

# ẢNH HƯỞNG CỦA TỶ LỆ $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ ĐẾN KHẢ NĂNG ỔN ĐỊNH pH CỦA DUNG DỊCH VÀ KHẢ NĂNG SINH TRƯỞNG CỦA RAU MUỐNG THỦY CANH

Hoàng Thị Bích Thảo<sup>1</sup>, Trần Văn Điền<sup>1</sup>

## TÓM TẮT

Ảnh hưởng của tỷ lệ  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$  đến khả năng điều hòa pH của dung dịch và sinh trưởng của rau muống trồng bằng hệ thống thủy canh không hồi lưu được nghiên cứu trong điều kiện có điều chỉnh pH (duy trì pH 5,5 trong suốt thời gian cây sinh trưởng) và không có điều chỉnh pH. Rau muống 2 tuần tuổi được trồng trong các thùng xốp chứa 20 L dung dịch dinh dưỡng có các tỷ lệ  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$  khác nhau (100:00, 75:25, 50:50, 25:75 và 00:100). Kết quả cho thấy, trong công thức 100%  $\text{NO}_3^-$ , cây sinh trưởng tốt trong trường hợp có điều chỉnh pH dung dịch thường xuyên, nhưng khi không có điều chỉnh pH, cây sinh trưởng rất kém. Khi không có điều chỉnh pH, pH của công thức này tăng mạnh và có thể đã ảnh hưởng đến độ hòa tan của các nguyên tố dinh dưỡng trong dung dịch. Trong công thức 100%  $\text{NH}_4^+$ , cây sinh trưởng kém trong cả hai trường hợp có điều chỉnh và không có điều chỉnh pH, cho thấy tỷ lệ  $\text{NH}_4^+$  cao đã phần nào gây độc cho cây. pH của công thức này trong trường hợp không điều chỉnh pH đã giảm mạnh về dưới 4,0. Khi tỷ lệ  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$  là 25:75, cây sinh trưởng tốt trong cả hai trường hợp có điều chỉnh và không có điều chỉnh pH, công thức này cũng có tác dụng điều hòa pH của dung dịch tốt nhất, giúp cho pH của dung dịch luôn duy trì trong phạm vi phù hợp cho cây sinh trưởng (5,5-6,1). Khi tỷ lệ  $\text{NH}_4^+$  tăng cao hơn nữa, sinh trưởng của rau muống có xu hướng giảm. Nghiên cứu này cho thấy rau muống có thể được trồng bằng hệ thống thủy canh không hồi lưu đơn giản và không cần điều chỉnh pH nếu sử dụng tỷ lệ đậm  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$  là 25:75. Việc thay thế 25% đậm  $\text{NO}_3^-$  bằng đậm  $\text{NH}_4^+$  cũng có tác dụng làm giảm hàm lượng đậm  $\text{NO}_3^-$  trong cây.

Từ khóa: Thủy canh,  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ , pH, dung dịch dinh dưỡng.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đạm là một nguyên tố dinh dưỡng quan trọng nhất đối với cây trồng. Không giống như các nguyên tố khác, cây trồng có thể sử dụng đạm ở cả dạng ion dương, amoni ( $\text{NH}_4^+$ ) hoặc ion âm, nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) (Miller and Donahue, 1990). Tất cả đạm  $\text{NH}_4^+$  đều phải được tổng hợp vào các hợp chất hữu cơ trong cây. Việc đồng hóa  $\text{NH}_4^+$  trong rễ sản xuất ra một lượng  $\text{H}^+$ , lượng  $\text{H}^+$  này sẽ được thải vào môi trường xung quang (Buchanan và cs., 2002), vì vậy thường làm giảm pH của môi trường xung quanh.  $\text{NO}_3^-$  là dạng đạm chính của cây, so với  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  có ưu điểm là dạng đạm dự trữ trong cây mà không cần thiết phải được đồng hóa vào các hợp chất hữu cơ. Tuy nhiên trong dung dịch thủy canh, khi cây hấp thụ nhiều  $\text{NO}_3^-$  sẽ thường làm tăng pH của dung dịch, thông thường cây không bị độc trong môi trường kiềm, nhưng pH tăng nhanh trong dung dịch sẽ khiến nhiều chất dinh dưỡng trở nên kém hòa tan. Cây trồng thường chỉ hấp thụ  $\text{NH}_4^+$  với một lượng nhỏ do hàm lượng  $\text{NH}_4^+$  cao dễ gây độc cho cây

(Salsac và cs., 1987). Sử dụng duy nhất đậm  $\text{NH}_4^+$  do vậy thường có ảnh hưởng xấu đến sinh trưởng của cây (Walch và cs., 2000). Ảnh hưởng xấu của  $\text{NH}_4^+$  gây ra do nhiều nguyên nhân như làm thay đổi pH của môi trường và tác động gây độc trực tiếp của  $\text{NH}_4^+$ . Tuy nhiên trong thủy canh cây trồng, một lượng hợp lý  $\text{NH}_4^+$  sẽ có tác dụng điều hòa pH của dung dịch (Andriolo và cs., 2006). Đối với rau xà lách, tỷ lệ  $\text{NH}_4^+$  được đưa ra là 9-12% (Faquin & Furlani, 1999). Ngoài ra rất nhiều nghiên cứu khác cho thấy việc kết hợp  $\text{NH}_4^+$  ở một tỷ lệ  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$  hợp lý có thể tăng năng suất cây trồng và giảm dư lượng  $\text{NO}_3^-$  trong rau (Shen và cs., 2003; Dong và cs., 2005; Chen và cs., 2005). pH có thể được duy trì ổn định khi lượng  $\text{H}^+$  tạo ra (do đồng hóa  $\text{NH}_4^+$ ) và lượng  $\text{H}^+$  sử dụng (do đồng hóa  $\text{NO}_3^-$ ) tương đương nhau và do vậy cây sẽ tiêu tốn ít năng lượng. Điều này có thể giải thích vì sao một số loại cây trồng được bón kết hợp cả hai dạng đậm  $\text{NH}_4^+$  và  $\text{NO}_3^-$  thường đạt sinh trưởng tối đa. Tuy nhiên khi tỷ lệ  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$  cao khoảng 50:50, thì sinh trưởng lại giảm đối với hầu hết các cây trồng cạn, ngoại trừ lúa trong mọi điều kiện đều cho sinh trưởng tốt hơn khi tỷ lệ  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$  là khoảng 50:50 (Yang và cs., 2003). Do cây trồng có độ

<sup>1</sup>Trường Đại học Nông Lâm Thái Nguyên

mẫu cảm rất khác nhau với  $\text{NH}_4^+$ , vì vậy cần có những nghiên cứu cụ thể đối với từng cây trồng trong từng điều kiện cụ thể để tìm ra tỷ lệ  $\text{NH}_4^+$  hợp lý.

Rau muống (*Ipomoea aquatic* Forsk) là một loại rau phổ biến nhất với người Việt Nam; rau muống cũng là loại cây rất ưa thủy canh, tuy nhiên cho đến nay vẫn chưa có một nghiên cứu nào về ảnh hưởng của  $\text{NH}_4^+$  đến sinh trưởng của rau muống thủy canh. Xác định được tỷ lệ  $\text{NH}_4^+ : \text{NO}_3^-$  phù hợp cho rau muống thủy canh sẽ góp phần thúc đẩy phát triển hệ thống thủy canh rau muống đơn giản trong thực tiễn sản xuất ở Việt Nam.

Mục đích của đề tài này là nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ  $\text{NH}_4^+ : \text{NO}_3^-$  đến độ biến động pH của dung dịch thủy canh, khả năng sinh trưởng và dư lượng  $\text{NO}_3^-$  trong rau muống thủy canh bằng hệ thống thủy canh không hồi lưu. Kết quả của đề tài này sẽ là cơ sở để xây dựng dung dịch dinh dưỡng có khả năng điều hòa pH tốt và phù hợp cho rau muống thủy canh, góp phần đơn giản hóa kỹ thuật thủy canh rau muống trong điều kiện Việt Nam.

## 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Hai thí nghiệm rau muống thủy canh không hồi lưu (thí nghiệm không có điều chỉnh pH và thí nghiệm có điều chỉnh pH) được tiến hành tại Thái Nguyên từ 2/5 đến 15/6 năm 2012. Rau muống được gieo trong các khay bầu có chứa đất pha trấu hun. Dung dịch dinh dưỡng (1/4 độ đậm đặc của dung dịch Hoagland) được dùng để tưới cây hàng tuần trong giai đoạn cây con. Khi cây con được 14 ngày tuổi (có chiều cao khoảng 10 cm), những cây con đồng đều được lựa chọn để làm thí nghiệm.

### 2.1. Dụng cụ và vật liệu thí nghiệm

Thùng xốp thí nghiệm có chiều dài 58 cm, chiều rộng 42 cm và chiều cao 17 cm. Các thùng xốp được bọc bằng ni lông đen để đảm bảo dung dịch dinh dưỡng không bị thất thoát ra ngoài, đồng thời tạo môi trường tối cho rễ cây sinh trưởng. Nắp thùng xốp được đục 15 lỗ cách đều nhau. Đường kính của mỗi lỗ là 5 cm đảm bảo khít với các cốc nhựa đã lựa chọn. Sau gieo 14 ngày trên khay bầu, những cây con đồng đều được trồng vào các cốc nhựa có đục lỗ nhỏ ở đáy và xung quanh để giúp rễ có thể dễ dàng đâm ra ngoài dung dịch. Trấu hun và rơm luộc kỹ được sử dụng làm giá thể để giữ cây thẳng trong cốc. Mỗi cốc được trồng 4 cây rau muống. Các cốc cây con này

được đặt vào các lỗ của nắp thùng. Mỗi thùng chứa 15 cốc (tương ứng với 60 cây/thùng). Mỗi thùng là một lần nhắc lại cho mỗi công thức thí nghiệm và được chứa 20 lít dung dịch dinh dưỡng của các công thức thí nghiệm khác nhau.

### 2.2. Thí nghiệm có điều chỉnh pH

Thí nghiệm gồm 5 công thức được bố trí với 3 lần nhắc lại theo phương pháp ngẫu nhiên hoàn toàn. Thí nghiệm với 5 công thức dinh dưỡng có tỷ lệ  $\text{NH}_4^+ : \text{NO}_3^-$  khác nhau (đảm bảo hàm lượng đạm tổng số không đổi là 6 mM) như sau:

Công thức thí nghiệm	Tỷ lệ $\text{NH}_4^+ : \text{NO}_3^-$
Công thức 1	0:100
Công thức 2	25:75
Công thức 3	50:50
Công thức 4	75:25
Công thức 5	100:0

Dung dịch dinh dưỡng nền chứa các nguyên tố dinh dưỡng như sau: 2,3 mM K, 0,77 mM Mg, 1,93 mM Ca, 0,14 mM Fe, 0,29  $\mu\text{M}$  Mn, 0,12  $\mu\text{M}$  Cu, 17,62  $\mu\text{M}$  B, 0,04  $\mu\text{M}$  Mo.

Mỗi công thức dinh dưỡng gồm 3 thùng xốp tương ứng cho 3 lần nhắc lại. Dung dịch dinh dưỡng ban đầu của tất cả các công thức được điều chỉnh về pH 5,5. Trong quá trình cây sinh trưởng, 1 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$  và 1 M NaOH được dùng để điều chỉnh pH (Dùng 1 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$  khi điều chỉnh giảm pH và dùng 1 M NaOH khi điều chỉnh tăng pH) 3 ngày/lần về 5,5 nhằm đảm bảo pH luôn trong phạm vi cây sinh trưởng tốt.

Sau 7 ngày, dung dịch dinh dưỡng mới của các công thức tương ứng được bổ sung vào các thùng xốp đảm bảo mỗi thùng chứa đủ 20 L như ban đầu giúp cung cấp đầy đủ dinh dưỡng cho cây trong suốt quá trình sinh trưởng. Sau 14 ngày trồng trong dung dịch dinh dưỡng, tiến hành thu hoạch và đo đếm các chỉ tiêu sinh trưởng và năng suất.

### 2.3. Thí nghiệm không điều chỉnh pH của dung dịch

Thí nghiệm này tương tự như thí nghiệm có điều chỉnh pH, chỉ khác là không có sự điều chỉnh pH của dung dịch dinh dưỡng trong suốt quá trình cây sinh trưởng.

### 2.4. Các chỉ tiêu theo dõi

**Chiều cao cây.** Được đo từ gốc lên vút đầu lá của cây cao nhất trong khóm, đo ngay trước thời điểm thu hoạch cây.

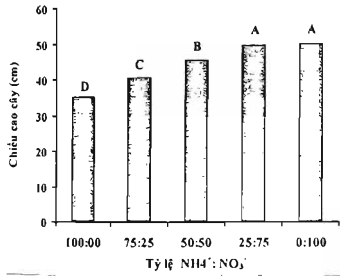
**Khối lượng thân lá tươi.** Khối lượng thân lá tươi/khóm được cân ngay sau khi thu hoạch. Thu toàn bộ các khóm của mỗi thùng xốp, cân và xác định khối lượng thân lá tươi trung bình trên khóm.

**pH của dung dịch.** Được xác định bằng cách thúng trực tiếp đầu cực đo pH của bút đo pH cắm vào dung dịch.

**Hàm lượng  $NO_3^-$  trong cây.** Lấy ngẫu nhiên 3 khóm của mỗi lần nhắc lại rửa sạch, tráng bằng nước cất, sau đó đem sấy khô ở nhiệt độ 60-70°C trong 3 ngày. Cây khô được nghiền nhỏ và triết tách  $NO_3^-$  theo phương pháp được mô tả bởi *Thao và cs.* (2009). Hàm lượng  $NO_3^-$  trong mẫu khô được phân tích bằng phương pháp axit salicylic (*Cataldo và cs.*, 1975).

**2.5. Phân tích số liệu**

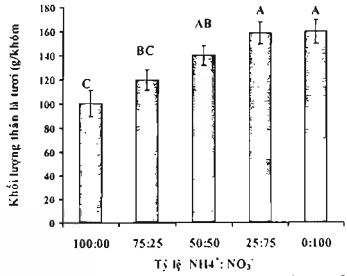
Số liệu thí nghiệm được phân tích biến động ANOVA sử dụng phần mềm IRRISTAT for Windows version 4.0 (Biometric Unit, International Rice Research Institute). Sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa ở mức tin cậy 95% ( $LSD_{0,05}$ ) được dùng để so sánh sự khác nhau giữa các công thức khi kết quả phân tích biến động ANOVA của các công thức có ý nghĩa ( $P < 0,05$ ).



**8. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU**

**3.1. Thí nghiệm có điều chỉnh pH**

Để đánh giá ảnh hưởng của tỷ lệ  $NH_4^+ : NO_3^-$  đến sinh trưởng của rau muống mà không bị ảnh hưởng bởi độ biến động pH do tỷ lệ  $NH_4^+ : NO_3^-$  gây ra, đã tiến hành thí nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ  $NH_4^+ : NO_3^-$  đến sinh trưởng của rau muống trong trường hợp có điều chỉnh pH của dung dịch 3 ngày/lần nhằm đảm bảo pH luôn trong giới hạn phù hợp cho cây sinh trưởng, phát triển. Kết quả ở hình cho thấy khi có điều chỉnh pH của dung dịch dinh dưỡng trong ngưỡng cây sinh trưởng tốt, chiều cao rau muống đạt cao nhất khi tỷ lệ  $NH_4^+ : NO_3^-$  của dung dịch là 0:100 và 25:75. Khối lượng tươi của rau muống cũng đạt cao nhất ở 2 công thức này. Khi tỷ lệ  $NH_4^+$  trong dung dịch tăng trên 25%, cả chiều cao cây và khối lượng tươi của rau muống đều giảm dần và đạt thấp nhất khi tỷ lệ  $NH_4^+$  là 100%, giảm 37% so với công thức 100%  $NO_3^-$ . Mặc dù rau muống không có biểu hiện bị độc do  $NH_4^+$  nhưng kết quả thí nghiệm trên cho thấy tỷ lệ  $NH_4^+$  cao trong dung dịch đã gây ức chế sinh trưởng của cây.



Hình 1. Ảnh hưởng của tỷ lệ  $NH_4^+ : NO_3^-$  đến sinh trưởng của rau muống trồng bằng hệ thủy canh đơn giản không hồi lưu trong trường hợp có điều chỉnh pH.

Các kí tự khác nhau biểu hiệu sự sai khác giữa các công thức ở mức tin cậy 95%. Các thanh bar là sai số chuẩn của công thức tương ứng (SEM).

**3.2. Thí nghiệm không điều chỉnh pH**

Để đánh giá ảnh hưởng tổng hợp của tỷ lệ  $NH_4^+ : NO_3^-$  đến pH của dung dịch và sinh trưởng của cây nhằm xác định được tỷ lệ  $NH_4^+ : NO_3^-$  tốt nhất cho cây trong trường hợp không có điều chỉnh pH, tiến hành

thí nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ  $NH_4^+ : NO_3^-$  đến sinh trưởng của rau muống trong trường hợp không điều chỉnh pH của dung dịch. Kết quả thể hiện ở hình 2 cho thấy chiều cao cây và khối lượng tươi của rau muống đạt cao nhất ở tỷ lệ  $NH_4^+ : NO_3^-$  là 25:75 (chiều cao cây: 49,1 cm; khối lượng tươi: 148

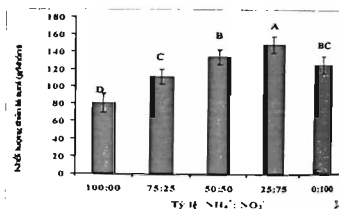
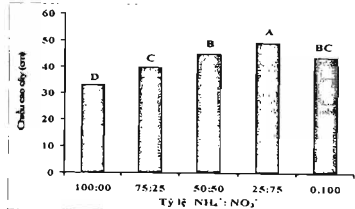
g/khóm) sau đó đến tỷ lệ  $\text{NH}_4^+ : \text{NO}_3^-$  là 50:50. Chiều cao cây và khối lượng tươi của rau muống đều đạt rất thấp ở cả hai công thức 100%  $\text{NH}_4^+$  và 100%  $\text{NO}_3^-$ . Khác hoàn toàn với trường hợp có điều chỉnh pH là cây sinh trưởng rất tốt khi 100% đạm được dùng ở dạng  $\text{NO}_3^-$ , trong trường hợp không có điều chỉnh pH, cây sinh trưởng rất kém khi 100% đạm ở dạng  $\text{NO}_3^-$  (năng suất giảm tới 41% so với cùng tỷ lệ  $\text{NO}_3^-$  trong trường hợp có điều chỉnh pH).

Nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ  $\text{NH}_4^+ : \text{NO}_3^-$  đến độ biến động pH trong dung dịch thủy canh (hình 3) cho thấy tỷ lệ  $\text{NH}_4^+ : \text{NO}_3^-$  là 25:75 có khả năng tự điều hòa pH của dung dịch tốt nhất. Trong suốt quá trình sinh trưởng của cây kéo dài 14 ngày, pH chỉ dao động trong khoảng 5,5-6,0 và không có xu hướng tăng lên hay giảm xuống.

Khi 100% đạm ở dạng  $\text{NO}_3^-$  (công thức 00:100), khả năng đệm pH của dung dịch rất kém, pH tăng mạnh theo quá trình sinh trưởng của cây. Chỉ sau 4 ngày pH đã lên tới ngưỡng cao (7,2), sau đó pH tiếp

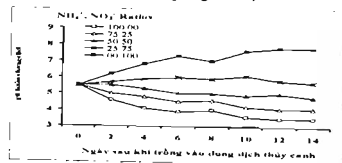
tục tăng nhẹ và sau khoảng 10 ngày thì lên đến 7. Giá trị pH vẫn tiếp tục duy trì cao và tăng nhẹ đến thì có xu hướng chững lại. Ngược lại ở công thức 100% đạm ở dạng  $\text{NH}_4^+$  thì pH lại giảm mạnh từ quá trình sinh trưởng của cây. Chỉ sau 4 ngày thì đã giảm về 4,1 và tiếp tục giảm đến 3,5 sau 12 ngày sau đó sự giảm của pH có xu hướng chững lại.

Các công thức có tỷ lệ  $\text{NH}_4^+$  thấp hơn (75:25; 50:50) cũng có xu hướng giảm pH, tuy nhiên mức giảm pH ít hơn khi tỷ lệ  $\text{NH}_4^+$  giảm. Thí nghiệm trên cho thấy tỷ lệ  $\text{NH}_4^+ : \text{NO}_3^-$  có ảnh hưởng rất lớn đến sự điều hòa pH của dung dịch trong suốt quá trình sinh trưởng của cây. Khi tỷ lệ  $\text{NH}_4^+$  cao pH của dung dịch sẽ có xu hướng giảm và ngược lại khi tỷ lệ  $\text{NO}_3^-$  cao thì pH của dung dịch sẽ có xu hướng tăng trong quá trình sinh trưởng của cây. Khi kết hợp  $\text{NH}_4^+$  và  $\text{NO}_3^-$  ở mức độ hợp lý (đối với rau muống tỷ lệ  $\text{NH}_4^+ : \text{NO}_3^-$  là 25:75) dung dịch sẽ có khả năng điều hòa pH tốt nhất, luôn duy trì được pH trong ngưỡng từ 5,5 đến 6,0.



Hình 2. Ảnh hưởng của tỷ lệ  $\text{NH}_4^+ : \text{NO}_3^-$  đến sinh trưởng của rau muống trồng bằng hệ thủy canh đơn giản không hồi lưu trong trường hợp không điều chỉnh pH dung dịch

Các kí tự khác nhau biểu hiệu sự sai khác giữa các công thức ở mức tin cậy 95%. Các thanh bar là sai số chuẩn của công thức tương ứng (SEM).

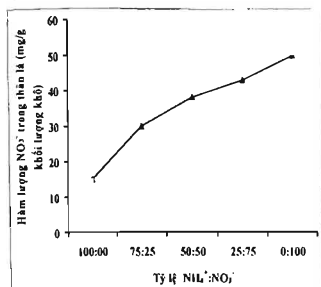


Hình 3. Ảnh hưởng của tỷ lệ  $\text{NH}_4^+ : \text{NO}_3^-$  đến pH của dung dịch trong trường hợp không điều chỉnh pH dung dịch. Các kí tự khác nhau biểu hiệu sự sai khác giữa các công thức ở mức tin cậy 95%

Sự giảm nhẹ của pH ở công thức 00:100 và sự tăng nhẹ của pH ở các công thức 100:00 và 75:00 sau 8 ngày là do việc bổ sung thêm dung dịch mới của các công thức tương ứng ở giai đoạn 7 ngày sau trồng.

Khi nghiên cứu ảnh hưởng của pH đến hàm lượng  $\text{NO}_3^-$  trong cây kết quả ở hình 4 cho thấy dư lượng  $\text{NO}_3^-$  tích lũy trong rau muống tăng nhanh, tỷ lệ thuận với tỷ lệ  $\text{NO}_3^-$  trong dung dịch. Ở tỷ lệ 100%  $\text{NO}_3^-$ , dư lượng  $\text{NO}_3^-$  là cao nhất (50 miligam/1 gam khối lượng khô). Thay thế  $\text{NO}_3^-$  bằng  $\text{NH}_4^+$  ở tỷ lệ 25% đã góp phần làm giảm đáng kể dư lượng  $\text{NO}_3^-$

tích lũy trong rau (giảm 14% so với công thức 100%  $\text{NO}_3^-$ ).



Hình 4. Ảnh hưởng của tỷ lệ  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$  đến dư lượng nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) trong thân lá rau muống trồng thủy canh

#### 4. THẢO LUẬN

##### 4.1. Tỷ lệ $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ và pH của dung dịch thủy canh

Thủy canh cây trồng là một công nghệ rất có ý nghĩa trong nghiên cứu cũng như trong sản xuất nông nghiệp, đặc biệt là trong điều kiện dân số đang ngày càng tăng và đất đai dành cho canh tác nông nghiệp đang ngày càng bị thu hẹp lại. Tuy nhiên một trong những trở ngại lớn nhất của kỹ thuật thủy canh đối với những nước đang và kém phát triển là kỹ thuật còn phức tạp, chi phí lớn, đặc biệt là việc điều chỉnh duy trì pH của dung dịch trong quá trình trồng cây. Vì vậy cần phải có những nghiên cứu tìm ra được dung dịch thủy canh có khả năng đệm pH tốt nhằm đảm bảo cây sinh trưởng tốt mà không cần phải điều chỉnh pH của dung dịch trong suốt quá trình trồng cây.

Cây trồng thủy canh trong quá trình hút dinh dưỡng từ dung dịch thường làm biến đổi pH của dung dịch. Trong các nguyên tố dinh dưỡng thì đạm là yếu tố chính gây nên sự biến đổi pH của dung dịch trong quá trình cây sinh trưởng. Hiện tượng này là do cây hấp thụ đạm ở 2 dạng là amoni ( $\text{NH}_4^+$ ) và dạng nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ). Khi cây hút đạm ở dạng  $\text{NH}_4^+$  cây sẽ có xu thế thải ra  $\text{H}^+$  để trao đổi với môi trường, gây axit hóa môi trường xung quanh. Vì vậy tỷ lệ đạm khi bón ở dạng  $\text{NH}_4^+$  cao sẽ làm giảm nhanh chóng pH của dung dịch. Ngược lại khi cây hút đạm  $\text{NO}_3^-$  cây

sẽ thải ra  $\text{OH}^-$  để trao đổi và như vậy sẽ làm tăng nhanh pH của dung dịch. Sự biến động pH này đặt ra yêu cầu đối với tất cả các hệ thống thủy canh là phải có hệ thống điều chỉnh pH. Ở các nước tiên tiến trên thế giới, pH của dung dịch thường được kiểm soát và điều chỉnh bằng một hệ thống máy móc tự động. Tuy nhiên điều này rất khó áp dụng ở Việt Nam do chi phí tốn kém và đây cũng là một trong những nguyên nhân chính khiến cho thủy canh cây trồng công nghệ cao mặc dù có rất nhiều tính ưu việt nhưng vẫn không thể đi vào sản xuất đại trà được. Đối với cây trồng cạn thì thông thường đạm được bón ở cả hai dạng, nhưng đối với cây trồng thủy canh thì đạm chủ yếu được bón ở dạng  $\text{NO}_3^-$  do dinh dưỡng thủy canh là dinh dưỡng hòa tan, cây hấp thụ nhanh, vì vậy nếu bón  $\text{NH}_4^+$  ở tỷ lệ không hợp lý sẽ rất dễ dẫn đến gây độc cho cây trồng thủy canh (dạng đạm  $\text{NO}_3^-$  không độc đối với cây). Vì vậy ở các hệ thống thủy canh hiện đại trên thế giới khi pH được điều chỉnh bằng hệ thống tự động hóa người ta chủ yếu lựa chọn dạng đạm  $\text{NO}_3^-$ . Tuy nhiên đối với những hệ thống thủy canh đơn giản, nếu không có những hệ thống tự động để điều chỉnh pH thì việc bón đạm ở dạng  $\text{NO}_3^-$  sẽ thường dẫn đến tăng nhanh pH của dung dịch khiến cho nhiều nguyên tố dinh dưỡng như Fe, P... trở nên kém hòa tan. Vì vậy chúng tôi đã tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$  đến pH của dung dịch nhằm tìm ra tỷ lệ  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$  phù hợp nhất cho cây, đồng thời có tác dụng điều hòa duy trì độ ổn định pH của dung dịch.

Kết quả của thí nghiệm cho thấy sử dụng  $\text{NH}_4^+$  ở tỷ lệ 25% đã có tác dụng điều hòa pH tốt nhất đối với rau muống trồng bằng hệ thống thủy canh không hồi lưu. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Gerandas và cs. (1990) chỉ ra rằng khi kết hợp cả hai dạng đạm  $\text{NH}_4^+$  và  $\text{NO}_3^-$  trong dung dịch, pH có thể được điều hòa bởi tỷ lệ cân bằng giữa hấp thụ và trao đổi  $\text{H}^+$ , vì vậy kết quả là làm giảm sự biến động đến pH của dung dịch.

Trong thí nghiệm không có điều chỉnh pH, dung dịch chứa đạm 100% ở dạng  $\text{NO}_3^-$  có pH tăng mạnh trong quá trình cây sinh trưởng, chỉ sau khoảng 4 ngày pH đã vượt đến ngưỡng (7,0) và sau 10 ngày thì vượt ngưỡng 7,5. Điều này có thể gây ảnh hưởng đến độ hòa tan của các chất trong dung dịch như Fe và Mn... Vì vậy cây trồng trong những công thức này có biểu hiện thiếu dinh dưỡng, rõ rệt nhất là biểu hiện thiếu Fe (lá non của cây chuyển màu vàng có

gân màu xanh hơn chạy dọc là). Dung dịch của công thức này có biểu hiện kết tủa Fe màu vàng ở đáy chậu, dung dịch có biểu hiện hơi nhớt và chuyển sang màu vàng nhạt. Raven, 1985 cho rằng việc tăng pH nhanh chóng của dung dịch trong trường hợp tỷ lệ  $\text{NO}_3^-$  cao có liên quan đến việc trao đổi  $\text{OH}^-$  của cây.

Ngược lại khi tỷ lệ đạm ở dạng  $\text{NH}_4^+$  cao, pH của dung dịch giảm nhanh chóng, kết quả thí nghiệm cho thấy sau 6 ngày, pH giảm về dưới 4,0 và tiếp tục giảm về 3,5 sau 14 ngày. Kết quả này tương tự với kết quả của Osorio và cs. (2003) khi tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ  $\text{NH}_4^+ : \text{NO}_3^-$  đến sinh trưởng của khoai so thủy canh đã cho thấy tỷ lệ  $\text{NH}_4^+$  cao (75-100%) gây giảm mạnh pH của dung dịch, thậm chí trong cả dung dịch có khả năng đệm pH. Việc giảm pH của dung dịch được giải thích là do cây đã sử dụng  $\text{H}^+$  hoặc các gốc axit hữu cơ để trao đổi  $\text{NH}_4^+$  (Davies, 1986).

Kết quả của nghiên cứu này trên rau muống đã cung cấp thêm minh chứng rằng có thể dùng tỷ lệ  $\text{NH}_4^+ : \text{NO}_3^-$  để điều hòa pH của dung dịch thủy canh trong quá trình cây sinh trưởng.

#### 4.2. Tỷ lệ $\text{NH}_4^+ : \text{NO}_3^-$ và sinh trưởng của rau muống thủy canh

Ở thí nghiệm có điều chỉnh pH, rau muống sinh trưởng tốt nhất (chiều cao cây và khối lượng tươi) ở cả hai công thức có  $\text{NH}_4^+ : \text{NO}_3^-$  là 25:75 và 0:100. Tuy nhiên ở thí nghiệm không có điều chỉnh pH, rau muống chỉ sinh trưởng tốt nhất ở công thức có tỷ lệ  $\text{NH}_4^+ : \text{NO}_3^-$  là 25:75 và sinh trưởng rất kém ở công thức có tỷ lệ  $\text{NH}_4^+ : \text{NO}_3^-$  là 0:100. Điều này cho thấy pH tăng cao là yếu tố hạn chế chính đến sinh trưởng của cây khi trồng trong công thức chứa 100% đạm ở dạng  $\text{NO}_3^-$ . Chính pH tăng quá cao trong dung dịch chứa 100% đạm ở dạng  $\text{NO}_3^-$  có thể gây kết tủa các nguyên tố dinh dưỡng và vì vậy ảnh hưởng đến sinh trưởng của cây.

Ngược lại tỷ lệ  $\text{NH}_4^+$  tăng cao (75% và 100%) đều làm giảm sinh trưởng của cây trong cả trường hợp có điều chỉnh và không có điều chỉnh pH; điều này cho thấy tỷ lệ  $\text{NH}_4^+$  cao đã có tác động gây độc cho cây. Khi kết hợp  $\text{NH}_4^+$  và  $\text{NO}_3^-$  ở tỷ lệ phù hợp (25%  $\text{NH}_4^+$  và 75%  $\text{NO}_3^-$ ) cây sinh trưởng tốt nhất trong cả hai trường hợp có điều chỉnh và không có điều chỉnh pH. Trong trường hợp không có điều chỉnh pH thì đây là công thức có pH ổn định nhất trong suốt quá trình

sinh trưởng của cây. Điều này chứng tỏ rằng 1) kết hợp  $\text{NH}_4^+$  ở tỷ lệ hợp lý (với rau muống là 25%) sẽ không làm ảnh hưởng đến sinh trưởng của cây và 2) kết hợp  $\text{NH}_4^+$  ở tỷ lệ 25% có tác dụng điều hòa tốt nhất đến pH của dung dịch và chính khả năng điều hòa pH của dung dịch giúp cho rau muống sinh trưởng tốt nhất ở công thức này trong trường hợp không có điều chỉnh pH.

Kết quả này phù hợp với nhiều nghiên cứu cho rằng việc kết hợp giữa hai dạng đạm  $\text{NH}_4^+$  và  $\text{NO}_3^-$  ở một tỷ lệ phù hợp sẽ có tác dụng kích thích sinh trưởng của cây. Điều này cũng được Kraus và cs. khẳng định trong nghiên cứu của mình trên loại hoa cúc chùy (Rudbeckia) trồng thủy canh khi ông sử dụng các tỷ lệ đạm  $\text{NH}_4^+ : \text{NO}_3^-$  khác nhau (75:25, 50:50, 25:75). Tác giả cho biết khi kết hợp 2 dạng đạm  $\text{NH}_4^+$  và  $\text{NO}_3^-$  cây cúc sinh trưởng tốt hơn khi sử dụng đơn lẻ từng loại đạm. Tương tự như vậy, Chen và cs. (1998) và Osorio và cs. (2003) cũng quan sát thấy sinh khối của cây đạt lớn hơn khi sử dụng hỗn hợp  $\text{NH}_4^+$  và  $\text{NO}_3^-$  ở tỷ lệ 25:75.

Không chỉ có tác dụng điều hòa duy trì độ pH, việc thay thế một phần  $\text{NO}_3^-$  bằng  $\text{NH}_4^+$  còn có tác dụng làm giảm dư lượng  $\text{NO}_3^-$  trong rau muốn trồng thủy canh. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu trước đây của Chen và cs. 2005 cho thấy sử dụng đạm hỗn hợp  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$  có thể giảm  $\text{NO}_3^-$  tích lũy trong bắp cải và rau muống so với khi dùng duy nhất dạng đạm  $\text{NO}_3^-$  như là  $\text{NaNO}_3$  mà không ảnh hưởng đến năng suất.

Hàm lượng  $\text{NO}_3^-$  tích lũy trong cây là chỉ số chính ảnh hưởng đến chất lượng nông sản. Việc bón quá nhiều đạm có thể làm tăng hàm lượng  $\text{NO}_3^-$  trong mô thực vật. Điều này gây nguy hiểm cho sức khỏe con người. Ủy ban khoa học về thực phẩm của Cộng đồng chung châu Âu đã đưa ra tuyên bố dư lượng  $\text{NO}_3^-$  cho phép là 3,7 mg  $\text{NO}_3^- / 1 \text{ kg}$  thể trọng/ ngày.

Kết quả của nghiên cứu này cho thấy, việc thay thế 25%  $\text{NO}_3^-$  bằng  $\text{NH}_4^+$  vừa có tác dụng làm giảm dư lượng  $\text{NO}_3^-$  có hại cho con người vừa không làm giảm năng suất rau muống và còn có tác dụng điều hòa pH luôn nằm trong khoảng thích hợp cho sinh trưởng của cây. Nghiên cứu này cung cấp thêm minh chứng cho thấy rau muống có thể được trồng bằng hệ thống thủy canh đơn giản, không cần điều chỉnh pH nếu bón kết hợp hai dạng đạm  $\text{NH}_4^+ : \text{NO}_3^-$  ở tỷ lệ 25:75.

5. KẾT LUẬN

Trong thủy canh rau muống bằng hệ thống không hồi lưu, sử dụng các dạng đạm khác nhau sẽ có ảnh hưởng rất lớn đến sinh trưởng và pH của dung dịch.

Dạng đạm  $\text{NO}_3^-$  có tác dụng làm tăng pH của dung dịch và dạng đạm  $\text{NH}_4^+$  có tác dụng làm giảm pH của dung dịch trong quá trình cây sinh trưởng.

Trong trường hợp có điều chỉnh pH thường xuyên thì cây sẽ sinh trưởng tốt nhất khi tỷ lệ  $\text{NH}_4^+$  không vượt quá 25%. Trên tỷ lệ này thì sinh trưởng của cây càng giảm khi tỷ lệ  $\text{NH}_4^+$  càng tăng. Khi không có điều chỉnh pH, cây sinh trưởng tốt nhất ở tỷ lệ  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$  là 25:75. Ở tỷ lệ này dung dịch dinh dưỡng cũng có khả năng đệm pH cao nhất, giúp cho pH ổn định (pH dao động từ 5,5-6,1), vì vậy không cần điều chỉnh pH trong dung dịch trong suốt quá trình sinh trưởng của cây.

Rau muống có thể được trồng bằng hệ thống thủy canh không hồi lưu đơn giản và không cần điều chỉnh pH nếu sử dụng tỷ lệ đạm  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$  là 25:75. Việc thay thế dạng đạm  $\text{NO}_3^-$  bằng đạm  $\text{NH}_4^+$  ở tỷ lệ 25% cũng có tác dụng làm giảm hàm lượng đạm  $\text{NO}_3^-$  trong cây, góp phần nâng cao độ an toàn cho rau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Anderson, D., R. H. Teyker, and A. L. Rayburn, 1991. Nitrogen form effects on early corn root morphology and anatomical development. *J. Plant Nutr.* 14: 1255-1266.
2. Andriolo, J. L., R. S. Godoi, C. M. Cogo, O. C. Bortolotto, G. L. Luz & J. C. Madaloz, 2006. Growth and Development of Lettuce Plants at High  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$  Ratios in the Nutrient Solution. *Horticultura Brasileira* Vol. 24, No.3: 352-355.
3. Buchanan B. W. Grussem, R. L. Jones, 2002. *Biochemistry & Molecular Biology of Plants*. Science Press, Beijing. p. 817.
4. Cataldo, D. A., M. Haroon, L. E. Schrader and V. L. Youngs, 1975. Rapid Colorimetric Determination of Nitrate in Plant-Tissue by Nitration of Salicylic-Acid. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 6: 71-80.
5. Chen W. J., K. Lou, Q. R. Shen, 2005. Effect of  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$  ratios on growth and some physiological parameters of Chinese cabbage cultivars. *Pedosphere.* 15(3): 310-318.
6. Davies, D. D., 1986. The fine control of cytosolic pH. *Physiol. Plant* 67:702-706.

7. Dong C. X., Y. Y. Dong, J. Wang, Q. R. Shen, G. Wang, 2005. Determination of the contents of twelve organic acids and vitamin C in plants with one mobile phase by HPLC. *Acta Pedologica Sinica.* 42(2): 331-335.

8. Dong C. X., Q., R. Shen, G. Wang, 2004. Tomato growth and organic acid changes in response to partial replacement of  $\text{NO}_3^-$ -N by  $\text{NH}_4^+$ -N. *Pedosphere.* 14(2): 159-164.

9. Faquin V., P. R. Furlant, 1999. Cultivo de hortaliças de folhas em hidroponia em ambiente protegido. *Informe Agropecuário* 20: 99-104.

10. Gerendas, J. and B. Sattemacher, 1990. Influence of nitrogen form and concentration on growth and ionic balance of tomato and potato, p. 33-37. In: M. L. Van Beusichem (ed.). *Plant nutrition physiology and application*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

11. Gerendas, J., R. G. Ratcliffe, and B. Sattelmacher, 1990.  $^{31}\text{P}$  nuclear magnetic resonance evidence for differences in intracellular pH in the roots of maize seedlings grown with nitrate or ammonium. *J. Plant Physiol.* 137:125-128.

12. Heuer, B., 1991. Growth, photosynthesis and protein content in cucumber plants as affected by supplied nitrogen form. *J. Plant Nutr.* 14: 363-373.

13. Kraus, H. T., S. L. Warren, and C. E. Anderson, 2002. Nitrogen form affects growth, mineral nutrient content, and root anatomy of cotoneaster and rudbeckia. *HortScience* 37:126-129.

14. Magalhaes, J. R. and D. M. Huber, 1991. Response of ammonium assimilation enzymes to nitrogen form treatments in different plant species. *J. Plant Nutr.* 14: 175-185.

15. Miller R. W., R. L. Donahue, 1990. *Soils: an introduction to soils and plant growth*. Sixth Edition. Prentice-Hall International, Inc, USA: 253-256.

16. Osorio N. W., X. Shuai, S. Miyasakay, B. Wang, R. L. Shirey, and W. J. Wigmore, 2003. Nitrogen level and form affect Taro growth and nutrition. *HortScience* 38(1):36-40.

17. Raven J. A., 1985. Regulation of pH and generation of osmolarity in vascular land plants: costs and benefits in relation to efficiency of use of water, energy and nitrogen. *New Phytologist*, 101: 25-77.

18. Salsac L., S. Chaillou, J. F. Morot-Gaudry, C. Lesaint, E. Jolivet, 1987. Nitrate and ammonium

nutrition in plants. *Plant Physiology and Biochemistry* 25: 805-812.

19. Scoggins, H. and H. Mills, 1998. Poinsettia growth, tissue nutrient concentration, and nutrient uptake as influenced by nitrogen form and stage of growth. *J. Plant Nutr.* 21: 191-198.

20. Shen Q. R., L. Tang, Y. C. Xu, 2003. A review on the behavior of nitrate in vacuoles of plants. *Acta Pedologica Sinica.* 40(3): 465-470.

21. Thao H. T. B., T. Yamakawa, K. Shibata, 2009: Effect of phosphitephosphate interaction on growth and quality of hydroponic lettuce (*Lactuca sativa* L.). *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 172, 378-384.

22. Thomas, P. A. and J. G. Latimer, 1995. Nutrient charge, composition of media and nitrogen

form affected growth of vinca. *J. Plant Nutr.* 18: 2127-2134.

23. Walch L. P., G. Neumann, F. Bangerth, G. Engels, 2000. Rapid effects of nitrogen form on leaf morphogenesis. *J. Exp. Bot.* 51: 227-237.

24. Xu, Q. F., C. L. Tsai, and C. Y. Tsai, 1992. Interaction of potassium with the form and amount of nitrogen nutrition on growth and nitrogen uptake of maize. *J. Plant Nutr.* 15:23-33.

25. Yang Y. Y., F. M. Zhang, X. J. Qiao, 2003. Effect of nitrogen forms on growth development, yield and fruit quality of tomato in media culture. *Acta Agriculturae Boreali Sinica.* 18(1): 86-89.

## EFFECTS OF $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ RATIOS ON pH STABILITY OF NUTRIENT SOLUTION AND GROWTH OF HYDROPONIC WATER SPINACH

Hoang Thi Bich Thao and Tran Van Dien

### Summary

Effects of  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$  ratios on pH stability of the nutrient solution and growth of water spinach in non-circulating hydroponic system were studied under both pH control and non-pH control conditions. With pH control condition, pH of the nutrient solutions was adjusted to 5.5 every 3 days throughout plant growth. Two week-old seedlings of water spinaches were grown in soft bucket containing 20 L of nutrient solution with different  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$  ratios (100:00, 75:25, 50:50, 25:75 and 00:100) as treatments. The results showed that water spinach supplied with  $\text{NO}_3^-$  as its sole N source (00:100 treatment) grew best under pH control condition, but grew poorly in non-pH control condition. Nutrient solution pH of this treatment in non-pH control condition dramatically increased and this possibly affected on the availability of the nutrient elements in this treatment, and hence causing poor plant growth. When 100% N was supplied in the form of  $\text{NH}_4^+$ , water spinach grew worst regardless of pH-control or non-pH control condition, indicating that high  $\text{NH}_4^+$  level was possibly toxic to the plants. In non-pH control condition, the nutrient solution pH of 100%  $\text{NH}_4^+$  treatment was strongly decreased to less than 4.0. In the  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$  ratio of 25:75, the plants grew best both in pH-control and non-pH control conditions. The nutrient solution pH of this treatment is stable at pH range of 5.0-5.5, properly for plants growth in hydroponic culture. When proportion of  $\text{NH}_4^+$  further increased, the growth of water spinach decreased. This study indicated that water spinach can grow very well in non-circulating hydroponic system without controlling nutrient solution pH throughout the plant growth when 25% of  $\text{NO}_3^-$  was replaced by  $\text{NH}_4^+$ . This replacement also helped to decrease  $\text{NO}_3^-$  content in the plants.

**Key words:** *Hydroponic,  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ , pH, nutrient solution.*

Người phản biện: TS. Bùi Huy Hiến

Ngày nhận bài: 22/12/2012

Ngày thông qua phản biện: 23/01/2013

Ngày duyệt đăng: 4/02/2013