



TẬN THU HỢP CHẤT SINH HỌC VÀ PECTIN TỪ VỎ SẦU RIÊNG (DURIO ZIBETHINUS MURR.) HƯỚNG ĐẾN GIẢM Ô NHIỄM VÀ PHÁT TRIỂN SẢN PHẨM GIÁ TRỊ GIA TĂNG

NGUYỄN THÀNH DƯƠNG¹, NGUYỄN VĂN DOANH², NGUYỄN ĐỨC TOÀN³

¹ Viện Khoa học vật liệu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

² Viện Nghiên cứu Khoa học sự sống và Môi trường

³ Cục Biển và Hải đảo Việt Nam

Tóm tắt:

Vỏ sầu riêng là phế phẩm nông nghiệp chiếm đến 60 - 70% trọng lượng quả, thường bị thải bỏ hoặc xử lý sơ sài, gây ô nhiễm môi trường và lãng phí nguồn tài nguyên sinh học. Nghiên cứu này nhằm xây dựng quy trình hai giai đoạn nhằm tận thu giá trị toàn diện từ vỏ sầu riêng gồm: (1) tách chiết các hợp chất sinh học và (2) thu hồi pectin từ phần bã. Sử dụng phương pháp chiết methanol 80% và phân tích bằng UPLC-DAD, dịch chiết thu được chứa hàm lượng cao các flavonoid như catechin (9,05 mg/g), quercetin (4,75 mg/g), rutin (3,77 mg/g). Pectin thu được có hiệu suất 5,79%, độ ester hóa thấp (22,28%), phù hợp cho ứng dụng trong bao bì sinh học và thực phẩm ít đường. Kết quả mở ra hướng tận dụng phụ phẩm hiệu quả, góp phần giảm phát thải hữu cơ và phát triển kinh tế tuần hoàn trong nông nghiệp.

Từ khoá: Vỏ sầu riêng, hợp chất sinh học, pectin, kinh tế tuần hoàn.

Ngày nhận bài: 26/2/2025; Ngày sửa chữa: 13/3/2025; Ngày duyệt đăng: 18/3/2025.

Valorization of durian peel (Durio zibethinus Murr.) through bioactive compound extraction and pectin recovery toward waste reduction and circular bioeconomy

Abstract:

Durian peel, accounting for 60–70% of the fruit's weight, is typically discarded or underutilized, leading to environmental pollution and bioresource wastage. This study proposes a two-step process to comprehensively valorize durian peel: (1) extraction of bioactive compounds and (2) recovery of pectin from the residue. Using 80% methanol extraction and UPLC–DAD analysis, high concentrations of flavonoids were identified: catechin (9.05 mg/g), quercetin (4.75 mg/g), and rutin (3.77 mg/g). The purified pectin yield was 5.79%, with a low degree of esterification (22.28%), suitable for applications in low-sugar foods and biodegradable packaging. These findings provide a practical approach for agricultural by-product utilization, reducing organic waste and promoting circular bioeconomy in durian-producing regions.

Keywords: Durian peel, bioactive compounds, pectin, circular economy.

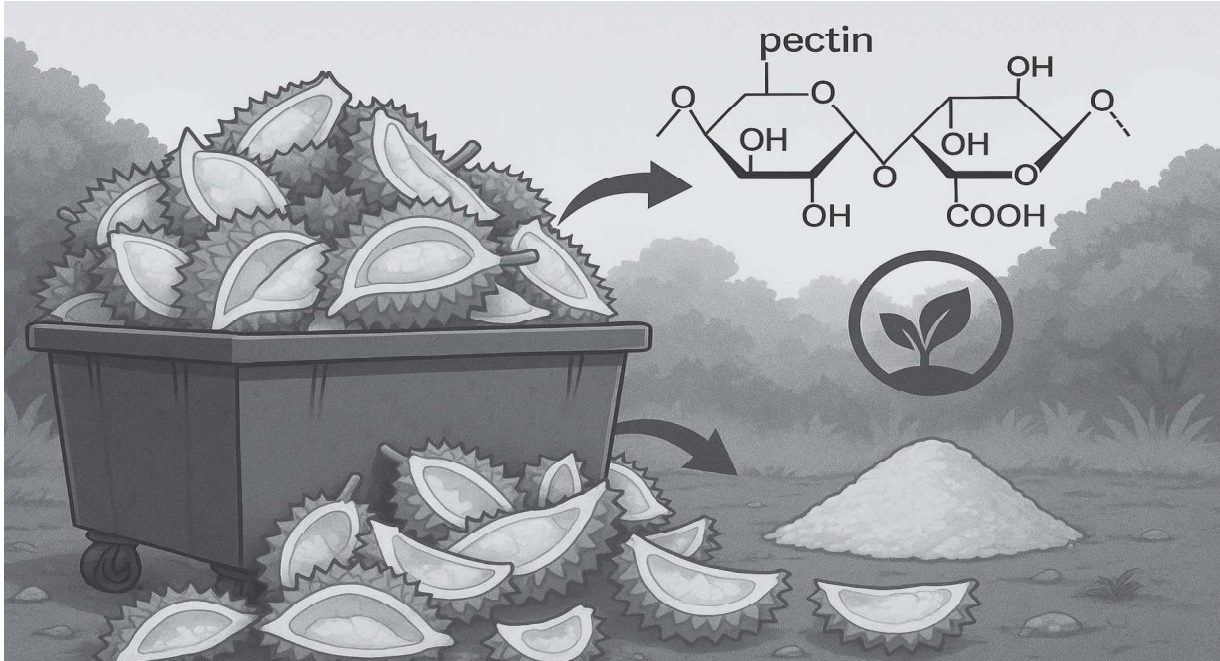
JEL Classifications: O13, O44, N50.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sầu riêng (*Durio zibethinus* Murr.) là một trong những loại cây ăn quả có giá trị kinh tế cao ở khu vực Đông Nam Á, trong đó Việt Nam đang nổi lên như một quốc gia xuất khẩu sầu riêng trọng điểm. Theo Bộ Nông nghiệp và Môi trường, tổng diện tích trồng sầu riêng tại Việt Nam đạt khoảng 131.000 ha, sản lượng ước tính gần 1,2 triệu tấn, tăng mạnh so với các năm trước đó [1]. Cây sầu riêng được trồng tập trung tại các tỉnh Tây Nguyên, Đồng bằng sông Cửu Long và Đông Nam bộ, trong đó Tiền Giang là địa phương có sản lượng sầu riêng lớn nhất cả nước với hơn 458.000 tấn quả/năm [2].

Vỏ sầu riêng là phần không ăn được, chiếm khoảng 60 - 70% trọng lượng quả [3]. Phần lớn lượng phế phẩm này hiện nay bị thải bỏ trực tiếp hoặc được xử lý sơ sài

làm phân bón, không những gây lãng phí tài nguyên sinh học, mà còn là nguồn phát thải chất thải hữu cơ quy mô lớn, tiềm ẩn nguy cơ gây ô nhiễm môi trường do phát sinh khí nhà kính như CH₄ và CO₂ trong quá trình phân hủy [4]. Trong khi đó, nhiều nghiên cứu đã cho thấy vỏ sầu riêng chứa hàm lượng đáng kể các hợp chất có hoạt tính sinh học như polyphenol và flavonoid (catechin, quercetin, rutin, procyanidin B...), với tổng hàm lượng polyphenol (TPC) có thể đạt từ 63,3 đến 245,4 mg GAE/g chất khô tùy giống và phương pháp chiết [5,6]. Đây là những chất có tiềm năng ứng dụng trong thực phẩm chức năng, dược phẩm và mỹ phẩm nhờ khả năng chống oxy hóa, kháng viêm, bảo vệ tế bào gan và tim. Bên cạnh đó, vỏ sầu riêng còn chứa lượng pectin đáng kể - một polysaccharide tự nhiên có tính chất tạo gel, giữ ẩm và tạo màng - thường được sử



Vỏ sầu riêng được chuyển hóa thành pectin, góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường và tạo ra sản phẩm giá trị gia tăng, thúc đẩy nền kinh tế tuần hoàn trong lĩnh vực nông nghiệp

dụng trong công nghiệp thực phẩm, bao bì sinh học và y dược [7].

Tuy nhiên, hiện chưa có mô hình khai thác toàn diện giá trị của vỏ sầu riêng tại Việt Nam. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện với mục tiêu xây dựng quy trình tận thu toàn phần từ vỏ sầu riêng thông qua hai giai đoạn: (1) tách chiết hợp chất sinh học (bioactive compounds) từ vỏ; (2) thu hồi pectin từ phần bã sau chiết. Quy trình này không chỉ góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường do phế thải nông nghiệp mà còn tạo ra nguồn nguyên liệu sinh học giá trị, phù hợp định hướng phát triển kinh tế tuần hoàn và nông nghiệp bền vững tại các địa phương trọng điểm trồng sầu riêng.

Vỏ sầu riêng được chuyển hóa thành pectin, góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường và tạo ra sản phẩm giá trị gia tăng, thúc đẩy nền kinh tế tuần hoàn trong lĩnh vực nông nghiệp

2. NGUYÊN VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên vật liệu

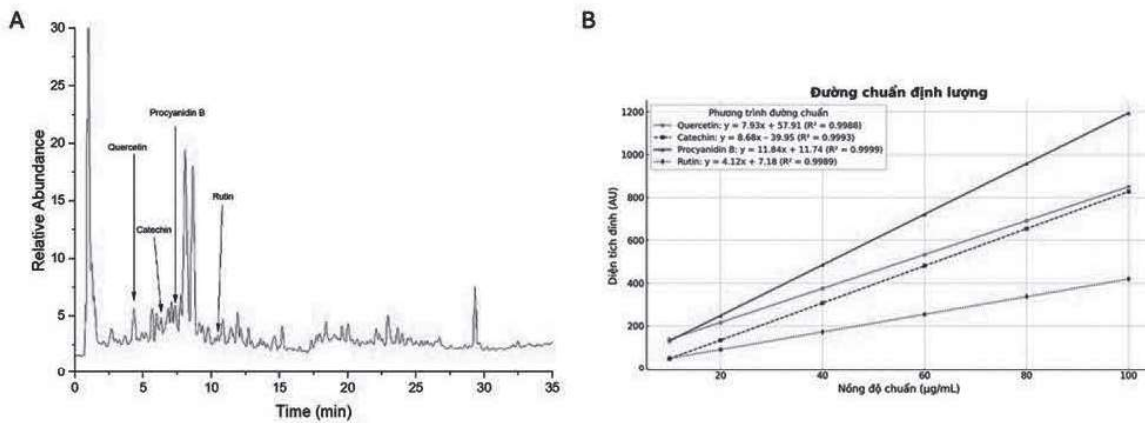
Nguyên liệu vỏ sầu riêng được thu thập từ các cơ sở thu mua tại tỉnh Tiền Giang. Giống sầu riêng sử dụng trong nghiên cứu là giống Ri6 phổ biến tại địa phương. Sau khi được làm sạch bằng nước và loại bỏ phần gai cứng, vỏ sầu riêng được thái lát mỏng (khoảng 1 cm), sấy khô đối lưu ở 50°C, sau đó nghiền và rây qua lưới 50 mesh để thu được bột mịn có kích thước từ 300 đến 400 μm . Bột được bảo quản trong túi kín, để nơi khô ráo cho các phân tích tiếp theo.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Chiết các hoạt chất có hoạt tính sinh học: bột vỏ sầu riêng được xử lý sơ bộ nhằm loại bỏ tạp chất (chlorophyll, đường tự do, sáp) bằng ethanol 99,5% theo tỷ lệ 1:10 (w/v), với sự hỗ trợ của sóng siêu âm trong ba lần, mỗi lần kéo dài 30 phút ở nhiệt độ 40 °C. Sau đó, mẫu được lọc và sấy lại. Quá trình chiết được thực hiện bằng cách ngâm 10 g bột đã xử lý trong 200 mL dung môi methanol 80% (v/v), lắc đều trong 3 giờ ở nhiệt độ phòng. Dịch chiết được ly tâm, lọc và cô đặc chân không để phân tích.

Tổng polyphenol (TPC) được xác định bằng phương pháp Folin-Ciocalteu, đo hấp thụ tại bước sóng 765 nm và biểu diễn dưới dạng mg gallic acid equivalents/g chất khô (mg GAE/g). Tổng flavonoid được đo bằng phương pháp tạo phức với AlCl_3 , đọc tại 415 nm và quy đổi theo đơn vị mg quercetin equivalents/g (mg QE/g). Định lượng các hợp chất flavonoid chính như catechin, quercetin, rutin và procyanidin B được thực hiện bằng sắc ký lỏng hiệu năng cao UPLC-DAD với cột C18 và bước sóng phát hiện lần lượt là 280 nm và 360 nm. Các chất chuẩn có độ tinh khiết $\geq 98\%$ được sử dụng để thiết lập đường chuẩn với hệ số tương quan tuyến tính $R^2 > 0,998$.

Chiết và tinh chế pectin: Phần bã còn lại sau khi chiết các hợp chất sinh học tiếp tục được sử dụng để chiết xuất pectin. Mẫu bã được sấy sơ lại ở 50°C, sau đó 20 g mẫu được khuấy trong 800 mL nước cất, điều chỉnh pH về 4 bằng dung dịch HCl 0,4 N. Quá trình



Hình 1. (A) Kết quả sắc ký lỏng hiệu năng cao của dịch chiết methanol 80% từ vỏ sấu riêng. (B) Đường chuẩn định lượng của catechin, quercetin, rutin và procyanidin B trong dịch chiết methanol 80% từ vỏ sấu riêng

Bảng 1. Hàm lượng hợp chất sinh học trong dịch chiết methanol 80% từ vỏ sấu riêng (n = 3)

Hợp chất	Hàm lượng (mg/g chất khô)
Tổng polyphenol (TPC)	63,30 ± 0,08
Tổng flavonoid	24,56 ± 0,12
Catechin	9,05 ± 0,43
Quercetin	4,75 ± 0,27
Rutin	3,77 ± 0,24
Procyanidin B	3,43 ± 0,64

chiết pectin được thực hiện ở 90°C trong 3 giờ với tốc độ khuấy 700 vòng/phút. Dịch chiết được lọc bỏ bã và cô đặc đến thể tích khoảng 300 mL, sau đó tiến hành kết tủa bằng ethanol tuyệt đối theo tỷ lệ 1:1 (v/v) và để lạnh ở 4°C trong 1 giờ. Tủa thu được tiếp tục hòa tan lại trong nước, lọc qua giấy Whatman số 4, kết tủa lại lần hai với ethanol và được rửa ba lần bằng ethanol 70%. Cuối cùng, mẫu được sấy đông khô để thu pectin tinh khiết.

Các đặc tính hóa lý của pectin được phân tích như hàm lượng anhydrouronic acid (AUA, %) được xác định bằng phương pháp anthrone; hàm lượng methoxyl (MeO, %), độ ester hóa (DE, %) được đo bằng phương pháp chuẩn độ hai bước; khối lượng phân tử trung bình (Mv) xác định bằng phương pháp đo độ nhớt nội tại với ống đo Cannon - Fenske; độ ẩm, hàm lượng tro, khả năng giữ nước (WHC) và khả năng giữ dầu (OHC) được xác định theo các phương pháp chuẩn AOAC (1990).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thành phần hợp chất sinh học trong vỏ sấu riêng

Phân tích dịch chiết methanol 80% từ vỏ sấu riêng cho thấy hàm lượng tổng polyphenol (TPC) đạt 63,30 ± 0,08 mg GAE/g chất khô, flavonoid tổng đạt 24,56 ± 0,12 mg QE/g. Đây là mức tương đối cao, tương đương với nhiều nguồn nguyên liệu giàu chất chống oxy hóa khác như vỏ xoài, vỏ măng cụt hoặc trà xanh khô [5,6]. Định lượng bằng UPLC-DAD cho thấy vỏ sấu riêng

chứa các flavonoid chủ yếu gồm catechin (9,05 ± 0,43 mg/g), quercetin (4,75 ± 0,27 mg/g), rutin (3,77 ± 0,24 mg/g) và procyanidin B (3,43 ± 0,64 mg/g).

Những hợp chất này đều đã được chứng minh có hoạt tính chống oxy hóa, chống viêm và kháng khuẩn mạnh [5]. Catechin là hợp chất chủ đạo, chiếm hàm lượng cao nhất trong nhóm flavonoid, đóng vai trò quan trọng trong việc trung hòa các gốc tự do - nguyên nhân gây ra stress oxy hóa trong tế bào. Các kết quả này phù hợp với nghiên cứu của He và cộng sự (2023), khi phân tích vỏ sấu riêng giống Monthong cũng xác định được hàm lượng catechin tương tự (~9 mg/g), cho thấy tính nhất quán giữa các giống và vùng địa lý [5] (Hình 1).

Việc tận thu các hợp chất sinh học này từ vỏ sấu riêng không chỉ giúp giảm lượng chất hữu cơ để phân hủy gây ô nhiễm môi trường, mà còn mở ra hướng phát triển các chế phẩm sinh học có giá trị sử dụng cao như phụ gia thực phẩm tự nhiên, hoạt chất chống oxy hóa trong mỹ phẩm hoặc chất bảo quản sinh học (Bảng 1).

3.2. Ảnh hưởng của nồng độ ethanol đến hàm lượng polyphenol tổng và hoạt tính chống oxy hóa

Đặc tính pectin thu từ vỏ sấu riêng

Sau khi chiết các hợp chất sinh học, phần bã còn lại được sử dụng để thu pectin bằng phương pháp acid nóng. Kết quả cho thấy hiệu suất pectin tinh sạch đạt 5,79 ± 0,23 % so với khối lượng chất khô ban đầu

Bảng 2. Tính chất hóa lý của pectin thu từ vỏ sầu riêng

Chỉ tiêu	Kết quả (\pm SD)
Hiệu suất thu pectin (%)	5,79 \pm 0,23
Anhydrouronic acid (AUA, %)	58,07 \pm 1,19
Methoxyl (MeO, %)	0,85 \pm 0,18
Độ ester hóa (DE, %)	22,28 \pm 1,73
Khối lượng phân tử (Mv, kDa)	24,75 \pm 1,04
Độ ẩm (%)	7,35 \pm 0,61
Tro (%)	6,35 \pm 0,40
WHC (g/g)	1,89 \pm 0,28
OHC (g/g)	2,19 \pm 0,14

– một mức hiệu suất khả quan so nghiên cứu gần đây [7]. Pectin thu được có hàm lượng anhydrouronic acid (AUA) 58,07 \pm 1,19 %, gần trong khoảng yêu cầu của FAO (>65%) đối với pectin thương mại. Về cấu trúc, độ ester hóa (DE) 22,28 \pm 1,73 % và hàm lượng methoxyl (MeO) 0,85 \pm 0,18 % cho thấy pectin thuộc nhóm low-methoxyl pectin (LMP), có khả năng tạo gel với ion Ca²⁺ (ưu tiên cơ chế gel hóa ion hóa) thay vì phụ thuộc vào hàm lượng đường. Đây là một đặc tính quan trọng để ứng dụng trong mứt ít đường, thực phẩm chức năng cho người tiểu đường, cũng như làm vật liệu màng bao sinh học và tác nhân dẫn thuốc trong y dược.

Ngoài ra, các chỉ tiêu chức năng và vật lý hóa học pectin thu được còn có khả năng giữ nước (WHC) và giữ dầu (OHC) ở mức trung bình – lần lượt là 1,89 \pm 0,28 g/g và 2,19 \pm 0,14 g/g – cho thấy có khả năng ứng dụng làm chất ổn định trong thực phẩm nhũ tương hoặc tạo độ nhớt cho sản phẩm dạng gel [7]. Khối lượng phân tử trung bình (Mv) được xác định ở mức 24,75 \pm 1,04 kDa, phù hợp với nhóm pectin có khả năng phân tán tốt và không quá nhớt - thuận lợi cho tạo màng hoặc ứng dụng trong dược phẩm (Bảng 2).

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy vỏ sầu riêng - một loại phế phẩm nông nghiệp chiếm đến 60 - 70% trọng lượng quả – không chỉ là nguồn thải hữu cơ gây ô nhiễm môi trường nếu không được xử lý đúng cách, mà còn là nguồn nguyên liệu giàu giá trị sinh học có thể khai thác hiệu quả. Dịch chiết methanol 80% từ vỏ sầu riêng chứa hàm lượng cao các hợp chất phenolic và flavonoid, đặc biệt là catechin, quercetin và rutin – những hoạt chất đã được chứng minh có khả năng chống oxy hóa mạnh. Đồng thời, phần bã sau chiết cũng cho hiệu suất thu pectin tinh sạch đạt 5,79%, với đặc tính hóa lý phù hợp cho ứng dụng công nghiệp, đặc biệt là pectin loại low methoxyl (DE \approx 22%) – thích hợp làm chất tạo gel trong thực phẩm ít đường, vật liệu màng sinh học và tá dược kiểm soát giải phóng thuốc.

Việc áp dụng quy trình xử lý hai giai đoạn (tách hợp chất sinh học - thu hồi pectin) giúp tận dụng tối đa nguồn nguyên liệu dư thừa từ ngành hàng sầu riêng, đồng thời góp phần giảm thiểu chất thải rắn hữu cơ, hạn chế phát sinh khí nhà kính từ quá trình phân hủy và thúc đẩy mô hình kinh tế tuần hoàn trong nông nghiệp. Trường hợp nghiên cứu tại tỉnh Tiền Giang - nơi sản xuất sầu riêng lớn nhất cả nước - cho thấy tiềm năng ứng dụng thực tế rõ ràng, hoàn toàn có thể nhân rộng thành mô hình công nghiệp quy mô nhỏ đến vừa tại các vùng trồng cây ăn quả trọng điểm.

Kết quả nghiên cứu này là cơ sở khoa học để đề xuất các mô hình xử lý phụ phẩm nông nghiệp có định hướng giảm phát thải, tăng giá trị sử dụng, hướng đến phát triển bền vững ngành nông nghiệp và môi trường nông thôn. Nghiên cứu cũng đặt nền tảng cho các bước tiếp theo trong việc phát triển sản phẩm ứng dụng (gel thực phẩm, màng sinh học, dược liệu...) từ nguồn nguyên liệu tái tạo và thân thiện với môi trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Nông nghiệp & Phát triển nông thôn (2023). Báo cáo ngành hàng trái cây – Diễn đàn quốc gia 2023. Cục Trồng trọt.
2. Báo Ấp Bắc (2024). Siết chặt quản lý chất lượng sầu riêng. Truy cập: <https://baoapbac.vn>.
3. Ahmad, A., et al. (2023). Transforming agricultural waste into value: An overview on durian peel utilization. *Journal of Environmental Management*, 348, 119261. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119261>.
4. Trịnh Thị Thu Huyền, Nguyễn Văn Hòa (2021). Tiềm năng phát thải khí nhà kính từ rác hữu cơ tại đô thị Việt Nam. *Tạp chí Môi trường*, 12, 14–20.
5. He, Y., et al. (2023). The profiles of durian (*Durio zibethinus* Murr.) shell phenolics and their antioxidant effects. *Food Research International*, 163, 112122. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.112122>.
6. Muhtadi, M., & Ningrum, U. S. (2019). Standardization of durian fruit peels extract from Monthong and Medan variety. *Journal of Physics: Conference Series*, 1375(1), 012027. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1375/1/012027>.
7. Nguyen, A., et al. (2024). Pectin from durian peel (*Durio zibethinus* Murr.) - a novel reducing and stabilizing agent: Physicochemical properties, green synthesis of silver nanoparticles and antimicrobial properties. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, 8, 100623. <https://doi.org/10.1016/j.carpta.2024.100623>.