

NGHIÊN CỨU GIÁ TRỊ SINH HỌC VÀ ĐẶC TÍNH CẢM QUAN CỦA CÁC DÒNG SẢN PHẨM THỰC PHẨM CHẾ BIẾN TỪ PHỤ PHẨM RAU MÁ THỦY CANH (*CENTELLA ASIATICA* (L.) URBAN)

● NGŨT.PGS.TS **LƯƠNG MINH CỪ¹** - TS. **VƯƠNG BẢO THY¹**

- ThS. **VÕ THANH BEO¹** - ThS. **TRẦN HỮU THANH HUY¹**

- ThS. **NGUYỄN NGỌC QUÍ¹** - TS. **BÙI THẾ VINH¹**

¹Trường Đại học Cửu Long

TÓM TẮT:

Nghiên cứu này nhằm xác định hàm lượng các hợp chất sinh học trong phụ phẩm dây và củ rau má sau thủy canh thu hoạch (saponin, polyphenol tổng và flavonoid tổng) và đánh giá đặc tính cảm quan cũng như các chỉ tiêu an toàn (kim loại nặng và vi sinh vật) của 4 dòng sản phẩm thực phẩm được chế biến từ phụ phẩm (dây và củ được chần ở 70°C/45 giây và được sấy bơm nhiệt ở 60°C/420 phút). Kết quả cho thấy dây và củ đều có hoạt tính sinh học ở thời điểm thu hoạch 6 tháng, nổi bật nhất là saponin với hàm lượng trong củ đạt 3,17% cao gấp 2,7 lần so với dây. Tất cả các sản phẩm thực phẩm từ phụ phẩm rau má thủy canh đều cho điểm cảm quan cao và đạt tiêu chuẩn an toàn về kim loại nặng và vi sinh vật.

Từ khóa: rau má thủy canh (*Centella asiatica* (L.) Urban), phụ phẩm, hoạt chất sinh học, đặc tính cảm quan.

1. Đặt vấn đề

Rau má (*Centella asiatica* (L.) Urban) là cây dược liệu nhiệt đới thuộc họ Apiaceae, được sử dụng rộng rãi trong y học cổ truyền châu Á và ngày càng thu hút sự quan tâm của ngành công nghiệp thực phẩm chức năng toàn cầu. Thành phần hoạt chất chính của cây bao gồm các saponin triterpenoid (centelloid) đặc trưng như asiaticoside,

madecassoside, asiatic acid và madecassic acid, cùng với các flavonoid và hợp chất phenolic có hoạt tính sinh học cao (Gohil et al., 2010). Các nghiên cứu lâm sàng và *in vitro* đã chứng minh tác dụng kháng khuẩn, chống oxy hóa, kháng viêm và hỗ trợ phục hồi mô liên kết và bảo vệ thần kinh của các hợp chất này (Bylka et al., 2013).

Công nghệ thủy canh (hydroponics) cho phép

kiểm soát chính xác thành phần dinh dưỡng, pH và điều kiện môi trường, từ đó tối ưu hóa sự tích lũy hoạt chất sinh học trong cây trồng (Venkatasai et al., 2025). Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra, rau má trồng thủy canh có hàm lượng triterpenoid cao hơn đáng kể so với canh tác truyền thống trên đất, do cây được cung cấp đủ dinh dưỡng khoáng và hạn chế stress sinh học (Prasad et al., 2012; Shawon et al., 2023).

Trong quy trình sản xuất rau má thủy canh thương phẩm, chỉ có phần thân lá được thu hoạch để tiêu thụ tươi hoặc chế biến nước uống. Còn lượng phụ phẩm bao gồm dây và củ chiếm từ 40-60% tổng sinh khối tươi hiện tại vẫn bị thải bỏ hoặc làm phân bón, gây lãng phí tài nguyên và phát thải khí nhà kính (Weldesemayat et al., 2025).

Theo nguyên tắc kinh tế tuần hoàn, việc chuyển hóa phụ phẩm nông nghiệp thành sản phẩm có giá trị gia tăng cao là chiến lược then chốt để giảm phát thải carbon, tối ưu hóa chuỗi giá trị và nâng cao thu nhập cho nông hộ (Ghisellini et al., 2016). Nghiên cứu trước về tận dụng phụ phẩm thực vật cho thấy tiềm năng lớn trong việc chiết xuất và sử dụng các hợp chất bioactive để sản xuất thực phẩm chức năng, thức uống thảo mộc và thực phẩm bổ sung (Galanakis, 2012; Sagar et al., 2018). Tuy nhiên, chưa có công trình nào nghiên cứu đầy đủ về giá trị sinh học và chất lượng cảm quan của sản phẩm chế biến từ phụ phẩm dây và củ rau má thủy canh.

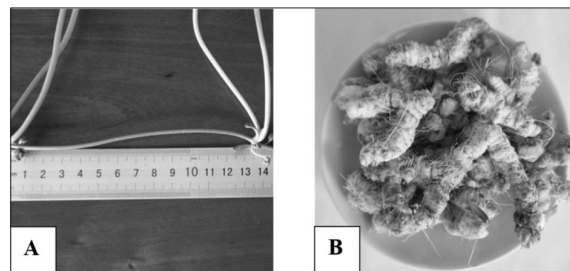
Do đó, nghiên cứu này được thực hiện với mục tiêu: (1). Xác định hàm lượng các hoạt chất sinh học có trong dây và củ rau má thủy canh; (2). phát triển và đánh giá 4 dòng sản phẩm thực phẩm từ phụ phẩm.

2. Nguyên liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Nguyên liệu

Củ và dây rau má thủy canh (*C. asiatica*) ở độ tuổi 6 tháng được thu hoạch tại Hoàng Long Farm (tỉnh Đồng Tháp, Việt Nam) trong khoảng thời gian từ tháng 09/2025 đến tháng 03/2026. Trang trại áp dụng hệ thống thủy canh tuần hoàn với dung dịch dinh dưỡng tiêu chuẩn được điều chỉnh về pH 5,8-6,2 và EC = 1,8–2,2 mS/cm. Nguyên liệu phối trộn bao gồm bột lá sen và bột hạt sen được cung cấp tại công ty BC Vũ Long. (Hình 1)

Hình 1: Các phụ phẩm của rau má thủy canh: dây rau má (A); củ rau má (B)



2.2. Quy trình chế biến

2.2.1. Sơ chế và chần nhiệt

Nguyên liệu tươi được rửa sạch bằng nước, để ráo và thái thành lát mỏng 2 mm (đối với củ) và cắt khúc 2-3cm (đối với dây). Sau đó chần ở 70°C trong 45 giây được áp dụng nhằm làm giảm hoạt tính của các enzyme PPO và POD, qua đó hạn chế hiện tượng hóa nâu enzym và góp phần bảo toàn chất lượng cảm quan cũng như các hợp chất sinh học của nguyên liệu trong quá trình sấy. (Kha & Trúc, 2025).

2.2.2. Sấy bơm nhiệt

Nguyên liệu sau chần được sấy bằng thiết bị sấy bơm nhiệt ở nhiệt độ 60°C trong 420 phút cho đến khi độ ẩm đạt < 10%. Công nghệ sấy này được lựa chọn vì hoạt động ở nhiệt độ thấp, giảm thiểu tổn thất nhiệt nhạy cảm và bảo tồn tốt hơn các hoạt chất sinh học so với công nghệ sấy thông thường (Vu et al., 2022). Độ ẩm cuối được xác định theo AOAC (sấy ở 105°C đến khối lượng không đổi) (AOAC, 2023).

2.2.3. Nghiền và rây

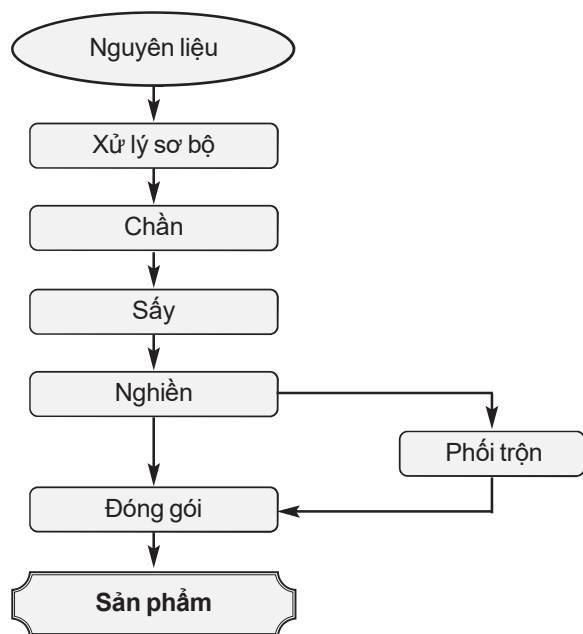
Nguyên liệu khô được nghiền bằng máy nghiền đĩa đá granit và rây qua lưới kích thước lỗ 0,10-0,20 mm để thu bột mịn đồng nhất. Bột thành phẩm được bảo quản trong túi PA ghép nhôm hút chân không tại 6°C cho đến khi phân tích.

2.2.4. Phối chế và tạo sản phẩm (Hình 2)

4 dòng sản phẩm được phát triển như sau:

- (1) SP1: Bột dây nguyên chất (100% bột dây sau sấy);
- (2) SP2: Bột dây - Lá sen (70:30 w/w);
- (3) SP3: Bột dây - Hạt sen (70:30 w/w);

Hình 2: Quy trình sản xuất các sản phẩm chế biến từ phụ phẩm rau má



(4) SP4: Trà túi lọc từ bột củ rau má phổi (10% đường phèn và 5%) (w/w), đóng gói 2 g/túi theo phương pháp ép nhiệt.

2.3. Phương pháp phân tích hợp chất và hoạt tính sinh học

2.3.1. Xác định hàm lượng saponin tổng

Hàm lượng saponin tổng được xác định theo phương pháp của Chen et al. (2007) với một số thay đổi. Hút 2,00mL dịch chiết bột củ rau má được cô đến cạn, thêm lần lượt 0,40 mL vanillin - acetic acid (5%) và 2,40 mL HClO_4 , ủ ở 80°C trong bể điều nhiệt 20 phút và được làm lạnh nhanh trong 2 phút ngay sau đó, tiếp theo ethyl acetate được bổ sung sao cho tổng thể tích là 10 mL. Lắc đều để thu được dung dịch có màu tím hoa cà. Tổng hàm lượng saponin triterpenoid được phân tích dựa trên phương pháp đo độ hấp thụ quang phổ ở bước sóng 550 nm. Hàm lượng saponin tổng được xác định bằng số gram oleanolic acid có trong 100 gram chất khô nguyên liệu (%).

2.3.2. Xác định polyphenol tổng (TPC)

Tổng hàm lượng phenolic (TPC) được xác định bằng phương pháp Folin-Ciocalteu với một số điều

chỉnh (Aryal et al., 2019). Đường chuẩn được xây dựng sử dụng dung dịch chuẩn acid gallic trong dải nồng độ 10-100 $\mu\text{g/mL}$. Quy trình tiến hành như sau: 0,5 mL dung dịch chuẩn được trộn với 2,5 mL thuốc thử Folin-Ciocalteu 10% (thể tích/thể tích). Sau 5 phút, bổ sung 2,0 mL dung dịch Na_2CO_3 7.5%, lắc đều và ủ hỗn hợp trong 30 phút. Độ hấp thụ quang được đo ở bước sóng 765 nm bằng máy quang phổ UV-Vis. Tương tự, 0,5 mL dịch chiết pha loãng (với ethanol) được xử lý trong cùng điều kiện.

Tổng hàm lượng phenolic được tính theo công thức sau:

$$\text{TPC} = \frac{C \times K \times V}{m}$$

Trong đó:

TPC là tổng hàm lượng phenolic (μg acid gallic tương đương (GAE)/g bột khô); C là nồng độ xác định từ đường chuẩn ($\mu\text{g/mL}$); K là hệ số pha loãng; V là thể tích ban đầu của dịch chiết (mL); m là khối lượng mẫu khô (g).

2.3.3. Xác định flavonoid tổng (TFC)

Tổng hàm lượng flavonoid (TFC) được xác định theo phương pháp Dowd có điều chỉnh. Đường chuẩn được xây dựng sử dụng dung dịch quercetin chuẩn trong methanol ở dải nồng độ 20-100 $\mu\text{g/mL}$. Quy trình phân tích tiến hành như sau: 0,5 μL mẫu được pha loãng với 1,5 mL methanol, để yên trong 5 phút, sau đó bổ sung 0,1 mL dung dịch AlCl_3 10%. Hỗn hợp được trộn đều và để phản ứng trong tối ở nhiệt độ phòng trong 6 phút, tiếp theo thêm 0,1 mL dung dịch CH_3COOK 1 M. Mẫu được ủ trong bóng tối ở nhiệt độ phòng thêm 45 phút. Trong quá trình ủ, màu sắc của dung dịch chuyển dần từ vàng sang lục nhạt. Các mẫu chiết (được pha loãng với methanol) được xử lý theo cùng quy trình để xác định TFC. Độ hấp thụ quang được đo ở bước sóng 415 nm bằng máy quang phổ UV-Vis (Aryal et al., 2019).

Tổng hàm lượng flavonoid được tính theo công thức:

$$\text{TFC} = \frac{C \times K \times V}{m}$$

Trong đó:

TFC là tổng hàm lượng flavonoid (μg quercetin

tương đương (QE)/g bột khô); C là nồng độ flavonoid xác định từ đường chuẩn ($\mu\text{g/mL}$); K là hệ số pha loãng; V là thể tích ban đầu của dịch chiết (mL); m là khối lượng vật liệu khô (g).

2.3.4. Đánh giá chất lượng cảm quan

Chất lượng cảm quan được đánh giá theo Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 3215:1979 với hội đồng gồm 10 thành viên được huấn luyện. Các chỉ tiêu đánh giá gồm màu sắc, mùi, vị và trạng thái, mỗi chỉ tiêu cho điểm từ 1 đến 5 (1 = rất kém, 5 = xuất sắc). Điểm cảm quan tổng hợp được tính theo hệ số trọng lượng: màu (20%), mùi (30%), vị (40%) và trạng thái (10%).

2.4. Phân tích thống kê

Tất cả thí nghiệm được thực hiện lặp lại 3 lần. Số liệu được biểu thị dưới dạng giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn (mean $\pm$ SD). Phân tích phương sai một chiều (one-way ANOVA) và kiểm định Duncan ở mức ý nghĩa $p < 0,05$ được thực hiện bằng phần mềm Miniab 16.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Hàm lượng hợp chất sinh học trong dây và củ rau má thủy canh

Kết quả phân tích trên Bảng 1 cho thấy, hàm lượng các hợp chất sinh học trong dây và củ rau má thủy canh ở thời điểm thu hoạch 6 tháng có sự khác biệt rõ rệt. Cụ thể, củ rau má có hàm lượng saponin đạt 3,17%, cao hơn khoảng 2,7 lần so với dây rau má (1,16%). Tương tự, hàm lượng polyphenol tổng (TPC) trong củ đạt 4,50 mg GAE/g, cũng cao hơn khoảng 2,4 lần so với dây rau má (1,90 mg GAE/g). Điều này cho thấy, củ rau má là bộ phận tích lũy hợp chất thứ cấp mạnh hơn, phù hợp với chức năng sinh lý của cơ quan dự trữ và bảo vệ cây khỏi tác động bất lợi của môi trường. Hàm lượng flavonoid tổng (TFC) trong củ rau má đạt 0,29 mg QE/g, cho thấy

tuy không cao nhưng vẫn góp phần vào tiềm năng chống oxy hóa của nguyên liệu. Trong khi đó, ở dây rau má, hàm lượng flavonoid không xác định được bằng phương pháp phân tích đã sử dụng, cho thấy nồng độ flavonoid trong bộ phận này rất thấp hoặc nằm dưới ngưỡng phát hiện. Nhìn chung, kết quả này khẳng định củ rau má là nguồn phụ phẩm có giá trị sinh học cao hơn dây rau má và có thể được ưu tiên khai thác trong các sản phẩm chế biến sâu (Pant et al., 2021).

Sự khác biệt về hàm lượng saponin, polyphenol và flavonoid giữa dây và củ rau má có thể được giải thích bởi đặc điểm của hệ thống canh tác thủy canh. Trong điều kiện này, cây được cung cấp dinh dưỡng khoáng ổn định, pH được kiểm soát và môi trường sinh trưởng đồng nhất, từ đó tối ưu hóa quá trình quang hợp và chuyển hóa carbon, thúc đẩy sự tích lũy hợp chất thứ cấp, đặc biệt tại các cơ quan dự trữ như củ (Venkatasai et al., 2024). Bên cạnh đó, các yếu tố môi trường như ánh sáng, nhiệt độ và chế độ dinh dưỡng đóng vai trò quan trọng trong việc điều hòa các con đường sinh tổng hợp phenolic và flavonoid thông qua cơ chế điều khiển enzyme và biểu hiện gene liên quan đến chuyển hóa thứ cấp (Qaderi et al., 2024; Wu et al., 2025).

Hệ thống thủy canh không chỉ đảm bảo sinh trưởng ổn định cho rau má mà còn góp phần nâng cao giá trị sử dụng của toàn bộ sinh khối cây. Kết quả phân tích cho thấy, thời điểm thu hoạch 6 tháng là phù hợp để thu gom cả dây và củ, khi hàm lượng hợp chất sinh học đạt mức cao hơn do liên quan đến giai đoạn phát triển sinh lý của cây (Kawatra et al., 2023). Trong đó, củ thể hiện tiềm năng hoạt chất vượt trội, phù hợp làm nguyên liệu chính cho các sản phẩm bột nguyên chất hoặc phối trộn, trong khi dây vẫn có thể được tận dụng như một nguồn phụ

Bảng 1. Hàm lượng Saponin, polyphenol tổng (TPC) và flavonoid tổng (TFC) có trong dây/củ rau má ở thời điểm thu hoạch 6 tháng

Bộ phận	Saponin (%)	TPC (mg GAE/)	TFC (mg QE/g)
Củ	3,17	4,50	0,29
Dây	1,16	1,90	-

phẩm giàu hợp chất chức năng. Việc khai thác đồng thời cả 2 bộ phận không chỉ giúp giảm lãng phí sinh khối mà còn mở rộng định hướng ứng dụng trong phát triển thực phẩm chức năng và nguyên liệu chiết xuất từ cây dược liệu.

3.2. Đánh giá chất lượng sản phẩm trà túi lọc từ bột củ rau má thủy canh

3.2.1. Đánh giá cảm quan sản phẩm

Kết quả đánh giá cảm quan của các sản phẩm thực phẩm chế biến từ phụ phẩm rau má thủy canh được trình bày trong Bảng 2.

đường phèn, cho thấy đường phèn ở tỷ lệ 10% tạo được sự cân bằng tốt hơn giữa vị ngọt, mùi thơm và hậu vị đặc trưng của rau má.

Ở nhóm sản phẩm bột dây rau má, mẫu nguyên chất có điểm thấp nhất trong 3 mẫu khảo sát (màu sắc 3,8, mùi 3,6, vị 2,8, trạng thái 4,0, mức độ yêu thích 2,6) do vị đắng còn khá rõ. Khi phối trộn với bột lá sen theo tỷ lệ 70:30, cảm quan được cải thiện đặc biệt về màu sắc và mùi (điểm tương ứng 4,0 và 4,2), song vị chát nhẹ vẫn ảnh hưởng đến mức độ yêu thích (vị đạt 3,0, mức độ yêu thích 3,2). Ngược

Bảng 2. Kết quả đánh giá chất lượng cảm quan của các sản phẩm thực phẩm từ phụ phẩm rau má thủy canh

Sản phẩm	Công thức phối trộn	Màu sắc	Mùi	Vị	Trạng thái	Mức độ yêu thích
Trà túi lọc từ bột củ rau má	Đường phèn 10%	4,6 ^a	4,4 ^a	4,6 ^a	4,5 ^a	4,2 ^a
Trà túi lọc từ bột củ rau má	Isomalt 5%	4,5 ^a	4,4 ^a	4,4 ^a	4,3 ^{ab}	4,0 ^{ab}
Bột dây rau má nguyên chất	100% dây rau má	3,8 ^c	3,6 ^c	2,8 ^d	4,0 ^{bc}	2,6 ^d
Bột dây rau má + lá sen	Tỷ lệ 70:30	4,0 ^{bc}	4,2 ^b	3,0 ^{cd}	4,1 ^b	3,2 ^c
Bột dây rau má + hạt sen	Tỷ lệ 70:30	4,2 ^b	4,0 ^b	4,3 ^{ab}	4,3 ^{ab}	4,0 ^{ab}

Trong cùng một cột, các giá trị được theo sau bởi những chữ cái khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

Bảng 2 cho thấy chất lượng cảm quan của các sản phẩm khác biệt rõ rệt giữa các công thức phối trộn. Vị là chỉ tiêu ảnh hưởng mạnh nhất đến mức độ chấp nhận của người tiêu dùng. Các mẫu có bổ sung thành phần làm dịu vị đắng hoặc tăng tính hài hòa về hương vị đều đạt điểm cao hơn so với mẫu nguyên chất.

Đối với trà túi lọc từ bột củ rau má thủy canh, việc bổ sung chất tạo ngọt cải thiện đáng kể chất lượng cảm quan. Mẫu phối trộn 10% đường phèn cho kết quả tốt nhất, với màu sắc đẹp, mùi thơm hài hòa, vị ngọt thanh dễ uống, trạng thái trong và ít cặn. Cụ thể, mẫu này đạt điểm màu sắc 4,6, mùi 4,4, vị 4,6, trạng thái 4,5 và mức độ yêu thích 4,2. Mẫu phối trộn 5% isomalt cũng được đánh giá cao (màu sắc 4,5, mùi 4,4, vị 4,4, trạng thái 4,3, mức độ yêu thích 4,0) nhưng thấp hơn nhẹ so với mẫu dùng

lại, mẫu phối trộn dây với bột hạt sen (70:30) cho kết quả nổi bật nhất nhờ màu sắc hài hòa, mùi thơm dễ chịu và vị ngọt bùi tự nhiên, giúp giảm rõ vị đắng vốn có của dây rau má. Mẫu này đạt điểm màu sắc 4,2, mùi 4,0, vị 4,3, trạng thái 4,3 và mức độ yêu thích 4,0, cao nhất trong nhóm bột dây rau má.

Từ các kết quả trên, có thể xác định công thức tối ưu: đối với trà túi lọc từ củ rau má là phối trộn 10% đường phèn; đối với bột dây rau má là phối trộn với hạt sen theo tỷ lệ 70:30. Như vậy, việc phối trộn hợp lý không chỉ cải thiện màu sắc, mùi và trạng thái của sản phẩm mà còn đóng vai trò quyết định trong việc nâng cao mức độ yêu thích của người tiêu dùng.

3.2.2. Đánh giá chỉ tiêu an toàn thực phẩm

Kết quả kiểm tra các chỉ tiêu an toàn của các sản phẩm thực phẩm chế biến từ phụ phẩm rau má thủy canh được thể hiện trong Bảng 3.

Bảng 3. Các chỉ tiêu an toàn cho các sản phẩm thực phẩm

Chỉ tiêu	Đơn vị	Sản phẩm				
		Trà túi lọc 10% đường phèn	Trà túi lọc 5% Isomalt	Bột dây nguyên chất	Bột dây + lá sen	Bột dây + hạt sen
Cadimi (Cd)	mg/kg	0,016	0,018	0,056	0,070	0,043
Chì (Pb)	mg/kg	0,047	0,052	0,075	0,069	0,162
Arsen(As)	mg/kg	KPH	KPH	0,069	0,105	0,096
Aflatoxin (B1, B2, G1, G2)	µg/kg	KPH (LOD=2,0)	KPH (LOD=2,0)	KPH (LOD=2,0)	KPH (LOD=2,0)	KPH (LOD=2,0)
<i>E. coli</i>	CFU/g	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
<i>Salmonella</i>	/25g	KPH	KPH	KPH	KPH	KPH

Bảng 3 cho thấy hàm lượng kim loại nặng trong mẫu trà túi lọc từ bột rau má thủy canh ở mức thấp, với Cd đạt 0.016 - 0.018 mg/kg; Pb đạt 0.047 - 0.052 mg/kg và As không phát hiện. Đối với các mẫu bột dây rau má, hàm lượng Cd dao động từ 0.043 đến 0.070 mg/kg; Pb từ 0.069 đến 0.162 mg/kg và As từ 0.069 đến 0.105 mg/kg; tất cả đều thấp hơn giới hạn cho phép. Bên cạnh đó, độc tố aflatoxin không được phát hiện ở tất cả các mẫu. Các chỉ tiêu vi sinh cũng đạt yêu cầu an toàn thực phẩm, trong đó *E. coli* < 10 CFU/g và *Salmonella* không phát hiện trong 25 g mẫu.

Từ các kết quả trên cho thấy, cả trà túi lọc từ bột rau má và các sản phẩm bột dây rau má thủy canh ở dạng nguyên chất hoặc phối trộn đều đảm bảo độ an toàn thực phẩm cao. Đây là cơ sở quan trọng để phát triển các sản phẩm này theo hướng thương mại, đặc biệt trong nhóm thực phẩm chức năng và đồ thảo mộc.

4. Kết luận

Việc tận dụng phụ phẩm rau má thủy canh theo hướng kinh tế tuần hoàn để tạo ra các sản phẩm thực phẩm có giá trị sinh học cao là giải pháp cần thiết cho sự phát triển bền vững của chuỗi sản xuất thực phẩm. Nghiên cứu giá trị sinh học và đặc tính cảm quan của các dòng sản phẩm thực phẩm chế biến từ phụ phẩm rau má thủy canh cho kết quả như sau:

- Về thành phần sinh học: Củ rau má tích lũy hợp

chất thứ cấp mạnh hơn dây rau má với hàm lượng saponin và polyphenol tổng cao hơn. Dây rau má vẫn có giá trị sinh học và có thể tận dụng cho chế biến sâu.

- Về chất lượng cảm quan của các sản phẩm từ phụ phẩm: Trà túi lọc từ bột củ rau má phối trộn 10% đường phèn đạt giá trị tốt nhất (màu sắc đẹp, mùi hài hòa, vị ngọt thanh, trạng thái phù hợp). Trong nhóm bột dây rau má, công thức phối trộn với hạt sen (70:30) cho chất lượng vượt trội so với bột rau má nguyên chất và phối trộn lá sen nhờ giảm rõ vị đắng đặc trưng, nâng cao mức độ chấp nhận.

- Kết quả kiểm tra an toàn thực phẩm của các sản phẩm từ phụ phẩm: Tất cả các mẫu đều đạt yêu cầu về kim loại nặng (Cd, Pb, As dưới giới hạn cho phép), aflatoxin (không phát hiện) và vi sinh vật (*E. coli* đạt, *Salmonella* không phát hiện). Điều này khẳng định quy trình canh tác, thu hoạch, sấy, bảo quản và đóng gói được kiểm soát tốt, đảm bảo độ an toàn cao cho sản phẩm.

Từ các kết quả trên, việc phát triển trà túi lọc từ bột củ rau má và bột dây rau má là hoàn toàn khả thi, vừa tận dụng hiệu quả phụ phẩm nông nghiệp, vừa tạo ra sản phẩm có giá trị dinh dưỡng, cảm quan và thương mại. Đây là cơ sở khoa học để tiếp tục hoàn thiện công nghệ, chuẩn hóa quy trình sản xuất và mở rộng ứng dụng trong lĩnh vực thực phẩm chức năng và đồ thảo mộc ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

Nguyễn Công Kha, Phan Thảo Như Ý và Trần Thanh Trúc (2025). Ảnh hưởng của tiền xử lý đến màu sắc và hiệu quả vô hoạt enzyme polyphenol oxidase trong xơ của quả mít Thái giống Changai (*Artocarpus heterophyllus* L.) ở Cần Thơ. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 61(2), 144-153.

AOAC, (2023). AOAC Official Method 945.39. Loss on Drying (Moisture) in Soybean Flour. <https://doi.org/10.1093/9780197610145.003.2981>

Aryal, S., Baniya, M. K., Danekhu, K., Kunwar, P., Gurung, R., & Koirala, N. (2019). Total phenolic content, flavonoid content and antioxidant potential of wild vegetables from Western Nepal. *Plants*, 8(4), 96. <https://doi.org/10.3390/plants8040096>.

Bylka, W., Znajdek-Awiżeń, P., Studzińska-Sroka, E., & Brzezińska, M. (2013). *Centella asiatica* in cosmetology. *Postepy dermatologii i alergologii*, 30(1), 46–49. <https://doi.org/10.5114/pdia.2013.33378>.

C.M. Galanakis (2012). Recovery of high added-value components from food wastes: Conventional, emerging technologies and commercialized applications. *Trends Food Sci. Technol.*, 26, 68-87.

Chen, Y., Xie, M. Y., & Gong, X. F. (2007). Microwave-assisted extraction used for the isolation of total triterpenoid saponins from *Ganoderma atrum*. *Journal of food engineering*, 81(1), 162-170. 10.1016/j.jfoodeng.2006.10.018.

Gohil, K. J., Patel, J. A., & Gajjar, A. K. (2010). Pharmacological Review on *Centella asiatica*: A Potential Herbal Cure-all. *Indian journal of pharmaceutical sciences*, 72(5), 546–556. <https://doi.org/10.4103/0250-474X.78519>

Kawatra, N., Jha, G., & Dubey, A. (2023). Study of the phytochemical profile of hydroponically cultivated buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) at different phenological stages. *Biochemical Systematics and Ecology*, 107, 104612. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2023.104612>.

Pant, P., Pandey, S., & Dall'Acqua, S. (2021). The influence of environmental conditions on secondary metabolites in medicinal plants: A literature review. *Chemistry & biodiversity*, 18(11), e2100345. <https://doi.org/10.1002/cbdv.202100345>.

Prasad, A., Pragadheesh, V. S., Mathur, A., Srivastava, N. K., Singh, M., & Mathur, A. K. (2012). Growth and centelloside production in hydroponically established medicinal plant-*Centella asiatica* (L.). *Industrial crops and products*, 35(1), 309-312. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.06.020>.

Qaderi, M. M., Martel, A. B., & Strugnell, C. A. (2023). Environmental Factors Regulate Plant Secondary Metabolites. *Plants*, 12(3), 447. <https://doi.org/10.3390/plants12030447>.

Sagar, N. A., Pareek, S., Sharma, S., Yahia, E. M., & Lobo, M. G. (2018). Fruit and Vegetable Waste: Bioactive Compounds, Their Extraction, and Possible Utilization. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 17(3), 512–531. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12330>.

Shawon, M. R. A., Azad, M. O. K., Ryu, B. R., Na, J. K., & Choi, K. Y. (2023). The electrical conductivity of nutrient solution influenced the growth, centellosides content and gene expression of *Centella asiatica* in a hydroponic system. *Agriculture*, 13(12), 2236. <https://doi.org/10.3390/agriculture13122236>.

Venkatasai, N. N., Shetty, D. N., Vinay, C. M., Sekar, M., Muthusamy, A., & Rai, P. S. (2025). A comprehensive review of factors affecting growth and secondary metabolites in hydroponically grown medicinal plants. *Planta*, 261(3), 48. <https://doi.org/10.1007/s00425-025-04619-y>.

Vu, N. D., Tran, N. T. Y., Le, T. D., Phan, N. T. M., Doan, P. L. A., Huynh, L. B., & Dao, P. T. (2022). Kinetic Model of Moisture Loss and Polyphenol Degradation during Heat Pump Drying of Soursop Fruit (*Annona muricata* L.). *Processes*, 10(10), 2082. <https://doi.org/10.3390/pr10102082>.

Weldesemayat Sileshi, G., Barrios, E., Lehmann, J., & Tubiello, F. N. (2025). An organic matter database (OMD): consolidating global residue data from agriculture, fisheries, forestry and related industries. *Earth System Science Data*, 17(2), 369-391. <https://doi.org/10.5194/essd-17-369-2025>. Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner production*, 114, 11-32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>.

Wu, W., Wu, H., Liang, R., Huang, S., Meng, L., Zhang, M., ... & Zhu, H. (2025). Light regulates the synthesis and accumulation of plant secondary metabolites. *Frontiers in Plant Science*, 16, 1644472. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1644472>.

Ngày nhận bài: 5/3/2026

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 20/3/2026

Ngày chấp nhận đăng bài: 5/4/2026

**A STUDY ON BIOACTIVE POTENTIAL
AND SENSORY QUALITY OF FOOD
PRODUCTS DERIVED FROM HYDROPONIC
CENTELLA ASIATICA (L.) URBAN BY-PRODUCTS**

● Meritorious teacher, Assoc. Prof., Ph.D. **LUONG MINH CU¹**

● Ph.D. **VUONG BAO THY¹**

● MSc. **VO THANH BEO¹**

● MSc. **TRAN HUU THANH HUY¹**

● MSc. **NGUYEN NGOC QUI¹**

● Ph.D. **BUI THE VINH¹**

¹Mekong University

ABSTRACT:

This study quantified the bioactive compound content of hydroponic *Centella Asiatica* (L.) Urban by-products, specifically vines and tubers, and assessed the sensory quality and safety of four food products derived from these materials. The by-products were processed by blanching at 70 °C for 45 s followed by hot-air drying at 60 °C for 420 min. Analyses focused on saponins, total polyphenols, and total flavonoids. Both vines and tubers demonstrated notable bioactivity at six months post-harvest, with saponins as the predominant compounds; tubers exhibited a saponin content of 3.17%, approximately 2.7-fold higher than that of vines. All formulated products achieved high sensory acceptability and complied with safety standards for heavy metals and microbiological quality. These findings highlight the potential of hydroponic *C. asiatica* by-products as safe and functional ingredients for food product development.

Keywords: hydroponic *Centella asiatica* (L.) Urban, by-products, bioactive compounds, sensory characteristics.