



VI BAO ASIATICOSIDE TỪ DỊCH CHIẾT RAU MÁ BẰNG KỸ THUẬT SẤY PHUN

Nguyễn Thị Vân Anh^{1*}, Trần Thanh Quỳnh Anh¹, Nguyễn Văn Huế¹,
Trương Thị Kiều Giang², Phạm Xuân Phương¹, Đoàn Thị Thanh Thảo¹

¹ Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế, 102 Phùng Hưng, Huế, Việt Nam

² Sở Y tế tỉnh Gia Lai, 9 Trần Hưng Đạo, Tp. Pleiku, Gia Lai, Việt Nam

* Tác giả liên hệ: Nguyễn Thị Vân Anh <nguyenthivananh@huaaf.edu.vn>

(Ngày nhận bài: 29-4-2022; Ngày chấp nhận đăng: 23-5-2022)

Tóm tắt. Asiaticoside là một triterpene chiết xuất rau má. Nhiều nghiên cứu đã chứng minh dược tính của hợp chất này trong việc chữa lành vết thương, cải thiện trí nhớ và cải thiện da. Tuy nhiên, độ tan kém của nó hạn chế khả năng ứng dụng trong các chế phẩm nông nghiệp. Để cải thiện độ tan của asiaticoside, chúng tôi tiến hành kỹ thuật vi bao bằng phương pháp sấy phun thông qua đánh giá ảnh hưởng của loại chất mang, nồng độ chất khô và nhiệt độ sấy đến hàm lượng asiaticoside có trong bột rau má. Kết quả cho thấy tỉ lệ chất mang cyclodextrin/maltodextrin 1:8, nồng độ chất khô 21%, nhiệt độ sấy phun 190 °C cho hàm lượng asiaticoside cao nhất (1,0634 mg·g⁻¹). Bột vi bao có độ ẩm, độ tan, màu sắc và hàm lượng asiaticoside ổn định sau sáu tháng bảo quản ở nhiệt độ thường.

Từ khoá: vi bao, sấy phun, asiaticoside, rau má

Microencapsulation of asiaticoside from *Centella asiatica* extract by spray drying

Nguyen Thi Van Anh^{1*}, Tran Thanh Quynh Anh¹, Nguyen Van Hue¹,
Truong Thi Kieu Giang², Pham Xuan Phuong¹, Doan Thi Thanh Thao¹

¹ University of Agriculture and Forestry, Hue University, 102 Phung Hung St., Hue, Vietnam

² Medical Department of Gia Lai Province, 9 Tran Hung Dao St., Pleiku City, Gia Lai, Vietnam

* Correspondence to Nguyen Thi Van Anh <nguyenthivananh@huaaf.edu.vn>

(Submitted: April 29, 2022; Accepted: May 23, 2022)

Abstract. Asiaticoside is a triterpene found in gotu kola. Numerous studies have demonstrated the medicinal properties of asiaticoside in wound healing, memory improvement, and skin improvement. However, poor solubility limits its applicability in agricultural products. To improve the solubility, we conducted the microencapsulation process by spray drying. The results show that a cyclodextrin/maltodextrin 1:8 wall, a dry mass content of 21%, and a drying temperature of 190 °C provide the capsules with the highest asiaticoside content (1.0634 mg·g⁻¹). The microcapsules have stable moisture, solubility, colour and the asiaticoside content after six months of storage at ambient temperature.

Keywords: microencapsulation, spray drying, asiaticoside, gotu kola, *Centella asiatica*

1 Đặt vấn đề

Rau má (*Centella asiatica*) là loại cây thân thảo, mọc lan. Cây thường mọc ở vùng đồi hoặc ven ruộng. Tại Thừa Thiên Huế, rau má được trồng chuyên canh tại xã Quảng Thọ, huyện Quảng Điền, với diện tích khoảng 70 ha. Bên cạnh việc sử dụng tươi, rau má còn được doanh nghiệp địa phương chế biến thành nhiều sản phẩm như rau má khô, trà rau má túi lọc và bột matcha rau má [1]. Tuy nhiên, hàm lượng các hoạt chất sinh học quý trong rau má chưa được chú trọng để bảo tồn trong quá trình chế biến. Asiaticoside là một triterpene có nhiều trong rau má bên cạnh hợp chất khác như flavonoid, vitamin C, madecacoside và asiatic acid. Nhiều nghiên cứu đã chứng minh được tính của asiaticoside trong việc chữa lành các vết thương, cải thiện trí nhớ và cải thiện da [2–4]. Asiaticoside có độ tan trong nước không cao [5, 6]. Do vậy, việc cải thiện độ tan của asiaticoside từ rau má trong quá trình chế biến và bảo quản các sản phẩm thực phẩm nên được lưu ý nhằm tận dụng được được tính của rau má trong các sản phẩm thực phẩm.

Sấy phun là một kỹ thuật được sử dụng phổ biến trong công nghệ thực phẩm. Khác với các quá trình sấy khác, nguyên liệu sấy phun ở dạng lỏng và sản phẩm tạo thành có dạng bột mịn với độ ẩm thấp. Sấy phun diễn ra nhanh, từ vài giây đến vài chục giây, nên tiết kiệm về mặt thời gian và năng lượng. Sản phẩm sấy phun thường là bột mịn, độ ẩm thấp nên thuận lợi cho vận chuyển hoặc làm nguyên liệu bổ sung cho sản phẩm khác [7, 8]. Một đặc tính nữa là kỹ thuật sấy phun có thể dùng để vi bao (encapsulation) các hoạt chất sinh học. Vi bao là kỹ thuật dùng vật liệu bọc (wall material) bao lấy vật liệu nhân (core material), thường là các hoạt chất sinh học như tinh dầu, vitamin, chất thơm và acid béo. Nhờ kỹ thuật vi bao, vật liệu nhân có thể được bảo vệ chống các tác nhân có hại như ánh sáng, sự oxy hoá, có thể giấu được mùi, vị không mong đợi, hay tăng độ tan hoặc giảm sự bay hơi [8]. Vật liệu bao thường được sử dụng có thể là các hydrocarbon như tinh bột, maltodextrin (MD), cyclodextrin (CD) hoặc các hợp chất protein như soybean và whey protein. Maltodextrin là một trong những chất mang thuộc nhóm carbohydrate, được sử dụng khá phổ biến vì nó tạo thành dung dịch có độ nhớt thấp ở nồng độ sử dụng cao. Bên cạnh đó, MD còn có mùi vị dễ chịu và giá thành thấp. Kỹ thuật vi bao bằng hệ thống sấy phun đã được sử dụng để vi bao flavonoid từ dịch chiết rau má với chất mang là MD. Việc bổ

sung MD đã cho kết quả đáng kể về hàm lượng flavonoid, hoạt động chống oxy hoá, tổng chất rắn hòa tan và hiệu quả vi bao [9]. Ảnh hưởng của nồng độ MD và nhiệt độ sấy của hệ thống sấy phun đến chất lượng bột rau má cũng đã được nghiên cứu. Azhar và cs. cho rằng sự gia tăng nồng độ MD dẫn đến năng suất cao hơn, độ ẩm giảm ($13,58 \pm 0,42$ đến $7,43 \pm 0,99\%$) và màu xanh lục nhạt hơn của bột sản phẩm. Bên cạnh đó, sự gia tăng đồng thời cả nhiệt độ sấy và nồng độ MD làm giảm năng suất thu hồi của bột sấy phun [10]. Tuy nhiên, hạn chế lớn nhất của MD là khả năng nhũ hoá, khả năng giữ các chất bay hơi và chất kém hoà tan trong nước thấp. Do đó, MD thường được kết hợp với các chất mang khác. Sự kết hợp này sẽ làm cho chất lượng bột ổn định hơn. Loại carbohydrate thường được dùng kết hợp với MD là CD. Cyclodextrin giúp cho việc bảo vệ các hoạt chất trong dịch tốt hơn MD nhờ vào cấu trúc khoang rỗng của nó. Bên cạnh đó, do cấu trúc đặc biệt của CD với hình nón cụt rỗng, bên ngoài ưa nước còn bên trong ưa béo nên CD còn được sử dụng làm chất nhũ hoá trong kỹ thuật vi bao các hoạt chất không ưa nước. Việc sử dụng hỗn hợp CD và MD giúp cải thiện về màu sắc, mùi vị, độ tan và hàm lượng các chất lưu giữ được tốt hơn trong bột vi bao so với chỉ dùng MD làm chất mang [11, 12]. Cấu trúc đặc biệt của CD giúp cho nó trở thành cầu nối giữa các phân tử hoạt chất sinh học ưa béo với các cấu tử ưa nước khác trong hỗn hợp. Do vậy, các phân tử chất thơm, chất màu trong dịch chiết được giữ lại và bảo vệ bên trong suốt quá trình sấy cũng như quá trình bảo quản. Mặc dù việc vi bao hoạt chất sinh học có trong rau má đã được thực hiện [9], nhưng việc vi bao asiaticoside trong dịch rau má chưa được công bố. Do vậy, nghiên cứu của chúng tôi tập trung đánh giá ảnh hưởng của chất mang, nồng độ chất khô và nhiệt độ sấy đến hàm lượng asiaticoside trong bột rau má được vi bao bằng kỹ thuật sấy phun. Độ ổn định của bột vi bao cũng được chúng tôi đánh giá thông qua một số chỉ số hoá lý như hàm lượng asiaticoside, độ ẩm, độ màu, độ tan và hình thái hạt bột.

2 Vật liệu và phương pháp

2.1 Vật liệu

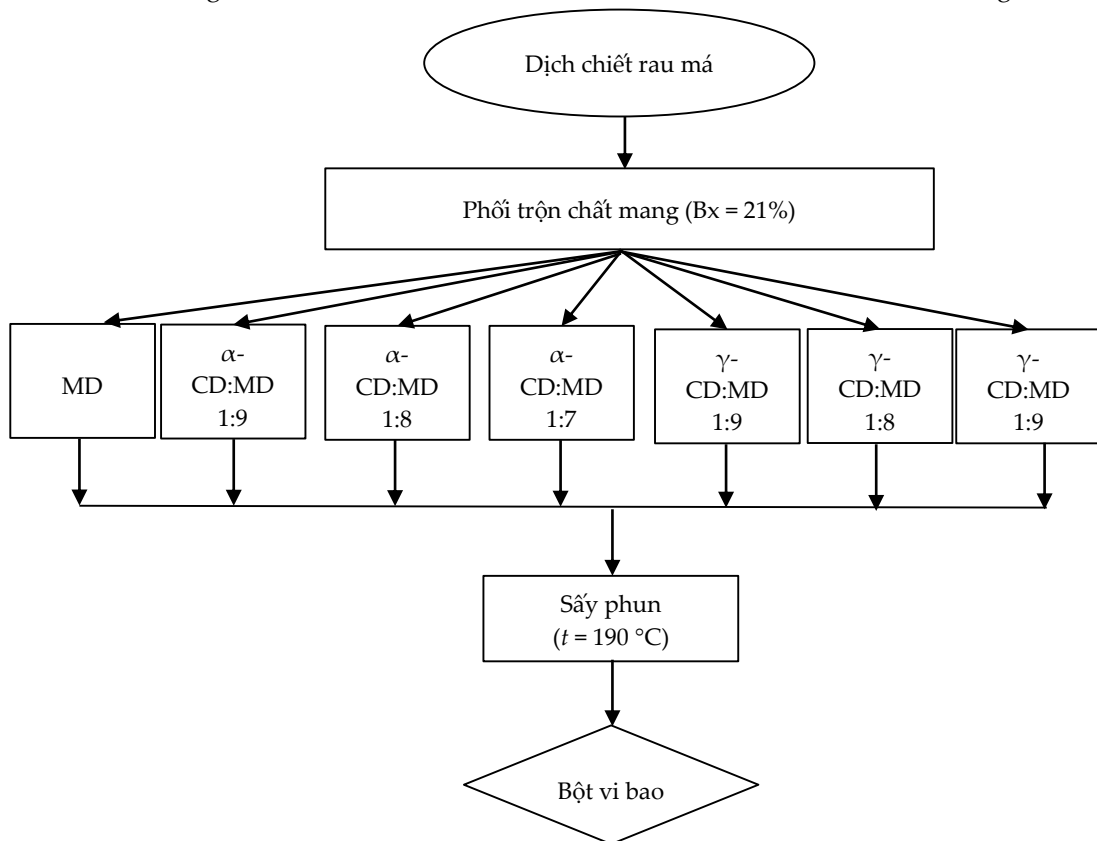
Cây rau má được thu mua tại xã Quảng Thọ, huyện Quảng Điền, tỉnh Thừa Thiên Huế. Maltodextrin (Trung Quốc) có dạng bột mịn, màu trắng, không mùi, tan hoàn toàn trong nước, độ ẩm 6–7% và chỉ số DE 10–12. Cyclodextrin (Wacker Chemical Corp (USA)) có dạng bột mịn, màu trắng, độ ẩm 3–5%. Methanol (Merck, $\geq 99,9\%$), asiaticoside (Sigma – Aldrich, $\geq 95\%$) và trifluoroacetic acid (Sigma – Aldrich, $\geq 99\%$) được sử dụng cho phân tích sắc ký.

2.2 Bố trí thí nghiệm

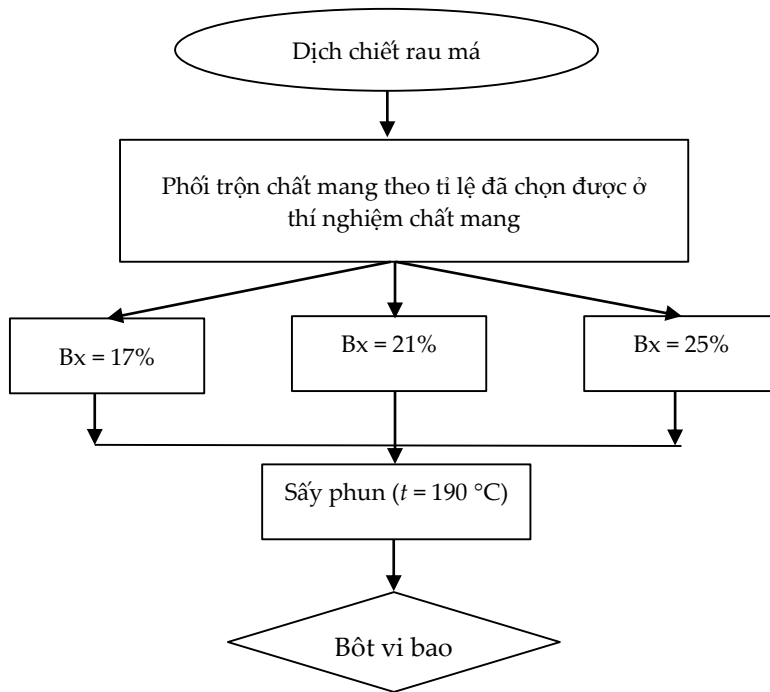
Quá trình thực nghiệm với một số yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả vi bao được tiến hành trên máy sấy phun quy mô pilot với năng suất 5 kg/h và công suất máy 5 kW/h. Máy vận hành

theo nguyên lý hồi lưu và khép kín với số vòng quay 25.000 vòng/phút. Đường kính tháp sấy là 1 m. Rau má sau khi rửa sạch, loại bỏ lá vàng và tạp chất được đưa vào máy ép. Dịch rau má sau nghiền và ép được lọc qua khay lọc để loại bỏ cặn rau má còn sót lại, tránh trường hợp khi sấy phun bị tắc đầu vòi phun. Lưới lọc có kích thước lỗ 125 μm . Tiếp theo, dịch rau má được phối trộn với chất mang để đạt nồng độ thích hợp rồi được đưa đi sấy phun. Quá trình sấy được thực hiện với tốc độ bơm nhập liệu 40 mL/phút ở nhiệt độ thích hợp. Đầu phun ly tâm với dạng đĩa phun hình chữ nhật xoắn tâm. Sau quá trình sấy phun, sản phẩm chuyển từ dạng lỏng sang dạng bột.

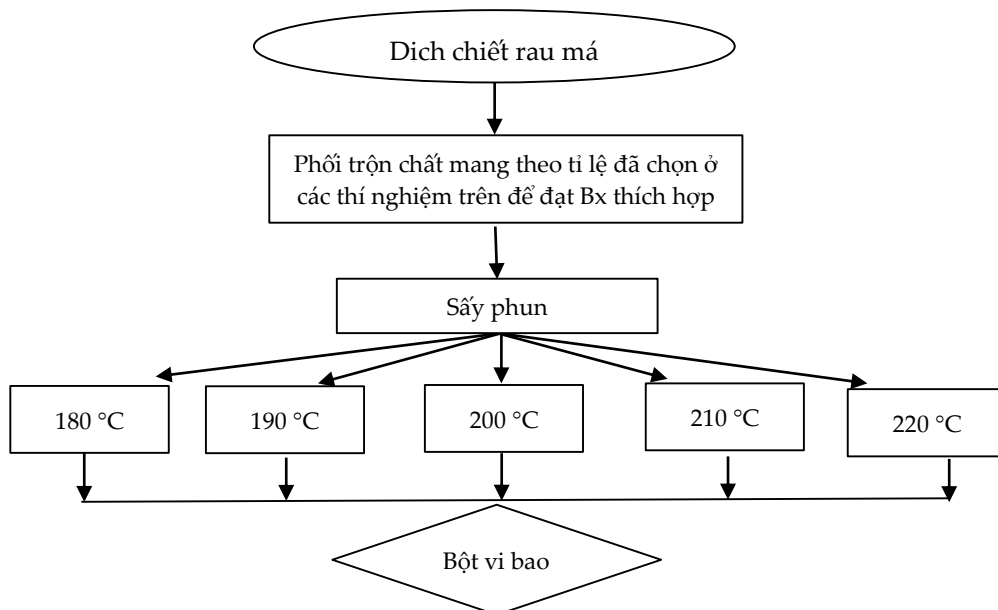
Để khảo sát ảnh hưởng của các yếu tố nồng độ chất khô, tỉ lệ phối trộn CD và MD và nhiệt độ sấy của máy sấy phun, chúng tôi bố trí thí nghiệm như sơ đồ trên Hình 1, 2 và 3. Trên Hình 1, hỗn hợp CD/MD (khối lượng/khối lượng) được chuẩn bị trước, sau đó được bổ sung từ từ vào dịch ép để đạt nồng độ Bx = 21%. Quá trình được thực hiện trên máy trộn. Bx cuối của hỗn hợp được kiểm tra bằng Bx kế. Tỉ lệ CD/MD được lựa chọn trên cơ sở tham khảo một số nghiên cứu



Hình 1. Thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng của loại và tỉ lệ chất mang đến hàm lượng asiaticoside trong bột vi bao



Hình 2. Thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng của nồng độ chất khô đến hàm lượng asiaticoside trong bột vi bao



Hình 3. Thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến hàm lượng asiaticoside trong bột vi bao

đã công bố [13–15]. Ngoài ra, hàm lượng CD được bổ sung một lượng nhỏ nhằm đảm bảo tính kinh tế cho sản phẩm khi đưa vào ứng dụng thực tế do giá thành của CD cao. Sau khi đã lựa chọn được tỉ lệ CD/MD ở thí nghiệm trước (Hình 1), chúng tôi điều chỉnh để hỗn hợp có Bx phù hợp 17, 21 và 25%. Trên Hình 3, tỉ lệ CD/MD và Bx được lựa chọn từ kết quả của hai thí nghiệm trước (Hình 1 và 2).

2.3 Định lượng asiaticoside

Hàm lượng asiaticoside trong bột vi bao được xác định trên hệ thống sắc ký lỏng hiệu năng cao (HPLC LC-20, Shimadzu, Nhật Bản) theo Verma và cs. [11] với một số hiệu chỉnh về điều kiện sắc ký như sau: cột C_{18} (150 × 4,6 mm), pha động methanol/nước (1% trifluoroacetic acid) 60:40, tốc độ dòng 1,5 mL/phút, sử dụng đầu dò DAD (diode array detector) và đo ở bước sóng 220 nm; nhiệt độ cột là nhiệt độ phòng. Chất chuẩn asiaticoside được pha trong methanol với nồng độ 2 mg/mL.

2.4 Hình thái của hạt bột

Hình thái của hạt bột vi bao được xác định trên kính hiển vi điện tử quét (Scanning Electron Microscope (SEM), Hitachi S4800).

2.5 Xác định một số chỉ tiêu vật lý của bột vi bao

Độ ẩm của bột được xác định bằng phương pháp khối lượng theo TCVN 4326–2001.

Độ tan của bột được xác định theo Eastman và Moore với một số hiệu chỉnh [16]. Cho 1 g mẫu vào ống nghiệm chứa 30 mL nước ở nhiệt độ thường (30 °C). Sau đó, lắc ống nghiệm trên máy lắc Vortex trong vòng 30 giây rồi ly tâm 15.000 vòng/phút trong 20 phút. Mỗi ống tiến hành ly tâm ba lần để loại bỏ hết phần nổi trên bề mặt ống. Sau đó, ngay lập tức đưa ống nghiệm vào tủ sấy và sấy ở 105 °C trong 3 giờ. Độ tan chính là khối lượng mẫu ban đầu (đã trừ đi độ ẩm) trừ đi khối lượng cuối cùng sau đó chia cho khối lượng ban đầu.

Độ màu được xác định bằng máy so màu cầm tay (NF333, Nhật Bản). Kết quả được tính toán dựa trên nguyên lý đo màu sắc theo hệ thống CieLab sử dụng ba trị số L , a , b , trong đó L là độ sáng, có giá trị từ 0 (tối đen) đến +100 (trắng tinh); a là tọa độ màu trên trục đỏ – lục, thông số giá trị đo được từ –60 (xanh lá cây) đến +60 (đỏ); b là tọa độ màu trên trục vàng – lam, thông số giá trị đo được từ –60 (xanh da trời) đến +60 (vàng). Giao điểm của hai trục a và b là điểm vô sắc (đen, ghi, trắng tùy thuộc vào độ trắng).

2.6 Độ ổn định của bột vi bao

Để đánh giá độ ổn định của bột vi bao làm tiền đề cho khả năng ứng dụng về sau, chúng tôi hút chân không bột vi bao và bảo quản ở nhiệt độ phòng. Sau sáu tháng, bột rau được đem đi phân tích hàm lượng asiaticoside và một số tính chất vật lý như độ ẩm, độ màu, độ tan. Bột được chụp ảnh bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM) để đánh giá trực quan sự biến đổi hình thái hạt bột.

2.7 Xử lý số liệu

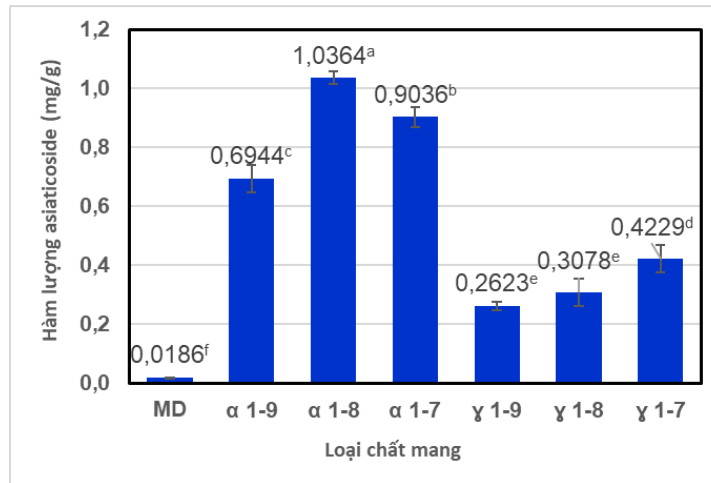
Số liệu được xử lý bằng phần mềm IBM SPSS Statistics 20, sử dụng phép phân tích phương sai (ANOVA) kết hợp với kiểm định Duncan nhằm xác định có sự sai khác giữa trung bình của các công thức ở mức ý nghĩa 0,05.

3 Kết quả và thảo luận

3.1 Ảnh hưởng loại chất mang đến hàm lượng asiaticoside trong bột vi bao

Để đánh giá ảnh hưởng của tỷ lệ chất mang MD và tỷ lệ giữa CD và MD (CD/MD), chúng tôi tiến hành khảo sát với các tỷ lệ khác nhau. Thí nghiệm được bố trí như Hình 1 ở phần 2.2 với bảy mẫu như sau: chỉ sử dụng MD; α -CD kết hợp MD với các tỷ lệ 1:7, 1:8 và 1:9; γ -CD kết hợp MD với các tỷ lệ 1:7, 1:8 và 1:9. Kết quả phân tích cho thấy có sự chênh lệch khá lớn đối với hàm lượng asiaticoside trong các mẫu bột sử dụng chất mang khác nhau. Đối với mẫu chỉ sử dụng MD làm chất mang thì hàm lượng asiaticoside thu được thấp nhất (0,0186 mg/g) và hàm lượng asiaticoside cao nhất ở mẫu sử dụng α -CD kết hợp với MD theo tỉ lệ 1:8 (1,0364 mg/g). Đối với mẫu sử dụng kết hợp α -CD với MD làm chất mang thì hàm lượng asiaticoside trong bột vi bao cao hơn so với mẫu sử dụng kết hợp γ -CD với MD và cao hơn rất nhiều so với mẫu chỉ sử dụng MD (Hình 4).

Có thể thấy, ở cùng một tỉ lệ bổ sung, hàm lượng asiaticoside ở mẫu sử dụng α -CD cao hơn mẫu sử dụng γ -CD. Như vậy, α -CD có hiệu quả cao hơn trong việc bảo vệ asiaticoside so với γ -CD. Sự khác nhau về hàm lượng asiaticoside trong hạt bột với các chất mang MD, α -CD và γ -CD có thể là do có sự khác nhau về sự hình thành nên cấu trúc các hạt bột trong giai đoạn phun và sấy. Maltodextrin có xu hướng tạo thành cấu trúc màng; do vậy, chỉ một phần các hợp chất giữ bên trong lớp màng mới có thể tồn tại trong điều kiện sấy phun. Phân hợp chất trên bề mặt màng có thể bị phân hủy hoặc biến tính ở nhiệt độ cao của quá trình sấy. Khi bổ sung cyclodextrin, bên cạnh sự tạo thành màng, cấu trúc đặc biệt hình nón cụt rỗng của CD cho phép các phân tử kỵ nước có kích thước nhỏ, phù hợp chui vào không gian bên trong phần nón cụt.



Hình 4. Ảnh hưởng chất mang đến hàm lượng asiaticoside trong bột rau má vi bao bằng kỹ thuật sấy phun

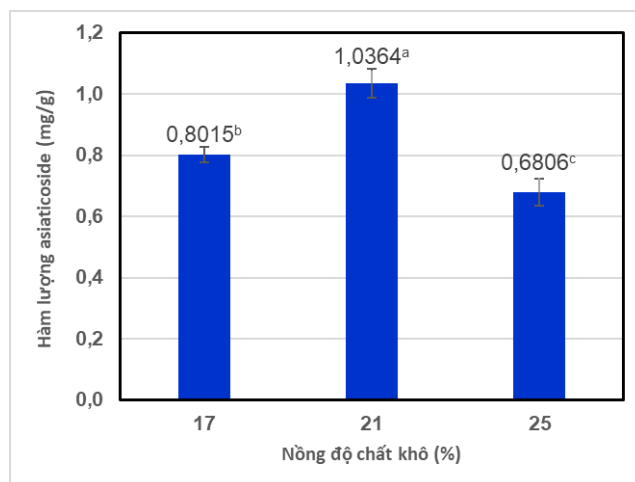
Ghi chú: Các kết quả trong biểu đồ có cùng ít nhất một chữ cái thì không khác nhau ở mức ý nghĩa 5%. α 1-9, α 1-8 và α 1-7 là các mẫu có tỉ lệ chất mang lần lượt là α-CD/MD = 1:9; α-CD:MD = 1:8 và α-CD/MD = 1:7; γ 1-9, γ 1-8 và γ 1-7 là các mẫu có tỉ lệ chất mang lần lượt là γ-CD/MD = 1:9; γ-CD/MD = 1:8 và γ-CD/MD = 1:7.

Kích thước lỗ trống cũng như thể tích lỗ trống của CD có liên quan đến khả năng vi bao. Thể tích lỗ trống trong bộ khung CD tăng dần theo trật tự α-CD < β-CD < γ-CD, trong đó α-CD có kích thước lỗ trống nhỏ nhất: đường kính trong là 4,7–5,3 Å; đường kính ngoài là 14,6–15 Å; thể tích là 174 mL/mol; γ-CD có kích thước lỗ trống lớn nhất: đường kính trong là 7,5–8,4 Å; đường kính ngoài là 17,5–17,9 Å và thể tích là 472 mL/mol. Như vậy, kích thước và thể tích lỗ trống của α-CD có lẽ phù hợp để giữ asiaticoside bên trong. Với γ-CD, kích thước lỗ trống lớn nhất không phù hợp với cấu trúc không gian của asiaticoside nên hiệu quả vi bao thấp hơn của α-CD nhưng vẫn cao hơn của MD. Shiga và cs. cũng công bố một kết quả tương tự khi bổ sung 10% CD vào dung dịch MD 30% để làm chất mang thì hàm lượng một số hợp chất có trong nấm hương như lenthionine, 1,2,4-trithiolane, 1,2,4,5-tetrathiane và 1,2,3,4-tetrathiane được bảo vệ tốt hơn so với khi chỉ sử dụng 10% γ-CD và 30% MD [11]. Khi nghiên cứu quá trình vi bao retinyl palmitate, Koeda và cs. đã tiến hành sử dụng MD với DE ở các lượng khác nhau kết hợp với α-CD, β-CD và γ-CD. Kết quả cho thấy lượng retinyl palmitate trong các mẫu khi MD kết hợp với α-CD, β-CD và γ-CD lần lượt là 0,12, 0,117 và 0,098 mg/g bột. Các tác giả đã kết luận rằng lượng retinyl palmitate trong mẫu bột sử dụng α-CD cao hơn 35% so với mẫu bột sử dụng γ-CD [12]. Một nghiên cứu của Liu và cs. về khả năng giữ tinh dầu bạc hà trong quá trình sấy phun bằng α-CD, β-CD và γ-CD cho thấy α-CD có khả năng vi bao *l*-menthol tốt hơn γ-CD nhưng thấp hơn β-CD [17]. Các công bố trên cho thấy tỷ lệ vật liệu bao khác nhau có khả năng vi bao các hoạt chất

khác nhau. Trong công trình này, vật liệu bao cho hiệu quả cao nhất để vi bao asiaticoside là hỗn hợp CD/MD 1:8.

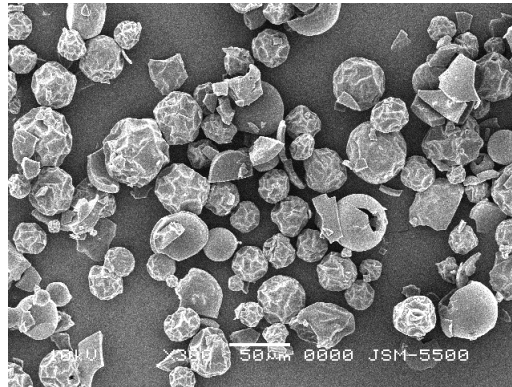
3.2 Ảnh hưởng của nồng độ chất khô đến hàm lượng asiaticoside trong bột vi bao

Theo kết quả khảo nghiệm, hàm lượng asiaticoside ở ba nồng độ chất khô 17, 21 và 25% lần lượt là 0,8015, 1,0364 và 0,6806 mg/g và có sự sai khác thống kê ở mức ý nghĩa 5%. Hàm lượng asiaticoside cao nhất thu được ở Bx 21%. Ở điều kiện này, bột ở trạng thái tinh thể và có cấu trúc hình cầu với bề mặt nhẵn bóng (thể hiện sự có mặt của MD) hoặc bề mặt nhám (thể hiện sự có mặt của CD) (Hình 5). Các hoạt chất sinh học trong bột rau má, trong đó có asiaticoside, được vi bao trong MD và CD. Theo Furuta và Neoh, hạt vi bao hình thành trong quá trình sấy qua các giai đoạn: giai đoạn phun (hạt cần vi bao được hòa tan hoặc phân tán trong dung dịch chất mang), giai đoạn sấy (lớp vỏ chất mang được hình thành, nước bốc hơi từ trong ra ngoài, các hạt cần vi bao giữ lại trong lớp vỏ), giai đoạn hạt được sấy khô (hạt được vi bao tập trung bên trong lớp vỏ



Hình 5. Ảnh hưởng nồng độ chất khô đến hàm lượng asiaticoside trong bột vi bao

Ghi chú: Các kết quả trong biểu đồ có cùng ít nhất một chữ cái thì không khác nhau ở mức ý nghĩa 5%.



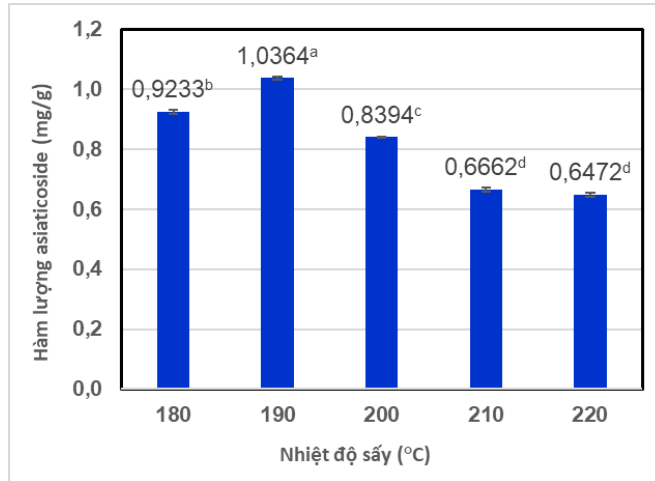
Hình 6. Ảnh chụp SEM hạt vi bao ở nồng độ chất khô 21%

hoặc phân tán trong giữa các bong bóng khí bên trong lớp vỏ) [8].

Như vậy, ở nồng độ chất khô 21%, asiaticoside được bảo vệ tốt nhất trong quá trình sấy phun trong nghiên cứu này. Khi nồng độ chất khô tăng lên ($Bx = 25\%$) thì độ nhớt tăng và điều này gây khó khăn cho quá trình phun sương tại đầu phun của thiết bị sấy. Bên cạnh đó, hàm lượng MD và CD càng cao ngăn cản sự khuếch tán của hoạt chất vào vật liệu bao bọc. Ngược lại, khi hàm lượng chất khô thấp ($Bx = 17\%$) thì độ nhớt thấp và quá trình phun xảy ra dễ dàng hơn. Lúc này, quá trình tách ẩm diễn ra mạnh mẽ và hàm lượng MD và CD không đảm bảo để vi bao các hợp chất trong quá trình sấy dẫn đến sự mất mát asiaticoside do phản ứng thủy phân ở nhiệt độ cao [18]. Lingua và cs. đã vi bao hợp chất phenol từ quả việt quất bằng sấy phun với chất mang là MD ở nồng độ 20 và 30%. Kết quả cho thấy ở nồng độ chất khô 20%, hàm lượng hợp chất phenol trên bề mặt hạt bột vi bao cao hơn so với hạt bột vi bao ở nồng độ chất khô 30%. Điều này có nghĩa là khi nồng độ chất khô tăng lên, hiệu quả vi bao hợp chất phenol từ quả việt quất xanh cũng tăng lên [19]. Tuyen và cs. đã khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ sấy (120, 140, 160, 180 và 200 °C) và nồng độ của chất mang MD (10, 20 và 30%) đến tính chất hoá lý và khả năng kháng oxy hoá của bột gấc trong quá trình sấy phun. Kết quả cho thấy ở 120 °C và Bx 10% thì hàm lượng carotenoid tổng số và hoạt tính oxy hoá của bột gấc đạt giá trị cao nhất [20].

3.3 Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến hàm lượng asiaticoside trong bột vi bao

Nhiệt độ là một trong những yếu tố quan trọng quyết định đến chất lượng của bột vi bao bằng công nghệ sấy phun. Nhiệt độ sấy khác nhau tùy vào năng suất và loại máy sấy. Thông thường, nhiệt độ sấy của một số máy sấy phun nằm trong khoảng 100–220 °C. Trong nghiên cứu này, chúng tôi tiến hành khảo nghiệm ở 180, 190, 200, 210 và 220 °C. Kết quả ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến hàm lượng asiaticoside trong bột vi bao được trình bày trên Hình 7. Có thể thấy rằng hàm lượng asiaticoside tăng khi nhiệt độ tăng từ 180 lên 190 °C và khi tăng nhiệt độ sấy lên trên 200 °C thì hàm lượng asiaticoside giảm.



Hình 7. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến hàm lượng asiaticoside trong bột vi bao

Ghi chú: Các kết quả trong biểu đồ có cùng ít nhất một chữ cái thì không khác nhau ở mức ý nghĩa 5%.

Từ các kết quả trên có thể kết luận rằng khi tiến hành sấy ở 190 °C, hoạt chất asiaticoside được bảo vệ tốt nhất. Điều này có thể giải thích như sau: khi nhiệt độ không khí đầu vào thấp thì tốc độ bay hơi thấp, các cấu tử được vi bao có màng mật độ cao, độ ẩm cao, tính lưu động thấp và dễ dàng gây ra sự kết tụ. Tuy nhiên, khi nhiệt độ đầu vào quá cao thì quá trình bốc hơi xảy ra rất nhanh và xảy ra hiện tượng nứt các màng, giải phóng các hợp chất sinh học hoặc mất lớp bảo vệ, làm giảm các hoạt chất sinh học trong bột rau má. Ở giai đoạn đầu của quá trình sấy, quá trình phun tạo thành lớp vỏ khô trên bề mặt của các hạt chất khô thì một lượng các hợp chất bay hơi, nhạy cảm nhiệt bị tổn thất [21]. Sự mất mát asiaticoside trên bề mặt hạt vi bao (trên lớp vỏ khô) là do sự phân hủy (degradation) và biến đổi (transformation) của asiaticoside thành các aglycon thông qua quá trình thủy phân. Sự mất mát này tăng khi nhiệt độ tăng [18]. Başıyigit và cs. đã khảo sát ảnh hưởng của một số điều kiện vi bao dầu anh đào bằng kỹ thuật sấy phun cho thấy ở 195 °C với nồng độ chất rắn trong dung dịch 20%, hạt vi bao có độ ổn định oxy hoá cao hơn cả [22]. Gonzalez-Palomares và cs. đã khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ (150–210 °C) đến bột búp giấm sấy phun và cho thấy ở 190 °C, hàm lượng các hoạt chất terpenoids: *p*-cymene, limonene, α -terpinolene, linalool đạt hàm lượng cao nhất [23]. Từ những phân tích trên, có thể kết luận ở 190 °C, hoạt chất asiaticoside được giữ lại nhiều nhất trong bột vi bao.

3.5 Độ ổn định của bột rau má vi bao sau sáu tháng bảo quản

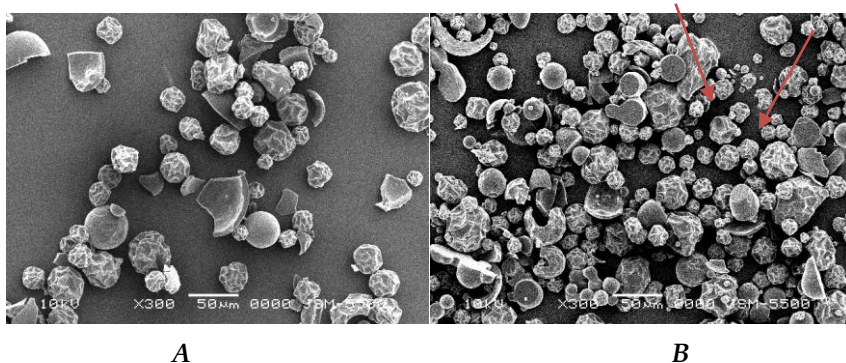
Các kết quả khảo sát trong thời gian sáu tháng cho thấy hàm lượng hoạt chất asiaticoside không có sự thay đổi trong suốt thời gian bảo quản. Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng maltodextrin và cyclodextrin làm chất mang. Chính sự có mặt của chất mang, đặc biệt là CD, đã

góp phần bảo vệ hoạt chất asiaticoside tránh bị tác động của các yếu tố của môi trường bảo quản. Do đó, sấy phun là phương pháp tối ưu để kéo dài thời gian bảo quản của các sản phẩm bột nhờ khả năng vi bao của các hợp chất được sử dụng [24].

Một số tính chất vật lý của bột rau má vi bao sau sáu tháng bảo quản được trình bày ở Bảng 1. Kết quả cho thấy bột rau má sấy phun có sự biến đổi nhẹ về độ ẩm, độ tan, độ màu và hình thái. Cụ thể, độ ẩm tăng từ 3,333 lên 4,631%; độ tan giảm từ 94,643 xuống 90,54% và độ khác biệt màu là 10,373. Hình SEM cho thấy một số hạt bột có dấu hiệu hút ẩm và gãy vỡ sau thời gian bảo quản (Hình 8). Tuy nhiên, nhờ có sự có mặt của CD, cấu trúc hạt vi bao đặc, chắc và ít lỗ trống, do vậy giữ được hoạt chất asiaticoside trong hạt bột vi bao. Nhìn chung, những sự biến đổi trên vẫn nằm trong mức độ an toàn. Điều này phù hợp với một số nghiên cứu về thời gian bảo quản của bột sấy phun. Ferrari và cs. đã khảo sát ảnh hưởng của thời gian bảo quản đến độ ổn định hàm lượng anthocyanin có trong bột quả mâm xôi khi sử dụng MD và gôm arabic làm chất mang. Kết quả cho thấy trong vòng năm tháng, hàm lượng anthocyanin và khả năng kháng oxy hoá của bột ít có sự biến đổi và về hình thái cấu trúc cũng ít bị ảnh hưởng [25]. Trong một nghiên cứu khác, Anna và cs. đã tiến hành phân tích hàm lượng polyphenol trong bột việt quất hòa tan

Bảng 1. Một số chỉ tiêu bột asiaticoside vi bao bằng kỹ thuật sấy phun sau 6 tháng bảo quản

Thành phần	Hàm lượng	
	Trước bảo quản	Sau bảo quản
Độ ẩm (g/100 g)	3,333 ± 0,200	4,631 ± 0,204
Độ tan (%)	94,643 ± 0,032	90,540 ± 0,466
Độ Hue (°H)	190,461 ± 1,286	200,834 ± 0,971
Asiaticoside (mg/g)	1,0364 ± 0,0215	1,0360 ± 0,0192



Hình 8. Hình chụp SEM bột rau má vi bao trước và sau bảo quản

Chú thích: A – trước khi bảo quản; B – sau sáu tháng bảo quản

sử dụng MD làm chất mang và đưa ra kết luận hoạt chất polyphenol được bảo vệ tốt ở 25 °C trong 12 tháng bảo quản [26].

Như vậy, kết quả của chúng tôi cho thấy rằng asiaticoside được vi bao trong điều kiện nghiên cứu ổn định về mặt chất lượng sau sáu tháng bảo quản ở điều kiện thường. Do vậy, bột có thể được sử dụng làm nguyên liệu cho chế biến thực phẩm hoặc các sản phẩm thực phẩm chức năng.

4 Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho phép kết luận rằng có thể sử dụng kỹ thuật sấy phun để vi bao asiaticoside với tỉ lệ chất mang cyclodextrin/maltodextrin 1:8. Nồng độ chất khô của dung dịch đưa vào máy sấy phun là 21% và nhiệt độ sấy là 190 °C. Bột vi bao có độ ẩm thấp, độ tan cao và có màu xanh sáng trước và sau khi bảo quản.

Tài liệu tham khảo

1. <https://quangdien.thuathienhue.gov.vn/?gd=3&cn=32&tc=5243>, cập nhật ngày 22/2/2022.
2. Maquart, F. X., Chastang, F., Simeon, A., Birembaut, P., Gillery, P. & Wegrowski, Y. (1999), Triterpenes from *Centella asiatica* stimulate extracellular matrix accumulation in rat experimental wounds, *European journal of dermatology*, 9(4), 289–96.
3. Lee, J. H., Kim, H. L., Lee, M. H., You, K. E., Kwon, B. J., Seo, H. J. & Park, J. C. (2012), Asiaticoside enhances normal human skin cell migration, attachment and growth in vitro wound healing model, *Phytomedicine*, 19(13), 1223–1227.
4. Chandrika, U. G. & Kumara, P. A. P. (2015), Gotu Kola (*Centella asiatica*): nutritional properties and plausible health benefits, *Advances in food and nutrition research*, 76, 125–157.
5. Boonyarattanasoonthorn, T., Kijawornrat, A., Songvut, P., Nuengchamnonng, N., Buranasudja, V. & Khemawoot, P. (2022), Increase water solubility of *Centella asiatica* extract by indigenous bioenhancers could improve oral bioavailability and disposition kinetics of triterpenoid glycosides in beagle dogs, *Scientific reports*, 12(1), 1–11.
6. Zheng, X. F. & Lu, X. Y. (2011), Measurement and correlation of solubilities of asiaticoside in water, methanol, ethanol, n-propanol, n-butanol, and a methanol+ water mixture from (278.15 to 343.15) K, *Journal of Chemical & Engineering Data*, 56(3), 674–677.
7. Hoàng Văn Chúc (1999), *Kỹ thuật sấy*, Nxb. Khoa học và kỹ thuật.
8. Furuta, T. & Neoh, T. L. (2021), Microencapsulation of food bioactive components by spray drying: A review, *Drying Technology*, 39(12), 1800–1831.

9. Saloko, S., Handito, D. & Aeni, N. N. (2020, March), Encapsulation of Gotu Kola Leaf (*Centella asiatica*) Flavonoid in Instant Powder Drink Using Maltodextrin, In 5th International Conference on Food, *Agriculture and Natural Resources* (FANRes 2019), 156–163, Atlantis Press.
10. Azhar, M. D., Ibrahim, U. K., Zaki, N. A. M. & Hashib, S. A. (2020), The Effect of maltodextrin concentration and inlet air temperature on spray dried *Centella asiatica* L. powder. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 736(3), 032017, IOP Publishing.
11. Verma, R. K., Bhartariya, K. G., Gupta, M. M. & Kumar, S. (1999), Reverse-phase high performance liquid chromatography of asiaticoside in *Centella asiatica*, *Phytochemical Analysis: An International Journal of Plant Chemical and Biochemical Techniques*, 10(4), 191–193.
12. Largo-Avila, E., Cortes-Rodríguez, M. & Ciro Velásquez, H. J. (2015), Influence of maltodextrin and spray drying process conditions on sugarcane juice powder quality, *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 68(1), 7509–7520.
13. Shiga, H., Yoshii, H., Ohe, H., Yasuda, M., Furuta, T., Kuwahara, H., et al. (2004), Encapsulation of shiitake (*Lentinus edodes*) flavors by spray drying, *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 68(1), 66–71.
14. Watson, M. A., Lea, J. M. & Bett-Garber, K. L. (2017), Spray drying of pomegranate juice using maltodextrin/cyclodextrin blends as the wall material, *Food science & nutrition*, 5(3), 820–826.
15. Escobar-Avello, D., Avendaño-Godoy, J., Santos, J., Lozano-Castellón, J., Mardones, C., von Baer, D., et al. (2021), Encapsulation of phenolic compounds from a grape cane pilot-plant extract in hydroxypropyl beta-cyclodextrin and maltodextrin by spray drying, *Antioxidants*, 10(7), 1130.
16. Koeda, T., Wada, Y., Neoh, T. L., Wada, T., Furuta, T. & Yoshii, H. (2014), Encapsulation of retinyl palmitate with a mixture of cyclodextrins and maltodextrins by the kneading method, *Food Science and Technology Research*, 20(3), 529–535.
17. Liu, X. D., Furuta, T., Yoshii, H., Linko, P. & Coumans, W. J. (2000), Cyclodextrin encapsulation to prevent the loss of l-menthol and its retention during drying, *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 64(8), 1608–1613.
18. Niamnuy, C., Charoenchaitrakool, M., Mayachiew, P. & Devahastin, S. (2013), Bioactive compounds and bioactivities of *Centella asiatica* (L.) Urban prepared by different drying methods and conditions, *Drying Technology*, 31(16), 2007–2015.
19. Lingua, M. S., Salomón, V., Baroni, M. V., Blajman, J. E., Maldonado, L. M. & Páez, R. (2020), Effect of Spray Drying on the Microencapsulation of Blueberry Natural Antioxidants, In *Multidisciplinary Digital Publishing Institute Proceedings*, 70(1), 26.

20. Tuyen, C. K., Nguyen, M. H. & Roach, P. D. (2010), Effects of spray drying conditions on the physicochemical and antioxidant properties of the Gac (*Momordica cochinchinensis*) fruit aril powder, *Journal of food engineering*, 98(3), 385–392.
21. Anandharamakrishnan, C. (2015), *Spray drying techniques for food ingredient encapsulation*, John Wiley & Sons.
22. Başığit, B., Sağlam, H., Kandemir, Ş., Karaaslan, A. & Karaaslan, M. (2020), Microencapsulation of sour cherry oil by spray drying: Evaluation of physical morphology, thermal properties, storage stability, and antimicrobial activity, *Powder Technology*, 364, 654–663.
23. Gonzalez-Palomares, S., Estarrón-Espinosa, M., Gómez-Leyva, J. F. & Andrade-González, I. (2009), Effect of the temperature on the spray drying of roselle extracts (*Hibiscus sabdariffa* L.), *Plant foods for human nutrition*, 64(1), 62–67.
24. Östbring, K., Sjöholm, I., Rayner, M. & Erlanson-Albertsson, C. (2020), Effects of storage conditions on degradation of chlorophyll and emulsifying capacity of thylakoid powders produced by different drying methods, *Foods*, 9(5), 669.
25. Ferrari, C. C., Germer, S. P. M. & de Aguirre, J. M. (2012), Effects of spray-drying conditions on the physicochemical properties of blackberry powder, *Drying Technology*, 30(2), 154–163.
26. Bakowska-Barczak, A. M. & Kolodziejczyk, P. P. (2011), Black currant polyphenols: Their storage stability and microencapsulation. *Industrial crops and products*, 34(2), 1301–1309.