NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC MỨC NỒNG ĐỘ CỦA CÁC LOẠI DUNG DỊCH DINH DƯỠNG VÀ THỜI GIAN ĐÓNG MỞ CỦA HỆ THỐNG PHUN SƯƠNG LÊN SỰ SINH TRƯỞNG VÀ PHÁT TRIỂN CỦA SÂM MẦM HÀN QUỐC TẠI TRƯỜNG ĐẠI HỌC VĂN LANG

EFFECTS OF NUTRIENT SOLUTION CONCENTRATIONS AND MISTING SCHEDULES ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF KOREAN GINSENG SPROUTS AT VAN LANG UNIVERSITY

CHÂU TẤN PHÁT(*), NGUYỄN HOÀNG VIỆT(**), PHẠM QUỐC HUY(**), PHAN PHƯỚC HIỀN(***) và DƯƠNG VĂN HÂY(****)

THÔNG TIN

Ngày nhận bài: 30-9-2025
Ngày biên tập xong: 08-11-2025
Ngày duyệt đăng: 30-11-2025
Mã số: TCKH54-14-2025
ISSN: 2525 – 2429

TÓM TẮT

Nhân sâm Hàn Quốc (Panax ginseng C.A. Meyer*) là loại dược liệu quý có giá trị sinh học cao, tuy nhiên việc canh tác truyền thống trên đất gặp nhiều hạn chế về sâu bệnh và năng suất. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm xây dựng quy trình trồng sâm mầm bằng phương pháp khí canh phù hợp với điều kiện tại Việt Nam. Thí nghiệm bao gồm hai phần: 1) đánh giá các chu kỳ đóng mở của hệ thống phun sương dinh dưỡng và 2) khảo sát ảnh hưởng của các mức nồng độ dung dịch thủy canh phổ biến, bố trí theo thiết kế khối hoàn toàn ngẫu nhiên. Kết quả cho thấy chu kỳ phun sương 15 giây bật - 2 phút tắt giúp cây đạt chiều cao ổn định, diện tích lá lớn và khối lượng khô cao hơn so với đối chứng. Công thức dinh dưỡng Grow-Master ở nồng độ 900 ppm cho tỷ lệ nảy mầm cao nhất (70,27%), đồng thời hạn chế tỷ lệ nhiễm nấm thấp hơn so với các loại dung dịch khác. Ngoài ra, các chỉ tiêu về chiều dài rễ và đường kính gốc cũng thể hiện sự khác biệt rõ rệt giữa các công thức, trong đó Grow-master ở nồng độ cao cho kết quả nổi trội. Nhìn chung, tổ hợp chu kỳ phun B3 (15s/2p) kết hợp với dung dịch Grow-master 900 ppm (N3V3) là lựa chọn tối ưu cho sản xuất sâm mầm khí canh. Nghiên cứu gợi ý cần tiếp tục khảo sát thêm các yếu tố như lưu lượng dinh dưỡng và xử lý củ giống để hoàn thiện quy trình trồng bền vững, nâng cao năng suất và chất lượng dược liệu.*

Từ khóa: *Sâm mầm Hàn Quốc; khí canh; dinh dưỡng.*

ABSTRACT: *Korean ginseng (Panax ginseng* C.A. Meyer*) is a valuable medicinal plant with high bioactive content, but*

(*) TS. Trường Đại học Văn Lang, *phat.ct@vlu.edu.vn*
(**) SV. Trường Đại học Văn Lang
(***) PGS.TS Trường Đại học Văn Lang
(****) TS. Viện Khoa học Kỹ thuật Nông nghiệp miền Nam

Key words: *Korean ginseng sprouts; aeroponics; solution.*

traditional soil-based cultivation faces limitations in pests, diseases, and yield stability. This study aimed to develop an appropriate aeroponic cultivation protocol for ginseng sprouts under Vietnamese conditions. Two experiments were conducted: 1) to evaluate different misting on/off cycles of the nutrient delivery system, and 2) to investigate the effects of varying concentrations of common hydroponic nutrient solutions, arranged in a randomized complete block design. The results showed that a misting cycle of 15 seconds on and 2 minutes off promoted stable plant height, larger leaf area, and greater dry weight compared with controls. The Grow-master solution at 900 ppm achieved the highest germination rate (70.27%) while reducing fungal infection rates compared to other tested nutrient solutions. Moreover, root length and stem diameter exhibited significant variation across treatments, with Grow-master at higher concentration showing superior performance. Overall, the combination of misting cycle B3 (15s/2min) and Grow-master solution at 900 ppm (N3V3) was identified as the optimal treatment for aeroponic ginseng sprout production. Further studies are recommended to optimize nutrient absorption rates and pre-treatment of ginseng roots to enhance sustainability and improve yield and quality of the final product.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhân sâm Hàn Quốc (*Panax ginseng* C.A. Meyer) là một loại dược liệu quý, được sử dụng rộng rãi trong y học cổ truyền và hiện đại nhờ các tác dụng sinh học quan trọng, đặc biệt là nhờ hàm lượng saponin cao và phong phú. Đã có nhiều nghiên cứu chỉ ra về những nhược điểm của việc canh tác nhâm sâm trong đất, dễ bị tổn thương bởi các yếu tố môi trường và các tương tác sinh học. Trong đất có khoảng 20 loại tuyến trùng ký sinh gây hại cho sự phát triển của nhân sâm [4, tr.23-29] . Khi canh tác trên đất, bệnh thối rễ và bệnh nấm sclerotinia là hai loại bệnh phổ biến gây hại cho rễ nhân sâm, bên cạnh đó, các mầm bệnh khác trong đất là: *Fusarium solani, Rhizoctonia solani, Alternaria panax, Pythium debaryanum, Phytophthora cactorum* làm giảm sự phát triển, năng suất và chất lượng của rễ nhân sâm [4, tr.23-29]. Bên cạnh đó, việc canh tác trong đất tồn tại một thực tế là nhân sâm không thể trồng lại trên cùng một cánh đồng trong vòng 10-20 năm, vì nó gây thối rễ, bệnh thường xuyên và làm giảm năng suất, chất lượng. Vấn đề nhân sâm trồng trọt liên tục đã trở thành hạn chế chính cho sự phát triển của ngành nhân sâm. Những lý do cho vấn đề bệnh đất trồng trọt liên tục là rất phức tạp, do đó, cho đến nay, các yếu tố sau đây đã được nghiên cứu: Các mầm bệnh truyền qua đất, độc tính của dịch tiết rễ và mất cân bằng vi sinh vật đất [5, tr.795-806]. Ngoài ra, sự tích lũy của các tác nhân gây bệnh trong đất từ nhân sâm diễn biến rất khó lường vì chúng thay đổi theo số tuổi của sâm [3, tr. 1-13]. Để trồng sâm mầm hiệu quả,

các yếu tố môi trường, đặc biệt là nhiệt độ, ẩm độ, ánh sáng, và dung dịch dinh dưỡng, có ảnh hưởng đáng kể đến sinh trưởng và chất lượng của sâm mầm. Bởi vì các đặc điểm hình thái của nhân sâm rất dễ thay đổi do chế độ canh tác và điều kiện tự nhiên. Hiện tại, các nghiên cứu về sự ảnh hưởng của các yếu tố này đối với sâm mầm vẫn còn hạn chế, đặc biệt là trong điều kiện nuôi trồng tại Việt Nam. Trong điều kiện gia tăng mạnh mẽ về nguồn cung nhân sâm và nhu cầu sử dụng những sản phẩm an toàn, lành mạnh, những với điều kiện canh tác dài, khó kiểm soát sâu bệnh, và phương pháp canh tác hạn chế [2, tr.239-251]. Do đó việc nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố trong hệ thống canh tác khép kín, kiểm soát các điều kiện không chỉ giúp tối ưu hóa điều kiện trồng sâm, mà còn góp phần nâng cao chất lượng sản phẩm dược liệu từ sâm mầm, đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng của thị trường trong nước và quốc tế.

2. NỘI DUNG

2.1. Phương pháp thực hiện

2.1.1. Thí nghiệm 1: Đánh giá ảnh hưởng của các mức thời gian đóng mở của hệ thống phun dinh dưỡng đến sự sinh trưởng phát triển của sâm mầm Hàn Quốc

Thí nghiệm 1, yếu tố được bố trí theo kiểu khối hoàn toàn ngẫu nhiên (RCBD - Randomized Complete Block Design). Các nghiệm thức là những chu kỳ mở tắt của hệ thống phun dinh dưỡng được cài ở các mức thời gian khác nhau được thiết lập thông qua bộ timer: Đối chứng B1 (bật 30s/tắt 2p), B2 (bật 30s/tắt 3p), B3 (bật 15s/tắt 2p), B4 (bật 15s/tắt 3p). Mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần, tổng thí nghiệm bao gồm 12 nghiệm thức, mỗi nghiệm thức tương ứng với 20 cây sâm mầm (tổng số cây: 240). Các yếu tố môi trường được áp dụng đồng nhất theo quy trình trồng sâm mầm bằng giá thể của Trường Đại học Văn Lang (2024) được kiểm soát như sau: Nhiệt độ 20-25 ºC, ẩm độ duy trì ở mức 80%, ánh sáng dùng đèn LED với tỷ lệ xanh: đỏ là 3:7. Dung dịch dinh dưỡng Bio-life sẽ được sử dụng cho việc phun sương để cung cấp dinh dưỡng qua rễ, đã được chứng minh có hiệu quả trong môi trường thủy canh hơn so với một số loại dung dịch phổ biến trên thị trường Việt Nam hiện nay [1, tr.171-178]. Các dữ liệu được ghi nhận và xử lý tinh dữ liệu, phân tích thống kê bằng phần mềm Excell 2019 (Microsoft Corp., Redmond, WA, USA).

2.1.2. Thí nghiệm 2: Khảo sát ảnh hưởng của các mức nồng độ của các loại dung dịch dinh dưỡng lên sự sinh trưởng và phát triển của sâm mầm Hàn Quốc trồng bằng phương pháp khí canh

Thí nghiệm 2, yếu tố được bố trí theo kiểu khối hoàn toàn ngẫu nhiên (RCBD - Randomized Complete Block Design). Dung dịch dinh dưỡng Hydro-optimum (V1), Bio-life (V2), Grow-master (V3) với các mức nồng độ từ 300 pmm (N1), 600 ppm (N2), 900 ppm (N3) sẽ tạo thành 9 tổ hợp nghiệm thức được sử dụng cho việc phun sương để cung cấp dinh dưỡng qua rễ và nghiệm thức đối chứng sử dụng nước lọc máy RO siêu hydro (N0V0) được lọc hết các tạp chất, kim loại nặng và bổ sung thêm hydro hòa tan. Mỗi nghiệm thức được lặp lại 03 lần, tổng thí nghiệm bao gồm 30 nghiệm thức, mỗi nghiệm thức tương ứng với 20 cây sâm mầm (tổng số cây: 600). Các yếu tố môi trường được áp dụng đồng nhất theo quy trình trồng sâm mầm bằng giá thể của Trường Đại học Văn Lang (2024) được kiểm soát như sau: Nhiệt độ 20-25 ºC, ánh sáng dùng đèn LED với tỷ lệ xanh: đỏ là 3:7, độ ẩm 80% được kiểm soát bởi máy tạo ẩm trang bị cảm biến. Chu kỳ phun là kết quả tốt nhất lấy từ thí nghiệm 1, được áp dụng đồng nhất cho tất cả các nghiệm thức. Việc phân tích thống kê số liệu được thực hiện bằng phần mềm IBM SPSS Statistics 27 (IBM Corp., Armonk, NY, USA).

2.2. Kết quả đánh giá ảnh hưởng của các mức thời gian đóng mở của hệ thống phun

dinh dưỡng đến sự sinh trưởng phát triển của sâm mầm Hàn Quốc

2.2.1. Ảnh hưởng của chu kỳ phun dinh dưỡng lên chiều cao cây

Theo kết quả Bảng 1, chu kỳ phun dinh dưỡng ảnh hưởng đáng kể đến chiều cao cây sâm mầm ở hầu hết các thời điểm quan sát. Ở ngày 10, nghiệm thức B4 (bật 15s/tắt 3 phút) cho chiều cao trung bình cao nhất (5,58 cm) và khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5% so với đối chứng B1 (bật 30s/tắt 2p, 4.40 cm).Từ ngày thứ 20 trở đi B3 (bật 15/tắt 2p) và B4 luôn đạt được các giá trị cao hơn so với B2 (bật 30s/tắt 3p) và đối chứng B1. B3 có xu hướng ổn định hơn B4 ở giai đoạn 30-35 ngày, thể hiện qua giá trị trung bình cao nhất ở ngày 35 (8,78 cm so với 8,33 cm của B4). Điều này cho thấy, việc giảm thời gian phun nhưng tăng tần suất (chu kỳ 15s/2 phút) giúp thúc đẩy tăng trưởng chiều cao. B3 được xác định là nghiệm thức tối ưu, phù hợp cho sản xuất nhằm đạt chiều cao cây đồng đều và cao nhất.

Bảng 1. Ảnh hưởng của chu kỳ phun dinh dưỡng trên chiều cao cây (cm)

Nghiệm thức	Ngày trồng					
	10	**15**	**20**	**25**	**30**	**35**
B1 (DC)	4.40 b	5.71 a	6.53 b	6.96 c	6.79 c	7.33 b
B2	5.10 ab	6.16 a	7.05 ab	7.70 bc	7.62 b	7.82 ab
B3	5.23 ab	6.43 a	7.84 a	8.76 a	8.67 a	8.78 a
B4	5.58 a	6.86 a	7.96 a	8.46 ab	8.46 a	8.33 ab
CV(%)	9	9.2	7.1	5.2	4.6	6.2

Nguồn: Số liệu thí nghiệm trong phòng trồng sâm mầm Hàn Quốc tại Trường Đại học Văn Lang

Ghi chú: Trong cùng một cột, các giá trị trung bình có cùng ký tự không khác biệt có ý nghĩa thống kê theo trắc nghiệm LSD ($\alpha = 0,05$)

2.2.2. Ảnh hưởng của chu kỳ phun dinh dưỡng lên số lá

Nhìn chung, từ sau ngày thứ 10 trở đi, số lá không có sự gia tăng nhiều trên mỗi nghiệm thức, có thể nói rằng, sâm mầm sau ngày thứ 10 trở đi có xu hướng không còn phát triển thêm về số lượng của lá. Tất cả các nghiệm thức ở các thời điểm đều không có sự khác biệt thống kê ở mức 5% về mặt số lá, trừ khoảng thời gian từ ngày thứ 20 đến ngày thứ 30 sau khi trồng, nghiệm thức B3 (bật 15s/tắt 2 phút) luôn đạt giá trị trung bình cao nhất (1.62-1.74 lá) và có khác biệt về mặt thống kê ở mức 5% so đối chứng B1 (bật 30s/tắt 2 phút, 1.39-1.41 lá). Giải thích cho sự biến động này có thể do những cây sâm mầm ở các nghiệm thức giảm bị chết do nấm hoặc thối rễ. Nhưng đến thời điểm thu hoạch (ngày 35), các nghiệm thức đều tương đồng với nhau về mức ý nghĩa thống kê (bảng 2).

Bảng 2. Ảnh hưởng của chu kỳ phun dinh dưỡng lên số lá (lá)

Nghiệm thức	Ngày trồng					
	10	**15**	**20**	**25**	**30**	**35**
B1 (DC)	1.41 a	1.33 a	1.39 b	1.41 b	1.37 b	1.51 a
B2	1.53 a	1.51 a	1.49 ab	1.47 ab	1.47 b	1.47 a
B3	1.60 a	1.59 a	1.62 a	1.74 a	1.70 a	1.67 a
B4	1.52 a	1.39 a	1.44 ab	1.50 ab	1.47 b	1.50 a
CV(%)	8	11.5	6.9	9.9	7.4	9

Nguồn: Số liệu thí nghiệm trong phòng trồng sâm mầm Hàn Quốc tại Trường Đại học Văn Lang

2.2.3. Ảnh hưởng của chu kỳ phun dinh dưỡng trên các thành phần chỉ tiêu sinh trưởng lúc thu hoạch

Quan sát kết quả Bảng 3 cho thấy, chiều dài rễ của sâm mầm ở các chu kỳ phun khác nhau có giá trị gần bằng nhau và không có khác biệt về mặt thống kê. Quan sát thực tế cũng cho thấy, chiều dài rễ cũng không thay đổi nhiều so với lúc mới bắt đầu trồng, hầu như không có rễ con mọc ra ở các rễ chính, điều này ảnh hưởng đáng kể tới khả năng hấp thu dinh dưỡng của sâm. Đối với chỉ tiêu đường kính gốc, chúng ta nhận thấy nghiệm thức B4 cho giá trị thấp nhất (0.34 cm), khác biệt có ý nghĩa so với nghiệm thức B2 (0.41cm), đồng thời B2 cũng có kích thước đường kính gốc trung bình cao hơn so với 2 nghiệm thức còn lại nhưng không có khác biệt mang ý nghĩa thống kê ở mức 5% (bảng 3). Tổng quan ở chỉ tiêu trọng lượng khô nghiệm thức B3 (0.09 g) và B2 (0.12 g) đạt giá trị cao nhất, nghiệm thức B4 (0.06g) là bằng với đối chứng B1 (0.06g). Về mặt thống kê, tất cả các nghiệm thức đều tương đồng nhau. Điều này chỉ ra rằng, việc thay đổi chu kỳ cung cấp dinh dưỡng không làm ảnh hưởng đến khả năng tích lũy chất khô ở giai đoạn sâm mầm (35 ngày) (bảng 3). Với diện tích lá, chúng ta thấy được sự khác biệt rõ rệt hơn giữa các nghiệm thức. Với chu kỳ phun có ảnh hưởng tích cực nhất là B4 (7.16 cm^2) và B3 (6.5 cm^2) khác biệt có ý nghĩa so với đối chứng B1 (4.98 cm^2). Qua đó, chúng ta nhận thấy xu hướng giảm thời gian cung cấp dinh dưỡng sẽ mang lại hiệu quả cao hơn trong việc phát triển diện tích lá (bảng 3). Tỷ lệ nhiễm nấm trung bình của các nghiệm thức dao động từ 18,33% (B2) đến 25,00% (B3), tuy nhiên sự khác biệt này không có ý nghĩa thống kê. Kết quả cho thấy, chu kỳ phun dinh dưỡng không ảnh hưởng rõ rệt đến tỷ lệ nhiễm nấm, yếu tố này có thể liên quan nhiều hơn đến tình trạng củ giống và điều kiện xử lý trước khi chuyển sang môi trường khí canh (bảng 3).

Bảng 3. Ảnh hưởng của chu kỳ phun dinh dưỡng đến những chỉ tiêu sinh trưởng lúc thu hoạch

Nghiệm thức	Dài rễ (cm)	Đường kính gốc (cm)	Trọng lượng khô (g)	Diện tích lá (cm^2)	Tỷ lệ nhiễm nấm (%)
B1 (DC)	8.02 a	0.39 ab	0.06 a	4.98 c	23.33 a
B2	8.94 a	0.41 a	0.12 a	5.46 bc	18.33 a
B3	8.36 a	0.37 ab	0.09 a	6.50 ab	25.00 a
B4	7.76 a	0.34 b	0.06 a	7.16 a	23.33 a
CV(%)	12.9	7.5	40.5	10.5	56.3

Nguồn: Số liệu thí nghiệm trong phòng trồng sâm mầm Hàn Quốc tại Trường Đại học Văn Lang
Ghi chú: Trong cùng một cột, các giá trị trung bình có cùng ký tự không khác biệt có ý nghĩa thống kê theo trắc nghiệm LSD (α = 0,05)

Bảng 4. Ảnh hưởng của chu kỳ phun dinh dưỡng đến tỷ lệ nảy mầm (%)

Nghiệm thức	Ngày trồng					
	10	15	20	25	30	35
B1 (DC)	53.33 a	63.33 a	68.33 a	68.33 a	70.00 a	70.00 a
B2	71.67 a	71.67 a	71.67 a	71.67 a	71.67 a	71.67 a
B3	70.00 a	70.00 a	70.00 a	70.00 a	70.00 a	70.00 a
B4	66.67 a	66.67 a	70.00 a	70.00 a	71.67 a	71.67 a
CV(%)	14.2	12.7	12	12	11.9	11.9

Nguồn: Số liệu thí nghiệm trong phòng trồng sâm mầm Hàn Quốc tại Trường Đại học Văn Lang
Ghi chú: Trong cùng một cột, các giá trị trung bình có cùng ký tự không khác biệt có ý nghĩa thống kê theo trắc nghiệm LSD (α = 0,05)

2.2.4. Ảnh hưởng của chu kỳ phun dinh dưỡng trên tỷ lệ nảy mầm

Hầu hết các nghiệm thức đạt tỷ lệ nảy mầm tối đa hoặc chỉ tăng nhẹ từ sau ngày thứ 10 và duy trì ổn định đến khi thu hoạch. Riêng nghiệm thức B1 (đối chứng) có mức nảy mầm ban đầu thấp hơn (53,33%), nhưng tăng dần đến 70% vào ngày 30-35. Phân tích thống kê cho thấy, sự khác biệt giữa các nghiệm thức không có ý nghĩa ($p > 0,05$), chứng tỏ chu kỳ phun dinh dưỡng chưa ảnh hưởng rõ rệt đến tỷ lệ nảy mầm của sâm mầm Hàn Quốc trong điều kiện thí nghiệm này. Điều này cũng phù hợp với đặc điểm sinh lý, khi khả năng nảy mầm chủ yếu phụ thuộc vào sức sống của củ hơn là chế độ dinh dưỡng bổ sung trong giai đoạn đầu (bảng 4).

2.3. Kết quả ảnh hưởng của các mức nồng độ của các loại dung dịch dinh dưỡng lên sự sinh trưởng và phát triển của sâm mầm Hàn Quốc trồng bằng phương pháp khí canh

2.3.1. Ảnh hưởng trên chiều cao cây

Chiều cao sâm mầm tăng nhanh trong 30 ngày đầu sau trồng, sau đó có xu hướng chững lại và đạt ngưỡng tối đa vào ngày 35, ba nghiệm thức đạt giá trị cao nhất là N1V1 (Hydro-optimum, 300ppm, 5.9cm), N3V1 (Hydro-optimum_900ppm, 5.61cm) và N3V3 (Grow-master_900ppm, 5.57 cm). Phân tích Between-Subjects cho thấy, nồng độ, loại dung dịch dinh dưỡng và sự tương tác giữa chúng không tạo khác biệt có ý nghĩa về chiều cao trung bình cuối cùng. Phân tích theo từng thời điểm ghi nhận sự khác biệt rõ ở ngày 15, khi nghiệm thức N3V3 (Grow-master 900 ppm) đạt chiều cao trung bình lớn nhất (4,75 cm), cao hơn có ý nghĩa so với N2V1 (Hydro-optimum, 600 ppm, 3.64 cm) là mức thấp nhất, trong khi đối chứng N0V0 (nước RO, 4,18 cm) không khác biệt thống kê so với các công thức khác. Điều này gợi ý, việc sử dụng Grow-master ở nồng độ cao có thể thúc đẩy sự tăng trưởng về chiều cao ở giai đoạn sớm, song đến thời điểm thu hoạch sự khác biệt giữa các công thức dinh dưỡng không còn rõ rệt (bảng 5).

Bảng 5. Ảnh hưởng của nồng độ và loại dinh dưỡng đến chiều cao sâm mầm (cm)

Nghiệm thức	Ngày trồng					
	10	**15**	**20**	**25**	**30**	**35**
N0V0	3.45 a	4.18 abcd	4.12 a	4.75 a	5.01 a	4.89 a
N1V1	3.72 a	4.37 abc	4.74 a	5.08 a	5.66 a	5.90 a
N1V2	3.59 a	4.41 ab	4.98 a	5.62 a	5.79 a	5.34 a
N1V3	3.42 a	4.17 abcd	5.20 a	4.80 a	5.52 a	5.30 a
N2V1	3.14 a	3.64 d	4.14 a	4.76 a	4.82 a	4.92 a
N2V2	4.03 a	4.03 bcd	4.37 a	4.69 a	4.80 a	4.89 a
N2V3	3.83 a	4.05 bcd	4.60 a	5.02 a	4.87 a	4.85 a
N3V1	3.85 a	4.17 abcd	4.84 a	4.80 a	5.02 a	5.61 a
N3V2	3.43 a	3.71 cd	4.20 a	4.75 a	4.88 a	4.82 a
N3V3	3.63 a	4.75 a	4.54 a	4.86 a	5.02 a	5.57 a
CV(%)	11.48	8.51	9.35	8.41	9.02	9.69

Nguồn: Số liệu thí nghiệm trong phòng trồng sâm mầm Hàn Quốc tại Trường Đại học Văn Lang

Ghi chú: Trong cùng một cột, các giá trị trung bình có cùng ký tự không khác biệt có ý nghĩa thống kê theo trắc nghiệm Duncan ($\alpha = 0,05$)

2.3.2. Ảnh hưởng trên số lá

Phân tích Between-Subjects cho thấy nồng độ, loại dung dịch dinh dưỡng và sự tương tác giữa chúng không ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê đến số lá trung bình cuối cùng (Phụ lục - bảng 5). Nhìn chung, sau khi quá trình nảy mầm hoàn tất (khoảng 10 ngày sau trồng), số lá của sâm mầm duy trì ổn định cho đến thu hoạch. Ở thời điểm thu hoạch (ngày 35) giá trị trung bình dao động từ 1,38 lá (N3V2, Bio-life_900 ppm) đến 1,89 lá (N3V3, Grow-master_900ppm), sự khác biệt về số lá trung bình này không có ý nghĩa thống kê. Điều này cho thấy, chỉ tiêu số lá ít chịu tác động của công thức dinh dưỡng, phản ánh đặc tính hình thái ổn định của sâm mầm trong giai đoạn ngắn ngày (bảng 6).

Bảng 6. Ảnh hưởng nồng độ và loại dinh dưỡng đên số lá sâm mầm (lá)

Nghiệm thức	Ngày trồng					
	10	**15**	**20**	**25**	**30**	**35**
N0V0	1.49 a	1.70 a	1.62 a	1.68 a	1.71 a	1.56 a
N1V1	1.89 a	1.81 a	1.83 a	1.76 a	1.73 a	1.72 a
N1V2	1.63 a	1.67 a	1.72 a	1.73 a	1.72 a	1.76 a
N1V3	1.59 a	1.68 a	1.71 a	1.63 a	1.62 a	1.53 a
N2V1	1.75 a	1.71 a	1.65 a	1.57 a	1.62 a	1.56 a
N2V2	1.85 a	1.80 a	1.86 a	1.89 a	1.92 a	1.85 a
N2V3	1.68 a	1.57 a	1.61 a	1.66 a	1.57 a	1.58 a
N3V1	1.87 a	1.81 a	1.79 a	1.75 a	1.71 a	1.76 a
N3V2	1.51 a	1.43 a	1.44 a	1.42 a	1.36 a	1.38 a
N3V3	1.79 a	1.83 a	1.72 a	1.77 a	1.78 a	1.89 a
CV(%)	32.69	11.01	13.19	11.87	12.81	12.21

Nguồn: Số liệu thí nghiệm trong phòng trồng sâm mầm Hàn Quốc tại Trường Đại học Văn Lang
Ghi chú: Trong cùng một cột, các giá trị trung bình có cùng ký tự không khác biệt có ý nghĩa thống kê theo trắc nghiệm Duncan (α = 0,05)

Bảng 7. Ảnh hưởng của loại dinh dưỡng đến chiều dài ễr và tỷ lệ nhiễm nấm trên sâm mầm

LDD	Dài Rễ (cm)	Tỷ lệ nhiễm nấm (%)
HO (Hydro-optimum)	8.8 a	30 a
VO (Nước RO)	7.9 a	25 ab
GM (Grow-master)	7.4 ab	18.88 b
BIO (Bio-life)	6.4 b	35 a
CV%	15.66	16.4

Nguồn: Số liệu thí nghiệm trong phòng trồng sâm mầm Hàn Quốc tại Trường Đại học Văn Lang
Ghi chú: Trong cùng một cột, các giá trị trung bình có cùng ký tự không khác biệt có ý nghĩa thống kê theo trắc nghiệm Duncan (α = 0,05)

2.3.3. Ảnh hưởng nồng độ và loại dinh dưỡng trên chiều dài rễ và tỷ lệ nhiễm nấm

Phân tích Between-Subjects cho thấy loại dung dịch dinh dưỡng (LDD) ảnh hưởng mang ý nghĩa thống kê đến chiều dài rễ ở ngày 35 sau trồng ($p = 0.002$), trong khi nồng độ và tương tác giữa nồng độ với loại dung dịch không tạo ra sự khác biệt có ý nghĩa ($p > 0.05$). Đối với nhân tố loại dinh dưỡng (LDD), Bio-life cho chiều dài rễ thấp nhất (6.4 cm), trong khi Hydro-optimum và (8.8 cm) và đối chứng nước RO (7.97 cm) đạt giá trị trung bình cao nhất. Đồng thời Grow-master (7.48 cm) nằm ở mức trung gian và không khác biệt thống kê so với

hai loại dinh dưỡng trên và đối chứng. Điều này cho thấy, dinh lưỡng Bio-life không có ảnh hưởng tích cực đến sự phát triển chiều dài rễ của sâm mầm (bảng 7). Kết quả phân tích cho thấy, trong các nhân tố khảo sát, chỉ có loại dung dịch dinh dưỡng (LDD) ảnh hưởng có ý nghĩa đến tỷ lệ nhiễm nấm ($p < 0.05$). Phân tích hậu nghiệm chỉ ra, nghiệm thức sử dụng Grow-master có tỷ lệ nhiễm nấm thấp nhất (18.88%) và khác biệt thống kê so với Hydro-optimum (30%) và Bio-life (35%). Trong khi đó, đối chứng V0 (25%) nằm ở mức trung gian, không khác biệt rõ so với các nghiệm thức khác. Như vậy, Grow-master thể hiện ưu thế trong việc hạn chế nấm bệnh so với các loại dung dịch còn lại (bảng 7).

2.3.4. Ảnh hưởng nồng độ và loại dinh dưỡng trên các chỉ tiêu sinh trưởng khác

Bảng 8. Ảnh hưởng của loại dinh dưỡng và nồng độ đến diện tích lá và trọng lượng khô sâm mầm

Nghiệm Thức	Diện tích lá (cm^2)	Trọng lượng khô (g)	Đường kính gốc (cm)	Tỷ lệ nảy mầm (%)
N0V0	2.694 a	0.181 a	0.44 a	51.1 c
N1V1	2.441 a	0.12 a	0.47 a	65.27 ab
N1V2	2.428 a	0.111 a	0.32 b	65 ab
N1V3	2.275 a	0.110 a	0.30 b	59.16 abc
N2V1	2.241 a	0.103 a	0.31 b	57.5 abc
N2V2	1.895 a	0.102 a	0.31 b	53.33 bc
N2V3	1.723 a	0.096 a	0.29 b	64.16 abc
N3V1	1.927 a	0.083 a	0.48 a	52.222 bc
N3V2	1.989 a	0.07 a	0.28 b	52.222 bc
N3V3	2.743 a	58.54 a	0.46 a	70.27 a
CV%	31.81 a	0.181	27	29.29

Nguồn: Số liệu thí nghiệm trong phòng trồng sâm mầm Hàn Quốc tại Trường Đại học Văn Lang
Ghi chú: Trong cùng một cột, các giá trị trung bình có cùng ký tự không khác biệt có ý nghĩa thống kê theo trắc nghiệm Duncan ($\alpha = 0,05$)

Cả hai chỉ tiêu diện tích lá và trọng lượng khô sau khi phân tích thống kê cho ra kết quả không có khác biệt ý nghĩa thống kê đối với các nhân tố nồng độ, loại dinh dưỡng và tương tác giữa hai nhân tố trên. Giá trị trung bình của diện tích lá ở nghiệm thức đối chứng nước RO (NOVO, 2.694 cm^2) là cao hơn so với tất cả nghiệm thức còn lại trừ nghiệm thức lớn nhất N3V3 (Grow-master, 900ppm). Qua đây, chúng ta có thể thấy khi sử dụng các loại dinh dưỡng và nồng độ khác nhau có thể không ảnh hưởng đáng kể tới sự phát triển về kích thước của lá. Đối với chỉ tiêu trọng lượng khô dao động trung bình từ 0.07g (N3V2, Bio-life_ 900ppm) đến 0.181g (NOVO, nước RO). Từ đó, chúng ta nhận thấy ở giai đoạn trồng sâm mầm (35 ngày) cây sâm không sử dụng nhiều dinh dưỡng để tích lũy hàm lượng chất khô. Giai đoạn này, chúng ta nên tập trung bố trí các yếu tố sao cho tối ưu nhất cho sự phát triển phần thân trên của sâm mầm (bảng 8). Sau khi tiến hành phân tích thống kê cho chỉ tiêu đường kính gốc, tất cả các nhân tố và tương tác trên xu hướng tổng thể đều khác biệt có ý nghĩa ở mặt thống kê. Tiến hành phân tích hậu nghiệm để làm rõ ảnh hưởng của các tổ hợp dinh dưỡng khác nhau đến chiều dài rễ sâm mầm. Kết quả phân tích hậu nghiệm chia các nghiệm thức thành hai nhóm khác biệt rõ rệt. Nhóm có giá trị lớn hơn bao gồm N3V1 (0.48 cm), N1V1 (0.47 cm), N3V3 (0.46 cm) và đối chứng N0V0 (0.44 cm). Trong khi đó, nhóm có giá trị nhỏ hơn dao động từ 0.28-0.32 cm, thấp nhất là N3V2 (0.28 cm). Điều này cho thấy, ngay cả trong cùng một loại dung dịch, sự thay

đổi nồng độ cũng có thể làm biến động đáng kể đường kính gốc. Đặc biệt, nghiệm thức đối chứng (RO) vẫn duy trì ở nhóm giá trị cao, gợi ý rằng giai đoạn đầu cây sâm mầm chưa thực sự phụ thuộc nhiều vào dung dịch bổ sung để phát triển về đường kính thân (bảng 8). Phân tích thống kê ở chỉ tiêu tỷ lệ nảy mầm cho thấy chỉ có yếu tố tương tác giữa nồng độ và loại dinh dưỡng có ý nghĩa (p=0.042), tiến hành phân tích hậu nghiệm các tổ hợp nồng độ và loại dinh dưỡng. Quan sát bảng 8 cho thấy, tỷ lệ nảy mầm ở các nghiệm thức sử dụng dung dịch dinh dưỡng đều cao hơn so với đối chứng NOVO (51.1%). Phân tích thống kê chỉ ra, một số nghiệm thức đạt khác biệt có ý nghĩa so với đối chứng, gồm N1V1 (65.27%), N1V2 (65%) và đặc biệt là N3V3 (70.27%). Trong đó, N3V3 thể hiện ưu thế rõ rệt khi đạt tỷ lệ nảy mầm cao nhất và khác biệt thống kê so với đối chứng. Kết quả này gợi ý, Bio-life và Hydro-optimum có thể phát huy hiệu quả ở nồng độ thấp (300 ppm), trong khi Grow-master chỉ cho tỷ lệ nảy mầm cao khi sử dụng ở nồng độ cao (900 ppm).

3. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy, chu kỳ phun sương tối ưu cho sự sinh trưởng và năng suất sâm mầm khí canh là nghiệm thức B3 (bật 15 giây, tắt 2 phút). Đồng thời, công thức dinh dưỡng thích hợp nhất là nghiệm thức N3V3 (Grow-master_900 ppm), vừa cho các chỉ tiêu sinh trưởng cao, vừa đạt tỷ lệ nảy mầm lớn nhất và tỷ lệ nhiễm nấm thấp nhất so với các nghiệm thức khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Lãm, B. Đ., Ngân, N. T. K., Tình, N. T., Sơn, L. H., Lượng, T. T., Thức, B. T., & Bình, N. X (2020), *Nghiên cứu ảnh hưởng dinh dưỡng môi trường thủy canh đến sự tăng trưởng củ sâm hàn quốc,* 225(11), *TNU Journal of Science and Technology*.

[2] Adil, M., & Jeong, B. R (2018), *In vitro cultivation of Panax ginseng CA Meyer,* 122*,* Industrial crops and products.

[3] Tong, A.Z., Liu, W., Liu, Q., Xia, G.Q. and Zhu, J.Y (2021), *Diversity and composition of the Panax ginseng rhizosphere microbiome in various cultivation modes and ages,* 21(1), BMC microBiology.

[4] Bai, R.L., Liu, X.M. and Liu, W.C (1999), *Studies on the pathogens of ginseng root disease in Jilin Province,* 29 (3), Acta phytopathologica Sinica.

[5] Park, Y.H., Kim, J.U., Kim, D.H., Sonn, Y.K., Yun, J.H., Moon, H.P. and Cho, S.Y (2016), *Current status of ginseng cultivation and soil characteristics of northeastern three provinces in China,* 49*, Korean Journal of Soil Science and Fertilizer*.