

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA PHỤ GIA ỔN ĐỊNH CẤU TRÚC LÊN CHẤT LƯỢNG CỦA KEO TRÁI CÂY DẠNG TẤM DA

THE EFFECT OF HYDROCOLLOIDS ON QUALITY OF FRUIT LEATHERS

Trịnh Thị Nguyệt¹, Trần Thị Diệu Thùy¹, Trần Thị Thảo¹,
Trần Quỳnh Như¹, Nguyễn Thị Lan Anh^{2,*}, Hà Thị Dung¹

DOI: <http://doi.org/10.57001/hu1h5804.2025.181>

TÓM TẮT

Kẹo trái cây dạng tấm hay Fruit leather là sản phẩm được làm từ trái cây tự nhiên được sấy khô dưới dạng tấm, một sản phẩm tốt cho sức khỏe. Để đảm bảo cấu trúc kẹo ổn định, các phụ gia cấu trúc đóng vai trò quan trọng. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm mục đích lựa chọn phụ gia phù hợp để ổn định cấu trúc cho kẹo trái cây dạng tấm làm từ chuối, thanh long và dứa – những loại trái cây phổ biến ở Việt Nam. Các loại phụ gia ổn định cấu trúc được sử dụng trong nghiên cứu bao gồm pectin, carrageenan, xanthan gum, guar gum, sodium alginate. Các sản phẩm sử dụng các phụ gia khác nhau được đánh giá chất lượng thông qua các chỉ tiêu về độ ẩm, màu sắc, chỉ số hóa nâu (BI), hàm lượng acid ascorbic, hàm lượng polyphenol, hàm lượng flavonoid, hoạt tính chống oxy hóa và đánh giá thị hiếu của người sử dụng. Kết quả thu được sử dụng phụ gia guar gum và carrageenan trong chế biến kẹo trái cây dạng tấm da giúp kẹo giữ được độ mềm, hàm lượng các chất có hoạt tính sinh học như polyphenol, flavonoid và axit ascorbic có giá trị cao nhất, hoạt tính chống oxy hóa thể hiện tốt nhất. Bên cạnh đó, sản phẩm bổ sung guar gum được người tiêu dùng ưa chuộng hơn so với sử dụng carrageenan.

Từ khóa: Kẹo trái cây dạng tấm da, phụ gia cấu trúc, polyphenol, flavonoid, hoạt tính chống oxy hóa, đánh giá thị hiếu.

ABSTRACT

Fruit Leather is known as a healthy product made from natural fruits dried in the form of sheets. To ensure stable product structure, structure-stabilizing additives play a crucial role. Therefore, this research aimed to evaluate the effect of using different structure-stabilizing additives on quality of the fruit leather made from banana, dragon fruit, and pineapple – fruits that are widely found in Vietnam. Pectin, carrageenan, xanthan gum, guar gum, and sodium alginate were the structure-stabilizing additives utilized in this study. The products using different additives were evaluated based on moisture content, color, browning index (BI), ascorbic acid content, polyphenol content, flavonoid content, antioxidant activity, and consumer preference testing. Results indicated that the use of guar gum and carrageenan in fruit leather processing helped maintain product softness, with the highest values of bioactive compounds such as polyphenols, flavonoids, and ascorbic acid, and demonstrated the best antioxidant activity. Additionally, products supplemented with guar gum were more preferred by consumers compared to those using carrageenan.

Keywords: Fruit leather, Hydrocolloids, Polyphenols, Flavonoids, Antioxidant Activity, Customer preference

¹Khoa Công nghệ Hóa, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

²Khoa Hóa, Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng

*Email: ntlanh@dut.udn.vn

Ngày nhận bài: 18/02/2025

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 22/5/2025

Ngày chấp nhận đăng: 28/5/2025

1. GIỚI THIỆU

Hydrocolloid hay còn được biết đến với tên gọi phụ gia tạo cấu trúc là những polymer tan trong nước (polysaccharide và protein) hiện đang được sử dụng rộng

rãi trong công nghiệp thực phẩm với rất nhiều chức năng như tạo đặc hay tạo gel hệ lỏng, ổn định hệ bột, nhũ tương và huyền phù, ngăn cản sự hình thành tinh thể đá và đường và giữ hương [1]. Các hợp chất này thường có

nguồn gốc khác nhau, bao gồm động vật (gelatine, chitosan), thực vật (gum arabic, locust bean gum, pectin, tinh bột, carrageenan), vi sinh vật (xanthan gum, dextran, gellan gum) và hydrocolloid biến đổi hóa học (carboxymethyl cellulose) [2]. Việc sử dụng các phụ gia này nhằm cải thiện các thuộc tính kết cấu của các sản phẩm thực phẩm, nhất là các sản phẩm liên quan đến trái cây.

Vai trò của phụ gia tạo cấu trúc trong sản xuất kẹo dạng tấm được chứng minh qua nhiều nghiên cứu. Cụ thể, nhóm nghiên cứu của Muhamad Kurniadil và cộng sự đã chứng minh vai trò của phụ gia kappa-carrageenan và gum arabic lên chất lượng của kẹo trái cây dạng tấm làm từ ổi và chuối. Nghiên cứu đã chứng minh được cả hai loại phụ gia sử dụng đều có ảnh hưởng lên cấu trúc bề mặt, thành phần hóa học, độ pH, hàm lượng axit ascorbic, hoạt động chống oxy hóa của sản phẩm, trong đó gum arabic có hiệu quả tốt hơn. Đặc biệt những phụ gia này có ảnh hưởng rõ rệt tới cảm quan của sản phẩm như màu sắc, hương và vị tổng thể của sản phẩm [3]. Ở một nghiên cứu khác, Bhagya Raj và cộng sự đã đánh giá ảnh hưởng của các phụ gia gellan gum, xanthan gum, guar gum sử dụng trên kẹo dạng tấm da thanh long. Kết quả nghiên cứu cho thấy, kẹo dạng tấm da thanh long sử dụng xanthan gum được ưa chuộng hơn ba loại da thanh long còn lại. Các thuộc tính chất lượng được chọn cũng được xếp hạng, trong đó hương vị là thuộc tính ưa thích nhất, tiếp theo là kết cấu, mùi thơm và màu sắc của da trái cây [4].

Việt Nam là đất nước nông nghiệp với nguồn trái cây nhiệt đới dồi dào và theo mùa vụ. Trái cây phần lớn được tiêu thụ ở dạng tươi như một nguồn thực phẩm giàu các chất dinh dưỡng thiết yếu, cũng như các hợp chất hoạt tính sinh học, chất chống oxy hóa và chống viêm [5]. Tuy nhiên, thời hạn sử dụng của nó rất ngắn do có hàm lượng nước cao (75% đến 85%), việc này tạo điều kiện thuận lợi cho sự tăng trưởng của vi sinh vật như nấm mốc,... gây hư hỏng thực phẩm. Do đó, việc kéo dài thời gian bảo quản của trái cây, tăng giá trị sử dụng của chúng là điều quan trọng. Vì vậy, công nghệ chế biến đóng vai trò quan trọng không chỉ giúp kéo dài thời hạn sử dụng, giảm thiểu tổn thất, mà còn tăng thêm tính đa dạng cho các sản phẩm trái cây.

Kẹo trái cây dạng tấm hay còn được biết đến với tên tiếng Anh là fruit leather, là một loại kẹo khá phổ biến ở nước ngoài, tuy nhiên lại khá hạn chế ở Việt Nam. Loại kẹo này được làm từ một hay hỗn hợp các loại quả sau đó xay nhuyễn, được dàn mỏng và sấy khô tạo thành các tấm kẹo mỏng, có độ dẻo như da mềm cùng hương vị tự nhiên của trái cây. Trong nghiên cứu này, kẹo được làm từ các

loại trái cây phổ biến ở Việt Nam như chuối, thanh long và dưa. Để đảm bảo được độ mềm, dẻo và kết cấu của kẹo thì phụ gia tạo cấu trúc đóng vai trò quan trọng. Vì vậy, mục đích của nghiên cứu này là lựa chọn loại phụ gia phù hợp với kẹo trái cây dạng tấm nhằm cải thiện, đánh giá chất lượng sản phẩm để phù hợp hơn với thị hiếu người tiêu dùng, mang lại một sản phẩm từ thiên nhiên tốt cho sức khỏe.

2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu

Phụ gia tạo cấu trúc được sử dụng trong nghiên cứu bao gồm guar gum, pectin, carrageenan, sodium alginate, xanthan gum được mua từ công ty cổ phần Thương Mại Esana, Hà Nội. Tất cả các loại phụ gia đều được sử dụng ở nồng độ 0,2%.

Nguyên liệu sử dụng trong nghiên cứu bao gồm chuối tiêu, dưa và thanh long được thu mua trên địa bàn Hà Nội. Trái cây sau khi được xay nhuyễn sẽ được bổ sung acid citric để khử thơm sau đó bổ sung phụ gia cấu trúc, cuối cùng được đưa vào tủ sấy ở nhiệt độ 80°C trong 5h.

2.2. Phương pháp chế biến kẹo trái cây dạng tấm

Chuối, dưa, thanh long được loại bỏ vỏ, cắt nhỏ, xay nhuyễn và phối theo tỉ lệ 80: 10: 10, sau đó bổ sung acid citric (0,1%), mật ong cùng phụ gia. Hỗn hợp puree thu được dàn mỏng lên khay có độ dày 2mm và sấy ở tủ sấy đối lưu với nhiệt độ 80°C trong 5h.

2.3. Phương pháp định lượng vitamin C

Hàm lượng vitamin C trong mẫu được xác định theo TCVN 6427-2:1998. Cụ thể, 20g mẫu kẹo được ngâm trong dung dịch axit oxalic 2% trong 10 phút, sau đó xay nhuyễn và lọc. Dịch lọc thu được định mức với axit oxalic 2% trong bình định mức 100ml. Tiếp đó, hút 5ml dịch lọc chuẩn độ với dung dịch 2,6-Dichloroindophenol (DCIP) cho tới khi xuất hiện màu hồng bền thì dừng lại. Mẫu đối chứng sử dụng 5ml axit oxalic thay cho 5ml dịch lọc. Hàm lượng vitamin C được tính toán và biểu diễn theo đơn vị mg/100 chất khô [6].

2.4. Phương pháp định lượng polyphenol

Phương pháp định lượng polyphenol được thực hiện trong cao chiết ethanol của các mẫu sản phẩm sử dụng thuốc thử Folin-Ciocalteu được mô tả bởi Yadav và Agarwala [7]. Cụ thể, 1mL dung dịch cao chiết mẫu cho phản ứng với 2,5mL thuốc thử Folin-Ciocalteu 10% trong 5 phút; sau đó, thêm tiếp vào dung dịch Na_2CO_3 2%. Sau 45 phút phản ứng ở nhiệt độ phòng, độ hấp thụ được xác định bằng máy đo quang phổ Genesys 10S UV-VIS

Spectrometer (Thermo Scientific, USA) ở bước sóng 765nm. Axit gallic được sử dụng để xây dựng đường chuẩn. Hàm lượng polyphenol tổng số trong mẫu được biểu thị bằng giá trị axit gallic đương lượng (GAE) hay μg GAE/100g chất khô.

2.5. Phương pháp định lượng flavonoid

Flavonoid trong cao chiết ethanol của các mẫu sản phẩm được định lượng bằng phương pháp độ hấp thụ bằng máy đo quang phổ được mô tả bởi Aiyegoro và Okoh [8]. Sau 5 phút phản ứng của 0,5mL dung dịch chiết mẫu vào MeOH, thêm tiếp 0,1mL AlCl_3 10% và để phản ứng trong 6 phút. Cuối cùng, hỗn hợp được thêm vào 0,1 mL CH_3COOK 1M và nước cất, lắc đều rồi để ổn định ở nhiệt độ phòng trong 45 phút. Giá trị mật độ quang (OD) của mẫu được đo ở bước sóng 415nm sử dụng thiết bị Genesys 10S UV-VIS Spectrometer (Thermo Scientific, USA). Quercetin được sử dụng làm chất chuẩn. Hàm lượng flavonoid trong mẫu được biểu thị bằng giá trị quercetin đương lượng (QE) hay μg QE/100g chất khô.

2.6. Phương pháp xác định hoạt tính chống oxy hóa

Hoạt tính chống oxy hóa của mẫu được đánh giá thông qua khả năng quét gốc tự do sử dụng DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) được mô tả bởi M. Okawa và cộng sự [9]. Trộn đều 1,5ml dung dịch DPPH với dịch chiết mẫu. Độ hấp phụ của mẫu được đo sau 30 phút ủ mẫu ở nhiệt độ thường với DPPH tại 517nm sử dụng máy đo quang phổ Genesys 10S UV-VIS Spectrometer (Thermo Scientific, USA). Khả năng quét gốc tự do DPPH (I%) của mẫu được tính theo công thức sau:

$$I\% = (\text{Ac}-\text{As})/\text{Ac} \times 100 \quad (1)$$

Với Ac, As là độ hấp phụ của mẫu đối chứng và mẫu thực nghiệm tương ứng. Axit ascorbic được sử dụng làm đối chứng dương.

2.7. Phương pháp xác định độ ẩm

Độ ẩm của mẫu được xác định bằng phương pháp sấy khô tới khối lượng không đổi ở nhiệt độ 105°C (AOAC, 2000) [10].

2.8. Phương pháp đo màu và chỉ số hóa nâu

Màu của sản phẩm được đánh giá thông qua hệ màu LAB sử dụng máy đo màu cầm tay NR-12A (Nippon Denshoku, Nhật Bản). Với giá trị độ sáng L^* có từ 0 đến 100, với hai phần không gian còn lại là giá trị a^* (từ xanh lục đến đỏ) và b^* (từ xanh dương đến vàng) [11].

Dựa trên kết quả đo màu, chỉ số hóa nâu được tính toán theo công thức (2):

$$BI = \frac{x-0,31}{0,172} \times 100, \quad x = \frac{a+1,75 \cdot L}{5,645 \cdot L + a - 3,012 \cdot b} \quad (2)$$

Sự khác biệt về màu sắc so với mẫu đối chứng ΔE được tính theo công thức (3):

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (b)^2} \quad (3)$$

2.9. Phương pháp đánh giá cảm quan sản phẩm

Đánh giá cảm quan sản phẩm được thực hiện tại Phòng thực hành cảm quan, Bộ môn Công nghệ Thực phẩm, Khoa Công nghệ Hóa, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội với số lượng người thử là 20 và tỷ lệ nam nữ đều nhau. Người thử là các tình nguyện viên, sinh viên Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội có độ tuổi từ 18 - 22, không dị ứng với các thành phần trong sản phẩm, không sử dụng chất kích thích. Để đảm bảo tính khách quan, sản phẩm được mã hóa trước khi tiến hành thí nghiệm. Người thử được sử dụng và đánh giá độ yêu thích với sản phẩm dựa trên các tiêu chí cụ thể về màu sắc, mùi, vị và cấu trúc sử dụng thang đo Hedonic 5 điểm, trong đó 1 điểm là cực kỳ không thích và 5 điểm là cực kỳ thích.

2.10. Phương pháp xử lý số liệu

Mỗi thí nghiệm trong nghiên cứu đều làm lặp lại 3 lần. Số liệu được xử lý tính toán sử dụng phần mềm Microsoft Excel 2021. Phân tích phương sai một yếu tố (ANOVA) được xử lý bằng phần mềm Prism 9 tại mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả đánh giá ảnh hưởng của phụ gia ổn định cấu trúc lên độ ẩm và màu sắc của sản phẩm

Từ kết quả bảng 1 cho thấy, độ ẩm của kẹo da trái cây thành phẩm thu được nằm trong khoảng 22 - 28%. Trong đó, độ ẩm của mẫu kẹo có bổ sung sodium alginate gần tương đương với độ ẩm của mẫu đối chứng (không bổ sung phụ gia hydrocolloids) khoảng 27%. Độ ẩm của các mẫu kẹo có bổ sung phụ gia ổn định cấu trúc hydrocolloids khác như xanthan gum, guar gum, pectin, carrageenan đều thấp hơn độ ẩm của mẫu đối chứng. Kết quả này tương đồng với công bố của Barman và cộng sự, độ ẩm của các mẫu kẹo da từ kiwi khi bổ sung với nồng độ 0,2% xanthan gum, guar gum và pectin đều giảm 2 - 3% thấp hơn so với mẫu đối chứng (22%) [12].

Bảng 1. Độ ẩm và màu sắc của sản phẩm khi sử dụng các phụ gia ổn định cấu trúc khác nhau

Mẫu	Độ ẩm, %	Chỉ số đo màu			Chỉ số hóa nâu BI
		L^*	a^*	b^*	
Đối chứng	$27,06 \pm 0,25$	$41,74 \pm 1,31$	$12,36 \pm 0,42$	$26,04 \pm 2,49$	$1,23 \pm 0,05$
Guar gum	$26,04 \pm 0,82$	$38,13 \pm 0,52$	$13,19 \pm 0,61$	$25,05 \pm 4,17$	$1,10 \pm 0,13$

Pectin	22,41 ± 0,89 ^a	42,86 ± 0,59	12,45 ± 1,7	26,17 ± 3,89	1,26 ± 0,21
Carrageenan	24,38 ± 0,52 ^a	40,87 ± 0,51	12,61 ± 0,35	30,38 ± 1,58	1,03 ± 0,05
Sodium alginate	27,44 ± 0,93	37,17 ± 1,56	13,40 ± 0,77	22,50 ± 1,55	1,16 ± 0,14
Xanthan gum	22,06 ± 0,31 ^a	35,55 ± 0,53	13,59 ± 0,34	24,60 ± 2,64	1,00 ± 0,13

Chú thích: các chữ cái thể hiện sự khác biệt khi phân tích phương sai ANOVA

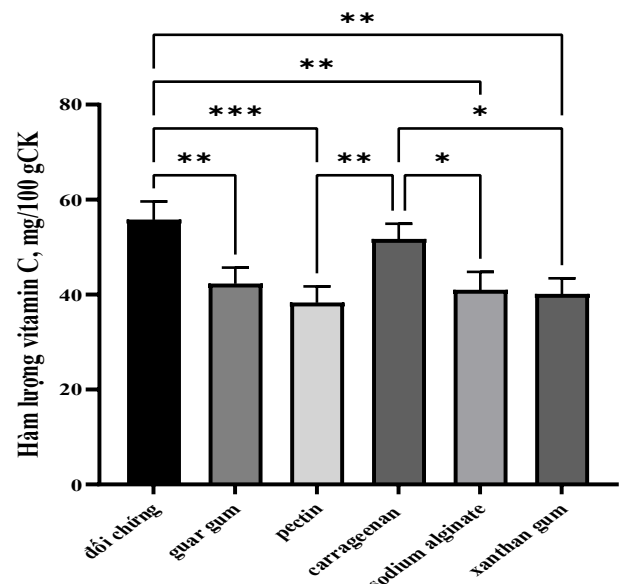
Quá trình gia nhiệt có thể ảnh hưởng tới màu sắc của sản phẩm do xảy ra phản ứng Maillard giữa đường và protein có trong các loại hoa quả cũng như các enzym polyphenol oxidase chứa trong quả có thể làm sản phẩm hóa nâu [13]. Trong nghiên cứu này, màu sắc của kẹo da trái cây được đánh giá thông qua các chỉ số L* (độ sáng), a*(xanh lục-đỏ) và b*(xanh lam - vàng) và chỉ số hóa nâu BI. Giá trị L*, a* và b* của da trái cây đối chứng là 41,74; 12,36 và 26,04 (bảng 1), cho thấy sản phẩm có màu nâu cánh gián (hình 1). Việc bổ sung thêm các phụ gia hydrocolloid làm tăng giá trị a* cho thấy tăng độ đỏ của mẫu. Giá trị b* mô tả độ vàng của mẫu và nó có sự thay đổi không đồng đều khi bổ sung thêm hydrocolloid. Sự giảm màu vàng là đáng kể nhất (22,05%) khi bổ sung phụ gia sodium alginate, bên cạnh đó khi sử dụng carrageenan ở cùng một nồng độ thì có thể thấy màu vàng của sản phẩm tăng lên. Kết quả này tương đồng với công bố của Singh Gujral H. và Singh Brar đã chỉ ra chỉ số b* màu vàng giảm 19,7% khi bổ sung sodium alginate vào kẹo trái cây dạng tấm làm từ xoài [14]. Ngoài ra, việc bổ sung hydrocolloid cũng có ảnh hưởng đến giá trị L*, ta có thể thấy được màu sắc của các sản phẩm đều có xu hướng sậm hơn. Bên cạnh đó, các chỉ số hóa nâu BI cũng có sự thay đổi không đáng kể so với mẫu đối chứng. Điều này cho thấy khi bổ sung các phụ gia hydrocolloid với hàm lượng thấp không quá ảnh hưởng tới màu sắc của sản phẩm.



Hình 1. Các mẫu kẹo thành phẩm bổ sung các phụ gia ổn định cấu trúc khác nhau: L1 - đối chứng; L2 - mẫu chứa guar gum; L3 - mẫu chứa pectin; L4 - mẫu chứa carrageenan; L5 - mẫu chứa sodium alginate; L6 - mẫu chứa xanthan gum

3.2. Kết quả đánh giá ảnh hưởng của phụ gia ổn định cấu trúc lên hàm lượng vitamin C trong sản phẩm

Trái cây được biết đến là nguồn giàu vitamin C và là nguồn cung cấp vitamin C tự nhiên cho con người. Tuy nhiên, vitamin C dễ bị tổn thất trong quá trình chế biến nhiệt. Hàm lượng vitamin C trong sản phẩm kẹo da trái cây được biểu diễn trong hình 2. Hàm lượng vitamin C trong sản phẩm đo được trong khoảng 38 - 55mg trên 100g chất khô (CK). Kết quả thu được cho thấy so với mẫu đối chứng, khi bổ sung thêm các phụ gia hydrocolloid guar gum, pectin, xanthan gum, sodium alginate, hàm lượng vitamin C có trong sản phẩm đều thấp hơn đáng kể ($p < 0,05$). Mẫu có bổ sung carrageenan, hàm lượng vitamin C không có sự khác biệt đáng kể so với mẫu đối chứng. Điều này có thể lý giải do các polysaccharide này có các nhóm hydroxyl, giúp hình thành cấu trúc 3D và ảnh hưởng tới khả năng trích ly vitamin C [15, 16].

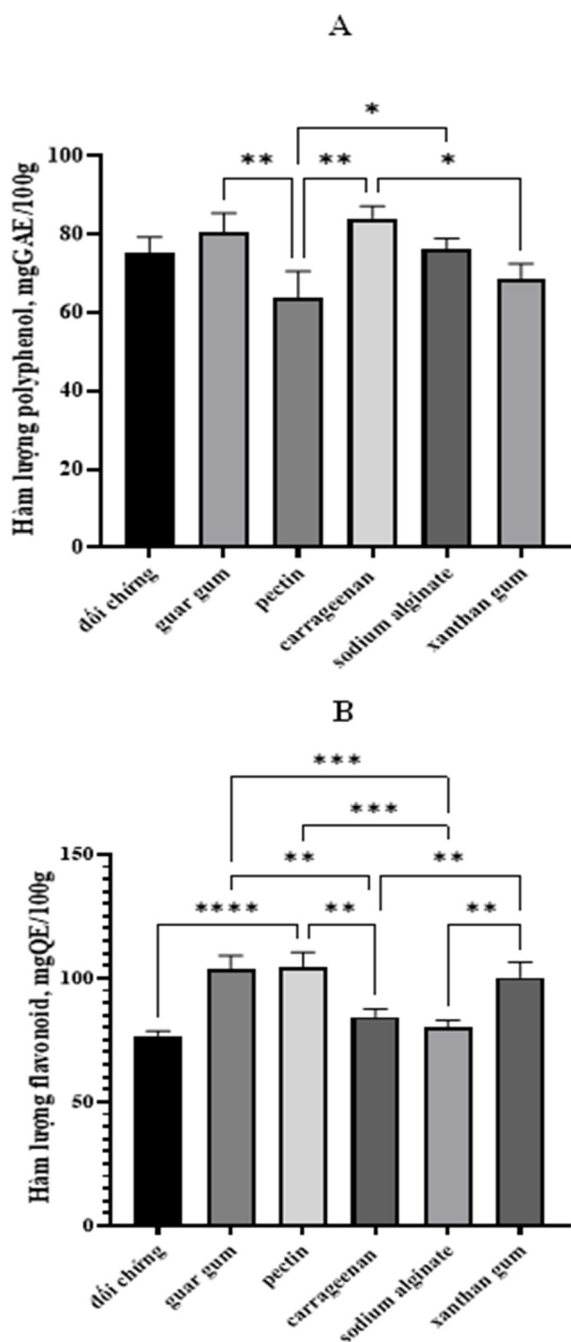


Hình 2. Hàm lượng vitamin C của các mẫu kẹo trái cây dạng tấm khi sử dụng các phụ gia ổn định cấu trúc khác nhau (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,005$; **** $p < 0,001$, Turkey's test, ANOVA)

3.3. Kết quả đánh giá ảnh hưởng của phụ gia ổn định cấu trúc lên hàm lượng polyphenol và flavonoid trong sản phẩm

Bên cạnh đó, trong thực vật chứa các hoạt chất sinh học như polyphenol, flavonoid có lợi cho sức khỏe con người. Kết quả đánh giá hàm lượng polyphenol tổng số có trong sản phẩm kẹo da trái cây với các phụ gia hydrocolloid khác nhau được thể hiện ở hình 3. Hàm lượng polyphenol tổng số của kẹo da trái cây được tìm thấy dao động trong khoảng $63,81 \pm 5,97$ đến $84,04 \pm 3,62$ mg GAE/100g phụ thuộc phụ gia hydrocolloid bổ

sung vào sản phẩm. Hàm lượng polyphenol tổng số thấp nhất được tìm thấy trong các mẫu có bổ sung pectin, thấp hơn đáng kể so với các mẫu còn lại ($p < 0,05$). Trong khi đó, các mẫu có bổ sung guar gum và carrageenan, hàm lượng polyphenol tổng số cao hơn so với mẫu đối chứng, với hàm lượng polyphenol lần lượt là $80,30 \pm 5,03$ mg GAE/100g; $84,06 \pm 3,08$ mg GAE/100g.



Hình 3. Hàm lượng polyphenol (A) và flavonoid (B) của các mẫu kẹo trái cây dạng tấm khi sử dụng các phụ gia ổn định cấu trúc khác nhau (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,005$; **** $p < 0,001$, Turkey's test, ANOVA)

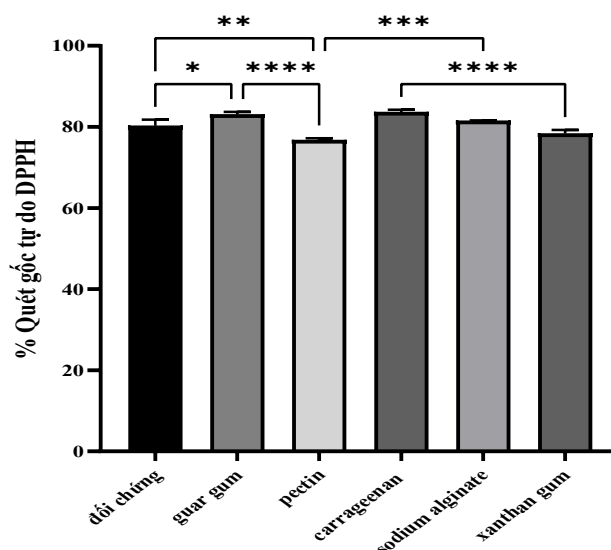
Tương tự polyphenol, hàm lượng flavonoid cũng thay đổi đáng kể khi bổ sung thêm hydrocolloid khác nhau

(hình 3). Với mẫu có bổ sung carrageenan và sodium alginate thấp hơn đáng kể so với các mẫu còn lại. Trong khi đó, các mẫu có bổ sung guar gum và pectic flavonoid vẫn giữ được hàm lượng tương đối cao, đạt $103,42 \pm 5,67$ mg QE/100g và $104,75 \pm 5,66$ mg QE/100g, tương ứng. Kết quả này cao hơn 35% so với mẫu đối chứng.

Từ các kết quả trên cho thấy, các mẫu có bổ sung guar gum, hàm lượng polyphenol và flavonoid giữ được ổn định cao, tốt hơn mẫu đối chứng.

3.4. Kết quả ảnh hưởng của phụ gia ổn định cấu trúc lên hoạt tính chống oxy hóa của sản phẩm

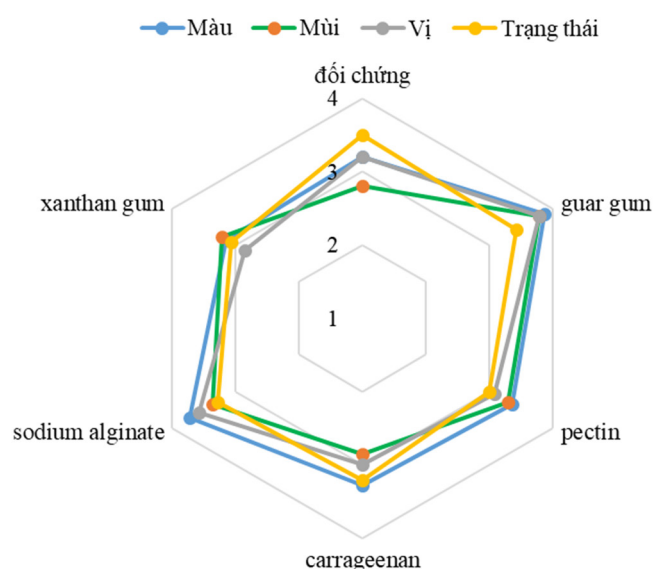
Hoạt tính chống oxy hóa của sản phẩm được đánh giá thông qua phần trăm quét gốc tự do của DPPH. Kết quả đánh giá được thể hiện trong hình 4. Từ kết quả thu được cho thấy, khả năng quét gốc tự do của các mẫu sản phẩm kẹo da trái cây dao động từ 76 - 84%. Kết quả này tương đồng với khả năng quét gốc tự do được tìm thấy trong kẹo trái cây dạng da từ quả thanh long (73 - 83%) [4], thấp hơn không đáng kể với kết quả thu được từ kẹo da trái cây từ quả hồng (83 - 87%) [17] và trong kẹo da trái cây từ kiwi (81 - 88%) [12], nhưng cao hơn đáng kể khả năng quét gốc tự do của kẹo da trái cây từ chuối và ổi (48 - 57%) [3]. Mặc dù, chuối được báo cáo là nguồn có hoạt tính chống oxy hóa không cao [18, 19], nhưng khi kết hợp với các loại quả khác như dưa và thanh long - có khả năng chống oxy hóa cao hơn [19, 20], giúp khả năng chống oxy hóa của sản phẩm tăng lên. Đồng thời việc kết hợp với các phụ gia hydrocolloid như guar gum, carrageenan giúp củng cố khả năng chống oxy hóa của sản phẩm.



Hình 4. Hoạt tính chống oxy hóa của các mẫu kẹo trái cây dạng tấm khi sử dụng các phụ gia ổn định cấu trúc khác nhau (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,005$; **** $p < 0,001$, Turkey's test, ANOVA)

3.5. Kết quả ảnh hưởng của phụ gia ổn định cấu trúc lên thị hiếu của sản phẩm

Sự yêu thích của người sử dụng đối với sản phẩm là một thông số quan trọng để đánh giá chất lượng sản phẩm. Đánh giá sự yêu thích đối với sản phẩm sử dụng thang đo hedonic 5 điểm với kết quả được trình bày trong hình 5. Từ kết quả thu được cho thấy, bổ sung các phụ gia hydrocolloid không chỉ ảnh hưởng tới cấu trúc sản phẩm, mà còn thay đổi mùi và vị của sản phẩm. Trong số các phụ gia hydrocolloids khác nhau sử dụng trong nghiên cứu này, sản phẩm kẹo da trái cây có bổ sung 0,2% guar gum được người dùng đánh giá cao nhất. Sản phẩm này đạt điểm yêu thích trung bình 3,72/5 (khá thích) ở các chỉ tiêu cảm quan về màu sắc, mùi, vị và trạng thái. Điểm nổi bật là kẹo vẫn giữ được hương thơm đặc trưng của nguyên liệu, có độ mềm mại và vị ngọt vừa phải. Guar gum cũng được chứng minh có khả năng giữ được mùi, vị khá tốt khi bổ sung vào công thức chế biến kẹo trái cây dạng tấm từ thanh long [4].



Hình 5. Kết quả đánh giá thị hiếu sản phẩm kẹo trái cây dạng tấm bổ sung các phụ gia tạo cấu trúc khác nhau

4. KẾT LUẬN

Với các kết quả thu được ở trên, nghiên cứu đã cho thấy ảnh hưởng của các hydrocolloid khác nhau (carrageenan, sodium alginate, xanthan gum, guar gum và pectin) đối với các tính chất hóa lý và giá trị cảm quan của các sản phẩm kẹo da trái cây. Trong đó, bổ sung phụ gia guar gum và carrageenan trong chế biến kẹo trái cây dạng tấm da giúp sản phẩm có sự ưu việt hơn, giữ được độ mềm, giữ được các chất có hoạt tính sinh học như polyphenol, flavonoid, cũng như hoạt tính chống oxy hóa cao nhất. Bên cạnh đó, sản phẩm bổ sung guar gum được

người tiêu dùng ưa chuộng hơn so với sử dụng carrageenan.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Mahmood K., Kamilah H., Shang P.L., Sulaiman S., Ariffin F., Alias A.K., "A review: Interaction of starch/non-starch hydrocolloid blending and the recent food applications," *Food bioscience*, 19, 110-120, 2017.
- [2]. Alam M., Pant K., Brar D.S., Dar B.N., Nanda V., "Exploring the versatility of diverse hydrocolloids to transform techno-functional, rheological, and nutritional attributes of food fillings," *Food Hydrocolloids*, 146, 109275, 2024.
- [3]. Kurniadi M., Parnanto N.H.R., Saputri M.W., Sari A.M., Indrianingsih A.W., Herawati E.R.N., Ariani D., Juligani B., Kusumaningrum A., Frediansyah A., "The effect of kappa-carrageenan and gum Arabic on the production of guava-banana fruit leather," *Journal of food science and technology*, 59(11), 4415-4426, 2022.
- [4]. Raj G.B., Dash K.K., "Development of hydrocolloids incorporated dragon fruit leather by conductive hydro drying: Characterization and sensory evaluation," *Food Hydrocolloids for Health*, 2, 100086, 2022.
- [5]. Eyiz V., Tontul İ., Türker S., "Effect of variety, drying methods and drying temperature on physical and chemical properties of hawthorn leather," *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14, 3263-3269, 2020.
- [6]. TCVN 6427-2 : 1998. Rau quả và các sản phẩm rau quả - xác định hàm lượng axit ascorbic - Phần 2: Phương pháp thông thường.
- [7]. Yadav, R.N.S. and Agarwala, M., 2011. Phytochemical analysis of some medicinal plants. *Journal of phytology*, 3(12).
- [8]. Aiyegoro, O.A. and Okoh, A.I., 2010. Preliminary phytochemical screening and in vitro antioxidant activities of the aqueous extract of *Helichrysum longifolium* DC. *BMC complementary and Alternative Medicine*, 10, 1-8.
- [9]. Okawa, M., Kinjo, J., Nohara, T. and ONO, M., 2001. DPPH (1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical scavenging activity of flavonoids obtained from some medicinal plants. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 24(10), 1202-1205.
- [10]. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 4069:2009 về Kẹo - Xác định độ ẩm.
- [11]. Hirschler, R.O.B.E.R.T., 2012. Whiteness, yellowness, and browning in food colorimetry. *Color in Food: Technological and Psychophysical Aspects*. Editorial JL Caivano & Buera MP EE. UU, 93-104.
- [12]. Barman, M., Das, A.B. and Badwaik, L.S., 2021. Effect of xanthan gum, guar gum, and pectin on physicochemical, color, textural, sensory, and drying characteristics of kiwi fruit leather. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(5), e15478.
- [13]. Lee, M.K., 2007. Inhibitory effect of banana polyphenol oxidase during ripening of banana by onion extract and Maillard reaction products. *Food Chemistry*, 102(1), 146-149.

- [14]. Singh Gujral, H. and Singh Brar, S., 2003. Effect of hydrocolloids on the dehydration kinetics, color, and texture of mango leather. *International Journal of Food Properties*, 6(2), 269-279.
- [15]. Milani, J. and Maleki, G., 2012. Hydrocolloids in food industry. *Food industrial processes-methods and equipment*, 2, 2-37.
- [16]. Zhou, X.Y., Yu, J.H. and Yu, H., 2022. Effect of gelatin content and oral processing ability on vitamin C release in gummy jelly. *Journal of Food Science and Technology*, 1-9.
- [17]. Mohamed, A.H., Ragab, M., Siliha, H.A.I. and Haridy, L.A., 2018. Physicochemical, microbiological and sensory characteristics of persimmon fruit leather. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 45(6), 2071-2085.
- [18]. Shian, T.E. and Abdullah, A., 2012. Antioxidant properties of three banana cultivars (Musa acuminata 'Berangan', 'Mas' and 'Raja') extracts. *Sains Malaysiana*, 41(3), 319-324.
- [19]. Ali, M.A., Devi, L.I., Nayan, V., Chanu, K.V. and Ralte, L., 2010. Antioxidant activity of fruits available in Aizawl market of Mizoram, India. *International Journal of Biological and Pharmaceutical*, 1(2), 76-81.
- [20]. Senadheera, S.P.N.M.K. and Abeysinghe, D.C., 2015. Bioactive compounds and total antioxidant capacity of different tissues of two Pitaya (dragon fruit) species grown in Sri Lanka. *Journal of food and agriculture*, 8(1-2).

AUTHORS INFORMATION

**Trinh Thi Nguyet¹, Tran Thi Dieu Thuy¹, Tran Thi Thao¹,
Tran Quynh Nhu¹, Nguyen Thi Lan Anh², Ha Thi Dzung¹**

¹Faculty of Chemical Technology, Hanoi University of Industry, Vietnam

²Faculty of Chemical Engineering, Danang University of Science and Technology, Vietnam