

EFFECT OF INORGANIC FERTILIZER AND ORGANIC FISH FERTILIZER ON THE GROWTH AND YIELD OF SPINACH (*Spinacia* sp.) IN AEROPONIC SYSTEM

Le Huu Dat^{1,2}, Nguyen Trinh Nhat Hang³, Ngo Xuan Quang^{2,4*}, Nguyen Tuan Phong⁵, Tran Thi Thua¹

¹Tien Giang Center of Applied Research and Science Technology Services

²Graduate University of Science and Technology - Vietnam Academy of Science and Technology

³Tien Giang University, ⁴Institute of Tropical Biology - Vietnam Academy of Science and Technology

⁵Tien Giang Department of Science and Technology

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 16/7/2024	The objective of study is to determine effects of inorganic fertilizers and organic fish fertilizers on growth and yield of spinach in aeroponic system. The study was conducted in 2024 at Tien Giang Center of Applied Research and Science Technology Services. The experiment was arranged in a completely randomized design with seven treatments and three replications. The treatments were included components as NT1 (1400 ppm inorganic fertilizer – control); NT2 (1120 ppm inorganic fertilizer + 280 ppm organic fish fertilizer); NT3 (840 ppm inorganic fertilizer + 560 ppm organic fish fertilizer); NT4 (700 ppm inorganic fertilizer + 700 ppm organic fish fertilizer); NT5 (560 ppm inorganic fertilizer + 840 ppm organic fish fertilizer); NT6 (280 ppm inorganic fertilizer + 1120 ppm organic fish fertilizer); NT7 (1400 ppm organic fish fertilizer). The result showed that spinach grew well in the aeroponic systems when treated with NT1 (1400 ppm inorganic fertilizer) and NT4 (700 ppm inorganic fertilizer + 700 ppm organic fish fertilizer) with corresponding tree height results 38.90 cm; 38.97 cm; plant weight 87.07 g/plant; 87.03 g/plant and yield 4.04 kg/m ² ; 4.00 kg/m ² higher than other treatments.
Revised: 16/10/2024	
Published: 17/10/2024	
KEYWORDS	
Aeroponic system	
Inorganic fertilizer	
Organic fish fertilizer	
The growth	
Spinach	

ẢNH HƯỞNG CỦA PHÂN VÔ CƠ VÀ PHÂN CÁ HỮU CƠ ĐẾN SINH TRƯỞNG VÀ NĂNG SUẤT CỦA CẢI BÓ XÔI (*Spinacia* sp.) TRÊN HỆ THỐNG KHÍ CANH

Lê Hữu Đạt^{1,2}, Nguyễn Trinh Nhất Hằng³, Ngô Xuân Quảng^{2,4*}, Nguyễn Tuấn Phong⁵, Trần Thị Thua¹

¹Trung tâm Nghiên cứu Ứng dụng và Dịch vụ Khoa học Công nghệ Tiền Giang

²Học viện Khoa học và Công nghệ - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

³Trường Đại học Tiền Giang, ⁴Viện Sinh học nhiệt đới - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

⁵Sở Khoa học và Công nghệ Tiền Giang

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 16/7/2024	Mục tiêu của nghiên cứu này nhằm xác định ảnh hưởng của phân vô cơ và phân cá hữu cơ đến sinh trưởng và năng suất của cải bó xôi trong hệ thống khí canh. Nghiên cứu được thực hiện vào năm 2024 tại Trung tâm Nghiên cứu Ứng dụng và Dịch vụ Khoa học Công nghệ Tiền Giang. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 7 nghiệm thức và 3 lần lặp lại, bao gồm: NT1 (phân vô cơ 1400 ppm - đối chứng); NT2 (phân vô cơ 1120 ppm + phân cá hữu cơ 280 ppm); NT3 (phân vô cơ 840 ppm + phân cá hữu cơ 560 ppm); NT4 (phân vô cơ 700 ppm + phân cá hữu cơ 700 ppm); NT5 (phân vô cơ 560 ppm + phân cá hữu cơ 840 ppm); NT6 (phân vô cơ 280 ppm + phân cá hữu cơ 1120 ppm) và NT7 (phân cá hữu cơ 1400 ppm). Kết quả cho thấy cải bó xôi sinh trưởng tốt trên hệ thống khí canh khi dùng NT1 (phân vô cơ 1400 ppm) và NT4 (phân vô cơ 700 ppm + phân cá hữu cơ 700 ppm) với kết quả về chiều cao cây đạt tương ứng 38,90 cm; 38,97 cm; trọng lượng cây đạt 87,07 g/cây; 87,03 g/cây và năng suất đạt 4,04 kg/m ² ; 4,00 kg/m ² cao hơn các nghiệm thức khác.
Ngày hoàn thiện: 16/10/2024	
Ngày đăng: 17/10/2024	
TỪ KHÓA	
Hệ thống khí canh	
Phân vô cơ	
Phân cá hữu cơ	
Sự sinh trưởng	
Cải bó xôi	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.10776>

* Corresponding author. Email: ngoxuanq@gmail.com

1. Giới thiệu

Cải bó xôi (*Spinacia sp.*) là loại rau ăn lá giàu dinh dưỡng [1]. Cải bó xôi thường phát triển tốt ở nơi khí hậu mát và ẩm [2], thích hợp trồng trong nhà kính vì cho năng suất cao trong thời gian ngắn [3]. Rau trồng trên đất rất dễ bị sâu bệnh, sự thiếu hụt chất dinh dưỡng trong đất cũng ảnh hưởng đến sự sinh trưởng, phát triển và năng suất của rau, môi trường ô nhiễm gây ảnh hưởng chất lượng và an toàn thực phẩm [4]. Trồng rau không cần đất như thủy canh và khí canh, là một trong những giải pháp giúp tiết kiệm nước và phân bón [5], tăng sản lượng nông sản trên một đơn vị diện tích [6]. Kết quả nghiên cứu về dinh dưỡng hữu cơ trên khoai tây ghi giun đất được thủy phân thành hữu cơ dạng lỏng dùng để sản xuất nhân giống khoai tây trên hệ thống khí canh. Mật rỉ đường, xác bã bia, lá mía là những nguyên liệu dùng để sản xuất phân hữu cơ dạng lỏng, cho năng suất và chất lượng cây rau xà lách tương đương khi sử dụng dinh dưỡng vô cơ trong hệ thống thủy canh [7], [8]. Các phụ phẩm cá, bã bia, bánh ngô, bột cá, bã thực vật được ủ làm phân hữu cơ dạng lỏng, dung dịch trùn quế thủy phân được sử dụng làm dung dịch hữu cơ sử dụng trong thủy canh và khí canh [8], [9]. Việc sử dụng phân hữu cơ dạng lỏng thay thế hoặc bổ sung cho phân bón hóa học được xem là giải pháp mới cho việc trồng thủy canh [10]. Kết hợp phân cá hữu cơ và phân vô cơ làm chất dinh dưỡng dạng lỏng là giải pháp thiết thực để sản xuất khí canh theo hướng sản xuất hữu cơ [11].

Hiện nay, các nghiên cứu về liều lượng và sự kết hợp của phân vô cơ với phân cá hữu cơ đến sinh trưởng và năng suất của cải bó xôi trồng trên hệ thống khí canh còn hạn chế. Vì vậy, nghiên cứu này nhằm xác định hàm lượng dinh dưỡng phân vô cơ kết hợp với phân cá hữu cơ trong dung dịch dinh dưỡng nào là hợp lý, giúp cải bó xôi sinh trưởng tạo năng suất ổn định trên hệ thống khí canh.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu, hóa chất, thiết bị

2.1.1. Vật liệu

Giống cải bó xôi F1 Turkana do công ty Rạng Đông phân phối.

2.1.2. Hóa chất, thiết bị

Hệ thống khí canh

Hệ thống khí canh có kích thước dài 1 m, rộng 1 m, cao 0,8 m, có 49 lỗ.

Dung dịch dinh dưỡng

Phân vô cơ dựa trên công thức Howard Resh [12]: Dinh dưỡng (A) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe}(\text{EDTA})$, KNO_3 và dinh dưỡng (B) H_3BO_3 , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, H_3PO_4 , KH_2PO_4 , $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (bảng 1).

Bảng 1. Chất dinh dưỡng chính trong phân vô cơ

Chất dinh dưỡng	Nồng độ (g/l)
N-NH ₄	0,54
N-NO ₃	0,35
P	0,40
K	0,35
Ca	0,17
Mg	0,08
Na	0,04
Fe	0,09
Zn	0,03
B	0,03
Cu	0,04

Phân cá hữu cơ của Trung tâm Nghiên cứu Ứng dụng và Dịch vụ Khoa học Công nghệ Tiền Giang. Phân cá hữu cơ được phân tích về pH_{H2O}, tổng P, tổng N, tổng K, hàm lượng Ca, Mg, Cu, Zn, Mn, Fe (bảng 2).

Bảng 2. Phân cá hữu cơ của Trung tâm Nghiên cứu Ứng dụng và Dịch vụ Khoa học Công nghệ Tiền Giang (kết quả phân tích tại: **Trung tâm Kỹ thuật Tiêu Chuẩn Đo lường Chất lượng 3**)

Tên chỉ tiêu	Phương pháp thử	Kết quả
pH _{H2O} (dung dịch nguyên)	TCVN 13263-9:2020 (*)	3,9
Hàm lượng Nitơ (N) tổng, % (m/m)	TCVN 10682:2015 (*)	0,68
Hàm lượng Photpho (P ₂ O ₅) tổng, % (m/m)	TCVN 8563:2010- (UV-VIS)	0,46
Hàm lượng Kali (K ₂ O) tổng, % (m/m)	TCVN 8562:2010- (FES)	0,51
Hàm lượng Canxi (Ca), % (m/m)	TCVN 9284:2018 - (F-AAS)	0,357
Hàm lượng Magie (Mg), % (m/m)	TCVN 9285:2018 - (F-AAS) (*)	0,0550
Hàm lượng Đồng (Cu), mg/kg (ppm)	TCVN 9286:2018 - (F-AAS) (*)	Không phát hiện
Hàm lượng Kẽm (Zn), % (m/m)	TCVN 9289:2012 - (F-AAS) (*)	Nhỏ hơn 0,0010
Hàm lượng Mangan (Mn), mg/kg (ppm)	TCVN 9288:2012 - (F-AAS) (*)	Không phát hiện
Hàm lượng Sắt (Fe), % (m/m)	TCVN 9283:2018 - (F-AAS) (*)	0,0046

Giá thể và cây con

Giá thể là rockwool, hạt giống cải bó xôi F1 Turkana được ngâm với nước ấm tỉ lệ 2 sôi : 3 lạnh trong 4 giờ. Sau đó, được để ráo và giữ ẩm trong rockwool 24 giờ. Tiếp theo, hạt được cho vào khay có chứa sẵn rockwool (khay kích thước dài 49, rộng 28 cm, cao 5 cm, có 84 lỗ). Sau 5 ngày hạt nảy mầm đều hình thành 2 lá mầm, chiều cao cây dao động từ 1,5 - 2,5 cm sẽ được tiến hành thí nghiệm.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên (CRD) với 7 nghiệm thức và 3 lần lặp lại. Các nghiệm thức là NT1 (1400 ppm phân vô cơ - đối chứng), NT2 (1120 ppm phân vô cơ + 280 ppm phân cá hữu cơ), NT3 (840 ppm phân vô cơ + 560 ppm phân cá hữu cơ), NT4 700 ppm (phân vô cơ + 700 ppm phân cá hữu cơ), NT5 (560 ppm phân vô cơ + 840 ppm phân cá hữu cơ), NT6 (280 ppm phân vô cơ + 1120 ppm phân cá hữu cơ), NT7 (1400 ppm phân cá hữu cơ) (bảng 3).

Hệ thống khí canh được lập trình tự động phun 40 giây và ngưng 4 phút, tạo hạt sương mù 50 µm và dung dịch dinh dưỡng thừa sẽ trở về bể chứa dinh dưỡng, quá trình lặp đi lặp lại trong suốt thời gian thí nghiệm, dung dịch dinh dưỡng sẽ được thay mới vào 15 ngày sau trồng. Độ pH duy trì ở mức 6,0. Thí nghiệm được bố trí trong nhà màng có mái che với cường độ ánh sáng 10.000 - 50.000 lux. Mật độ trồng: 49 lỗ/1m².

Bảng 3. Nghiệm thức thí nghiệm

Nghiệm thức	Phân vô cơ	Phân cá hữu cơ	Ghi chú
NT1 (Đối chứng)	1400 ppm	0 ppm	pH = 6,0
NT2	1120 ppm	280 ppm	
NT3	840 ppm	560 ppm	
NT4	700 ppm	700 ppm	
NT5	560 ppm	840 ppm	
NT6	280 ppm	1120 ppm	
NT7	0 ppm	1400 ppm	

2.2.2. Các chỉ tiêu theo dõi

Chỉ tiêu sinh trưởng ghi nhận 5 ngày/lần, bao gồm: Số lá/cây, chiều cao cây (cm), kích thước lá (cm) chọn lá trên cây phát triển tốt và to, đo chiều dài và rộng lá. Chiều dài rễ (cm) ghi nhận ở 30 ngày sau trồng. Chỉ tiêu năng suất ghi nhận ở 30 ngày sau trồng, bao gồm: Khối lượng cây (g/cây), năng suất thực tế (kg/m²).

2.2.3. Xử lý số liệu

Dữ liệu được thu thập và phân tích bằng phương pháp thống kê phân tích phương sai 2 nhân tố và kiểm định phân hạng Duncan để so sánh các giá trị trung bình được xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel và phần mềm R.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Khảo sát nhiệt độ và độ ẩm của hệ thống nuôi trồng khí canh

Trong hệ thống khí canh, nhiệt độ và độ ẩm là điều kiện cần thiết để thực vật sinh trưởng và phát triển [13]. Chúng tôi đã khảo sát nhiệt độ và độ ẩm cụ thể của hệ thống nuôi trồng khí canh bằng cách đo nhiệt độ vùng rễ, bên trong hệ thống nuôi trồng khí canh. Kết quả cho thấy, nhiệt độ nhà màng dao động trong khoảng 33,3°C - 35,2°C từ 7 giờ đến 17 giờ và khoảng 28,9°C - 30,2°C từ 17 giờ đến 7 giờ hôm sau, nhiệt độ nhà màng dao động khoảng 31,1°C - 32,7°C. Tuy nhiên, do bề dinh dưỡng nằm trong đất nên nhiệt độ trong dinh dưỡng duy trì 28,7°C - 30,1°C và nhiệt độ trong hệ thống duy trì ở 29,6°C - 30,5°C. Độ ẩm nhà màng vào mùa khô tương đối thấp 56,4% - 68,0%, ở chế độ phun 40 giây và nghỉ 4 phút của hệ thống, độ ẩm trong hệ thống luôn duy trì ở khoảng 99% (bảng 4). Theo Lakhiar (2018), nhiệt độ trong hệ thống không được cao hơn 30°C và thấp hơn 4°C. Độ ẩm trong hệ thống duy trì ở 100% [13]. Kết quả khảo sát bảng 4 cho thấy nhiệt độ và độ ẩm trong hệ thống khí canh của chúng tôi đáp ứng tốt cho việc nuôi trồng.

Bảng 4. Nhiệt độ và độ ẩm trong và ngoài hệ thống khí canh

Chỉ tiêu	Ngày 05	Ngày 10	Ngày 15	Ngày 20	Ngày 25	Ngày 30
Nhiệt độ NM (°C)	31,1 ± 3,1	31,4 ± 3,2	31,9 ± 3,4	32,0 ± 3,6	32,7 ± 3,5	31,8 ± 3,4
Nhiệt độ THT (°C)	29,6 ± 0,6	29,8 ± 0,4	30,2 ± 0,3	30,2 ± 0,1	30,5 ± 0,3	29,5 ± 0,2
Nhiệt độ DD (°C)	28,7 ± 0,1	29,3 ± 0,1	29,8 ± 0,2	30,0 ± 0,4	30,1 ± 0,1	29,2 ± 0,1
Độ ẩm NM (%)	66,8 ± 8,8	64,2 ± 7,9	62,3 ± 8,7	61,4 ± 8,8	56,4 ± 9,1	68,0 ± 8,4
Độ ẩm THT (%)	99 ± 0	99 ± 0	99 ± 0	99 ± 0	99 ± 0	99 ± 0

Ghi chú: NM: nhà màng, THT: trong hệ thống, DD: dinh dưỡng.

3.2. Ảnh hưởng của phân vô cơ và phân cá hữu cơ đến sinh trưởng của cải bó xôi

Bảng 5. Số lá trên cây cải bó xôi ghi nhận ở các nghiệm thức

Nghiệm thức	Số lá trên cây (lá) (NST)					
	5	10	15	20	25	30
NT1	2,03	3,97 ^a	8,13 ^a	13,87 ^a	20,93 ^a	27,23 ^a
NT2	2,00	3,77 ^{ab}	7,77 ^{ab}	12,67 ^b	19,90 ^a	26,23 ^b
NT3	2,00	3,63 ^{ab}	7,63 ^{ab}	13,10 ^{ab}	20,13 ^a	26,90 ^{ab}
NT4	2,00	3,53 ^{ab}	7,73 ^{ab}	13,30 ^{ab}	20,37 ^a	27,10 ^{ab}
NT5	2,03	3,93 ^a	8,07 ^a	13,30 ^{ab}	20,47 ^a	27,00 ^{ab}
NT6	2,03	3,70 ^{ab}	7,83 ^{ab}	13,07 ^{ab}	20,40 ^a	26,83 ^{ab}
NT7	2,00	3,40 ^b	7,27 ^b	11,47 ^c	15,73 ^b	20,17 ^c
F	ns	*	**	***	***	***
CV(%)	1,78	6,69	4,24	6,13	9,01	9,43

Ghi chú: *, **, *** có mức ý nghĩa 5, 1, 0,1%, giá trị trung bình được phân hạng theo phép thử Duncan bằng các chữ cái a, b, c để so sánh giá trị trung bình của các nghiệm thức. NST: ngày sau trồng.

Số lá của cây tăng trong suốt quá trình sinh trưởng và phát triển. Ở giai đoạn 5 ngày sau trồng, số lá trên cây ở tất cả các nghiệm thức không có sự khác biệt, số lá trên cây dao động từ 2,00 – 2,03 lá/cây. Giai đoạn từ 10 ngày sau trồng đến 15 ngày sau trồng, hai nghiệm thức NT1 và NT5 thấy sự khác biệt với các nghiệm thức còn lại, số lá tăng nhanh và đạt cao nhất sau 15 ngày là 8,13 (NT1) và 8,07 (NT5) (bảng 5). Ở giai đoạn 20 ngày sau trồng, các nghiệm thức không có sự khác biệt nhiều về số lá/cây, số lá đạt cao nhất ở NT1 và thấp nhất ở NT7. Ở giai đoạn 25 - 30 ngày sau trồng, các nghiệm thức NT1 - NT6, không có sự khác biệt nhưng có sự khác biệt so với nghiệm thức NT7. Như

vậy, đối với chỉ tiêu số lá/cây sau 30 ngày sau trồng cho thấy các nghiệm thức không có sự khác biệt nhiều về số lá/cây, số lá đạt cao nhất là 27,23 (NT1) và thấp nhất là 20,17 (NT7).

Về chỉ số chiều cao cây, số liệu bảng 6 cho thấy chiều cao của cây phát triển tăng dần suốt quá trình thí nghiệm. Ở giai đoạn 5 ngày sau trồng, nghiệm thức NT1 (5,43 cm) đã thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê với các nghiệm thức NT4, NT2, NT6 và NT7 (4,93 cm; 4,87 cm; 4,80 cm; 4,70 cm). Ở giai đoạn 10 ngày sau trồng, kết quả bảng 6 ghi nhận có sự khác biệt qua thống kê giữa các nghiệm thức. Nghiệm thức NT1 có chiều cao cây cao nhất đạt 10,43 cm, thấp nhất là nghiệm thức NT7 đạt 7,67 cm. Vào giai đoạn 15 ngày sau trồng, các nghiệm thức NT1 - NT5 có sự khác biệt với nghiệm thức NT7. Ở giai đoạn 20 ngày sau trồng, nghiệm thức NT1 không có sự khác biệt với nghiệm thức NT2 nhưng khác biệt với các nghiệm thức còn lại. Vào giai đoạn 25 ngày, các nghiệm thức NT1 - NT4 không có sự khác biệt, cho chiều cao cây dao động từ 32,47 cm đến 32,03 cm. Nghiệm thức NT7 có chiều cao cây thấp nhất là 29,13 cm. Vào giai đoạn 30 ngày, chiều cao cây của 2 nghiệm thức NT1, NT4 đạt cao lần lượt là 38,90 cm và 38,97 cm, khác biệt so với nghiệm thức NT7, nghiệm thức NT7 đạt thấp nhất là 36,47 (bảng 6).

Bảng 6. Chiều cao cây cải bó xôi ghi nhận ở các nghiệm thức

Nghiệm thức	Chiều cao cây (cm) (NST)					
	5	10	15	20	25	30
NT1	5,43 ^a	10,43 ^a	17,20 ^a	25,73 ^a	32,47 ^a	38,90 ^a
NT2	4,87 ^c	9,60 ^b	16,97 ^{ab}	25,13 ^{ab}	31,77 ^{ab}	38,20 ^{abc}
NT3	4,97 ^{bc}	9,53 ^b	16,57 ^{ab}	24,97 ^b	31,83 ^{ab}	38,50 ^{ab}
NT4	4,93 ^c	9,50 ^b	16,63 ^{ab}	24,97 ^b	32,03 ^{ab}	38,97 ^a
NT5	5,23 ^{ab}	9,23 ^{bc}	16,43 ^{ab}	24,53 ^{bc}	31,63 ^b	38,03 ^{bc}
NT6	4,80 ^c	8,67 ^c	16,27 ^b	24,00 ^c	31,37 ^b	37,67 ^c
NT7	4,70 ^c	7,67 ^d	14,53 ^c	22,00 ^d	29,13 ^c	36,47 ^d
F	***	***	***	***	***	***
CV(%)	5,18	9,11	5,27	4,77	3,35	2,22

Ghi chú: *** có mức ý nghĩa 0,1%, giá trị trung bình được phân hạng theo phép thử Duncan bằng các chữ cái a, b, c, d để so sánh giá trị trung bình của các nghiệm thức. NST: ngày sau trồng.

Bảng 7. Chiều dài lá cải bó xôi ghi nhận ở các nghiệm thức

Nghiệm thức	Chiều dài lá (cm) (NST)					
	5	10	15	20	25	30
NT1	3,03 ^a	5,77 ^a	9,60 ^a	14,00 ^a	17,87 ^a	22,97 ^{ab}
NT2	2,73 ^{ab}	5,47 ^{ab}	9,40 ^a	13,67 ^a	17,57 ^a	22,27 ^{ab}
NT3	2,63 ^{ab}	5,20 ^{bc}	9,27 ^a	13,37 ^{ab}	17,50 ^a	22,53 ^{ab}
NT4	2,77 ^{ab}	5,17 ^{bc}	9,27 ^a	13,47 ^{ab}	17,77 ^a	23,20 ^a
NT5	2,87 ^{ab}	5,17 ^{bc}	8,47 ^{ab}	13,37 ^{ab}	17,37 ^a	22,20 ^b
NT6	2,67 ^{ab}	4,97 ^c	8,37 ^b	12,77 ^b	17,23 ^a	22,10 ^b
NT7	2,57 ^b	4,20 ^d	7,33 ^c	11,93 ^c	15,27 ^b	20,23 ^c
F	*	***	***	***	***	***
CV(%)	7,05	9,43	8,80	5,17	5,07	4,33

Ghi chú: *, *** có mức ý nghĩa 5, 0,1%, giá trị trung bình được phân hạng theo phép thử Duncan bằng các chữ cái a, b, c, d để so sánh giá trị trung bình của các nghiệm thức. NST: ngày sau trồng.

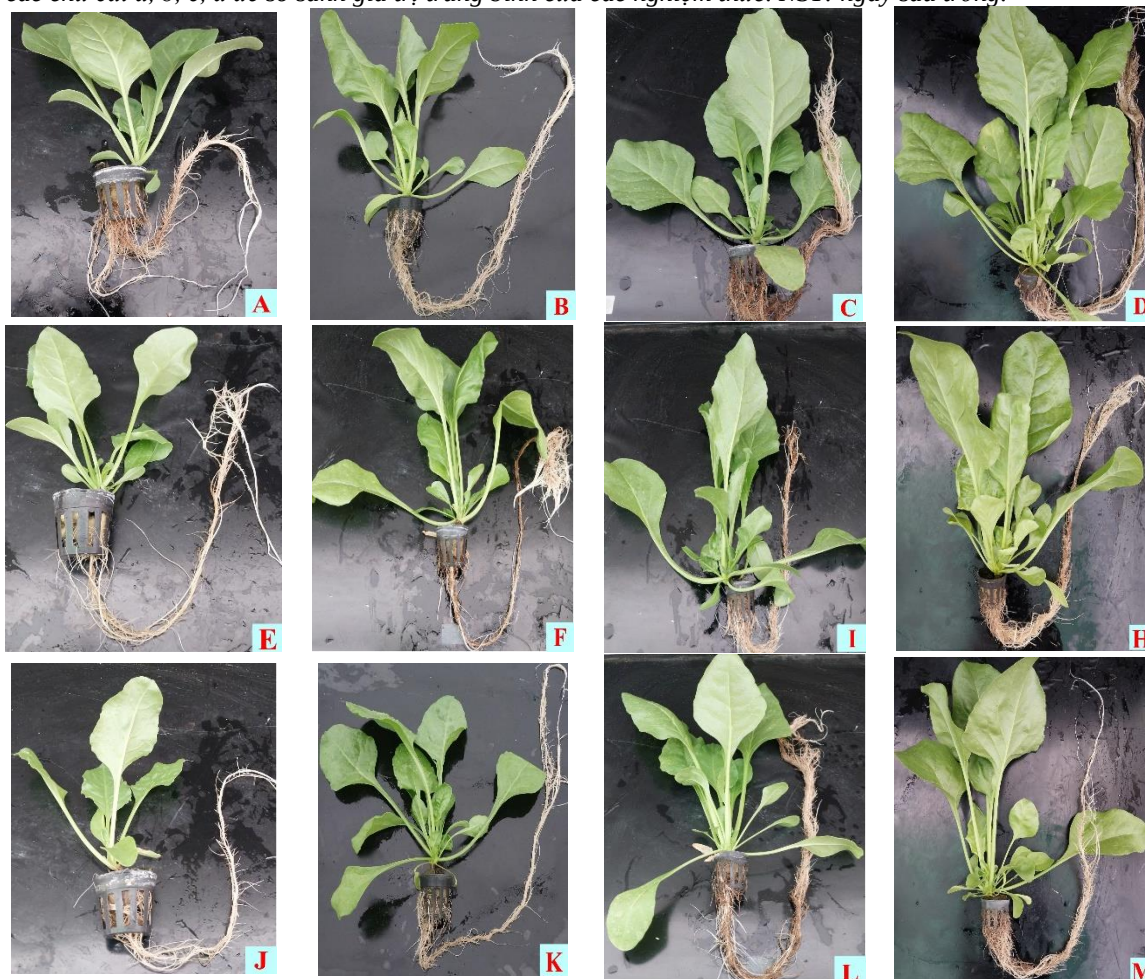
Lá phát triển lớn dần theo từng giai đoạn phát triển của cây. Chiều rộng và chiều dài lá liên quan đến chỉ số diện tích lá và năng suất của cây. Chiều dài lá tăng nhanh ở giai đoạn 15 ngày sau trồng đến 30 ngày sau trồng (bảng 7). Ở 5 ngày sau trồng, nghiệm thức NT1 có chiều dài lá lớn nhất (3,03 cm) có sự khác biệt với nghiệm thức NT7 (2,57 cm). Ở giai đoạn 10 ngày sau trồng, các nghiệm thức NT1 - NT5 cho kết quả không khác biệt, chiều dài lá từ 5,17 – 5,77 cm. Kém nhất là NT7 với chiều dài lá chỉ đạt 4,2 cm. Ở giai đoạn 15 ngày sau trồng, các nghiệm thức NT1 - NT4 không có sự khác biệt qua thống kê, chiều dài lá đạt từ 9,60 đến 9,27 cm nhưng có sự khác biệt so với nghiệm thức NT7 (7,33 cm). Tương tự vào giai đoạn 20 ngày, các nghiệm thức NT1- NT5 chiều dài lá đạt từ 13,37 đến 14,00 cm, khác biệt so với nghiệm thức NT7 đạt

thấp nhất là 11,93 cm. Giai đoạn 25 ngày sau trồng, nghiệm thức NT1 - NT6 có sự khác biệt có ý nghĩa so với nghiệm thức NT7. Ở 30 ngày sau trồng, chiều dài lá ở nghiệm thức NT1, NT2, NT3, NT4 cho chiều dài lá từ 22,27 cm đến 23,20 cm đạt cao có khác biệt với nghiệm thức NT7 có chiều dài lá chỉ 20,23 cm (bảng 7).

Bảng 8. Chiều rộng lá cải bó xôi ghi nhận ở các nghiệm thức

Nghiệm thức	Chiều rộng lá (cm) (NST)					
	5	10	15	20	25	30
NT1	1,73 ^a	2,93 ^a	5,43 ^a	7,50 ^a	10,90 ^a	14,10 ^a
NT2	1,43 ^{abc}	2,30 ^b	4,47 ^{cd}	6,90 ^a	9,63 ^b	13,67 ^b
NT3	1,47 ^{abc}	2,53 ^{ab}	4,77 ^{bc}	6,90 ^a	10,00 ^b	13,77 ^b
NT4	1,43 ^{abc}	2,17 ^b	5,00 ^b	7,30 ^a	10,90 ^a	14,07 ^a
NT5	1,60 ^{ab}	2,43 ^{ab}	4,90 ^b	7,03 ^a	10,20 ^{ab}	13,53 ^{bc}
NT6	1,30 ^{bc}	2,20 ^b	4,70 ^{bcd}	6,87 ^a	10,17 ^b	13,30 ^{bc}
NT7	1,20 ^c	2,13 ^b	4,37 ^d	6,10 ^b	9,63 ^b	12,83 ^c
F	**	**	***	***	***	***
CV(%)	13,35	12,87	7,43	6,70	5,43	3,51

Ghi chú: **, *** có mức ý nghĩa 1, 0,1%, giá trị trung bình được phân hạng theo phép thử Duncan bằng các chữ cái a, b, c, d để so sánh giá trị trung bình của các nghiệm thức. NST: ngày sau trồng.



Hình 1. Tăng trưởng của cải bó xôi trên hệ thống khí canh ở giai đoạn 15, 20, 25, 30 ngày sau trồng lần lượt: A - D (NT1) 1400 ppm phân vô cơ (đối chứng), E - H (NT4) 700 ppm phân vô cơ + 700 ppm phân cá hữu cơ, J - M (NT7) 1400 ppm phân cá hữu cơ

Chiều rộng lá tỉ lệ thuận với sự phát triển của chiều dài lá. Ở giai đoạn 5 ngày sau trồng, không có sự khác biệt về chiều rộng lá giữa các nghiệm thức trừ nghiệm thức NT7. Giai đoạn 10 ngày sau trồng, nghiệm thức NT1, NT3, NT5 không có sự khác biệt về chiều rộng lá, dao động từ 2,43 đến 2,93 cm. Giai đoạn 15 ngày sau trồng, nghiệm thức NT1 có chiều rộng lá cao nhất là 5,43 cm, có khác biệt với các nghiệm thức còn lại. Giai đoạn 20 ngày sau trồng các nghiệm thức có chiều rộng lá tăng trưởng đều, không có sự khác biệt giữa các nghiệm thức trừ nghiệm thức NT7 có chiều rộng lá thấp nhất là 6,10 cm. Vào giai đoạn 25 ngày và 30 ngày sau khi trồng không có sự khác biệt về chiều rộng lá ở 2 nghiệm thức NT1, NT4 nhưng có khác biệt với NT6, NT7 (bảng 8).

Chiều dài rễ của cải bó xôi tỉ lệ thuận với sự phát triển của cây qua các giai đoạn phát triển khi trồng trên hệ thống khí canh (hình 1). Ghi nhận vào giai đoạn thu hoạch, 30 ngày sau khi trồng. Chiều dài rễ ở nghiệm thức NT1- NT5 không có sự khác biệt qua thống kê, chiều dài rễ dao động từ 71,07 đến 77,87 cm. Chiều dài rễ thấp nhất ghi nhận ở nghiệm thức NT7 (bảng 9). Khí canh làm tăng khả năng tiếp xúc với oxi của rễ cây, cải thiện đáng kể sự phát triển của rễ và sinh khối rễ, tỷ lệ rễ/chồi và tổng chiều dài rễ cao hơn, qua đó giúp cải thiện năng suất cây trồng [14]-[16].

3.3. Ảnh hưởng của phân vô cơ và phân cá hữu cơ đến năng suất của cải bó xôi

Khối lượng cây bao gồm tổng khối lượng thân và lá rau khi thu hoạch. Tổng số lá trên cây, chiều cao cây và kích thước lá đóng vai trò quan trọng quyết định năng suất cây trồng.

Kết quả bảng 9 ghi nhận khối lượng cây ở các nghiệm thức có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Các nghiệm thức NT1, NT4 cho khối lượng cây đạt cao, có sự khác biệt so với các nghiệm thức NT5, NT6, NT7 (bảng 9).

Về năng suất thực tế ghi nhận ở các nghiệm thức NT3, NT4, NT1 cho năng suất không khác biệt qua thống kê (năng suất lần lượt là 3,91 kg/m², 4,00 kg/m² và 4,04 kg/m²) nhưng có khác biệt so với nghiệm thức NT6 (3,74 kg/m²) và NT7 (3,44 kg/m²).

Bảng 9. Chiều dài rễ, khối lượng cây và năng suất thực tế của cây cải bó xôi ở các nghiệm thức

Nghiệm thức	Chiều dài rễ (cm)	Khối lượng cây (g/cây)	Năng suất thực tế (kg/m ²)
NT1	77,87 ^a	87,07 ^a	4,04 ^a
NT2	71,80 ^{ab}	84,83 ^{ab}	3,83 ^{bc}
NT3	72,33 ^{ab}	85,80 ^{ab}	3,91 ^{abc}
NT4	75,33 ^{ab}	87,03 ^a	4,00 ^{ab}
NT5	71,07 ^{ab}	84,13 ^b	3,81 ^{bc}
NT6	70,57 ^b	83,23 ^b	3,74 ^c
NT7	56,77 ^c	77,93 ^c	3,44 ^d
F	***	***	***
CV(%)	9,46	3,68	5,22

Ghi chú: *** có mức ý nghĩa 0,1%, giá trị trung bình được phân hạng theo phép thử Duncan bằng các chữ cái a, b, c, d để so sánh giá trị trung bình của các nghiệm thức. NST: ngày sau trồng.

Theo nghiên cứu của Nguyễn Thị Phương Dung (2019), trồng cải bó xôi trên hệ thống thủy canh kết luận, các nguyên tố khoáng trong dung dịch dinh dưỡng có ảnh hưởng trực tiếp đến sự hấp thu dinh dưỡng của cây, qua đó quyết định năng suất và chất lượng của cây cải bó xôi [17]. Phân hữu cơ sử dụng trong khí canh có thể là chất độc hại, làm giảm sinh trưởng và phát triển của cây trồng do tích tụ khoáng chất và axit hữu cơ [18], [19]. Trong hệ thống khí canh, nơi dung dịch nuôi trồng được tái chế nhiều lần. Vì vậy, điều quan trọng là phải thường xuyên đo giá trị pH và TDS của dung dịch dinh dưỡng để cây sinh trưởng tốt [13].

4. Kết luận

Nghiên cứu cho thấy, cải bó xôi trồng trên hệ thống khí canh phát triển tốt, khối lượng cây và năng suất ở nghiệm thức NT1 1400 ppm phân vô cơ (87,07 g/cây; 4,04 kg/m²) và NT4 700 ppm phân vô cơ + 700 ppm đạm cá hữu cơ (87,03 g/cây; 4,00 kg/m²) không khác biệt qua thống kê.

Cả 2 nghiệm thức cho khối lượng cây và năng suất thực tế cao hơn so với các nghiệm thức còn lại. Kết quả nghiên cứu này cho thấy khi giảm 50% lượng phân vô cơ thay bằng 50% lượng phân cá hữu cơ vào dung dịch trồng cải bó xôi trên hệ thống khí canh sẽ giúp cho khối lượng cây và năng suất đạt tương đương với công thức sử dụng hoàn toàn 100% phân vô cơ. Việc kết hợp phân vô cơ và phân cá hữu cơ với liều lượng thích hợp có thể cho khối lượng tươi và năng suất cải bó xôi đạt ổn định khi trồng trên hệ thống khí canh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] T. E. Morelock and J. C. Correll, "Spinach," In *Vegetables I: Asteraceae, brassicaceae, chenopodiaceae, and cucurbitaceae*. New York, NY: Springer New York, 2008, pp. 189-218.
- [2] N. A. Wahocho, N. Memon, M. N. Kandhro, T. F. Miano, K. H. Talpur, and S. A. Wahocho, "Response of nitrogen on the growth and productivity of spinach (*Spinacia oleracea* L.)," *Sindh University Research Journal-SURJ (Science Series)*, vol. 48, no. 2, pp. 305-308, 2016.
- [3] L. Brandenberger, T. Cavins, M. Payton, L. Wells, and T. Johnson, "Yield and quality of spinach cultivars for greenhouse production in Oklahoma," *HortTechnology*, vol. 17, no. 2, pp. 269-272, 2007.
- [4] F. M. Bradley, B. W. Ellis, and D. L. Martin, *The organic gardener's handbook of natural pest and disease control: a complete guide to maintaining a healthy garden and yard the Earth-friendly way*, Rodale Books, 2010.
- [5] M. Raviv, J. H. Lieth, and A. Bar-Tal, "Significance of soilless culture in agriculture," in *Soilless Culture: Theory and Practice*, 2nd edition, Academic Press, 2008.
- [6] T. Buckseth, A. K. Sharma, K. K. Pandey, B. P. Singh, and R. Muthuraj, "Methods of pre-basic seed potato production with special reference to aeroponics: A review," *Scientia horticulturae*, vol. 204, pp. 79-87, 2016.
- [7] F. Moradpoor, V. M. Khorami, and H. Zolnuri, "Effect of various nutrition methods on potato minituber production in aeroponic condition," *Iranian Journal of Field Crop Science, Autumn*, vol. 50, no. 3, pp. 79-87, 2019, doi: 10.22059/ijfcs.2018.242019.654382.
- [8] T. Phibunwatthanawong and N. Riddech, "Liquid organic fertilizer production for growing vegetables under hydroponic condition," *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, vol. 8, pp. 369-380, 2019.
- [9] K. Kano, H. Kitazawa, K. Suzuki, A. Widiastuti, H. Odani, S. Zhou, and T. Sato, "Effects of organic fertilizer on bok choy growth and quality in hydroponic cultures," *Agronomy*, vol. 11, no. 3, p. 491, 2021.
- [10] C. Kawamura-Aoyama, K. Fujiwara, M. Shinohara, and M. Takano, "Study on the hydroponic culture of lettuce with microbially degraded solid food waste as a nitrate source," *Japan Agricultural Research Quarterly: JARQ*, vol. 48, no. 1, pp. 71-76, 2014.
- [11] T. N. H. Nguyen, T. P. Nguyen, and T. T. Tran, "Effect of organic fish and inorganic fertilizers on the growth and yield of lettuce Batavia in aeroponic system," *South Asian Journal of Agricultural Sciences*, vol. 3, no. 1, pp. 140-144, 2023.
- [12] P. Gopinath, P. I. Vethamoni, and M. Gomathi, "Aeroponics soilless cultivation system for vegetable crops," *Chemical Science Review and Letters*, vol. 6, no. 22, pp. 838-849, 2017.
- [13] I. A. Lakhiar, J. Gao, T. N. Syed, F. A. Chandio, and N. A. Buttar, "Modern plant cultivation technologies in agriculture under controlled environment: A review on aeroponics," *Journal of plant interactions*, vol. 13, no. 1, pp. 338-352, 2018.
- [14] J. B. Jones Jr, *Complete guide for growing plants hydroponically*, CRC Press, 2014.
- [15] P. Gopinath, P. I. Vethamoni, and M. Gomathi, "Aeroponics soilless cultivation system for vegetable crops," *Chemical Science Review and Letters*, vol. 6, pp. 838-849, 2017.
- [16] B. M. Eldridge, L. R. Manzoni, C. A. Graham, B. Rodgers, J. R. Farmer, and A. N. Dodd, "Getting to the roots of aeroponic indoor farming," *New Phytologist*, vol. 228, no. 4, pp. 1183-1192, 2020.
- [17] T. P. D. Nguyen, T. T. H. Tran, T. T. Nguyen, T. T. Le, and Q. T. Nguyen, "Determination of optimal technical parameters for growing spinach (*Spinacia oleracea* L.) using recirculating hydroponics method," (In Vietnamese), *Journal of Vietnam Agricultural Sciences and Technology*, vol. 1(98)/2019, pp. 69-77, 2019.
- [18] P. Foucard and A. Toqueville, *Aquaponie-Associer Aquaculture et Production Végétale*, Quae: Versailles, France, 2019.
- [19] H. F. L. Upendri and B. Karunarathna, "Organic nutrient solution for hydroponic system," *Academia Letters*, vol. 1893, pp. 1-10, 2021.