

ẢNH HƯỞNG CỦA QUÁ TRÌNH THANH TRÙNG VÀ THỜI GIAN BẢO QUẢN ĐẾN CHẤT LƯỢNG SẢN PHẨM NƯỚC SỐT MẮM ME BỔ SUNG VI CHẤT DINH DƯỠNG SẮT VÀ KẼM

Nguyễn Phụng Tiên¹

TÓM TẮT

Sản phẩm sốt mắm me bổ sung vi chất dinh dưỡng sắt và kẽm được thanh trùng ở nhiệt độ 95^o C trong thời gian 5 phút và sau đó bảo quản ở nhiệt độ phòng (25 ± 2^o C) trong thời gian 6 tháng (180 ngày). Kết quả cho thấy, giá trị pH của sốt mắm me FTSF giảm từ 3,24 xuống 2,6, trong khi đó hàm lượng acid tăng từ 27,13 đến 30,68%, độ hoạt động của nước (aw) từ 0,85 giảm không đáng kể xuống 0,84, hàm lượng sắt và kẽm lần lượt giảm từ 36 xuống 23,19mg/30g và 20 xuống 14,84mg/30g. Màu sắc của sản phẩm chuyển sang màu sậm hơn được thể hiện qua giá trị L* giảm từ 23,73 xuống 15,54, a* từ 18,23 giảm còn 15,6, b* từ 31,74 giảm xuống 10,47 và ΔE tăng từ 0,82 đến 15,82. Độ nhớt của sản phẩm từ 1197cP giảm xuống 843cP. Trong sản phẩm không phát hiện loại vi sinh vật nào có mật số vượt quá giới hạn cho phép. Giá trị cảm quan được người tiêu dùng đánh giá với mức độ giảm dần theo thời gian bảo quản.

ABSTRACT

The fortified tamarind fish sauce with iron and zinc was pasteurized at 95^oC for 5 min and stored at room temperature for 6 months (180 days). The result indicated that during the storage of the fortified sauce the pH decreased from 3,24 to 2,6, while titratable acidity increased from 27,13 to 30,68 aw value was 0,85 dropped to 0,84, iron and zinc values were reduced from 36 to 23,19mg/30g and 20 to 14,84mg/30g, respectively. Color parameters were decreased with L* was from 23,73 to 15,54, a* 18,23 to 15,6, b* 31,74 to 10,47, while ΔE increased from 0,82 to 15,82. The viscosity was 1197cP dropped to 843cP at the end of the storage. Micro-organism did not detect throughout the storage. Sensory acceptability had a slight decrease with the storage time increased.

Title: Quality characteristics of Vietnamese tamarind fish sauce fortified with Iron and Zinc as affected of pasteurization and storag

Từ khóa: Sốt mắm me, sắt, kẽm

Keywords: Fortification, pasteurization, tamarind fish sauce, iron, zinc.

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 12/7/2019;

Ngày nhận kết quả bình duyệt: 20/7/2019;

Ngày chấp nhận đăng bài: 25/7/2019.

Tác giả:

¹ Trường Đại học Sư Phạm Kỹ Thuật Vĩnh Long

Email: tiennp@vlute.edu.vn

1. Đặt vấn đề

Sốt mắm me là một trong những loại nước chấm phổ biến được dùng trong những bữa cơm gia đình Việt Nam, đặc biệt ở những khu vực miền Tây Nam Bộ. Thành phần chính làm nên loại nước sốt này chủ yếu là thịt me chín, nước mắm và đường,

bên cạnh đó việc thêm tỏi tươi và ớt tươi chín vào nhằm tăng hương vị và phụ thuộc vào khẩu vị của từng gia đình. Không chỉ được sử dụng trong phạm vi gia đình, sốt mắm me còn được phục vụ kèm với những loại thức ăn đường phố, trường học và cả những nhà hàng lớn như các món ăn từ hải

sản, thực phẩm chiên xào và còn được sử dụng như một loại gia vị tẩm ướp thực phẩm. Tuy nhiên, hiện nay trên thị trường thực phẩm vẫn chưa xuất hiện loại nước sốt này, vì vậy việc thương mại hóa sản phẩm sốt mắm me góp phần làm tăng hương vị ẩm thực Việt Nam là rất cần thiết.

Tình trạng thiếu vi chất dinh dưỡng sắt và kẽm đang là vấn đề rất nghiêm trọng đối với sức khỏe cộng đồng trên thế giới đặc biệt là ở những nước đang phát triển và nước có thu nhập thấp trong đó có Việt Nam (Allen và cộng sự., 2006). Sắt là một nguyên tố vi lượng và thiết yếu cho sự phát triển ở người. Thiếu sắt là nguyên nhân dẫn đến bệnh lý thiếu máu ở người, bên cạnh đó là triệu chứng rối loạn hệ thần kinh và miễn dịch (Gauchenron, 2001), khả năng nhận thức kém ở trẻ em, khả năng mang thai kém ở phụ nữ và giảm năng suất lao động ở người trưởng thành (Derbyshire và cộng sự., 2010). Theo thống kê của viện dinh dưỡng quốc gia Việt Nam, trong giai đoạn từ năm 2014 - 2015 tỷ lệ thiếu sắt ở phụ nữ mang thai là 47,3%, phụ nữ bình thường là 23,6% và trẻ em dưới 5 tuổi là 50,3%. Bên cạnh vi chất dinh dưỡng sắt, kẽm cũng là một vi chất không thể thiếu đối với cơ thể người. Thiếu kẽm dẫn đến triệu chứng viêm da, chậm phát triển, tiêu chảy, rối loạn tâm thần và các bệnh nhiễm trùng (Allen và cộng sự., 2006). Giai đoạn từ 2014 - 2015, viện dinh dưỡng quốc gia Việt Nam đã thống kê tỷ lệ thiếu kẽm với 80,3% ở phụ nữ mang thai, 69,4% ở trẻ em dưới 5 tuổi và 63,6% ở phụ nữ sau khi sinh.

Để khắc phục tình trạng thiếu vi chất dinh dưỡng sắt và kẽm ở Việt Nam, việc bổ sung vi chất sắt và kẽm vào nước sốt mắm me được xem một trong những giải pháp đơn giản và hiệu quả được đề xuất. Thanh trùng là một phương pháp xử lý nhiệt truyền thống có thể ức chế sự phát triển của

vi sinh vật và kéo dài thời gian bảo quản cho những loại thực phẩm có giá trị pH < 4,6 (Timmermans và cộng sự., 2011). Tuy nhiên, việc xử lý nhiệt cũng mang lại bất lợi cho hoạt động của enzyme có trong sản phẩm và ảnh hưởng đến giá trị cảm quan (Palou và cộng sự., 1999).

Chính vì vậy, nghiên cứu này nhằm theo dõi sự ảnh hưởng của quá trình thanh trùng cũng như thời gian bảo quản đến các chỉ tiêu hóa lý và cảm quan của sản phẩm sốt mắm me bổ sung vi chất sắt và kẽm, hơn nữa nhằm nghiên cứu phát triển sản phẩm với hình thức thương mại hóa trên thị trường thực phẩm trong và ngoài nước Việt Nam.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Nguyên vật liệu

Thịt me khô đã loại bỏ hạt, nước mắm, đường cát trắng, ớt chín và tỏi tươi được mua tại siêu thị. Iron sodium ethylenediaminetetraacetate ($\text{FeNaEDTA} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) và zinc sulfate ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) được mua từ công ty Sigma-Aldrich (Đức) dành chuyên cho thực phẩm.

2.2. Chuẩn bị sản phẩm

Sốt mắm me được phối trộn với tỷ lệ 42% thịt me, 37% đường cát trắng, 21% nước mắm thu được sản phẩm sốt ban đầu, sau đó phối trộn với 2.5% ớt và 2.5% tỏi, xay nhuyễn bằng máy xay sinh tố. Bổ sung 36mg sắt từ $\text{FeNaEDTA} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ và 20 mg kẽm từ ZnSO_4 vào 30 g sốt và xay lại bằng máy xay sinh tố thu được sản phẩm hoàn chỉnh (FTFS). Mẫu đối chứng là sản phẩm sốt mắm me không bổ sung vi chất sắt và kẽm.

2.3. Quá trình thanh trùng sản phẩm

Các sản phẩm sốt được cho vào keo thủy tinh với khối lượng 120 ml, tiến hành thanh trùng ở 95°C trong thời gian 5 phút trong bể điều nhiệt. Kết thúc quá trình, sản phẩm được làm nguội nhanh và kiểm tra các chỉ tiêu vi sinh, cảm quan và hóa lý.

2.4. Quá trình bảo quản sản phẩm

Sản phẩm sốt mắm me bổ sung vi chất sắt và kẽm (FTFS) sau khi thanh trùng được tiến hành bảo quản ở nhiệt độ phòng thí nghiệm ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) trong thời gian 6 tháng và tiến hành kiểm tra các chỉ tiêu vi sinh, cảm quan và hóa lý mỗi tháng một lần.

2.5. Chỉ tiêu hóa học

2.5.1 pH

Sản phẩm sốt được đồng hóa với nước cất với tỷ lệ 1:5 (sốt: nước cất), để yên trong thời gian 2 phút và tiến hành đo giá trị pH bằng máy đo pH (Mettler 350, Singapore).

2.5.2 Hàm lượng acid tổng

Hàm lượng acid tổng trong sốt mắm me chủ yếu là tartaric acid được tính theo phương pháp của Sulieman và cộng sự. (2015). Mẫu sốt được đồng hóa với nước cất theo tỷ lệ 1:10 (sốt: nước cất), sau đó lọc bằng giấy lọc Whatman No.4. Cho 3 giọt phenolphthalein vào, lắc đều và chuẩn độ bằng NaOH 0,1M. Hàm lượng acid tổng được tính theo công thức:

Acid tổng

$$(\%) = \frac{V_{\text{NaOH}} \times C_{\text{M NaOH}} \times M_{\text{Tartaric acid}} \times 100}{m_{\text{mẫu sốt}}}$$

Trong đó:

$C_{\text{M NaOH}} = 0,1$

$M_{\text{Tartaric acid}} = 150,08 \text{ g/mol}$

2.5.3 Độ hoạt động của nước

Độ hoạt động của nước (a_w) là một yếu tố quan trọng dùng để kiểm soát thời hạn sử dụng và chất lượng của sản phẩm, được xác định bằng máy đo a_w (Aqua Lab Water Activity Meter, WA, USA).

2.5.4 Hàm lượng sắt và kẽm

Trích ly sắt và kẽm từ 0,5g sốt với 5ml nitric acid đậm đặc và 2ml H_2O_2 30% chứa một hệ thống máy áp suất, sau đó gia nhiệt cho đến khi sắt và kẽm được tách ra. Mẫu sau khi trích ly được làm lạnh và lọc qua

giấy lọc Whatman No.1. Lấy 25ml dung dịch sau lọc định mức bằng nước cất đến 100ml (AOAC, 2012), sau đó mẫu được xác định hàm lượng sắt và kẽm bằng thiết bị đo quang phổ cảm ứng ICP-MS (Inductively Couple Plasma Mass Spectrometry, USA).

2.6. Chỉ tiêu vật lý

2.6.1 Màu sắc

Giá trị màu sắc của sản phẩm được đo bằng máy đo màu sắc (Hunter Lab, Model Color Quest XT, United State) với tiêu chuẩn $L^* = 93,6$, $a^* = -0,94$ và $b^* = 0,40$. Màu sắc của sản phẩm được thể hiện qua các giá trị L^* (mức độ sáng của sản phẩm, có giá trị từ 0 - 100), a^* (+ đỏ, - xanh lục), b^* (+ vàng, - xanh dương) và ΔE (sự khác biệt màu sắc):

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta b^{*2} + \Delta a^{*2}}$$

2.6.2 Độ nhớt

Cho 600ml sốt được đo độ nhớt bằng máy với tốc độ vòng quay lần lượt 1, 20, 40, 60, 80 và 100 vòng/phút ở nhiệt độ phòng thí nghiệm ($25 \pm 2^\circ\text{C}$). Kết quả độ nhớt được thể hiện trên biểu đồ với giá trị độ nhớt tương ứng với tốc độ vòng quay.

2.7. Chỉ tiêu vi sinh

Cho 25g sốt pha loãng với 225ml dung dịch peptone 0,1% ta được dung dịch pha loãng tương đương nồng độ 10^{-1} tiếp tục pha loãng đến 10^{-2} và 10^{-3} . Mẫu sau khi pha loãng được tiến hành kiểm tra vi sinh vật tổng số, nấm men, nấm mốc, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* và *Clostridium perfringens* theo phương pháp của BAM, 2001. Vi khuẩn lactic được kiểm tra theo phương pháp De Man Rogosa & Sharpe (1960).

2.8. Chỉ tiêu cảm quan

Các sản phẩm sốt mắm me được đánh giá chỉ tiêu màu bởi 50 cảm quan viên không chuyên. Điểm số được cho từ 1 đến 9, trong đó theo thứ tự 1 - thật sự rất ghét đến 9 - thật sự rất thích. Sản phẩm sẽ bị loại bỏ nếu đạt điểm trung bình thấp hơn 7/9 điểm.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Ảnh hưởng của quá trình thanh trùng đến chất lượng sản phẩm sốt mắm me bổ sung vi chất sắt và kẽm

Tính chất hóa học của sốt mắm me sau khi được thanh trùng thể hiện qua Bảng 1. Giá trị pH của mẫu đối chứng tăng từ 3,41 lên 3,48 nhưng không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$), trong khi giá trị pH của mẫu FTFS tăng từ 3,18 lên 3,24 có sự khác biệt ý nghĩa ($p < 0,05$). Giá trị pH của các sản phẩm sốt có xu hướng tăng sau quá trình thanh trùng có thể do sự bay hơi của các acid hữu cơ có trong sốt. Charles-rodriguez và cộng sự (2007) đã nghiên cứu và cho thấy rằng giá trị pH của nước ép táo tăng sau khi quá trình thanh trùng ở nhiệt độ 73, 80 và 83 °C lần lượt là 3,96, 3,99 và 4,01, nguyên nhân do sự bay hơi của acid malic có trong nước táo là chủ yếu. Hàm lượng acid tổng trong sốt giảm sau quá trình thanh trùng với hàm lượng 26,45% trong mẫu đối chứng và 27,16% trong mẫu FTFS. Sau quá trình thanh trùng, độ hoạt động của nước giảm là do sự bốc hơi nước qua nắp keo trong quá trình gia nhiệt và sự hòa tan hoàn toàn của các chất rắn có trong sốt như đường và xanthan gum. Giá trị a_w của mẫu sốt bổ sung vi chất giảm từ 0,864 xuống 0,85 và có sự khác biệt ý nghĩa ($p < 0,05$), trong khi đó mẫu đối chứng giảm không có sự khác biệt ý nghĩa từ 0,88 xuống 0,87. Hàm lượng vi chất sắt và kẽm trong sốt mắm me có sự thay đổi hàm lượng so với ban đầu. Trong đó, hàm lượng sắt từ 36mg/30g giảm xuống 35,19mg/30g ($p < 0,05$), hàm lượng kẽm tương đối ổn định sau khi thanh trùng. Kết quả cho thấy, phương pháp thanh trùng ảnh hưởng đến vi chất sắt, tuy nhiên không làm ảnh hưởng đến vi chất kẽm có trong sản phẩm. Mohd-Taifek và cộng sự (2016) đã nghiên cứu hàm lượng vi chất sắt trong sữa thanh trùng cho thấy rằng sau quá trình thanh trùng hàm lượng sắt giảm 6,5% so với hàm lượng ban đầu.

Bảng 1. Chỉ tiêu hóa học của sản phẩm sốt mắm me sau quá trình thanh trùng

Chỉ tiêu	Mẫu	Giai đoạn	
		Trước thanh trùng	Sau thanh trùng
pH	Đối chứng	3,41±0,01 ^{Aa}	3,48±0,03 ^{Aa}
	FTFS	3,18±0,01 ^{Bb}	3,24±0,01 ^{Ba}
TA	Đối chứng	28,18±0,23 ^{Ba}	26,45±0,05 ^{Bb}
	FTFS	29,83±0,02 ^{Aa}	27,16±0,72 ^{Ab}
a_w	Đối chứng	0,88±0,00 ^{Aa}	0,87±0,00 ^{Aa}
	FTFS	0,864±0,01 ^{Ba}	0,85±0,00 ^{Bb}
Iron (mg/30g)	Đối chứng	0,17±0,01 ^{Ba}	0,15±0,02 ^{Ba}
	FTFS	36,00±0,00 ^{Aa}	35,19±0,20 ^{Ab}
Zinc (mg/30g)	Đối chứng	0,12±0,07 ^{Ba}	0,11±0,03 ^{Ba}
	FTFS	20,00±0,00 ^{Aa}	19,95±0,06 ^{Aa}

Các ký tự ^{a-b} trong cùng một dòng thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa với $p < 0,05$ và ^{A-B} trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa với $p < 0,05$

Thanh trùng là một trong những phương pháp giúp kéo dài thời gian bảo quản do ức chế được hệ vi sinh vật có trong sản phẩm, tuy nhiên quá trình gia nhiệt sẽ làm ảnh hưởng đến màu sắc của sản phẩm. Kết quả cho thấy, màu sắc của sốt mắm me sau thay đổi được thể hiện ở Bảng 2. Giá trị L^* và b^* của các sản phẩm đều giảm ($p < 0,05$), ngược lại giá trị a^* tăng ($p < 0,05$) sau khi kết thúc quá trình thanh trùng. Sự khác biệt màu sắc (ΔE) cho thấy sự khác nhau về màu sắc trước và sau khi thanh trùng là có ý nghĩa ($p < 0,05$). Màu sắc của sốt mắm me bị sậm hơn so với mẫu trước khi thanh trùng một phần do phản ứng Maillard từ thịt me và lượng đường trong sốt, bên cạnh đó sự oxy hóa sắt và kẽm đã ảnh hưởng đến màu sắc của sốt. Nhiệt độ cũng làm ảnh hưởng đến độ nhớt của sản phẩm, khi nước bay hơi và các

thành phần chất rắn trong sản phẩm hòa tan hoàn toàn dẫn đến độ nhớt của sản phẩm tăng. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Sanchez và cộng sự (2003) trên mẫu sốt cà chua, độ nhớt của sản phẩm này tăng khi nhiệt độ càng tăng từ 60, 80 và 90°C.

Bảng 2. Chỉ tiêu vật lý của sốt mắm me bổ sung vi chất sắt và kẽm sau quá trình thanh trùng.

Chỉ tiêu	Mẫu	Giai đoạn	
		Trước thanh trùng	Sau thanh trùng
L^*	Đối chứng	27,47±0,37 ^{Aa}	26,90±0,30 ^{Ab}
	FTFS	26,44±0,31 ^{Ba}	23,73±0,50 ^{Bb}
a^*	Đối chứng	17,06±0,07 ^{Ab}	23,41±0,41 ^{Aa}
	FTFS	15,8±0,10 ^{Bb}	18,27±0,48 ^{Ba}
b^*	Đối chứng	34,2±0,26 ^{Aa}	33,78±0,52 ^{Ab}
	FTFS	33,7±0,24 ^{Ba}	31,74±0,59 ^{Bb}
ΔE	Đối chứng	-	6,39±0,42
	FTFS	-	4,15±0,23
Độ nhớt (cP)	Đối chứng	882±3,21 ^{Ab}	1088±2,52 ^{Bb}
	FTFS	840±1,53 ^{Bb}	1197±2,65 ^{Aa}

Các ký tự $a-b$ trong cùng một dòng thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa với $p < 0,05$ và $A-B$ trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa với $p < 0,05$

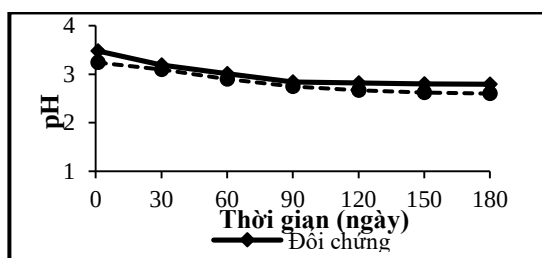
Như đã được đề cập, thanh trùng là một phương pháp truyền thống dùng để ức chế hệ vi sinh vật và hoạt động của những enzyme gây hư hỏng trong thực phẩm (Silva & Gibbs, 2004), vì vậy ở nghiên cứu này không phát hiện những loại vi khuẩn, nấm men cũng như nấm mốc sau thanh trùng (Bảng 3). Kết quả này cho thấy điều kiện thanh trùng đã phù hợp với sản phẩm sốt mắm me và có thể tiến hành bảo quản sản phẩm sau thanh trùng.

Bảng 3. Chỉ tiêu vi sinh của sốt mắm me sau quá trình thanh trùng

Loại vi sinh vật	Mật số
Vi sinh vật hiếu khí ưa ấm	Không phát hiện
Vi sinh vật kỵ khí ưa ấm	Không phát hiện
Vi sinh vật hiếu khí ưa nóng	Không phát hiện
Vi sinh vật kỵ khí ưa nóng	Không phát hiện
Nấm men và nấm mốc (ủ ở 35°C, 55°C)	< 10 cfu/g
Tổng coliform (ủ ở 35°C, 55°C)	< 3 MPN/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	< 3 MPN/g
<i>Bacillus cereus</i>	< 10 cfu/g
<i>Clostridium perfringens</i>	< 10 cfu/g
<i>Escherichia coli</i>	< 3 MPN/g
<i>Salmonella</i> spp. (25g)	Không phát hiện

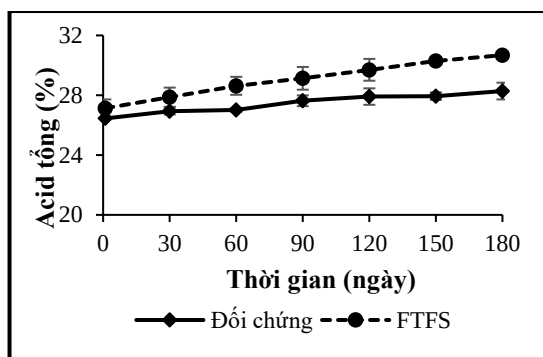
3.2 Ảnh hưởng của quá trình bảo quản đến chất lượng sản phẩm sốt mắm me bổ sung vi chất sắt và kẽm (FTFS)

Giá trị pH của các sản phẩm sốt mắm me trong suốt quá trình bảo quản được thể hiện ở Hình 1. Giá trị pH của mẫu đối chứng giảm từ 3,48 ở ngày 1 xuống 2,79 ($p < 0,05$), trong khi ở mẫu FTFS là 3,24 giảm xuống 2,6 ($p < 0,05$) sau 180 ngày bảo quản. Giá trị pH giảm là do sự thủy phân carbohydrate đặc biệt là đường có trong sốt (Modie và cộng sự., 2006). Kết quả này tương đồng với kết quả nghiên cứu từ Novotný và cộng sự (2008) cho thấy quá trình chuyển đổi đường thành saccharinic acid tạo môi trường có pH thấp.



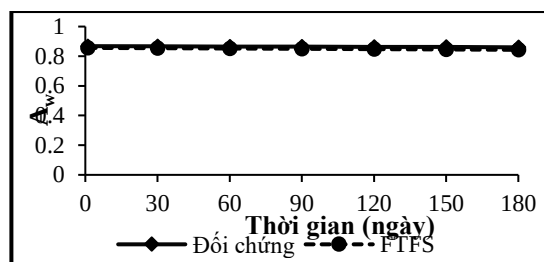
Hình 1. Giá trị pH của sốt mắm me trong quá trình bảo quản

Giá trị pH giảm ở các mẫu sốt cho thấy hàm lượng acid tổng trong sốt tăng được thể hiện ở Hình 2. Hàm lượng acid ban đầu trong mẫu đối chứng và FTFS lần lượt là 26,45 và 27,13%, sau quá trình bảo quản giá trị này tăng lên lần lượt là 28,28 và 30,68%.



Hình 2. Hàm lượng acid tổng trong sản phẩm sốt mắme trong suốt quá trình bảo quản

Độ hoạt động của nước (a_w) là một trong những yếu tố ảnh hưởng đến mức độ an toàn và ổn định của sản phẩm thực phẩm (Morevra & Peleg, 1981). Giá trị a_w của các mẫu sốt giảm theo thời gian bảo quản, với giá trị ban đầu lần lượt ở mẫu đối chứng và FTFS là 0,868 và 0,850 giảm xuống 0,851 và 0,840 sau 180 ngày bảo quản (Hình 3). Kết quả cho thấy giá trị a_w tương đối ổn định do được bảo quản trong keo thủy tinh kép kính tạo được môi trường cân bằng.



Hình 3. Giá trị a_w của sản phẩm sốt mắme trong suốt quá trình bảo quản

Hàm lượng vi chất sắt và kẽm trong các mẫu sốt mắme trong quá trình bảo quản được thể hiện ở Bảng 4. Hàm lượng sắt và kẽm ban đầu của mẫu đối chứng lần lượt là 0,15 và 0,11mg/kg và không có sự khác biệt sau thời gian bảo quản 180 ngày ($p > 0,05$) là 0,14 và 0,08mg/kg. Trong khi mẫu FTFS có sự khác biệt giữa hàm lượng ban đầu và sau bảo quản, hàm lượng sắt và kẽm giảm lần lượt từ 35,19 và 20,08mg/30g xuống 23,19 và 14,84mg/30g ($p < 0,05$). Hàm lượng sắt và kẽm giảm theo thời gian bảo quản có thể do sản phẩm sốt chứa trong chai thủy tinh nên việc tiếp xúc với ánh sáng dễ dàng cho quá trình oxi hóa sắt và kẽm.

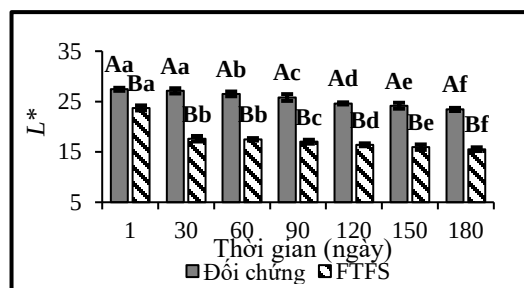
Bảng 4. Hàm lượng vi chất sắt và kẽm trong sốt mắme trong suốt quá trình bảo quản

Hàm lượng	Mẫu	Thời gian bảo quản (ngày)						
		1	30	60	90	120	150	180
Sắt (mg/30g)	Đối chứng	0,15±0,02 ^a	0,15±0,01 ^a	0,14±0,02 ^a	0,14±0,02 ^a	0,14±0,02 ^a	0,14±0,02 ^a	0,14±0,01 ^a
	FTFS	35,19±0,20 ^a	33,62±0,05 ^b	32,08±0,07 ^c	29,71±0,04 ^d	24,98±0,1 ^e	23,5±0,02 ^f	23,19±0,19 ^g
Kẽm (mg/30g)	Đối chứng	0,11±0,03 ^a	0,09±0,01 ^a	0,09±0,02 ^a	0,09±0,01 ^a	0,08±0,02 ^a	0,07±0,02 ^a	0,08±0,06 ^a
	FTFS	19,95±0,06 ^a	19,49±0,01 ^b	18,94±0,04 ^c	17,73±0,03 ^d	16,6±0,02 ^e	15,62±0,02 ^f	14,84±0,04 ^g

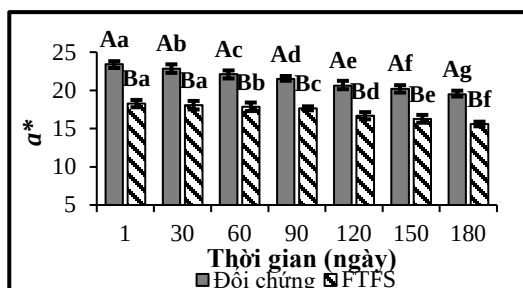
Các ký tự a-g trên cùng một dòng thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa với $p < 0,05$

Trong quá trình bảo quản, màu sắc của các mẫu sốt mắme đều thay đổi, giá trị của các chỉ tiêu màu sắc được thể hiện ở Hình 5. Giá trị L^* ban đầu của mẫu đối chứng và FTFS lần lượt là 27,43 và 23,73, sau 180 ngày bảo quản những giá trị này giảm xuống còn 23,41 và 15,54 (Hình 5a). Giá trị a^* của các mẫu sốt giảm trong quá trình bảo quản từ 23,41 xuống 19,49 ở mẫu đối chứng và từ 18,27 xuống 15,60 ở mẫu FTFS (Hình 5b). Giá trị b^* ban đầu của mẫu đối chứng là 33,78 giảm xuống 29,35 sau quá trình bảo

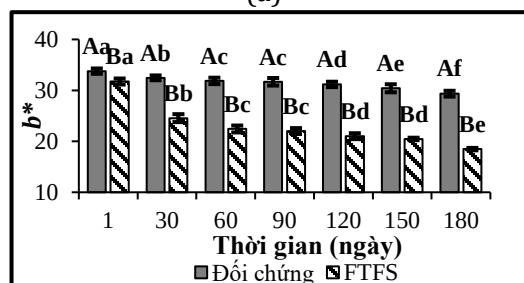
quản, bên cạnh đó giá trị b^* ở mẫu FTFS từ 31,74 giảm xuống 18,47 (Hình 5c). Sự khác biệt màu sắc (ΔE) tăng sau quá trình bảo quản kết thúc được thể hiện ở hình 5d. Giá trị ΔE của mẫu đối chứng và FTFS tăng lần lượt từ 0,86 đến 6,89 và 0,82 đến 15,82 ($p < 0,05$). Màu sắc của các sản phẩm sốt sậm hơn so với ban đầu và sậm dần theo thời gian bảo quản, nguyên nhân là do các phản ứng Mallard giữa các nhóm amin và carboxyl (Wintono và cộng sự., 2004) và sự oxi hóa vi chất sắt trong sản phẩm.



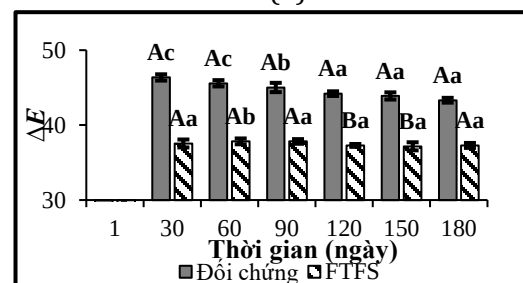
(a)



(b)



(c)



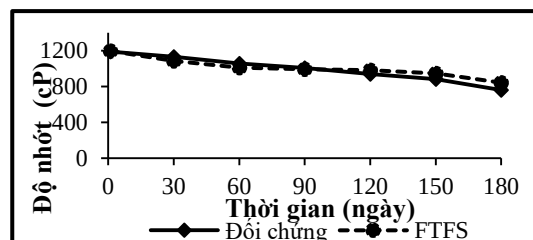
(d)

Hình 5. Giá trị màu sắc của sản phẩm sốt mắm me trong suốt quá trình bảo quản



Hình 6. Sản phẩm sốt mắm me trong thời gian bảo quản

Độ nhớt của các mẫu sốt mắm me giảm theo thời gian bảo quản được thể hiện ở Hình 7. Sau 180 ngày bảo quản, độ nhớt của mẫu sốt đối chứng và FTFS lần lượt là 762cP và 843cP so với ban đầu là 1088cP và 1197cP. Độ nhớt sản phẩm giảm có thể do sự tăng kích thước của các carbohydrate mạch dài do phản ứng thủy phân chủ yếu là xanthan gum (0,075%) trong sốt. Hơn nữa, trong quá trình bảo quản sản phẩm bị tách nước dẫn đến việc không đồng nhất mẫu khi kiểm tra.



Hình 7. Độ nhớt của sản phẩm sốt mắm me trong thời gian bảo quản

Sản phẩm sốt mắm me được tiến hành kiểm tra chỉ tiêu vi sinh mỗi tháng một lần trong thời gian bảo quản. Kết quả cho thấy, sản phẩm an toàn về mặt vi sinh (Bảng 5) do pH thấp từ 2,60 - 3,48, độ hoạt động của nước không cao 0,84 - 0,87 và hàm lượng muối có trong sản phẩm khoảng 5,26% và sản phẩm được xử lý nhiệt bằng phương pháp thanh trùng.

Bảng 5. Kết quả kiểm tra vi sinh trong sản phẩm sốt mắme trong thời gian bảo quản

Thời gian (ngày)	Loại vi sinh vật	Mẫu	
		Đối chứng	FTFS
	Vi sinh vật tổng số (cfu/g)	< 10	< 10
	Nấm men và nấm mốc (cfu/g)	< 10	< 10
	Vi khuẩn lactic (cfu/g)	< 10	< 10
	Tổng Coliform (MPN/g)	< 3	< 3
	<i>Clostridium perfringens</i> (cfu/g)	< 10	< 10
	<i>Staphylococcus aureus</i> (MPN/g)	< 3	< 3
	<i>Bacillus cereus</i> (cfu/g)	< 10	< 10
	<i>E.coli</i> (MPN/g)	< 3	< 3
	<i>Salmonella</i> spp. (cfu/g)	< 10	< 10
30	Vi sinh vật tổng số (cfu/g)	< 10	< 10
	Nấm men và nấm mốc (cfu/g)	< 10	< 10
	Vi khuẩn lactic (cfu/g)	< 10	< 10
	Tổng Coliform (MPN/g)	< 3	< 3
	<i>Clostridium perfringens</i> (cfu/g)	< 10	< 10
	<i>Staphylococcus aureus</i> (MPN/g)	< 3	< 3
	<i>Bacillus cereus</i> (cfu/g)	< 10	< 10
	<i>E.coli</i> (MPN/g)	< 3	< 3
	<i>Salmonella</i> spp. (cfu/g)	< 10	< 10
60	Vi sinh vật tổng số (cfu/g)	< 10	< 10
	Nấm men và nấm mốc (cfu/g)	< 10	< 10
	Vi khuẩn lactic (cfu/g)	< 10	< 10
	Tổng Coliform MPN/g)	< 3	< 3
	<i>Clostridium perfringens</i> (cfu/g)	< 10	< 10
	<i>Staphylococcus aureus</i> (MPN/g)	< 3	< 3
	<i>Bacillus cereus</i> (cfu/g)	< 10	< 10
	<i>E.coli</i> (MPN/g)	< 3	< 3
	<i>Salmonella</i> spp. (cfu/g)	< 10	< 10
90	Vi sinh vật tổng số (cfu/g)	< 10	< 10
	Nấm men và nấm mốc (cfu/g)	< 10	< 10
	Vi khuẩn lactic (cfu/g)	< 10	< 10

	Tổng Coliform (MPN/g)	< 3	< 3
	<i>Clostridium perfringens</i> (cfu/g)	< 10	< 10
	<i>Staphylococcus aureus</i> (MPN/g)	< 3	< 3
	<i>Bacillus cereus</i> (cfu/g)	< 10	< 10
	<i>E.coli</i> (MPN/g)	< 3	< 3
	<i>Salmonella</i> spp. (cfu/g)	< 10	< 10
120	Vi sinh vật tổng số (cfu/g)	< 10	< 10
	Nấm men và nấm mốc (cfu/g)	< 10	< 10
	Vi khuẩn lactic (cfu/g)	< 10	< 10
	Tổng Coliform (MPN/g)	< 3	< 3
	<i>Clostridium perfringens</i> (cfu/g)	< 10	< 10
	<i>Staphylococcus aureus</i> (MPN/g)	< 3	< 3
	<i>Bacillus cereus</i> (cfu/g)	< 10	< 10
	<i>E.coli</i> (MPN/g)	< 3	< 3
	<i>Salmonella</i> spp. (cfu/g)	< 10	< 10
150	Vi sinh vật tổng số (cfu/g)	< 10	< 10
	Nấm men và nấm mốc (cfu/g)	< 10	< 10
	Vi khuẩn lactic (cfu/g)	< 10	< 10
	Tổng Coliform (MPN/g)	< 3	< 3
	<i>Clostridium perfringens</i> (cfu/g)	< 10	< 10
	<i>Staphylococcus aureus</i> (MPN/g)	< 3	< 3
	<i>Bacillus cereus</i> (cfu/g)	< 10	< 10
	<i>E.coli</i> (MPN/g)	< 3	< 3
	<i>Salmonella</i> spp. (cfu/g)	< 10	< 10
180	Vi sinh vật tổng số (cfu/g)	< 10	< 10
	Nấm men và nấm mốc (cfu/g)	< 10	< 10
	Vi khuẩn lactic (cfu/g)	< 10	< 10
	Tổng Coliform (MPN/g)	< 3	< 3
	<i>Clostridium perfringens</i> (cfu/g)	< 10	< 10
	<i>Staphylococcus aureus</i> (MPN/g)	< 3	< 3
	<i>Bacillus cereus</i> (cfu/g)	< 10	< 10
	<i>E.coli</i> (MPN/g)	< 3	< 3
	<i>Salmonella</i> spp. (cfu/g)	< 10	< 10

Kết quả đánh giá cảm quan các sản phẩm sốt mắm me theo thời gian bảo quản được thể hiện bằng điểm số ở Bảng 6. Mỗi sản phẩm sốt được đánh giá cho điểm về trạng thái, màu sắc, mùi, cấu trúc, vị và tổng thể. Điểm số giảm dần theo thời gian bảo quản, tuy nhiên điểm số ở mẫu sốt bổ sung vi chất sắt và kẽm thấp hơn mẫu đối chứng

do có mùi hơi nồng từ sắt và kẽm và màu sản phẩm bị sậm hơn. Từ kết quả cảm quan cho thấy, trong thời gian bảo quản các sản phẩm sốt mắm me an toàn về mặt vi sinh nhưng sự chấp nhận của người tiêu dùng thì không đạt đối với sản phẩm sốt FTFS tháng thứ 6. Vì vậy, thời gian bảo quản tốt nhất cho sản phẩm FTFS là trong 5 tháng.

Bảng 6. Điểm số đánh giá cảm quan của sốt mắm me trong thời gian bảo quản

Chỉ tiêu	Mẫu	Thời gian (ngày)						
		1	30	60	90	120	150	180
Trạng thái	Đối chứng	7,83 ± 0,91 ^{Aa}	7,77 ± 0,90 ^{Aa}	7,60 ± 0,67 ^{Aab}	7,30 ± 0,92 ^{Aab}	7,27 ± 0,99 ^{Bb}	7,17 ± 0,97 ^{Bb}	7,03 ± 0,65 ^{Ac}
	FTFS	6,93 ± 0,78 ^{Ba}	6,77 ± 0,73 ^{Ba}	6,73 ± 0,94 ^{Ba}	6,63 ± 0,93 ^{Ba}	6,53 ± 0,57 ^{Bab}	6,13 ± 0,73 ^{Bbc}	5,97 ± 0,76 ^{Bc}
Màu sắc	Đối chứng	7,83 ± 0,79 ^{Aa}	7,70 ± 0,88 ^{Aa}	7,57 ± 0,90 ^{Aab}	7,53 ± 0,73 ^{Aab}	7,50 ± 0,78 ^{Aab}	7,47 ± 0,90 ^{Ab}	7,37 ± 0,49 ^{Ab}
	FTFS	6,80 ± 0,89 ^{Ba}	6,37 ± 0,85 ^{Bab}	6,27 ± 0,98 ^{Bb}	6,20 ± 0,96 ^{Bb}	6,20 ± 0,92 ^{Bb}	6,03 ± 0,81 ^{Bb}	5,87 ± 0,90 ^{Bb}
Mùi	Đối chứng	7,33 ± 0,88 ^{Aa}	7,27 ± 0,83 ^{Aa}	7,17 ± 0,99 ^{Aa}	7,03 ± 0,85 ^{Aa}	7,00 ± 0,95 ^{Aa}	7,03 ± 0,93 ^{Aa}	7,00 ± 0,45 ^{Aa}
	FTFS	6,77 ± 0,77 ^{Ba}	6,73 ± 0,87 ^{Bb}	6,60 ± 0,89 ^{Bb}	6,30 ± 0,79 ^{Bab}	6,23 ± 0,83 ^{Bb}	6,10 ± 0,80 ^{Bc}	5,90 ± 0,84 ^{Bc}
Cấu trúc	Đối chứng	7,53 ± 0,82 ^{Aa}	7,47 ± 0,97 ^{Aab}	7,40 ± 0,72 ^{Aabc}	7,00 ± 0,74 ^{Ac}	7,07 ± 0,94 ^{Abcd}	6,90 ± 0,71 ^{Ad}	6,80 ± 0,48 ^{Ad}
	FTFS	7,20 ± 0,96 ^{Ba}	7,13 ± 0,86 ^{Ba}	7,17 ± 0,96 ^{Ba}	6,93 ± 0,94 ^{Ba}	7,03 ± 0,89 ^{Aa}	6,47 ± 0,63 ^{Bb}	6,03 ± 0,67 ^{Bc}
Vị	Đối chứng	7,23 ± 0,93 ^{Aa}	7,20 ± 0,86 ^{Aa}	7,13 ± 0,90 ^{Aa}	7,10 ± 0,89 ^{Aa}	7,07 ± 0,87 ^{Ab}	7,03 ± 0,94 ^{Ab}	7,01 ± 0,72 ^{Ab}
	FTFS	7,00 ± 0,83 ^{Aa}	7,03 ± 0,76 ^{Ba}	6,80 ± 0,96 ^{Bab}	6,63 ± 0,66 ^{Bbc}	6,33 ± 0,81 ^{Abcd}	6,27 ± 0,91 ^{Bbc}	5,93 ± 0,69 ^{Bc}
Tổng thể	Đối chứng	7,50 ± 0,94 ^{Aa}	7,33 ± 0,71 ^{Aa}	7,27 ± 0,74 ^{Aa}	7,13 ± 0,82 ^{Ab}	7,17 ± 0,83 ^{Ab}	7,03 ± 0,72 ^{Ab}	7,07 ± 0,83 ^{Ab}
	FTFS	6,87 ± 0,97 ^{Ba}	6,83 ± 0,65 ^{Ba}	6,77 ± 0,86 ^{Ba}	6,53 ± 0,73 ^{Bab}	6,53 ± 0,94 ^{Bab}	5,93 ± 0,69 ^{Abc}	5,83 ± 0,70 ^{Bc}

Các ký tự ^{a-d}: Trên cùng một dòng thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa với $p < 0,05$ và ^{A-B}: Trên cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa với $p < 0,05$.

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy tính chất hóa lý của sản phẩm sốt mắm me bổ sung vi chất dinh dưỡng sắt và kẽm và mẫu đối chứng đều bị ảnh hưởng đáng kể bởi quá trình thanh trùng và thời gian bảo quản. Giá trị pH, hàm lượng sắt và kẽm, màu sắc và độ

nhớt của sản phẩm giảm, trong khi đó hàm lượng acid tổng tăng và giá trị a_w tương đối ổn định. Chỉ tiêu vi sinh vật trong các sản phẩm vẫn còn trong giới hạn cho phép. Hơn nữa, mức độ chấp nhận của người tiêu dùng đối với sản phẩm FTFS với điểm số giảm dần theo thời gian bảo quản và $> 5/9$, ngược lại mẫu đối chứng với điểm số $> 7/9$.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Allen, L., Benoist, B. D., Dary, O & Hurrell, R. (2006). *Guidelines on food fortification with micronutrients*. Geneva, Switzerland: World Health Organization and Food and Agriculture Organization of the United Nations (WHO/FAO). WHO Press.
- AOAC. 2012. *Official methods of analysis of AOAC international*. 19th ed. The association of official analytical chemists, Inc.
- BAM. 2001. *Bacteriological Analytical Manual*. U.S. Department of Health and Human Services. U. S. Food and Drug Administration Center of Food Safety and Applied Nutrition.
- Charles-Rodríguez, A. V., Nevárez-Moorillón, G. V., Zhang, Q. H & Ortega-Rivas, E. (2007). Comparison of thermal processing and pulsed electric fields treatment in pasteurization of apple juice. *Food Bioproc. Tech.* 85(2), 93 - 97
- De Man, J. C., Rogosa, D & Sharpe, M. E. (1960). A medium for the cultivation of lactobacilli. *J. Appl. Microbiol.* 23(1), 130-135.
- Derbyshire, E., Brennan, C. S., Li, W & Bokhari, F. (2010). Iron deficiency - is there role for food industry?. *Int. J. Food Sci. Technol.* 45(12), 2443 - 2448.
- Gaucheron, F. 2001. Iron fortification in dairy industry. *Trends Food.Sci.Technol.* 11 (11), 403 - 9.
- Mohd-Taufek, N., Cartwright, D., Davies, M., Hewavitharana, A. K., Koorts, P., McConachy, H & Whitfield, K. (2016). *The effect of pasteurization on trace elements in donor breast milk*. *J. Perinatol.* 36(10), 897 - 900.
- Modie, V. K., Gowda, G. S., Sakhare, P. Z., Mahendrakar, N. S & Rao, D. N. (2006). Pre-processed spice mix formulation and changes in its quality during storage. *LWT-Food Sci. Technol.* 39(6), 613 - 620.
- Moreyra, R & Peleg, M. (1981). Effect of equilibrium water activity on the bulk properties of selected food powders. *J. Food Sci.* 46(6), 1918 - 1922.
- Nkhata, S. G., Ustunol, Z & Menevseoglu, A. (2015). Iron fortification of yogurt and pasteurized milk. *Nutrit. Health Food. Sci.* 3(3), 1 - 12.
- NOVOtNý, O., CeJpeK, K., & VelíšeK, J. (2008). Formation of carboxylic acids during degradation of monosaccharides. *Czech J. Food Sci.* 26(2), 117 - 131.
- Palou, E., López Malo, A., Barbosa Cánovas, G. V., Welti Chanes, J & Swanson, B. G. (1999). Polyphenoloxidase activity and color of blanched and high hydrostatic pressure treated banana puree. *J. Food Sci.* 64(1), 42 - 45.
- Sanchez, M. C., Valencia, C., Ciruelos, A., Latorre, A & Gallegos, C. (2003). Rheological properties of tomato paste: Influence of the addition of tomato slurry. *J. Food Sci.* 68(2), 551-554.
- Silva, F. V & Gibbs, P. (2004). Target selection in designing pasteurization processes for shelf-stable high-acid fruit products. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 44(5), 353 - 360.
- Suliman, A. M. E., Alawad, S. M., Osman, M. A. & Abdelmageed, E. A. (2015). Physicochemical characteristics of local varieties of tamarind (*Tamarindus indica* L), Sudan. *Int. J. Plant Sci.* 5(1), 13 - 18.
- Timmermans, R. A. H., Mastwijk, H. C., Knol, J. J., Quataert, M. C. J., Vervoort, L., Van der Plancken, I & Matser, A. M. (2011). Comparing equivalent thermal, high pressure and pulsed electric field processes for mild pasteurization of orange juice. Part I: Impact on overall quality attributes. *Innov. Food Sci. Emerg.* 12(3), 235 - 243.
- Witono, Y., Windrati, W. S., Taruna, I., Afriliana, A & Assadam, A. (2014). Characteristics and Sensory Analysis of Ketchup and Sauce Products from. *American Journal of Food Science and Technology.* 2(6), 203 - 208.