



DOI:10.22144/ctujos.2025.008

TÍNH CHẤT HÓA LÝ VÀ THÀNH PHẦN CHẤT XƠ TỪ NĂM LOẠI QUẢ CÓ MÚI HỌ CAM QUÝT ĐƯỢC TRỒNG Ở ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Nguyễn Cẩm Hương^{1,2}, Lê Thị Nga², Trần Ái Nhật², Trần Chí Nhân¹ và Trần Thanh Trúc^{1*}

¹Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Trường Đại học Cần Thơ, Việt Nam

²Trường Đại học Công Thương Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

*Tác giả liên hệ (Corresponding author): tttruc@ctu.edu.vn

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 28/06/2024

Sửa bài (Revised): 04/07/2024

Duyệt đăng (Accepted): 02/11/2024

Title: Physicochemical characteristics and fiber composition from five types of Citrus fruits grown in the Mekong Delta

Author(s): Nguyen Cam Huong^{1,2}, Le Thi Nga², Tran Ai Nhat², Tran Chi Nhan¹ and Tran Thanh Truc^{1*}

Affiliation(s): ¹Institute of Food and Biotechnology, Can Tho University, Viet Nam; ²HCMC University of Industry and Trade, Viet Nam

TÓM TẮT

Nghiên cứu đã tiến hành phân tích và đo đạc các đặc tính hình thái, tính chất hóa lý cơ bản của 5 loại quả có múi được trồng phổ biến ở Đồng bằng sông Cửu Long, bao gồm bưởi da xanh, bưởi Năm Roi, cam sành, cam xoàn và chanh không hạt; ngoài ra, sự phân bố thành phần chất xơ từ phụ phẩm 5 loại quả có múi này đã được xác định. Kết quả nghiên cứu cho thấy có sự tương quan giữa các thông số về đặc tính hình thái như khối lượng, khối lượng riêng, đường kính quả và màu sắc. Độ ẩm của thịt quả luôn cao hơn phần vỏ. Cả vỏ xanh, vỏ trắng và thịt quả đều giàu carbohydrate, kể đến là lipid và tro, hàm lượng protein rất thấp. Xét về cơ cấu thành phần chất xơ, tổng hàm lượng xơ cao nhất ở vỏ trắng ($67,03 \pm 2,61\%$) và cùi quả ($70,02 \pm 3,06\%$) cam sành, ngược lại, chất xơ trong vỏ xanh của cam sành ($45,28 \pm 2,89\%$) và cam xoàn ($29,30 \pm 1,08\%$) đều thấp. Có sự tương quan tỷ lệ thuận giữa chất xơ tổng số (TDF) và chất xơ không tan (IDF) ở tất cả phần phụ phẩm ở 5 loại quả.

Từ khóa: Chất xơ, hình thái, màu sắc, quả có múi, tương quan

ABSTRACT

The study analyzed and measured the morphological characteristics and basic physicochemical properties of 5 types of citrus fruits commonly grown in the Mekong Delta, including da xanh pomelo, Nam Roi pomelo, and sanh orange, xoan orange, and seedless lemons. In addition, the distribution of fiber composition from by-products of these 5 citrus fruits was determined. Research results showed that there was a correlation between morphological characteristic parameters, such as weight, density, fruit diameter, and color. The moisture content of the flesh of these fruits is always higher than that of the peel. Both green peel, white peel and flesh were rich in carbohydrates, followed by lipids and ash, and a very low protein content. In terms of fiber composition, the total fiber content was highest in the white peel ($67.03 \pm 2.61\%$) and fruit flesh ($70.02 \pm 3.06\%$) of sanh orange, on the contrary, the fiber in green peel of sanh orange ($45.28 \pm 2.89\%$) and xoan orange ($29.30 \pm 1.08\%$) were both low. There was a positive correlation between insoluble dietary fiber (IDF) and total dietary fiber (TDF) in all by-products in 5 citrus fruit types.

Keywords: Citrus fruits, color, correlation, fiber, morphological characteristics

1. GIỚI THIỆU

Theo General statistics office (2023), tính đến cuối năm 2022, diện tích hiện có của cây ăn quả ở Việt Nam là 1221,4 nghìn ha. Trong 7 loại cây ăn quả lâu năm chủ yếu đều có sự hiện diện của bưởi (110,5 nghìn ha), nhóm cam, quýt (109,7 nghìn ha) với sản lượng bưởi tăng dần từ năm 2018 (từ 653,7 nghìn tấn) đến năm 2022 (1142,6 nghìn tấn); sản lượng cam, quýt tăng từ 1100,8 nghìn tấn lên 2009,3 nghìn tấn, 90% là cam (1807,9 nghìn tấn). Trong số này, sản lượng cam đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) là 1148,1 nghìn tấn, chiếm 63,5% sản lượng cam cả nước. Vĩnh Long là địa phương có diện tích trồng cam tập trung và phát triển mạnh, sản lượng cam của Vĩnh Long đạt 822 nghìn tấn, chiếm 41% tổng sản lượng cam của cả nước, tăng gần 8 lần sau 5 năm. Vùng ĐBSCL đã bắt đầu hình thành vùng chuyên canh cây có múi, đặc biệt là bưởi da xanh ở Bến Tre, bưởi Năm Roi và cam Vĩnh Long. Riêng cây chanh cũng được phát triển mạnh ở ĐBSCL, diện tích trồng chanh năm 2022 chiếm 69% cả nước (29,7 nghìn ha trên tổng số 42,9 nghìn ha của cả nước) nhưng sản lượng thu hoạch lại chiếm đến 81%), tập trung ở Long An, Tiền Giang và Hậu Giang, chủ yếu là chanh không hạt. Chi cam quýt thuộc loài cây ăn quả quan trọng được trồng trên thế giới, trong đó cam chiếm 56%, quýt: 17%, chanh: 11%, và cuối cùng là bưởi: 6% trong tổng sản lượng hàng năm của *Citrus* (Makni et al., 2018). Trái cây có múi ngoài việc tiêu thụ tươi, là nguồn cung cấp vitamin C cao, tăng cường hệ thống miễn dịch, còn đồng thời giúp làm chậm quá trình lão hóa do chứa nhiều khoáng chất, hoạt chất kháng oxy hóa và chất xơ. Đặc biệt, vỏ là thành phần chính của chất thải từ ngành công nghiệp thực phẩm, chiếm khoảng 50% khối lượng quả, là nơi tập trung các phân tử hoạt tính sinh học như chất chống oxy hóa tự nhiên, phenolic, flavonoid và chất xơ (Fava et al., 2013; Makni et al., 2018).

Mặc dù quả có múi họ cam quýt là nguồn nguyên liệu có vai trò chủ lực trong ngành cây trồng nói chung và ngành chế biến nước ép nói riêng, nhưng ít được quan tâm đến thành phần chất xơ và chưa có dữ liệu thống kê về tính chất hóa lý cơ bản giữa các vị trí chính trong vỏ quả, nhất là cam, chanh còn chưa được quan tâm nhiều. Nghiên cứu này được thực hiện với mục tiêu xác định các đặc tính hóa lý và sự phân bố chất xơ của 5 loại quả có múi được trồng nhiều ở khu vực ĐBSCL gồm bưởi da xanh, bưởi Năm Roi, cam sành, cam xoàn và chanh không hạt, giúp xây dựng cơ sở dữ liệu và làm tiền đề cho

sự định hướng khai thác tốt hơn giá trị kinh tế về quả có múi.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu

Bưởi Năm Roi (*Citrus grandis* L.) và bưởi da xanh (*Citrus maxima*) đều có độ tuổi thu hoạch là 8 tháng sau khi ra hoa, chọn đồng nhất cây bưởi 5 đến 8 năm tuổi. Trong đó, bưởi Năm Roi được thu hái trực tiếp từ vườn bưởi ở thị xã Bình Minh, tỉnh Vĩnh Long; trồng theo tiêu chuẩn VietGap. Bưởi da xanh thu hái từ vườn trồng theo chỉ dẫn địa lý ở xã Phước Thạnh, huyện Châu Thành, tỉnh Bến Tre.

Cam sành (*Citrus reticulata* × *sinensis*) và cam xoàn (*Citrus nobilis*) đều được thu mua tại nhà vườn được trồng theo tiêu chuẩn VIETGAP (huyện Trà Ôn, tỉnh Vĩnh Long) với thời điểm từ khi ra hoa đến thu hoạch là 8 tháng (cam sành), 9 tháng (cam xoàn), chọn vườn cam 5 năm tuổi.

Chanh không hạt (*Citrus limon* (L.) Burm.f.) cũng được thu hái từ cây chanh 4-5 năm tuổi được trồng tại Nông trại chanh không hạt theo tiêu chuẩn Global GAP của Công ty cổ phần thương mại và đầu tư Chanh Việt (huyện Bến Lức, tỉnh Long An). Thời gian từ khi ra hoa đến thu hoạch là 100 ngày.

Cả năm loại quả được chọn để nghiên cứu chỉ thu hoạch vào buổi sáng, để nguyên cuống, bao gói trái bằng giấy báo và vận chuyển về phòng thí nghiệm bằng thùng giấy carton. Quá trình thu hái và vận chuyển đảm bảo kết thúc trước 10 giờ sáng.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Chuẩn bị mẫu

Các loại quả có múi sau khi thu nhận được loại bỏ tạp chất bám bên ngoài. Khối lượng quả được cân, đo đường kính (nơi rộng nhất của quả), bóc vỏ và tách riêng từng phần của quả (vỏ xanh, vỏ trắng, thịt quả, các phần phụ khác), sau đó xác định khối lượng của từng phần; cắt nhỏ hoặc nghiền từng thành phần riêng biệt (thịt quả, phần phụ phẩm cần khảo sát) cho các phân tích tiếp theo.

Chuẩn bị mẫu để phân tích xơ: Các phần phụ phẩm đã tách riêng, sau khi nghiền nhỏ được sấy đến khối lượng không đổi (độ ẩm thấp hơn 10%) bằng thiết bị sấy đôi lưu không khí nóng ở nhiệt độ $70 \pm 3^\circ\text{C}$. Nguyên liệu sau sấy được xay thành bột, đóng riêng thành các gói 5 g, trữ trong bình hút ẩm để phân tích thành phần chất xơ. Thời gian sử dụng mẫu đã chuẩn bị không quá 2 tuần.

2.2.2. Phương pháp phân tích

– Khối lượng, tỷ lệ các thành phần: sử dụng cân phân tích, độ chính xác 0,001 g (Ohaus, Hoa Kỳ);

– Đường kính (cm): dùng thước kẹp điện tử, độ chính xác 0,02 mm (Mitutoyo, Nhật Bản);

– Khối lượng riêng (kg/m³): Sử dụng phương pháp thay thế chất lỏng dựa trên lý thuyết Archimedes (Mohsenin, 1970, trích dẫn bởi Sahin & Sumnu, 2006).

– Màu sắc: Xác định độ sáng L* (độ sáng), sự chuyển màu a* và b* bằng máy đo màu FRU-WR10QC (Trung Quốc).

– Chỉ tiêu hóa lý (chỉ xác định đối với thịt quả): pH được đo trực tiếp từ dịch ép, sử dụng pH kế (HM-41X, Nhật Bản), hàm lượng chất khô hòa tan TSS (Atago, 0-35, Nhật Bản), acid toàn phần TA được phân tích theo phương pháp chuẩn độ bằng NaOH 0,1N (Pham & Bui, 1991).

– Các chỉ tiêu hóa học cơ bản: (i) Độ ẩm (%): phương pháp sấy đến khối lượng không đổi (AOAC 950.46); (ii) Tro (%): nung chảy các chất hữu cơ ở 550 - 600°C (AOAC 923.03); (iii) Protein tổng số (%): phương pháp Kjeldahl (AOAC 960.52); (iv) Lipid (%): phương pháp Soxhlet (AOAC 920.39); (v) Carbohydrate (%): theo phương pháp của Ani & Abel (2018).

– Chất xơ thành phần: Cân 1 g bột nguyên liệu, thêm 50 mL đệm phosphate, lần lượt thêm các loại enzyme khác nhau từ bộ kit phân tích chất xơ, cụ thể là 100 μ L α -amylase (pH 6,0 $\pm$ 0,1) ở 100°C trong 15 phút, 100 μ L protease (pH 7,5 $\pm$ 0,1, điều chỉnh bằng NaOH 0,275 M) ở 60°C 30 phút, 300 μ L amyloglucosidase (pH 4,0-4,6, điều chỉnh bằng HCl 0,325 M) ở 60°C 30 phút. Sau đó, lọc và rửa lần lượt với nước, ethanol và acetone thu được xơ không tan (IDF) theo AOAC 991.42. Phần dịch thu nhận được kết tủa với ethanol 96° (tỷ lệ dịch/ethanol là 1:2) ở nhiệt độ phòng trong 1 giờ và rửa lần lượt với ethanol và acetone thu được xơ tan (SDF) theo AOAC 993.19. Chất xơ tổng số (TDF) được tính theo công thức: TDF = SDF + IDF.

2.2.3. Bố trí thí nghiệm

a. *Khảo sát đặc tính hình thái, tính chất vật lý và tỷ lệ phân bố thành phần khối lượng quả có múi họ cam quýt phổ biến tại ĐBSCL*

Khảo sát được thực hiện trên 5 loại quả có múi họ cam quýt (bưởi Năm Roi, bưởi da xanh, cam sành, cam xoàn, chanh không hạt). Các đặc tính hình thái như hình dạng quả, màu sắc vỏ quả được ghi

nhận trước khi cân khối lượng, đo đường kính. Quả sau đó được bóc tách riêng từng phần: vỏ xanh, vỏ trắng, thịt quả, các phần phụ. Khối lượng của từng phần được xác định. Riêng phần thịt quả, vỏ xanh và vỏ trắng được xác định chỉ số màu sắc (L*, a*, b*). Phân loại sự thay đổi tính chất vật lý của quả theo đường kính và xác định tương quan giữa đường kính, khối lượng, khối lượng riêng và màu sắc của quả.

b. *Khảo sát thành phần hóa học cơ bản của thịt quả có múi họ cam quýt phổ biến tại ĐBSCL*

Các thành phần cơ bản của thịt quả được phân tích, bao gồm độ Brix, pH, acid chuẩn độ, độ ẩm, protein, lipid, tro, carbohydrate (%) để đánh giá chất lượng ăn và định hướng ứng dụng thịt quả có múi.

c. *Khảo sát cơ cấu chất xơ ở phụ phẩm của 5 loại quả*

Dựa trên kết quả phân tích tỷ lệ thành phần của 5 loại quả có múi, phụ phẩm được chọn lọc để đánh giá cơ cấu thành phần chất xơ (chất xơ tổng số, xơ không tan và xơ tan), xây dựng tương quan của cơ cấu chất xơ và xác định nhóm phụ phẩm phù hợp cho nghiên cứu thu nhận chất xơ.

2.2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Thí nghiệm được bố trí với 3 lần lặp lại, số lượng quả cho mỗi lần thí nghiệm là 30 quả cho mỗi loại. Các kết quả được thể hiện dưới dạng trung bình của 3 lần lặp lại $\pm$ độ lệch chuẩn. Kết quả được thống kê, phân tích phương sai, kiểm định LSD ở mức ý nghĩa 5% bằng chương trình Statgraphics Centurion 16.1.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc tính hình thái, tính chất vật lý và tỷ lệ phân bố thành phần khối lượng của quả có múi họ cam quýt phổ biến ở ĐBSCL

Phía ngoài cả 5 loại quả có múi được khảo sát đều cho thấy có hình dạng tương tự nhau (Hình 1), ở dạng hình cầu (Rosales & Suwonsichon, 2015; Ladaniya, 2022), trừ bưởi Năm Roi có hình quả lê. Đặc điểm hình thái của bưởi da xanh giống bưởi Tumbuhan Siam và Thông Dee của Thái Lan. Ngược lại, bưởi Năm Roi lại giống bưởi Kao Numpueng, Kao Tangkwa và Kao Yai của Thái Lan, thịt quả có màu vàng (Rosales & Suwonsichon, 2015). Ở độ tuổi thu hoạch phổ biến để thương mại hóa, cả 5 loại quả đều có thể phân thành 3 nhóm chính có sự khác biệt về đường kính cũng như khối lượng trung bình và khối lượng riêng của quả (Bảng 1). Việc phân nhóm đường kính được dựa theo tiêu chuẩn Việt

Nam về bưởi quả tươi (TCVN 10746:2015), cam quả tươi (TCVN 1873:2014) và chanh không hạt quả tươi (TCVN 12095:2017). Bưởi Năm Roi thuộc nhóm có khối lượng riêng nhỏ nhất, kể đến là bưởi da xanh, trong khi cam sành, cam xoàn và chanh

không hạt đều có khối lượng riêng lớn hơn. Đặc biệt, cam sành và chanh không hạt ở cỡ trái nhỏ đều có khối lượng riêng cao hơn khối lượng riêng của nước (quả chìm trong nước).



Hình 1. Hình thái và màu sắc ngoại quan của năm loại quả có múi họ cam quýt được trồng ở ĐBSCL

Bảng 1. Sự thay đổi tính chất vật lý của 5 loại quả có múi ở ĐBSCL

Phân nhóm đường kính	Khối lượng trung bình (g)	Đường kính trung bình (cm)	Khối lượng riêng trung bình (kg/m ³)
Bưởi da xanh			
120-136 mm	899,16±47,32 ^a	12,90±0,62 ^a	803,93±77,62 ^a
130-145 mm	1079,07±56,79 ^b	13,66±0,72 ^a	813,47±85,91 ^a
139-154 mm	1320,86±69,52 ^c	15,09±0,62 ^b	736,58±66,46 ^a
Bưởi Năm Roi			
114-124 mm	655,98±34,53 ^a	12,16±0,76 ^a	704,44±110,67 ^a
122-135 mm	874,24±46,01 ^b	13,08±0,21 ^{ab}	748,02±68,39 ^a
131-145 mm	1095,97±57,68 ^c	13,86±0,63 ^b	789,82±65,10 ^a
Cam sành			
58-65 mm	118,21±7,59 ^a	6,03±0,17 ^a	1027,09±38,62 ^b
64-73 mm	142,73±6,42 ^a	6,57±0,11 ^b	960,09±28,37 ^{ab}
87-100 mm	328,15±19,22 ^b	8,82±0,25 ^c	916,90±81,02 ^a
Cam xoàn			
64-73 mm	153,55±4,10 ^a	6,88±0,12 ^a	903,23±53,11 ^a
67-76 mm	205,47±6,99 ^b	7,37±0,20 ^b	981,86±67,56 ^a
74-81 mm	256,22±2,08 ^c	7,92±0,17 ^c	988,76±68,71 ^a
Chanh không hạt			
45-51 mm	77,06±2,64 ^a	5,22±0,19 ^a	1038,36±89,39 ^a
48-56 mm	90,73±5,01 ^b	5,60±0,10 ^b	991,04±89,93 ^a
53-62 mm	104,76±5,51 ^c	5,98±0,17 ^c	936,65±48,79 ^a

Giá trị được biểu thị bằng trung bình ± độ lệch chuẩn của phép đo 3 lần. Trong cùng một cột và cùng loại mẫu, các giá trị có chữ cái theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở $p<0,05$.

Bảng 2. Tỷ lệ phân bố thành phần của 5 loại quả có múi

Vị trí	Loại quả có múi (%)				
	Bưởi da xanh	Bưởi Năm Roi	Cam sành	Cam xoàn	Chanh không hạt
Vỏ xanh	14,41±0,52 ^{ABc}	11,41±0,84 ^{Ac}	18,39±4,09 ^{Bd}	13,82±1,77 ^{Ad}	11,00±1,89 ^{Ac}
Vỏ trắng	21,76±0,59 ^{Cd}	24,46±0,77 ^{Dd}	11,36±0,42 ^{Ac}	10,64±1,70 ^{Ac}	18,30±0,74 ^{Bd}
Thịt quả	55,27±0,90 ^{Ac}	53,22±0,25 ^{Ac}	63,35±4,66 ^{Be}	70,06±2,29 ^{Ce}	65,94±2,48 ^{BCe}
Lõi và bao tép (Cùi quả)	6,87±1,84 ^{bBC}	7,66±1,57 ^{bC}	5,05±0,27 ^{aAB}	4,38±1,20 ^{ABb}	3,93±1,04 ^{Ab}
Hạt	-	0,94±0,58 ^{aA}	0,87±0,37 ^{aA}	0,25±0,14 ^{aA}	-
Vỏ cuống	1,70±0,44 ^{aBC}	2,31±0,75 ^{aC}	0,98±0,29 ^{aAB}	0,85±0,26 ^{aA}	0,84±0,33 ^{aA}

Giá trị được biểu thị bằng giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn của phép đo lặp lại 3 lần.

Các giá trị có chữ cái theo sau giống nhau trong cùng một cột (chữ in thường) hoặc hàng (chữ in hoa) thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở $p<0,05$.

Kết quả ở Bảng 2 cho thấy tỷ lệ phần thịt quả của bưởi lại thấp hơn so với cam và chanh, cam xoàn có tỷ lệ thịt quả cao nhất ($70,06 \pm 2,29\%$), khác biệt không ý nghĩa so với chanh không hạt ($65,94 \pm 2,48\%$) đồng thời cam xoàn có tỷ lệ vỏ trắng thấp nhất ($10,64 \pm 1,70\%$) và khác biệt không ý nghĩa đối với cam sành ($11,36 \pm 0,42\%$), ngược lại bưởi Năm Roi có tỷ lệ vỏ trắng cao nhất ($24,46 \pm 0,77\%$) và tỷ lệ thịt quả thấp nhất ($53,22 \pm 0,25\%$), khác biệt không ý nghĩa đối với bưởi da xanh ($55,27 \pm 0,90\%$). Tuy nhiên, sự tương quan này không tỷ lệ thuận, điển hình như chanh không hạt có tỷ lệ thịt quả thuộc nhóm cao, không khác biệt có ý nghĩa thống kê khi so sánh với cam xoàn và cam sành, nhưng lại có tỷ lệ vỏ trắng cao hơn cả hai giống cam. Ngược lại, phần vỏ xanh cam sành chiếm tỷ lệ cao nhất, khác biệt không ý nghĩa đối với bưởi da xanh và bưởi Năm Roi.

Phần lõi và bao tép chiếm tỷ lệ khá lớn, từ $3,93 \pm 1,04\%$ ở chanh không hạt đến $7,66 \pm 1,57\%$ ở bưởi Năm Roi. Điều này cho thấy khi tiến hành phân tích cơ cấu xơ có trong phụ phẩm, cần chú ý đến thành phần này. Trong số các loại quả có múi, bưởi là loại quả có lớp vỏ nhiều và dày nhất với khối lượng vỏ thường chiếm 30% khối lượng của quả (Nor et al., 2015). Theo nghiên cứu của Mahato et

al. (2018), phần vỏ bưởi chiếm 27%, với 10% là vỏ xanh và 17% là vỏ trắng. Bên cạnh đó, đối với các loại quả khác thuộc họ cam quýt, lượng phụ phẩm được thải ra trong quá trình sản xuất chiếm khoảng 5 đến 70%, trong đó bao gồm vỏ (60 – 65%), các mô bên trong (30 – 35%) và hạt (10%) (Fermoso et al., 2018). Tuy nhiên, có sự khác biệt giữa tỷ lệ phân bố các thành phần trên, phụ thuộc vào loại quả, giống và mùa thu hoạch của cây họ cam quýt. Trong vỏ quả tươi có chứa thành phần chính như nước, cellulose, hemicellulose, đường hòa tan, lipid (chủ yếu là D-limonene). Việc tận dụng phụ phẩm từ quả họ cam quýt để thu hồi các hợp chất tự nhiên, đặc biệt hướng đến thu nhận chất xơ sẽ góp phần gia tăng giá trị của các loại quả này như phát triển các loại thực phẩm chức năng, thực phẩm hỗ trợ sức khỏe (Tocmo et al., 2020). Sự kết hợp giữa kết quả đo đạc các tính chất vật lý (Bảng 1) và sự phân bố các thành phần (Bảng 2) cho thấy giá trị thấp hơn về khối lượng riêng của 2 loại bưởi so với cam và chanh là phù hợp khi có sự khác biệt rõ về tỷ lệ vỏ trắng. Một điều cũng cần lưu ý là bưởi Năm Roi có dạng quả lê, khác với 4 loại quả có múi còn lại. Chanh không hạt có khối lượng riêng cao, thậm chí chanh ở cỡ quả nhỏ (đường kính trong khoảng 45-51 mm) còn có khối lượng riêng lớn hơn khối lượng riêng của nước.

Bảng 3. Màu sắc (L^* , a^* , b^*) của các thành phần 5 loại quả có múi ở DBSCL

Vị trí khảo sát	Giá trị L^*	Giá trị a^*	Giá trị b^*
<i>Vỏ xanh</i>			
Bưởi da xanh	$43,28 \pm 0,60^b$	$-3,96 \pm 0,22^d$	$20,35 \pm 0,89^a$
Bưởi Năm Roi	$46,74 \pm 0,58^c$	$-3,54 \pm 0,12^d$	$34,04 \pm 0,70^b$
Cam sành	$28,92 \pm 0,63^a$	$-7,13 \pm 0,90^c$	$18,07 \pm 1,72^a$
Cam xoàn	$45,85 \pm 0,87^c$	$-15,37 \pm 1,36^a$	$43,39 \pm 1,82^d$
Chanh không hạt	$49,82 \pm 0,52^d$	$-13,73 \pm 1,16^b$	$36,77 \pm 0,88^c$
<i>Vỏ trắng</i>			
Bưởi da xanh	$78,68 \pm 0,80^a$	$1,00 \pm 0,09^b$	$21,76 \pm 0,16^a$
Bưởi Năm Roi	$78,59 \pm 0,50^a$	$0,39 \pm 0,07^a$	$22,40 \pm 0,05^a$
Cam sành	$83,56 \pm 7,68^a$	$1,38 \pm 0,41^c$	$25,59 \pm 6,05^a$
Cam xoàn	$80,37 \pm 3,32^a$	$0,68 \pm 0,17^{ab}$	$21,94 \pm 2,62^a$
Chanh không hạt	$76,84 \pm 0,06^a$	$0,36 \pm 0,07^a$	$24,16 \pm 0,17^a$
<i>Thịt quả</i>			
Bưởi da xanh	$30,28 \pm 0,28^a$	$9,68 \pm 0,24^d$	$13,18 \pm 0,28^a$
Bưởi Năm Roi	$46,05 \pm 0,79^d$	$-0,25 \pm 0,03^a$	$18,41 \pm 0,55^b$
Cam sành	$36,06 \pm 2,27^c$	$8,27 \pm 1,01^c$	$49,50 \pm 4,57^d$
Cam xoàn	$33,09 \pm 1,21^b$	$4,70 \pm 0,76^b$	$25,18 \pm 0,84^c$
Chanh không hạt	$50,33 \pm 0,14^c$	$-0,26 \pm 0,03^a$	$20,18 \pm 0,16^b$

Giá trị được biểu thị bằng trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn của phép đo 3 lần. Trong cùng một cột và cùng loại mẫu, các giá trị có chữ cái theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở $p < 0,05$.

Về màu sắc, vỏ xanh cam sành đậm và bóng hơn 4 giống còn lại, thịt quả màu cam sáng, tương đối nhiều hạt, cam xoàn thì vỏ màu xanh nhạt và mỏng

hơn, thịt quả màu vàng nhạt, hạt to hơn. Chanh không hạt vỏ xanh trơn bóng, thịt quả có màu vàng rất nhạt, rất ít hạt hoặc không có. Kết quả đo đặc sự

thay đổi màu sắc của vỏ xanh, vỏ trắng và thịt quả của 5 loại quả này (Bảng 3) cũng cho thấy, vỏ xanh của cam sành có giá trị L^* ($28,92 \pm 0,63$) cũng như giá trị b^* ($18,07 \pm 1,72$) là thấp nhất, khác biệt không ý nghĩa đối với vỏ bưởi da xanh. Sự khác biệt về chỉ số L^* và b^* là không có ý nghĩa thống kê ở vỏ trắng, tuy nhiên giá trị a^* thì có biến động giữa các loại quả. Trong khi đó, độ sáng L^* của thịt quả đạt cao nhất ở chanh không hạt và thấp nhất ở bưởi da xanh. Bưởi Năm Roi và chanh không hạt có phần thịt quả màu khá nhạt, thể hiện ở giá trị a^* âm trong khi giá trị a^* của cam sành và bưởi da xanh cao. Với màu vàng sậm đặc trưng của tép cam sành, giá trị b^* thể hiện mức chuyển vàng của thịt quả cam sành cao khác biệt có ý nghĩa thống kê ($49,50 \pm 4,57$) so với 04 loại quả còn lại. Không tìm thấy công bố trên cam, chanh, tuy nhiên, các kết quả này cũng có sự tương đồng với kết quả công bố của nhóm nghiên cứu Nguyen et al. (2021), Nguyen et al. (2022) trên bưởi da xanh và bưởi Năm Roi.

Đánh giá tương quan giữa các tính chất vật lý của từng loại quả cũng như tổng hợp 5 loại quả cho thấy, có sự tương quan tỷ lệ thuận giữa đường kính và khối lượng, tương quan nghịch giữa đường kính và khối lượng riêng, khối lượng và khối lượng riêng (Hình 2). Một điểm khá thú vị là độ màu a^* (sự chuyển màu từ xanh lá cây đến đỏ) lại có xu hướng tỷ lệ nghịch với đường kính và khối lượng, trong khi tỷ lệ thuận với khối lượng riêng. Khi xét riêng từng loại quả, đều có sự tương quan thuận giữa đường kính và khối lượng, tương quan nghịch giữa khối lượng và khối lượng riêng (trừ bưởi Năm Roi, có lẽ do sự khác biệt về hình dạng quả). Bưởi da xanh có

tương quan nghịch giữa khối lượng và độ sáng L^* và độ màu a^* của thịt quả; cả bưởi da xanh và chanh không hạt có tương quan thuận giữa L^* và a^* , b^* (Hình 2b và 2f).

Nhìn chung, các kết quả vẫn cho thấy, thịt quả là phần có giá trị cao nhất và luôn chiếm hơn 50%, phần phụ phẩm còn lại gồm vỏ xanh, vỏ trắng và cùi quả (lõi, bao tép) là những phần cần được quan tâm, định hướng sử dụng cho các nghiên cứu tiếp theo. Trong nghiên cứu này, thịt quả là đối tượng nghiên cứu được quan tâm để đánh giá chất lượng thông qua các thành phần hóa học cơ bản, trong khi phần phụ phẩm hướng đến việc đánh giá sự phân bố cơ cấu thành phần chất xơ – hướng nghiên cứu còn chưa có nhiều công bố khoa học.

3.2. Thành phần hóa học cơ bản của thịt quả có múi họ cam quýt phổ biến tại ĐBSCL

Thành phần hóa học cơ bản từ thịt quả của 5 loại bưởi, cam, chanh phổ biến ở ĐBSCL được phân tích và thống kê, tổng hợp ở Bảng 4; trong khi đó các thông số chất lượng (tổng hàm lượng chất khô hòa tan TSS, acid chuẩn độ TA, chỉ số TSS/acid và hàm lượng vitamin C (%)) được thể hiện ở Bảng 5.

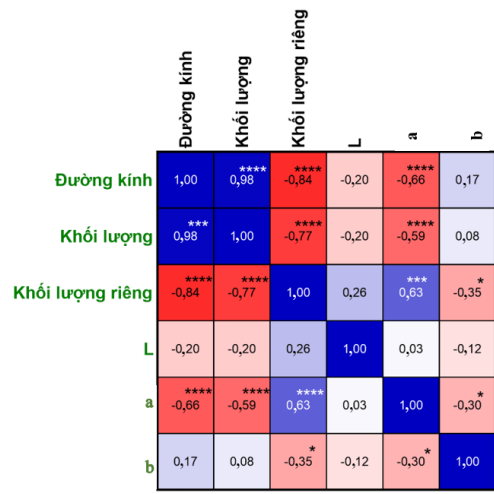
Kết quả từ Bảng 4 cho thấy, thịt quả bưởi có ưu điểm với độ ẩm thấp hơn ($84,46\text{--}86,05\%$) do đó các thành phần chất khô có tỷ lệ cao hơn so với cam và chanh. Điều này cũng phù hợp với cách thức sử dụng phổ biến cho cam và chanh là ép tách lấy nước, trong khi đó bưởi thường được sử dụng để ăn tươi. Tuy nhiên, trong thành phần cơ bản của bưởi lại có hàm lượng protein rất thấp và lipid cao hơn, có khác biệt với cam và chanh.

Bảng 4. Thành phần hóa học cơ bản của phần thịt quả từ 5 loại quả có múi ở ĐBSCL

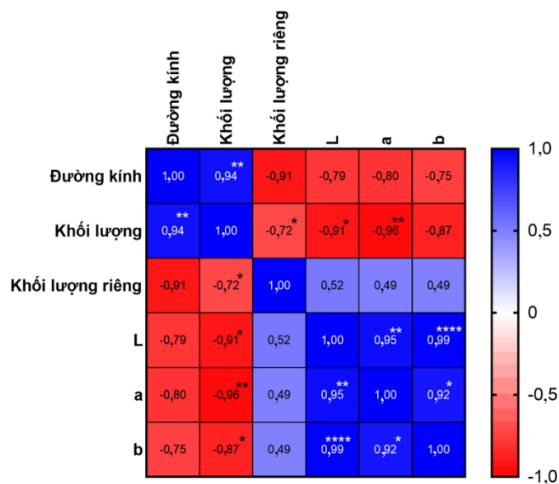
Loại quả	Độ ẩm (%)	Protein (%)	Lipid (%)	Tro (%)	Carbohydrate (%)	Vitamin C (mg%)
Bưởi da xanh	$84,46 \pm 0,32^a$	$0,004 \pm 0,00^a$	$1,53 \pm 0,10^d$	$0,43 \pm 0,01^{ab}$	$13,58 \pm 0,22^d$	$35,23 \pm 1,32^b$
Bưởi Năm Roi	$86,05 \pm 0,61^b$	$0,002 \pm 0,00^a$	$1,54 \pm 0,11^d$	$0,39 \pm 0,04^a$	$12,02 \pm 0,68^c$	$41,87 \pm 1,56^c$
Cam sành	$91,14 \pm 0,17^d$	$0,73 \pm 0,01^c$	$0,32 \pm 0,03^b$	$0,38 \pm 0,03^a$	$7,44 \pm 0,17^a$	$32,31 \pm 1,76^{ab}$
Cam xoàn	$90,58 \pm 0,14^{cd}$	$0,87 \pm 0,02^d$	$0,15 \pm 0,02^a$	$0,46 \pm 0,04^{bc}$	$7,94 \pm 0,15^a$	$40,04 \pm 3,21^c$
Chanh không hạt	$90,26 \pm 0,11^c$	$0,10 \pm 0,03^b$	$0,57 \pm 0,01^c$	$0,51 \pm 0,04^c$	$8,56 \pm 0,10^b$	$28,78 \pm 2,81^a$

Giá trị được biểu thị bằng giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn của phép đo lặp lại 3 lần.

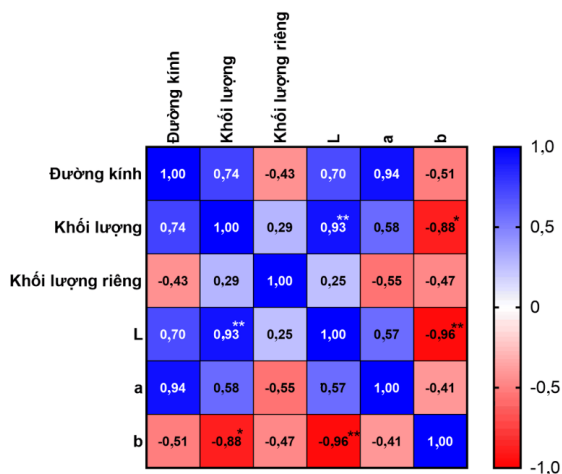
Các giá trị có chữ cái theo sau giống nhau trong cùng một cột thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở $p < 0,05$.



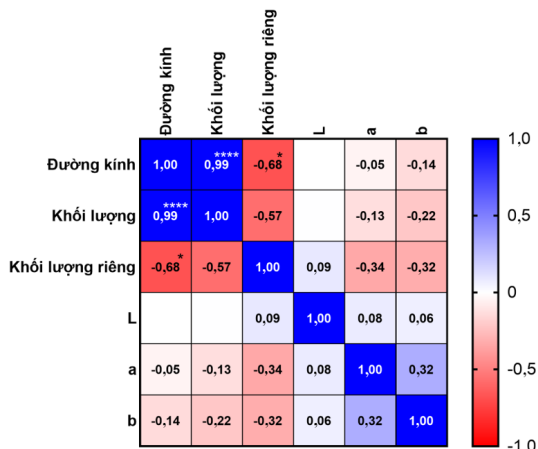
(a) Tương quan chung 5 loại quả



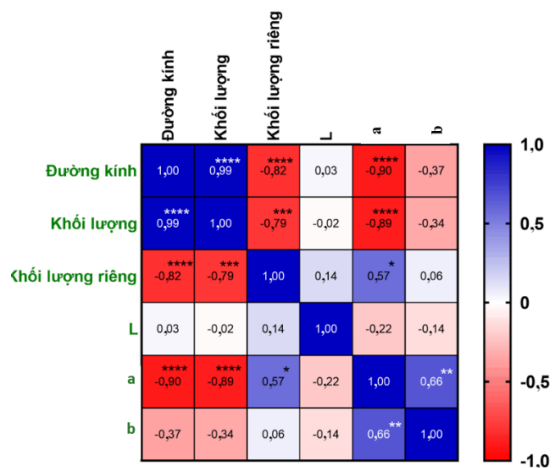
(b) Bưởi da xanh



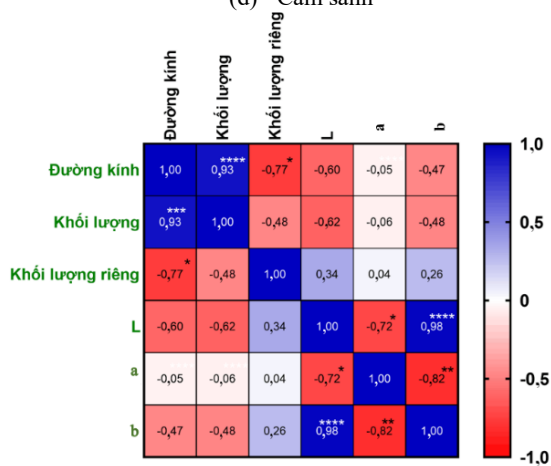
(c) Bưởi Năm Roi



(d) Cam sành



(e) Cam xoàn



(f) Chanh không hạt

Hình 2. Tương quan giữa các tính chất vật lý của 5 loại quả có múi

($p^{****} < 0,0001$; $p^{***} < 0,001$; $p^{**} < 0,01$; $p^{*} < 0,05$)

Bảng 5. Hàm lượng chất khô hòa tan, acid tổng số và pH của phần thịt quả từ 5 loại quả có múi

Loại quả	TSS (°Brix)	Acid toàn phần TA (%)	TSS/acid	pH
Bưởi da xanh	11,88±0,26 ^b	0,44±0,02 ^a	27,00±0,14 ^d	4,24±0,19 ^d
Bưởi Năm Roi	10,62±0,53 ^b	0,52±0,17 ^a	20,42±0,35 ^c	3,85±0,10 ^c
Cam sành	10,80±1,86 ^b	1,26±0,33 ^b	9,15±2,90 ^b	3,57±0,17 ^b
Cam xoàn	8,48±0,87 ^a	0,42±0,08 ^a	20,45±2,09 ^c	4,38±0,10 ^d
Chanh không hạt	8,20±0,57 ^a	6,16±0,11 ^c	1,33±0,36 ^a	3,20±0,16 ^a

Giá trị được biểu thị bằng giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn của phép đo lặp lại 3 lần.

Các giá trị có chữ cái theo sau giống nhau trong cùng một cột thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở $p < 0,05$.

Hàm lượng tro trong tất cả các mẫu dao động từ 0,38 đến 0,51%, cam xoàn và chanh không hạt có hàm lượng tro cao hơn cam sành và bưởi Năm Roi, bưởi da xanh. Vitamin C trong chanh không hạt là thấp nhất (28,78±2,81%). So sánh với kết quả nghiên cứu của Nguyen et al. (2022), độ ẩm của bưởi da xanh là 86,49% và bưởi Năm Roi là 87,38%, nghiên cứu này cũng nhận thấy sự hiện diện của hàm lượng rất thấp protein trong bưởi và lipid cao. Kết quả phân tích của Huynh et al. (2021) cho thấy hàm lượng vitamin C trong chanh không hạt khá cao (32,6 mg%) trong khi chanh bòng tím chỉ có giá trị vitamin C là 15,2 mg%. Công bố của Raddatz-Mota et al. (2019) cũng cho thấy hàm lượng vitamin C trong chanh là 23 mg%. Ngược lại, công bố về thành phần hóa học của chanh (*Citrus limon*) và bưởi (*Citrus maxima*) của Saeid & Ahmed (2021) cho thấy, chanh có độ ẩm trung bình 84,2% trong khi độ ẩm của bưởi là 87%, thành phần carbohydrate của bưởi cao hơn chanh và cả vitamin C của bưởi cũng ghi nhận khá thấp (20 mg/100g) so với chanh là 37 mg/100g. Công bố của Phan et al. (2021) cho thấy độ ẩm cam sành là 87,36% và hàm lượng vitamin C là 31,2 mg%. Công bố của Ramful et al. (2011) cho thấy hàm lượng vitamin C trong cam (*Citrus sinensis*) thu hoạch vào tháng 8 là cao hơn so với cam thu hoạch tháng 2 và tháng 5. Cam giống Valencia late sẽ có hàm lượng vitamin C cao hơn giống Navel. Tất cả điều này cho thấy, các thành phần hóa học của quả có múi họ cam quýt này rất phụ thuộc vào giống/loại quả, ngoài ra có thể chịu ảnh hưởng của thổ nhưỡng, điều kiện địa lý, thậm chí mùa vụ thu hoạch.

Xét về các chỉ số chất lượng (pH, TSS, acid toàn phần và chỉ số TSS/acid), kết quả ở Bảng 5 cho thấy bưởi và cam sành có giá trị TSS cao (trên 10°Bx) trong khi cam xoàn và chanh không hạt đều có giá trị thấp, lần lượt là 8,48±0,87°Bx và 8,20±0,57°. Hàm lượng acid trong bưởi và cam xoàn ở mức xấp xỉ 0,5% trong khi cam sành là 1,26% và cao đến 6,16% ở chanh không hạt. TSS đại diện cho khoảng 80% đường (chủ yếu là glucose, fructose và sucrose), 10% acid (chủ yếu là citric, malic và oxalic

acid) và 10% hợp chất nitơ (amino acid). Theo Davies et al. (1994), hàm lượng TSS tăng nghĩa là hàm lượng đường tăng. Trong khi đó, acid toàn phần thể hiện mức độ chín của quả, quả chín chưa thuần thực có hàm lượng acid cao hơn so với quả thuần thực, trong đó thành phần chính là acid citric (70–90%), tiếp theo là acid malic và oxalic (Susanto et al., 2018). Sự biến đổi về hàm lượng TA cũng có tương quan nghịch với pH. Do đó, TSS và pH luôn là thông số được xác định nhanh để dự đoán mùi vị của quả, cũng như ước lượng được thành phần chất khô trong hạt. Chanh không hạt là loại quả đặc biệt hơn so với các nhóm còn lại với hàm lượng acid TA rất cao (6,16±0,11%) dẫn đến pH rất thấp. Nghiên cứu của Huynh et al. (2021) cũng cho thấy acid chuẩn độ TA của chanh luôn cao (6,5±0,03%), TSS khoảng 8,0 và pH 2,10. Kết quả về cam sành được xác định từ nghiên cứu này cao hơn khi so sánh với nghiên cứu của Phan et al. (2021), hàm lượng acid trong thịt quả là 1,26±0,33% so với 0,43±0,06% và độ Brix là 10,80±1,86 (so với 8,56±0,61%). Trong khi đó, công bố của Mai et al. (2022) thì TSS trong cam sành dao động từ 9,72 đến 10,80°Bx, acid là 0,73–1,26% và pH 3,55–3,86%, khá tương đồng với kết quả của nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu trên bưởi khá tương đồng với công bố của Nguyen et al. (2021), Nguyen et al. (2022), tuy nhiên, nghiên cứu trên bưởi *Citrus grandis* (L.) Osbeck ruột trắng và hồng trồng ở Malaysia (Cheong et al., 2012) cho thấy có sự khác biệt rất lớn, pH thay đổi từ 3,67 (ruột hồng) đến 6,07 (ruột trắng), kèm theo acid chuẩn độ lần lượt là 0,94 g/kg và 0,04 g/kg; tuy nhiên chỉ số TSS không khác biệt lớn (10,09°Bx với bưởi hồng và 10,45°Bx với bưởi trắng). Điều này cho thấy, sự thay đổi các thành phần chất lượng quả có lẽ phụ thuộc vào thời điểm lấy mẫu, vùng nguyên liệu.

Theo Goldenberg et al. (2018), chỉ số TSS/TA được sử dụng như một chỉ số đánh giá chất lượng quả có múi, đây là chỉ số gián tiếp giúp đánh giá mức độ ngọt của quả (Ramful et al., 2011). Kết quả tính toán và tổng hợp ở Bảng 5 cho thấy, bưởi da xanh, bưởi Năm Roi và cam xoàn đều có chỉ số TSS/acid

cao hơn 20, trong khi đó chỉ số này ở cam sành chỉ là $9,15 \pm 0,29$ và chanh không hạt là $1,33 \pm 0,36$. Công bố của Ramful et al. (2011) cũng cho thấy, chỉ số TSS/acid dao động rất lớn, phụ thuộc vào nguyên liệu. Chỉ số này với chanh là 1,3-1,5; trong khi kết quả phân tích trên một số giống cam trồng ở Mapou, (Cộng hòa Mauritius, Châu Phi), chỉ số TSS/acid dao động từ 9,02 đến 15,01. Kết quả nghiên cứu một lần nữa khẳng định, bưởi da xanh, bưởi Năm Roi và cam xoàn thích hợp để ăn tươi, tuy nhiên hướng sử dụng của cam sành và chanh không hạt cần chú trọng theo hướng thu dịch quả.

3.3. Cơ cấu chất xơ ở thành phần phụ phẩm của quả có múi họ cam quýt phổ biến tại ĐBSCL

Chất xơ có vai trò tích cực đối với dinh dưỡng, sức khỏe cộng đồng và hiện ứng dụng rất phổ biến trong công nghệ thực phẩm - như một nguyên liệu

chức năng để cải thiện cấu trúc thực phẩm hay được sử dụng làm chất thay thế mỡ hoặc chất tạo ngọt trong các sản phẩm ít calo, giúp đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng của người tiêu dùng về các sản phẩm ăn kiêng và lành mạnh (Maqbool et al., 2023). Chính vì vậy, nghiên cứu thu nhận chất xơ từ phụ phẩm nông nghiệp, điển hình từ các loại quả có múi họ cam quýt được quan tâm. Kết quả xác định tỷ lệ phân bố các thành phần phụ phẩm có trong 5 loại quả có múi họ cam quýt ở ĐBSCL (Bảng 2) cho thấy, các phần phụ phẩm chủ yếu là vỏ xanh, vỏ trắng và phần lõi, bao tép (gọi chung là cùi quả). Riêng chanh không hạt, rất khó tách riêng từng thành phần nên toàn bộ xác quả sau khi chẻ đôi, ép tách nước được sử dụng. Với định hướng thu nhận chất xơ hòa tan để ứng dụng trong phát triển các sản phẩm thực phẩm, việc xác định cơ cấu thành phần chất xơ được quan tâm, từ đó nghiên cứu phương thức trích ly phù hợp, kết quả thể hiện ở Bảng 6.

Bảng 6. Tỷ lệ phân bố thành phần chất xơ từ phụ phẩm của năm loại quả

Loại nguyên liệu	Chất xơ hòa tan, SDF (%cbk)	Chất xơ không hòa tan, IDF (% cbk)	Chất xơ tổng số TDF, (% cbk)
<i>Bưởi da xanh</i>			
Vỏ xanh	$9,65 \pm 0,64^{cd}$	$46,71 \pm 3,06^{de}$	$56,36 \pm 3,67^c$
Vỏ trắng	$10,19 \pm 1,06^{cd}$	$44,35 \pm 4,50^{de}$	$54,54 \pm 3,80^c$
Cùi quả (lõi, bao tép)	$17,06 \pm 1,76^f$	$48,11 \pm 5,07^{ef}$	$65,16 \pm 6,79^d$
<i>Bưởi Năm Roi</i>			
Vỏ xanh	$9,24 \pm 0,32^{bcd}$	$55,87 \pm 1,69^g$	$65,11 \pm 1,81^d$
Vỏ trắng	$10,61 \pm 1,34^d$	$53,85 \pm 6,67^{fg}$	$64,46 \pm 7,62^d$
Cùi quả (lõi, bao tép)	$12,81 \pm 0,60^e$	$44,26 \pm 1,74^{de}$	$57,07 \pm 2,20^c$
<i>Cam sành</i>			
Vỏ xanh	$8,23 \pm 0,50^{bc}$	$37,05 \pm 2,42^{bc}$	$45,28 \pm 2,89^b$
Vỏ trắng	$14,04 \pm 0,57^e$	$52,99 \pm 2,16^{fg}$	$67,03 \pm 2,61^d$
Cùi quả (lõi, bao tép)	$13,55 \pm 0,91^e$	$56,47 \pm 3,74^g$	$70,02 \pm 4,36^d$
<i>Cam xoàn</i>			
Vỏ xanh	$4,05 \pm 0,53^a$	$25,25 \pm 0,60^a$	$29,30 \pm 1,08^a$
Vỏ trắng	$7,13 \pm 1,11^b$	$34,52 \pm 1,61^b$	$41,65 \pm 1,03^b$
Cùi quả (lõi, bao tép)	$13,65 \pm 0,91^e$	$41,67 \pm 0,54^{cd}$	$55,32 \pm 1,25^c$
Chanh không hạt (xác quả)	$19,43 \pm 3,24^g$	$36,29 \pm 6,10^{bc}$	$55,71 \pm 5,28^c$

Giá trị được biểu thị bằng giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn của phép đo lặp lại 3 lần. %cbk: tỷ lệ phần trăm tính trên phân vật chất khô của bột phụ phẩm sau khi sấy đến độ ẩm không đổi (bột có độ ẩm từ 5-8%)
Các giá trị có chữ cái theo sau giống nhau trong cùng một cột thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở $p < 0,05$.

Kết quả ở Bảng 6 cho thấy, hàm lượng chất xơ tổng số chiếm tỷ lệ cao (từ 64,46% cbk đến 70,02% cbk) trong cùi quả và vỏ trắng của cam sành, vỏ xanh và vỏ trắng bưởi Năm Roi, cùi quả bưởi da xanh. Hàm lượng TDF hiện diện trong phụ phẩm cam xoàn là thấp hơn tất cả các phụ phẩm còn lại (so sánh với cùng nhóm phụ phẩm), tỷ lệ TDF của chanh không hạt cũng chỉ ở mức trung bình ($55,71 \pm 5,28$) nhưng có tỷ lệ chất xơ hòa tan SDF cao ($19,43 \pm 3,24\%$, chiếm tỷ lệ một phần ba tổng

chất xơ) và có sự khác biệt ý nghĩa thống kê so với các mẫu còn lại ($p < 0,05$). Tỷ lệ chất xơ hòa tan (SDF) trong các phần phụ phẩm vẫn khá thấp, đặc biệt ở vỏ xanh, tỷ lệ SDF chỉ chiếm 14-18% so với tổng hàm lượng chất xơ (TDF). Ngoài ra, sự khác biệt có ý nghĩa thống kê còn thể hiện ở vỏ trắng của các nhóm mẫu và ở các phụ phẩm khác trong cùng một loại quả (trừ bưởi da xanh và cam sành). Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng, xơ hòa tan hiện diện chủ yếu ở phần thịt quả, ít hơn ở vỏ xanh, có thể do lớp

màng bao chứa nhiều pectin (Maphosa & Jideani, 2016) và các acid hữu ích như acid citric, acid folic, (Mahato et al., 2018) trong khi đó ở vỏ xanh chủ yếu là tinh dầu (naringin và limonene) (Nadeem & Asghar, 2016; Mahato et al., 2018). Xơ không tan (IDF) là thành phần chủ đạo trong phụ phẩm quả có múi, do thành tế bào thực vật cấu tạo chủ yếu từ cellulose, ở vỏ xanh cam xoàn tương ứng $25,25 \pm 0,60\%$ (vỏ xanh) giá trị này có sự khác biệt ý nghĩa thống kê so với các mẫu còn lại ($p < 0,05$).

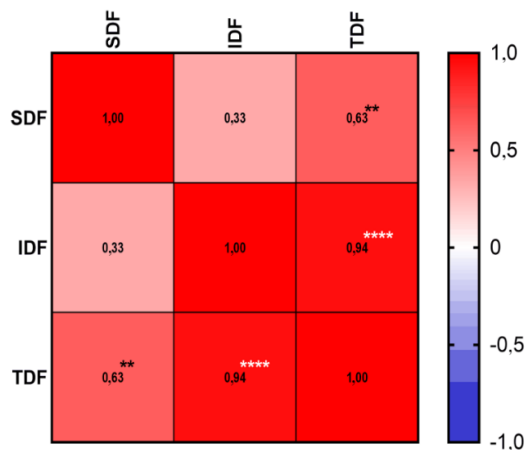
Phân tích tương quan giữa cơ cấu các thành phần chất xơ từ phụ phẩm quả có múi (Hình 3) cho thấy, TDF đều có tương quan với SDF và IDF. Sự tương quan của TDF và IDF là cao hơn ($p < 0,0001$) khi so với tương quan giữa TDF và SDF ($p < 0,01$). Mỗi quan hệ của IDF và TDF trong phụ phẩm quả có múi có thể được xác định bằng phương trình hồi quy. Dựa theo kết quả phân tích ở Hình 4 cho phụ phẩm cam sành, có thể nhận thấy là vỏ trắng và cùi quả có hàm lượng TDF cao và IDF cũng cao khi so sánh với phần vỏ xanh. Điều này cho thấy trong các nghiên cứu thu nhận chất xơ hòa tan từ phụ phẩm cam, ta cần lưu ý đến việc thủy phân, phá vỡ liên kết glycosidic trong các polysaccharide, chuyển đổi chúng thành các monosaccharide và oligosaccharide hòa tan (Khanpit et al., 2021).

Dựa vào kết quả phân tích, hai nguồn phụ phẩm cần chú trọng để khai thác chất xơ là bưởi Năm Roi và vỏ trắng, cùi quả cam sành. Bưởi Năm Roi cũng là nguyên liệu có tỷ lệ phụ phẩm cao (phần vỏ xanh, vỏ trắng và cùi quả chiếm đến 43,53% tổng khối lượng quả), trong khi đó tỷ lệ vỏ trắng và cùi quả cam sành chỉ chiếm 16,41%, phần vỏ xanh chiếm 18,39%. Chất xơ từ bưởi Năm Roi có khả năng tạo gel và giữ nước tốt, giúp cải thiện kết cấu và độ ẩm của các sản phẩm thực phẩm. Tuy nhiên, chất xơ từ vỏ xanh có thể ảnh hưởng đến giá trị cảm quan của sản phẩm do màu sắc và cả hương vị (Khanpit et al., 2021). Chính vì vậy, việc thu nhận chất xơ từ phần vỏ xanh là không có tính thực tiễn vì ảnh hưởng của màu vỏ đến màu sắc và khả năng ứng dụng của chất xơ. Hơn thế nữa, các nghiên cứu ứng dụng phụ phẩm từ bưởi trong nhiều sản phẩm khác vẫn đang phát triển tốt, điển hình như tinh dầu vỏ bưởi (Dao et al., 2021), thu nhận pectin từ vỏ trắng bưởi Năm Roi (Nguyen et al., 2023), sản xuất trà vỏ bưởi (To et al., 2022).

Chất xơ từ cam sành được xem là nguồn chất xơ ưu tiên vì hàm lượng chất xơ cao và không ảnh hưởng nhiều đến cảm quan của sản phẩm. Chất xơ từ cam sành có khả năng cải thiện kết cấu thực phẩm mà không làm thay đổi màu sắc hoặc hương vị quá

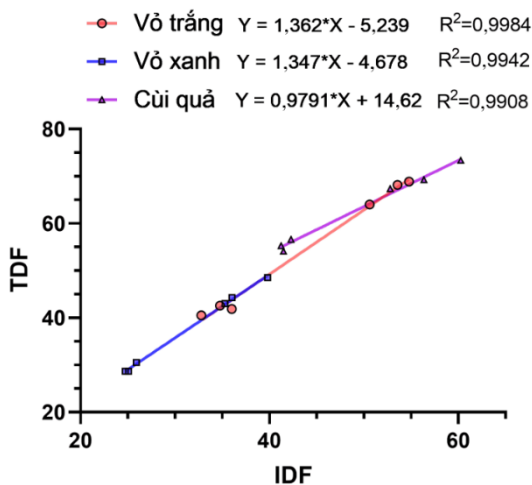
nhieu, điều này rất hữu ích trong sản xuất các sản phẩm thực phẩm có giá trị cao (Maqbool et al., 2023).

Do đó, chất xơ từ cam sành được xem là nguồn chất xơ ưu tiên vì hàm lượng chất xơ cao và ổn định, đồng thời chất xơ từ cam sành ít ảnh hưởng đến màu sắc và hương vị của sản phẩm, giúp duy trì chất lượng cảm quan của các sản phẩm thực phẩm (Khanpit et al., 2021; Maqbool et al., 2023).



Hình 3. Tương quan giữa SDF, IDF và TDF

($p^{****} < 0,0001$ $p^{***} < 0,001$ $p^{**} < 0,01$ $p^{*} < 0,05$)



Hình 4. Mối quan hệ giữa IDF và TDF của phụ phẩm quả cam sành

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu so sánh, phân tích đặc điểm hình thái, tính chất hóa lý và cơ cấu xơ của năm loại quả có múi phổ biến ở ĐBSCL: bưởi da xanh, bưởi Năm Roi, cam sành, cam xoàn và chanh không hạt đã được thực hiện. Kết quả cho thấy sự khác biệt rõ rệt

về khối lượng quả và màu sắc thịt quả. Cam xoàn có tỷ lệ thịt quả cao nhất, trong khi vỏ trắng mỏng hơn so với bốn loại quả còn lại. Cả năm loại quả đều chứa các thành phần cơ bản như độ ẩm, protein, lipid, tro và carbohydrate; trong đó, carbohydrate là thành phần chất khô chủ yếu và hiện diện cao ở bưởi. Nghiên cứu cũng phân tích cơ cấu xơ của 13 loại phụ phẩm từ năm loại quả này, cho thấy sự phân hóa

cao giữa chất xơ hòa tan (SDF) và chất xơ không tan (IDF). Tỷ lệ IDF cao hơn SDF từ 3 đến 6 lần (ngoại lệ đối với chanh không hạt là 1,87 lần). Vỏ trắng và cùi quả ở cam sành được lựa chọn ưu tiên làm nguồn thu nhận chất xơ không chỉ do có hàm lượng chất xơ cao và ổn định và không ảnh hưởng đến màu sắc của xơ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO (REFERENCES)

- Ani, P. N., & Abel, H. C. (2018). Nutrient, phytochemical, and antinutrient composition of *Citrus maxima* fruit juice and peel extract. *Food Science & Nutrition*, 6(3), 653-658. <https://doi.org/10.1002/fsn3.604>
- Cheong, M. W., Liu, S. Q., Zhou, W., Curran, P., & Yu, B. (2012). Chemical composition and sensory profile of pomelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) juice. *Food Chemistry*, 135(4), 2505-2513. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.07.012>
- Dao, T. P., Phong, H. X., Cang, M. H., Bach, L. G., & Muoi, N. V. (2021). Kinetic modeling of essential oil hydro-distillation from peels of pomelo (*Citrus grandis* L.) fruit grown in Southern Vietnam. *Sains Malaysiana*, 50(11), 3251-3261. <https://doi.org/10.17576/jsm-2021-5011-09>
- Davies, W. J., Tardieu, F., & Trejo, C. L. (1994). How do chemical signals work in plants that grow in drying soil? *Plant Physiology*, 104(2), 309. <https://doi.org/10.1104/pp.104.2.309>
- Fava, F., Zanolli, G., Vannini, L., Guerzoni, E., Bordoni, A., Viaggi, D., Robertson, J., Waldron, K., Bald, C., Esturo, E., Talens, C., Tueros, I., Cebrián, M., Sebők, A., Kuti, T., Broeze, J., Macías, M., & Brendle, H.G. (2013). New advances in the integrated management of food processing by-products in Europe: sustainable exploitation of fruit and cereal processing by-products with the production of new food products (NAMASTE EU). *New Biotechnology*, 30(6), 647-655. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2013.05.001>
- Fermoso, F.G., Serrano, A., Alonso-Fariñas, B., Fernández-Bolaños, J., Borja, R., & Rodríguez-Gutiérrez, G. (2018). Valuable compound extraction, anaerobic digestion, and composting: a leading biorefinery approach for agricultural wastes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(32), 8451-8468. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b02667>
- General statistics office (2023). Statistical Yearbook of Viet Nam 2022. *Statistical publishing house (in Vietnamese)*
- Goldenberg, L., Yaniv, Y., Porat, R., & Carmi, N. (2018). Mandarin fruit quality: A review: Mandarin fruit quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(1) 18-26. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8495>
- Huynh, T. D., Kha, C. T., Nguyen, T. D., Nguyen, S. H., & Vo, T. N. M (2021). Quality parameters of lime fruits (*Citrus* sp.) cultivated in Long An province. *CTU Journal of Science*, 57(Food Technology major), 170-176. <https://doi.org/10.22144/ctu.jsi.2021.019> (in Vietnamese).
- Khanpit, V. V., Tajane, S. P., & Mandavgane, S. A. (2021). Dietary fibers from fruit and vegetable waste: methods of extraction and processes of value addition. *Biomass Conversion and Biorefinery*. <https://doi.org/10.1007/s13399-021-01980-2>
- Ladaniya, M. (2022). Chapter 5: Fruit morphology, anatomy, and physiology. In: M. Ladaniya, (Editor), *Citrus Fruit: Biology, Technology and Evaluation* (pp. 145-171). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/C2012-0-06022-X>
- Mahato, N., Sharma, K., Sinha, M., & Hwan Cho, M. (2018). Citrus waste derived nutra-/pharmaceuticals for health benefits: Current trends and future perspectives. *Journal of Functional Foods*, 40, 307-316. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.11.015>
- Mai, T. T., To, N. P. M., & Nguyen, V. M. (2022). The physicochemical properties and bioactive compounds of sanh orange (*Citrus nobilis* L. Osbeck) cultivated in Vinh Long province. *Viet Nam Trade and Industry Review*, 22, 388-393 (in Vietnamese).
- Makni, M., Jemai, R., Kriaa, W., Chtourou, Y. & Fetoui, H. (2018). Citrus limon from Tunisia: Phytochemical and Physicochemical Properties and Biological Activities. *Biomed Res Int*. 6251546. doi: 10.1155/2018/6251546.
- Maphosa, Y., & Jideani, V. A. (2016). Dietary fiber extraction for human nutrition—A review. *Food Reviews International*, 32(1), 98-115. <https://doi.org/10.1080/87559129.2015.1057840>
- Maqbool, Z., Khalid, W., Atiq, H. T., Koraqi, H., Javaid, Z., Alhag, S. K., Al-Shuraym, L. A.,

- Bader, D. M. D., Almarzuq, M., & Afifi, M. (2023). Citrus Waste as Source of Bioactive Compounds: Extraction and Utilization in Health and Food Industry. *Molecules*, 28, 1636. <https://doi.org/10.3390/molecules28041636>
- Nadeem, M., & Asghar, M. (2016). Variability in peel composition and quality evaluation of peel oils of citrus varieties. *J. Agric. Res*, 54(4), 747-756.
- Nguyen, N. H. K., Tran, M.T., Le, T. D., Nguyen, M. V., & Tran, T. T. (2022). Chemical properties and biological properties of four varieties of pomelo (*Citrus grandis* (L) Osbeck) in the Mekong Delta of Vietnam. *Food Research*, 6, 267-272. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.6\(4\).479](https://doi.org/10.26656/fr.2017.6(4).479)
- Nguyen, N. H. K., Tran, T. T., & Bach, L. G. (2023). Extracting pectin from the albedo of Nam Roi pomelo with heat-assisted extraction method. *CTU Journal of Science*, 59(1), 66-75. <https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2023.008> (in Vietnamese).
- Nguyen, T. K. T., Nguyen, H. K. N., Tran, T. T., & Ha, T. T. (2021). Physicochemical properties of da xanh and Nam Roi pomelos grown in the Mekong Delta. *CTU Journal of Science*, 57(Food Technology major), 118-126. <https://doi.org/10.22144/ctu.jsi.2021.013> (in Vietnamese)
- Nor, F., Salma, M. Y., & Ishak, A. (2015). Preparation and characterization of cellulose and nanocellulose from pomelo (*Citrus grandis*) albedo. *Journal of Nutrition and Food Sciences*, 5, 1-4.
- Pham, V.S & Bui, T.N.T. (1991). Food analysis, *Hanoi University of Science and Technology*. 603tr (in Vietnamese)
- Phan, T. T. Q., Duong, K. T., Le, D. N., Nguyen, L. T. V., Kha, C.T., Nguyen, V.A. & Duong, T.P.L. (2021). Effect of pretreatments on the quality of soft dried Sanh orange (*Citrus sinensis*). *CTU Journal of Science*, 57(Food Technology major), 151-160. <https://doi.org/10.22144/ctu.jsi.2021.017> (in Vietnamese)
- Raddatz-Mota, D., Franco-Mora, O., Mendoza-Espinoza, J. A., Rodríguez-Verástegui, L. L., de León-Sánchez, F. D., & Rivera-Cabrera, F. (2019). Effect of different rootstocks on Persian lime (*Citrus latifolia* T.) postharvest quality. *Scientia horticulturae*, 257, 108716. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108716>
- Ramful, D., Tarnus, E., Aruoma, O.I., Bourdon, E., & Bahorun, T. (2011). Polyphenol composition, vitamin C content and antioxidant capacity of Mauritian citrus fruit pulps. *Food Research International*, 44, 2088-2099. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.03.056>
- Rosales, C. K., & Suwonsichon, S. (2015). Sensory lexicon of pomelo fruit over various cultivars and fresh-cut storage. *Journal of Sensory Studies*, 30(1), 21-32. <https://doi.org/10.1111/joss.12133>
- Saeid, A., & Ahmed, M. (2021). Citrus fruits: nutritive value and value-added products. In: M.S. Khan & I.A. Khan, *Citrus-Research, Development and Biotechnology*. IntechOpen. 10.5772/intechopen.95881
- Sahin, S., & Sumnu, S. G. (2006). *Physical properties of foods*. Springer Science & Business Media. Turkey.
- Susanto, S., Hermansah, D., & Amanda, F. (2018). The growth and quality of fruit of three pummelo (*Citrus maxima* (Burn.) Merr.) accessions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 196(1), 012014. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/196/1/012014>
- To, N. P. M., Ha, T. T., Nguyen, V. M., & Tran, T. T. (2022). Production of instant pomelo peel powder by spray drying: Optimization of wall material composition to microencapsulate phenolic compounds. *Food Science and Technology Campinas*, 42, e102621. <https://doi.org/10.1590/fst.102621>
- Tocmo, R., Pena-Fronteras, J., Calumba, K.F., Mendoza, M. & Johnson, J.J. (2020). Valorization of pomelo (*Citrus grandis* Osbeck) peel: A review of current utilization, phytochemistry, bioactivities, and mechanisms of action. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(4), 1969-2012. doi: 10.1111/1541-4337.12561. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12561>