

TÍNH CHẤT HÓA LÝ CỦA BƯỞI DA XANH VÀ BƯỞI NĂM ROI ĐƯỢC TRỒNG Ở ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Nguyễn Thị Kim Tươi^{1*}, Nguyễn Hồng Khôi Nguyễn^{2,3}, Trần Thanh Trúc⁴ và Hà Thanh Toàn⁵

¹Học viên Cao học Công nghệ thực phẩm Khóa 26, Trường Đại học Cần Thơ

²Nghiên cứu sinh ngành Công nghệ thực phẩm khóa 2020, Trường Đại học Cần Thơ

³Khoa Kỹ thuật thực phẩm và Môi trường, Trường Đại học Nguyễn Tất Thành

⁴Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

⁵Viện Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ Sinh học, Trường Đại học Cần Thơ

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Hà Thanh Toàn (email: huttoan@ctu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 23/02/2021

Ngày nhận bài sửa: 10/03/2021

Ngày duyệt đăng: 28/04/2021

Title:

Physicochemical properties of Da Xanh and Nam Roi pomelos grown in the Mekong Delta

Từ khóa:

Kích thước quả, màu sắc, polyphenol, TSS/acid, vitamin C

Keywords:

Color, fruit size, polyphenol, TSS/acid, vitamin C

ABSTRACT

This study is aimed to determine the physicochemical properties of Da Xanh and Nam Roi pomelos collected in the Mekong Delta region of Vietnam, thereby establishing a basis for product diversification and valorization of these two varieties. The results highlighted the difference in morphology, chemical composition, and quality characteristics of these two varieties. Da Xanh pomelo has a larger fruit size and edible pulp than Nam Roi fruit. Da Xanh pomelo's juice has the highest TSS content and the most extensive TSS /TA index, corresponding to the highest food quality. In contrast, Nam Roi pomelo contains higher levels of vitamin C, total polyphenols, and flavonoids.

TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu là xác định tính chất hóa lý cơ bản của bưởi Da Xanh và bưởi Năm Roi, tạo cơ sở dữ liệu cho việc nghiên cứu, phát triển sản phẩm và nâng cao giá trị của hai giống bưởi này. Nghiên cứu đã ghi nhận được sự khác biệt cả về đặc điểm hình thái và thành phần hóa học, đặc tính chất lượng của hai giống bưởi. Kết quả nghiên cứu cho thấy bưởi Da Xanh có kích thước quả và hàm lượng thịt quả ăn được cao hơn bưởi Năm Roi. Bên cạnh đó, bưởi Da Xanh có hàm lượng chất khô hòa tan tổng số (TSS) cao nhất và chỉ số TSS/TA lớn nhất, tương ứng với chất lượng ăn cao nhất. Ngược lại, bưởi Năm Roi lại có hàm lượng vitamin C, polyphenol tổng số và flavonoid cao hơn.

1. GIỚI THIỆU

Bưởi là loại một trong những quả chủ lực của Việt Nam. Theo số liệu của Tổng cục Thống kê năm 2019, diện tích trồng cây ăn quả của nước ta đạt 1.049,6 nghìn ha, trong đó Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) chiếm gần 40% diện tích, sản lượng thu hoạch đạt khá cao chủ yếu là quả của nhóm cây

có múi, trong đó quả bưởi chiếm ưu thế nhất. Theo quy hoạch của Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn trong phát triển cây có múi, đến năm 2020, diện tích trồng bưởi quy hoạch chiếm vị trí thứ nhất lên đến 27.900 ha, kế đến là cam với diện tích trồng 26.250 ha rồi đến chanh, quýt. Quả bưởi ở Việt Nam đa dạng về chủng loại và phân bố rộng rãi theo các

vùng sinh thái nông nghiệp (Lan-Phi & Vy, 2015). Ở vùng ĐBSCL, bưởi Da Xanh và Năm Roi cũng là hai loại bưởi có diện tích trồng và sản lượng tiêu thụ quả lớn nhất cả nước. Đặc trưng bởi mùi thơm và hương vị thơm ngon, trái cây họ Citrus từ lâu đã được công nhận như một loại thực phẩm quan trọng tích hợp trong khẩu phần ăn uống hàng ngày của con người, đóng vai trò quan trọng trong việc cung cấp năng lượng, chất dinh dưỡng và nâng cao sức khỏe. Ngoài giá trị dinh dưỡng với hàm lượng vitamin C cao, trái cây thuộc họ cam quýt (Rutaceae) còn chứa nhiều chất dinh dưỡng đa lượng như đường đơn và chất xơ, đồng thời cũng là nguồn cung cấp các dưỡng chất vi lượng cần thiết cho duy trì sức khỏe và giúp duy trì sự sinh trưởng bình thường của cơ thể (Liu et al., 2012). Mặc dù là nguồn nguyên liệu có vai trò chủ lực, thậm chí cả hai giống bưởi Da Xanh và Năm Roi đều đã được xây dựng chỉ dẫn địa lý, tuy nhiên cơ sở dữ liệu, thông tin khoa học về đặc điểm hình thái và tính chất hóa lý của 2 giống bưởi này vẫn còn chưa đầy đủ, đặc biệt là các thành phần kháng oxy hóa chỉ được quan tâm đối với phần vỏ quả, trong khi thịt quả là đối tượng sử dụng chính vẫn chưa được chú trọng. Nghiên cứu được thực hiện với mục tiêu xác định các đặc tính hóa lý của hai giống bưởi phổ biến này, giúp khai thác và định hướng phát triển nông nghiệp được thuận lợi hơn.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Bưởi Da Xanh có nguồn gốc từ xã Phước Thạnh, huyện Châu Thành, tỉnh Bến Tre, yêu cầu bưởi phải được chọn lựa từ các hộ trồng theo vùng chỉ dẫn địa lý; nguồn thu hoạch bưởi Năm Roi là bưởi trồng theo tiêu chuẩn VietGAP tại xã Mỹ Hòa, thị xã Bình Minh, tỉnh Vĩnh Long. Độ tuổi của cây là 5-8 năm tuổi để đảm bảo độ đồng đều về chất lượng. Chọn bưởi ở độ chín thu hoạch phục vụ cho ăn tươi và xuất khẩu, đáp ứng TCVN 10746: 2015 về bưởi quả tươi. Cụ thể, tính từ ngày hoa rụng cánh, độ tuổi thương phẩm của mẫu Da Xanh là 7 tháng, Năm Roi là 6 tháng.

2.2. Phương pháp thu nhận và xử lý mẫu

Bưởi được thu hoạch trong buổi sáng, cắt giữ cuống khoảng 1 cm. Bưởi được chứa trong các thùng carton có đục lỗ và vận chuyển về phòng thí nghiệm trong buổi sáng. Bưởi được rửa sạch loại bỏ tạp chất bám bên ngoài và để ráo.

– Khảo sát đặc tính hình thái, tính chất vật lý và tỷ lệ phân bố thành phần khối lượng quả: tương ứng với từng nhóm quả, cân khối lượng của từng quả, đo đường kính (nơi rộng nhất của quả), màu sắc

quả. Sau đó tiến hành bóc vỏ, tách riêng từng phần và cân khối lượng của từng phần (vỏ xanh, vỏ trắng, hạt, thịt quả và các phần khác).

– Thành phần hóa lý cơ bản ở vỏ xanh, vỏ trắng, thịt quả: độ ẩm (%), protein (%), lipid (%), carbohydrate tổng (%), tro (%), chất xơ tổng số (%), acid (%) và vitamin C (mg%).

– Chất lượng ăn của quả: độ Brix, pH, chỉ số TSS/acid, các hoạt chất sinh học chủ yếu trong thịt quả (polyphenol tổng số, mg GAE/g CKNL và flavonoid tổng số, mg QE/g CKNL).

2.3. Chỉ tiêu và phương pháp phân tích

Những chỉ tiêu cơ bản của nguyên liệu được phân tích và đo đạc theo tiêu chuẩn quy định gồm:

– Khối lượng quả và tỷ lệ các thành phần: sử dụng cân phân tích, độ chính xác 0,002 g (model AR-240, Ohaus, Hoa Kỳ); đường kính (cm): sử dụng thước kẹp điện tử (Model 500-181-30, Mitutoyo, Nhật Bản), độ chính xác 0,02 mm, phân độ 0,01 mm).

– Các chỉ tiêu hóa lý cơ bản: độ ẩm (%): phương pháp sấy khô đến khối lượng không đổi (NMKL số 23-1991); protein tổng số (%): phương pháp Kjeldahl; lipid (%): phương pháp Soxhlet (NMKL số 31-1989); carbohydrate (%): phương pháp Ani and Abel (2018); tro (%): nung cháy các chất hữu cơ ở 550÷600°C (NMKL số 23 – 1991); chất xơ tổng số (%): theo AOAC 991.43; hàm lượng chất khô hòa tan, TSS (% Brix): xác định bằng khúc xạ kế (model Master, khoảng đo 0÷33% Bx, hãng sản xuất Atago, Nhật Bản); độ acid toàn phần (TA) (%): chuẩn độ bằng NaOH 0,1 N (AOAC 942.15); vitamin C (mg%): chuẩn độ bằng thuốc thử 2,6-dichlorophenolindophenol. Giá trị CCI (citrus color index): xác định hệ màu Lab bằng máy Colorimeter NH300 (ShenZhen Technology Co., Trung Quốc); (CCI=1000a)/(L*b).

– Hàm lượng polyphenol tổng số (TPC, mg GAE/g CKNL) được xác định theo Siddiqua et al. (2010), tính theo gallic acid, và flavonoid tổng số (TFC, mg QE/g CKNL) được xác định theo phương pháp tạo màu với AlCl₃ (Mandal et al, 2013).

2.4. Phương pháp thu nhận và xử lý số liệu

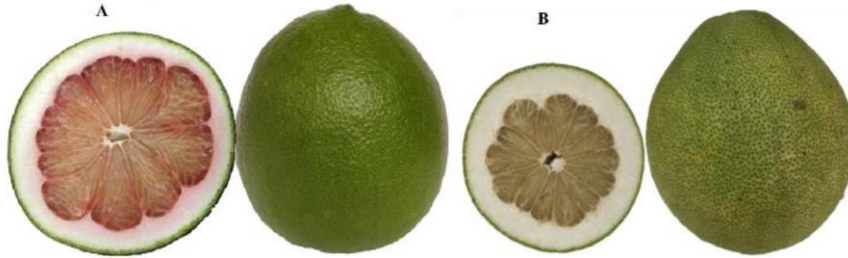
Thí nghiệm được bố trí với ba lần lặp lại. Số liệu được thu thập và xử lý bằng phần mềm thống kê Statgraphics Centurion 16.2, Copyright (C) PP, USA và phần mềm Excel. Phân tích phương sai (ANOVA) và kiểm định LSD để kết luận về sự sai khác giữa trung bình các nghiệm thức khác.

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

4.1. Đặc điểm hình thái của bưởi Da Xanh và Năm Roi ở ĐBSCL

Bưởi là loại quả có khối lượng, kích thước lớn

nhất của họ cam quýt (Rutaceae), trong đó 2 giống bưởi Da Xanh và Năm Roi có sự phân bố khác biệt rõ rệt về hình dạng, kích thước (Hình 1).



Hình 1. Hình ảnh quả bưởi và mặt cắt của bưởi Da Xanh (A), bưởi Năm Roi (B)

Hình 1 cho thấy đặc điểm chung của các giống bưởi được mô tả tương tự Sawan and Panhekar (2017), tuy nhiên bưởi Năm Roi có đặc điểm quả rất khác so với bưởi Da Xanh cũng như các giống bưởi khác ở Việt Nam (Thanh Kiều, lông Cô Cò, Diên,...). Trong khi quả bưởi Da Xanh cũng như hầu hết các giống bưởi khác có dạng hình cầu, thịt quả đỏ hồng thì quả bưởi Năm Roi có dạng hình quả lê, thịt quả có màu vàng nhạt. Đặc điểm hình thái của bưởi Da Xanh ở ĐBSCL gần giống với giống Tubtim Siam và Thong Dee (thịt quả có màu hồng sẫm đến

hồng), trong khi bưởi Năm Roi giống với bưởi Kao Tai, Kao Tangkwa và Nungpueng (thịt quả có màu vàng) (Rosales & Suwonsichon, 2015). Một điểm khác biệt rõ giữa 2 giống bưởi này là sự phân bố về nhóm khối lượng. Nghiên cứu về tương quan giữa khối lượng quả và các tính chất vật lý được thể hiện trong kết quả ở Bảng 1, bưởi là loại quả có thể tích biểu kiến lớn, do đó khối lượng riêng biểu kiến trung bình của quả đều thấp hơn 1.000 kg/m³ (hay tỷ trọng khi so sánh với nước đều nhỏ hơn 1).

Bảng 1. Sự thay đổi tính chất vật lý của bưởi được trồng tại ĐBSCL

Phân nhóm khối lượng	Khối lượng trung bình (g)	Đường kính trung bình (cm)	Khối lượng riêng trung bình (kg/m ³)
Bưởi Da Xanh			
800-1.000 g	936,3±57,43 ^a	13,32±0,25 ^a	834,94±58,19 ^b
1.000-1.200 g	1.115,86±44,33 ^b	14,18±0,68 ^{ab}	839,78±56,27 ^b
1.200-1.400 g	1.375,38±71,60 ^c	15,4±1,04 ^b	744,31±55,34 ^{ab}
> 1.400 g	1.713,17±11,83 ^d	17,03±0,65 ^c	706,94±52,89 ^a
Bưởi Năm Roi			
600-800 g	680,50±51,20 ^a	12,01±0,35 ^a	684,44±50,29 ^a
800-1.000 g	909,25±64,02 ^b	13,11±0,44 ^b	704,30±57,13 ^a
1.000-1.200 g	1.123,65±72,28 ^c	13,98±0,45 ^c	764,29±58,06 ^a

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

Tuy nhiên, sự biến đổi về khối lượng riêng hay tỷ trọng không tỷ lệ thuận với sự thay đổi khối lượng, đồng thời sự biến đổi khối lượng riêng của quả cũng có sự khác biệt theo từng giống bưởi. Các nghiên cứu về phân loại quả bưởi thường chia nhóm khối lượng quả bưởi thành 6 nhóm chính, thay đổi từ 400-600 g (nhóm nhỏ nhất) đến khối lượng quả lớn hơn 1.400 g. Tuy nhiên, trong thực tế khảo sát, đối với bưởi Da Xanh, không có cỡ quả 400-600 g và 600-800 g trong cỡ mẫu thu nhận, trong khi đối

với bưởi Năm Roi, cỡ mẫu 400-600 g khi thu mẫu trực tiếp tại vườn rất ít, không có quả lớn hơn 1.200 g, do đó chỉ khảo sát 3 nhóm khối lượng chính cho bưởi Năm Roi và 4 nhóm cho bưởi Da Xanh.

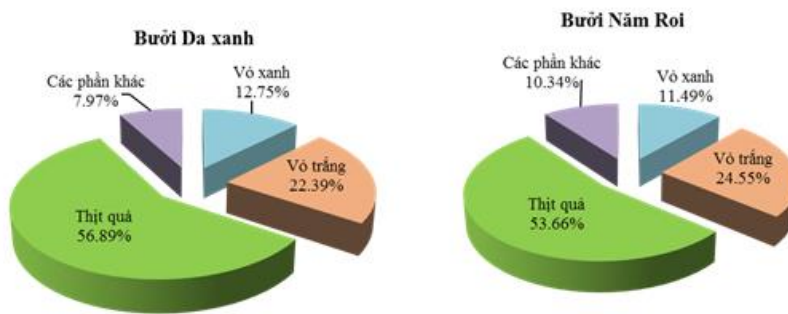
Đối với bưởi Da Xanh, bưởi ở nhóm khối lượng < 1.000 g/quả và 1.000-1.200 g/quả có khối lượng riêng lớn nhất, sau đó giảm thấp và khác biệt có ý nghĩa thống kê ở khối lượng quả tăng khi khối lượng quả tăng (>1.500 g). Susanto et al. (2018) cũng nhận

định quy luật biến đổi của quả có kích thước lớn hơn sẽ kéo theo sự dày lên của vỏ quả và ngược lại, đây có lẽ là nguyên nhân dẫn đến sự tăng thể tích lớn hơn nhiều khi so sánh với sự gia tăng khối lượng, dẫn đến khối lượng riêng giảm thấp ở nhóm quả ngoại cỡ (trường hợp bưởi Da Xanh là nhóm quả lớn hơn 1.400 g). Trong khi đó, bưởi Năm Roi lại có xu hướng tăng dần khối lượng riêng theo sự tăng khối lượng. Nhìn chung, với cùng khối lượng quả thì bưởi Da Xanh có khối lượng riêng lớn hơn bưởi Năm Roi. Bên cạnh đó, khối lượng riêng của bưởi Da Xanh giảm dần khi khối lượng quả tăng, trong khi ngược lại, khối lượng riêng của bưởi Năm Roi tỷ lệ thuận với khối lượng quả. Sự biến đổi về khối lượng, kích thước của quả là do ảnh hưởng của quá

trình sinh lý, dinh dưỡng và điều kiện môi trường (Hossain et al., 2018). Có thể thấy rằng việc xác định khối lượng, kích thước quả thường không phải là chỉ số tốt về độ chín của quả, tuy nhiên, chúng là các thông số rất quan trọng để đánh giá chất lượng trong thương mại và thị trường.

4.2. Tỷ lệ phân bố các thành phần khối lượng trong quả bưởi Da Xanh và Năm Roi

Quả bưởi của hai giống bưởi được phân tách thành các phần khác nhau, cấu tạo bên trong của quả bưởi gồm có phần ăn được là thịt quả, phần không ăn được là vỏ xanh, vỏ trắng và các phần khác với tỷ lệ phân bố giữa các phần này được thể hiện ở Hình 2.



Hình 2. Tỷ lệ phân bố các thành phần khối lượng quả của bưởi Da Xanh và Năm Roi

Khối lượng phần không ăn được và độ dày thịt quả sẽ tăng lên khi khối lượng quả càng lớn (Hossain et al., 2018). Hình 2 cho thấy thịt quả bưởi Da Xanh chiếm 56,89% trong khi bưởi Năm Roi chỉ chiếm 53,66%. Tỷ lệ phân bố thành phần thịt quả bưởi khảo sát tương đương với báo cáo của Susanto et al. (2018), phần ăn được của các giống bưởi khác nhau dao động từ 50 – 65% tùy thuộc vào thành phần quả của từng giống bưởi như độ dày của vỏ, sự hiện diện của hạt, quả có kích thước lớn hơn sẽ kéo theo sự dày lên của vỏ quả và ngược lại. Đối với phần vỏ trắng, bưởi Da Xanh chiếm tỷ lệ thấp nhất (22,39%). Ngược lại, vỏ xanh bưởi Da Xanh chiếm tỷ lệ cao (12,75%) so với bưởi Năm Roi. Các phần còn lại (lõi giữa, cuống, hạt) chiếm tỷ lệ rất thấp so với khối lượng quả.

Xác định được tỷ lệ phân bố các thành phần khối lượng thịt quả, vỏ xanh, vỏ trắng là điều đáng được quan tâm, giúp dự đoán được hiệu suất thu hồi quả trình sản xuất và chế biến các sản phẩm từ quả bưởi. Trong số các loại quả có múi, bưởi là loại quả có lớp vỏ nhiều nhất và dày nhất, chiếm 30% khối lượng quả tươi (Zain et al., 2013). Theo nghiên cứu của Mahato et al. (2018), tỷ lệ nước quả chiếm 45% khối lượng quả, phần vỏ bưởi chiếm 27%, trong đó vỏ

xanh chiếm 10% và vỏ trắng chiếm 17% khối lượng quả. Trong công nghệ sản xuất nước ép, vỏ bưởi và màng bao tếp bưởi được loại thải ra ngoài chiếm khoảng 50 – 60% khối lượng quả. Có thể thấy rằng không chỉ riêng quá trình sản xuất và chế biến bưởi mà ngay cả các loại quả khác thuộc họ citrus, chất thải trong quá trình sản xuất chiếm khoảng 5 – 70%, trong đó khoảng 60 – 65% là vỏ, 30 – 35% là các mô bên trong và khoảng 10% là hạt (Fermoso et al., 2018). Tỷ lệ phân bố các thành phần này phụ thuộc vào từng loại bưởi, giống và mùa thu hoạch. Trong vỏ bưởi tươi có chứa thành phần chính như nước, cellulose, hemicellulose, đường hòa tan, lipid (chủ yếu là D-limonene) và các hợp chất có hoạt tính sinh học. Việc tận dụng vỏ bưởi để thu hồi các hợp chất sinh học tự nhiên sẽ làm gia tăng giá trị của quả bưởi như phát triển các loại thực phẩm chức năng, thực phẩm giàu dinh dưỡng (Tocmo et al., 2020).

4.3. Màu sắc các thành phần chính trong quả của hai giống bưởi

Màu sắc của các vị trí khảo sát vỏ xanh, vỏ trắng và thịt quả của hai giống bưởi trồng ở ĐBSCL được thể hiện theo thang đo CIE và được thể hiện ở Bảng 2.

Bảng 2. Màu sắc (L*, a*, b*) của vỏ xanh của bưởi Da Xanh và Năm Roi

Vị trí khảo sát	Giá trị L*	Giá trị a*	Giá trị b*	Chỉ số CCI
<i>Vỏ xanh</i>				
Bưởi Da Xanh	45,35±0,49 ^d	-4,15±0,18 ^a	21,06±0,63 ^h	-4,35±0,08 ^a
Bưởi Năm Roi	48,47±0,44 ^d	-3,76±0,07 ^b	33,01±0,61 ^h	-2,35±0,04 ^b
<i>Vỏ trắng</i>				
Bưởi Da Xanh	77,96±0,21 ^g	1,05±0,08 ^g	22,67±0,04 ^c	
Bưởi Năm Roi	77,95±0,11 ^g	0,29±0,08 ^f	23,04±0,02 ^{cd}	
<i>Thịt quả</i>				
Bưởi Da Xanh	32,73±0,20 ^a	9,76±0,24 ^k	15,69±0,25 ^a	
Bưởi Năm Roi	48,05±0,82 ^d	-0,23±0,03 ^e	19,04±0,27 ^b	

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

Bảng 2 cho thấy độ sáng L* ở phần vỏ trắng của các giống bưởi cho giá trị cao nhất, kể đến vỏ xanh, thịt quả. Giá trị a* âm (biểu thị sự thay đổi màu từ xanh lá đến đỏ) thấp nhất ở vỏ xanh. Giá trị b* (biểu thị sự thay đổi màu từ xanh dương đến vàng) cao nhất ở vỏ xanh > vỏ trắng > thịt quả. Trên ba vị trí khảo sát, màu sắc của vỏ xanh là một thuộc tính quan trọng để đánh giá chất lượng quả có múi, tương quan cao với độ ngon của quả vì nó ảnh hưởng đến nhận thức và sự chấp nhận của người tiêu dùng (Ani & Abel, 2018). Chỉ số màu CCI là chỉ số để đánh giá chất lượng bên ngoài của quả có múi trong quá trình chín. CCI thay đổi từ -13 đến + 3 (xanh đậm đến vàng) có thể chấp nhận được và bán ra thị trường (Lado et al., 2014). Do đó, việc đánh giá chất lượng màu sắc vỏ quả bên ngoài của hai giống bưởi trồng ở ĐBSCL thông qua chỉ số CCI (Bảng 2) cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê, cả 2 giống bưởi đều có màu sắc lệch về xanh (dưới 0). Bưởi Da Xanh (- 4,35±0,08) cho màu xanh đậm nhất. Điều này cho thấy sắc tố màu của vỏ quả rất đa dạng giữa các giống cây trồng khác nhau của họ citrus. Tuy nhiên, màu sắc của quả bưởi tùy thuộc vào vùng trồng, địa phương và chịu ảnh hưởng đáng kể bởi điều kiện khí hậu như ánh sáng, nhiệt độ của môi trường (Porras et al., 2014).

Đối với thịt quả, sắc tố carotenoid tích tụ nhiều nhất trong các giống bưởi cho thịt quả màu hồng (Tocmo et al., 2020). Nghiên cứu cho thấy có khoảng 11 loại carotenoid hiện diện trong vỏ bưởi, bao gồm phytoene, phytofluene, zeta-carotene, lycopene, α-carotene, β-carotene, lutein, β-cryptoxanthin, zeaxanthin, 9-cis-violaxanthin và luteoxanthin (Xu et al., 2006). Trong quá trình chín của quả, hàm lượng lycopene tăng đáng kể và chiếm 93% hàm lượng carotenoid tng số trong thịt quả (Tatmala et al., 2020). Ngược lại, giống bưởi cho thịt quả trắng vẫn có chứa hàm lượng carotenoid nhưng chiếm một lượng rất nhỏ trong thịt quả nên

có màu xanh nhạt, chủ yếu là phytoene và violaxanthin. Điều này cho thấy giá trị a* dương thể hiện cao nhất ở thịt quả bưởi Da Xanh (9,76±0,24) > Năm Roi (-0,23±0,03) và giá trị b* thể hiện cao nhất ở thịt quả bưởi Năm Roi. Tuy nhiên, trong vỏ xanh của hai giống bưởi vẫn có lutein, violaxanthin, α-carotene và β-carotene được tìm thấy trong quá trình phát triển. Điều này phù hợp với kết quả Bảng 2 và hình ảnh minh họa trên Hình 1, bưởi Năm Roi có màu sắc khác hơn so với bưởi Da Xanh ở vỏ trắng, thịt quả.

4.4. Thành phần hóa lý cơ bản của bưởi Da Xanh và bưởi Năm Roi

Các chỉ tiêu thành phần hóa lý cơ bản trong vỏ xanh, vỏ trắng và thịt quả tính trên 100 g nguyên liệu tươi của 2 giống bưởi khảo sát được thể hiện ở Bảng 3.

Độ ẩm là chỉ tiêu có liên quan mật thiết đến hiệu quả trích chất hòa tan và quá trình chế biến sản phẩm từ phần ăn được của quả bưởi. Kết quả cho thấy độ ẩm thấp nhất là ở phần vỏ xanh của bưởi Da Xanh. Điều này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Toh et al. (2013) độ ẩm của vỏ bưởi thấp hơn khoảng 10% so với độ ẩm thịt quả.

Nhìn chung, thịt quả là phần ăn được, chứa nhiều nước hơn so với vỏ xanh, vỏ trắng. Theo Kongkachuichai et al. (2010), độ ẩm thịt quả trong khoảng 87,5 đến 88,9%. Ngoài ra, Shamsudin et al. (2011) cho rằng độ ẩm vỏ xanh cao là do vị trí ngoài cùng của quả bưởi và một lớp sáp bao phủ bề mặt đóng vai trò như một màng ngăn khí để hạn chế sự bay hơi và giữ ẩm bên trong vỏ. Tuy nhiên, Bảng 3 cho thấy bưởi Da Xanh có độ ẩm vỏ xanh > vỏ trắng, trong khi bưởi Năm Roi thì độ ẩm vỏ trắng > vỏ xanh. Đây là thông tin hữu ích cho việc nghiên cứu bảo quản bưởi sau thu hoạch cũng như nghiên cứu tận dụng vỏ quả. Việc giảm độ ẩm là cần thiết để

bảo quản chất lượng vỏ và kéo dài thời hạn sử dụng của sản phẩm, đồng thời ngăn ngừa sự hư hỏng của

vi sinh vật và các hoạt động của enzyme (Rahman et al., 2016).

Bảng 3. Thành phần hóa lý trong vỏ xanh, vỏ trắng và thịt quả của bưởi Da Xanh và bưởi Năm Roi

Vị trí khảo sát	Thành phần hóa lý cơ bản					Chất xơ tổng số (%)
	Độ ẩm (%)	Protein (%)	Lipid (%)	Tro (%)	Carbohydrate (%)	
<i>Bưởi Da Xanh</i>						
Vỏ xanh	67,76±0,17	0,021±0,002	1,71±0,23	1,29±0,07	29,22±0,29	14,99±0,05
Vỏ trắng	66,22±0,14	0,008±0,001	1,60±0,13	1,13±0,06	31,04±0,08	18,33±0,02
Thịt quả	86,49±0,3	0,002±0,000	1,44±0,17	0,43±0,01	11,64±0,17	1,49±0,00
<i>Bưởi Năm Roi</i>						
Vỏ xanh	73,58±0,21	0,014±0,002	1,93±0,32	1,64±0,02	22,84±0,34	14,41±0,03
Vỏ trắng	73,93±0,18	0,004±0,000	1,58±0,28	0,69±0,25	23,80±0,28	15,11±0,02
Thịt quả	87,38±0,10	0,002±0,000	1,47±0,09	0,36±0,00	10,78±0,09	1,18±0,00

Giá trị được biểu thị bằng trung bình ± độ lệch chuẩn của phép đo 3 lần. Chất xơ tổng số được thử nghiệm tại Công ty TNHH SGS Việt Nam.

Protein trong bưởi có tỷ lệ thấp (dưới 0,021%), cao nhất ở vỏ xanh > vỏ trắng > thịt quả ở cả hai giống bưởi. Sự hiện diện cao của hàm lượng protein trong vỏ quả khi so sánh với thịt quả là do thành phần chủ yếu là các enzyme và amino acid tự do giúp cấu tạo tế bào. Trong quả *Citrus maxima*, nước ép và các chiết xuất từ vỏ bưởi đều chứa ít protein (dưới 1%) (Liu et al., 2012). Hàm lượng protein trong vỏ bưởi thấp hơn so với hàm lượng protein được tìm thấy trong vỏ cam (Ani and Abel, 2018). Tương tự như protein, lipid tồn tại nhiều nhất trong vỏ xanh (1,71 – 1,93%), kế đến là vỏ trắng (1,58 - 1,60%) và thịt quả (1,44 - 1,47%). Có thể thấy bưởi không phải là nguồn cung cấp lipid lý tưởng, chúng chủ yếu tìm thấy trong hạt và vỏ quả quả có múi. Lipid trong bưởi đa dạng từ triglyceride, phospholipid, phosphorus glycolipids, acid béo và các hợp chất tinh dầu. Lớp vỏ xanh có nhiều túi tinh dầu, tương ứng lượng lipid cao. Tinh dầu bưởi chứa nhiều γ -terpinene, α -pinene, α - and β -phellandrene (Lan-Phi & Vy, 2015). Trong vỏ xanh của quả bưởi có một lớp biểu bì được hình thành từ các lipid của các tế bào biểu bì bên ngoài của vỏ quả, nó đóng vai trò quan trọng trong việc kiểm soát sự mất nước và bảo vệ quả bởi một lớp cutin và sáp (Ladanyia, 2010). Trong nước ép bưởi *Citrus maxima*, hàm lượng lipid thấp làm cho nó trở thành một thành phần lý tưởng trong chế độ ăn kiêng giảm cân (Ani & Abel., 2018).

Hàm lượng tro cũng không có sự biến đổi tương đồng, tuy nhiên, trong từng nhóm quả, tro ở thịt quả < vỏ trắng < vỏ xanh. Ngay cả khi ước tính hàm lượng tro trong thịt quả theo thành phần chất khô thì thịt quả vẫn có hàm lượng tro thấp. Điều này hoàn toàn phù hợp với nghiên cứu của Liu et al. (2012), vỏ bưởi tươi cho thấy hàm lượng tro thấp 0,78 -

1,83%, trong thịt quả bưởi hàm lượng tro khoảng 0,25% và thấp hơn ổi, xoài, mận (Ara et al., 2014). Kết quả này có thể thấp hơn so với nghiên cứu của Ani and Abel (2018), hàm lượng tro được tìm thấy trong vỏ bưởi (2,49%) tương đương với *Citrus sinensis* (1,59%) và *Vitis vinifera* (4,24%). Hàm lượng tro đại diện cho khoáng chất có trong quả, chủ yếu là kali (chiếm 40% hàm lượng tro), natri và một lượng rất thấp (Liu et al., 2012).

Ngay cả carbohydrate cũng được xác định có tỷ lệ cao hơn ở vỏ trắng > vỏ xanh > thịt quả và bưởi Da Xanh cao hơn bưởi Năm Roi, đồng thời chiếm tỷ lệ cao hơn gấp nhiều lần so với protein, lipid, tro. Carbohydrate được chia thành hai phần hòa tan và không hòa tan, dựa trên dung môi trích ly là ethanol 80%. Phần hòa tan chủ yếu chứa monosaccharide và disaccharide, các acid hữu cơ và các thành phần phụ khác. Trong thịt quả, hàm lượng đường tổng rất khác nhau và chúng tồn tại ở dạng carbohydrate hòa tan. Quả ở giai đoạn chín là thời kỳ mở rộng tế bào, nghĩa là quả đã trải qua giai đoạn phát triển, các tế bào bưởi phình to và vỏ quả trở nên mỏng hơn, sự hấp thu và tích tụ nước ổn định cùng các chất và acid hữu cơ tập trung thịt quả (Fermoso et al., 2018). Thịt quả của cam và bưởi chứa hàm lượng đường từ 5÷10% (từ 50 đến trên 90% lượng carbohydrate trong quả). Tỷ lệ đường sucrose, glucose và fructose là 2:1:1 đại diện cho các thành phần chính của carbohydrate và tạo vị ngọt trong nước quả có múi. Ngoài ba loại đường chính, nước ép bưởi còn chứa một lượng ít đường mannose, maltose, heptuloses, galactose, rhamnose, xylose và trehalose. Trong khi đó, vỏ bưởi chứa carbohydrate không hòa tan là chủ yếu, nó cũng chứa một lượng đáng kể sucrose, glucose, fructose và một ít xylose, rhamnose. Phần không hòa tan là polysaccharide cấu tạo tế bào bao

gồm pectic, hemicelluloses, cellulose và lignin (Liu et al., 2012). Theo Putnik et al. (2017), vỏ của các loại quả có múi chứa khoảng 50 – 60% cellulose và hemicelluloses, có thể được phân thành hai loại chính là chất xơ hòa tan và không hòa tan. Chất xơ hòa tan bao gồm pectin, gum, dịch nhầy và một số phần của cellulose. Mặt khác, các chất xơ không hòa tan bao gồm cellulose, hemicelluloses và lignin. Vỏ trắng là nguồn pectin tiềm năng (pectin thuộc nhóm chất xơ) và chất xơ (Terpstra et al., 2002). Do đó, Bảng 3 cho thấy hàm lượng chất xơ tổng số (polysaccharide) tồn tại khá cao ở phần vỏ bưởi, chiếm khoảng 50% chất khô. Hàm lượng chất xơ tổng số cao nhất là ở vỏ trắng, kế đến là vỏ xanh và thấp nhất là thịt quả. Điều này hoàn toàn phù hợp với nghiên cứu của Ani and Abel (2018), vỏ quả có chứa nhiều chất xơ và các hợp chất chức năng và việc tăng cường tiêu thụ chất xơ đóng vai trò quan trọng trong việc phòng ngừa, giảm thiểu và điều trị các bệnh mãn tính và thúc đẩy các chức năng sinh lý như giảm lipid máu và kiểm soát glucose. Một vài nghiên cứu cho thấy hàm lượng chất xơ trong vỏ của các loại quả có giá trị xấp xỉ như vỏ *Citrus sinensis* (13,51%) bởi Uraku (2015). Nguồn cung cấp chất xơ tốt nhất phải kể đến là vỏ trắng bưởi Da Xanh, kế đến là bưởi Năm Roi. Ngược lại, do phần thịt quả chứa hàm lượng cacbohydrate hòa tan nên hàm lượng chất xơ chỉ dưới 1,5%.

Nhìn chung, qua kết quả Bảng 3 cho thấy ở các vị trí khác nhau như vỏ xanh, vỏ trắng, thịt quả của các giống bưởi Da Xanh, Năm Roi đều có chứa các thành phần hóa lý cơ bản có giá trị dinh dưỡng khác nhau. Đặc biệt, trong phần vỏ bưởi kể cả vỏ trắng, vỏ xanh của bưởi đều chứa hàm lượng chất xơ tổng số cao. Do đó, từ nghiên cứu này có thể kết hợp sử dụng triệt để vỏ xanh, vỏ trắng trong các sản phẩm thực phẩm. Đối với phần thịt quả bưởi do chứa hàm lượng nước cao, hàm lượng cacbohydrate vừa phải và ít tro, chất béo và chất xơ tổng số và điều này hoàn toàn phù hợp trong nghiên cứu của Ani and Abel (2018), thịt bưởi trắng (giống như bưởi Năm Roi) có hàm lượng nước khoảng 91%, cacbohydrate 8%, lipid 0,1%, protein 0,6% và chất xơ 1%. Đối với bưởi đỏ và hồng hàm lượng nước khoảng 88%, cacbohydrate 10,7%, lipid 0,1%, protein 0,8%, và chất xơ 1,6% (Bodner-Montville et al., 2006).

4.5. Đánh giá chất lượng của thịt quả

Trong quá trình sinh trưởng và phát triển của quả có múi, đường và sắc tố được tích lũy, hàm lượng acid giảm trong thịt quả. Do đó, chất lượng của thịt quả bưởi được đánh giá thông qua hàm lượng chất khô hòa tan (TSS hoặc °Brix), hàm lượng acid tổng

số (TA), chỉ số TSS/TA và pH kết hợp với thông số về các thành phần có khả năng kháng oxy hóa (TPC, TFC, vitamin C), kết quả được thể hiện ở Bảng 4.

Bảng 4. Chỉ tiêu chất lượng trong thịt quả bưởi Da Xanh và bưởi Năm Roi trồng ở ĐBSCL

Chỉ tiêu	Bưởi Da Xanh	Bưởi Năm Roi
TSS (°Brix)	11,88±0,26 ^b	10,62±0,53 ^a
Acid tổng số TA (%)	0,44±0,02 ^a	0,52±0,17 ^a
TSS/TA	27,00±0,14 ^b	20,42±0,35 ^a
pH	4,24±0,19 ^b	3,85±0,10 ^a
VitaminC(mg%)	34,67±0,24 ^a	42,04±1,02 ^b
TPC (mg GAE/g CKNL)	1,63±0,02 ^a	2,42±0,01 ^b
TFC (mg QE/g CKNL)	5,15±0,02 ^a	9,57±0,03 ^b

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

Các giá trị có ký tự khác nhau trong cùng một hàng thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ở p<0,05.

Hàm lượng tổng chất khô hoà tan TSS đánh giá chất lượng dinh dưỡng đa lượng của phần ăn được. Bảng 4 cho thấy hàm lượng TSS trong thịt quả của bưởi Da Xanh đạt giá trị cao (11,88±0,26 °Brix) trong khi hàm lượng acid tổng số lại thấp hơn khi so sánh với bưởi Năm Roi. Tương tự, pH thịt quả của hai giống bưởi có tính acid trong khoảng 3,75 – 4,24, không nhận thấy sự thay đổi khác biệt có ý nghĩa thống kê. Kết quả này gần giống với giá trị pH (4 – 4,5) của năm giống bưởi ở Thái Lan đã được nghiên cứu bởi Rosales and Suwonsichon (2015). Độ pH của nước ép quả thể hiện được tính acid của quả, độ pH có thể thay đổi trong khoảng từ 2,0 - 5,7 tùy thuộc vào từng loại quả có múi. Mặc dù mùi vị và hương vị độc đáo không chỉ do một mà là sự kết hợp của nhiều hợp chất dễ bay hơi, tuy nhiên giá trị acid giúp đánh giá vị chua và chỉ số TSS/TA gián tiếp giúp đánh giá vị ngọt/chua của trái đã được sử dụng trên toàn thế giới như chỉ số quan trọng nhất để đánh giá chất lượng quả có múi, góp phần quyết định hương vị của quả (Goldenberg et al., 2018). Kết quả khảo sát cho thấy vị ngọt ở bưởi Da Xanh cao hơn so với bưởi Năm Roi. Giá trị TSS/TA ở quả bưởi thường nằm ở 5,5 - 7 (Lado et al., 2014); 12 - 20 (Pichaiyongvongdee & Haruenkit, 2009); hoặc 8 - 21 (Susanto et al., 2018). Qua đó, cả hai giống bưởi Da Xanh và Năm Roi được trồng ở ĐBSCL đều có chất lượng ăn tốt hơn các giống bưởi trong các nghiên cứu trên, trong đó bưởi Da Xanh có chất lượng ăn tốt nhất do chỉ số TSS/acid của thịt quả lên đến 27,00±0,14.

Xét về các thành phần có hoạt tính sinh học, một kết quả thú vị thu được là bưởi Năm Roi có hiệu quả

kháng oxy hóa cao hơn khi so sánh với bưởi Da Xanh, thể hiện ở sự hiện diện ở hàm lượng cao hơn với cả 3 thông số vitamin C, polyphenol tổng số và flavonoids tổng số. Công bố của Wu et al. (2011) cũng cho thấy, hàm lượng TPC của thịt quả trắng cho giá trị cao hơn so với thịt quả hồng. Kết quả này sẽ là thông tin bổ ích trong việc đánh giá khả năng sử dụng bưởi Năm Roi, vốn có giá trị kinh tế thấp hơn bưởi Da Xanh.

Nhìn chung, việc đánh giá chất lượng của quả bưởi chín còn tùy thuộc vào yêu cầu của thị trường và sự chấp nhận của người tiêu dùng và không có giá trị chung hay giá trị tuyệt đối quy định về các chỉ số này. Các chỉ số chất lượng về độ chín như độ ngọt của quả, giá trị TAA/TS, màu sắc quả là những thông số rất quan trọng trong tiêu chuẩn chất lượng nhưng chưa đủ để đáp ứng nhu cầu của người tiêu dùng khi quả được phân thành các loại khác nhau như loại đặc biệt, loại 1, loại 2. Yếu tố phân loại này cũng được xác định dựa vào kích thước, hình dạng quả, không có khuyết tật, rối loạn sinh lý, sâu bệnh và côn trùng, mùi vị, độ nhám của vỏ là những đặc điểm quan trọng được quy định trong các tiêu chuẩn chất lượng của mỗi quốc gia (Lado et al., 2014). Do đó, để phát triển và nâng cao chuỗi giá trị của quả bưởi trồng ở ĐBSCL, yêu cầu bắt buộc là quả phải đạt được độ chín thương mại, nghĩa là phải đáp ứng cả hai yếu tố về chất lượng bên ngoài và chất lượng bên trong. Hiện nay, bưởi Da Xanh và bưởi Năm Roi là hai giống bưởi nổi tiếng và là đặc sản địa phương của ĐBSCL, thương hiệu hai giống bưởi này cũng đã được thị trường chấp nhận. Các kết quả về chất lượng phần ăn được của hai giống bưởi này phù hợp với đặc tính về chất lượng đã được công bố chỉ dẫn địa lý cho hai loại quả này. Tuy nhiên, các chỉ tiêu này có thể thay đổi phần lớn do giống bưởi, kỹ thuật canh tác, điều kiện khí hậu, điều kiện thổ nhưỡng của đất và độ chín của quả (Kumar et al., 2013).

5. KẾT LUẬN

Đặc điểm hình thái và tính chất hóa lý của bưởi Da Xanh và bưởi Năm Roi ở ĐBSCL được nghiên cứu so sánh. Kết quả nghiên cứu cho thấy có sự khác biệt rõ về đặc tính hình thái, khối lượng quả và đặc biệt là màu sắc thịt quả. Bưởi Da Xanh có tỷ lệ thịt quả (phần ăn được) chiếm tỷ lệ cao, phần vỏ trắng có tỷ lệ thấp và vỏ xanh có tỷ lệ cao hơn. Quả bưởi có chứa các thành phần như độ ẩm, protein, lipid, tro, carbohydrate, trong đó carbohydrate là thành phần chất khô chủ yếu có ở tất cả các loại bưởi, đặc biệt trong thịt bưởi vẫn có sự hiện diện của chất xơ. Chất lượng quả bưởi cũng như chất lượng phần ăn

được thịt quả được đánh giá dựa vào 5 yếu tố màu sắc bên ngoài của vỏ xanh (chỉ số CCI), TSS, TA, TSS/TA và pH. Bưởi Da Xanh có chất lượng ăn tốt nhờ vào chỉ số TSS/TA cao nhất.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được thực hiện thông qua đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ “Nghiên cứu công nghệ sơ chế, bảo quản bưởi Da xanh, Năm roi phục vụ yêu cầu xuất khẩu” (mã số: CT2020.01.TCT.04) thuộc Chương trình KH&CN Bộ GD&ĐT “Nghiên cứu ứng dụng và phát triển công nghệ tiên tiến trong bảo quản, chế biến nông thủy sản vùng Đồng bằng Sông Cửu Long”. Ban chủ nhiệm đề tài cảm ơn sự tham gia nghiên cứu của học viên Trần Tuyết Mai, lớp Cao học Công nghệ thực phẩm khóa 25, Trường Đại học Cần Thơ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Ani, P. N., & Abel, H. C. (2018). Nutrient, phytochemical, and antinutrient composition of *Citrus maxima* fruit juice and peel extract. *Food Science and Nutrition*, 6(3), 653–658
- Bodner-Montville, J., Ahuja, J. K., Ingwersen, L. A., Haggerty, E. S., Enns, C. W. & Perloff, B. P. (2006). USDA food and nutrient database for dietary studies, released on the web. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, S100-S107.
- Fermoso, F.G.; Serrano, A., Alonso-Fariñas, B., Fernández-Bolaños, J., Borja,., 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, 8451–8468.
- Goldenberg, L., Yaniv, Y., Porat, R. & Carmi, N. (2018). Mandarin fruit quality: A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(1), 18-26,
- Hossain, M., Disha, R. F. & Rahim, M. A. (2018). Physio-morphological variations of pummelo genotype (*Citrus grandis* L. Osbeck). *Advances in Horticultural Science*, 32(1), 93-103.
- Kongkachuichai, R., Charoensiri, R. & Sungpuag, P. (2010). Carotenoids, flavonoids profiles and dietary fiber contents of fruits commonly consumed in Thailand. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 61, 536–548.
- Kumar, R., Vijay, S., & Khan, N. (2013). Comparative Nutritional Analysis and Antioxidant Activity of Fruit Juices of some Citrus spp. *Octa Journal of Biosciences*, 1(1): 43-53.
- Ladanya, M. (2010). Citrus fruit, biology, technology and evaluation. *Academic press*. 542 pp.

- Lado, J., Rodrigo, M. J. & Zacarias, L. (2014). Maturity indicators and citrus fruit quality. *Stewart Postharvest Review*, 10(2), 1-6.
- Lan-Phi, N. T., & Vy, T. T. (2015). Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of peels' essential oils of different pomelo varieties in the south of Vietnam. *International Food Research Journal*, 22(6), 2426–2431.
- Liu, Y., Heying, E. & Tanumihardjo, S. A. (2012). History, global distribution, and nutritional importance of citrus fruits. *Comprehensive reviews in Food Science and Food safety*, 11(6), 530-545.
- Mahato, N., Sharma, K., Sinha, M. & Cho, M. H. (2018). Citrus waste derived nutra-/pharmaceuticals for health benefits, Current trends and future perspectives. *Journal of Functional Foods*, 40(12), 307–316.
- Mandal, S., Patra, A., Samanta, A., Roy, S., Mandal, A., Mahapatra, T. D., Pradhan, S., Das, K. & Nandi, D. K. (2013). Analysis of phytochemical profile of Terminalia arjuna bark extract with antioxidative and antimicrobial properties. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 3(12), 960–966.
- Pichaiyongvongdee, S., Rattanapun, B., & Haruenkit, R. (2014). Total polyphenol content and antioxidant properties in different tissues of seven pomelo (*Citrus grandis* (L.) osbeck) cultivars. *Kasetsart Journal - Natural Science*, 48(6), 989–996.
- Porras, I., Brotons, JM., Conesa, A. & Manera, F.J. (2014). Influence of temperature and net radiation on the natural degreening process of grapefruit (*Citrus paradisi* Macf.) cultivars Rio Red and Star Ruby. *Scientia Horticulturae*, 173, 45–53.
- Putnik, P., Bursać Kovačević, D., Režek Jambrak, A., Barba, F. J., Cravotto, G., Binello, A., Shpigelman, A. (2017). Innovative “green” and novel strategies for the extraction of bioactive added value compounds from citrus wastes - A review. *Molecules*, 22(5), 1–24.
- Rahman, N. F., Shamsudin, R., Ismail, A., & Shah, N. N. A. K. (2016). Effects of post-drying methods on pomelo fruit peels. *Food science and biotechnology*, 25(1), 85-90.
- 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.
- Shamsudin, R., Daud, W. R. W., Takriff, M. S., & Hassan, O., 2011. Chemical compositions and thermal properties of the josapine variety of pineapple fruit (*Ananas comosus* L.) in different storage systems. *Journal of Food Process Engineering*, 34(5), 1558-1572.
- Siddiqua A, Premakumari KB, Sultana R, Vithya, S., 2010. Antioxidant activity and estimation of total phenolic content of Muntingia calabura by colorimetry. *International Journal of ChemTech Research*, 2(1), 205-208.
- Susanto, S., Hermansah, D., & Amanda, F. (2018). The growth and quality of fruit of three pummelo (*Citrus maxima* (Burn.) Merr.) accessions. *E&ES*, 196(1), 012014.
- Tatmala, N., Ma, G., Zhang, L., Kato, M., & Kaewsuksaeng, S. (2020). Characterization of Carotenoid Accumulation and Carotenogenic Gene Expression During Fruit Ripening in Red Colored Pulp of ‘Siam Red Ruby’Pumelo (*Citrus grandis*) Cultivated in Thailand. *The Horticulture Journal*, 89(3), 237-243.
- Terpstra, A. H., Lapre, J. A., Vries, H. T. & Beynen, A. C. (2002). The hypocholesterolemic effect of lemon peels, lemon pectin, and the waste stream material of lemon peels in hybrid F1B hamsters. *European Journal of Nutrition*, 41(1), 19-26.
- 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), 1969-2010.
- Uraku, A. J. (2015). Nutritional potential of Citrus sinensis and Vitis vinifera peels. *Journal of advancement in medical and life sciences*, 3(4), 2348–2394.
- Wu, S. J., Ng, C. C., Tzeng, W. S., Ho, K. C. & Shyu, Y. T. (2011). Functional antioxidant and tyrosinase inhibitory properties of extracts of Taiwanese pummelo (*Citrus grandis* Osbeck). *African Journal of Biotechnology*, 10(39), 7668-7674.
- Zain, N. F. M., Yusop, S. M. & Ahmad, I. (2013). Preparation and characterization of cellulose and nanocellulose from pomelo (*Citrus grandis*) albedo. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 5(1), 1–4.
- Xu, C.J., Fraser, P. D., Wang, W.J., and Bramley, P. M. (2006). Differences in the carotenoid content of ordinary citrus and lycopeneaccumulating mutants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(15), 5474–5481.