

ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ KẾT HỢP PHÂN BÓN HỮU CƠ VÀ VÔ CƠ ĐỐI VỚI SINH TRƯỞNG VÀ NĂNG SUẤT CỦA RAU MUỐNG (*IPOMOEA AQUATICA*)

Nguyễn Phương Thúy^{1*}, Vương Tuấn Phong²

¹Khoa Nông nghiệp – Thủy sản, Trường Đại học Trà Vinh;

²Trường Kỹ thuật và Công nghệ, Trường Đại học Trà Vinh.

*Tác giả liên hệ: npthuy@tvu.edu.vn

Nhận bài: 15/05/2025 Hoàn thành phản biện: 02/07/2025 Chấp nhận bài: 08/07/2025

TÓM TẮT

Phân bón hữu cơ đóng vai trò quan trọng trong canh tác nông nghiệp theo hướng an toàn sinh học. Vì vậy, nghiên cứu nhằm đánh giá hiệu quả phối hợp giữa phân hóa học và hữu cơ (bio-organic fertilizer, BOF) đến phát triển và năng suất của rau muống (*Ipomoea aquatica*). Nghiên cứu được thực hiện ở trại thực nghiệm Trường Đại học Trà Vinh từ tháng 9/2023 đến tháng 6/2024. Phân hữu cơ được sản xuất bằng cách bổ sung nấm *Trichoderma reesei* (chủng CN4-VR11) và vi khuẩn *Bacillus* (chủng TC8-RL23) vào các phụ phẩm nông nghiệp. Năm nghiệm thức (NT), bao gồm các tỷ lệ khác nhau từ 100% phân bón vô cơ đến 100% BOF, được triển khai qua hai vụ trồng. Các NT có bổ sung phân BOF làm tăng đáng kể lượng hữu cơ, đạm tổng và lân hữu hiệu trong đất so với NT đối chứng (100% phân bón vô cơ). Thêm vào đó, kích thước lá, số lượng lá và chiều cao cây cũng khác biệt giữa các NT và giữa hai vụ. Đáng chú ý, NT phối hợp giữa bón phân vô cơ (50%) và phân BOF (50%) cho năng suất rau muống cao nhất trong vụ thứ hai. Nghiên cứu cho thấy tiềm năng sử dụng phân BOF trong canh tác rau muống, tiến tới nền sản xuất nông nghiệp xanh.

Từ khóa: *Bacillus*, Nông nghiệp xanh, Phân bón hóa học, Rau muống (*Ipomoea aquatica*), *Trichoderma reesei* CN4-VR11

EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF ORGANIC AND INORGANIC FERTILIZERS ON GROWTH AND YIELD OF WATER SPINACH (*IPOMOEA AQUATICA*)

Nguyen Phuong Thuy^{1*}, Vuong Tuan Phong²

¹School of Agriculture and Aquaculture, Tra Vinh University;

²College of Engineering and Technology, Tra Vinh University.

*Corresponding author: npthuy@tvu.edu.vn

Received: 15/05/2025

Revised: 02/07/2025

Accepted: 08/07/2025

ABSTRACT

Organic fertilizers play a crucial role in promoting safe and sustainable agricultural practices. Therefore, this current investigation was to evaluate the effectiveness of combining inorganic and bio-organic fertilizers (BOF) on the growth and yield of water spinach (*Ipomoea aquatica*). The research was conducted at the experimental farm of Tra Vinh University from September 2023 to June 2024. In this research, the bio-organic fertilizer was produced by supplementing agricultural by-products with the fungal strain *Trichoderma reesei* CN4 VR11 and the bacterial strain *Bacillus* TC8-RL23. Five treatments, including different ratios ranging from 100% inorganic fertilizer to 100% BOF, were applied over two cropping seasons. Soil parameter analyses revealed that the treatments supplemented with BOF significantly increased organic matter content, total nitrogen, and available phosphorus compared to the control treatment (100% inorganic fertilizer). Furthermore, the findings also demonstrated statistically significant differences in leaf size, number of leaves, and plant height among the treatments and between the two cropping seasons. Notably, the treatment combining 50% inorganic fertilizer and 50% BOF yielded the highest water spinach production in the second crop. The findings support the

potential of using BOF in water spinach cultivation to enhance yield, improve soil fertility, and reduce dependence on chemical fertilizers, thereby promoting the transition toward organic agriculture.

Keywords: *Bacillus*, Inorganic fertilizer, Organic agriculture, *Trichoderma reesei* CN4-VR11, Water spinach (*Ipomoea aquatica*)

1. MỞ ĐẦU

Rau muống (*Ipomoea aquatica*), một loại rau được canh tác nhiều và cung cấp nhiều dinh dưỡng, được tiêu thụ rộng rãi ở Đông Nam Á. Rau muống sinh trưởng nhanh, là nguồn bổ sung khoáng chất chất thiết yếu, axit amin và các vitamin dồi dào (Gupta và cs., 2019; Roy và cs., 2022). Trong rau muống, lượng protein có thể đạt tới 25,60% khối lượng khô, tùy thuộc vào phương pháp chiết xuất (Joshi và cs., 2021; Adedokun và cs., 2019).

Hiện nay, việc canh tác rau muống ở Việt Nam thường phụ thuộc nhiều vào phân bón hóa học. Tuy nhiên, do phân bón hóa học được sử dụng không cân đối, chiếm hơn 90% trong tổng số khoảng 11 triệu tấn phân bón tiêu thụ hàng năm, gây ra nhiều hệ lụy. Việc sử dụng phân vô cơ đã dẫn đến thoái hóa đất, dẫn đến năng suất cũng như chất lượng nông sản cũng giảm (Paramesh và cs., 2023). Bên cạnh đó, việc lạm dụng phân đạm còn làm tăng nguy cơ bùng phát sâu bệnh và các vấn đề đối với sức khỏe người tiêu dùng do tồn dư hóa chất trong nông sản (Martinez và cs., 2021).

Phân bón hữu cơ được quan tâm và xem như là một giải pháp thay thế an toàn và bền vững. Phân hữu cơ không chỉ cung cấp dinh dưỡng, tăng khả năng giữ nước mà còn giúp cải tạo cấu trúc đất và tăng cường vi sinh vật (VSV) có lợi (Panday và cs., 2024). Các báo cáo khác nhau khi so sánh hiệu quả của phân bón hóa học và hữu cơ đối với rau muống. Nghiên cứu của Noor và cs. (2022) cho thấy không có sự khác biệt đáng kể về sinh trưởng trong điều kiện đa canh, trong khi những nghiên cứu khác ghi nhận tác động tích cực của phân hữu cơ đến

hàm lượng diệp lục, sinh trưởng và năng suất (Pohan, 2021).

Lợi ích của phân bón hữu cơ không chỉ giới hạn ở tác động ngắn hạn. Các nghiên cứu dài hạn của Francioli và cs. (2016) chứng minh phân bón hữu cơ có khả năng tăng cường lượng chất hữu cơ và sự đa dạng của quần thể VSV, từ đó thúc đẩy các nhóm VSV có lợi cần thiết cho chu trình dinh dưỡng. Ngoài ra, việc kết hợp phân hữu cơ với luân canh cây trồng được chứng minh là đặc biệt hiệu quả, giúp tăng năng suất cây trồng, trữ lượng dinh dưỡng trong đất và ổn định hệ VSV đất. Phương pháp này cũng giúp ngăn chặn mầm bệnh tiềm ẩn trong đất (Jiang và cs., 2022). Ngược lại, lợi ích ngắn hạn của phân vô cơ có thể bị giới hạn bởi những ảnh hưởng tiêu cực dài hạn như gây độc cho đất và làm suy giảm độ phì nhiêu (Assefa và Tadesse, 2019). Nhằm giải quyết mối lo ngại về lạm dụng phân bón vô cơ và nhu cầu nông sản an toàn, nghiên cứu này đánh giá hiệu quả việc phối hợp phân bón hữu cơ được làm từ phụ phẩm nông nghiệp có bổ sung nấm *Trichoderma reesei* CN4-VR11 và *Bacillus* sp. TC8-RL23 với phân vô cơ trên rau muống. Mục tiêu là thúc đẩy nông nghiệp bền vững, giảm ô nhiễm và nâng cao năng suất.

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Phân bò, thân cây đậu phộng và mụn dừa được thu thập tại địa phương, cùng giống rau muống (công ty Chánh Nông).

Phân BOF (BOF: bio-organic fertilizers) được sản xuất từ phân bò, thân cây đậu phộng và mụn dừa được thu thập tại địa phương, bằng cách ủ với thời gian 30

ngày. Hỗn hợp ủ gồm 60% phân bò, 20% thân cây đậu phộng và 20% mụn dừa, có bổ sung 5% *Trichoderma reesei* chủng CN4-VR11 (10^8 CFU/g), 5% *Bacillus* chủng TC8-RL23 (10^8 CFU/mL), 1% CaO và 1% mật rỉ đường. Vi khuẩn *Bacillus* chủng TC8-RL23 được thêm vào ngày 20 sau khi ủ. Phân BOF sau khi ủ đạt tiêu chuẩn phân hữu cơ theo “Quy chuẩn quốc gia QCVN 01-189:2019/BNNPTNT về chất lượng phân bón”.

Phân vô cơ NPK 20-20-15.

Bảng 1. Các nghiệm thức bón phân sử dụng trong thí nghiệm trên cây rau muống

Nghiem thức	Lượng phân (áp dụng 0,1 ha)
T1 100% phân vô cơ (đối chứng)	15 kg N + 20 kg P + 5 kg K
T2 75% phân vô cơ + 25% phân BOF	11,25 kg N + 15 kg P + 3,75 kg K + 0,5 tấn BOF
T3 50% phân vô cơ + 50% phân BOF	7,5 kg N + 10 kg P + 2,5 kg K + 1 tấn BOF
T4 25% phân vô cơ + 75% phân BOF	3,75 kg N + 5 kg P + 1,25 kg K + 1,5 tấn BOF
T5 100% phân BOF	2 tấn phân BOF

2.4. Kỹ thuật canh tác và triển khai thí nghiệm

Đất được làm sạch, cày xới, phơi ải và lên luống. Phân bón được trộn vào đất mặt theo từng nghiệm thức. Phân đạm (N) vô cơ được chia làm nhiều lần bón (bón lót, bón thúc vào ngày 10 và 15 sau khi gieo). Phân lân (P_2O_5) và kali (K_2O) được bón lót một lần trước khi gieo hạt. Gieo hạt rau muống ($10g/m^2$), phủ rơm và tưới nước hai lần/ ngày. Rau muống được thu hoạch sau 3 tuần và sau đó lặp lại vụ thứ hai.

2.5. Thu thập và phân tích số liệu

Trước khi bắt đầu và sau khi kết thúc thí nghiệm của vụ thứ hai, mẫu đất được thu thập để phân tích pH, hàm lượng chất hữu cơ; hàm lượng N, P, K tổng; axit humic và axit fulvic; lân hữu hiệu và mật số VSV hiếu khí. Thu thập các chỉ tiêu sinh trưởng của rau muống, bao gồm: mật độ cây, chiều cao cây, số lượng lá trên cây, chiều dài và chiều rộng lá. Các chỉ tiêu về sinh trưởng được theo dõi hàng tuần tại 3 vị trí lấy mẫu ngẫu

2.2. Thời gian, địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện ở trại thực nghiệm Trường Đại học Trà Vinh từ tháng 9/2023 đến tháng 6/2024.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Thí nghiệm được bố trí theo thể thức khối hoàn toàn ngẫu nhiên (RCBD) với 5 nghiệm thức (NT), 3 lần lặp lại (Bảng 1). Mỗi ô thí nghiệm rộng $45 m^2$ ($3m \times 15m$). NT đối chứng T1 (100% phân vô cơ) theo khuyến cáo, cho cả hai vụ.

nhiên (khung lấy mẫu kích thước $25cm \times 25m$) trong mỗi ô thí nghiệm. Năng suất thực tế được xác định bằng tổng khối lượng rau thu hoạch trên mỗi ô ($kg/ô$), sau đó quy đổi ra đơn vị tấn/ha. Dữ liệu được phân tích ANOVA bằng SPSS 20.0 (Duncan's test, $\alpha = 0,05$) để so sánh các NT. Kiểm định T-test ($\alpha = 0,05$) được dùng để so sánh các chỉ tiêu giữa hai vụ.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của phân bón đến một số tính chất đất sau hai vụ canh tác rau muống

Bảng 2 cho thấy bón phân BOF, đặc biệt khi phối hợp BOF với phân vô cơ đã cải thiện chất lượng đất sau hai vụ trồng rau muống. Phân BOF làm tăng lượng chất hữu cơ, rõ nhất ở nghiệm thức T3 (50% phân vô cơ + 50% BOF) và T4 (25% phân vô cơ + 75% BOF), do cung cấp thêm mùn, là axit humic và fulvic. Nghiên cứu này phù hợp với báo cáo của Jamaludin và cs. (2021) và Noor và cs. (2022). Về hàm lượng dinh

đường khoáng, nghiệm thức T4 cho thấy sự cải thiện rõ rệt về hàm lượng đạm tổng số và lân hữu hiệu, với lân hữu hiệu có hàm lượng tăng gấp 2,6 lần so với mức ban đầu. Kết quả này chứng tỏ sự bón phối hợp giữa phân BOF và một lượng nhỏ phân vô cơ có khả năng thúc đẩy hiệu quả quá trình giải phóng và chuyển hóa lân trong đất. Các nghiệm thức có phân BOF, nhất là T4 (75% phân BOF) và T5 (100% phân BOF), cũng cho thấy sự gia tăng kali tổng số, củng cố nhận định về lợi ích của việc phối hợp các loại phân bón (Machado và cs., 2020).

Bảng 2 cũng cho thấy ở các nghiệm thức bổ sung phân BOF, đặc biệt là nghiệm

Bảng 2. Ảnh hưởng của phân bón đến đặc tính hóa và sinh học của đất trước thí nghiệm và sau hai vụ canh tác rau muống

Các chỉ tiêu	Trước khi trồng	Sau khi thu hoạch				
		T1	T2	T3	T4	T5
Tổng N (mg/kg)	1,86	2,68	2,52	1,96	2,75	2,35
Tổng P (mg/kg)	1,41	1,67	1,56	1,93	2,27	1,63
Tổng K (meq/100g)	0,81	1,18	1,33	1,30	1,43	1,40
Tổng chất hữu cơ (%)	2,13	3,09	3,89	4,87	4,18	3,39
Axit humic (%)	0,21	0,36	0,46	0,59	0,45	0,47
Axit fulvic (%)	0,38	0,60	0,60	0,40	0,70	0,70
Lân hữu hiệu (mg/kg)	53,25	79,68	73,49	93,46	138,40	111,80
Mật độ VSV hiếu khí (CFU/g)	$1,3 \times 10^4$	$1,4 \times 10^4$	$1,8 \times 10^4$	$1,7 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$
pH	5,80	5,50	5,90	6,20	6,20	6,20

3.2. Ảnh hưởng của phân bón đến sinh trưởng của rau muống

3.2.1. Chiều cao cây

Bảng 3 cho thấy phân BOF, dù bón riêng lẻ hay phối hợp với phân hóa học, đều tác động tích cực đến sự tăng chiều cao của

thức T4, hoạt động của VSV trong đất cũng được tăng cường đáng kể. Kết quả này có thể do phân BOF đã hỗ trợ nguồn carbon dồi dào, trong khi một phần phân vô cơ cung cấp khoáng chất dễ tiêu, tạo môi trường tốt cho VSV có ích phát triển (Roba, 2018). Độ pH của đất cũng được cải thiện theo hướng trung tính hơn ở các nghiệm thức có bón phân BOF, giúp hạn chế tình trạng chua hóa đất thường gặp khi chỉ sử dụng phân vô cơ trong thời gian dài. Nhìn chung, việc kết hợp phân hữu cơ và phân hóa học, đặc biệt ở tỷ lệ 75% phân BOF (nghiệm thức T4), đã chứng minh tính hiệu quả trong việc cải thiện các đặc tính của đất.

cây rau muống qua cả hai vụ canh tác. Trong vụ đầu tiên, kết quả cho thấy ở 21 ngày sau khi gieo, nghiệm thức T3 (50% phân vô cơ + 50% phân BOF) cho chiều cao vượt trội (36,51 cm). Nghiên cứu cho thấy tỷ lệ phân bón này hỗ trợ mạnh mẽ sự phát triển thân lá ở giai đoạn này.

Bảng 3. Ảnh hưởng của phân bón lên chiều cao cây rau muống qua hai vụ trồng

Nghiệm thức	Vụ 01 (cm)			Vụ 02 (cm)		
	Ngày 7	Ngày 14	Ngày 21	Ngày 7	Ngày 14	Ngày 21
T1	4.91 ^{a;x} ±0.02	12.31 ^{a;x} ±0.16	35.20 ^{b;x} ±0.78	6.42 ^{b;c;y} ±0.20	23.35 ^{cd;y} ±0.16	41.58 ^{a;y} ±0.21
T2	4.96 ^{a;x} ±0.05	11.64 ^{b;x} ±0.22	35.16 ^{b;x} ±0.51	6.31 ^{c;y} ±0.18	23.91 ^{b;y} ±0.22	40.08 ^{a;y} ±0.76
T3	4.97 ^{a;x} ±0.01	12.67 ^{a;x} ±0.10	36.51 ^{a;x} ±0.76	7.25 ^{a;y} ±0.35	24.59 ^{a;y} ±0.10	40.04 ^{a;y} ±0.37
T4	4.96 ^{a;x} ±0.10	11.50 ^{a;x} ±0.12	34.83 ^{b;x} ±0.21	7.16 ^{a;y} ±0.26	23.47 ^{c;y} ±0.12	36.15 ^{b;y} ±0.64
T5	4.90 ^{a;x} ±0.21	11.17 ^{a;x} ±0.89	34.51 ^{b;x} ±0.43	6.74 ^{b;y} ±0.21	23.14 ^{d;y} ±0.89	37.08 ^{b;y} ±1.17
CV%	6.33	4.82	9.267	7.30	3.16	13.30

Các giá trị trung bình trong cùng cột có cùng chữ cái thể hiện không khác biệt ý nghĩa thống kê (phép thử Duncan, $P \leq 0,05$). Sự khác biệt ý nghĩa thống kê giữa các hàng (cùng ngày, khác vụ), xác định qua T-test ($P \leq 0,05$), được biểu thị bằng ký hiệu riêng (vd: x, y).

Ở vụ thứ hai, sự khác biệt chiều cao cây biểu hiện sớm hơn, ngay từ 7 ngày sau khi gieo. đến 21 ngày sau khi gieo, nghiệm thức T1 (100% phân vô cơ) đạt chiều cao lớn nhất (41,58 cm), theo sau là T2 (75% phân vô cơ + 25% BOF) và T3. Như vậy, chiều cao cây ở tất cả các nghiệm thức đều tăng lên đáng kể ở vụ thứ hai so với vụ đầu. Nguyên nhân có thể là do ảnh hưởng tích lũy của phân BOF từ vụ trước, từ đó gia tăng độ phì nhiêu của đất, kết quả này tương tự với báo cáo của Lanna và cs. (2018) về ảnh hưởng lâu dài của phân hữu cơ. Nghiên cứu này tương tự với nhiều công bố đối với nhiều loại cây trồng khác như ngô (Lina và cs., 2014; Hija và cs., 2021), ớt (Rabbani, 2023) và *Solanum nigrum* (Mary và Nithiya, 2015). Các báo cáo này cho thấy việc sử dụng hoặc kết hợp giữa phân hữu cơ và vô cơ đều cho thấy sự tăng trưởng chiều cao tốt hơn so với chỉ dùng phân vô cơ riêng lẻ. Tuy nhiên, việc xác định tỷ lệ phối trộn và liều lượng bón phù hợp là rất quan trọng, nhằm tránh mất cân đối dinh dưỡng (Shaji và cs., 2021).

3.2.2. Chiều dài lá

Bảng 4 cho thấy sự thay đổi chiều dài lá giữa các nghiệm thức bón phân qua hai

vụ trồng. Đáng chú ý ở vụ đầu, tại thời điểm thu hoạch (21 ngày sau khi gieo), nghiệm thức T4 (25% vô cơ + 75% phân BOF) cho chiều dài lá lớn nhất (19,50 cm), tăng cao hơn đáng kể so với T5 (100% BOF). Kết quả này chỉ ra rằng việc bón phối hợp phân BOF và vô cơ có thể thúc đẩy lá phát triển tốt hơn so với chỉ dùng phân hữu cơ hay phân hữu cơ riêng rẽ.

Tuy nhiên, xu hướng này không lặp lại trong vụ thứ hai. Mặc dù có sự khác biệt về chiều dài lá ở 7 ngày sau khi gieo, nhưng đến khi thu hoạch, không có sự khác biệt đáng kể nào về chiều dài lá được ghi nhận giữa các nghiệm thức. Kết quả này được cho là do sự biến động giữa các mùa vụ hoặc hiệu ứng tồn dư của phân bón từ vụ trước, làm đồng đều hơn điều kiện sinh trưởng. Tương tự các nghiên cứu của Martin cs. (2022) về ảnh hưởng của phân bón sinh vật lên lá húng quế và Vishvkarma cs. (2020) về sự tăng trưởng của hành tây, nghiên cứu này cũng ghi nhận những kết quả tương tự. Kết quả này có thể giải thích do lượng phân BOF khác nhau tác động đến khả năng cung cấp và hấp thụ dinh dưỡng của rau muống.

Bảng 4. Ảnh hưởng của phân bón đến chiều dài lá rau muống qua các vụ trồng

Nghiệm thức	Vụ 01 (cm)			Vụ 02 (cm)		
	Ngày 7	Ngày 14	Ngày 21	Ngày 7	Ngày 14	Ngày 21
T1	2.95 ^{a;x} ±0.31	12.02 ^{a;x} ±0.14	17.83 ^{b;c;x} ±0.27	3.33 ^{b;y} ±0.22	6.90 ^{d;x} ±0.09	18.64 ^{a;x} ±0.17
T2	2.96 ^{a;x} ±0.15	8.01 ^{b;x} ±0.09	17.2 ^{c;x} ±0.30	3.46 ^{ab;y} ±0.30	12.56 ^{a;x} ±0.03	18.57 ^{a;x} ±0.15
T3	2.86 ^{a;x} ±0.08	9.74 ^{a;x} ±0.07	18.43 ^{b;x} ±0.41	3.68 ^{a;y} ±0.03	7.70 ^{c;x} ±0.02	18.74 ^{a;x} ±0.08
T4	2.82 ^{a;x} ±0.01	9.86 ^{b;c;x} ±0.06	19.50 ^{a;x} ±0.15	3.47 ^{ab;y} ±0.02	12.64 ^{a;x} ±0.02	17.79 ^{a;x} ±0.11
T5	2.81 ^{a;x} ±0.02	9.57 ^{c;x} ±0.10	16.45 ^{c;x} ±0.45	3.64 ^{ab;y} ±0.06	11.70 ^{b;x} ±0.07	17.12 ^{a;x} ±0.30
CV%	9.14	3.33	8.640	8.82	1.98	15.16

Các giá trị trung bình trong cùng cột có cùng chữ cái thể hiện không khác biệt ý nghĩa thống kê (phép thử Duncan, $P \leq 0,05$). Sự khác biệt ý nghĩa thống kê giữa các hàng (cùng ngày, khác vụ), xác định qua T-test ($P \leq 0,05$), được biểu thị bằng ký hiệu riêng (vd: x, y).

3.2.3. Chiều rộng lá

Chiều rộng lá tăng dần từ khi trồng đến thu hoạch ở cả hai vụ (Bảng 5). Trong vụ đầu tiên, 7 ngày sau khi gieo, khác biệt không đáng kể về chiều rộng lá giữa các nghiệm thức, mặc dù T5 (100% phân BOF) có xu hướng cho lá rộng hơn (0,32 cm). Điều này có thể cho thấy phân hữu cơ kích thích phát triển rễ sớm, tạo điều kiện cho sinh trưởng ban đầu. Đến 14 ngày sau khi gieo, sự khác biệt rõ rệt hơn, với T4 và T1 (0,84 cm) cho lá rộng hơn T5 (0,75 cm). Khi thu hoạch (21 ngày sau khi gieo), ở NT T3 (50% vô cơ + 50% hữu cơ) cho giá trị lá rộng nhất (1,56 cm), dù sự khác biệt không có ý nghĩa.

Ở vụ thứ hai, chiều rộng lá khác biệt đáng kể sau 7 ngày, với T3 (0,40 cm) có

chiều rộng lá lớn nhất. Tuy nhiên, đến 21 ngày sau khi gieo, sự khác biệt không còn ý nghĩa, với chiều rộng lá dao động từ 0,86 cm (T1, T4) đến 0,95 cm (T3). Lợi thế ban đầu của T5 dường như giảm dần, có thể do yếu tố mùa vụ hoặc sự cạn kiệt dinh dưỡng đặc thù trong phân hữu cơ. So sánh giữa hai vụ, chiều rộng lá ở vụ thứ nhất có xu hướng phát triển tốt hơn so với vụ thứ hai, cho thấy sự khác biệt đáng kể. Số liệu này cho thấy việc sử dụng phân hữu cơ, đặc biệt khi phối hợp với phân hóa học, có thể góp phần duy trì và cải thiện sự phát triển lá theo thời gian. Kết quả này tương tự với các báo cáo đã thực hiện trên ngô (Bashir và cs., 2022) và cải thìa trong hệ thống thủy canh (Setiawati và cs., 2019).

Bảng 5. Ảnh hưởng của phân bón đến chiều rộng lá rau muống qua hai vụ trồng

Nghiệm thức	Vụ 01 (cm)			Vụ 02 (cm)		
	Ngày 7	Ngày 14	Ngày 21	Ngày 7	Ngày 14	Ngày 21
T1	0.20 ^{a;x} ±0.00	0.84 ^{a;x} ±0.04	1.54 ^{a;x} ±0.00	0.20 ^{ab;y} ±0.37	0.49 ^{b;y} ±0.02	0.86 ^{a;y} ±0.01
T2	0.20 ^{a;x} ±0.00	0.81 ^{a;x} ±0.02	1.50 ^{a;x} ±0.05	0.20 ^{ab;y} ±0.39	0.51 ^{b;y} ±0.01	0.89 ^{a;y} ±0.14
T3	0.20 ^{a;x} ±0.00	0.83 ^{a;x} ±0.00	1.56 ^{a;x} ±0.08	0.40 ^{a;y} ±0.39	0.60 ^{a;y} ±0.02	0.95 ^{a;y} ±0.05
T4	0.25 ^{a;x} ±0.00	0.84 ^{a;x} ±0.02	1.54 ^{a;x} ±0.04	0.20 ^{ab;y} ±0.40	0.54 ^{b;y} ±0.07	0.87 ^{a;y} ±0.15
T5	0.32 ^{a;x} ±0.00	0.75 ^{b;x} ±0.01	1.34 ^{b;x} ±0.21	0.34 ^{a;y} ±0.34	0.49 ^{b;y} ±0.02	0.86 ^{a;y} ±0.21
CV%	7.4	2.25	3.996	4.57	5.38	8.34

Các giá trị trung bình trong cùng cột có cùng chữ cái thể hiện không khác biệt ý nghĩa thống kê (phép thử Duncan, $P \leq 0,05$). Sự khác biệt ý nghĩa thống kê giữa các hàng (cùng ngày, khác vụ), xác định qua T-test ($P \leq 0,05$), được biểu thị bằng ký hiệu riêng (vd: x, y).

3.2.4. Số lượng lá

Số lượng lá là một chỉ tiêu quan trọng phản ánh khả năng quang hợp và tiềm năng

năng suất của cây rau muống. Kết quả phân tích ảnh hưởng của các nghiệm thức phân bón đến số lá/cây được trình bày ở Bảng 6.

Bảng 6. Ảnh hưởng của phân bón đến số lá rau muống qua hai vụ trồng

Nghiệm thức	Vụ 01			Vụ 02		
	Ngày 7	Ngày 14	Ngày 21	Ngày 7	Ngày 14	Ngày 21
T1	2,21 ^{a;x} ±0,09	9,27 ^{d;x} ±0,076	12,69 ^{a;x} ±0,21	2,53 ^{a;y} ±0,08	8,54 ^{c;y} ±0,16	11,18 ^{a;y} ±0,19
T2	2,00 ^{a;x} ±0,00	10,18 ^{bc;x} ±0,04	12,75 ^{a;x} ±0,10	2,26 ^{a;y} ±0,17	9,69 ^{a;y} ±0,16	11,30 ^{a;y} ±0,19
T3	2,22 ^{a;x} ±0,18	10,36 ^{b;x} ±0,22	12,68 ^{a;x} ±0,16	2,24 ^{a;y} ±0,21	9,60 ^{a;y} ±0,16	11,19 ^{a;y} ±0,12
T4	2,35 ^{a;x} ±0,08	10,12 ^{c;x} ±0,07	12,57 ^{a;x} ±0,06	2,32 ^{a;y} ±0,23	9,31 ^{b;y} ±0,09	11,22 ^{a;y} ±0,16
T5	2,34 ^{a;x} ±0,52	10,56 ^{a;x} ±0,04	12,59 ^{a;x} ±0,35	2,43 ^{a;y} ±0,14	8,69 ^{c;y} ±0,08	11,38 ^{a;y} ±0,16
CV%	7,83	3,43	5,990	9,72	16,73	16,60

Các giá trị trung bình trong cùng cột có cùng chữ cái thể hiện không khác biệt ý nghĩa thống kê (phép thử Duncan, $P \leq 0,05$). Sự khác biệt ý nghĩa thống kê giữa các hàng (cùng ngày, khác vụ), xác định qua T-test ($P \leq 0,05$), được biểu thị bằng ký hiệu riêng (vd: x, y).

Trong vụ 1, số lượng lá trên mỗi cây rau muống có sự biến động theo thời gian và tùy thuộc vào nghiệm thức bón phân (Bảng 6). Ở giai đoạn đầu (7 ngày sau khi gieo), không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về số lá giữa các nghiệm thức, cho thấy ảnh hưởng của phân bón chưa biểu hiện rõ rệt. Tuy nhiên, đến thời điểm 14 ngày sau khi gieo, nghiệm thức T5 (100% phân BOF) có số lá nhiều nhất, đạt trung bình 10,56 lá/cây, cao hơn đáng kể so với các nghiệm thức còn lại. Sự ưu việt này có thể được lý giải do phân BOF cung cấp dinh dưỡng một cách từ từ và bền vững. Ngoài các chất dinh dưỡng đa, trung, vi lượng, phân hữu cơ sinh học còn chứa các hợp chất hữu cơ như axit humic, axit fulvic và các vi sinh vật có lợi. Những yếu tố này giúp cải thiện cấu trúc đất, tăng khả năng giữ ẩm và hấp thu dinh dưỡng, đồng thời có thể hoạt động như những chất kích thích sinh trưởng tự nhiên, thúc đẩy quá trình hình thành và phát triển lá mạnh mẽ hơn ở giai đoạn sinh trưởng quan trọng này. Đến 21 ngày sau khi gieo, số lá ở tất cả các nghiệm thức đều tăng lên và sự khác biệt không còn ý nghĩa thống kê, cho thấy khi cây bước vào giai đoạn trưởng thành, các yếu tố nội tại của cây và sự ổn định của môi trường sinh trưởng trở thành nhân tố chi phối chính.

Ở vụ hai, số lá trên cây có sự khác biệt không đáng kể giữa các nghiệm thức, nhưng lại giảm rõ rệt so với vụ một. Điều này chứng minh các nhân tố mùa vụ, như thay đổi về nhiệt độ, ánh sáng và lượng mưa, đã ảnh hưởng lớn đến sự phát triển lá, hơn là nghiệm thức bón phân. Nhiều báo cáo trước đây cũng cho thấy phân hữu cơ có ảnh hưởng tích cực lên số lượng lá ở cỏ cà ri (Patel và Prasad, 2022), đậu tây (Khalil và Agah, 2017) và lúa mì (Kumar và cs., 2014). Các kết quả số lá rau muống/cây qua hai vụ trồng cho thấy rằng phân hữu cơ được kết hợp với phân hóa học là một giải pháp cần thiết để gia tăng sự phát triển lá.

3.2.5. Mật độ cây

Bảng 7 cho thấy sự khác biệt đáng kể mật độ cây giữa các nghiệm thức bón phân ở vụ đầu sau 7 ngày. Ở nghiệm thức T3 (kết hợp 50% phân vô cơ và 50% phân hữu cơ) đạt 22,67 cây/khung, cao hơn so với nghiệm thức T1 (100% phân vô cơ) chỉ đạt 18,00 cây/khung. Kết quả này cho thấy phân hữu cơ đã thúc đẩy quá trình nảy mầm và sự hình thành rễ sớm. Tuy nhiên, đến ngày 14 và 21, sự chênh lệch về mật độ này không còn ý nghĩa thống kê. Riêng mật độ ở nghiệm thức T5 (100% phân BOF) lại có xu hướng giảm vào ngày 21, có thể do nguồn cung dinh dưỡng không đủ.

Trong vụ thứ hai, mật độ cây ban đầu (7 ngày sau khi gieo) tương tự vụ đầu. Tuy nhiên, đến 21 ngày sau khi gieo, mật độ dao động từ 17,33 đến 18,33 cây/khung, thấp hơn đáng kể so với vụ đầu, cho thấy tác động của sự biến động theo mùa đến mật độ cây khi thu hoạch. Qua cả hai vụ, các nghiệm thức kết hợp phân hữu cơ nhìn chung cho mật độ cây cao hơn T1 (đối chứng- 100% phân hoá học). Tuy nhiên, sử dụng 100% phân BOF (T5) cũng dẫn đến giảm mật độ theo thời gian, có thể do cung

cấp dinh dưỡng không đủ. Dữ liệu này tương tự với công bố của Nga và Đạt (2014) về mối tương quan giữa mật độ cây và khả năng cung cấp dinh dưỡng từ phân hữu cơ. Sự dao động về số lượng cây cũng có thể do cạnh tranh dinh dưỡng, ánh sáng, hoặc sai số nhỏ trong quá trình lấy mẫu. Kết quả về mật độ rau muống nhấn mạnh mối quan hệ phức tạp giữa việc bón phân, dinh dưỡng và yếu tố mùa vụ trong việc xác định mật độ cây rau muống.

Bảng 7. Ảnh hưởng của phân bón đến mật độ cây rau muống qua hai vụ trồng

Nghiệm thức	Vụ 01 (cây/625 cm ²)			Vụ 02 (cây/625 cm ²)		
	Ngày 7	Ngày 14	Ngày 21	Ngày 7	Ngày 14	Ngày 21
T1	18.00 ^{b;x} ±1.00	19.67 ^{b;x} ±0.58	20.33 ^{ab;x} ±0.57	21.00 ^{bc;x} ±1.00	16.33 ^{by} ±0.57	17.33 ^{a;y} ±0.58
T2	21.33 ^{a;x} ±1.52	20.33 ^{ab;x} ±1.16	21.00 ^{ab;x} ±1.00	20.00 ^{c;x} ±1.00	16.33 ^{by} ±0.57	18.00 ^{a;y} ±0.58
T3	22.67 ^{a;x} ±2.12	23.33 ^{a;x} ±3.06	22.67 ^{a;x} ±1.52	21.67 ^{ab;x} ±1.52	17.67 ^{a;y} ±0.57	18.33 ^{a;y} ±0.58
T4	21.00 ^{a;x} ±1.00	19.33 ^{b;x} ±0.58	21.67 ^{ab;x} ±0.58	21.33 ^{ab;x} ±1.06	17.00 ^{ab;y} ±0.00	17.33 ^{a;y} ±0.58
T5	21.33 ^{a;x} ±1.25	20.33 ^{a;x} ±1.53	19.67 ^{b;x} ±0.58	22.33 ^{a;x} ±0.58	17.67 ^{a;y} ±0.57	17.67 ^{a;y} ±0.58
CV%	34.5	38.58	27.27	14.27	12.91	4.75

Các giá trị trung bình trong cùng cột có cùng chữ cái thể hiện không khác biệt ý nghĩa thống kê (phép thử Duncan, $P \leq 0,05$). Sự khác biệt ý nghĩa thống kê giữa các hàng (cùng ngày, khác vụ), xác định qua T-test ($P \leq 0,05$), được biểu thị bằng ký hiệu riêng (vd: x, y).

3.3. Ảnh hưởng của phân bón lên năng suất rau muống

Bảng 8 cho thấy năng suất rau muống biến động đáng kể giữa các nghiệm thức phân bón ($P \leq 0,05$). Năng suất tổng không khác biệt nhiều giữa hai vụ, cho thấy yếu tố mùa vụ ít tác động. Vụ đầu, năng suất cao nhất ở T1 (100% phân vô cơ) và T2 (75% vô cơ + 25% phân BOF) (1,413 tấn/1000 m²), có thể do phân vô cơ dễ tiêu, thúc đẩy sinh trưởng nhanh. Ngược lại, T4 (25% vô cơ + 75% phân BOF) có năng suất thấp nhất (0,973 tấn/1000 m²) do phân BOF giải phóng dinh dưỡng chậm. Sang vụ hai, năng suất gần như tương đương ở các nghiệm thức, trừ T5 (100% phân BOF) có năng suất thấp hơn. Kết quả này chứng minh rằng, dù phân vô cơ thúc đẩy sinh trưởng ban đầu, phân hữu cơ có thể cung cấp dinh dưỡng ổn định, cho năng suất tương đương về sau. Dữ liệu này phù hợp với công bố của Shahwar

và cs. (2023) cho thấy tiềm năng cung cấp dinh dưỡng liên tục của phân bón hữu cơ sinh học.

Ở vụ thứ hai, kết quả từ Bảng 8 cho thấy năng suất ở nghiệm thức T5 (100% phân BOF) (1,120 tấn/1000 m²) thấp nhất. Như vậy, chỉ dùng phân BOF có thể không tối ưu cho canh tác bền vững nếu không bổ sung dinh dưỡng. Ngược lại, ở nghiệm thức T3 (50% vô cơ + 50% phân BOF) cho năng suất cao nhất (1,313 tấn/1000 m²).

Nhìn chung, nghiên cứu cho thấy việc kết hợp phân hữu cơ và phân vô cơ đã làm năng suất hoặc có giá trị đạt tương đương hoặc không thấp hơn so với chỉ dùng phân vô cơ riêng lẻ. Nghiên cứu này phù hợp với công bố của Atieno và cs. (2020) về lợi ích của phân bón hữu cơ cho nông nghiệp bền vững. Tuy nhiên, cần xem xét kỹ nghiệm thức và liều lượng bón để đảm bảo năng suất ổn định.

Bảng 8. Ảnh hưởng của phân bón đến năng suất rau muống qua hai vụ trồng

Nghiem thức	Vụ 01 (tấn/ha)	Vụ 02 (tấn/ha)
T1	1,413 ^a ± 0,05	1,273 ^{ab} ± 0,09
T2	1,413 ^a ± 0,07	1,273 ^{ab} ± 0,03
T3	1,113 ^{ab} ± 0,05	1,313 ^a ± 0,09
T4	0,973 ^b ± 0,08	1,233 ^b ± 0,06
T5	1,173 ^{ab} ± 0,09	1,120 ^c ± 0,02
CV%	20,8	17,3

Các giá trị trung bình trong cùng cột có cùng chữ cái thể hiện không khác biệt ý nghĩa thống kê (phép thử Duncan, $P \leq 0,05$). Sự khác biệt ý nghĩa thống kê giữa các hàng (cùng ngày, khác vụ), xác định qua T-test ($P \leq 0,05$), được biểu thị bằng ký hiệu riêng (vd: x, y).

4. KẾT LUẬN

Bón phối hợp phân hữu cơ và vô cơ đã giúp rau muống sinh trưởng và đạt năng suất tốt hơn. Rau muống sinh trưởng tốt hơn về chiều cao, kích thước lá và số lá, tùy giai đoạn và mùa vụ. Nghiệm thức T3 (50% vô cơ + 50% phân BOF) cho năng suất cao nhất (1,313 tấn/1000 m²) vụ thứ hai, cho thấy sự cân bằng này hiệu quả để tăng năng suất bền vững. Ngoài ra, các chỉ tiêu hóa và sinh học của đất cũng được cải thiện và ổn định hơn khi chỉ dùng phân hữu cơ. Kết quả khẳng định tiềm năng của việc dùng phân hữu cơ trong trồng rau muống do giảm dùng phân hóa học. Cần tập trung vào việc đánh giá hiệu quả dài hạn của nghiệm thức trên qua nhiều mùa vụ.

LỜI CẢM ƠN

Tác giả xin bày tỏ lời cảm ơn đến Trường Đại học Trà Vinh đã tạo điều kiện thực hiện công trình nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Adedokun, M.A., Ogundiran, M.A., & Alatis, S.P. (2019). Preliminary assessment of water spinach (*Ipomoea aquatica*) and morning glory (*Ipomoea asarifolia*) leaves meals as non-conventional fish feed stuffs. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 7(5), 446-450.
- Assefa, S., & Tadesse, S. (2019). The principal role of organic fertilizer on soil properties and agricultural productivity-a review. *Agricultural Research & Technology: Open Access Journal*, 22(2), 556192. DOI: 10.19080/ARTOAJ.2019.22.556192.
- Atieno, M., Herrmann, L., Nguyen, H.T., Phan, H.T., Nguyen, N.K., Srean, P., Than, M.M.,

- Zhiyong, R., Tittabutr, P., Shutsrirung, A., & Bräu, L. (2020). Assessment of biofertilizer use for sustainable agriculture in the Great Mekong Region. *Journal of Environmental Management*, 275, 111300. doi: 10.1016/j.jenvman.2020.111300.
- Bashir, K.A., Muhammad, A.Y., Muhammad, A., & Sada, S.M. (2022). Comparing the efficacy of organic and inorganic fertilizers on the growth of maize (*Zea mays* L.) plant. *Journal of Agricultural Research, Pesticides and Biofertilizers*, 3(3), 1-5. DOI: 01.2022/1.1058.
- Francioli, D., Schulz, E., Lentendu, G., Wubet, T., Buscot, F., & Reitz, T. (2016). Mineral vs. organic amendments: microbial community structure, activity and abundance of agriculturally relevant microbes are driven by long-term fertilization strategies. *Frontiers in Microbiology*, 7, 1446. DOI: 10.3389/fmicb.2016.01446.
- Gupta, A., Yadav, N., & Verma, S. (2019). Nutritional evaluation of value added products incorporated with underutilized water spinach (*Ipomoea aquatica*) leaves. *Acta Horticulturae*, 1241, 549-554. DOI: 10.17660/ActaHortic.2019.1241.81.
- Hija, M.F., Junus, M., & Kamaliyah, S.N. (2021). Effect of organic fertilizers and inorganic fertilizers on the growth of maize plant (*Zea mays* L.). *International Research Journal of Advanced Engineering and Science*, 6(2), 127-129.
- Jamaludin, A.F., Tajudin, N.S., Shahari, R., Amri, C.N., Zulkifli, M., & Jamaludin, M.A. (2021). Effectiveness of organic and inorganic fertilizer in enhancing growth of *Ipomoea aquatica* (Water spinach) in two different types of soil. *Tropical Agrobiodiversity (TRAB)*, 2(1), 45-50. DOI: 10.26480/trab.01.2021.45.50.

- Jiang, Y., Zhang, J., Manuel, D.B., De Beeck, M.O., Shahbaz, M., Chen, Y., Deng, X., Xu, Z., Li, J., & Liu, Z. (2022). Rotation cropping and organic fertilizer jointly promote soil health and crop production. *Journal of Environmental Management*, 315, 115190. DOI: 10.1016/j.jenvman.2022.115190.
- Joshi, P., Kumari, A., Chauhan, A.K., & Singh, M. (2021). Development of water spinach powder and its characterization. *Journal of Food Science and Technology*, 58, 3533-3539. DOI: 10.1007/s13197-021-05058-9.
- Kumar, S., Baudhh, K., Barman, S.C., & Singh, R.P. (2014). Amendments of microbial biofertilizers and organic substances reduces requirement of urea and DAP with enhanced nutrient availability and productivity of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Ecological Engineering*, 71, 432-437. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2014.07.007.
- Khalil, N.H., & Agah, R.J. (2017). Effect of chemical, organic and bio fertilization on growth and yield of strawberry plant. *International Journal of Advanced Chemical Engineering and Biological Sciences*, 4(1), 5. DOI: 10.15242/IJACEBS.ER0117012.
- Lanna, N.B., Silva, P.N., Colombari, L.F., Corrêa, C.V., & Cardoso, A.I. (2018). Residual effect of organic fertilization on radish production. *Horticultura Brasileira*, 36(1), 47-53. DOI: 10.1590/S0102-053620180108.
- Lina, S.B., Maranguit, D.S., Asio, V.B., Sabijon, J.R., Demain, K.L., & Bolledo, A.B. (2014). Growth performance of corn as influenced by the combined application of organic and inorganic fertilizers in a marginal upland soil. *Annals of Tropical Research*, 36(2), 16-29. DOI: 10.32945/atrc36s2.2014.
- Machado, R.M., Alves-Pereira, I., Lourenço, D., & Ferreira, R.M. (2020). Effect of organic compost and inorganic nitrogen fertigation on spinach growth, phytochemical accumulation and antioxidant activity. *Heliyon*, 6(9), e05085. DOI: 10.1016/j.heliyon.2020.e05085.
- Martin, A.R., Mariani, R.O., Dörr de Quadros, P., & Fulthorpe, R.R. (2022). The influence of biofertilizers on leaf economics spectrum traits in a herbaceous crop. *Journal of Experimental Botany*, 73(22), 7552-7563. DOI: 10.1093/jxb/erac373.
- Martinez, D.A., Loening, U.E., Graham, M.C., & Gathorne-Hardy, A. (2021). When the Medicine Feeds the Problem; Do Nitrogen Fertilisers and Pesticides Enhance the Nutritional Quality of Crops for Their Pests and Pathogens? *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 701310. DOI: 10.3389/fsufs.2021.701310.
- Mary, J.A., & Nithiya, T. (2015). Effect of organic and inorganic fertilizer on growth, phenolic compounds and antioxidant activity of *Solanum nigrum* L. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 4(5), 808-822.
- Noor, N.M., Ropi, N.A., & Leong, H.Y. (2022). Effects of organic, inorganic and compound fertilizer on growth and quality of water spinach (*Ipomoea aquatica*) under polyculture condition. *Journal of Agrobiotechnology*, 13(1), 1-12. DOI: 10.37231/jab.2022.13.1.247.
- Nga, B.T., Dat, N.V. (2014). Effects of using sewage sludge compost in growing lettuces (*Lactuca sativa* var. *capitata* L.) in the suburban area of Can Tho City. *Can Tho University Journal of Science*, 33(2014), 92-100.
- Panday, D., Bhusal, N., Das, S., & Ghalegholabbebhahani, A. (2024). Rooted in nature: The rise, challenges, and potential of organic farming and fertilizers in agroecosystems. *Sustainability*, 16(4), 1530. DOI: 10.3390/su16041530.
- Paramesh, V., Mohan Kumar, R., Rajanna, G.A., Gowda, S., Nath, A.J., Madival, Y., Jinger, D., Bhat, S., & Toraskar, S. (2023). Integrated nutrient management for improving crop yields, soil properties, and reducing greenhouse gas emissions. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, 1173258. DOI: 10.3389/fsufs.2023.1173258.
- Patel, P.K., & Prasad, R. (2022). Studies on effect of different organic manures and biofertilizers on plant growth, green leaf yield of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) cv. Hisar Suvarna. *International Journal of Agricultural Sciences*, 18(1), 145-148. DOI: 10.15740/HAS/IJAS/18.1/145-148.
- Pohan, S.D. (2021). The effect of organic fertilizers on growth and yield of water spinach (*Ipomoea reptans* Poir). *JERAMI*:

- Indonesian Journal of Crop Science*, 3(2), 37-44.
- Rabbani, M. (2023). Organic and Inorganic Fertilizers on the Growth of Chili Plants: a Comparative Analysis. *Cakrawala Repositori IMWI*, 6(2), 1093-1100. DOI: 10.52851/cakrawala.v6i2.310.
- Roba, T.B. (2018). Review on: The effect of mixing organic and inorganic fertilizer on productivity and soil fertility. *Open Access Library Journal*, 5, e4618. DOI: 10.4236/oalib.1104618.
- Roy, S., Zilani, M.N., Alrashada, Y.N., Islam, M.M., Akhe, F.K., Uddin, S.J., & Sarower, M.G. (2022). Profiling of bioactive compounds and antioxidant activity of aquatic weed *Ipomoea aquatica*. *Aquaculture, Fish and Fisheries*, 2(5), 425-435. DOI: 10.1002/aff2.56.
- Setiawati, M.R., Aini, H.F., Suryatmana, P., & Hindersah, R. (2019). Application of inorganic fertilizer and bio-fertilizer on chlorophyll content, pH, and leaves number of pak choi (*Brassica rapa* L.) in hydroponics. *International Journal of Agricultural, Environmental and Biological Research*, 4(04), 269-278. DOI: 10.35410/IJAEB.2019.4423.
- Shahwar, D., Mushtaq, Z., Mushtaq, H., Alqarawi, A.A., Park, Y., Alshahrani, T.S., & Faizan, S. (2023). Role of microbial inoculants as bio fertilizers for improving crop productivity: A review. *Heliyon*, 9(6), e16134. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e16134.
- Shaji, H., Chandran, V., & Mathew, L. (2021). Organic fertilizers as a route to controlled release of nutrients. In: *Controlled release fertilizers for sustainable agriculture* Academic Press. pp. 231-245.
- Vishvkarma, D., Lekhi, R., Singh, K.V., & Mandloi, V. (2020). Effect of bio-fertilizers with levels of fertilizer on yield attributes and economic of onion bulb. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(6), 2296-2299.