tươi của B2 cũng cao nhất, đạt trung bình 127,67 g/cây, nghiệm thức B1 đạt 92 g/cây và B3 và B4 thấp hơn, lần lượt là 60 g và 56 g. Hàm lượng khô trong B2 cũng cao nhất, đạt 12,27%, và hàm lượng nitrat trong B2 cũng cao nhất, với 195,2 mg/kg (nằm trong ngưỡng cho phép an toàn - hàm lượng nitrat đối với cải là 300 mg/kg [Quyết định số 99/2008/QĐ-BNN]) thể hiện ở Bảng 2 và Hình 4. Các chỉ tiêu về hàm lượng chì, thủy ngân, cadimi và asen đều không được phát hiện trong các mẫu thử.

Bảng 2. Ảnh hưởng giá thể lục bình phối trộn xơ dừa đến sự sinh trưởng của cải ngọt *Brassica integrifolia*

Tỷ lệ giá thể lục bình	Tỷ lệ nảy mầm(%)	Chiều dài rễ (cm)	Trọng lượng tươi (g/cây)	Hàm lượng khô (%)	Hàm lượng nitrat (mg/kg)
B1 (0%)	92,6 ^{ab} ± 0,49	25,33 ^b ± 1,86	92,00 ^b ± 27,97	10,45	152,4
B2 (50%)	91,4 ^a ± 0,63	25,33 ^b ± 2,48	127,67 ^c ± 33,50	12,27	195,2
B3 (75%)	97,4 ^{bc} ± 0,35	25,57 ^b ± 3,72	60,00 ^a ± 10,17	8,35	182,7
B4 (100%)	98,0 ^c ± 0,31	22,67 ^a ± 2,19	56,00 ^a ± 14,53	7,09	177,5

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau (a, b, c,...) trong cùng một cột chỉ sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $p \leq 0,05$ theo phép thử Duncan.

Kết quả cho thấy nghiệm thức B2 là tối ưu nhất về chiều dài rễ, khối lượng tươi và hàm lượng khô. Như vậy, có thể kết luận rằng giá thể phối trộn lục bình ở tỷ lệ 50% lục bình và 50% xơ dừa là phù hợp nhất để trồng thủy canh cây cải ngọt *Brassica integrifolia*.

Sự gia tăng dân số trên Trái đất đã dẫn đến việc sử dụng quá mức tài nguyên đất và nước, cuối cùng dẫn đến sự khan hiếm của các tài nguyên này. Điều kiện khí hậu thay đổi và thời tiết thất thường trong những năm qua đã thúc đẩy các vấn đề khan hiếm đất và nước hiện có và tiếp tục gây thiệt hại nghiêm trọng cho nông nghiệp. Việc sử dụng các công nghệ mới nhất cùng với các phương pháp sản xuất cây trồng tiên tiến chắc chắn sẽ làm tăng khả năng của chúng ta để đối phó với những thách thức hiện đại về tình trạng thiếu tài nguyên này. Phương pháp thủy canh hay còn gọi là phương pháp trồng cây không dùng đất, có thể là một giải pháp thay thế cho các hệ thống canh tác dựa trên phương pháp trồng bằng đất truyền thống [14]. Năng suất cây trồng thể hiện qua trọng lượng tươi và hàm lượng các chất khô, đây cũng là các chỉ tiêu được sử dụng để đánh giá hiệu quả của giá thể lục bình trong nghiên cứu này. Mặt khác, đánh giá dựa trên khả năng nảy mầm và sự phát triển của cây con cũng là một trong những chỉ tiêu quan trọng để kết luận giá thể có phù hợp để đưa vào sử dụng rộng rãi hay không. Thí nghiệm này đã chứng minh được, bất cứ tỷ lệ phối trộn nào của lục bình cũng không ảnh hưởng đến khả năng nảy mầm và phát triển trong giai đoạn cây con của xà lách và cải ngọt. Các nghiên cứu trước đây đã chứng minh được rằng giai đoạn cây con phát triển tốt sẽ quyết định khả năng sinh trưởng trong giai đoạn trưởng thành và năng suất của thực vật [15].



Hình 4. Cải ngọt *Brassica integrifolia* trồng trên giá thể lục bình sau 45 ngày.
B1 (0% lục bình), B2 (50% lục bình), B3 (75% lục bình), B4 (100% lục bình).

Nước chứa trong lục bình đóng vai trò lớn trong việc sử dụng lục bình làm giá thể trong trồng trọt. Các kết quả đạt được trong các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng sự kết hợp giá thể gồm lục bình, xơ dừa, than và gạch đã được thử nghiệm trên *Dendrobium burana* đã khẳng định khả năng giữ ẩm của giá thể lục bình giúp cho cây trồng chống chịu trong thời kỳ nắng nóng [16]. Bên cạnh đó, chất thải từ các bộ phận không sử dụng của thực vật hiện nay cũng gây ra nhiều vấn đề về quản lý và xử lý chất thải rắn và cần được xử lý hiệu quả, nhiều nghiên cứu cũng đã tái chế các chất thải thực vật ứng dụng trở lại cho ngành nông nghiệp, như sử dụng các dư lượng trong cà chua thủy canh để tái trồng trọt cải [17]. Tương tự như vậy, hiện nay sự xâm lấn của lục bình (*Eichhornia crassipes*), một loại cỏ nước ngọt, là một vấn đề chưa có lời giải ở nhiều quốc gia trên thế giới, nhiều nỗ lực để loại bỏ nó đã không thành công và không kinh tế [18]. Vì thế, lục bình cũng được xem như là chất thải thực vật đáng quan tâm cần phải được xử lý hiệu quả. Kết quả của nghiên cứu này chứng minh được lục bình có thể được tận dụng làm giá thể trong thủy canh và là một hướng nghiên cứu có triển vọng và có thể được mở rộng ứng dụng trong thực tế, góp phần giải quyết tình trạng xâm lấn của lục bình hiện nay.

3.3. Ảnh hưởng của giá thể lục bình phối trộn xơ dừa đến tỷ lệ nảy mầm và năng suất cà chua *Solanum lycopersicum*

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn giữa xơ dừa và lục bình tạo giá thể đến tỷ lệ nảy mầm và năng suất cà chua *Solanum lycopersicum* được thể hiện trong Bảng 3 và Hình 5. Dữ liệu trong Bảng 3 cho thấy, sau 90 ngày trồng cà chua trên hệ thống bán thủy canh kết quả cho thấy giá thể phối

trộn xơ dừa và bèo lục bình có ảnh hưởng đến sự nảy mầm của hạt cây cà chua, và tỷ lệ nảy mầm cao nhất là ở nghiệm thức C3 (Bảng 3). Cụ thể, ở tỷ lệ phối trộn này, tỷ lệ nảy mầm của nghiệm thức C3 đạt 74,99%, trong khi đó các nghiệm thức C1, C2 và C4 đạt tỷ lệ lần lượt là 59,71%, 48,61% và 37,49%. Đối với chiều cao cây, ở nghiệm thức C3 cho chiều cao cây là thấp nhất, tuy nhiên sự chênh lệch về chiều cao cây giữa các nghiệm thức là không đáng kể. Thời gian ra hoa ở nghiệm thức C3 và C4 lần lượt là ở ngày thứ 48 và 49, trong khi đó ở nghiệm thức C1, C2 thời gian ra hoa lâu hơn, cụ thể là ngày 63 đối với C1 và ngày 61 đối với C2. Tương ứng với thời gian ra hoa, số hoa trên mỗi cây ở nghiệm thức C3 và C4 cũng nhiều hơn so với số hoa ở nghiệm thức C1 và C2 từ 3 đến 7 hoa. Tỷ lệ đậu quả ở nghiệm thức C4 là cao nhất với 13 quả/cây, tiếp theo là C3 với 9,5 quả/cây. Trọng lượng tươi và hàm lượng khô của các nghiệm thức không có sự chênh lệch nhiều, điều này có nghĩa là trọng lượng quả giữa các cây trong các nghiệm thức gần như là đồng đều, nên có thể dùng chỉ tiêu số quả để xác định năng suất. Hàm lượng nitrat trong nghiệm thức C1 cao nhất, đạt 44,9 mg/kg, tuy nhiên, hàm lượng này vẫn nằm trong ngưỡng cho phép an toàn - hàm lượng nitrat đối với cà chua là 150 mg/kg [Quyết định số 99/2008/QĐ-BNN]. Dữ liệu Bảng 3 cũng chỉ ra, các chỉ tiêu về hàm lượng chì, thủy ngân, cadimi và asen đều không được phát hiện trong các mẫu thử.

Bảng 3. Ảnh hưởng của giá thể lục bình phối trộn xơ dừa đến sinh trưởng của cà chua *Solanum lycopersicum*

Tỷ lệ giá thể lục bình	Tỷ lệ nảy mầm (%)	Chiều cao cây (cm)	Thời gian ra hoa (ngày)	Số hoa/cây
C1 (0%)	59,71 ^b ± 6,37	151,25 ^{ab} ± 3,78	63,0 ^b ± 2,16	15,5 ^{ab} ± 0,71
C2 (50%)	48,61 ^a ± 6,35	155,25 ^b ± 4,35	61,25 ^b ± 3,40	19,0 ^{ab} ± 4,24
C3 (75%)	74,99 ^c ± 4,17	149,25 ^a ± 4,11	49,75 ^{ab} ± 4,27	21,5 ^a ± 4,95
C4 (100%)	37,49 ^a ± 7,22	155,5 ^b ± 2,08	48,25 ^a ± 2,75	22,0 ^a ± 4,83
Tỷ lệ giá thể lục bình	Số quả/cây	Trọng lượng tươi/quả (g)	Hàm lượng khô (%)	Hàm lượng nitrat
C1 (0%)	7,5 ^{bc} ± 0,71	155,2 ^a ± 0,71	10,22	44,9
C2 (50%)	5,5 ^c ± 0,71	160,1 ^a ± 2,12	9,45	40,5
C3 (75%)	9,5 ^b ± 2,12	150,8 ^a ± 0,71	10,55	34,2
C4 (100%)	13 ^a ± 1,41	159,4 ^a ± 1,41	10,67	35,4

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau (a, b, c,...) trong cùng một cột chỉ sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $p \leq 0,05$ theo phép thử Duncan.



Hình 5. Cà chua *Solanum lycopersicum* trồng trên giá thể lục bình sau 90 ngày. C1 (0% lục bình), C2 (50% lục bình), C3 (75% lục bình), C4 (100% lục bình).

Kết quả thí nghiệm cho thấy nghiệm thức C3 và C4 cho năng suất cà chua tốt hơn so với nghiệm thức C1 và C2. Cụ thể, đối với nghiệm thức C4, trong giai đoạn trưởng thành, cà chua phù hợp với giá thể 100% lục bình, nhưng giai đoạn này mầm bị ảnh hưởng bởi độ ẩm trong giá thể làm úng hạt dẫn đến tỷ lệ nảy mầm thấp. Vì vậy, trong giai đoạn gieo mầm có thể sử dụng giá thể 75% lục bình của C3. Như vậy, nghiên cứu này cũng chứng minh được giá thể lục bình góp phần làm tăng năng suất của cây cà chua. Cụ thể là khi sử dụng giá thể 75% lục bình hoặc 100% lục bình thì thời gian ra hoa sớm hơn so với đối chứng (C1: 100% xơ dừa) từ 10-15 ngày, số hoa cũng nhiều hơn từ 3-7 hoa/cây và dẫn đến tăng số lượng quả từ 10-13 quả/cây và khối lượng trung bình của quả trên các cây không thay đổi. Kết quả của nghiên cứu này cũng tương tự với các kết quả đạt được bởi các nghiên cứu trước đây, cụ thể, tái chế rác thải hữu cơ thành phân bón hữu cơ làm tăng quá trình sinh trưởng và tăng năng suất của cây cà chua trồng bán thủy canh đã được báo cáo bởi Aurdal và cộng sự [19]. Nghiên cứu này cũng nhận định cần thiết có sự kết hợp các hệ thống thủy canh với các chất thải hữu cơ tái chế nhằm tăng năng suất cây trồng và phát triển nông nghiệp bền vững theo hướng hữu cơ [19]. Các xu hướng mới cũng quan tâm nhiều đến các nghiên cứu về việc sử dụng chế phẩm hữu cơ trong nông nghiệp thủy canh. Các sản phẩm phân bón kết hợp làm giá thể có nguồn gốc từ chất thải thực phẩm cũng đã được chứng minh là có tác dụng tốt. Thành phần dinh dưỡng (N, P, Ca, K, Mg...) trong cà chua khi sử dụng chế phẩm từ chất thải thực phẩm chi thay đổi trong ngưỡng cho phép về an toàn thực phẩm rau tươi được chỉ ra trong nghiên cứu của Siddiqui và cộng sự [20]. Bên cạnh đó, do sự gia tăng sản xuất nông nghiệp và ô nhiễm môi trường, chất thải ngày càng nhiều dẫn đến sự xâm lấn của các loại cỏ dại thủy sinh. Phương pháp khả thi nhất hiện nay là chuyển đổi khối lượng sinh học này thành vật liệu có lợi, có thể giảm thiểu các tác động tiêu cực và chuyển đổi chất thải thành tài nguyên có thể tái sử dụng. Cỏ dại thủy sinh là một mối quan tâm đáng kể, sự tăng trưởng nhanh, thích nghi sinh thái nhanh và thiếu thiên địch khiến những loài thực vật này trở nên xâm lấn ngày càng mạnh. Mặc dù có nhiều phương pháp quản lý cỏ dại thủy sinh, nhưng ủ phân hữu cơ đã được xác định là một trong những phương pháp dễ thực hiện và thân thiện với môi trường nhất nhằm mục đích chuyển chất dinh dưỡng cho chu kỳ phát triển của cây trồng [21].

4. KẾT LUẬN

Sự phát triển của phương pháp thủy canh đáp ứng đồng thời hai nhu cầu lớn hiện nay, vừa phù hợp với mô hình vườn gia đình ở đô thị, vừa tạo tiền đề cho quá trình chuyển đổi sang sản xuất nông nghiệp hàng hóa ứng dụng công nghệ hiện đại. Kết quả nghiên cứu này khẳng định giá thể lục bình phối trộn với xơ dừa có tác dụng đối với sự sinh trưởng và năng suất của cây xà lách, cải và cà chua thủy canh. Việc sử dụng lục bình làm giá thể trồng cây thủy canh đã giúp tận dụng được một khối lượng lớn lục bình, lẽ ra phải xử lý với một chi phí lớn, để tạo thành một vật liệu hữu ích, hướng tới phát triển nông nghiệp xanh vì lục bình là loài thủy sinh xâm lấn mạnh với sinh khối rất lớn. Nghiên cứu chỉ ra, tỷ lệ phối trộn giữa lục bình và xơ dừa theo tỷ lệ 50:50 là phù hợp nhất để trồng xà lách, cải ngọt trên hệ thống thủy canh hồi lưu với khối lượng và chiều dài rễ tăng. Trong khi đó, tỷ lệ phối trộn giữa lục bình và xơ dừa theo tỷ lệ 75:25 là phù hợp nhất để trồng cà chua. Cà chua sinh trưởng trên giá thể có chứa 75% lục bình đã làm tăng tỷ lệ nảy mầm, rút ngắn thời gian ra hoa, tăng số hoa và tăng tỷ lệ đậu quả. Đặc biệt, kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra, hàm lượng nitrat trong các mẫu cây, quả trồng thủy canh trên giá thể phối trộn lục bình trong nghiên cứu này đều nằm trong giới hạn cho phép theo quy định an toàn thực phẩm nhóm rau quả tươi. Bên cạnh đó, hàm lượng kim loại nặng, bao gồm chì, thủy ngân, cadimi và asen đều không được phát hiện trong các mẫu thử. Những kết quả đạt được từ nghiên cứu này đã chỉ ra rằng việc phát triển thủy canh một số loài rau, quả trên giá thể hữu cơ từ thực vật thủy sinh lục bình và xơ dừa là khả thi trong việc nâng cao dần quy mô sản xuất nông nghiệp, nâng cao năng suất và chất lượng nông sản nhằm đáp ứng nhu cầu thị trường rau xanh hiện nay nhằm hướng tới một nền nông nghiệp bền vững.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] S. R. Sathyanarayana, W. V. Gangadhar, M. G. Badrinath, R. M. Ravindra, and U. S. Annapure, "Hydroponics: An intensified agriculture practice to improve food production," *Reviews in Agricultural Science*, vol. 10, pp. 101–114, 2022. doi: https://doi.org/10.7831/ras.10.0_101
- [2] V. Kumar and J. Singh, "Trends in hydroponics practice/technology in horticultural crops: A review," *International Journal of Plant & Soil Science*, vol. 35, no. 2, pp. 57–65, 2023. doi: [10.9734/IJPSS/2023/v35i22759](https://doi.org/10.9734/IJPSS/2023/v35i22759).

- [3] S. Dwiratna, K. Amaru, and M. A. Nanda, "The potential of hydroponic kit-based growing on a self-fertigation system for pagoda mustard (*Brassica narinosa* L.) production," *The Scientific World Journal*, vol. 2022, pp. 1–9, 2022. doi: <https://doi.org/10.1155/2022/1984297>
- [4] R. U. S. Teodor, P. I. Moraru, and O. S. Mintas, "Influence of environmental and nutritional factors on the development of lettuce (*Lactuca sativa* L.) microgreens grown in a hydroponic system: A review," *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, vol. 49, no. 3, p. 12427, 2021. doi: <https://doi.org/10.15835/nbha49312427>
- [5] V. Kumara, T. A. Mohanaprakash, S. Fairouz, K. Jamal, T. Babu, and B. Sampath, "Experimental study on a reliable smart hydroponics system," in *Human Agro-Energy Optimization for Business and Industry*, Hershey, PA, USA: IGI Global, 2023, pp. 27–45. doi: <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-4118-3.ch002>.
- [6] D. H. Pangaribuan, Y. C. Ginting, R. Rugayah, R. Oktiya, and E. D. Zaheri, "The effect of seaweed (*Sargassum* sp.) and plant extract combinations on the growth of mustard plant (*Brassica juncea* L.) grown in hydroponic wick system," *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, vol. 37, no. 2, pp. 299–309, 2022. doi: <http://dx.doi.org/10.20961/carakatani.v37i2.59668>
- [7] S. F. Y. Away and R. F. Nanda, "Feasibility analysis of pakcoy (*Brassica chinensis* L.) cultivation with hydroponic system using several types of planting media," *Open Global Scientific Journal*, vol. 1, no. 2, pp. 93–102, 2022. doi: <https://doi.org/10.33292/ogsj.v1i2.12>
- [8] U. Dewi, S. Handayani, and J. Jamilah, "Potential of rice waste water and good-plant nutrition to increase hydroponic growth and production of pakcoy (*Brassica rapa* L.)," in *Proceedings of International Conference on Education Technology and Social Science*, vol. 1, no. 1, 2022, pp. 149–157.
- [9] M. Ezziddine, H. Liltved, and R. Seljåsen, "Hydroponic lettuce cultivation using organic nutrient solution from aerobic digested aquacultural sludge," *Agronomy*, vol. 11, no. 8, p. 1484, 2021. doi: <https://doi.org/10.3390/agronomy11081484>
- [10] V. C. Võ, *Từ điển cây thuốc Việt Nam*, tập 1. Hà Nội, Việt Nam: Nxb Y học, 2012, tr. 148-149.
- [11] H. Gebrehiwot, A. Dekebo, and M. E. Annisa, "Chemical composition, pharmacological activities and biofuel production of *Eichhornia crassipes* (water hyacinth): A review," *Journal of the Turkish Chemical Society Section A: Chemistry*, vol. 9, no. 3, pp. 849–866, 2022. doi: <https://doi.org/10.18596/jotcsa.1033493>
- [12] R. Suo, W. Wang, Y. Ma, L. Fu, and Y. Cui, "Effect of different root lengths for retaining freshness of hydroponic lettuce," *Journal of Agriculture and Food Research*, vol. 4, p. 100151, 2021. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100151>
- [13] P. R. D. S. Samuel, R. P. Waskow, R. Kanno, and R. M. C. Tubino, "Water hyacinth composting as a waste management strategy: A systematic review," *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales*, vol. 15, no. 2, pp. 714–729, 2022. doi: <http://dx.doi.org/10.22201/iingen.0718378xe.2022.15.2.79304>
- [14] M. Majid, J. N. Khan, Q. M. A. Shah, K. Z. Masoodi, B. Afroza, and S. Parvaze, "Evaluation of hydroponic systems for the cultivation of lettuce (*Lactuca sativa* L., var. longifolia) and comparison with protected soil-based cultivation," *Agricultural Water Management*, vol. 245, p. 106572, 2021. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106572>
- [15] Z. Yan, D. He, G. Niu, and H. Zhai, "Evaluation of growth and quality of hydroponic lettuce at harvest as affected by the light intensity, photoperiod and light quality at seedling stage," *Scientia Horticulturae*, vol. 248, pp. 138–144, 2019. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.01.002>
- [16] D. M. A. S. Dissanayaka, D. Nanayakkara, and S. L. Ranamukhaarachchi, "Feasibility of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) for potting media of *Dendrobium* orchids," in *Proceedings of the International Research Conference of the SLTC Research University, Sri Lanka*, 2022.
- [17] A. Vollmer, C. M. Geilfus, A. Nerlich, and D. Dannehl, "Saving CO₂ emissions by reusing organic growing media from hydroponic tomato production as a source of nutrients to produce

- Ethiopian kale (*Brassica carinata*)," *Sustainability*, vol. 14, no. 18, p. 11263, 2022. doi: <https://doi.org/10.3390/su141811263>
- [18] D. J. Kriticos and S. Brunel, "Assessing and managing the current and future pest risk from water hyacinth (*Eichhornia crassipes*), an invasive aquatic plant threatening the environment and water security," *PLoS One*, vol. 11, no. 8, p. e0120054, Aug. 2016, doi: 10.1371/journal.pone.0120054.
- [19] S. M. Aurdal, B. Foeroid, T. Sogn, T. Børresen, T. Hvoslef-Eide, and S. Fagertun Remberg, "Growth, yield and fruit quality of tomato *Solanum lycopersicum* L grown in sewage-based compost in a semi-hydroponic cultivation system," *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, vol. 72, no. 1, pp. 902–912, 2022. doi: <https://doi.org/10.1080/09064710.2022.2117079>
- [20] Z. Siddiqui, D. Hagare, M. H. Liu, O. Panatta, T. Hussain, S. Memon, and Z. H. Chen, "A food waste-derived organic liquid fertiliser for sustainable hydroponic cultivation of lettuce, cucumber and cherry tomato," *Foods*, vol. 12, no. 4, p. 719, 2023. doi: <https://doi.org/10.3390/foods12040719>
- [21] D. M. N. S. Dissanayaka, S. S. Udumanna, D. K. R. P. L. Dissanayake, T. D. Nuwarapaksha, and A. J. Atapattu, "Review on aquatic weeds as potential source for compost production to meet sustainable plant nutrient management needs," *Waste*, vol. 1, no. 1, pp. 264–280, 2023. doi: <https://doi.org/10.3390/waste1010017>

ABSTRACT

EVALUATING THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF LETTUCE, MUSTARD, AND TOMATOES WITH HYDROPONIC METHOD IN WATER HYACINTH ORGANIC FERTILIZER

Thoa Tran Thi Anh*

Ho Chi Minh City University of Industry and Trade

*Email: thoatta@huit.edu.vn

Hydroponics is a method of growing plants without soil, using mineral nutrient solutions in a water solvent. Instead of soil, the roots of the plants are directly submerged in the nutrient-rich solution, which provides them with all the essential elements they need for growth. This method allows for precise control over the plant's environment, including nutrient levels, pH, and water content, leading to potentially faster growth rates and higher yields compared to traditional soil-based cultivation. Water hyacinth organic fertilizer is a type of fertilizer made from water hyacinth (*Eichhornia crassipes*), an aquatic plant. Water hyacinth is known for its fast growth rate and ability to absorb nutrients from water. To make organic fertilizer from water hyacinth, the plants are typically harvested, dried, and then processed into a usable form. In this research, we evaluated the use of water hyacinth organic fertilizer in a hydroponic system to grow lettuce (*Lactuca sativa*), leaf mustard (*Brassica integrifolia*), and tomatoes (*Solanum lycopersicum*). Findings demonstrate that blending water hyacinth fertilizer with coir markedly influences plant growth and development. For lettuce and leaf mustard grown on a Nutrient Film Technique (NFT) system, a 50:50 water hyacinth-to-coir ratio yields the best results, whereas a 75:25 ratio is ideal for tomatoes. Furthermore, all samples complied with safety limits for nitrate content, with lead, mercury, arsenic, and cadmium levels remaining below detectable thresholds. The research results have shown that utilizing water hyacinth combined with coconut coir as a substrate for hydroponically growing certain vegetables and fruits has helped address the issue of large volumes of water hyacinth waste. This approach creates a cost-effective and environmentally friendly substrate, suitable for sustainable hydroponic agriculture, with high feasibility for large-scale application.

Keywords: Hydroponic, lettuce, leaf mustard, tomato, water hyacinth fertilizer.