



DOI:10.22144/ctujos.2023.175

## NGHIÊN CỨU ĐIỀU KIỆN BẢO QUẢN PURÉE BÍ ĐỎ (*Cucurbita moschata* D.) Ở NHIỆT ĐỘ 10°C

Nguyễn Cẩm Tú, Phan Nguyễn Trang, Đoàn Anh Dũng và Tống Thị Ánh Ngọc\*

Bộ môn Công nghệ Thực phẩm, Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Trường Đại học Cần Thơ

\*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Tống Thị Ánh Ngọc (email: ttangoc@ctu.edu.vn)

### Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 12/02/2023

Ngày nhận bài sửa: 12/03/2023

Ngày duyệt đăng: 27/03/2023

### Title:

Study on storage conditions of pumpkin puree (*Cucurbita moschata* D.) at cold temperature

### Từ khóa:

Bí đỏ, bảo quản, chất lượng, purée, vi sinh vật

### Keywords:

Microorganisms, preserving, pumpkin, puree, quality

### ABSTRACT

This study was conducted to investigate the storage conditions for pumpkin puree at cold temperatures to maintain quality, ensure safety and prolong the shelf-life of puree. Saccharose and potassium sorbate were added into puree at different concentrations (0, 5 and 10%; 0 and 0,05%; respectively) and the physicochemical (color, total soluble solids, pH, water activity- $a_w$  and total carotenoids) and microbial (total aerobic mesophilic count and total yeast and mold count) changes of puree were monitored during storage at  $10 \pm 2^\circ\text{C}$ . The results showed that puree stored under control conditions (without food additives) had a shelf-life of 3 days. The addition of 10% saccharose and 0.05% potassium sorbate into the puree extended the shelf-life of the puree up to 9 days. The color values for overall color differences,  $a^*$  and  $b^*$  of puree, increased with the extension of storage time, whereas  $L^*$ , °Brix and  $a_w$  values tended to drop. Generally, the carotenoid content of puree was insignificantly changed ( $p > 0.05$ ) after 12 days of storage. The results also illustrated that microbial growth was the main cause of puree quality degradation, spoilage, and the shelf-life of puree.

### TÓM TẮT

Nghiên cứu này khảo sát các điều kiện bảo quản đối với purée bí đỏ ở nhiệt độ lạnh nhằm duy trì chất lượng, đảm bảo an toàn và kéo dài thời gian bảo quản. Đường và kali sorbate được bổ sung ở các nồng độ khác nhau (tương ứng là 0, 5 và 10%; 0 và 0,05%) và theo dõi các biến đổi hóa lý (màu sắc, tổng chất khô hoà tan, pH, độ hoạt động của nước- $a_w$  và carotenoid tổng số) và vi sinh vật (vi sinh vật hiếu khí tổng số và nấm men và nấm mốc tổng số) của purée khi bảo quản ở  $10 \pm 2^\circ\text{C}$ . Kết quả cho thấy, purée bí đỏ được bảo quản ở điều kiện đối chứng (không bổ sung phụ gia) có hạn sử dụng là 3 ngày. Purée bổ sung 10% đường và 0,05% kali sorbate có thể giúp kéo dài thời gian bảo quản của purée bí đỏ đến ngày thứ 9. Sự sai biệt màu sắc tổng thể,  $a^*$  và  $b^*$  của purée bí đỏ tăng khi kéo dài thời gian bảo quản trong khi  $L^*$ , °Brix và  $a_w$  có xu hướng giảm. Nhìn chung, hàm lượng carotenoid của purée không thay đổi đáng kể sau 12 ngày bảo quản. Nghiên cứu cũng cho thấy sự phát triển của vi sinh vật là nguyên nhân chính dẫn đến hư hỏng và ảnh hưởng đến hạn sử dụng của purée bí đỏ

## 1. GIỚI THIỆU

Bí đỏ là cây rau bở dưỡng, có giá trị cao và được người tiêu dùng rất ưa chuộng. Theo Tổ chức Nông nghiệp và Thực phẩm Liên hợp quốc - FAO sản lượng bí đỏ toàn cầu năm 2021 là hơn 23,7 triệu tấn. Ở nước ta, ngành nông nghiệp đã có những bước phát triển nổi bật về năng suất và sản lượng nhờ vào việc áp dụng nhiều tiến bộ khoa học kỹ thuật trong sản xuất. Tuy nhiên, ngành nông nghiệp đã gặp phải những bất cập trong tiêu thụ sản phẩm, đặc biệt là tình trạng biến động giá cả, nông sản được mùa nhưng mất giá do cung-cầu không được kiểm soát tốt. Do đó, việc áp dụng các kỹ thuật chế biến để tạo giá trị gia tăng, kéo dài thời gian bảo quản, đa dạng hóa sản phẩm và góp phần nâng cao thu nhập cho người nông dân là cần thiết. Ở Việt Nam, bí đỏ chủ yếu được bán ở dạng nguyên trái hoặc sơ chế sẵn (bảo quản lạnh), các sản phẩm chế biến từ bí đỏ vẫn còn rất hạn chế. Hơn nữa, các nghiên cứu chuyên sâu về chế biến và bảo quản các sản phẩm từ bí đỏ chưa được công bố trong nước. Mặt khác, nhu cầu tiêu dùng những sản phẩm an toàn và tiện lợi hiện nay của người tiêu dùng đang có xu hướng gia tăng, vì vậy, các sản phẩm giá trị gia tăng, an toàn, tiện lợi và có chất lượng cao sẽ đáp ứng được nhu cầu thị trường và người tiêu dùng hiện đại.

Nhiều nghiên cứu trên thế giới đã cho thấy bí đỏ giàu  $\beta$ -carotene (tiền vitamin A), vitamin (B6, K, thiamine và riboflavin), chất khoáng (kali, photpho, magiê, sắt và selen) (Rakcejeva et al., 2011); có tính được liệu cao như chống viêm, chống oxy hóa, chống ung thư và ngăn ngừa các bệnh mãn tính do sự hiện diện của các hợp chất có hoạt tính sinh học như: polyphenol, carotenoid, tocopherol, triterpene và các chất chuyển hóa thứ cấp như:  $\beta$ -sitosterol, alcohol dehydrodiconiferyl và tetra saccharide glycerol glycolipid (Caili et al., 2006; Kim et al., 2012; Wang et al., 2012; Isutsa & Mallowa, 2013; Kaur et al., 2020). Trên thế giới, bí đỏ được sử dụng trong chế biến nhiều sản phẩm thực phẩm như bột, purée, mút đông, nectar, bột dinh dưỡng, bột gia vị, nước sốt, súp, cháo ăn liền, hỗn hợp ăn dặm hay sử dụng các sản phẩm giá trị gia tăng trong chế biến các sản phẩm bánh mì, mì, bích quy và đồ uống (Ahmad & Khan, 2019). Nhìn chung, chế biến là một trong những giải pháp hiệu quả cho việc tiêu thụ rau quả và cho phép chúng được sử dụng trong thời gian dài, đây là một trong những phương pháp được sử dụng rộng rãi để kéo dài thời gian bảo quản nông sản nói chung với mục tiêu làm giảm thiểu sự hư hỏng vật lý, hóa học và vi sinh vật (Rakcejeva et al., 2011). Nhìn chung, các sản phẩm chế biến có thời

gian bảo quản dài hơn, yêu cầu không gian lưu trữ thấp, khối lượng nhẹ hơn khi vận chuyển và dễ dàng bổ sung vào các công thức chế biến khác (chẳng hạn như bột và purée).

Chế biến bí đỏ thành purée (bán thành phẩm) giúp tăng nguồn cung cấp bí đỏ quanh năm (Roongruangsri & Bronlund, 2015). Purée bí đỏ có thể giúp tăng giá trị dinh dưỡng cho các sản phẩm thực phẩm ứng dụng nguồn nguyên liệu này trong quá trình chế biến. Chính vì thế, Gliemmo et al. (2009; 2010) đã xác định ảnh hưởng của chất bảo quản như kali sorbate (0 và 0,12%), chất chống oxy hóa như axit ascorbic (0 và 0,05%), chất tạo ngọt như glucose và xylitol đến sự biến đổi chất lượng của purée bí đỏ sau quá trình bảo quản ở 25°C. Purée bí đỏ bảo quản lạnh hoặc lạnh đông giúp ổn định nguồn nguyên liệu cũng như giúp thuận lợi hơn trong các quá trình chế biến tiếp theo. Đối với các cơ sở sản xuất qui mô vừa và nhỏ, việc đầu tư hệ thống tủ lạnh đông sẽ có những hạn chế về mặt chi phí đầu tư ban đầu cũng như năng lượng trong quá trình bảo quản và rã đông; vì vậy, việc tồn trữ lạnh purée sẽ tiết kiệm chi phí hơn và thuận lợi hơn trong quá trình chế biến. Vì thế, các nghiên cứu điều kiện bảo quản lạnh giúp kéo dài hạn sử dụng của purée bí đỏ là cần thiết để ứng dụng vào thực tế ở quy mô sản xuất vừa và nhỏ.

Nghiên cứu này khảo sát ảnh hưởng của đường và kali sorbate bổ sung đến chất lượng hóa lý (dinh dưỡng) và vi sinh vật của purée bí đỏ khi bảo quản ở nhiệt độ lạnh (10°C).

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là giống bí đỏ hạt đậu trái dài (vỏ trái có màu vàng đến đỏ sậm với nhiều sọc có màu vàng nhạt, thân không phân thùy) được thu mua từ một tiểu thương cố định tại chợ Tân An, quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ (minh họa ở Hình 1).



Hình 1. Giống bí đỏ trong nghiên cứu

## 2.2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.2.1. Bố trí thí nghiệm

Bí đỏ nguyên trái như Hình 1 sau khi thu mua sẽ được vận chuyển về Bộ môn Công nghệ thực phẩm, Trường Đại học Cần Thơ để xử lý. Quy trình chế biến purée được tham khảo Gliemmo et al. (2009; 2010). Bí đỏ được rửa sạch dưới vòi nước chảy để loại bỏ hoàn toàn đất cát, bụi bẩn và một phần vi sinh vật trên bề mặt trái, sau đó để ráo. Tiến hành gọt vỏ, thu lấy phần thịt trái. Bí đỏ sau đó được cắt thành các lát có kích thước đều nhau (chiều dày 0,5 cm) bằng dao cắt lát chuyên dụng (Việt Nam). Sau đó, bí đỏ được chần với nước theo tỷ lệ 1:2 ở nhiệt độ 85-90°C trong 7 phút và để nguội ở nhiệt độ phòng dưới điều kiện vệ sinh. Tiếp theo, mẫu được xay nhuyễn với nước theo tỷ lệ 1:0,3. Đường (Biên Hòa, Việt Nam) và kali sorbate (Trung Quốc) được bổ sung theo như bố trí thí nghiệm gồm E1: 0% đường + 0% kali sorbate (mẫu đối chứng), E2: 5% đường, E3: 10% đường, E4: 0,05% kali sorbate, E5: 5% đường + 0,05% kali sorbate và E6: 10% đường + 0,05% kali sorbate. Axit ascorbic được bổ sung với tỷ lệ cố định 0,05% nhằm hạn chế quá trình oxy hóa (Gliemmo et al., 2009). Khoảng 2 kg purée /mẻ được gia nhiệt đến 80-85°C trong 15 phút bằng thiết bị chuyên dụng (Việt Nam), sau đó để nguội và cho vào bao bì Polyamid-PA (400 ± 10 g/túi) và bảo quản ở 10 ± 2°C. Quá trình đóng gói được thực hiện trong tủ an toàn sinh học, dụng cụ chứa đựng và các bề mặt tiếp xúc khác được sát trùng bằng cồn 70° và chiếu tia UV trước khi sử dụng. Các chỉ tiêu hóa lý (màu sắc, tổng chất khô hoà tan, pH, độ hoạt động của nước và carotenoid tổng số) và vi sinh vật (vi sinh vật hiếu khí tổng số và nấm mốc và nấm men tổng số) của purée được theo dõi trong suốt 12 ngày bảo quản.

### 2.2.2. Phương pháp phân tích

Màu sắc (L\*: độ sáng, có giá trị từ 0: đen đến 100: trắng, a\*: biểu thị màu từ -a: xanh lục đến +a: đỏ và b\*: biểu thị màu từ -b: xanh dương đến +b: vàng) được đo bằng máy đo màu (WR10, FRU, Trung Quốc). Sự sai biệt màu sắc tổng thể được tính theo công thức (Saidatul et al., 2013):

$$\Delta E = [(L^* - L_0)^2 + (a^* - a_0)^2 + (b^* - b_0)^2]^{1/2}$$

Trong đó: L\*, a\* và b\* là các giá trị màu của mẫu đo được trong quá trình bảo quản; L<sub>0</sub>, a<sub>0</sub> và b<sub>0</sub> là các giá trị màu của mẫu ở thời điểm ban đầu (ngày 0).

Tổng chất khô hoà tan (°Brix) của purée được xác định bằng chiết quang kế (0-32%, ATAGO, Nhật), sử dụng phần dịch nổi sau khi ly tâm 10 g purée ở 8000 vòng/phút trong 10 phút. pH của purée

được đo bằng pH kế điện tử (Vernier, Mỹ). Độ hoạt động của nước (a<sub>w</sub>) được đo bằng máy đo a<sub>w</sub> (HP23-AW-SET-40, Rotronics, Thụy Sĩ).

Carotenoid được xác định theo phương pháp sơ màu được mô tả bởi Rojas et al. (2020) với một số điều chỉnh nhỏ. Mẫu sau sấy ở 50-55°C trong 24 giờ được nghiền thành bột, sau đó 0,25 g mẫu được trích ly lần 1 trong 21 mL dung môi (chứa ethanol và hexan theo tỷ lệ 4:3). Mẫu được giữ ở 0-4°C trong 15 phút trước khi đồng hóa trong 60 giây bằng Ultraturrax (Nhật Bản). Tiếp theo, mẫu được ly tâm ở 8000 vòng/phút trong 10 phút để thu dịch nổi. Trích ly lần hai được lặp lại tương tự như lần 1 để thu dịch nổi. Các phần dịch nổi sau đó được trộn lại với nhau, 5 mL nước cất được thêm vào để tách pha, lắc kỹ và để yên trong 5 phút. Pha hexan chứa carotenoid được thu nhận bằng phễu chiết, sau đó lấy 2,5 mL để đo độ hấp thụ ở bước sóng 450 nm-sử dụng cuvet thạch anh (1 cm). Hàm lượng carotenoid trong mẫu (mg/100 g CBK) được tính theo công thức:

$$X = \frac{A \times 536,85 \times V \times 10^{-1}}{m_{dm} \times 137,4}$$

Trong đó: A là độ hấp thụ; 536,85 là khối lượng phân tử của β-caroten (g/mol); V là thể tích pha hexan (mL); 10<sup>-1</sup> là hệ số chuyển đổi đơn vị; m<sub>dm</sub> là khối lượng khô của mẫu (g) và 137,4 là hệ số tắt (extinction coefficient) của β-caroten trong hexan (mM<sup>-1</sup>).

Vi sinh vật hiếu khí tổng số và nấm mốc và nấm men tổng số được xác định bằng phương pháp đĩa đổ (Ngọc và ctv., 2021) sử dụng môi trường Plate Count Agar và Yeast extract Glucose Chloramphenicol agar (Merck, Đức) và ủ ở 37°C trong 48-72 giờ. Kết quả sau đó được tính toán và trình bày ở dạng logarithm của số khuẩn lạc hình thành (log CFU/g).

### 2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Dữ liệu được nhập và tính toán bằng phần mềm Microsoft Excel 2021. Xử lý thống kê để kiểm tra sự khác biệt ý nghĩa giữa các nghiệm thức được thực hiện thông qua phân tích phương sai ANOVA (α=0,05) bằng chương trình Statgraphics Centurion 18 và phân tích tương quan được thực hiện bằng chương trình SPSS 20.0. Kết quả được thể hiện dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn của tất cả các lần lặp lại độc lập thông qua bảng hoặc hình.

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Sự thay đổi màu sắc của purée bí đỏ theo thời gian bảo quản

Các giá trị màu của purée bí đỏ theo thời gian bảo quản được thể hiện ở Bảng 1. Kết quả cho thấy giá trị trung bình  $L^*$  của mẫu sau quá trình bảo quản ở nghiệm thức E1 và E4 cao hơn ý nghĩa so với các nghiệm thức còn lại ( $p < 0,05$ ). Độ sáng của purée có xu hướng giảm ( $L^*$  giảm) trong quá trình bảo quản có thể do xảy ra đồng thời các phản ứng hóa nâu không do enzyme, oxy hóa và đồng phân hóa  $\beta$ -caroten (Dutta et al., 2006). Mặt khác, độ sáng của purée giảm ý nghĩa sau 3 ngày bảo quản ( $p < 0,05$ ) nhưng không khác biệt ý nghĩa so với các ngày còn lại ( $p > 0,05$ ; Bảng 1). Đối với giá trị màu  $a^*$ , độ đỏ của purée ở các nghiệm thức E2, E5 và E6 thấp hơn ý nghĩa ( $p < 0,05$ ) so với các nghiệm thức còn lại

(ngoại trừ nghiệm thức E3). Nhìn chung, độ đỏ trung bình của purée có xu hướng thấp hơn ở các nghiệm thức có bổ sung đường (Bảng 1). Đối với giá trị màu  $b^*$ , độ vàng của purée ở nghiệm thức E4 cao hơn ý nghĩa ( $p < 0,05$ ) so với các nghiệm thức còn lại. Độ vàng trung bình của purée có xu hướng cao hơn ở các nghiệm thức không có bổ sung đường. Hơn nữa, các phản ứng hóa nâu không do enzyme có thể tạo ra các sắc tố đỏ trong quá trình hóa nâu (Hong & Betti, 2016), điều này giải thích cho sự tăng của các giá trị màu  $a^*$  và  $b^*$  theo thời gian bảo quản. Hơn nữa, độ đỏ và độ vàng của purée đều tăng ý nghĩa sau 3 ngày bảo quản ( $p < 0,05$ ) do phản ứng hóa nâu không enzyme (Hong & Betti, 2016). Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy, có sự tương quan nghịch giữa độ sáng ( $L^*$ ) và độ vàng ( $b^*$ ) của purée trong quá trình bảo quản ở mức độ ý nghĩa 1% ( $r = -0,554$ ).

**Bảng 1.** Các giá trị màu  $L^*$ ,  $a^*$  và  $b^*$  của purée theo thời gian bảo quản

Giá trị	Nghiệm thức	Ngày bảo quản					Trung bình
		0	3	6	9	12	
$L^*$	E1	75,31±0,58	75,05±0,01	74,83±0,45	73,54±0,07	73,35±0,11	74,41±0,99 <sup>a</sup>
	E2	75,05±0,06	71,95±0,27	73,44±0,23	72,22±0,09	73,01±0,31	73,13±1,20 <sup>b</sup>
	E3	75,36±0,09	72,48±0,29	71,23±0,53	72,49±0,51	71,15±0,23	72,54±1,70 <sup>c</sup>
	E4	76,03±0,18	74,21±0,37	73,39±0,14	73,56±0,19	73,64±0,05	74,16±1,08 <sup>a</sup>
	E5	75,48±0,06	72,64±0,30	72,80±0,20	72,26±0,54	72,58±0,07	73,15±1,32 <sup>b</sup>
	E6	75,29±0,16	72,06±0,10	72,45±0,14	71,83±0,33	72,27±0,25	72,78±1,37 <sup>bc</sup>
	<b>Trung bình</b>	<b>75,42±0,50<sup>a</sup></b>	<b>73,06±1,27<sup>b</sup></b>	<b>73,02±1,24<sup>b</sup></b>	<b>72,64±0,86<sup>b</sup></b>	<b>72,66±0,90<sup>b</sup></b>	
$a^*$	E1	0,55±0,39	1,54±0,53	1,76±0,38	2,05±0,69	2,34±0,52	1,64±0,68 <sup>bc</sup>
	E2	0,06±0,12	0,74±0,04	1,00±0,13	1,37±0,10	1,63±0,32	0,96±0,61 <sup>a</sup>
	E3	0,31±0,31	0,88±0,41	1,30±0,55	1,40±0,46	1,59±0,58	1,10±0,51 <sup>ab</sup>
	E4	0,66±0,42	1,48±0,55	1,83±0,69	2,06±0,77	2,31±0,77	1,67±0,64 <sup>c</sup>
	E5	0,21±0,22	0,83±0,35	1,19±0,59	1,46±0,59	0,92±0,19	0,92±0,47 <sup>a</sup>
	E6	0,17±0,45	0,88±0,62	1,15±0,75	1,26±0,57	1,53±0,70	1,00±0,52 <sup>a</sup>
	<b>Trung bình</b>	<b>0,33±0,23<sup>a</sup></b>	<b>1,06±0,35<sup>b</sup></b>	<b>1,37±0,34<sup>bc</sup></b>	<b>1,60±0,36<sup>c</sup></b>	<b>1,72±0,54<sup>c</sup></b>	
$b^*$	E1	8,82±0,12	10,44±0,21	10,69±0,38	11,18±1,21	12,13±0,70	10,65±1,21 <sup>a</sup>
	E2	7,49±0,79	10,56±0,67	11,75±0,37	11,45±0,70	11,37±0,14	10,52±1,75 <sup>a</sup>
	E3	7,98±0,44	10,38±1,00	11,37±0,55	11,11±0,14	11,93±0,91	10,55±1,54 <sup>a</sup>
	E4	8,93±0,65	11,20±1,19	11,44±1,16	12,62±1,34	12,92±0,85	11,42±1,57 <sup>b</sup>
	E5	7,94±0,26	9,67±1,77	11,50±0,58	11,39±0,29	10,66±0,23	10,23±1,48 <sup>a</sup>
	E6	7,47±0,55	10,01±0,82	10,53±0,67	10,76±0,20	11,76±0,99	10,11±1,61 <sup>a</sup>
	<b>Trung bình</b>	<b>8,10±0,64<sup>a</sup></b>	<b>10,37±0,52<sup>b</sup></b>	<b>11,21±0,49<sup>c</sup></b>	<b>11,42±0,64<sup>c</sup></b>	<b>11,79±0,76<sup>c</sup></b>	

Chú thích: E1: mẫu đối chứng, E2: 5% đường, E3: 10% đường, E4: 0,05% kali sorbate, E5: 5% đường + 0,05% kali sorbate và E6: 10% đường + 0,05% kali sorbate. Các giá trị trung bình có các chữ cái đi kèm a, b, c... giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5%.

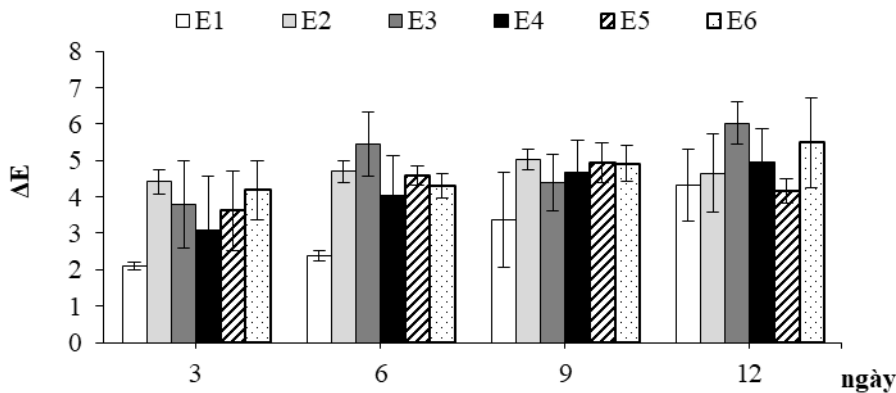
Sự sai biệt màu sắc tổng thể ( $\Delta E$ ) của purée bí đỏ theo thời gian bảo quản ở các nghiệm thức khác nhau được thể hiện ở Hình 2. Kết quả cho thấy giá trị  $\Delta E$  của purée có xu hướng tăng khi kéo dài thời gian bảo quản. Cụ thể, giá trị trung bình  $\Delta E$  tăng ý nghĩa ( $p < 0,05$ ) sau 9 ngày bảo quản (tăng từ 3,5±0,8 ở ngày 3 đến 4,9±0,6 ở ngày 9). Tuy nhiên, giá trị

trung bình  $\Delta E$  của purée sau quá trình bảo quản ở nghiệm thức E1 (3,0±1,0) thấp hơn ý nghĩa ( $p < 0,05$ ) so với các nghiệm thức còn lại (dao động từ 4,2±0,8 đến 4,9±1,0). Kết quả phân tích cũng cho thấy có sự tương quan nghịch giữa độ sáng  $L^*$  và sai biệt màu sắc tổng thể của purée trong quá trình bảo quản ở mức độ ý nghĩa 1% ( $r = -0,877$ ), trong khi đó, sự

trương quan thuận được tìm thấy giữa độ đỏ và độ vàng (giá trị màu a\* và b\*) với sai biệt màu sắc tổng thể của purée trong quá trình bảo quản ở mức độ ý nghĩa 1% (trương ứng  $r = 0,533$  và  $r = 0,854$ ). Điều này phản ánh màu sắc tổng thể của purée do độ vàng b\* quyết định và giá trị b\* càng lớn thì  $\Delta E$  càng lớn.

Kết quả này cũng tương đồng với nghiên cứu của Gliemmo et al. (2009) khi cho thấy sự sai biệt màu

sắc tổng thể của purée bí đỏ tăng trong suốt quá trình bảo quản ở  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ . Hơn nữa, trong quá trình chế biến purée, quá trình xay nhuyễn và xử lý nhiệt đã phá vỡ cấu trúc cellulose của tế bào thực vật, do đó các sắc tố có thể tiếp xúc nhiều hơn với các phản ứng phân hủy có thể làm thay đổi màu sắc của thực phẩm theo hướng không mong muốn trong quá trình bảo quản (Dutta et al., 2006; Gliemmo et al., 2009).



**Hình 2. Sự sai biệt màu sắc tổng thể của purée theo thời gian bảo quản**

Chú thích: E1: mẫu đối chứng, E2: 5% đường, E3: 10% đường, E4: 0,05% kali sorbate, E5: 5% đường + 0,05% kali sorbate và E6: 10% đường + 0,05% kali sorbate

**3.2. Sự thay đổi nồng độ chất khô hòa tan ( $^\circ\text{Brix}$ ), pH và độ hoạt động của nước ( $a_w$ ) của purée bí đỏ theo thời gian bảo quản**

**3.2.1. Sự thay đổi  $^\circ\text{Brix}$**

Bảng 2 thể hiện kết quả về  $^\circ\text{Brix}$  của purée bí đỏ ở các nghiệm thức khác nhau theo thời gian bảo quản. Sự chênh lệch về  $^\circ\text{Brix}$  giữa các nghiệm thức ở ngày 0 là do sự thêm vào các chất tan (đường và kali sorbate) vào trong purée trước khi bảo quản (Bảng 2). Kết quả cũng cho thấy,  $^\circ\text{Brix}$  trung bình

của purée giảm dần trong quá trình bảo quản và giảm ý nghĩa sau 3 ngày bảo quản ( $p < 0,05$ , Bảng 2) bởi vì vi sinh vật sử dụng đường và các chất khô hòa tan khác trong quá trình phát triển của chúng do đó làm giảm tổng lượng chất khô hòa tan (Huang et al., 2015). Hơn nữa,  $^\circ\text{Brix}$  cũng có thể giảm do phản ứng hóa nâu giữa axit amin tự do và các chất rắn hòa tan đặc biệt là đường (Assous et al., 2014). Sau quá trình bảo quản,  $^\circ\text{Brix}$  của purée ở nghiệm thức E3 và E6 cao hơn ý nghĩa so với các nghiệm thức còn lại ( $p < 0,05$ , Bảng 2).

**Bảng 2. Sự thay đổi  $^\circ\text{Brix}$  của purée theo thời gian bảo quản**

Nghiệm thức	Ngày bảo quản					Trung bình
	0	3	6	9	12	
E1	9,8±0,08	9,3±0,13	7,9±0,10	7,5±0,17	7,1±0,10	<b>8,3±1,16<sup>d</sup></b>
E2	14,8±0,05	14,1±0,21	12,9±0,10	12,1±0,32	11,0±0,26	<b>13,0±1,54<sup>b</sup></b>
E3	16,7±0,47	16,7±0,15	16,3±0,15	15,8±0,06	15,2±0,05	<b>16,1±0,63<sup>a</sup></b>
E4	10,1±0,08	9,7±0,13	9,0±0,05	7,9±0,10	7,2±0,05	<b>8,8±1,20<sup>c</sup></b>
E5	15,0±0,06	14,1±0,10	12,6±0,06	12,2±0,10	11,6±0,00	<b>13,1±1,41<sup>b</sup></b>
E6	17,1±0,12	16,8±0,08	16,2±0,05	15,7±0,05	15,1±0,12	<b>16,2±0,81<sup>a</sup></b>
<b>Trung bình</b>	<b>13,9±3,20<sup>a</sup></b>	<b>13,4±3,30<sup>b</sup></b>	<b>12,5±3,51<sup>c</sup></b>	<b>11,9±3,58<sup>d</sup></b>	<b>11,2±3,59<sup>e</sup></b>	

Chú thích: E1: mẫu đối chứng, E2: 5% đường, E3: 10% đường, E4: 0,05% kali sorbate, E5: 5% đường + 0,05% kali sorbate và E6: 10% đường + 0,05% kali sorbate. Các giá trị trung bình có các chữ cái đi kèm a, b, c... giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5%.

3.2.2. Sự thay đổi pH

Kết quả cho thấy giá trị pH của purée bí đỏ không thay đổi đáng kể ( $p > 0,05$ ) sau 9 ngày bảo quản (dao động từ  $5,81 \pm 0,04$  đến  $5,85 \pm 0,04$ ) (không trình bày số liệu). Sau 12 ngày bảo quản, pH trung bình của purée ở nghiệm thức E1 ( $5,88 \pm 0,03$ ) cao hơn ý nghĩa so với các nghiệm thức còn lại ( $p < 0,05$ , dao động từ  $5,80 \pm 0,08$  đến  $5,83 \pm 0,03$ ). Nghiên cứu của Gliemmo et al. (2013) cũng cho thấy pH của purée bí đỏ (có bổ sung 10% glucose, 0,12% kali sorbate và 0,05% vanillin, xử lý chiếu xạ gamma hoặc xử lý nhiệt + chiếu xạ gamma) ổn định sau 28 ngày bảo quản ở 25°C.

3.2.3. Sự thay đổi độ hoạt động của nước ( $a_w$ )

Kết quả về độ hoạt động của nước ( $a_w$ ) của purée bí đỏ ở các nghiệm thức khác nhau theo thời gian bảo quản được trình bày ở Bảng 3. Sự giảm  $a_w$  ở các nghiệm thức còn lại so với nghiệm thức E1 ở ngày 0 là do sự thêm vào các chất tan (đường và kali sorbate) trong purée trước khi bảo quản (Bảng 3). Bảng 3 cũng cho thấy,  $a_w$  của purée có xu hướng

giảm dần theo thời gian bảo quản. Cụ thể,  $a_w$  trung bình của purée ở ngày 0 là  $0,86 \pm 0,032$  và giảm xuống còn  $0,80 \pm 0,015$  ở ngày 12 (Bảng 3). Sau quá trình bảo quản,  $a_w$  trung bình ở nghiệm thức E1 và E4 cao hơn ý nghĩa ( $p < 0,05$ ) so với các nghiệm thức còn lại (Bảng 3).

Sự giảm độ hoạt động của nước trong quá trình bảo quản có thể do sự phát triển của vi sinh vật vì chúng sử dụng nước tự do trong quá trình trao đổi chất và phát triển (Devi et al., 2016) cùng với sự tích tụ các chất chuyển hóa trong môi trường do quá trình phát triển của vi sinh vật (Nagel et al., 2001; Krishna, 2005). Kết quả này cũng tương đồng với nghiên cứu của Guzman et al. (2018) khi cho thấy  $a_w$  của hỗn hợp purée bí đỏ giảm theo thời gian bảo quản ở 4°C. Theo nghiên cứu của Gabriel (2008) thì ở cùng pH, sự tăng °Brix dẫn đến  $a_w$  giảm và ngược lại. Trong nghiên cứu này, phân tích thống kê cũng cho thấy tồn tại mối tương quan nghịch giữa °Brix và  $a_w$  trong quá trình bảo quản ở mức độ ý nghĩa 1% ( $r = -0.378$ ).

**Bảng 3. Sự thay đổi  $a_w$  của purée theo thời gian bảo quản**

Nghiệm thức	Ngày bảo quản					Trung bình
	0	3	6	9	12	
E1	0,90±0,009	0,87±0,010	0,89±0,045	0,87±0,029	0,82±0,005	<b>0,87±0,031<sup>a</sup></b>
E2	0,88±0,014	0,86±0,028	0,83±0,008	0,84±0,014	0,80±0,031	<b>0,84±0,031<sup>b</sup></b>
E3	0,82±0,008	0,83±0,014	0,83±0,014	0,81±0,008	0,79±0,013	<b>0,82±0,015<sup>c</sup></b>
E4	0,89±0,005	0,87±0,026	0,85±0,021	0,86±0,031	0,81±0,009	<b>0,86±0,030<sup>a</sup></b>
E5	0,85±0,007	0,83±0,027	0,84±0,034	0,82±0,019	0,81±0,003	<b>0,83±0,016<sup>c</sup></b>
E6	0,84±0,003	0,83±0,009	0,81±0,005	0,83±0,014	0,78±0,006	<b>0,82±0,025<sup>c</sup></b>
<b>Trung bình</b>	<b>0,86±0,032<sup>a</sup></b>	<b>0,85±0,020<sup>b</sup></b>	<b>0,84±0,026<sup>bc</sup></b>	<b>0,84±0,023<sup>c</sup></b>	<b>0,80±0,015<sup>d</sup></b>	

Chú thích: E1: mẫu đối chứng, E2: 5% đường, E3: 10% đường, E4: 0,05% kali sorbate, E5: 5% đường + 0,05% kali sorbate và E6: 10% đường + 0,05% kali sorbate. Các giá trị trung bình có các chữ cái đi kèm a, b, c... giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5%.

3.3. Sự thay đổi hàm lượng carotenoid của purée bí đỏ theo thời gian bảo quản

Bảng 4 cho thấy hàm lượng carotenoid (tính theo căn bản khô-CBK) của purée theo thời gian bảo quản ở các nghiệm thức khác nhau. Nhìn chung, hàm lượng carotenoid ban đầu của purée ở các nghiệm thức E1 và E4 cao hơn so với các nghiệm thức còn lại. Sau quá trình bảo quản, hàm lượng carotenoid của purée ở các nghiệm thức E1 và E4 cao hơn ý nghĩa so với các nghiệm thức E3, E5 và E6 ( $p < 0,05$ , Bảng 4). Nhìn chung, hàm lượng carotenoid trung bình của purée thay đổi không đáng kể sau 12 ngày bảo quản ( $p > 0,05$ , Bảng 4). Kết quả phân tích cũng cho thấy có sự tương quan thuận giữa độ đỏ ( $a^*$ ) và hàm lượng carotenoid của purée trong

quá trình bảo quản ở mức độ ý nghĩa 5% ( $r = 0,307$ ). Một số nghiên cứu trước đây đã báo cáo rằng tồn tại mối tương quan tuyến tính giữa các giá trị màu  $a^*$  và  $b^*$  với hàm lượng carotenoid trong thực phẩm (Ahmed et al., 2002; Dutta et al., 2006). Theo Gliemmo et al. (2009), kali sorbate giúp ngăn chặn sự phá hủy carotenoid của purée bí đỏ do quá trình oxy hóa bởi lượng oxy sẵn có trong bao bì ngăn thấm khí; ngược lại, quá trình oxy hóa đồng thời của kali sorbate và carotenoid được thúc đẩy bởi sự hiện diện của oxy qua bao bì thấm khí. Trên thực tế, tính ổn định của carotenoid trong thực phẩm có thể bị ảnh hưởng bởi quá trình xử lý nhiệt, ánh sáng, phương pháp bảo quản, đặc tính của thực phẩm và trạng thái vật lý của caroten trong thực phẩm (Provesi et al., 2011; Vásquez-Caicedo et al., 2007).

**Bảng 4. Hàm lượng carotenoid (mg/100 g CBK) của purée theo thời gian bảo quản**

Nghiệm thức	Ngày bảo quản					Trung bình
	0	3	6	9	12	
E1	29,5±0,3	29,4±0,1	27,6±0,8	27,6±1,3	28,8±4,0	28,6±0,9 <sup>a</sup>
E2	26,3±1,8	26,4±1,9	24,0±0,8	26,8±1,8	24,4±2,1	25,6±1,3 <sup>bc</sup>
E3	25,2±1,9	24,9±0,6	22,2±1,8	24,5±1,8	22,0±1,7	23,8±1,6 <sup>c</sup>
E4	27,6±0,7	25,7±1,2	27,3±1,3	26,2±1,3	28,7±1,5	27,1±1,2 <sup>ab</sup>
E5	25,6±0,2	25,5±0,1	26,8±2,1	23,7±1,3	23,2±0,1	24,9±1,5 <sup>c</sup>
E6	24,8±0,7	27,1±0,3	25,4±2,5	21,2±4,9	23,4±3,9	24,4±2,2 <sup>c</sup>
<b>Trung bình</b>	<b>26,5±1,8<sup>a</sup></b>	<b>26,5±1,6<sup>a</sup></b>	<b>25,5±2,1<sup>a</sup></b>	<b>25,0±2,4<sup>a</sup></b>	<b>25,1±3,0<sup>a</sup></b>	

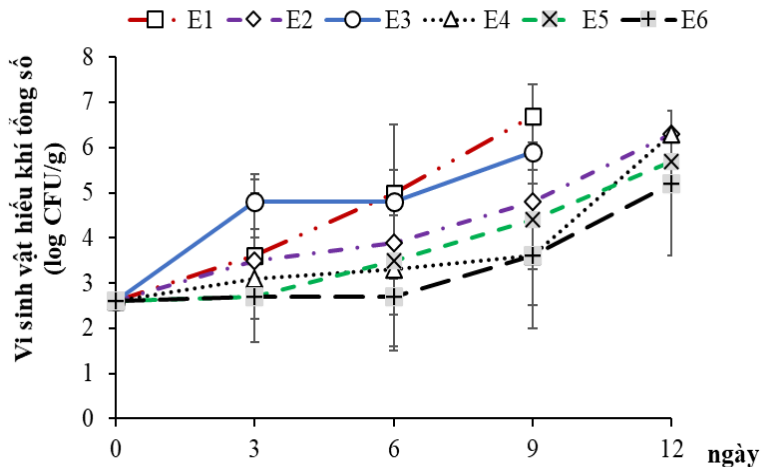
Chú thích: E1: mẫu đối chứng, E2: 5% đường, E3: 10% đường, E4: 0,05% kali sorbate, E5: 5% đường + 0,05% kali sorbate và E6: 10% đường + 0,05% kali sorbate. Các giá trị trung bình có các chữ cái đi kèm a, b, c... giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5%.

**3.4. Sự thay đổi mật số vi sinh vật của purée bí đỏ theo thời gian bảo quản**

**3.4.1. Vi sinh vật hiếu khí tổng số**

Vi sinh vật hiếu khí tổng số được dùng để đánh giá chất lượng chung của thực phẩm về mức độ vệ sinh trong quá trình chế biến, nguy cơ hư hỏng và hạn sử dụng của thực phẩm (Maharjan et al., 2019). Lượng vi sinh vật hiếu khí tổng số của purée ở các nghiệm thức khác nhau trong quá trình bảo quản được thể hiện ở Hình 3. Kết quả cho thấy lượng vi sinh vật hiếu khí tổng số tăng dần theo thời gian bảo quản (Hình 3). Cụ thể, lượng vi sinh vật hiếu khí tổng số trung bình ở ngày 0 là 2,6±0,02 log CFU/g tăng lên 4,8±1,3 log CFU/g sau 9 ngày bảo quản. Kết quả cho thấy lượng vi sinh vật hiếu khí tổng số

của purée ở các nghiệm thức E1, E2, E3 và E5 đã vượt quá 4 log CFU/g sau 9 ngày bảo quản (theo quyết định 46/2007/QĐ-BYT của Bộ Y tế đối với các sản phẩm chế biến từ ngũ cốc, khoai củ và đậu đỗ). Mặt khác, lượng vi sinh vật hiếu khí tổng số của purée ở các nghiệm thức E4 và E6 đã vượt quá 4 log CFU/g sau 12 ngày bảo quản (Hình 3). Nhìn chung, lượng vi sinh vật hiếu khí tổng số của purée ở các nghiệm thức có bổ sung kali sorbate (E4, E5 và E6) thấp hơn so với các nghiệm thức còn lại ở cùng thời gian bảo quản. Điều này là do kali sorbate tác dụng ức chế đối với hầu hết các nấm mốc, nấm men và nhiều loài vi khuẩn hiếu khí trong thực phẩm (Tompkin et al., 1974; Gliemmo et al., 2010; Singh et al., 2016).



**Hình 3. Mật số vi sinh vật hiếu khí tổng số của purée theo thời gian bảo quản**

Chú thích: E1: mẫu đối chứng; E2: 5% đường; E3: 10% đường; E4: 0,05% kali sorbate; E5: 5% đường + 0,05% kali sorbate và E6: 10% đường + 0,05% kali sorbate; E1, E2, E3 và E5: không phân tích ở ngày 12.

**3.4.2. Nấm men và nấm mốc tổng số**

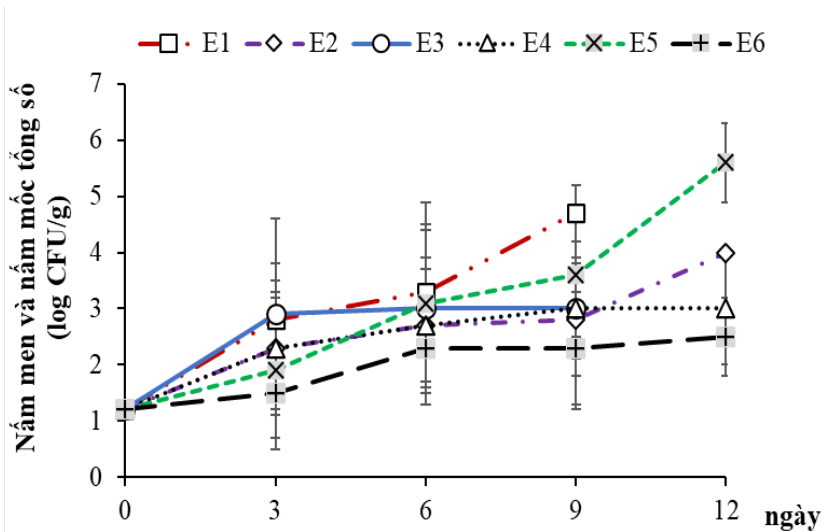
Sự phát triển của nấm men và nấm mốc tổng số của purée ở các nghiệm thức khác nhau theo thời

gian bảo quản được thể hiện ở Hình 4. Kết quả cho thấy lượng nấm men và nấm mốc tổng số trung bình của purée tăng từ 1,2±0,1 log CFU/g ở ngày 0 lên

3,2±0,8 log CFU/g sau 9 ngày bảo quản. Đáng chú ý, lượng nấm men và nấm mốc tổng số của purée ở nghiệm thức E1 tăng nhanh từ ngày 6 đến ngày 9 (tăng từ 3,3±1,6 đến 4,7±0,5 log CFU/g, Hình 4). Lượng nấm men và nấm mốc tổng số của purée ở nghiệm thức E4 và E6 lần lượt là 3,0±1,0 và 2,5±0,7 log CFU/g sau 12 ngày bảo quản (Hình 4).

Coliform tổng số và vi khuẩn axit lactic trong purée được tìm thấy dưới ngưỡng phát hiện (<1 log CFU/g) ở thời điểm ban đầu (ngày 0) và sau quá trình bảo quản (số liệu không trình bày), điều này có thể do các vi khuẩn này nhạy cảm hơn với quá trình xử lý nhiệt của purée trước khi bảo quản. Kết quả tương tự cũng được tìm thấy trong nghiên cứu của Gliemmo et al. (2010) khi không phát hiện coliform trong tất cả các mẫu purée bí đỏ trong quá trình bảo quản ở 25°C.

Các kết quả nghiên cứu cho thấy purée bí đỏ ở điều kiện đối chứng (không bổ sung phụ gia) có thể duy trì được chất lượng về mặt vi sinh vật trong vòng 3 ngày khi bảo quản ở 10±2°C. Việc bổ sung 10% đường và 0,05% kali sorbate vào purée bí đỏ có thể kéo dài hạn sử dụng của purée đến ngày thứ 9. Cụ thể, sau 9 ngày bảo quản ở điều kiện có bổ sung 10% đường và 0,05% kali sorbate, purée bí đỏ có các thông số chất lượng như sau: L\*, a\*, b\*, ΔE, °Brix, pH, a<sub>w</sub>, carotenoid, vi sinh vật hiếu khí tổng số và nấm men và nấm mốc tổng số lần lượt là 71,8±0,5, 1,26±0,57, 10,76±0,20, 4,91±0,49, 15,7±0,05%, 5,80±0,14, 0,83±0,014, 21,2±4,9 mg/100 g CBK, 3,6±1,1 log CFU/g và 2,3±1,0 log CFU/g.



**Hình 4. Mật số nấm men và nấm mốc tổng số của purée theo thời gian bảo quản**

Chú thích: E1: mẫu đối chứng; E2: 5% đường; E3: 10% đường; E4: 0,05% kali sorbate; E5: 5% đường + 0,05% kali sorbate và E6: 10% đường + 0,05% kali sorbate; E1, E2, E3 và E5: không phân tích ở ngày 12.

#### 4. KẾT LUẬN

Trong điều kiện bảo quản có bổ sung 10% đường và 0,05% kali sorbate có thể giúp duy trì chất lượng và độ an toàn của purée bí đỏ trong vòng 9 ngày khi bảo quản ở 10±2°C. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy sự phát triển của vi sinh vật là nguyên nhân chính dẫn đến sự giảm chất lượng và sự hư hỏng của purée bí đỏ trong quá trình bảo quản lạnh và có ảnh hưởng quyết định đến hạn sử dụng của purée bí đỏ ở 10±2°C. Nghiên cứu này cung cấp thêm một số thông tin khoa học mới về khả năng bảo quản purée bí đỏ ở nhiệt độ lạnh từ đó có thể dự kiến khả năng ứng dụng trong chế biến các sản phẩm tiếp theo.

Nghiên cứu các điều kiện chế biến và bảo quản của purée bí đỏ tiết trùng được đề nghị trong các nghiên cứu tiếp theo.

#### LỜI CẢM ƠN

Đề tài này được tài trợ bởi Trường Đại học Cần Thơ (mã số: T2022-134). Một số kết quả trong nghiên cứu được tài trợ kinh phí từ đề tài “Đa dạng hóa và phát triển các sản phẩm chế biến từ trái bí đỏ (*Cucurbita moschata*) trên địa bàn tỉnh Trà Vinh” (mã số: DP2022-15), thuộc Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Trà Vinh.



## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Ahmad, G., & Khan, A. A. (2019). Pumpkin: horticultural importance and its roles in various forms; a review. *International Journal of Horticulture and Agriculture*, 4(1), 1-6. <https://doi.org/10.15226/2572-3154/4/1/00124>
- Ahmed, J., Shivhare, U. S., & Sandhu, K. S. (2002). Thermal degradation kinetics of carotenoids and visual color of papaya puree. *Journal of Food Science*, 67(7), 2692-2695. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb08800.x>
- Assous, M. T. M., Saad, E. S., & Dyab, A. S. (2014). Enhancement of quality attributes of canned pumpkin and pineapple. *Annals of Agricultural Sciences*, 59(1), 9-15. <https://doi.org/10.1016/j.aoas.2014.06.002>
- Caili, F. U., Huan, S., & Quanhong, L. I. (2006). A review on pharmacological activities and utilization technologies of pumpkin. *Plant Foods for Human Nutrition*, 61(2), 70-77.
- Devi, T. B., Dash, S. K., Bal, L. M., & Sahoo, N. R. (2016). Physicochemical and microbiological characteristics of ginger paste (cv. *Suprabha*) during storage in different packaging and temperature conditions. *Cogent Food and Agriculture*, 2(1), 1223261. <https://doi.org/10.1080/23311932.2016.1223261>
- Dutta, D., Dutta, A., Raychaudhuri, U., & Chakraborty, R. (2006). Rheological characteristics and thermal degradation kinetics of beta-carotene in pumpkin puree. *Journal of Food Engineering*, 76(4), 538-546. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.05.056>
- Gabriel, A. A. (2008). Estimation of water activity from pH and Brix values of some food products. *Food Chemistry*, 108(3), 1106-1113. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.11.077>
- Gliemmo, M. F., Latorre, M. E., Gerschenson, L. N., & Campos, C. A. (2009). Color stability of pumpkin (*Cucurbita moschata*, Duchesne ex Poiret) puree during storage at room temperature: Effect of pH, potassium sorbate, ascorbic acid and packaging material. *LWT-Food Science and Technology*, 42(1), 196-201. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.05.011>
- Gliemmo, M. F., Latorre, M. E., Gerschenson, L. N., & Campos, C. A. (2010). Effect of sweet solutes on the quality of a pumpkin puree (*Cucurbita moschata* Duchesne ex Poiret) preserved by the hurdle technology. *Journal of Food Processing and Preservation*, 34(6), 1024-1040. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2009.00435.x>
- Gliemmo, M. F., Latorre, M. E., Narvaiz, P., Campos, C. A., & Gerschenson, L. N. (2013). Effect of gamma irradiation and storage time on microbial growth and physicochemical characteristics of pumpkin (*Cucurbita Moschata* Duchesne ex Poiret) puree. *Food Science and Technology International*, 20(1), 71-80. <https://doi.org/10.1177/1082013212472350>
- Guzman, N. M. N., Orellana, L. E., & Quinones, L. G. O. (2018). Shelf life of a mixture of pumpkin puree (*Cucurbita moschata*) during storage at 4°C. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 15(SPL), 152-157. <https://doi.org/10.19026/ajfst.15.5888>
- Hong, P. K., & Betti, M. (2016). Non-enzymatic browning reaction of glucosamine at mild conditions: Relationship between colour formation, radical scavenging activity and  $\alpha$ -dicarbonyl compounds production. *Food Chemistry*, 212, 234-243. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.170>
- Huang, H.-W., Chang, Y. H., & Wang, C.-Y. (2015). High pressure pasteurization of sugarcane juice: evaluation of microbiological shelf life and quality evolution during refrigerated storage. *Food Bioprocess Technology*, 8(12), 2483-2494. <https://doi.org/10.1007/s11947-015-1600-2>
- Isutsa, D. K., & Mallowa, S. O. (2013). Increasing leaf harvest intensity enhances edible leaf vegetable yields and decreases mature fruit yields in multi-purpose pumpkin. *Journal of Agricultural and Biological Science*, 8(8), 610-615.
- Kaur, S., Panghal, A., Garg, M. K., Mann, S., Khatkar, S. K., Sharma, P., & Chhikara, N. (2020). Functional and nutraceutical properties of pumpkin—a review. *Nutrition and Food Science*, 50(2), 384-401.
- Kim, M. Y., Kim, E. J., Kim, Y. N., Choi, C., & Lee, B. H. (2012). Comparison of the chemical compositions and nutritive values of various pumpkin (*Cucurbitaceae*) species and parts. *Nutrition Research and Practice*, 6(1), 21-27. <https://doi.org/10.4162/nrp.2012.6.1.21>
- Krishna, C. (2005). Solid-state fermentation systems—an overview. *Critical Reviews in Biotechnology*, 25(1-2), 1-30. <https://doi.org/10.1080/07388550590925383>
- Maharjan, S., Rayamajhee, B., Chhetri, V. S., Sherchan, S. P., Panta, O. P., & Karki, T. B. (2019). Microbial quality of poultry meat in an ISO 22000: 2005 certified poultry processing plant of Kathmandu valley. *International Journal of Food Contamination*, 6(1), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s40550-019-0078-5>
- Nagel, F. J. J., Tramper, J., Bakker, M. S., & Rinzema, A. (2001). Model for on-line moisture-content control during solid-state fermentation.

- Biotechnology and Bioengineering*, 72(2), 231-243. [https://doi.org/10.1002/1097-0290\(20000120\)72:2<231::AID-BIT11>3.0.CO;2-S](https://doi.org/10.1002/1097-0290(20000120)72:2<231::AID-BIT11>3.0.CO;2-S)
- Provesi, J. G., Dias, C. O., & Amante, E. R. (2011). Changes in carotenoids during processing and storage of pumpkin puree. *Food Chemistry*, 128(1), 195-202. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.027>
- Rakcejeva, T., Galoburda, R., Cude, L., & Strautniece, E. (2011). Use of dried pumpkins in wheat bread production. *Procedia Food Science*, 1, 441-447. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2011.09.068>
- Rojas, M. L., Silveira, I., & Augusto, P. E. D. (2020). Ultrasound and ethanol pre-treatments to improve convective drying: Drying, rehydration and carotenoid content of pumpkin. *Food and Bioproducts Processing*, 119, 20-30. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2019.10.008>
- Roongruangsri, W., & Bronlund, J. E. (2015). A review of drying processes in the production of pumpkin powder. *International Journal of Food Engineering*, 11(6), 789-799. <https://doi.org/10.1515/ijfe-2015-0168>
- Saidatul, S. W. K. W., Noriham, A., Zainal, S., Khairusy, S. Z., & Nurain, A. (2013). Impact of Non-thermal processing on antioxidant activity, phenolic content, ascorbic acid content and color of winter melon puree. *International Food Research Journal*, 20(2), 633-638.
- Singh, S., Shalini, R., & Nutrition. (2016). Effect of hurdle technology in food preservation: a review. *Critical Reviews in Food Science*, 56(4), 641-649. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.761594>
- Tompkin, R. B., Christiansen, L. N., Shaparis, A. B., & Bolin, H. (1974). Effect of potassium sorbate on *Salmonellae*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, and *Clostridium botulinum* in cooked, uncured sausage. *Applied Microbiology*, 28(2), 262-264. <https://doi.org/10.1128/am.28.2.262-264.1974>
- Ngọc, T. T. A., Tâm H. N. T., & Hà, N. C. (2021). Vì sinh vật tổng số và gây bệnh trong quy trình chế biến cá tra: công đoạn phi lê và chỉnh hình. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Trường Đại học Thái Nguyên*, 226(5), 64-71.
- Vásquez-Caicedo, A. L., Schilling, S., Carle, R., & Neidhart, S. (2007). Impact of packaging and storage conditions on colour and  $\beta$ -carotene retention of pasteurised mango purée. *European Food Research and Technology*, 224(5), 581-590. <https://doi.org/10.1007/s00217-006-0339-4>
- Wang, S. Y., Huang, W. C., Liu, C. C., Wang, M. F., Ho, C. S., Huang, W. P., Hou, C.-C., Chuang, H.-L., & Huang, C. C. (2012). Pumpkin (*Cucurbita moschata*) fruit extract improves physical fatigue and exercise performance in mice. *Molecules*, 17(10), 11864-11876. <https://doi.org/10.3390/molecules171011864>