

Đánh giá hoạt tính chống oxy hóa và chất lượng cảm quan của kẹo dẻo bổ sung bột vỏ bưởi và nước bưởi

Hoàng Quang Bình¹, Huỳnh Đắc Danh², Lê Trung Thiên^{2*}

¹Trường Đại học Quy Nhơn, 170 An Dương Vương, phường Nguyễn Văn Cừ, TP Quy Nhơn, tỉnh Bình Định, Việt Nam

²Trường Đại học Nông Lâm TP Hồ Chí Minh, khu phố 6, phường Linh Trung, TP Thủ Đức, TP Hồ Chí Minh, Việt Nam

Ngày nhận bài 3/4/2023; ngày chuyển phản biện 5/4/2023; ngày nhận phản biện 20/4/2023; ngày chấp nhận đăng 28/4/2023

Tóm tắt:

Người tiêu dùng ngày càng có nhu cầu cao trong sử dụng các thực phẩm có lợi cho sức khỏe. Kẹo dẻo là sản phẩm được nhiều người tiêu dùng ưa thích, tuy nhiên sản phẩm chứa ít hợp chất có lợi. Mục đích của nghiên cứu này nhằm đánh giá ảnh hưởng của tỷ lệ bổ sung bột vỏ bưởi (0,5-2%) và nước ép bưởi (0-30%) đến chất lượng kẹo dẻo. Bên cạnh đó, các chỉ tiêu như màu sắc, cấu trúc và cảm quan của mẫu sản phẩm cũng được đánh giá. Kết quả nghiên cứu cho thấy, bổ sung các nguyên liệu này giúp cải thiện hàm lượng polyphenol, hoạt tính chống oxy hóa của sản phẩm. Ngược lại, nó làm giảm chỉ số L*, b* của sản phẩm. Ứng dụng hai nguyên liệu này giúp tạo mùi bưởi thơm tự nhiên cho sản phẩm, vị đắng nhẹ cân bằng vị ngọt của kẹo. Tuy nhiên, khi bổ sung hàm lượng bột vỏ bưởi càng cao, sản phẩm càng giảm dần độ dẻo dai. Công thức bổ sung tốt nhất đã được xác định là tỷ lệ bột vỏ bưởi chiếm 1% và dịch ép bưởi chiếm 20% giúp cải thiện hàm lượng polyphenol (110,48 mg/100 g vật chất khô (vck)), và hoạt tính chống oxy hóa của kẹo dẻo bưởi (84,78 mg/100 g vck). Tại công thức này, kẹo dẻo có kết quả đánh giá cảm quan đạt chất lượng tốt (6/9 điểm). Trong các nghiên cứu tiếp theo cần tiếp tục khảo sát tỷ lệ phối trộn chất tạo cấu trúc và chất điều vị, giúp nâng cao hơn nữa chất lượng sản phẩm kẹo dẻo bưởi.

Từ khóa: bưởi, hoạt tính chống oxy hóa, kẹo dẻo, polyphenol.

Chỉ số phân loại: 2.10

Assessment of antioxidant activities and sensory quality of gummy candy added pomelo peel powder and pomelo juice

Quang Binh Hoang¹, Dac Danh Huynh², Trung Thien Le^{2*}

¹Quy Nhon University, 170 An Duong Vuong Street, Nguyen Van Cu Ward, Quy Nhon City, Binh Dinh Province, Vietnam

²Nong Lam University, Quarter 6, Linh Trung Ward, Thu Duc City, Ho Chi Minh City, Vietnam

Received 3 April 2023; revised 20 April 2023; accepted 28 April 2023

Abstract:

Nowadays, consumers are increasingly demanding the use of healthy foods. Gummy candy is a product that many consumers like to use, but this foodstuff contains few beneficial compounds. The objective of this study was to evaluate the effect of the addition of different levels of pomelo peel powder (0.5-2%) and pomelo juice levels (0-30%) on improving antioxidant activity in gummy candy. Furthermore, the attributes such as colour properties, texture profile, and organoleptic characteristics of all products were also determined in the present study. The results showed that both ingredients improved the total phenolic compounds and antioxidant activity of the product while reducing its L* and b* values. The addition of two constituents also created a great pomelo smell and a slightly bitter taste in harmony with the natural sweetness of the product. However, the increase in the amount of fruit peel powder caused a substantial reduction in the hardness and cohesiveness properties of gummy candy. The best formulation, which contains pomelo peel powder and fruit juice concentrations of 1 and 20%, respectively, helped improve the phenolic content (110.48 mg/100 g dry matter (DM)) and antioxidant activity (84.78 mg/100 g DM) of the product. In this formulation, the sample reached a sensory acceptance score of 6/9. Further studies should investigate the concentration of stabiliser agents, as well as food flavouring agents.

Keywords: antioxidant activity, gummy candy, polyphenol, pomelo.

Classification number: 2.10

*Tác giả liên hệ: Email: le.trungthien@hcmuaf.edu.vn

1. Đặt vấn đề

Kẹo dẻo có thành phần chủ yếu là đường (sucrose và/hoặc glucose), kết hợp với chất tạo cấu trúc (gelatin, pectin, gum), chất hiệu chỉnh acid, hương liệu và chất tạo màu; do đó sản phẩm ít chứa các hợp chất có lợi cho sức khỏe. Trong xã hội hiện nay, các sản phẩm có giá trị tốt cho sức khỏe đang ngày càng nhận được sự quan tâm chú ý của người tiêu dùng. Trong nhiều nghiên cứu trước đó, bột vỏ dừa hầu [1], bột vỏ dứa, vỏ đu đủ [2] và puree thanh long [3] đã được ứng dụng, giúp cải thiện hoạt tính chống oxy hóa cũng như chất lượng cảm quan cho kẹo dẻo. Các phân tích hóa-lý đã cho thấy, dịch ép bưởi và vỏ bưởi có chứa nhiều hợp chất chống oxy hóa có lợi cho sức khỏe như polyphenol, vitamin C và flavonoid [4-6]. Trong một báo cáo tổng hợp đã cho thấy, vỏ bưởi có thể được sử dụng như là nguyên liệu trong trích ly pectin, tinh dầu, polyphenol hoặc sử dụng như một thành phần trong chế biến vỏ bưởi ngâm nước đường, mứt nhuyển, trà, bánh mì, bún [7]. Tuy nhiên, việc ứng dụng các nguồn nguyên liệu này trong chế biến kẹo dẻo vẫn còn khá hạn chế. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm mục đích ứng dụng vỏ bưởi và dịch ép bưởi trong nâng cao hoạt tính chống oxy hóa của kẹo dẻo, song song đó nghiên cứu cũng đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố này đến chất lượng cảm quan của kẹo dẻo.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Nguyên liệu và hóa chất

Nguyên liệu: Dịch ép bưởi và vỏ bưởi đã xử lý giảm đắng được cung cấp từ Công ty TNHH Lê Trung Thiên, 450 Nguyễn Xiển, TP Thủ Đức, TP Hồ Chí Minh.

Đường mạch nha (maltose syrup), DE=26-50, được cung cấp bởi Công ty Cổ phần hữu hạn Vedan Việt Nam, tỉnh Đồng Nai, Việt Nam. Các phụ gia gelatin (độ Bloom = 200), pectin high methoxyl, citric acid, malic acid được mua tại Công ty Hướng Đi, quận Tân Bình, TP Hồ Chí Minh.

Hóa chất được sử dụng trong nghiên cứu gồm: Folin Ciocalteu 99,5%, DPPH (Merck, Đức), ethanol 99,6% (Chemsol, Việt Nam). Methanol 99,5%, NaOH 96%, Na₂CO₃ 99,5%, thiourea, ascorbic acid 99,5%, gallic acid 99,5%, metaphosphoric acid, acetic acid, brom 3%, 2,4-DNP, H₂SO₄ 98%, trichloroacetic acid, HCl 35-38% (Xilong, Trung Quốc).

2.2. Quy trình chế biến kẹo dẻo

Đầu tiên, các nguyên liệu gồm gelatin, pectin và nước nóng 60° được trộn đều. Hỗn hợp được giữ ổn định ở nhiệt độ 60° trong 20 phút, giúp hòa tan hoàn toàn nguyên liệu.

Sau đó, hỗn hợp được trộn đều với đường sucrose, đường mạch nha, dầu thực vật, citric acid và malic acid. Tỷ lệ các nguyên liệu trong công thức phối trộn được trình bày trong bảng 1. Hỗn hợp được gia nhiệt tại 90±2°C đến khi đạt hàm lượng tổng chất rắn hòa tan là 75%. Độ Brix được kiểm tra bằng khúc xạ kế (HR25/800, Kruss-Đức). Sau đó, mẫu được rót vào khuôn có kích thước là 1x1,5x1,5 cm và để ổn định ở nhiệt độ 29-31°C trong 48 giờ. Sau khi ổn định kẹo được tách khỏi khuôn và phân tích các chỉ tiêu đánh giá.

Bảng 1. Công thức nguyên liệu phối trộn chế biến kẹo dẻo.

Nguyên liệu	Tỷ lệ (%)
Gelatin	6,00
Pectin	0,40
Đường sucrose	10,00
Đường mạch nha	10,00
Dầu thực vật	0,30
Citric acid	0,15
Malic acid	0,15
Nước	73,00
Tổng	100

2.3. Bố trí thí nghiệm

Ảnh hưởng của hàm lượng bột vỏ bưởi:

Chuẩn bị bột vỏ bưởi: Vỏ bưởi sau khi mang về phòng thí nghiệm được sấy ở 60°C đến khi đạt hàm lượng ẩm từ 8 đến 10%. Tiếp theo, nguyên liệu được xay nhỏ và rây qua sàng lọc có kích cỡ lỗ 0,106 mm. Sau đó, bột vỏ bưởi được bổ sung vào công thức chế biến kẹo với các tỷ lệ khác nhau gồm 0,5; 1; 1,5 và 2% (g/100 g công thức phối trộn). Lượng nước sử dụng trong mỗi công thức phối trộn được thay đổi sao cho tổng khối lượng công thức luôn đạt 100%. Kẹo sau khi chế biến được phân tích hàm lượng polyphenol tổng, hoạt tính chống oxy hóa và đánh giá cảm quan. Thí nghiệm được lặp lại 3 lần.

Ảnh hưởng của hàm lượng dịch quả:

Trong thí nghiệm này, dịch ép bưởi được bổ sung vào công thức chế biến kẹo với các tỷ lệ khác nhau gồm 0, 10, 20 và 30% (g/100 g công thức phối trộn), trong đó hàm lượng bột vỏ bưởi được sử dụng là kết quả thí nghiệm mục 2.3.1, và hàm lượng nước sử dụng trong mỗi công thức được thay đổi sao cho tổng khối lượng công thức phối trộn luôn đạt 100%. Kẹo sau khi chế biến được phân tích hàm lượng polyphenol tổng, hoạt tính chống oxy hóa và đánh giá cảm quan. Thí nghiệm được lặp lại 3 lần.

2.4. Phương pháp phân tích

Xác định hàm lượng các hợp chất chống oxy hóa:

Hàm lượng polyphenol tổng: Phương pháp phân tích được tham chiếu theo N.N.M. Phuong và cs (2020) [8]. Hút 0,5 ml dịch mẫu cho vào ống nghiệm, thêm 2,5 ml Folin 10% lắc đều và để yên trong tối khoảng 5 phút. Sau đó, cho thêm 2 ml Na₂CO₃ 7,5% vào ống nghiệm và lắc đều, để tối trong 60 phút rồi đem đi đo độ hấp thụ quang phổ ở bước sóng 765 nm bằng máy đo quang phổ UV-Vis (Jasco, V770, Nhật Bản). Dựa vào phương trình đường chuẩn gallic acid (10-50 µg/ml; $y=0,0249x-0,6363$; $R^2=0,99$), hàm lượng polyphenol tổng được thể hiện theo đương lượng gallic acid/100 g vck (mg GAE/100 g vck).

Hoạt tính chống oxy hóa: Phương pháp phân tích được tham chiếu theo K. Thaipong và cs (2006) [9]. Hút 0,2 ml mẫu đã được pha loãng vào ống nghiệm, sau đó cho 4 ml dung dịch DPPH 0,1 mM vào lắc đều, để yên cho phản ứng trong bóng tối 30 phút. Sau đó mẫu được đo độ hấp thụ quang phổ ở bước sóng 517 nm bằng máy đo quang phổ UV-Vis (Jasco, V770, Nhật Bản). Dựa vào phương trình đường chuẩn ascorbic acid (0,1-100 µg/ml; $y=-0,0053+0,9192$; $R^2=0,99$) hoạt tính chống oxy hóa được thể hiện theo đương lượng ascorbic acid/100 g vck (mg AAE/100 g vck).

Xác định chỉ số màu sắc và cấu trúc sản phẩm:

Màu sắc: Các chỉ số L*, a*, b* được xác định bằng máy đo màu Konica Minolta CR-400 (Nhật Bản), với L* thể hiện độ sáng chạy từ 0-100; a* thể hiện sắc đỏ chạy từ -60 đến +60, b* thể hiện sắc vàng chạy từ -60 đến +60.

Cấu trúc của kẹo được phân tích bằng máy đo Zwick/Roell Z1.0 (Đức) bằng phương pháp TPA (Texture Profile Analysis) và phương pháp đâm xuyên. Cụ thể, phương pháp TPA sử dụng đầu đo dạng đĩa đường kính 30 mm với tốc độ của đầu đo là 30 mm/phút. Mẫu được nén đến độ biến dạng 49%. Phân tích TPA cho kết quả về độ đàn hồi, độ nhai, độ dính và độ dính kết của mẫu kẹo bưởi. Phương pháp đâm xuyên sử dụng đầu đo dạng trụ đường kính 6 mm, đâm xuyên đến 90% chiều cao mẫu. Phân tích đâm xuyên cho kết quả về độ cứng của mẫu (lực lớn nhất làm “gãy vỡ” cấu trúc mẫu). Mẫu phân tích có kích cỡ đồng nhất là 1x1,5x1,5 cm.

Đánh giá chất lượng cảm quan:

Phương pháp đánh giá cảm quan được thực hiện bằng phép thử cho điểm thị hiếu với thang điểm 9; trong đó 1 điểm là cực kỳ không thích và 9 điểm là cực kỳ thích [10].

2.5. Phương pháp xử lý số liệu

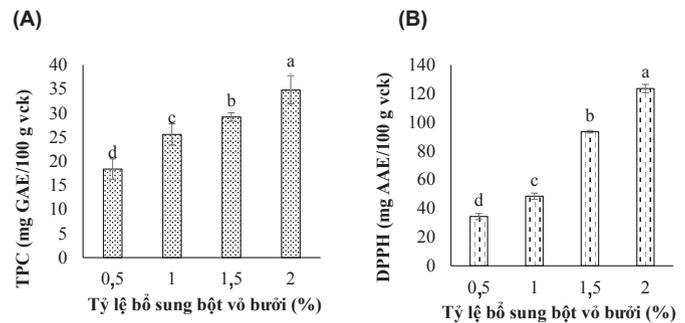
Các số liệu trong nghiên cứu được tính toán, vẽ biểu đồ bằng phần mềm Excel 2013. Phân tích phương sai 1 yếu tố (ANOVA) và phân tích T-test được xử lý bằng phần mềm JMP 13.0 tại mức ý nghĩa $\alpha=0,05$.

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Ảnh hưởng của hàm lượng bột vỏ bưởi đến chất lượng sản phẩm

Hoạt tính chống oxy hóa:

Kết quả thể hiện trong hình 1A cho thấy, bổ sung bột vỏ bưởi đã làm tăng hàm lượng polyphenol có trong kẹo dẻo; trong đó, mẫu 2% có hàm lượng cao nhất là 4,93 mg GAE/100 g vck và mẫu 0,5% có hàm lượng thấp nhất là 2,06 mg GAE/100 g vck. Sự biến đổi về hoạt tính chống oxy hóa của mẫu cũng diễn biến tương tự như polyphenol (hình 1B). Hoạt tính chống oxy hóa của các mẫu 0,5; 1; 1,5 và 2% có giá trị tương ứng lần lượt là 1,84; 2,50; 5,33 và 7,29 mg AAE/100 g vck. Trong nghiên cứu trước đó đã cho thấy, dịch chiết vỏ bưởi Năm Roi có chứa các hợp chất chống oxy hóa thuộc nhóm polyphenol như flavonoid (0,93 mg/g), naringin (0,62 mg/g) và hesperidin (0,13 mg/g) [6]. Hoạt tính chống oxy hóa là một trong những công dụng chính của polyphenol [11]. Các nguyên nhân này đã giúp giải thích sự gia tăng của polyphenol và hoạt tính chống oxy hóa của kẹo dẻo có bổ sung vỏ bưởi.



Hình 1. Ảnh hưởng của hàm lượng bột vỏ bưởi đến chất lượng kẹo bưởi. (A) Hàm lượng polyphenol tổng (TPC), (B) Khả năng kháng oxy hoá (DPPH). Các ký tự khác nhau (a, b, c, d) trên cùng một hình thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức ở độ tin cậy 95%.

Kết quả L*, a* và b*:

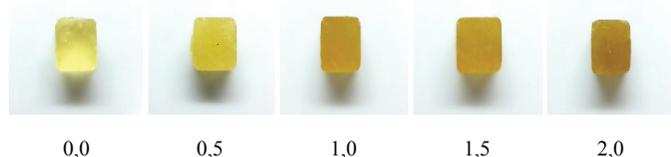
Kết quả bảng 2 cho thấy, bổ sung bột vỏ bưởi ở các hàm lượng khác nhau đã dẫn đến sự khác biệt về màu sắc của kẹo dẻo. Kẹo dẻo có chỉ số L* giảm dần từ 51,6 xuống 37,93; chỉ số b* giảm dần từ 21,36 xuống 4,2; chỉ số a* tăng dần từ 1,33 lên 3,99; khi hàm lượng bột vỏ bưởi tăng từ 0,5 lên 2%. Quan sát bằng mắt thường, độ sáng của kẹo tỷ lệ nghịch với

hàm lượng bột vỏ bưởi, màu kẹo sậm dần (hình 2). Trong nghiên cứu trước, chỉ số L* của kẹo dẻo tăng khi công thức chế biến có bổ sung bột vỏ dưa hấu [1], ngược lại chỉ số này không thay đổi trong trường hợp bổ sung bột vỏ dưa [2]. Hiện tượng này có thể là do sự khác nhau về màu sắc và thành phần hóa học của các loại bột vỏ trái cây.

Bảng 2. Ảnh hưởng của hàm lượng bột vỏ bưởi đến màu sắc kẹo bưởi.

Hàm lượng bột vỏ bưởi (%)	L*	a*	b*
0,0	51,60 ^a ±2,00	1,33 ^c ±0,29	21,36 ^a ±1,32
0,5	45,66 ^b ±2,14	1,92 ^c ±0,69	14,85 ^b ±1,74
1,0	42,84 ^c ±1,30	2,91 ^b ±1,18	12,76 ^c ±0,90
1,5	41,63 ^c ±2,55	3,13 ^b ±0,31	7,46 ^d ±1,32
2,0	37,93 ^d ±1,52	3,99 ^a ±0,58	4,20 ^e ±0,26

L* thể hiện độ sáng chạy từ 0 đến 100; a* thể hiện sắc đỏ chạy từ -60 đến +60, b* thể hiện sắc vàng chạy từ -60 đến +60. Các ký tự khác nhau (a, b, c, d, e) trên cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa giữa các nghiệm thức ở độ tin cậy 95%.



Hình 2. Hình minh họa kẹo dẻo tại các hàm lượng bột vỏ bưởi bổ sung khác nhau.

Đánh giá cảm quan:

Về màu sắc, sản phẩm có hàm lượng bột vỏ bưởi nhỏ hơn 1,5% có điểm cảm quan nằm trong khoảng 5,65-6,15; tuy nhiên tiếp tục tăng hàm lượng bột vỏ bưởi thì mức độ yêu thích giảm còn 4,7 điểm, do làm giảm độ sáng của kẹo (bảng 3). Về trạng thái (kết cấu dẻo dai của kẹo), tỷ lệ bột vỏ bưởi tăng từ 0 đến 1,5% làm điểm đánh giá cảm quan của sản phẩm giảm từ 5,65 đến 5,15 điểm, tuy nhiên sự khác biệt này giữa các mẫu khảo sát không mang ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Trong khi đó, tại tỷ lệ 2%, các cảm quan viên cảm nhận rõ kẹo có kết cấu bở và cảm giác “nhám” khó chịu khi nhai, do đó mẫu thí nghiệm này đạt điểm cảm quan thấp nhất là 4,15/9 điểm.

Ngoài ra, nghiên cứu cũng ghi nhận, bổ sung bột vỏ bưởi giúp cải thiện mùi vị cho kẹo. Tại tỷ lệ bổ sung từ 0,5 đến 1%, kẹo có mùi thơm nhẹ của vỏ bưởi cũng như vị the đắng dễ chịu, giúp cân bằng vị ngọt của kẹo dẻo. Kẹo có điểm cảm quan (6,05-5,80 điểm) cao hơn so với mẫu không bổ sung (5,05 điểm). Tuy nhiên, khi tỷ lệ sử dụng vỏ bưởi càng cao, vị đắng trong kẹo càng rõ, dẫn đến làm giảm chất lượng cảm quan của sản phẩm, điểm cảm quan của mẫu 2% là 5,05. Như đã đề cập, dịch chiết vỏ bưởi có naringin,

đây là hợp chất có khả năng tạo vị đắng, do đó sự gia tăng hàm lượng bột vỏ bưởi trong kẹo có thể đã làm gia tăng hàm lượng naringin, gây tác động bất lợi đến mùi vị của sản phẩm.

Đánh giá chung về cảm quan, các mẫu có hàm lượng bổ sung bột vỏ bưởi là 0,5 và 1,0% có điểm đánh giá là 6,1 và 5,75 điểm, và các mẫu này có mức độ yêu thích cao hơn so với các mẫu còn lại (điểm cảm quan nằm trong khoảng 4,60-5,50). Từ các kết quả phân tích, mẫu bổ sung bột vỏ bưởi 1% cho kẹo có các kết quả tốt về cảm quan, và hoạt tính chống oxy hóa tốt hơn so với các công thức khảo sát còn lại. Do đó, tỷ lệ này được chọn là kết quả cho các phân tích tiếp theo.

Bảng 3. Ảnh hưởng của hàm lượng bột vỏ bưởi đến cảm quan kẹo bưởi.

Hàm lượng bột vỏ bưởi (%)	Mùi vị	Trạng thái	Màu sắc	Đánh giá chung
0,0	5,05 ^b ±1,15	5,65 ^a ±1,49	5,80±0,83	5,30 ^c ±1,03
0,5	6,05 ^{ab} ±0,94	5,75 ^a ±1,02	6,15±0,75	6,10±0,85
1,0	5,80 ^{ab} ±1,11	5,50 ^a ±1,24	5,80±0,95	5,75 ^{ab} ±0,85
1,5	5,50 ^b ±1,32	5,15 ^a ±1,39	5,65±1,31	5,50 ^{ab} ±1,27
2,0	5,05 ^b ±1,54	4,15 ^b ±1,35	4,70 ^b ±1,45	4,60±1,50

Các ký tự khác nhau (a, b, c) trên cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa giữa các nghiệm thức ở độ tin cậy 95%. Thí nghiệm được lặp lại 3 lần. Điểm cảm quan được đánh giá dựa trên thang 9 điểm. Điểm trung bình càng lớn tương đương với mức độ yêu thích càng cao.

Cấu trúc của sản phẩm:

Cấu trúc là một chỉ số quan trọng đối với sản phẩm kẹo dẻo. Trong đó, các thuật ngữ được sử dụng để mô tả cấu trúc sản phẩm thực phẩm gồm: i) độ cứng được định nghĩa là lực cần thiết để làm phá vỡ sản phẩm, ii) độ dính kết mức độ sản phẩm có thể biến dạng trước khi vỡ, phản ánh khả năng liên kết bên trong sản phẩm, iii) độ nhai liên quan đến lực cần thiết để nhai sản phẩm bán rắn sẵn sàng cho việc nuốt; iv) độ dính lực cần thiết để phá vỡ sản phẩm rắn thành mảnh vụn sẵn sàng cho việc nuốt và v) độ đàn hồi thể hiện mức độ phục hồi lại cấu trúc ban đầu của sản phẩm sau khi dừng tác động của lực nén [1, 12].

Các kết quả trong bảng 4 cho thấy, có sự khác biệt rõ về đặc tính cấu trúc giữa hai mẫu 0% (kẹo không bổ sung bột vỏ bưởi) và mẫu bổ sung 1% bột vỏ bưởi. Trong đó, độ dính và độ nhai ở mẫu 1% có giá trị cao hơn mẫu không bổ sung. Ngược lại, độ kết dính và độ cứng của mẫu không bổ sung bột vỏ bưởi có giá trị cao hơn. Trong khi đó, độ đàn hồi không có sự khác biệt rõ giữa hai mẫu. Theo kết quả đánh giá cảm quan trong bảng 3, hai mẫu kẹo này không có sự khác biệt thống kê về kết cấu.

Bảng 4. Ảnh hưởng của hàm lượng bột vỏ bưởi đến đặc tính cấu trúc của kẹo dẻo.

Hàm lượng bột vỏ bưởi (%)	Độ cứng (N)	Độ đàn hồi (mm)	Độ nhai (N)	Độ dính (N)	Độ dính kết
0	62,57 ^a ±10,76	0,89 ^a ±0,12	20,68 ^b ±1,20	18,51 ^b ±1,29	0,74 ^a ±0,16
1	43,70 ^a ±10,24	0,87 ^a ±0,02	26,22 ^a ±1,16	22,80 ^a ±0,52	0,50 ^b ±0,03

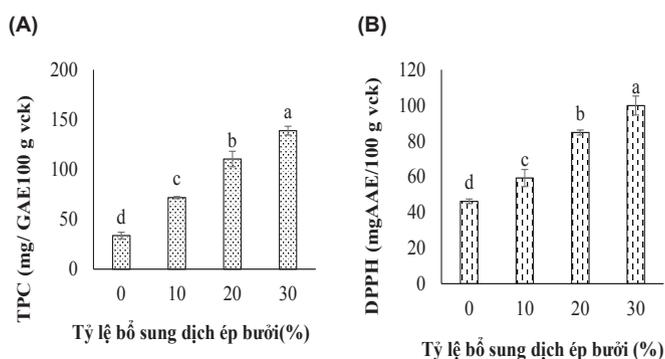
Các ký tự khác nhau (a, b) trên cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa giữa các nghiệm thức ở độ tin cậy 95%.

Trong nghiên cứu của J. Gan và cs (2020) [13] cho thấy, dịch chiết xuất vỏ bưởi có hàm lượng xơ không hòa tan là 59,77 g/100 g, và xơ hòa tan là 3,62 g/100 g; điều này phần nào cho thấy chất xơ của vỏ bưởi chiếm chủ yếu là xơ không tan. Nhận xét này cũng được ghi nhận trong nghiên cứu J. Sang và cs (2022) [14], trong đó cellulose chiếm tỷ lệ nhiều nhất trong thành phần chất xơ không hòa tan của vỏ bưởi, tiếp đến là hemicullose và lignin. Điều này có thể dẫn đến bột vỏ bưởi đã làm hạn chế sự liên kết giữa gelatin và pectin trong pha liên tục, làm giảm độ cứng của của kẹo dẻo. Đây có thể là nguyên nhân giải thích cho sự thay đổi về cấu trúc của kẹo dẻo có và không có bổ sung bột vỏ bưởi.

3.2. Ảnh hưởng của hàm lượng dịch bưởi

Hoạt tính chống oxy hóa:

Bổ sung dịch bưởi từ 0 đến 30% vào công thức chế biến đã cải thiện đáng kể các hợp chất chống oxy hóa có trong kẹo. Cụ thể, hàm lượng polyphenol tổng tăng dần từ 33,73 đến 138,89 mg GAE/100 g vck, hoạt tính chống oxy hóa tăng dần từ 46,25 đến 99,90 mg AAE/100 g vck. Các hợp chất như flavonoid, vitamin C đã được phát hiện trong dịch ép nước bưởi là nguyên nhân làm gia tăng hàm lượng polyphenol cũng như hoạt tính kháng oxy trong kẹo dẻo bổ sung dịch ép bưởi (hình 3) [4, 5].



Hình 3. Ảnh hưởng của hàm lượng dịch ép bưởi đến chất lượng kẹo dẻo bưởi. (A) Hàm lượng polyphenol tổng (TPC) và (B) Khả năng kháng oxy hoá (DPPH). Các ký tự khác nhau trên cùng một hình thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa giữa các nghiệm thức ở độ tin cậy 95%.

Kết quả L*, a* và b*:

Sự biến đổi màu sắc của mẫu khi tăng hàm lượng dịch bưởi được thể hiện thông qua các chỉ số L*, a*, b* được trình bày trong bảng 5. Các chỉ số này giữa các nghiệm thức là có sự khác biệt về thống kê ở mức ý nghĩa 5%. Tỷ lệ dịch bưởi tăng từ 0 lên 30% đã làm giảm chỉ số độ sáng (L*) của mẫu từ 44,41 xuống 40,61; a* tăng từ 2,58 lên 5,11 và độ vàng (b*) giảm từ 14,34 xuống 7,4.

Bảng 5. Ảnh hưởng của hàm lượng dịch bưởi đến chỉ số L*, a*, b* của kẹo bưởi.

Hàm lượng dịch bưởi (%)	L*	a*	b*
0	44,41 ^a ±1,39	2,58 ^b ±1,09	14,34 ^a ±2,35
10	42,78 ^{ab} ±1,67	4,08 ^{ab} ±1,64	14,39 ^a ±5,22
20	41,31 ^{bc} ±1,08	5,47 ^a ±1,65	12,51 ^a ±2,00
30	40,61 ^a ±1,66	5,11 ^a ±0,45	7,46 ^b ±1,86

Các ký tự khác nhau (a, b, c) trên cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa giữa các nghiệm thức ở độ tin cậy 95%.

Đánh giá cảm quan:

Mức độ yêu thích về tính chất cảm quan của các mẫu đã được cụ thể hóa dưới dạng số liệu và được trình bày trong bảng 6. Các thuộc tính như mùi vị, kết cấu, màu sắc và yêu thích chung không có sự khác biệt mang ý nghĩa thống kê (p > 0,05) ở các mẫu kẹo có tỷ lệ bổ sung từ 0 đến 20%. Các thuộc tính này lần lượt có điểm cảm quan nằm trong khoảng 5,70-6,20 điểm, 6,00-6,05 điểm, 5,95-6,05 điểm và 5,95-6,25 điểm. Tuy nhiên, tỷ lệ dịch bưởi trong công thức chế biến đạt 30% đã làm giảm điểm cảm quan mùi vị (4,65 điểm) và kết cấu (4,95 điểm) của sản phẩm. Theo các cảm quan viên, tại tỷ lệ này, kẹo có vị đắng khó chịu và kết cấu hơi dai. Trong nghiên cứu trước đã đề cập trong dịch ép bưởi có chứa hợp chất naringin, hợp chất tạo vị đắng [4]. Điều này giúp giải thích cho sự xuất hiện vị đắng của mẫu

Bảng 6. Ảnh hưởng của hàm lượng dịch bưởi đến cảm quan kẹo bưởi.

Hàm lượng dịch bưởi (%)	Mùi vị	Kết cấu	Màu sắc	Đánh giá chung
0	5,70 ^a ±1,03	6,00 ^a ±0,97	6,00 ^a ±0,92	5,95 ^a ±0,89
10	6,20 ^a ±1,15	6,05 ^a ±1,15	6,05 ^a ±1,10	6,25 ^a ±1,07
20	5,80 ^a ±1,36	6,00 ^a ±1,30	5,95 ^a ±1,10	5,95 ^a ±1,28
30	4,65 ^b ±1,63	4,95 ^b ±1,50	5,30 ^a ±1,59	4,90 ^b ±1,48

Các ký tự khác nhau (a, b) trên cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa giữa các nghiệm thức ở độ tin cậy 95%. Thí nghiệm được lặp lại 3 lần. Điểm cảm quan được đánh giá dựa trên thang 9 điểm. Điểm trung bình càng lớn tương đương với mức độ yêu thích càng cao.

kẹo dẻo bổ sung 30% dịch ép bưởi. Từ các kết quả đã ghi nhận, mẫu kẹo có bổ sung dịch ép bưởi là 20% cho sản phẩm có hoạt tính chống oxy hóa cao cũng như chất lượng cảm quan, do đó tỷ lệ này được chọn là kết quả thí nghiệm.

Cấu trúc của sản phẩm:

Các kết quả trong bảng 7 thể hiện không có sự khác biệt mang ý nghĩa thống kê về độ cứng, độ đàn hồi, độ nhai, độ dính và độ dính kết giữa mẫu kẹo có bổ sung 20% dịch ép bưởi và mẫu kẹo không bổ sung.

Bảng 7. Ảnh hưởng của hàm lượng dịch ép bưởi đến đặc tính cấu trúc của kẹo dẻo.

Hàm lượng dịch ép bưởi (%)	Độ cứng (N)	Độ đàn hồi (mm)	Độ nhai (N)	Độ dính (N)	Độ dính kết
20	42,25 ^a ±5,20	0,85 ^a ±0,01	25,55 ^a ±1,16	22,27 ^b ±0,92	0,51 ^b ±0,04
0	43,70 ^a ±10,24	0,87 ^a ±0,02	26,22 ^a ±1,16	22,80 ^a ±0,52	0,50 ^b ±0,03

Các ký tự khác nhau (a, b) trên cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa giữa các nghiệm thức ở độ tin cậy 95%.

4. Kết luận

Vỏ bưởi và nước ép bưởi đã giúp cải thiện hàm lượng polyphenol và hoạt tính chống oxy hóa của kẹo dẻo bưởi. Thay đổi tỷ lệ bổ sung bột vỏ bưởi đã làm thay đổi chỉ số màu sắc L*, a*, b* và đặc tính cấu trúc (độ cứng, độ đàn hồi, độ nhai, độ dính và độ dính kết) của sản phẩm. Trong khi đó, thay đổi tỷ lệ dịch ép bưởi chỉ làm thay đổi chỉ số màu sắc, nhưng không làm thay đổi đặc tính cấu trúc của kẹo dẻo. Phụ phẩm nông nghiệp như vỏ trái cây có thể là nguồn nguyên liệu giúp nâng cao công dụng sức khỏe của thực phẩm truyền thống.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ kinh phí từ Sở Khoa học và Công nghệ TP Hồ Chí Minh. Các tác giả xin chân thành cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] M. Tarahi, M.F. Mohamadzade, S. Ghaedrahmati, et al. (2023), "Physicochemical and sensory properties of vegan gummy candies enriched with high-fiber Jaban watermelon exocarp powder", *Foods*, **12(7)**, DOI: 10.3390/foods12071478.

[2] K.F.R. Zamarrón, L.E.P. Cabrera, A. Tecante (2019), "Physicochemical and sensory properties of gummy candies enriched with pineapple and papaya peel powders", *Food and Nutrition Sciences*, **10(11)**, pp.1300-1312, DOI: 10.4236/fns.2019.1011094.

[3] N.M. Hani, S.R. Romli, M. Ahmad (2014), "Influences of red pitaya fruit puree and gelling agents on the physico-mechanical properties and quality changes of gummy confections", *International Journal of Food Science & Technology*, **50(2)**, pp.331-339, DOI: 10.1111/ijfs.12638.

[4] N.K. Doan, Q.D. Lai, T.K. Le, et al. (2021), "Influences of AC frequency and electric field strength on changes in bioactive compounds in Ohmic heating of pomelo juice", *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, **72**, DOI: 10.1016/j.ifset.2021.102754.

[5] N.T.K. Tuoi, N.H.K. Nguyen, T.T. Truc (2021), "Physicochemical properties of green-skinned grapefruit and Nam Roi grapefruit grown in the Mekong delta", *Can Tho University Journal of Science*, **57**, pp.118-126, DOI: 10.22144/ctu.jsi.2021.013 (in Vietnamese).

[6] P.V. Hung, N.H.Y. Nhi, L.Y. Ting, et al. (2020), "Chemical composition and biological activities of extracts from pomelo peel by-products under enzyme and ultrasound-assisted extractions", *Journal of Chemistry*, **1**, DOI: 10.1155/2020/1043251.

[7] L. Xiao, F. Ye, Y. Zhou, et al. (2021), "Utilization of pomelo peels to manufacture value-added products: A review", *Food Chemistry*, **351**, DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.129247.

[8] N.N.M. Phuong, T.T. Le, M.Q. Dang, et al. (2020), "Selection of extraction conditions of phenolic compounds from rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) peel", *Food and Bioprocess Processing*, **122(2)**, pp.222-229, DOI: 10.1016/j.fbp.2020.05.008.

[9] K. Thaipong, U. Boonprakob, K. Crosby, et al. (2006), "Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts", *Journal of Food Composition and Analysis*, **19(6-7)**, pp.669-675, DOI: 10.1016/j.jfca.2006.01.003.

[10] H.D. Tu (2016), *Food Sensory Analysis Techniques, Chapter 3 - Sensory Testing*, Science and Technics Publishing House (in Vietnamese).

[11] N.R. Perron, J.L. Brumaghim (2009), "A review of the antioxidant mechanisms of polyphenol compounds related to iron binding", *Cell Biochemistry and Biophysics*, **53**, pp.75-100, DOI: 10.1007/s12013-009-9043-x.

[12] Ministry of Science and Technology (2015), *TCVN 11182:2015 (ISO 5492:2008) Sensory Analysis - Terms and Definitions* (in Vietnamese).

[13] J. Gan, Z. Huang, Q. Yu, et al. (2020), "Microwave-assisted extraction with three modifications on structural and functional properties of soluble dietary fibers from grapefruit peel", *Food Hydrocolloids*, **101**, DOI: 10.1016/j.foodhyd.2019.105549.

[14] J. Sang, L. Li, J. Wen, et al. (2022), "Chemical composition, structural and functional properties of insoluble dietary fiber obtained from the Shatian pomelo peel sponge layer using different modification methods", *Lwt*, **165**, DOI: 10.1016/j.lwt.2022.113737.