

## XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ KỸ THUẬT TỐI ƯU TRỒNG CẢI BÓ XÔI (*Spinacia oleracea* L.) BẰNG PHƯƠNG PHÁP THỦY CANH HỒI LƯU

Nguyễn Thị Phương Dung<sup>1</sup>, Trần Thị Thanh Huyền<sup>2</sup>,  
Nguyễn Thị Thùy<sup>1</sup>, Lê Thị Thủy<sup>2</sup>, Nguyễn Quang Thạch<sup>1</sup>

### TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện với 6 thí nghiệm về giống, dung dịch dinh dưỡng, EC, pH của dung dịch, khoảng cách trồng và thời gian thu hoạch sau khi ngừng cung cấp dinh dưỡng trên cây cải bó xôi trồng trong hệ thống thủy canh hồi lưu. Kết quả cho thấy, cải bó xôi chịu nhiệt PD512 - Phú Điền thích hợp nhất trong 3 giống cải bó xôi thí nghiệm. Trồng giống cải bó xôi PD512 với khoảng cách 15 cm × 12 cm (190 cây/m<sup>2</sup>) và sử dụng thành phần dung dịch dinh dưỡng SH3 với mức EC = 1.200 μS/cm, pH từ 6 - 6,5 là phù hợp trong suốt thời gian sinh trưởng của cây cho suất thực thu 2,4 kg/m<sup>2</sup> đến 2,9 kg/m<sup>2</sup>. Thu hoạch rau cải bó xôi sau 4 ngày ngừng cung cấp dinh dưỡng sẽ đảm bảo rau an toàn về hàm lượng NO<sub>3</sub><sup>-</sup> và hàm lượng kim loại nặng (As, Hg, Cd, Pb).

**Từ khóa:** SPAD, dung dịch dinh dưỡng, EC, pH, hàm lượng NO<sub>3</sub><sup>-</sup> dư

### I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Rau cải bó xôi (*Spinacia oleracea* L.) là loại cây được ưa tiên lựa chọn trồng trong nhà kính vì nó cho phép sản xuất nhiều chu kỳ ngắn hạn trong năm và lợi nhuận kinh tế nhanh hơn nhiều so với một số loại rau ăn lá khác (Brandenberger *et al.*, 2007). Hơn nữa, đây cũng là loại rau có giá trị dinh dưỡng, vitamin, khoáng chất,... dồi dào (Ko *et al.*, 2014). Trồng rau cải bó xôi trong hệ thống thủy canh hồi lưu là một trong những công nghệ kỹ thuật cao, giúp duy trì sản xuất rau trong vụ và trái vụ, có khả năng tạo ra những sản phẩm đồng nhất, chất lượng, năng suất cao, thu hoạch dễ dàng, tối ưu hóa phân bón... và góp phần giải quyết tốt nhu cầu trồng rau sạch tại nhà ở thành thị (Tomasi *et al.*, 2015).

Mặc dù đa số dung dịch dinh dưỡng cho thủy canh hiện nay đều dựa trên công thức dinh dưỡng Hoagland Arnon nhưng vẫn chưa đáp ứng được nhu cầu của một số nhóm cây trồng, trong đó có cải

bó xôi nên cây sinh trưởng kém và chưa có giá trị thương mại cao. Vì vậy, việc nghiên cứu và pha chế dung dịch dinh dưỡng chuẩn hóa quốc tế, cân đối giữa các nguyên tố khoáng thiết yếu, đảm bảo việc duy trì EC, pH tối ưu cho sinh trưởng phát triển của từng loại cây là rất cần thiết.

Bên cạnh đó, hàm lượng nitrat thấp là mong muốn cần đạt được đối với các loại rau ăn lá ăn trực tiếp như cải bó xôi. Các nghiên cứu về trồng cây trong dung dịch thủy canh cho thấy nồng độ vi lượng của dung dịch dinh dưỡng có thể giảm, dung dịch dinh dưỡng có thể được pha loãng (Duyar and Kılıç, 2016), thực vật có thể sống được ở trong nước vài ngày trước khi thu hoạch (Jakse *et al.*, 2013)... nhằm giảm hàm lượng nitrat của các loại rau. Vì vậy, việc tìm ra các thông số tối ưu cho sinh trưởng của rau cải bó xôi trồng thủy canh cũng như giảm hàm lượng NO<sub>3</sub><sup>-</sup> nhằm nâng cao chất lượng là mục tiêu chính của nghiên cứu này.

<sup>1</sup>Học viện Nông nghiệp Việt Nam; <sup>2</sup>Đại học Sư phạm Hà Nội

## II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện trên ba giống cải bó xôi: G1 - giống cải bó xôi F1 chịu nhiệt PD512 (Phú Điền), G2 - giống cải bó xôi chịu nhiệt F1(Lucky Seeds), G3 - giống cải bó xôi F1(VA.DASH) (Việt Á).

Dung dịch dinh dưỡng được kí hiệu: SH1- SH3-SH5 do Viện Sinh học Nông nghiệp - Học viện Nông nghiệp Việt Nam nghiên cứu và cải biến (trên cơ sở của dung dịch dinh dưỡng Hoagland and Arnon, 1950).

Nghiên cứu được thực hiện trên hệ thống thủy canh hồi lưu trong nhà lưới có mái che (với nhiệt độ trung bình trong nhà lưới mùa hè  $37 \pm 2^\circ\text{C}$ , mùa đông  $23 \pm 2^\circ\text{C}$ , độ ẩm trung bình 40 - 45%).

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Bố trí thí nghiệm

Nghiên cứu gồm 6 thí nghiệm. Mỗi thí nghiệm từ 1 đến 6 được bố trí theo kiểu khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCB) với 3 lần nhắc lại, mỗi lần nhắc lại 15 cây trên hệ thống giàn thủy canh hồi lưu.

- Thí nghiệm 1: Nghiên cứu xác định được giống cải bó xôi thích hợp trồng trên hệ thống thủy canh hồi lưu. Các công thức thí nghiệm: CT1: Giống cải bó xôi F1 chịu nhiệt PD512 (Phú Điền); CT2: Giống cải bó xôi chịu nhiệt F1(Lucky Seeds); CT3: Giống cải bó xôi F1(VA.DASH-Việt Á).

- Thí nghiệm 2: Nghiên cứu xác định dung dịch dinh dưỡng phù hợp cho cải bó xôi trồng trên hệ thống thủy canh hồi lưu (với giống tối ưu của thí nghiệm 1). Các công thức thí nghiệm: CT1: SH1; CT2: SH3; CT3: SH5.

- Thí nghiệm 3: Nghiên cứu xác định mức EC phù hợp trồng cải bó xôi trên hệ thống thủy canh hồi lưu (với giống và dung dịch dinh dưỡng tối ưu của thí nghiệm 1, 2). Các công thức thí nghiệm: CT1: 800  $\mu\text{s/cm}$ ; CT2: 1.000  $\mu\text{s/cm}$ ; CT3: 1.200  $\mu\text{s/cm}$ .

- Thí nghiệm 4: Nghiên cứu xác định mức pH của dung dịch phù hợp để trồng cải bó xôi trên hệ thống thủy canh hồi lưu (với giống, dung dịch dinh dưỡng, EC đã chọn từ thí nghiệm 1, 2, 3). Các công thức thí nghiệm: CT1: pH = 5 - 5,5; CT2: 6 - 6,5; CT3: 7 - 7,5.

- Thí nghiệm 5: Nghiên cứu xác định khoảng cách phù hợp để trồng cải bó xôi trên hệ thống thủy canh hồi lưu (với giống, dung dịch dinh dưỡng, EC, pH đã chọn được từ thí nghiệm 1, 2, 3, 4). Các công thức thí nghiệm: CT1: 10 cm; CT2: 15 cm; CT3: 20 cm.

- Thí nghiệm 6: Nghiên cứu ảnh hưởng của việc ngừng cung cấp dinh dưỡng cho cây cải bó xôi trước khi thu hoạch đến chất lượng rau cải bó xôi trồng thủy canh (sự tích lũy  $\text{NO}_3^-$ , As, Hg, Cd, Pb). Các công thức thí nghiệm CT1: Thu hoạch ngay; CT2: Thu hoạch sau khi ngừng cung cấp dinh dưỡng 1 ngày; CT3: Thu hoạch sau khi ngừng cung cấp dinh dưỡng 2 ngày; CT4: Thu hoạch sau khi ngừng cung cấp dinh dưỡng 4 ngày.

#### 2.2.2. Các chỉ tiêu theo dõi

- Chỉ tiêu sinh trưởng:

Chiều cao cây (cm); Số lá/cây (lá); Chỉ số SPAD: dùng máy đo chỉ số SPAD-502 Plus (Chlorophyll meter, Minolta-Japan); Chỉ số diện tích lá (Leaf Area Index - LAI) ( $\text{m}^2$  lá/ $\text{m}^2$  diện tích trồng); Khối lượng tươi (g lá/cây); Năng suất lý thuyết (NSLT) ( $\text{g}$  lá/ $\text{m}^2$ ); Năng suất thực thu (NSTT) ( $\text{g}$  lá/ $\text{m}^2$ ).

- Chỉ tiêu đánh giá độ an toàn:

+ Hàm lượng  $\text{NO}_3^-$  được xác định bằng phương pháp so màu theo TCVN 8742:2011, tại Phòng thí nghiệm trọng điểm về an toàn thực phẩm và môi trường (Vilas 809) thuộc Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

+ Hàm lượng một số kim loại nặng được xác định bằng phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử gồm: As: xác định theo TCVN 7770: 2007; Hg: xác định theo TCVN 7604: 2007; Cd và Pb: xác định theo TCVN 7929:2008.

Các chỉ tiêu kim loại nặng được phân tích tại Bộ môn Kiểm nghiệm chất lượng sản phẩm rau quả - Viện Nghiên cứu Rau quả.

#### 2.2.3. Xử lý số liệu

Số liệu thu thập được xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel và phần mềm R. Sự sai khác giữa các giá trị trung bình của các thông số được đánh giá theo phân tích ANOVA ở mức  $P < 5\%$ .

### 2.3. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện tại Viện Sinh học Nông nghiệp - Học viện Nông nghiệp Việt Nam từ tháng 8/2017 đến tháng 7/2018.

## III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Ảnh hưởng của giống tới sự sinh trưởng và năng suất của cây cải bó xôi trồng trên hệ thống thủy canh hồi lưu

Kết quả nghiên cứu cho thấy, tất cả các cây đều xuất hiện 2 lá thật sau 10 ngày và thu hoạch sau 42 ngày. Với mỗi giống khác nhau thì thời gian từ gieo đến nảy mầm khác nhau. Kết quả nghiên cứu trong

3 giống thì giống cải bó xôi F1 (VA.DASH) (Việt Á) có thời gian nảy mầm là 5 ngày, chậm hơn 1 ngày so với 2 giống còn lại (4 ngày). Tốc độ phát triển thân lá và chỉ số hàm lượng diệp lục (SPAD) cũng khác nhau. Sự khác biệt ở đây có ý nghĩa về mặt thống kê. Giống cải bó xôi chịu nhiệt F1 PD512 có chiều cao cây, số lá, diện tích lá cũng như chỉ số SPAD là

cao nhất, sau đó đến giống cải bó xôi F1(VA.DASH) (Việt Á) và thấp nhất là giống cải bó xôi chịu nhiệt F1(Lucky Seeds). Mức độ lớn hơn về các chỉ tiêu trên ở giống F1 PD512 lần lượt tương ứng gấp 1,17; 1,33; 1,82; 1,18 lần so với giống cải bó xôi F1(VA.DASH) (Việt Á) và 1,36; 1,71; 2,31; 1,07 lần so với giống cải bó xôi chịu nhiệt F1 (Lucky Seeds) (Bảng 1).

**Bảng 1.** Ảnh hưởng của giống tới sự sinh trưởng và năng suất của cải bó xôi trên hệ thống thủy canh hồi lưu (42 NST)

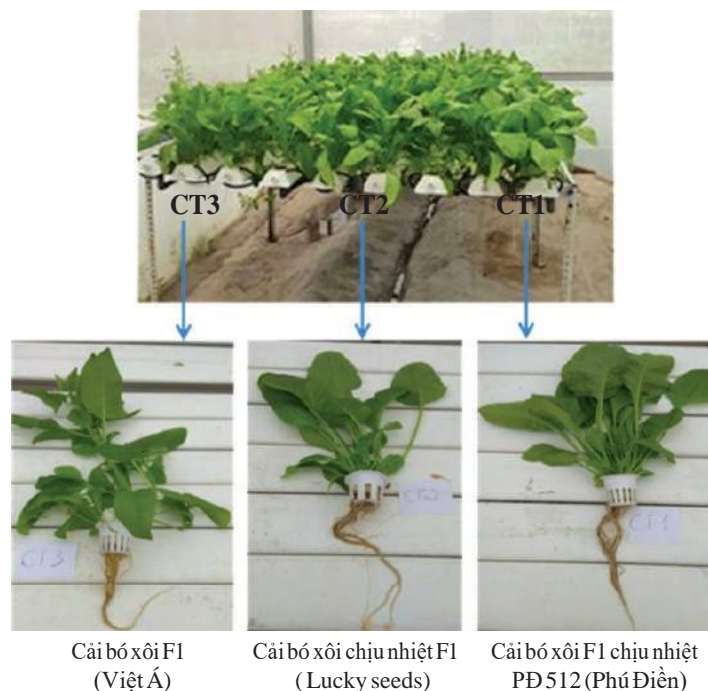
Giống	CCC (cm)	SL (lá/cây)	LA (cm <sup>2</sup> /cây)	SPAD	KLC (gam)	KLTL (gam/cây)	KLR (g/cây)	NSLT (kg/m <sup>2</sup> )	NSTT (kg/m <sup>2</sup> )
G1	36,33 <sup>a</sup>	13,70 <sup>a</sup>	528,43 <sup>a</sup>	34,38 <sup>a</sup>	35,91 <sup>a</sup>	31,62 <sup>a</sup>	4,29	3,16	2,23 <sup>a</sup>
G2	26,62 <sup>c</sup>	8,00 <sup>c</sup>	229,20 <sup>c</sup>	32,13 <sup>b</sup>	28,01 <sup>b</sup>	24,53 <sup>b</sup>	3,48	2,45	1,70 <sup>c</sup>
G3	31,12 <sup>b</sup>	10,30 <sup>b</sup>	290,51 <sup>b</sup>	29,08 <sup>c</sup>	31,22 <sup>b</sup>	27,41 <sup>b</sup>	3,81	2,74	1,90 <sup>b</sup>
CV (%)	1,92	2,35	2,21	4,09	2,17	2,72	-	-	3,43
LSD <sub>0,05</sub>	3,89	1,51	5,62	0,05	3,41	3,92	-	-	0,21

Ghi chú: Bảng 1 - 5: Những trị số trong cùng 1 cột có cùng 1 chữ cái là không có sự sai khác ở mức ý nghĩa  $P < 5\%$  theo phần mềm R; G: giống; NST: ngày sau trồng; CCC: chiều cao cây; SL: số lá; LA: diện tích lá; KLC: khối lượng toàn cây; KLTL: khối lượng thân lá; KLR: khối lượng rễ; NSLT: năng suất lý thuyết; NSTT: năng suất thực thu.

Tương quan với sự phát triển về thân lá sẽ cho khối lượng cây, khối lượng rễ cũng như năng suất lý thuyết và năng suất thực thu cao hơn. Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về năng suất thực thu giữa cả 3 giống thí nghiệm. Trong đó, giống F1 Phú Điền cho năng suất gấp 1,17 lần giống F1(VA.DASH) (Việt Á) và gấp 1,31 lần giống cải bó xôi chịu nhiệt F1(Lucky Seeds).

Hơn nữa, đối với giống cải bó xôi F1 (VA.DASH) (Việt Á) số lá trung bình khoảng 10 lá/cây nhưng

sau 2 tuần trồng cây có biểu hiện ra hoa, lá có dạng hình mũi mác và cây rau có dạng thân rõ rệt. Kết quả cũng cho thấy, giống cải bó xôi F1 Phú Điền có lá to, dày và đều hơn, còn cải bó xôi chịu nhiệt F1 (Lucky Seeds) phần thịt lá hẹp và mỏng hơn. Điều đó hoàn toàn phù hợp với kết quả năng suất tương ứng cho mỗi giống ở trên. Vì thế, giống cải bó xôi F1 chịu nhiệt Phú Điền đã được lựa chọn cho các nghiên cứu tiếp theo.



**Hình 1.** Các giống cải bó xôi trồng thủy canh trong thí nghiệm

### 3.2. Ảnh hưởng của dung dịch dinh dưỡng tới sự sinh trưởng và năng suất của cây cải bó xôi trồng trên hệ thống thủy canh hồi lưu

Dung dịch dinh dưỡng Hoagland Arnon thường được sử dụng cho các nghiên cứu trồng rau ăn lá trong dung dịch thủy canh (Duyar and Kılıç, 2016). Dung dịch dinh dưỡng Hoagland không những cung cấp dinh dưỡng khá chất lượng cho rau ăn lá, vốn là đối tượng cây trồng được thu hoạch trong thời gian ngắn mà còn là dung dịch đầu tiên được biết phù hợp cho sự phát triển của cây cà chua đạt năng suất

cao trong thời gian dài. Một số nghiên cứu cho rằng dung dịch này có trong thành phần hàm lượng các nguyên tố cao hơn so với quy định thích hợp cho rau ăn lá và có nhiều thành phần dinh dưỡng dư lượng sau thu hoạch với tiềm năng có thể gây ô nhiễm môi trường (Alberici *et al.*, 2008). Vì vậy, việc sử dụng hiệu quả tiềm năng của dung dịch dinh dưỡng Hoagland trong rau ăn lá là những vấn đề còn cần tiếp tục nghiên cứu và cũng là cơ sở để tiến hành thí nghiệm trồng cây cải bó xôi trong 3 dung dịch dinh dưỡng SH1, SH3 và SH5.

**Bảng 2.** Ảnh hưởng của các loại dung dịch dinh dưỡng tới sự sinh trưởng và năng suất của cải bó xôi trên hệ thống thủy canh hồi lưu (42 NST)

DD dinh dưỡng	CCC (cm)	SL (lá/cây)	LA (cm <sup>2</sup> /cây)	SPAD	KLC (gam)	KLTL (gam)	KLR (gam/cây)	NSLT (kg/m <sup>2</sup> )	NSTT (kg/m <sup>2</sup> )
SH1	33,60 <sup>b</sup>	13,70 <sup>a</sup>	428,25 <sup>b</sup>	31,50 <sup>b</sup>	32,56 <sup>b</sup>	27,71 <sup>b</sup>	4,85	2,77	2,30 <sup>b</sup>
SH3	37,41 <sup>a</sup>	12,31 <sup>a</sup>	513,08 <sup>a</sup>	34,70 <sup>a</sup>	38,57 <sup>a</sup>	34,32 <sup>a</sup>	4,25	3,43	2,83 <sup>a</sup>
SH5	32,92 <sup>b</sup>	10,00 <sup>b</sup>	320,17 <sup>c</sup>	29,13 <sup>b</sup>	28,16 <sup>c</sup>	22,35 <sup>c</sup>	5,81	2,23	1,90 <sup>c</sup>
CV (%)	1,42	2,43	3,98	3,99	4,30	4,75	-	-	3,87
LSD <sub>0,05</sub>	1,62	2,17	22,37	3,16	1,74	1,52	-	-	0,12

Kết quả cho thấy, ở tất cả các chỉ tiêu theo dõi (trừ số lá/cây) đều đạt giá trị cao nhất ở công thức sử dụng dung dịch SH3. Sự sai khác này có ý nghĩa thống kê so với 2 công thức còn lại. Do có sự phát triển về chiều cao cây cũng như lá vượt trội nên khối lượng cây, năng suất khi dùng dung dịch SH3 đều cao tương ứng 1,23 đến 1,5 lần so với dung dịch SH1 và SH5. Chiều cao cây và chỉ số SPAD không có sự sai khác về mặt thống kê giữa dung dịch SH1 và SH5,

nhưng giữa 2 công thức dung dịch dinh dưỡng này khác biệt nhau về tất cả các chỉ tiêu còn lại (Bảng 2). Kết quả nghiên cứu này có phần tương đồng với các nghiên cứu trước đây về năng suất cây trồng trên hệ thống thủy canh thay đổi tùy từng loài thực vật, giống, mùa vụ, mật độ trồng (cây/m<sup>2</sup>), thời gian sinh trưởng, thu hoạch và nồng độ dung dịch dinh dưỡng (Alberici *et al.*, 2008; Jakse *et al.*, 2013).



**Hình 2.** Cây cải bó xôi khi trồng ở các dung dịch dinh dưỡng khác nhau

### 3.3. Ảnh hưởng của EC dung dịch tới sự sinh trưởng và năng suất của cây cải bó xôi trồng trên hệ thống thủy canh hồi lưu

Mặc dù không có sự khác biệt về chiều cao cây và số lá ở công thức EC = 800 µS/cm và

EC = 1.000 µS/cm, nhưng có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở công thức EC = 1.200 µS/cm so với 2 công thức này. Tuy vậy, diện tích lá ở công thức EC = 1.000 µS/cm cao hơn hẳn EC = 800 µS/cm, điều đó cho thấy kích thước lá khi EC lớn hơn là lớn hơn.

Trừ chỉ số SPAD không sai khác giữa 2 công thức EC = 1.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  và EC = 1.200  $\mu\text{S}/\text{cm}$  thì tất cả các chỉ tiêu còn lại khác như diện tích lá trên cây, khối lượng cây, khối lượng thân lá, và năng suất lý thực thu ở cả 3 công thức đều có sự sai khác có ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy 95%. Cụ thể với

EC = 1.200  $\mu\text{S}/\text{cm}$  thì có số lá, diện tích lá, khối lượng cây, khối lượng thân lá và năng suất thực thu đều cao hơn 2 công thức mức EC = 800  $\mu\text{S}/\text{cm}$  và EC = 1.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  lần lượt là: 1,67; 1,97; 1,46; 1,59; 1,59 lần và 1,37; 1,21; 1,11; 1,16; 1,15 lần (Bảng 3).

**Bảng 3.** Ảnh hưởng của EC tới sự sinh trưởng và năng suất của cải bó xôi trên hệ thống thủy canh hồi lưu (42 NST)

EC	CCC (cm)	SL (lá/cây)	LA (cm <sup>2</sup> /cây)	SPAD	KLC (gam)	KLTL (gam)	KLR (gam/cây)	NSLT (kg/m <sup>2</sup> )	NSTT (kg/m <sup>2</sup> )
800 $\mu\text{S}/\text{cm}$	35,45 <sup>b</sup>	8,63 <sup>b</sup>	252,08 <sup>c</sup>	31,51 <sup>b</sup>	26,95 <sup>c</sup>	21,93 <sup>c</sup>	5,02	2,77	1,83 <sup>c</sup>
1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	35,60 <sup>b</sup>	10,53 <sup>b</sup>	412,96 <sup>b</sup>	34,48 <sup>a</sup>	35,46 <sup>b</sup>	30,19 <sup>b</sup>	5,27	3,43	2,52 <sup>b</sup>
1.200 $\mu\text{S}/\text{cm}$	39,56 <sup>a</sup>	14,43 <sup>a</sup>	497,56 <sup>a</sup>	34,53 <sup>a</sup>	39,33 <sup>a</sup>	34,89 <sup>a</sup>	4,44	2,23	2,90 <sup>a</sup>
CV (%)	2,72	2,45	4,25	3,72	4,11	3,24	-	-	2,71
LSD <sub>0,01</sub>	2,19	3,00	10,01	2,75	1,95	1,46	-	-	0,11

Thành phần các nguyên tố khoáng trong dung dịch dinh dưỡng có ảnh hưởng trực tiếp đến sự hấp thu dinh dưỡng của cây, do đó quyết định đến năng suất và chất lượng của cây cải bó xôi. Trong quá trình cây sinh trưởng sẽ hấp thụ các ion khoáng làm thay đổi giá trị EC. Giá trị EC cho biết tổng nồng độ ion hoà tan trong dung dịch và là cơ sở

giúp điều chỉnh và bổ sung lượng dinh dưỡng thích hợp cho cây trồng thủy canh. Giá trị EC cao hơn có thể sẽ ngăn cản sự hấp thu chất dinh dưỡng. EC thấp sẽ ảnh hưởng đến sức sống và năng suất cây trồng thủy canh. Kết quả nghiên cứu này cũng tương đồng với kết quả nghiên cứu của tác giả Kim và cộng tác viên (2005).



**Hình 3.** Cây cải bó xôi trồng ở các mức EC dung dịch khác nhau

### 3.4. Ảnh hưởng của pH dung dịch tới sự sinh trưởng và năng suất của cây cải bó xôi trồng trên hệ thống thủy canh hồi lưu

Kết quả cho thấy, chiều cao cây không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê ở công thức pH 6 - 6,5 và 7 - 7,5, nhưng một số chỉ tiêu khác như số lá, diện tích lá trên cây, khối lượng cây có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở cả 3 công thức nghiên cứu. Tuy nhiên, khối lượng thân lá là phần ăn được và năng suất lý thuyết chỉ sai khác có ý nghĩa thống kê ở công thức pH 6 - 6,5 so với 2 công thức còn lại là pH 5 - 5,5 và pH 7 - 7,5 (giữa chúng không có sự khác biệt). Như vậy có thể thấy rằng, số lá, diện tích

lá và khối lượng cây ở pH 7 - 7,5 cao hơn pH 5 - 5,5 nhưng khối lượng phần rễ của công thức này cũng lớn hơn nên khối lượng phần ăn được là thân lá và năng suất thực thu không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (Bảng 4).

Cây cải bó xôi được trồng trong hệ thống thủy canh, việc điều chỉnh pH, EC và oxy hòa tan của hệ thống là yếu tố vô cùng quan trọng (Gonnella *et al.*, 2003) bởi pH, EC khác nhau thì khả năng hấp thụ của cây trồng và phần trăm tính hữu hiệu của mỗi chất dinh dưỡng là khác nhau. Các vấn đề về EC và pH tiềm ẩn bất lợi cho sinh trưởng của cây có thể được loại bỏ bằng dung dịch dinh dưỡng thích hợp

(Tesi *et al.*, 2003; Lenzi *et al.*, 2011). Trong kết quả nghiên cứu này, ngưỡng pH và EC phù hợp cho sinh trưởng của cây cải bó xôi lần lượt là 6 - 6,5 và 1.200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Kết quả này có phần tương đồng với nghiên cứu của Oztekin và cộng tác viên (2018) cũng

trên cây cải bó xôi, với việc sử dụng các dung dịch khác nhau, ngưỡng pH và EC cho hiệu quả trong nghiên cứu của nhóm tác giả là 1,16 - 1,40  $\text{dS}/\text{m}$  và pH 5,5 đến 6,5, đồng thời phụ thuộc vào các giai đoạn khác nhau.

**Bảng 4.** Ảnh hưởng của pH tới sự sinh trưởng và năng suất của cải bó xôi trên hệ thống thủy canh hồi lưu (42 NST)

pH	CCC (cm)	SL (lá/cây)	LA (cm <sup>2</sup> /cây)	SPAD	KLC (gam)	KLTL (gam)	KLR (gam/cây)	NSLT (kg/m <sup>2</sup> )	NSTT (kg/m <sup>2</sup> )
5-5,5	26,78 <sup>c</sup>	8,90 <sup>c</sup>	297,88 <sup>c</sup>	30,83 <sup>b</sup>	29,50 <sup>c</sup>	25,08 <sup>b</sup>	4,42	2,01	2,09 <sup>b</sup>
6-6,5	36,38 <sup>a</sup>	14,00 <sup>a</sup>	503,73 <sup>a</sup>	35,35 <sup>a</sup>	39,27 <sup>a</sup>	34,42 <sup>a</sup>	4,85	2,75	2,87 <sup>a</sup>
7-7,5	34,76 <sup>a</sup>	12,00 <sup>b</sup>	421,84 <sup>b</sup>	31,83 <sup>b</sup>	33,13 <sup>b</sup>	27,22 <sup>b</sup>	5,91	2,18	2,27 <sup>b</sup>
CV (%)	2,41	3,24	4,78	3,35	2,17	2,93	-	-	3,49
LSD <sub>0,05</sub>	1,71	0,88	9,17	3,31	2,66	3,86	-	-	0,32



**Hình 4.** Cây cải bó xôi trồng ở các mức pH dung dịch khác nhau

**3.5. Ảnh hưởng của khoảng cách trồng tới sự sinh trưởng và năng suất của cây cải bó xôi trồng trên hệ thống thủy canh hồi lưu**

Khoảng cách trồng là yếu tố có ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng hấp thụ năng lượng ánh sáng, do đó ảnh hưởng đến quang hợp và năng suất cây trồng. Kết quả thí nghiệm đã cho thấy, sự khác biệt về chiều cao cây giữa các khoảng cách khác nhau là không có ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy 95%. Tuy nhiên với

cả 3 khoảng cách được nghiên cứu đều cho sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở tất cả các thông số còn lại như: số lá, diện tích lá, chỉ số SPAD, khối lượng cây, khối lượng thân lá và năng suất thực thu, trong đó khoảng cách trồng 15 cm x 12 cm cho các thông số trên cao nhất tương ứng lần lượt gấp 1,57; 1,14; 1,1; 1,34; 1,37; 1,38 so với cây trồng ở khoảng cách 10 cm x 12 cm và 1,17; 1,1; 1,22; 1,45; 1,16; 1,16 lần so với cây trồng ở khoảng cách 20 cm x 12 cm (Bảng 5).

**Bảng 5.** Ảnh hưởng của khoảng cách trồng tới sự sinh trưởng và năng suất của cây cải bó xôi trên hệ thống thủy canh hồi lưu

Khoảng cách (cm)	CCC (cm)	SL (lá/cây)	LA (cm <sup>2</sup> /cây)	SPAD	KLC (gam)	KLTL (gam)	KLR (gam/cây)	NSLT (kg/m <sup>2</sup> )	NSTT (kg/m <sup>2</sup> )
10 x 12	35,07 <sup>a</sup>	8,90 <sup>c</sup>	426,95 <sup>c</sup>	32,05 <sup>b</sup>	29,84 <sup>c</sup>	24,92 <sup>c</sup>	4,92	2,00	2,08 <sup>c</sup>
15 x 12	35,91 <sup>a</sup>	14,00 <sup>a</sup>	485,16 <sup>a</sup>	35,34 <sup>a</sup>	39,95 <sup>a</sup>	34,54 <sup>a</sup>	5,41	1,67	2,88 <sup>a</sup>
20 x 12	35,86 <sup>a</sup>	12,00 <sup>b</sup>	447,42 <sup>b</sup>	29,02 <sup>c</sup>	34,89 <sup>b</sup>	29,74 <sup>b</sup>	5,15	1,20	2,48 <sup>b</sup>
CV (%)	2,47	3,42	4,27	3,24	3,27	4,25	-	-	2,98
LSD <sub>0,05</sub>	1,45	0,88	11,20	1,97	2,05	1,34	-	-	0,12



**Hình 5.** Cây cải bó xôi với các khoảng trồng cách nhau

Trong nghiên cứu này, giống cải bó xôi PD512-Phú Điền với khoảng cách 15 cm x 12 cm (tương đương 190 cây/m<sup>2</sup>) cho năng suất cao nhất. Điều này là hợp lý bởi giống chịu nhiệt tốt ra phù hợp với điều kiện khí hậu nhiệt đới của Việt Nam ngay cả các thời vụ khác nhau, còn mật độ trên là phù hợp cho khả năng hấp thu năng lượng ánh sáng, bởi nếu khoảng cách thưa hơn có thể gây lãng phí năng lượng ánh sáng và cao hơn sẽ có sự che lấp của các lớp lá dưới. Kết quả về năng suất cải bó xôi trồng thủy canh về cơ bản là cao, thậm chí còn lớn hơn năng suất rau cải bó xôi trồng trên đất và lớn hơn cải bó xôi trồng trên hệ thống thủy canh sử dụng giá thể perlite (năng suất 1,1 - 1,5 kg/m<sup>2</sup>) của Cocetta và cộng tác viên (2007).

### 3.5. Đánh giá độ an toàn của cây rau cải bó xôi trồng bằng phương pháp thủy canh hồi lưu

#### 3.5.1. Hàm lượng NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

Sự hấp thu nitơ quá mức hoặc ức chế chuyển đổi

nitơ thành protein bởi một số yếu tố môi trường dẫn đến tích lũy nitơ trong suốt giai đoạn sinh trưởng của cây. Một phần nhỏ của nitơ được hấp thu thông qua dinh dưỡng được giảm xuống thành nitrit bởi vi khuẩn có trong miệng và dạ dày. Nitrit có nhiều tác động tiêu cực khác đối với sức khỏe con người vì nó phản ứng với amin bậc hai và dẫn đến sự hình thành các chất gây ung thư, mutagen và teratogen nitrosamine. Hàm lượng nitrat ở lá giảm khi nồng độ dung dịch dinh dưỡng giảm là do nồng độ nitrat trong mô giảm (Duyar and Kılıç, 2016). Điều này có thể được giải thích thông qua việc sử dụng nitrat đã được lưu trữ trong không bào, khi nồng độ nitrat cung cấp từ môi trường thấp hơn so với nhu cầu của cây (Alberici *et al.*, 2008).

Với mục tiêu sản xuất sản phẩm an toàn phục vụ tiêu dùng và hướng mở rộng mô hình sản xuất, nghiên cứu cũng đã tiến hành đánh giá độ an toàn của sản phẩm cải bó xôi tạo ra.

**Bảng 6.** Kết quả phân tích hàm lượng NO<sub>3</sub><sup>-</sup> tích lũy trong rau cải bó xôi trồng thủy canh hồi lưu thu hoạch sau thời gian ngừng cung cấp dinh dưỡng khác nhau

Thời gian ngừng cung cấp dinh dưỡng cho cải bó xôi trước khi thu hoạch (ngày)	Hàm lượng NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/kg tươi)	Mức giới hạn tối đa cho phép theo Quyết định số 99/2008/QĐ-BNN (mg/kg tươi)
Thu hoạch luôn	1.171	1.500
1 ngày	974	
2 ngày	627	
4 ngày	226	

Kết quả bảng 6 cho thấy, rau cải bó xôi trồng thủy canh có hàm lượng NO<sub>3</sub><sup>-</sup> đạt tiêu chuẩn an toàn. Có thể thấy rằng, hàm lượng NO<sub>3</sub><sup>-</sup> trong rau cải bó xôi thu hoạch luôn mà không có thời gian ngừng cấp dinh dưỡng vẫn ở mức giới hạn cho phép theo Quyết định số 99/2008/QĐ-BNN. Hàm lượng NO<sub>3</sub><sup>-</sup> có trong rau cải bó xôi tỷ lệ nghịch với thời gian ngừng cấp dinh dưỡng nên khi tăng thời gian ngừng

cấp dinh dưỡng thì hàm lượng NO<sub>3</sub><sup>-</sup> giảm (giảm 5,18 lần sau 4 ngày ngừng cung cấp dinh dưỡng so với thu hoạch luôn). Tuy nhiên, nếu tăng thời gian ngừng cung cấp dinh dưỡng thêm nữa, cây có biểu hiện thay đổi màu sắc lá. Vì thế, có khả năng thời gian thu hoạch sau khi ngừng cung cấp dinh dưỡng 4 ngày là phù hợp.

**3.5.2. Hàm lượng một số kim loại nặng (As, Hg, Cd, Pb)**

Kết quả phân tích về hàm lượng kim loại nặng trong rau cải bó xôi trồng thủy canh cho thấy đều dưới ngưỡng rất xa so với mức giới hạn tối đa cho phép theo Quyết định số 99/2008/QĐ-BNN của Bộ Nông nghiệp và PTNT (Bảng 7).

Kết quả nghiên cứu về hàm lượng nitrat này cũng có những nét tương đồng với nghiên cứu của

Oztekin và cộng tác viên (2018), khi cải bó xôi thủy canh trong các dung dịch dinh dưỡng khác nhau (trong nước, trong dung dịch dinh dưỡng đầy đủ và dung dịch dinh dưỡng giảm một nửa hàm lượng). Có thể cho rằng rau cải bó xôi trồng trong hệ thống thủy canh ngoài việc giảm hàm lượng nitrat, ứng dụng giảm thành phần dinh dưỡng có thể cho năng suất và chất lượng cao.

**Bảng 7.** Kết quả phân tích hàm lượng một số kim loại nặng trong rau cải bó xôi trồng thủy canh

Chỉ tiêu đánh giá độ an toàn của rau	Hàm lượng kim loại nặng trong cải bó xôi trồng thủy canh	Mức giới hạn tối đa cho phép theo Quyết định số 99/2008/QĐ-BNN	Đánh giá
As (mg/kg)*	0,0181	1,00	Đạt
Cd (mg/kg)*	0,0092	0,10	Đạt
Hg (mg/kg)*	0,0060	0,05	Đạt
Pb (mg/kg)*	0,164	0,30	Đạt

Ghi chú: \*Hàm lượng các chất tính theo khối lượng tươi của phần ăn được.

Trong nghiên cứu trên, hàm lượng nitrat trong lá (226 - 1.171 mg/kg) cũng thay đổi phụ thuộc thời gian ngừng cung cấp dinh dưỡng khác nhau. Thậm chí, kết quả về hàm lượng NO<sub>3</sub><sup>-</sup> này còn thấp hơn rất nhiều so với quy định của Ủy ban châu Âu số: 1258/2001 (European Commission Regulation, No: 1258/2001, EUR-LEX, 2017), theo đó giá trị ngưỡng tối đa về hàm lượng NO<sub>3</sub><sup>-</sup> là 3.500 mg/kg cho rau cải bó xôi và xà lách, do đó không gây ra bất kỳ rủi ro nào đối với sức khỏe con người. Như vậy, kết quả này cũng gần như đồng nhất với những nghiên cứu trước đó về phương pháp không bổ sung nguồn N (N-free media) cho dung dịch dinh dưỡng trồng thủy canh trước khi thu hoạch nhằm giảm hàm lượng NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, tăng hàm lượng vitamin C có trong rau cải bó xôi của tác giả Mozafar (1996) (giảm 11 lần hàm lượng NO<sub>3</sub><sup>-</sup> sau 2 ngày chuyển sang dung dịch thiếu nguồn N).

Hơn nữa, hàm lượng các kim loại nặng của rau cải bó xôi trồng trên hệ thống thủy canh hồi lưu này đều nằm ở thấp hơn ngưỡng giới hạn cho phép rất nhiều. Điều này một lần nữa khẳng định rau cải bó xôi trồng trên hệ thống thủy canh hồi lưu là hoàn toàn an toàn cho người sử dụng.

**IV. KẾT LUẬN**

Trong 3 giống cải bó xôi thí nghiệm, giống cải bó xôi chịu nhiệt F1 PD512- Phú Điền thích hợp nhất trồng bằng phương pháp thủy canh hồi lưu. Trồng giống cải bó xôi trên với khoảng cách 15 cm x 12 cm (190 cây/m<sup>2</sup>) và sử dụng dung dịch dinh dưỡng SH3 với mức EC = 1.200 µS/cm, pH từ 6 - 6,5 là phù hợp trong suốt thời gian sinh trưởng của cây, đạt năng

suất thực thu 2,4 kg/m<sup>2</sup> đến 2,9 kg/m<sup>2</sup>. Thu hoạch rau cải bó xôi sau 4 ngày ngừng cung cấp dinh dưỡng sẽ đảm bảo rau an toàn về hàm lượng NO<sub>3</sub><sup>-</sup> và hàm lượng kim loại nặng.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

**Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn**, 2008. Quyết định số 99/2008/QĐ-BNN, ngày 15/10/2008. Quyết định ban hành quản lý sản xuất, kinh doanh rau quả và chè an toàn.

**TCVN 7929:2008 (EN 14083:2003)**. Tiêu chuẩn quốc gia về Thực phẩm - Xác định các nguyên tố vết - Xác định chì, cadimi, crom, molybden bằng đo phổ hấp thụ nguyên tử dùng lò graphit (GFAAS) sau khi phân huỷ bằng áp lực.

**TCVN 8742:2011**. Tiêu chuẩn quốc gia. Cây trồng - Xác định nitrat và nitrit bằng phương pháp so màu.

**TCVN 7604:2007**. Tiêu chuẩn quốc gia về thực phẩm - xác định hàm lượng thủy ngân bằng phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử không ngọn lửa.

**TCVN 7770:2007**. Tiêu chuẩn quốc gia về rau, quả và sản phẩm rau, quả - Xác định hàm lượng arsen - Phương pháp đo phổ hấp thụ nguyên tử giải phóng hydrua.

**Alberici A., Quattrini E., Penati, M., Martinetti, L., Gallina, P.M., Ferrante, A., Schiavi, M.**, 2008. Effect of the reduction of nutrient solution concentration on leafy vegetables quality grown in floating system. *Acta Horticulturae*, 801: 1167-1175.

**Brandenberger, L., Cavins, T., Payton, M., Wells, L., Johnson, T.**, 2007. Yield and quality of spinach cultivars for greenhouse production in Oklahoma. *Hort Technology*, 17 (2): 269-272.



- Cocetta, G., Quattrini, E., Schiavi, M., Martinetti, L., Spinardi, A., Ferrante, A.,** 2007. Nitrate and sucrose content in fresh-cut leaves of spinach plants grown in floating system. *Agricultural Medicine*, 137:79-85.
- Duyar, H. and Kılıç, C.C.,** 2016. A research on production of rocket and parsley in floating system. *Journal of Agricultural Science*, 8 (7): 54-60.
- EUR-LEX,** 2017. Commission Regulation (EU) No.1258/2011 of 2 December 2011 amending Regulation (EC) No.1881/2006 as regards maximum levels for nitrates in foodstuff, accessed on 15/8/2017. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R1258&from=EN>.
- Gonnella, M., Serio, F., Conversa, G., Santamaria, P.,** 2003. Yield and quality of lettuce grown in floating system using different sowing density and plant spatial arrangements. *Acta Horticulturae*, 614: 687-692.
- Hoagland, D. R., and Arnon, D. I.,** 1950. *The water-culture method for growing plants without soil*. Circular. California Agricultural Experiment Station, 347 (2<sup>nd</sup> edit).
- Jakse, M., Hacim, J., Marsic, K.N.,** 2013. Production of rocket (*Eruca sativa* Mill.) on plug trays and on a floating system in relation to reduced nitrate content. *Acta Agriculturae Slovenica*, 101 (1): 59-68.
- Kim, H. J., Cho, Y. S., Kwon, O. K., Cho, M. H., Hwang, J. B., Bae, S. D., & Jeon, W. T.,** 2005. Effect of pH and EC of hydroponic solution on the growth of greenhouse rose. *Asian J. Plant Sci*, 4 (4), 348-355.
- Ko, S.H., Park, J.H., Kim, S.Y., Lee, S.W., Chun, S.S., Park, E.,** 2014. Antioxidant effects of spinach (*Spinacia oleracea* L.) supplementation in hyperlipidemic rats. *Preventive Nutrition and Food Science*, 19 (1): 19-26.
- Lenzi, A., Baldi, A., Tesi, R.,** 2011. Growing spinach in a floating system with different volumes of aerated or nonaerated nutrient solution. *Advances in Horticultural Science*, 25 (1): 21-25.
- Mozafar, A.,** 1996. Decreasing the NO<sub>3</sub> and increasing the vitamin C contents in spinach by a nitrogen deprivation method. *Plant Foods for Human Nutrition*, 49 (2), 155-162.
- Oztekin, G. B., Uludag, T., & Tuzel, Y.,** 2018. Growing spinach (*Spinacia oleracea* L.) in a floating system with different concentrations of nutrient solution. *Applied ecology and environmental research*, 16 (3), 3333-3350.
- Tesi, R., Lenzi, A., Lombardi, P.,** 2003. Effect of salinity and oxygen level on lettuce grown in a floating system. *Acta Horticulturae*, 609:383-387.
- Tomasi, N., Roberto, P., Luisa, D.C., Cortella, G., Terzano, R., Mimmo, T., Scampicchio, M., Cesco, S.,** 2015. New 'solutions' for floating cultivation system of ready-to-eat salad: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 46:267-276.

## Determination of optimal technical parameters for growing of spinach (*Spinacia oleracea*) in the circulating hydroponic system

Nguyen Thi Phuong Dung, Tran Thi Thanh Huyen,  
Nguyen Thi Thuy, Le Thi Thuy, Nguyen Quang Thach

### Abstract

The study was conducted with 6 experiments on varieties, nutrient solution, EC, pH of the solution, plant density and harvesting time after stopping nutrient supply on spinach growing in the circulating hydroponic system. The results showed that the PD512-Phu Dien was the most feasible among the three studied varieties. Growing PD512 at density of 190 cm/m<sup>2</sup> and using nutrient solution SH3 with EC = 1,200 μS/cm, pH of 6 - 6.5 was suitable for the whole growth duration and the plant yield reached from 2.4 kg/m<sup>2</sup> to 2.9 kg/m<sup>2</sup>. Harvesting of spinach after 4 days of stopping supplying nutrients will ensure safe vegetables in the residual NO<sub>3</sub><sup>-</sup> content and heavy metals (As, Hg, Cd, Pb).

**Keywords:** SPAD, nutrient solution, EC, pH, residual NO<sub>3</sub><sup>-</sup> content

Ngày nhận bài: 12/11/2018  
Ngày phản biện: 17/11/2018

Người phản biện: GS. TS. Trần Khắc Thi  
Ngày duyệt đăng: 10/12/2018