



DOI:10.22144/ctujos.2023.168

## ẢNH HƯỞNG CỦA THỜI GIAN THU HOẠCH ĐẾN THÀNH PHẦN DINH DƯỠNG CỦA CÂY RAU MẦM CẢI NGỌT (*Brassica integrifolia*)

Trương Việt Hoài<sup>1</sup>, Nguyễn Chí Toàn<sup>1</sup>, Lê Đăng Hạ<sup>1</sup>, Vũ Thị Hà An<sup>1</sup>, Trương Thị Tuyết Nhi<sup>1</sup>, Huỳnh Ngọc Thành<sup>1</sup>, Ngô Thị Minh Thu<sup>1</sup>, Phạm Thị Nga<sup>1</sup>, Phạm Hoài Doanh<sup>2</sup> và Nguyễn Ngọc Hiếu<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Đại học Duy Tân

<sup>2</sup>Trung tâm Ứng dụng Tiến bộ Khoa học và Công nghệ tỉnh Gia Lai

\*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Nguyễn Ngọc Hiếu (email: ngochieu0707@gmail.com)

### Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 30/01/2023

Ngày nhận bài sửa: 15/05/2023

Ngày duyệt đăng: 05/06/2023

### Title:

Effects of harvest time on the nutritional composition of *Brassica integrifolia* sprout

### Từ khóa:

Cải mầm, cải ngọt, thời gian thu hoạch, yếu tố dinh dưỡng

### Keywords:

Sprout, *Brassica integrifolia*, harvest time, nutritional factors

### ABSTRACT

Sprouts are harvested after the seeds germinate for 5-10 days depending on each vegetable to ensure the yield and nutritional composition contained in them. This study examined vitamins, proteins, ash, biological compounds, and growth-stimulating compounds found in *Brassica integrifolia* microgreen on days 5, 7, and 9. The results showed that productivity, proteins, ash, vitamins A, B<sub>3</sub>, and K increased over the harvest time. Meanwhile, vitamin B<sub>6</sub> was not found in *Brassica integrifolia* microgreen, and vitamin B<sub>3</sub> is just starting to appear on the 7th day. Glucosinolate and Isothiocyanate decline sharply over harvest time. *Brassica integrifolia* microgreen on all harvest days contains neither Indole-3-acetic acid (IAA) nor cytokinin 6-BA growth-loving kich. The quality of nutritional composition in sweet sprouts depends on their harvest time.

### TÓM TẮT

Rau mầm được thu hoạch sau khi gieo hạt từ 5 đến 10 ngày tùy thuộc vào từng loại rau để đảm bảo năng suất và thành phần dinh dưỡng chứa trong chúng. Mục tiêu của nghiên cứu là khảo sát vitamin, protein, tro, hợp chất sinh học và hợp chất kích thích sinh trưởng có trong cây rau cải mầm ở thời điểm 5, 7 và 9 ngày. Kết quả cho thấy năng suất, hàm lượng protein, tro, vitamin A, B<sub>3</sub> và K tăng theo thời gian thu hoạch. Trong khi đó, vitamin B<sub>6</sub> không tìm thấy trong cây rau mầm cải ngọt và vitamin B<sub>3</sub> mới bắt đầu xuất hiện ở ngày thứ 7. Hai hợp chất Glucosinolate và Isothiocyanate giảm mạnh theo thời gian thu hoạch. Rau mầm cải ngọt ở tất cả các ngày thu hoạch đều không chứa chất kích thích sinh trưởng IAA (Indole-3-acetic acid) và cytokinin 6-BA. Chất lượng thành phần dinh dưỡng trong rau mầm cải ngọt phụ thuộc vào thời gian thu hoạch.

## 1. GIỚI THIỆU

Cây rau mầm cải ngọt (*Brassica integrifolia*) là loại rau thường được dùng trong các món salad, mọc nhanh và được trồng rộng rãi ở một số quốc gia của

Châu Á, Châu Âu. Rau mầm là nguồn cung cấp lớn hàm lượng protein, vitamin nhóm B, C, E, enzyme, acid amin, khoáng chất,... (Trung, 2012). Nhiều quốc gia xem rau mầm cải ngọt là một loài thảo dược dùng để điều trị một số bệnh như hen suyễn, ho, lợi

tiêu và các bệnh về gan,... (Holst & Williamson, 2004) Trong 50 gam cải mầm có 271 µg vitamin K, 34,5 mg vitamin C, 173 µg vitamin A, 0,276 mg mangan, 0,13 mg vitamin B2, 40 µg vitamin B9, 0,124 mg vitamin B6, 0,085 mg đồng, 0,65 mg sắt, 303 mg kali và 38 mg photpho (Tâm, 2014).

Trong quá trình sinh trưởng, cây rau mầm thực hiện quá trình trao đổi chất và tổng hợp được các chất cần thiết tốt cho sức khỏe của con người như các loại vitamin, các hợp chất sinh học, protein,... (Stoner, et al., 2002) Bên cạnh đó, giai đoạn sinh trưởng và phát triển chất sinh trưởng như 6-BAP, IAA,... là một trong những yếu tố giúp cây lớn lên. Các nhà khoa học của trường đại học Cornell (Mỹ) đã chứng minh tác hại của các chất sinh trưởng gây ra như bệnh dậy thì sớm ở các bé gái, hay là bệnh ung thư tiền liệt tuyến của nhà nghiên cứu Úc Mike Water của đại học Queensland,... (Waters, 2014).

Glucosinolate (GLS) là một nhóm hợp chất quan trọng trong cây cải mầm, có vai trò kích thích gan sản xuất các enzyme giải độc, ngăn chặn các tổn thương từ các gốc tự do, dẫn đến ức chế các khối u. Các sản phẩm của GLS, đặc biệt là Isothiocyanate (ITC), là một trong những hợp chất có hoạt tính sinh học tự nhiên mạnh mẽ nhất can thiệp vào quá trình phát triển của ung thư (Holst & Williamson, 2003). Hàm lượng GLS cao nhất trong hạt giống và giảm dần khi nảy mầm. Trong mầm hạt họ cải ở ngày thứ 3 có chứa hàm lượng glucoraphanine cao từ 10 đến 100 lần so với cây trưởng thành (Stoner et al., 2002; Bellostas et al., 2007). Điều này cho thấy nồng độ GLS trong mầm cải bắp đạt cao nhất ở ngày thứ 4 đến ngày thứ 7 sau nảy mầm. Theo Fahey et al. (1997) với loại mầm súp lơ xanh, hàm lượng chất chống ôxi hóa giảm theo cấp số nhân; trong đó hạt giống đạt mức tối đa và giảm dần trong thời gian 15 ngày cho đến khi cây trưởng thành.

Hiện nay, nước ta có nhiều nghiên cứu về cây rau mầm nhưng chủ yếu về phương pháp trồng và các yếu tố ảnh hưởng đến năng suất. Khảo sát thành phần dinh dưỡng, nhất là về các chất kích thích sinh trưởng có trong quá trình sinh trưởng của cây rau mầm rất ít công bố. Mục tiêu của nghiên cứu này là cung cấp thông tin về thành phần dinh dưỡng cũng như số chất sinh trưởng có trong cây cải mầm.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu nghiên cứu

Cây rau mầm cải ngọt (*Brassica integrifolia*) được trồng từ hạt giống của công ty TNHH Giống cây trồng Phú Nông.

### 2.2. Phương pháp bố trí thí nghiệm và phương pháp trồng

**Phương pháp bố trí thí nghiệm:** Thí nghiệm được bố trí theo kiểu khối hoàn toàn ngẫu nhiên (RCBD), một nhân tố với 3 nghiệm thức là 3 thời điểm thu hoạch (5, 7 và 9 ngày), 3 lần lặp lại, mỗi lần lặp lại có kiểu hình thu hoạch giống nhau.

Hạt cải ngọt được ngâm trong nước ấm ở nhiệt độ 50°C, trong thời gian 30 - 45 phút trước khi trồng. Đất sạch được mua tại Công ty TNHH Núi Thành Garden được cho vào thùng xốp sạch (kích thước 40 × 60 cm), có lỗ thoát nước sao cho độ dày của đất khoảng 15 cm. Hạt được gieo đều, mỏng với mật độ 400 g/m<sup>2</sup>, sau khi gieo hạt xong phủ lên 1 lớp đất dày 1,5 cm sau đó tưới nước và đậy kín hộp trong vòng 2 ngày, từ ngày thứ 3 mở nắp ra; tưới nước 1 lần/ngày và thu hoạch sau 5, 7 và 9 ngày kể từ khi gieo hạt.

### 2.3. Xác định hàm lượng tro và protein

Lượng tro tổng được xác định dựa theo tiêu chuẩn quốc gia TCVN 5613:2007. Hàm lượng protein được xác định bằng phương pháp Kjehdahl.

### 2.4. Xác định hàm lượng vitamin trong cây rau mầm cải ngọt

Mầm cải ngọt được xay, ngâm và chiết trong methanol nguyên chất, xử lý thông qua hệ thống siêu âm ở nhiệt độ thường. Mẫu chiết được pha loãng đến nồng độ 100µg/ml và lọc qua đầu lọc PTFE 0,45 µm để tiến hành chạy HPLC.

Từng dung dịch gốc chuẩn vitamin trong dung dịch acid acetic 1% được pha riêng để thu dung dịch có nồng độ 100 mg/L và lọc qua đầu lọc PTFE 0,45µm để tiến hành chạy HPLC.

Mẫu chuẩn và mẫu thử nghiệm sau khi lọc được chuyển vào các vial, phân tích dựa trên hệ thống HPLC bằng cách sử dụng mô-đun tách Waters 2695 được trang bị máy dò UV bước sóng kép Waters 2487 được đặt thành 280 nm với đầu dò UV-DAD, Ref = 360,16. Cột là một pha đảo ngược Agilent Zorbax Eclipse XDB-C18 (4,6 × 150 mm, 5 µm) được gắn với một cột bảo vệ Agilent Eclipse XDB-C18. Nhiệt độ cột được duy trì ở 25°C.

+ Vitamin C: Chương trình thực hiện với pha động gồm natri heptansulfonat: 1,1g, kali clorid: 2,0 g, acid acetic: 10 ml, PEG: 2 ml, nước cất: 838 mL, methanol vừa đủ 1000 ml. Tốc độ dòng 1 mL/ phút, bước sóng 280 nm, thể tích mẫu đo là 30 µl. Thời gian lưu 10 phút.

+ Vitamin K: Chương trình thực hiện với pha động gồm Methanol:2-propanol: acetonitrile: methanol solution với tỉ lệ là 85:9:5:1. Tốc độ dòng 1 mL/ phút, bước sóng 246 nm, thể tích mẫu đo là 30 µL. Thời gian lưu 10 phút.

+ Vitamin B3 và B6: Chương trình thực hiện với pha động Metanol : acid axetic = 3 : 97. Tốc độ dòng 1 mL/ phút, bước sóng 240 nm, thể tích mẫu đo là 20 µL. Thời gian lưu là 15 phút.

### 2.5. Xác định hàm lượng Glucosinolate và Isothiocyanate trong rau mầm cải ngọt

Rau mầm cải ngọt 1 g (rễ, thân, và lá) được xay với nước cất sau đó đổ vào ống falcon 15 ml và thêm 9 mL nước cất, tiếp theo cho vào tủ ẩm trong thời gian 3 giờ ở nhiệt độ 37°C, để thủy phân tự nhiên. Các mẫu được chiết ba lần với 3 ml Dichloromethan, ly tâm trong vòng 10 phút ở tốc độ 3500 vòng/phút. Sau đó, dung môi được làm bay hơi và làm khô bằng hơi nitơ lỏng ở nhiệt độ 0°C. Mẫu khô được hòa tan với 1 mL ACN (Analytical grade acetonitrile), sau đó lọc qua màng lọc PTFE có đường kính lỗ 0,5 µm.

Pha riêng từng dung dịch gốc chuẩn GLS và ICT với dung dịch nước cất : ACN (Analytical grade acetonitrile) với tỉ lệ 95 : 5 để thu được dung dịch có nồng độ 1000 mg/L.

Mẫu chuẩn và mẫu thử nghiệm sau khi lọc được chuyển vào các vial, phân tích dựa trên hệ thống HPLC bằng cách sử dụng Mô-đun tách Waters 2695 được trang bị máy dò UV bước sóng kép Waters 2487 được đặt thành 240 nm với đầu dò UV - PDA, Ref = 360,16. Cột là một pha đảo ngược Agilent Zorbax Eclipse XDB-C18 (4,6 × 250 mm, 5 µm) được gắn với một cột bảo vệ Agilent Eclipse XDB-C18. Nhiệt độ cột được duy trì ở 30°C. Chương trình thực hiện với pha động nước cất : ACN = 95 : 5. Tốc độ dòng 0,8ml/ phút, bước sóng 240 nm, thể tích mẫu đo là 30 µL. Thời gian lưu GLS là 15 phút, ICT là 10 phút.

### 2.6. Xác định hàm lượng chất sinh trưởng ở rau mầm cải ngọt

Mẫu được cân 10 g và cho vào ống dung dịch acid acetic 1%/Acetonitrile. Một lượng  $\text{CH}_3\text{COONa}$  và  $\text{MgSO}_4$  (đã làm khan) được thêm vào, tiến hành lắc đều, ly tâm lạnh ở nhiệt độ 4°C để tách lớp dung môi, chuyển một phần thể tích xác định pha dung môi sau ly tâm vào ống ly tâm đã chứa sẵn một

lượng PSA và  $\text{MgSO}_4$  (đã làm khan); tiến hành lắc đều và ly tâm lạnh ở nhiệt độ 4°C. Sau khi dung môi được phân tách được lọc qua màng lọc nylon 0,45 µm và phân tích trên thiết bị LC/MS/MS.

Mẫu chuẩn và mẫu thử nghiệm sau khi lọc được chuyển vào các vial, phân tích dựa trên hệ thống HPLC bằng cách sử dụng Mô-đun tách Waters 2695 được trang bị máy dò UV bước sóng kép Waters 2487 được đặt thành 240 nm với đầu dò Triple Quadrupole, Ref = 360,16. Cột là một pha đảo ngược Agilent Zorbax Eclipse XDB-C18 (4,6 × 250 mm, 5µm) được gắn với một cột bảo vệ Agilent Eclipse XDB-C18 (4,6 × 250 mm, 5 µm). Nhiệt độ cột được duy trì ở 25°C. Chương trình thực hiện với pha động metanol : acid axetic = 3 : 97. Tốc độ dòng 0,4 mL/ phút, bước sóng 240 nm, thể tích mẫu đo là 10 µL. Thời gian lưu là 10 phút.

### 2.7. Xử lý thống kê

Tất cả các thí nghiệm được lặp lại 3 lần, sử dụng phần mềm SPSS 16 dành cho phiên bản Windows 11 để xử lý số liệu thống kê với mức ý nghĩa thống kê  $P < 0,05$ .

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Khả năng tăng trưởng và năng suất của rau mầm cải ngọt

Sự sinh trưởng của cây phụ thuộc vào nhiều yếu tố như thời tiết, nhiệt độ môi trường,... và nó ảnh hưởng trực tiếp đến năng suất, tích lũy thành phần dinh dưỡng, hoạt tính sinh học của cây. Bên cạnh đó, rau mầm là loại rau thu hoạch sau khi hạt nảy mầm được từ 5 - 10 ngày tùy thuộc vào từng loại rau (Frei et al., 1989). Chính vì vậy, trong nghiên cứu này, quá trình sinh trưởng của cây rau mầm cải ngọt được khảo sát từ 5 đến 9 ngày tuổi, kết quả thu được ở Bảng 1 và Hình 1.

Kết quả trên cho thấy chiều cao cây, thân, chiều dài rễ và năng suất thu hoạch tăng theo thời gian. Sau 5 ngày gieo thì kích thước của cây là  $8,26 \pm 1,86$  cm, thân là  $3,47 \pm 0,32$  cm, kích thước rễ là  $2,12 \pm 0,86$  cm và năng suất thu được là  $0,8$  g/10 cm<sup>2</sup>. Ngày thứ 7 tính từ ngày gieo hạt thì kích thước của cây đạt  $10,41 \pm 0,37$  cm, kích thước thân là  $7,36 \pm 1,57$  cm, rễ là  $3,59 \pm 2,45$  cm và năng suất là  $1,1$  g/10 cm<sup>2</sup>. Ngày thứ 9 cây thu được có kích thước  $18,62 \pm 2,23$  cm, thân là  $15,3 \pm 0,38$ , rễ là  $3,87 \pm 1,88$  cm và năng suất đạt được là  $1,3$  g/cm<sup>2</sup>.



**Hình 1. Kích thước của rau mầm cải ngọt**

(A: rau 5 ngày tuổi, B: rau 7 ngày tuổi, C: rau 9 ngày tuổi)

**Bảng 1. Kích thước và năng suất của rau mầm cải ngọt**

Thời gian (ngày)	Kích thước (cm)	Thân (cm)	Rễ (cm)	Năng suất (g/10 cm <sup>2</sup> )
5	8,26 <sup>a</sup> ± 1,86	3,47 <sup>a</sup> ± 0,32	2,12 <sup>a</sup> ± 0,86	0,8 <sup>a</sup>
7	10,41 <sup>b</sup> ± 0,37	7,36 <sup>b</sup> ± 1,57	3,59 <sup>b</sup> ± 2,45	1,1 <sup>b</sup>
9	18,62 <sup>c</sup> ± 2,23	15,3 <sup>c</sup> ± 0,38	3,87 <sup>c</sup> ± 1,88	1,3 <sup>c</sup>

Theo Khánh (2008), Vliet & Hall (1995) đều cho kết quả rau mầm từ 5 đến 7 ngày có chiều cao từ 8 đến 12 cm. Bên cạnh đó, kết quả năng suất thu hoạch tương tự như nghiên cứu của Duyên và ctv. (2006), Ba và ctv. (2010). Từ đó cho thấy rau mầm cải ngọt sinh trưởng và phát triển bình thường.

**3.2. Hàm lượng tro và protein trong rau mầm cải ngọt**

Tro là thành phần chính để xác định hàm lượng chất khoáng, bên cạnh đó protein được coi là chất dinh dưỡng quan trọng tốt cho sức khỏe và có thể đánh giá xem nông sản đó có đạt chất lượng tốt hay không (Hà & Hạnh, 2019). Do đó, trong nghiên cứu này tiến hành khảo sát hàm lượng protein và tro của rau mầm cải ngọt từ 5 – 9 ngày sau khi gieo hạt, kết quả thu được ở Bảng 2.

**Bảng 2. Hàm lượng protein và tro của rau mầm cải ngọt (100 g)**

Thời gian (ngày)	Tro (g)	Protein (%)
5	1,04 <sup>a</sup>	1,63 <sup>a</sup>
7	1,13 <sup>b</sup>	2,39 <sup>b</sup>
9	1,22 <sup>c</sup>	2,87 <sup>c</sup>

Kết quả thu được cho thấy rau mầm cải ngọt có hàm lượng tro và protein tăng theo thời gian thu

hoạch (tro: 1,04 – 1,22g, protein: 1,63 – 2,87%). Rau mầm cải ngọt sau 5 ngày tuổi có hàm lượng tro là 1,04 g, hàm lượng protein đạt được là 1,63%. Ở ngày thứ 7 sau khi gieo hạt, hàm lượng tro đạt được 1,13 g, protein là 2,39%. Đến ngày thứ 9, cây có hàm lượng tro là 1,22 g, hàm lượng protein là 2,87%.

Nghiên cứu của Parameswaran et al. (1994) cho thấy protein thu 0,32 – 2,642% cây mầm được gieo từ 1 đến 7 ngày. Trung (2012) cũng cho kết quả tương tự và hàm lượng protein của rau mầm cải xanh ngọt của nghiên cứu này từ 3 đến 7 ngày tăng lên từ 1,58 đến 2,01%. Ngoài ra, nghiên cứu này còn cho thấy hàm lượng khoáng (như canxi, magie) cũng tăng lên từ 3 đến 7 ngày. Nhóm nghiên cứu Xiao (2016) cũng chứng minh trong rau mầm chứa nhiều loại chất khoáng như kali, photpho, canxi, magie, natri, ... Kết quả trên cho thấy cây rau mầm cải ngọt là một thực phẩm giàu dinh dưỡng.

**3.3. Hàm lượng GLS và Isothiocyanate trong rau mầm cải ngọt**

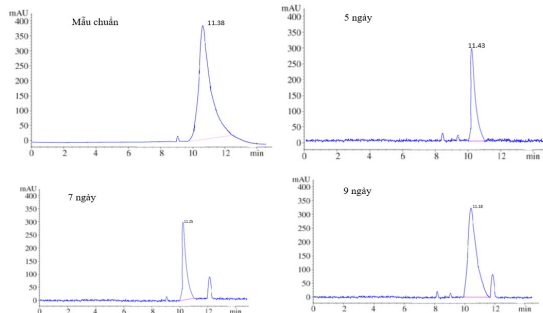
GLS và ICT là hai chất chống oxi hóa và có khả năng chống ung thư được tìm thấy nhiều nhất trong rau mầm (Holst & Williamson, 2004). Việc phân tích hàm lượng GLS và ICT trong rau mầm cải ngọt giúp người tiêu dùng có thêm cơ sở dữ liệu để lựa chọn thời điểm thu hoạch rau mầm có hàm lượng

GLS và ICT cao nhất. Hàm lượng GLS và ICT của rau mầm cải ngọt được khảo sát từ 5 đến 9 ngày tuổi, kết quả thu được ở Hình 2, Hình 3 và Bảng 3.

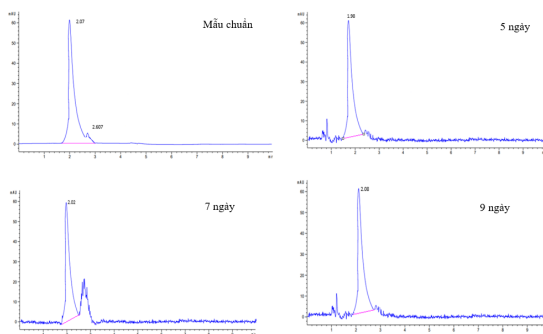
**Bảng 3. Hàm lượng GLS và ICT trong rau mầm cải ngọt**

Thời gian (ngày)	Hàm lượng	
	GLS (mg/g)	ICT (µg/g)
5	1,96 <sup>a</sup>	33,06 <sup>a</sup>
7	0,85 <sup>b</sup>	30,49 <sup>b</sup>
9	0,24 <sup>c</sup>	23,25 <sup>c</sup>

Từ kết quả thu được cho thấy hàm lượng GLS và ICT giảm dần theo thời gian tăng trưởng của cây mầm. Ở ngày thứ 5 tính từ ngày gieo hạt thì hàm lượng GLS thu được là 1,96 mg/g, hàm lượng ICT đạt được 33,06 µg/g. Khi cây mầm 7 ngày tuổi thì lượng GLS là 0,85 mg/g, thu được hàm lượng ICT là 30,49 µg/g. Trong khi đó, ngày thứ 9 sau khi gieo hạt thì hàm lượng GLS thấp nhất là 0,24 mg/g và hàm lượng ICT đạt được là 23,25 µg/g. Nghiên cứu của Trung (2012) cho thấy kết quả hàm lượng GLS của rau mầm cải xanh ngọt cũng giảm dần từ ngày 5 đến 9 là từ 2,02 mg xuống 0,36 mg/g. Fuente et al. (2019) cho thấy trong rau mầm cải xanh có hàm lượng ICT từ 32,30 đến 25,56 µg/g. Nghiên cứu của Vieites-Outes et al. (2016) cũng cho thấy kết quả ICT có trong cây cải mầm là 33 – 26µg/g. Kết quả nghiên cứu này phù hợp với các nghiên cứu của O’Hare et al. (2006), Martínez et al. (2009). Nhìn chung, từ ngày thứ 5 trở đi, hàm lượng GLS có xu hướng giảm dần theo thời gian thu hoạch. Hàm lượng GLS cao trong các giai đoạn phát triển trước đó và sự suy giảm theo thời gian của rau mầm như các nghiên cứu trước đây đã chứng minh. Trong đó, hạt không nảy mầm có hàm lượng GLS cao nhất. Trong quá trình phát triển của cây, các hợp chất này đã được kích thích ở giai đoạn I, qua giai đoạn II các enzyme detoxication tạo sự liên hợp giữa các chất với nhau làm cho chúng dễ tan trong nước và dễ dàng đào thải ra ngoài làm cho GLS giảm (Pérez-Balibrea et al., 2008). ICT là sản phẩm thủy phân của GLS, khi GLS giảm kéo theo ICT giảm theo. Các kết quả trên cho thấy hoạt chất GLS và ICT của rau mầm giảm theo thời gian, đây là một cơ sở giúp con người thu hoạch rau đúng thời điểm, để đảm bảo hàm lượng dinh dưỡng.



**Hình 2. Phổ của GLS có trong rau mầm cải ngọt bằng HPLC**

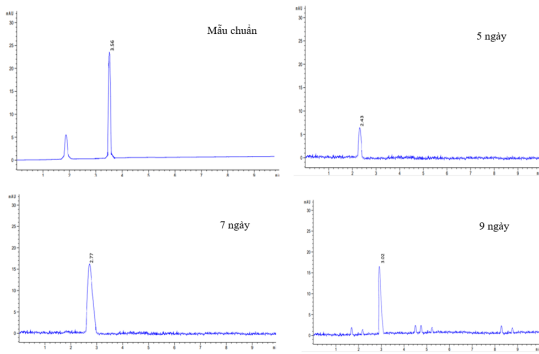


**Hình 3. Phổ của ICT có trong rau mầm cải ngọt bằng HPLC**

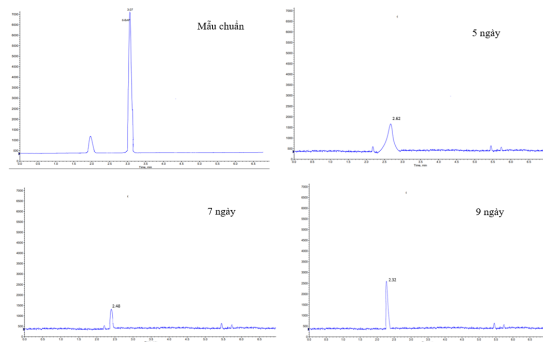
**3.4. Hàm lượng chất kích thích tăng trưởng trong rau mầm cải ngọt**

Chất kích thích sinh trưởng thực vật là nhóm các hợp chất hữu cơ, chúng có tác dụng kích thích quá trình sinh trưởng của cây trồng theo cơ chế: kích thích tăng trưởng tế bào ở thân, lá, quả, kích thích hình thành tế bào mới, làm tăng cường sự nảy chồi, tạo rễ, ra hoa,... Nếu lạm dụng chất kích thích sinh trưởng, sử dụng quá liều,... sẽ gây ra hệ lụy khó lường cho sức khỏe người tiêu dùng, nhẹ thì gây ngộ độc thực phẩm, nặng dẫn đến ung thư, tử vong (Fuente et al., 2019). Từ đó, hàm lượng chất kích thích tăng trưởng được nghiên cứu là auxin và cytokinin của rau mầm cải ngọt, kết quả nghiên cứu được thể hiện ở Hình 4 và Hình 5.

Kết hình 4 và 5 cho thấy rau mầm cải ngọt được gieo hạt từ 5 đến 7 ngày đều không chứa chất kích thích sinh trưởng. Nghiên cứu này tương tự như nghiên cứu của Book et al. (2014), nghiên cứu này cho kết quả rau mầm cải xanh không có hàm lượng chất sinh trưởng auxin và cytokinin. Các kết quả trên cho thấy cây cải mầm là một loại rau an toàn cho người sử dụng.



**Hình 4. Phổ của IAA trong rau mầm cải ngọt bằng HPLC**



**Hình 5. Phổ của 6-BAP trong rau mầm cải ngọt bằng HPLC**

**3.5. Hàm lượng vitamin trong rau mầm cải ngọt**

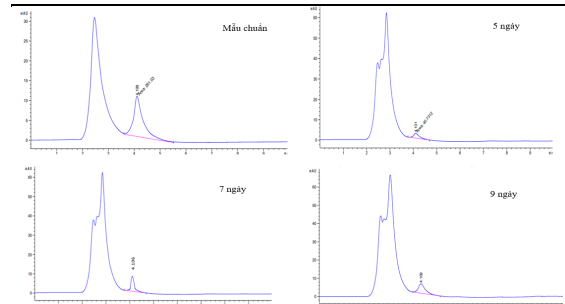
Vitamin là một chất dinh dưỡng cần thiết cho hàng loạt các chức năng sinh học của con người và động vật. Hàm lượng vitamin C được tìm thấy nhiều trong thực vật làm cho chúng trở thành nguồn cung cấp vitamin C chính cho con người. Việc phân tích hàm lượng vitamin C trong rau mầm cải ngọt góp phần quan trọng cho việc nâng cao phẩm chất cho rau mầm. Bên cạnh đó, vitamin B có vai quan trọng trong việc trao đổi chất của tế bào, duy trì làn da khỏe mạnh và cơ bắp săn chắc, tăng cường hệ miễn dịch và thần kinh, ngăn ngừa bệnh thiếu máu,... (Khánh, 2008). Từ đó, hàm lượng vitamin C và vitamin B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub> trong rau mầm cải ngọt từ 5 đến 9 ngày được khảo sát, kết quả thu được ở Hình 6, Hình 7, Hình 8, Hình 9 và Bảng 4.

Từ kết quả trên, hàm lượng vitamin C tăng từ ngày thứ 5 đến ngày thứ 9 là 9,15 - 20,1 mg/100g. Kết quả nghiên cứu tương tự Trung (2012), hàm lượng vitamin C trong cây cải ngọt cũng tăng theo thời gian. Pérez-Balibrea et al. (2008) cho thấy vitamin C trong cây mầm súp lơ xanh cũng tăng từ 3 - 7 ngày. Nghiên cứu của Soares et al. (2017)

chứng minh hàm lượng vitamin C thay đổi phụ thuộc vào giống và thời gian thu hoạch rau mầm. Hàm lượng vitamin C trong rau mầm tăng lên theo sự phát triển của cây, nó liên quan đến việc kích hoạt lại quá trình sinh tổng hợp vitamin C (Xu et al., 2005) và các hợp chất có hoạt tính sinh học thông qua việc tổng hợp các chất chuyển hóa thứ cấp và photoprotection có thể giải thích hàm lượng vitamin C có trong rau khi rau mầm được chiếu sáng nhiều ngày (Franceschi & Tarlyn, 2002; Wolucka et al., 2005).

**Bảng 4. Hàm lượng vitamin C, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub> và K có trong rau mầm cải ngọt (100 g)**

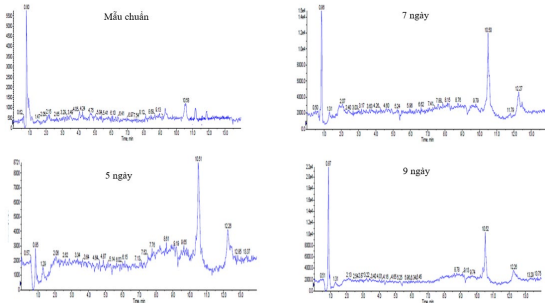
Hàm lượng vitamin (mg)	C	B <sub>3</sub>	B <sub>6</sub>	K
Thời gian (ngày)				
5	0,915 <sup>a</sup>	-	-	2,563 <sup>a</sup>
7	1,362 <sup>b</sup>	2,23 <sup>a</sup>	-	3,145 <sup>b</sup>
9	2,010 <sup>c</sup>	4,12 <sup>b</sup>	-	4,279 <sup>c</sup>



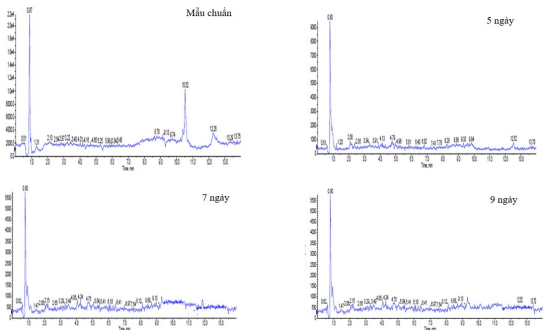
**Hình 6. Phổ của vitamin C trong rau mầm cải ngọt bằng HPLC**

Hàm lượng vitamin B<sub>3</sub> được tìm thấy ở ngày thứ 7 với hàm lượng 2,23 mg/100 g, ở ngày thứ 9 hàm lượng vitamin B<sub>3</sub> là 4,12 mg/100 g. Theo Rani and Singh (2021), hàm lượng Vitamin B<sub>3</sub> có trong rau mầm cải xanh là 4 mg/100 g. Trong khi đó vitamin B<sub>6</sub> không tìm thấy ở rau mầm cải ngọt trong tất cả các thời gian khảo sát. Kết quả nghiên cứu này cũng tương tự như một nghiên cứu trước đây, họ cũng cho thấy trong các cây rau mầm thuộc họ hoa cải không chứa hàm lượng vitamin B<sub>6</sub> (Rani & Singh, 2021).

Hàm lượng vitamin K tăng từ ngày thứ 5 đến ngày thứ 9 là 2,563 - 4,279 µg/100g. Theo Renna et al. (2020) cũng cho kết quả hàm lượng vitamin K tăng lên theo thời gian gieo mầm từ 3 - 9 ngày và cũng đưa ra khuyến nghị sử dụng hàm lượng rau mầm từ 20 - 70 g/ngày để bổ sung đủ hàm lượng vitamin K cho một người trưởng thành (Renna & Paradiso, 2020).



**Hình 7. Phổ của vitamin B<sub>3</sub> trong rau mầm cải ngọt bằng HPLC**



**Hình 8. Phổ của vitamin B<sub>6</sub> trong rau mầm cải ngọt bằng HPLC**

Những kết quả trên cho thấy cây rau mầm cải ngọt là loại cây chứa nhiều thành phần dinh dưỡng, cũng như khoáng quan trọng đối với sức khỏe. Hầu hết các chất dinh dưỡng và khoáng chất có trong cây cải mầm cao, có thể thu hoạch từ 7 – 9 ngày sau khi

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

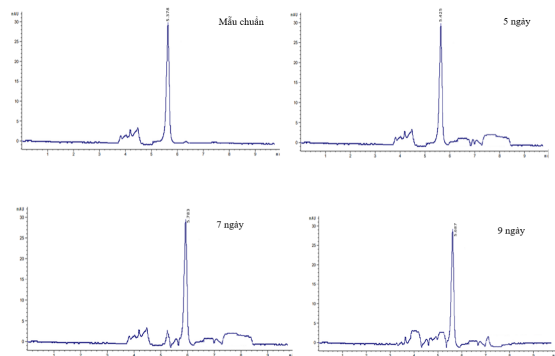
Al-Yawer, M. A., Al-Khateeb, H. M., & Al-Khafaji, F. A. (2006). Garden Cress Seed Could be A Factual Galactagogue. *The Iraqi Postgraduate Medical Journal*, 5(1), 62-67.

Ba, T. T., & Kiều, L. T. (2010). Ảnh hưởng của tổ hợp giá thể đất feralit vàng đỏ phú quốc và xơ dừa dasa x0 lên sự sinh trưởng và năng suất cải mầm (*Raphanus sativus* L.). *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, (16b), 199-207.

Bellostas, N., Kachlicki, P., Sørensen, J. C., & Sørensen, H.. (2007). Glucosinolate profiling of seeds and sprouts of *B. oleracea* varieties used for food. *Scientia Horticulturae*, 114(4), 234 - 242. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2007.06.015>

Brooks, A. J., Dai, W., O'Mara, M. L., Abankwa, D., Chhabra, Y., Pelekanos, R. A., & Waters, M. J. (2014). Mechanism of activation of protein kinase JAK2 by the growth hormone receptor. *Science*, 344(6185), 1249783. <https://doi.org/10.1126/science.1249783>

gieo hạt. Nếu tiêu thụ 100 g rau mầm cải ngọt trong một hoặc hai bữa ăn hằng ngày có thể cung cấp đầy đủ dinh dưỡng cho những người dân hoặc quân đội đang sinh sống và làm việc ở những nơi có khí hậu khắc nghiệt, hay những vùng sâu vùng xa thường sử dụng thực phẩm đóng hộp (Rani & Singh, 2021). Thông tin dinh dưỡng về cây rau cải mầm là một dữ liệu quan trọng trong lĩnh vực dinh dưỡng cho con người.



**Hình 9. Phổ của vitamin K trong rau mầm cải ngọt bằng HPLC**

**4. KẾT LUẬN**

Các kết quả nghiên cứu trên cho thấy phẩm chất rau mầm cải ngọt phụ thuộc vào thời gian thu hoạch. Hàm lượng tro, protein, vitamin tăng lên theo thời gian trồng. Hợp chất GLS và ICT giảm dần theo thời gian thu hoạch.

Fuente, D. L., López-García, G., Mañez, V., Alegría, A., Barberá, R., & Cilla, A. (2019). Evaluation of the Bioaccessibility of Antioxidant Bioactive Compounds and Minerals of Four Genotypes of Brassicaceae Microgreens. *Foods*, 8(7), 250-563. <https://doi.org/10.3390/foods8070250>

Duyên, N. T. M, Diễm, N. T. T., & Vũ, T. H. (2005). Nghiên cứu ảnh hưởng của nền giá thể và bổ sung dinh dưỡng nền năng suất cải mầm. Báo cáo đề tài NCKH cấp Trường đại học An Giang.

Franceschi, V. R., & Tarlyn, N. M. (2002). L-Ascorbic acid is accumulated in source leaf phloem and transported to sink tissues in plants. *Plant physiology*, 130(2), 649–656. <https://doi.org/10.1104/pp.007062>

Frei, B., England, L., & Ames, B. N. (1989). Ascorbate is an outstanding antioxidant in human blood plasma. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 86(16), 6377–6381. [doi:10.1073/pnas.86.16.6377](https://doi.org/10.1073/pnas.86.16.6377)

- Hà, N. N., & Hanh, N. H. (2019). Nghiên cứu tận dụng một số loại phế phụ phẩm nông nghiệp để làm giá thể hữu cơ phục vụ trồng rau mầm cải ngọt an toàn. *VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences*, 35(2), 1-10.
- Holst, B., & Williamson, G. (2004). A critical review of the bioavailability of glucosinolates and related compounds. *Natural Product Reports*, 21(3), 425-447.  
<https://doi.org/10.1039/b204039p>
- Khánh, L. T. (2008). *Giáo trình Cây rau*. NXB Nông nghiệp Hà Nội.
- Parameswaran, K. P., & Sadasivam, S. (1994). Changes in the carbohydrates and nitrogenous components during germination of proso millet. *Panicum miliaceum*, 45(2), 97-102.  
<https://doi.org/10.1007/BF01088466>
- Pérez-Balibrea, S., Moreno, D. A., & García-Viguera, C. (2008). Influence of light on health-promoting phytochemicals of broccoli sprouts. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(5), 904-910.  
<https://doi.org/10.1002/jsfa.3169>
- Perocco, P., Bronzetti, G., Canistro, D., Valgimigli, L., Sapone, A., Affatato, A., Gian, F.P., Laura, P., Massimiliano, B., Renato, I., Jessica, B., Valeriana, S., Marvin, S.L., Moreno, P., Paolini, M. (2006). Glucoraphanin, the bioprecursor of the widely extolled chemopreventive agent sulforaphane found in broccoli, induces Phase-I xenobiotic metabolizing enzymes and increases free radical generation in rat liver. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 125-136.  
<https://doi.org/10.1016/j.mrfmmm.2005.11.007>
- Rani, S., & Singh, N. (2021). Comparative Nutrient Assessment of Raw Vegetable Crops with Microgreens: A Nutritionally Potential, Self Growing Fresh Food Supplement for Soldiers Deployed at High Altitude. *International Journal of Food, Nutrition & Dietetics*, 9(2), 11-18
- Renna, M., & Paradiso, V. M. (2020). Ongoing Research on Microgreens: Nutritional Properties, Shelf-Life, Sustainable Production, Innovative Growing and Processing Approaches. *Foods*, 9(6), 826-231. doi:10.3390/foods9060826.
- Stoner, G., Casto, B., Ralston, S., Roebuck, B., Pereira, C., & Bailey, G. (2002). Development of a multi-organ rat model for evaluating chemopreventive agents: efficacy of indole-3-carbinol. *Carcinogenesis*, 23(2), 265-272.  
<https://doi.org/10.1093/carcin/23.2.265>
- Tâm, N. (2014). *Tim hiểu ảnh hưởng của các chất điều hòa sinh trưởng thực vật đến sự giảm kích thước hạt nhân tiêu da bò*. Luận văn thạc sĩ Trường Đại học sư phạm TP HCM, 15 - 22.
- O'Hare, T., Force, L., Wong, L., Irving, D. (2006). Anti-cancer Potential of Asian Brassicas Glucosinolates & Chemoprevention. *Gatton Research Station*, 1440-6845.
- Trung, T. N. (2012). *Nghiên cứu ảnh hưởng của một số biện pháp kỹ thuật đến năng suất và chất lượng rau mầm hoa thập tự (Brassicaceae)*. Luận án tiến sĩ Trường Đại Học Nông Nghiệp Hà Nội.
- Vieites-Outes, C., López-Hernández, J., & Lage-Yusty, M. A. (2016). Modification of glucosinolates in turnip greens ( *Brassica rapa* subsp. *rapa* L.) subjected to culinary heat processes. *CyTA - Journal of Food*, 14(4)1-5.  
<https://doi.org/10.1080/19476337.2016.1154609>
- Vliet, L. J., & Hall, J. W. (1995). Effects of planting direction of brussels sprouts and previous cultivation on water erosion in southwestern British Columbia, Canada. *Journal of Soil and Water Conservation March*, 50(2), 188-192.
- Waters, M. (2014). *Mechanism of Activation of Protein Kinase JAK2 by the Growth Hormone Receptor*. *Science*, 344(6185), 56-87.  
<https://doi.org/10.1126/science.1249783>
- Wolucka, B. A., Goossens, A., & Inzé, D. (2005). Methyl jasmonate stimulates the de novo biosynthesis of vitamin C in plant cell suspensions. *Journal of experimental botany*, 56(419), 2527-2538.  
<https://doi.org/10.1093/jxb/eri246>
- Xiao, Z., Codling, E. E., Luo, Y., Nou, X., Lester, G. E., & Wang, Q. (2016). Microgreens of Brassicaceae: Mineral composition and content of 30 varieties. *Journal of Food Composition and Analysis*, 49, 87-93. doi:10.1016/j.jfca.2016.04.
- Xu, M. J., Dong, J. F., & Zhu, M. Y. (2005). Effects of germination conditions on ascorbic acid level and yield of soybean sprouts. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(6), 943-947.  
<https://doi.org/10.1002/jsfa.2050>
- Yawer, M. A. A. H. M. A., & Khateeb, F. K. (2006). Garden Cress Seed Could be A Factual Galactagogue. *IPMJ-Iraqi Postgraduate Medical Journal*, 5(1), 62-67.
- Fahey, J.W., Zhang, Y., & Talalay, P. (1997). Broccoli sprouts: an exceptionally rich source of inducers of enzymes that protect against chemical carcinogens. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 94, 10367-10372.
- Soares, A., Carrascosa, C., & Raposo, A., (2017). Influence of Different Cooking Methods on the Concentration of Glucosinolates and Vitamin C in Broccoli. *Food and Bioprocess Technology*, 10(8), 1387-1411. doi:10.1007/s11947-017-1930-3
- Martínez-Villaluenga, C., Peñas, E., Frías, J., Ciska, E., Honke, J., Piskula, M. K., & Vidal-Valverde, C. (2009). Influence of fermentation conditions on glucosinolates, ascorbigen, and ascorbic acid content in white cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* cv. Taler) cultivated in different seasons. *Journal of Food Science*, 74(1), C62-C67.