



ẢNH HƯỞNG CỦA VIỆC BỔ SUNG SILIC VÀ CALCIUM QUA LÁ ĐẾN NĂNG SUẤT VÀ CHẤT LƯỢNG CỦ KHOAI LANG TÍM NHẬT (*Ipomoea batatas* (L.) LAM.)

Phạm Thị Phương Thảo, Lê Văn Hòa, Phạm Phước Nhẫn, Lê Thị Hoàng Yến, Vương Ngọc Đăng Khoa, Phan Hữu Nghĩa, Đỗ Hữu Thông và Phạm Thị Hoàng Ái
Khoa Nông nghiệp và Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ

Thông tin chung:

Ngày nhận: 05/08/2016

Ngày chấp nhận: 26/10/2016

Title:

Effect of silicon and calcium as foliar application on yield and quality of purple sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)

Từ khóa:

Ipomoea batatas (L.) Lam., khoai lang tím Nhật, calcium, silic, năng suất củ, chất lượng củ

Keywords:

Calcium, *Ipomoea batatas* (L.) Lam., Japanese purple sweet potato, silicon, tuber quality, tuber yield

ABSTRACT

The purpose of this work was to evaluate the effects of silicon and calcium as foliar application on tuber yield and quality of purple sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). The experiment was conducted from June to September 2015 at Thanh Loi commune of Binh Tan district, Vinh Long province. The randomized complete block design (RCBD) was set up with three replications of 11 treatments including the control (without spraying calcium or silicon) and applying CaCl_2 , CaO , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, Na_2SiO_3 and CaSiO_3 at 250 and 500 mg/L concentrations, respectively. The tuber yield was performed at 140 days after planting and the tuber quality was analyzed at harvest and post harvest times. The results showed that the plant growth as well as the quality of tuber roots were not affected by foliar supplement of silicon and calcium two times before harvest (at 35 and 70 days after planting). Applying CaO , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, Na_2SiO_3 and CaSiO_3 at the level of 500 mg/L recorded marketable tuber yields over 20 tons/ha which were significantly higher than that from the control treatment.

TÓM TẮT

Thí nghiệm được thực hiện nhằm nghiên cứu ảnh hưởng của việc bổ sung silic và calcium qua lá đến năng suất và chất lượng củ khoai lang tím Nhật (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). Đề tài được bố trí tại xã Thành Lợi, huyện Bình Tân, tỉnh Vĩnh Long từ tháng 6/2015 đến tháng 12/2015. Thí nghiệm được bố trí theo thể khối hoàn toàn ngẫu nhiên (RCBD), 11 nghiệm thức và 3 lần lặp lại gồm không bón (đối chứng), bổ sung phân CaCl_2 , CaO , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, Na_2SiO_3 và CaSiO_3 ở hai mức nồng độ nguyên chất là 250 và 500 mg/L tương ứng cho từng loại phân. Đánh giá năng suất vào thời điểm 140 ngày sau khi trồng, đánh giá chất lượng ở thời điểm thu hoạch và theo thời gian tồn trữ. Kết quả thí nghiệm cho thấy, các nghiệm thức bổ sung phân silic và calcium ở các dạng và liều lượng khác nhau vào hai thời điểm 35 và 70 NSKT chưa thể hiện sự khác biệt về các chỉ tiêu sinh trưởng và chất lượng củ. Các nghiệm thức CaO , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, Na_2SiO_3 và CaSiO_3 ở nồng độ 500 mg/L có năng suất củ thương phẩm lớn hơn 20 tấn/ha và cao hơn so với nghiệm thức đối chứng.

Trích dẫn: Phạm Thị Phương Thảo, Lê Văn Hòa, Phạm Phước Nhẫn, Lê Thị Hoàng Yến, Vương Ngọc Đăng Khoa, Phan Hữu Nghĩa, Đỗ Hữu Thông và Phạm Thị Hoàng Ái, 2016. Ảnh hưởng của việc bổ sung silic và calcium qua lá đến năng suất và chất lượng củ khoai lang tím Nhật (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. Số chuyên đề: Nông nghiệp (Tập 4): 109-118.

1 MỞ ĐẦU

Khoai lang (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) là một loại cây trồng có giá trị toàn thân, thích nghi với nhiều vùng sinh thái nhiệt đới và cận nhiệt đới, có giá trị dinh dưỡng và kinh tế cao (Truong et al., 2012; Parle-Milind và Monika, 2015). Theo thống kê năm 2015, diện tích khoai lang cả nước là 126,9 nghìn hecta với sản lượng đạt khoảng 1.330 nghìn tấn; trong đó, diện tích trồng khoai lang ở Vĩnh Long gia tăng trong những năm gần đây với hơn 10 ngàn ha vào năm 2013, tập trung nhiều ở huyện Bình Tân và huyện Bình Minh (Niên giám thống kê Việt Nam, 2013; Tổng cục thống kê, 2015). Trong số các giống khoai lang được trồng phổ biến ở Đồng bằng sông Cửu Long, giống khoai lang tím Nhật HL491 được trồng với diện tích khá lớn (chiếm trên 78%) do có năng suất cao (trên 25 tấn/ha), phẩm chất tốt, phù hợp với mục đích xuất khẩu (Nguyễn Xuân Lai, 2011; Nguyễn Thị Lang et al., 2013). Trên khoai lang, lượng phân calcium cung cấp cho khoai lang thay đổi tùy theo yêu cầu đất đai và giống (Sulaiman et al., 2004); trong đó, tại Việt Nam, việc bón phân qua đất có chứa calcium liều lượng 200 kg CaO/ha sẽ giúp tăng lượng đường tổng số, lượng tinh bột thô, năng suất và số lượng rễ củ (Lê Thị Thanh Hiền et al., 2014). Bổ sung silic sẽ giúp thực vật chống chịu lại các điều kiện bất lợi của môi trường như hạn hán, mặn, ngộ độc nhôm, sắt, Mn hay một số kim loại nặng như cadmium... (Neumann và Nieden, 2001; Hatori et al., 2005; Saqib et al., 2008; Liu et al., 2009). Ngoài ra, silic giúp cải thiện khả năng hấp thụ kali, lân và calcium cũng như hạn chế việc hấp thụ quá mức lượng phân đạm và phân lân trên cây trồng (Eneji et al., 2008; Guntzer et al., 2012). Nhìn chung, việc bổ sung phân có chứa calcium và silic chủ yếu qua đất đã được thực hiện trên nhiều đối tượng cây trồng nhằm nâng cao sức chống chịu, cải thiện năng suất, phẩm chất nhưng chưa có nhiều nghiên cứu về vai trò sinh lý cũng như hiệu quả của các dạng và liều lượng phân calcium hoặc silic qua lá lên đặc tính sinh trưởng, năng suất và phẩm chất của khoai lang (Njiti et al., 2013; Saqib et al., 2008; Guntzer et al., 2012). Chính vì vậy, đề tài được thực hiện nhằm nghiên cứu ảnh hưởng của việc bổ sung phân calcium và silic qua lá kết hợp với việc bón phân NPK với liều lượng 100 - 80 - 100 kg/ha đến năng suất, chất lượng, hàm lượng anthocyanin trong thịt củ khoai lang tím Nhật ở thời điểm thu hoạch và sau thu hoạch.

2 PHƯƠNG TIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1 Phương tiện

Thí nghiệm được bố trí trên đất phù sa ven sông (pH: 6,26; chất hữu cơ 2,38%; 0,147%N; 0,096%P₂O₅; 0,154 meq/100 g Kali trao đổi và 7,29 meq/100 g calcium trao đổi) tại xã Thành Lợi, huyện Bình Tân, tỉnh Vĩnh Long và phòng thí nghiệm Bộ môn Sinh lý sinh hóa, Khoa Nông nghiệp và Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ từ tháng 6/2015 đến tháng 12/2015.

– Đối tượng khảo sát: khoai lang tím Nhật HL491 (*Ipomoea batatas* (L.) Lam), được trồng trên diện tích khoảng 250 m². Mỗi dòng có diện tích khoảng 5 m² (chiều rộng 1 m (luồng 0,7 m, rãnh 0,3 m); chiều dài 5 m, chiều cao 0,4 m). Dây giống có 5 - 6 mắt lá, được trồng với mật độ 140.000 dây/ha. Phân bón được sử dụng 5 lần/vụ, liều lượng phân bón NPK/ha: 100 kg đạm + 80 kg lân + 100 kg kali.

– Các vật liệu trong thí nghiệm: máy đo độ cứng Fruit Pressure Tester- Ft327, máy đo quang phổ UV-Vis (Cary 50-Varian, Mỹ), máy đo màu sắc Chlorophyll metter (SPAD, 502 Plus Konica Minolta Sensing, INC – Japan), máy đo diện tích lá (Leaf area metter, Nhật), ... Hóa chất: các hóa chất silic và calcium thí nghiệm (Trung Quốc), ethanol 99,7% (Trung Quốc), acetone 99,5% (Trung Quốc), methanol 99,5% (Trung Quốc), percloric acid 72% (Trung Quốc), quercetin 95% (Ân Độ), NaNO₂ 99% (Đức),... và một số hóa chất khác.

2.2 Phương pháp

2.2.1 Phương pháp bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí theo thể thức khối hoàn toàn ngẫu nhiên (RCBD), 11 nghiệm thức gồm không bón (đối chứng), bổ sung phân CaCl₂, CaO, Ca(NO₃)₂, Na₂SiO₃ và CaSiO₃ ở hai mức nồng độ nguyên chất là 250 và 500 mg/L tương ứng cho từng loại phân. Các loại hóa chất được bổ sung qua lá ở hai thời điểm 35 và 70 NSKT và nghiệm thức đối chứng không phun. Thí nghiệm có 3 lần lặp lại, mỗi lần lặp lại là 1 khối gồm 11 dòng khoai tương ứng với 11 nghiệm thức; các nghiệm thức được phân bố hoàn toàn ngẫu nhiên trong mỗi khối.

Khoai lang được thu hoạch ở thời điểm 140 ngày sau khi trồng. Các chỉ tiêu thí nghiệm được đánh giá theo Bảng 1.

Bảng 1: Các chỉ tiêu theo dõi ở thời điểm thu hoạch và sau thu hoạch (STH)

| TT | Chỉ tiêu | Phương pháp và dụng cụ phân tích |
|----|---|--|
| 1 | Chiều dài dây | Chọn dây chính, đo chiều dài tại 3 vị trí và tính trung bình. |
| 2 | Trọng lượng dây và số củ thương phẩm/m ² | Cân toàn bộ trọng lượng dây và đếm số củ củ thương phẩm/m ² (củ có trọng lượng lớn hơn 50 g). |
| 3 | Năng suất thương phẩm | Cân toàn bộ số củ củ thương phẩm/ diện tích thí nghiệm, quy về tấn/ha. |
| 4 | Độ cứng củ | Xác định bằng dụng cụ đo độ cứng tại 3 vị trí trên củ. |
| 5 | Hao hụt trọng lượng, tỷ lệ nảy mầm và hư hỏng | Cân và đánh giá trên 10 củ theo thời gian sau thu hoạch |
| 6 | Hàm lượng chất khô thân lá và thịt củ (%) | Cân 50 g thân lá và 20 g thịt củ, sấy ở nhiệt độ 55°C đến khi trọng lượng không đổi. |
| 7 | Hàm lượng anthocyanin (mg CGE/ 100 g khô) | Theo phương pháp pH vi sai (Huỳnh Thị Kim Cúc <i>et al.</i> , 2004 bổ sung lacc theo Steed và Truong, 2008). Quy chuẩn theo nồng độ Cyanidin-3-glycoside equivalent (CGE). |
| 8 | Hàm lượng đường tổng số | Theo phương pháp Dubois <i>et al.</i> (1956) |

2.2.2 Xử lý số liệu

Số liệu được xử lý bằng chương trình SPSS 21.0, phân tích phương sai (Anova) để phát hiện sự khác biệt giữa các nghiệm thức, so sánh các giá trị trung bình bằng phép thử Duncan ở mức ý nghĩa 5% hoặc 1%. So sánh các thời điểm phân tích bằng kiểm định chi bình phương. Vẽ biểu đồ bằng chương trình Microsoft Excel.

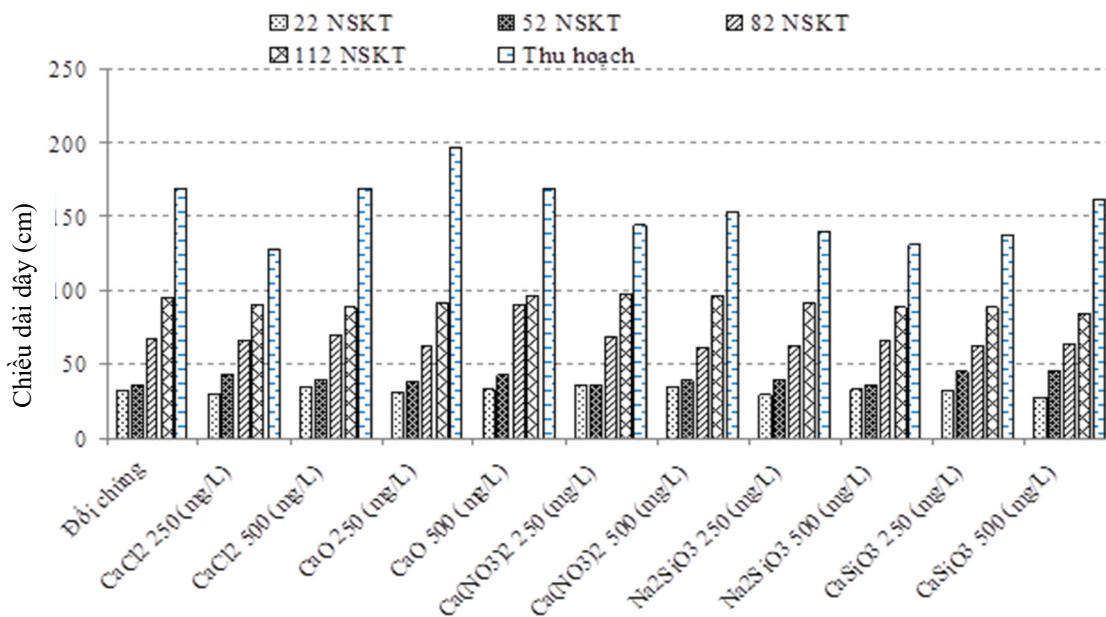
3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Ảnh hưởng của việc bổ sung silic và calcium đến đặc tính sinh trưởng và năng suất của khoai lang tím Nhật (*Ipomoea batatas* (L.) Lam)

3.1.1 Ảnh hưởng của việc bổ sung silic và calcium đến chiều dài dây dài nhất và số nhánh trên dây khoai lang tím Nhật HL491 theo thời gian sinh trưởng

Chiều dài dây khoai lang tím Nhật HL491 gia tăng theo thời gian sinh trưởng khi khảo sát tại các thời điểm 22, 52, 82, 112 ngày sau khi trồng (NSKT) và tại thời điểm thu hoạch, chiều dài dây khoai tại các thời điểm khảo sát có sự khác biệt qua phép kiểm định chi bình phương ở mức 1%. Vào

thời điểm 112 NSKT, đa số nghiệm thức có chiều dài dây đều dài hơn 1,5 m, ngoại trừ nghiệm thức Ca(NO₃)₂, CaSiO₃ ở nồng độ 250 mg/L và hai nghiệm thức có cung cấp Na₂SiO₃. Tuy nhiên, khi so sánh tại từng thời điểm khảo sát, chiều dài dây khoai giữa các nghiệm thức không có sự khác biệt có ý nghĩa qua phân tích thống kê (Hình 1). Việc bổ sung các dạng, nồng độ silic và calcium chưa thấy rõ vai trò trong việc gia tăng sự phát triển chiều dài dây trong điều kiện thí nghiệm. Vào giai đoạn đầu dây khoai phát triển không mạnh do bị chi phối bởi giai đoạn thành lập củ (từ 22- 52 ngày SKT), từ sau 82 ngày trở đi thì sự phát triển chiều dài dây, số nhánh và lá gia tăng để cung cấp đầy đủ điều kiện dinh dưỡng cho quá trình phát triển củ (Mai Thạch Hoàn, 2011). Nhiều tác giả đã quan tâm đến việc phát triển chiều dài dây khoai theo thời gian sinh trưởng, sự thay đổi này phụ thuộc nhiều vào giống và kỹ thuật canh tác, gia tăng chiều dài dây kết hợp với việc gia tăng số nhánh, số lá ở mức hợp lý sẽ tạo điều kiện thuận lợi trong việc quang hợp gia tăng sinh khối (Trịnh Xuân Ngộ và Đinh Thế Lộc, 2004; Abd El-Baky *et al.*, 2010; Nguyễn Công Tạn và *ctv.*, 2014).



Hình 1: Sự thay đổi chiều dài dây (cm) khoai lang theo thời gian sinh trưởng

3.1.2 Ảnh hưởng của việc bổ sung silic và calcium đến đặc tính sinh trưởng và năng suất khoai lang tím Nhật tại thời điểm thu hoạch

Kết quả Bảng 2 cho thấy, tại thời điểm thu hoạch, trọng lượng dây trên m² của các nghiệm thức dao động trong khoảng 2,56 - 4,67 kg với hàm lượng chất khô trong thân lá dao động trong khoảng 10,6 – 12,8%. Nhìn chung, trọng lượng dây trên m² và hàm lượng chất khô trong thân lá của các nghiệm thức không có sự khác biệt có ý nghĩa qua phân tích thống kê. Do các nghiệm thức đều cùng giống HL491, không có sự khác biệt về chiều dài dây (Hình 1) và lượng calcium hay silic bổ sung qua lá không cao so với các nghiên cứu bổ sung qua đất nên các nghiệm thức chưa thấy sự khác biệt về hàm lượng chất khô của thân lá cũng như khác biệt về trọng lượng dây. Nhiều nghiên cứu cho thấy, sự khác biệt về sinh khối và thân lá thường phụ thuộc vào đặc tính giống, điều kiện canh tác và dinh dưỡng bổ sung qua đất (Truong *et al.*, 2011; Mai Thạch Hoàn, 2012; Lê Thị Thanh Hiền và *ctv.*, 2014).

Khi khảo sát số lượng củ thương phẩm trên m², nghiệm thức CaSiO₃ 500 mg/L và nghiệm thức CaO 500 mg/L đều đạt trên 20 củ/m², cao hơn so với các nghiệm thức đối chứng (15,0 củ), CaCl₂ 250 mg/L (15,7 củ) và CaCl₂ 500 mg/L (15,3 củ). Năng suất thương phẩm của các nghiệm thức dao động từ 14,5 – 25,2 tấn/ha, khác biệt qua phân tích thống kê ở mức ý nghĩa 1% (Bảng 1). Đa số các

nghiệm thức có bổ sung calcium và silic đạt năng suất trên 20 tấn/ha và khác biệt so với nghiệm thức đối chứng, ngoại trừ các nghiệm thức có bổ sung CaCl₂ và Ca(NO₃)₂ 250 mg/L. Số lượng củ thương phẩm và trọng lượng củ thương phẩm phụ thuộc vào đặc tính giống, số hom giống trên diện tích trồng, biện pháp xử lý tạo củ, điều kiện dinh dưỡng tác động. Trong điều kiện chăm sóc đồng nhất của thí nghiệm, kết quả đã cho thấy một số nghiệm thức có bổ sung phân calcium và silic hai lần phun vào thời điểm 35 và 70 NSKT đã giúp gia tăng số lượng củ và năng suất củ thương phẩm mặc dù không thể hiện rõ ràng ở cả hai chỉ tiêu. Một số nghiệm thức bổ sung silic và calcium qua lá đã có năng suất thương phẩm cao hơn so với nghiên cứu về năng suất của giống khoai lang tím Nhật OMKL8 (chọn lọc từ giống HL491) của Nguyễn Thị Lang *et al.* (2013) (trung bình khoảng 10,8 tấn/ha) nhưng năng suất vẫn còn thấp hơn so với nghiên cứu về bổ sung hàm lượng calcium với liều lượng 200 kg CaO/ha qua đất của Lê Thị Thanh Hiền và *ctv.* (2014) (trên 30 tấn/ha). Vai trò của việc bổ sung lượng calcium giúp gia tăng năng suất khoai lang đã được nhiều tác giả công bố (O’Sullivan *et al.*, 1995; Sulaiaman *et al.*, 2003). Đồng thời, silic cũng đóng vai trò quan trọng trong việc cải thiện khả năng hấp thụ kali, lân và calcium cũng như hạn chế việc hấp thụ quá mức lượng phân đạm và phân lân trên một số cây trồng (Eneji *et al.*, 2005; Guntzer *et al.*, 2012).

Bảng 2: Trọng lượng dây/m², hàm lượng chất khô của thân lá, số củ thương phẩm và năng suất củ thương phẩm tại thời điểm thu hoạch

| Nghiệm thức | Các chỉ tiêu phân tích tại thời điểm thu hoạch | | | |
|--|--|--------------------------|---|-----------------------------------|
| | Trọng lượng dây/m ² (kg) | Tỷ lệ TL khô/TL tươi (%) | Số lượng củ thương phẩm (số củ/m ²) | Năng suất củ thương phẩm (tấn/ha) |
| Đối chứng | 3,80 | 11,0 | 15,0 c | 15,3 de |
| CaCl ₂ 250 (mg/L) | 3,48 | 11,3 | 15,7 c | 19,2 bcd |
| CaCl ₂ 500 (mg/L) | 2,96 | 11,6 | 15,3 c | 14,5 e |
| CaO 250 (mg/L) | 2,99 | 11,3 | 17,0 bc | 20,0 bc |
| CaO 500 (mg/L) | 2,56 | 12,0 | 21,3 ab | 21,7 abc |
| Ca(NO ₃) ₂ 250 (mg/L) | 4,31 | 10,8 | 17,3 abc | 18,0 cde |
| Ca(NO ₃) ₂ 500 (mg/L) | 3,58 | 12,8 | 19,3 abc | 23,2 ab |
| Na ₂ SiO ₃ 250 (mg/L) | 2,81 | 10,6 | 17,3 abc | 20,7 bc |
| Na ₂ SiO ₃ 500 (mg/L) | 3,93 | 12,0 | 19,7 abc | 23,0 ab |
| CaSiO ₃ 250 (mg/L) | 3,57 | 11,3 | 16,3 bc | 20,8 bc |
| CaSiO ₃ 500 (mg/L) | 4,67 | 11,6 | 22,7 a | 25,2 a |
| F | Ns | ns | * | ** |
| CV (%) | 33,4 | 11,4 | 15,8 | 11,7 |

Ghi chú: Những số có chữ theo sau giống nhau trong cùng một cột thì khác biệt không ý nghĩa thống kê qua phép thử Duncan; ** và *: khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1% và 5%; ns: không khác biệt

3.2 Ảnh hưởng của việc bổ sung silic và calcium đến phẩm chất củ khoai lang tím Nhật (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) tại thời điểm thu hoạch và theo thời gian tồn trữ

3.2.1 Ảnh hưởng của việc bổ sung silic và calcium đến tỷ lệ nảy mầm, tỷ lệ hao hụt trọng lượng, độ cứng (kgf/mm²) và tỷ lệ hư hỏng củ khoai lang tím Nhật trong theo thời gian tồn trữ

Củ khoai sau khi thu hoạch bắt đầu xuất hiện các mầm nhỏ li ti vào thời điểm 14 NSTH, vị trí nảy mầm xuất hiện chủ yếu ở vị trí dây cuống của củ và phần đầu củ khoai lang (Hình 2). Qua khảo sát, các mầm trên dây cuống hình thành sớm và nhiều hơn các mầm trên thân củ. Tỷ lệ củ nảy mầm trên dây khoai có xu hướng tăng dần theo thời gian tồn trữ. Tỷ lệ nảy mầm của các nghiệm thức khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1% tại thời điểm

14. Tại thời điểm 14 NSTH, đa số các nghiệm thức đã bắt đầu có dấu hiệu phát triển của các mầm ngủ trên thân củ, ngoại trừ các củ của nghiệm thức bổ sung CaO 250 mg/L (Bảng 3). Tại thời điểm 28 NSTH, tất cả các củ khoai sau thu hoạch đều xuất hiện chồi mầm trên dây cuống khoai, củ của các nghiệm thức bổ sung CaCl₂ 500 mg/L, Na₂SiO₃ 250 mg/L và CaSiO₃ 500 mg/L có tỷ lệ nảy mầm thấp hơn so với nghiệm thức đối chứng, khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1%. Sự nảy mầm là một trong những nguyên nhân gây tổn thất chất lượng khoai lang sau thu hoạch (Chattopadhyay *et al.*, 2006). Theo Edmunds *et al.* (2008), việc nảy mầm của củ khoai lang phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ và ẩm độ, nếu tồn trữ ở điều kiện nhiệt độ thấp khoảng 16 - 18°C thì khoai lang có thể nảy mầm sau vài tháng, nhưng khi tồn trữ ở điều kiện 24°C thì khoai sẽ nảy mầm sau vài tuần.



Hình 2: Vị trí nảy mầm trên củ khoai lang tím Nhật tại thời điểm 14 ngày sau khi thu hoạch, nảy mầm ở thân củ (a) và dây cuống (b)

Tỷ lệ hao hụt trọng lượng củ khoai lang tím Nhật trong quá trình tồn trữ giữa các nghiệm thức có hoặc không bổ sung phân silic và calcium ở các thời điểm 14 và 28 ngày sau thu hoạch (NSTH) khác biệt không có ý nghĩa qua phân tích thống kê (Bảng 3). Nhìn chung, tỷ lệ hao hụt trọng lượng của củ khoai lang gia tăng theo thời gian tồn trữ nhưng tỷ lệ hao hụt khá thấp do hô hấp của các loại củ thấp hơn so với rau hoặc trái cây. Theo Nguyễn Minh Thủy (2010), hao hụt trọng lượng gia tăng

thường do hệ keo của tế bào bị lão hóa, làm giảm tính háo nước nên tốc độ bay hơi nước tăng lên đáng kể, kết quả là hao hụt khối lượng rất nhiều. Sự thoát hơi nước liên tục diễn ra trong quá trình tồn trữ do củ khoai lang hô hấp và diễn ra các phản ứng nội sinh khác sau thu hoạch, nhiệt độ tồn trữ là nguyên nhân chủ yếu thúc đẩy sự héo và làm giảm giá trị thương phẩm của củ sau thu hoạch (Trần Minh Tâm, 2000; Nguyễn Mạnh Khải *et al.*, 2006).

Bảng 3: Tỷ lệ nảy mầm, tỷ lệ hao hụt trọng lượng, độ cứng và tỷ lệ củ khoai lang tím Nhật hư hỏng theo thời gian tồn trữ

| Nghiệm thức | Tỷ lệ củ nảy mầm (%) | | Tỷ lệ hao hụt trọng lượng (%) | | Độ cứng (kgf/mm ²) | | Tỷ lệ củ hư hỏng (%) | |
|--|---------------------------|----------|-------------------------------|------|--------------------------------|------|----------------------|---------|
| | Ngày sau thu hoạch (NSTH) | | | | | | | |
| | 14 | 28 | 14 | 28 | 14 | 28 | 28 | 42 |
| Đối chứng | 11,1 ab | 65,6 abc | 8,85 | 13,3 | 2,78 | 2,47 | 5,56 bc | 5,56 b |
| CaCl ₂ 250 (mg/L) | 5,56 bc | 46,7 cd | 7,92 | 11,6 | 2,82 | 2,65 | 5,56 bc | 11,1 ab |
| CaCl ₂ 500 (mg/L) | 5,56 bc | 27,8 e | 10,5 | 18,0 | 2,77 | 2,74 | 5,33 bc | 16,7 a |
| CaO 250 (mg/L) | 0,00 c | 62,2 a-d | 9,80 | 17,0 | 2,94 | 2,58 | 11,1 b | 11,1 ab |
| CaO 500 (mg/L) | 5,56 bc | 75,6 a | 14,0 | 21,5 | 2,79 | 2,59 | 27,8 a | 27,8 a |
| Ca(NO ₃) ₂ 250 (mg/L) | 16,7 a | 46,7 cd | 11,5 | 17,4 | 2,81 | 2,60 | 5,56 bc | 5,56 b |
| Ca(NO ₃) ₂ 500 (mg/L) | 5,56 bc | 63,3 abc | 11,2 | 14,1 | 2,91 | 2,65 | 5,56 bc | 5,56 b |
| Na ₂ SiO ₃ 250 (mg/L) | 11,1 ab | 42,2 de | 7,15 | 12,8 | 2,87 | 2,69 | 5,56 bc | 5,56 b |
| Na ₂ SiO ₃ 500 (mg/L) | 5,56 bc | 54,4 bcd | 9,74 | 15,5 | 2,84 | 2,64 | 5,56 bc | 11,1 ab |
| CaSiO ₃ 250 (mg/L) | 11,1 ab | 72,2 ab | 16,2 | 20,6 | 2,75 | 2,65 | 0,00 c | 11,1 ab |
| CaSiO ₃ 500 (mg/L) | 16,7 a | 42,2 de | 11,1 | 15,9 | 2,86 | 2,65 | 5,56 bc | 16,7 a |
| F | ** | ** | ns | ns | ns | Ns | ** | ** |
| CV (%) | 31,6 | 16,9 | 22,1 | 20,2 | 4,99 | 5,64 | 29,4 | 25,7 |

Ghi chú: Những số có chữ theo sau giống nhau trong cùng một cột thì khác biệt không ý nghĩa thống kê qua phép thử Duncan; **: khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1%; ns: không khác biệt

Kết quả khảo sát sự thay đổi độ cứng củ khoai lang tím Nhật theo thời gian tồn trữ tại thời điểm 14 và 28 NSTH cho thấy, độ cứng củ khoai lang của các nghiệm thức bổ sung silic và calcium ở các dạng và liều lượng khác nhau có độ cứng trên 2 kgf/mm² nhưng không có sự khác biệt qua phân tích thống kê (Bảng 3). Nhìn chung, độ cứng thịt củ có xu hướng giảm dần theo thời gian tồn trữ có thể do trong quá trình tồn trữ protopectin bị thủy phân thành đường và pectin ở dạng hòa tan dưới tác dụng của enzyme polygalacturonase làm cho cấu trúc nông sản bị mềm dần, độ cứng thịt củ khoai lang tím Nhật ở thí nghiệm không khác biệt nhiều so với nghiên cứu ảnh hưởng của phân kali lên độ cứng củ khoai lang tím Nhật của Trương Thị Minh Tâm (2014) (độ cứng dao động từ 2,37 – 2,73 kgf/mm²). Nguyên nhân làm giảm độ cứng sau thời gian tồn trữ là do sự giảm các pectin không hòa tan và sự gia tăng pectin hòa tan (Nguyễn Mạnh Khải *et al.*, 2006).

Kết quả khảo sát tỷ lệ củ khoai lang bị hư hỏng theo thời gian tồn trữ cho thấy, tỷ lệ củ hư hỏng gia tăng theo thời gian tồn trữ (Bảng 3) và nấm bệnh xuất hiện trên củ chủ yếu là nấm

Botryodiplodia sp. (Hình 3). Tại thời điểm 28 NSTH, củ khoai lang của nghiệm thức có bổ sung CaSiO₃ 250 mg/L vẫn chưa có dấu hiệu hư hỏng trong khi củ của nghiệm thức CaO 500 mg/L có tỷ lệ hư hỏng cao nhất (27,8%) ở cả hai thời điểm khảo sát, và không có nghiệm thức nào có tỷ lệ củ hư hỏng thấp hơn so với nghiệm thức đối chứng. Kết quả nghiên cứu phù hợp với nhận định của Trần Minh Tâm (2000) và Edmunds *et al.* (2008) là do đặc tính mỏng của vỏ nên củ dễ bị xay xát, tạo điều kiện cho các vi khuẩn và nấm bệnh gây hư hỏng củ khoai lang sau thu hoạch như nấm *Diplodia* sp. hoặc *Botryodiplodia* sp hoặc *Rhizobus stolonifer*... (Nelson, 2008). Kết quả thí nghiệm chưa thể hiện rõ vai trò của phân silic và calcium đến việc hạn chế sự hư hỏng củ sau thu hoạch mặc dù nhiều tác giả đã công bố vai trò quan trọng của silic và calcium trong quá trình sinh trưởng và phát triển của cây trồng, gia tăng khả năng tự bảo vệ của thực vật, giúp thực vật chống chịu lại những tác động bất lợi của các vi sinh vật gây hại, nấm bệnh tấn công... (Matichenkov và Calvert, 1999; Onifade *et al.*, 2004 ; Sulaiman *et al.*, 2004; Ma và Yamaji, 2006; Mali và Aery, 2008).



Hình 3: Củ khoai lang hư hỏng do nấm *Botryodiplodia* sp. gây hại

3.2.2 Ảnh hưởng của việc bổ sung silic và calcium đến tỷ lệ phần trăm độ ẩm thịt củ, hàm lượng anthocyanin và đường tổng số trong thịt củ khoai lang tím Nhật tại thời điểm thu hoạch và 14 NSTH

Kết quả Bảng 4 cho thấy, độ ẩm thịt củ giữa các nghiệm thức khác biệt không có ý nghĩa qua phân tích thống kê, dao động từ 66,5% đến 68,4%. Nhìn chung, việc bổ sung silic và calcium với các dạng và liều lượng khác nhau không ảnh hưởng đến hàm lượng ẩm của thịt củ khoai lang do cùng một giống vì độ ẩm thịt củ khoai lang cũng phụ thuộc nhiều vào giống và mùa vụ canh tác (Ngô Xuân Mạnh, 1996). Kết quả tương đồng với nghiên cứu của nhiều tác giả về việc hàm lượng ẩm của thịt củ khoai lang tím thường dao động trong khoảng 70% (Trương Thị Minh Hạnh và Lê Việt Triển, 2009; Nguyễn Công Tạn và ctv., 2014).

Sự thay đổi hàm lượng anthocyanin của thịt củ khoai lang tím Nhật theo thời gian sau thu hoạch bằng phương pháp pH vi sai được trình bày ở Bảng 3 cho thấy, hàm lượng anthocyanin trong 100 g trọng lượng khô (TLK) của các nghiệm thức bổ sung calcium và silic khác biệt không có ý nghĩa qua phân tích thống kê tại thời điểm thu hoạch. Tại thời điểm 14 ngày sau thu hoạch (NSTH), nghiệm thức CaO 250 mg/L, CaSiO₃ 250 mg/L và Ca(NO₃)₂ 500 mg/L có hàm lượng anthocyanin đạt hơn 22 mg/100 g TLK và khác biệt so với nghiệm thức đối chứng qua phân tích thống kê. Kết quả thí nghiệm cho thấy, hàm lượng anthocyanin ở các nghiệm thức có hoặc không có bổ sung calcium và silic tại thời điểm thu hoạch không cải thiện hàm lượng anthocyanin tại thời điểm thu hoạch, mặc dù theo Arreola et al. (2008), việc bổ sung Ca(NO₃)₂ liều lượng 200 - 400 mg/L hàng tuần đã giúp gia tăng hàm lượng anthocyanin trong lá bắc hoa trạng nguyên. Nhìn chung, hàm lượng anthocyanin khảo

sát trong thịt củ khoai lang tím Nhật không chênh lệch lớn so với kết quả khảo sát về anthocyanin trong một số giống khoai lang tím tại Nhật (Montilla et al., 2011) và Bangladesh (Ahmed et al., 2011). Một số nghiệm thức duy trì hàm lượng anthocyanin trong củ ở mức cao sau 14 ngày tồn trữ cũng sẽ đóng vai trò quan trọng trong lĩnh vực chế biến thực phẩm. Theo nghiên cứu của Terahara et al. (2004) và Truong et al. (2012), thịt củ khoai lang tím có chứa nhiều anthocyanin, là hợp chất màu tự nhiên có vai trò chống oxy hóa, giúp hỗ trợ chữa bệnh ung thư, viêm, lão hóa, tăng sức đề kháng cho cơ thể...

Khảo sát hàm lượng đường tổng số (mg/g trọng lượng tươi (TLT)) trong củ khoai lang tím Nhật cho thấy, hàm lượng đường tổng số có xu hướng tăng dần theo thời gian sau khi thu hoạch (Bảng 3). Kết quả bổ sung phân calcium và silic của thí nghiệm không làm gia tăng hàm lượng đường tổng số trong thịt củ khoai lang mặc dù theo nghiên cứu của Lê Thị Thanh Hiền và ctv. (2014) cho thấy, việc bón phân có chứa calcium qua đất với hàm lượng từ 200 kgCaO/ha sẽ giúp gia tăng lượng đường tổng số và tinh bột trong thành phần thịt củ khoai lang. Nhìn chung, hàm lượng chất khô, đường tổng số và tinh bột có mối liên quan chặt với nhau và phụ thuộc nhiều vào giống, thời điểm thu hoạch, điều kiện khí hậu và kỹ thuật canh tác (Cervantes-Flores et al., 2011). Điều kiện bảo quản cũng ảnh hưởng đến sự biến đổi của hàm lượng đường tổng số và tinh bột trong thịt củ khoai lang, đặc biệt trong khoảng thời gian làm lạnh vết thương và trong quá trình tồn trữ, hàm lượng chất khô có thể giảm trong thời gian đầu bảo quản và sau đó tăng lên (Zhang et al., 2002 ; Namutebi et al., 2004), riêng hàm lượng đường thường tăng nhanh trong thời gian xử lý các vết thương và ổn định hoặc tăng nhẹ trong khoảng 4 tuần đầu tiên bảo quản tiếp sau đó (Zhang et al., 2002).

Bảng 4: Độ ẩm thịt củ, hàm lượng anthocyanin theo phương pháp pH vi sai và đường tổng số theo thời gian tồn trữ

| Nghiệm thức | Độ ẩm (%) | | Hàm lượng anthocyanin (mg/100 g TLK) | | Hàm lượng đường tổng số (mg glucose/g TLT) | |
|--|-----------|-----------|--------------------------------------|-----------|--|--|
| | Thu hoạch | Thu hoạch | 14 NSTH | Thu hoạch | 14 NSTH | |
| Đối chứng | 67,6 | 18,3 | 16,6 de | 61,6 | 71,8 | |
| CaCl ₂ 250 (mg/L) | 67,1 | 17,8 | 19,4 a-e | 64,9 | 72,9 | |
| CaCl ₂ 500 (mg/L) | 67,3 | 22,4 | 21,2 abcd | 64,5 | 71,3 | |
| CaO 250 (mg/L) | 67,2 | 18,7 | 23,6 a | 69,9 | 73,5 | |
| CaO 500 (mg/L) | 67,4 | 17,7 | 18,3 b-e | 62,1 | 73,9 | |
| Ca(NO ₃) ₂ 250 (mg/L) | 66,9 | 19,4 | 21,8 a-d | 70,4 | 78,6 | |
| Ca(NO ₃) ₂ 500 (mg/L) | 66,9 | 18,3 | 22,0 abc | 74,0 | 83,3 | |
| Na ₂ SiO ₃ 250 (mg/L) | 66,9 | 18,3 | 16,8 cde | 65,4 | 76,4 | |
| Na ₂ SiO ₃ 500 (mg/L) | 68,4 | 18,4 | 15,2 e | 68,4 | 73,6 | |
| CaSiO ₃ 250 (mg/L) | 66,9 | 16,1 | 23,0 ab | 73,2 | 76,6 | |
| CaSiO ₃ 500 (mg/L) | 66,5 | 18,1 | 17,8 b-e | 72,9 | 78,3 | |
| F | Ns | ns | ** | ns | ns | |
| CV (%) | 1,31 | 12,4 | 13,9 | 10,7 | 10,6 | |

Ghi chú: Những số có chữ theo sau giống nhau trong cùng một cột thì khác biệt không ý nghĩa thống kê qua phép thử Duncan; ** và *: khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1% và 5%; ns: không khác biệt

4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

4.1 Kết luận

– Các nghiệm thức bổ sung CaO, Ca(NO₃)₂, Na₂SiO₃ và CaSiO₃ nồng độ 500 mg/L vào hai thời điểm 35 và 70 NSKT có số củ thương phẩm cao và năng suất củ thương phẩm đều lớn hơn 20 tấn/ha, cao hơn so với không bổ sung.

– Các nghiệm thức bổ sung phân silic và calcium ở các dạng và liều lượng khác nhau không cải thiện được hàm lượng đường và tinh bột của củ khoai lang tím Nhật HL491. Các nghiệm thức CaO 250 mg/L, CaSiO₃ 250 mg/L và Ca(NO₃)₂ 500 mg/L có hàm lượng anthocyanin cao hơn so với nghiệm thức không bổ sung ở thời điểm 2 tuần sau thu hoạch.

4.2 Đề xuất

Tiếp tục nghiên cứu ảnh hưởng của việc bổ sung các hóa chất calcium và silic trên một số giống khoai lang tím nhằm cải thiện năng suất và chất lượng củ khoai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Abd-El-Baky, M.M.H., A.A. Ahmed, M.A. El-Nemr and M.F. Zaki. 2010. Effect of potassium fertilizer and foliar zinc application on yield and quality of sweet potato. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 6(4): 386-394.

Arreola, J.A., A.M.C. González, L.A.V. Aguilar, M.T.C. León, J.P. Pineda and E.A. García. 2008. Effect of calcium, boron and molybdenum on plant growth and bract pigmentation in poinsettia. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31:165-172.

Ahmed, M., M.S. Akter and J.B. Eun. 2011. Optimization conditions for anthocyanin and phenolic content extraction from purple sweet potato using response surface methodology. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 62(1): 91–96.

Cervantes-Flores, J.C., B. Sosinski, K.V. Pecota, R.O.M. Mwanga, G.L. Catignani, V.D. Truong, R.H. Watkins, M.R. Ulmer and G.C. Yencho. 2011. Identification of quantitative trait loci for dry-matter, starch, and b-carotene content in sweetpotato. *Molecular Breeding*, 28:201–216.

Chattopadhyay, A., I. Chakraborty, S.K. Mukhopadhyay, P.R. Kumar and H. Sen. 2006. Compositional changes of sweet potato as influenced by cultivar, harvest date and cooking. *Acta Horticulturae*, 703, 211–217.

Dubois, M., K.A. Gilles, J. K. Hamilton, P.A. Rebers and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28: 350-356.

Edmunds, B., M. Boyette, C. Clark, D. Ferrin, T.Smith and G. Holmes. 2008. Postharvest handling of sweetpotatoes. North Carolina Cooperative Extension Service. 53pp.

Eneji, A.E., S. Inanaga, S. Muranaka, J. Li, P. An, T. Hattori and W. Tsuji. 2008. Growth and nutrient use in four grasses under drought stress as mediated by silicon fertilisers. *Journal of Plant Nutrition*, 31:355–365.

Guntzer, F., K. Catherine and M. Jean-Dominique. 2012. Benefits of plant silicon for crops: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 32:201–213.

Huỳnh Thị Kim Cúc, Phạm Châu Huỳnh, Nguyễn Thị Lan và Trần Khôi Nguyễn. 2004. Xác định

- hàm lượng anthocyanin trong một số nguyên liệu rau quả bằng phương pháp pH vi sai. *Tạp Chí Khoa học và Công nghệ*, Đại học Đà Nẵng, số 3(7): 47- 54.
- Lê Thị Thanh Hiền, Lê Vĩnh Thúc, Nguyễn Thị Thanh Thủy và Nguyễn Bảo Vệ. 2014. Ảnh hưởng của liều lượng bón Canxi lên sinh trưởng, năng suất và phẩm chất khoai lang tím Nhật (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) ở huyện Bình Tân, tỉnh Vĩnh Long. *Tạp chí Khoa học trường Đại học Cần Thơ*, số chuyên đề: Nông nghiệp (4):24-31.
- Liu, C., F. Li, C. Luo, X. Liu, S. Wang, T. Liu and X. Li. 2009. Foliar application of two silica sols reduced cadmium accumulation in rice grains. *Journal of Hazardous Materials*, 161:1466-1472.
- Ma, J.F. and N. Yamaji. 2006. Silicon uptake and accumulation in higher plants. *Trends in Plant Science*, 11:392–397.
- Mai Thạch Hoành. 2011. *Cây sinh sản vô tính – Chọn tạo giống khoai lang*. Nhà xuất bản Nông nghiệp.
- Mai Thạch Hoành. 2012. Nghiên cứu tiềm năng năng suất và chất lượng củ của các giống khoai lang nhập nội. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*. 8 trang.
- Mali, M. and N.C. Aery. 2008. Influence of silicon on growth, relative water contents and uptake of silicon, calcium and potassium in wheat grown in nutrient solution. *Journal of Plant Nutrition*, 31:1867–1876.
- Matichenkov, V.V. and D.V. Calvert. 1999. Silicon fertilisers for citrus in Florida. *Florida State Horticultural Society*, 112:5-8.
- Montilla, E.C., S. Hillebrand and P. Winterhalter. 2011. Anthocyanins in purple sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) varieties. Fruit, vegetable, Cereal science and Biotechnology in Global Science Books, pp 19 – 24.
- Namutebi, A., H. Natabirwa, B. Lemaga, R. Kapinga, M. Matovu, S. Tumwegamire, J. Nsumba, J. and J. Ocom. 2004. Long-term storage of sweet potato by small-scale farmers through improved post harvest technologies. *Journal of Agricultural Sciences*,9 (1): 922-930.
- Nelson, S. 2008. Java black rot of Okinawan sweetpotato. Department of Plant and Environmental Protection Sciences. College of Tropical Agriculture and Human Resources (CTAHR). University of Hawai'i at Mānoa, Honolulu, Hawaii.
- Neumann, D. and U.Z. Nieden. 2001. Silicon and heavy metal tolerance of higher plants. *Phytochemistry*, 56:685–692.
- Ngô Xuân Mạnh. 1996. Nghiên cứu các chỉ tiêu phẩm chất và một số biện pháp chế biến nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng khoai lang. Luận án Phó tiến sĩ khoa học. Trường Đại học Nông nghiệp I-Hà Nội. 128 trang.
- Nguyễn Công Tạn, Vũ Văn Định, Đỗ Thanh Tân và Trần Việt Tiệp. 2014. Phát triển mạnh trồng khoai lang siêu cao sản và chất lượng cao để sản xuất ethanol sinh học, tinh bột, thực phẩm và làm giàu cho nông dân. Viện nghiên cứu và phát triển công nghệ nông lâm Thành Tây, trang 4 – 29.
- Nguyễn Mạnh Khải, Nguyễn Thị Bích Thủy và Đinh Sơn Quang. 2006. Giáo trình bảo quản nông sản. Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội, 200 trang.
- Nguyễn Minh Thủy. 2010. Kỹ thuật sau thu hoạch rau quả. Nhà xuất bản Nông nghiệp.
- Nguyễn Thị Lang, Nguyễn Ngọc Hương, Nguyễn Trọng Phước, Trần Bình Tân, Trịnh Thị Lữ, Trần Thị Thanh Xà, Nguyễn Văn Hiếu, Trần Văn Theo và Bùi Chí Bửu. 2013. Đánh giá các giống khoai lang (*Ipomoea batatas* L.) mới chọn tạo theo hướng năng suất, phẩm chất cao tại Đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*, tập 2:139-148.
- Nguyễn Xuân Lai. 2011. Nghiên cứu xây dựng quy trình thâm canh tổng hợp cây khoai lang vùng Đồng bằng sông Cửu Long. Báo cáo tổng kết kết quả thực hiện đề tài thuộc dự án khoa học công nghệ nông nghiệp vốn vay ADB. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn.
- Niên giám thống kê Việt Nam năm 2013. <https://gso.gov.vn/default.aspx?tabid=717>. Truy cập ngày 10/11/2014.
- Njiti, V.N., Q. Xia, L.S. Tyler, L.D. Stewart, A.T. Tenner, C. Zhang, D. Alipo, F. Chukwuma and M.Gao. 2013. Influence of prohexadione calcium on sweetpotato growth and storage root yield. *HortScience*, 48:1 73-76.
- O'Sullivan, J.N., C.J. Asher and F.P.C. Blamey. 1995. Nutritional disorders of sweetpotato. ACIAR Working Paper No. 45. Dept. of Agr. University of Queensland, Brisbane, 75pp.
- Onifade, A., H.N. Atum and T.T. Adebolu. 2004. Nutrition enrichment of sweet potato (*Ipomoea batatas* L) by solid substrate fermentation using four fungal species. *Global Journal of Pure and Applied Sciences*, 10(60):31-36.
- Parle-Milind and Monika. 2015. Sweet potato as a super food. *International Journal of Ayurveda and Pharma Research*, 6(4): 557-562.
- Saqib, M., C. Zorb and S. Schubert. 2008. Silicon-mediated improvement in the salt resistance of wheat (*Triticum aestivum*) results from increased sodium exclusion and resistance to oxidative stress. *Functional Plant Biology*,35:633–639.
- Steed, L.E. and V.-D. Truong. 2008. Anthocyanin Content, Antioxidant Activity, and Selected Physical Properties of Flowable Purple-Fleshed Sweetpotato Purees. *Journal of Food Science*,73:215-221.
- Sulaiman, H., O. Sasaki, T. Shimotashiro, N. Chishaki and S. Inanaga. 2004. Effect of calcium application on the growth of sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.) plant. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 6 (17):1519-1531.

- Terahara, N., I. Konczak, H. Ono, M. Yoshimoto and O. Yamakawa. 2004. Characterization of acylated anthocyanins in callus induced from storage root of purple-fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 5: 279-286.
- Tổng cục thống kê 2015. <https://www.gso.gov.vn>. Ngày truy cập 15/05/2016.
- Trần Minh Tâm. 2000. Bảo quản và chế biến nông sản sau thu hoạch. Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội.
- Trịnh Xuân Ngọ và Đinh Thế Lộc. 2004. Cây có củ và kỹ thuật thâm canh (Quyển 1 Cây khoai lang). Nhà xuất bản Lao động Xã hội.
- Truong, V.D., Z. Hu, R.L. Thompson, G.C. Yencho and K.V. Pecota. 2012. Pressurized liquid extraction and quantification of anthocyanins in purple-fleshed sweet potato genotypes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 26 (2012) 96-103.
- Truong, V.D., R.Y. Avula, K. Pecota and C.G. Yencho. 2011. Sweetpotatoes. In: Sinha NK, editor. *Handbook of vegetables & vegetable processing*. New Jersey: Wiley-Blackwell, p: 717-737.
- Zhang, Z, C.C. Wheatley, H. Corke. 2002. Biochemical changes during storage of sweet potato roots differing in dry matter content. *Postharvest Biology and Technology*, 24:317-325.