

TỐI ƯU HÓA CHẾ ĐỘ SẤY SẢN PHẨM JERKY LÀM TỪ THỊT CÁ SẤU

Bùi Văn Miên¹, Lê Trung Thiên²

¹Trường Đại học Văn Hiến, ² Trường Đại học Nông Lâm Tp Hồ Chí Minh

Email: mienbv@vhu.edu.vn

Ngày nhận: 04/4/2021; Ngày duyệt đăng: 12/8/2021

Tóm tắt

Sản phẩm Jerky từ thịt cá sấu đã được nghiên cứu tại khoa Công nghệ Thực phẩm, trường Đại học Nông Lâm Tp. HCM. Với quy trình công nghệ chế biến đã được nhóm nghiên cứu xây dựng, sản phẩm jerky cá sấu có độ ẩm phù hợp ở 18%, các giá trị màu được đánh giá tốt, hoạt độ nước và lực cắt sản phẩm đạt thấp nhất đảm bảo cho giá trị cảm quan theo chất lượng đã được xác định. Tuy nhiên, để sản phẩm có chất lượng tốt và ổn định nhóm nghiên cứu đã sử dụng phương pháp bề mặt đáp ứng (Response Surface Methodology)- Box-Behnken (BBD) với 3 yếu tố khảo sát là nhiệt độ, độ dày lớp vật liệu, tốc độ gió (khoảng giá trị thích hợp của các yếu tố đã được xác định ở thí nghiệm thăm dò). Kết quả cho chế độ sấy tối ưu đối với máy sấy khay cho jerky cá sấu là 600⁰C, độ dày vật liệu 2,5 mm, tốc độ gió 1m/s trong 4 giờ 30 phút. Sản phẩm jerky cá sấu có màu sắc nâu vàng, bề mặt sản phẩm láng mịn, cấu trúc đồng nhất. Sản phẩm sau khi chế biến theo quy trình với các thông số tối ưu được đóng gói chân không và theo dõi quá trình bảo quản. Sau 4 tháng sản phẩm có chỉ số peroxit là 0,75 ± 0,03 meq/kg, sản phẩm vẫn giữ được mùi đặc trưng, chất lượng vi sinh của sản phẩm hiếm đều thỏa mãn theo quy định của TCVN 7049 – 2002.

Từ khoá: Jerky, thịt cá sấu, Tối ưu hoá, sấy

Optimization of air drying condition for Crocodile (Crocodylinae) jerky

Abstract

Jerky products from crocodile meat has been studied at the Faculty of Food Science and Technology, Nong Lam University, HCM City. With the process of processing technology developed by the research team, the crocodile jerky product has suitable moisture content at 18%, the good color value, the water activity and appropriate cutting force for the best sensory value according to defined quality. However, in order to achieve the high quality and stability of the products, the team used Response Surface Methodology using Box- Behnken design (BBD) with 3 independent variables: including temperature, layer thickness of material and air speed. The appropriate range of those variables was determined previously in experimental. The result indicated that the optimal air drying conditions for the jerky product were temperature of 600⁰C, the material thickness of 2.5 mm, and the air speed of 1m/s for 4 hours 30 min. The Crocodile jerky product has golden brown color, smooth surface and uniform structure. The optimal Products was vacuum

packed and monitored for the storage process. After 4 months, the product has a peroxide index of 0.75 ± 0.03 meq/kg, maintained its natural flavor and the microbiological quality of the product, which is satisfied according to the regulations of TCVN 7049 - 2002.

Keywords: Jerky, crocodile meat, optimization air drying

1. Đặt vấn đề

Jerky là sản phẩm dinh dưỡng, dạng “khô” và có thời hạn bảo quản ổn định từ phương pháp chế biến truyền thống bằng cách tạo thịt thành dải, bản mỏng rồi sau đó sấy khô. Từ jerky theo tiếng Tây Ban Nha là “charque”, tiếng Nam Mỹ là “ch’arki” có nghĩa là thịt sấy khô (Konieczny và cộng sự, 2007). Sản phẩm jerky được tìm thấy từ thời người Ai Cập cổ đại (Keene và cộng sự, 1997). Jerky đã được xem là thực phẩm chính và gần như là thức ăn sẵn ở những nơi thịt tươi không có sẵn. Riêng Trung Quốc thì nổi tiếng heo jerky hơn, jerky heo là một trong những sản phẩm thịt truyền thống của người dân Trung Quốc tại Đài Loan và được chế biến bằng cách cắt bản mỏng, ướp gia vị và sấy khô (Chen và cộng sự, 2002).

Thịt cá sấu ít được người tiêu dùng ưa chuộng nhưng hiện nay ở nhiều nước trên thế giới, lượng thịt cá sấu ngày càng gia tăng nên giá thành rẻ và thịt cá sấu có nhiều chất bổ dưỡng đặc biệt là nguồn thực phẩm sạch, lý tưởng cung cấp cho con người, tuy nhiên trên thực tế việc bảo quản và tiêu thụ thịt cá sấu còn gặp nhiều khó khăn (Bùi Văn Miên và cộng sự, 2016). Do đó, việc tìm ra phương thức chế biến tốt nhất nhằm tạo ra sản phẩm tiện dụng từ thịt cá sấu, có thời gian bảo quản kéo dài là điều rất cần thiết. Nguồn thịt cá sấu ngày càng tăng, giá thành rẻ nhưng dinh dưỡng cao, trong khi việc sử dụng thịt ở dạng nguyên liệu còn hạn chế. Kết quả nghiên cứu của nhóm và Nguyễn Thị Phước Thủy (2017) đã xây dựng quy trình và chế biến thành công sản phẩm Jerky

từ thịt cá sấu với tỷ lệ thịt cá sấu: mỡ heo là 8:2, sử dụng máy xay với đường kính lỗ lưới cắt là 5 mm, sản phẩm có bổ sung 2% cà ri dầu và 2% bột sả. Sản phẩm vẫn duy trì chất lượng khi bảo quản ở nhiệt độ phòng trong thời gian 4 tháng và cảm quan sản phẩm được xếp loại khá theo TCVN 3125 – 79 (Ủy ban Khoa học và Kỹ thuật Nhà nước, 1979). Tuy nhiên, để sản phẩm jerky có chất lượng tốt và ổn định, nghiên cứu “Tối ưu hóa các chế độ sấy sản phẩm jerky làm thịt cá sấu” được tiến hành nhằm hoàn thiện quy trình chế biến jerky cá sấu từ nguyên liệu thịt cá sấu đảm bảo đạt các chỉ tiêu về chất lượng cảm quan, vi sinh và đa dạng hóa các sản phẩm từ thịt cá sấu.

2. Vật liệu và phương pháp

Nghiên cứu được thực hiện tại Khoa Công nghệ Thực phẩm, trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh.

2.1. Nguyên, vật liệu, phương tiện nghiên cứu

- Thịt cá sấu fillet sử dụng trong quá trình chế biến được cung cấp trại cá sấu Hoa Cà, Phường Thạnh Lộc, quận Hóc Môn, Tp.HCM. Mỡ heo sử dụng trong quá trình nghiên cứu được mua tại siêu thị CoopXtra, phường Linh Trung, quận Thủ Đức, Tp.HCM. Sau khi mua về thịt cá sấu, mỡ heo được bảo quản trong tủ đông.

- Đường RE, gia vị, phụ gia của các cơ sở: cary Bà Tám, Công ty TNHH TM-DV Xuân Hồng, và CoopXtra Thủ Đức.

- Dụng cụ và thiết bị thí nghiệm: Máy xay Mado Unior (Đức); Máy trộn Tyrone (Malaysia); Máy hút chân không Kome

(Đức); Tủ lạnh Sanaky, Máy sấy khay (Việt Nam); Máy đo cấu trúc Zwick Roell 1.0 (Đức); Cân điện tử 2 số lẻ SX - 1200i – AND; Máy đo màu Kinoca Minolta, Máy sấy hồng ngoại AND MX-50 (Nhật Bản); và các vật dụng khác phục vụ cho chế biến.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Quy trình: Sản phẩm jerky cá sấu được chế biến theo quy trình: Nguyên liệu - Xay - Phối trộn gia vị - Định hình - Hấp - Sấy - Định lượng, đóng gói - Thành phẩm.

Việc hình thành nên sản phẩm jerky thịt cá sấu gồm: thịt cá sấu, mỡ heo, các chất phụ gia kết cấu và các gia vị hương liệu và quá trình chế biến mà trong đó sấy quyết định chất lượng cảm quan và sự ưa thích của người tiêu dùng. Các nghiên cứu của chúng tôi về tỷ lệ thịt cá sấu và mỡ heo, kích thước hạt thịt, các loại và thành phần gia vị đến lực cắt và chất lượng cảm quan và với các thí nghiệm về nhiệt độ sấy, độ dày khối thịt và tốc độ gió đối với jerky cá sấu đã được nghiên cứu từ các thí nghiệm thăm dò. Nghiên cứu này được tập trung vào tối ưu hóa quá trình sấy tới chất lượng sản phẩm jerky cá sấu.

Thực hiện các thí nghiệm thăm dò để xác định phạm vi ảnh hưởng để tiến hành tối ưu hóa, kết quả có được là: Nhiệt độ sấy (55°C - 65°C), Độ dày lớp thịt (jerky) sấy (2-3mm), Tốc độ gió (0,5-1,5m/s).

Để tối ưu hóa chế độ sấy tối ưu với các yếu tố theo dõi là nhiệt độ, độ dày lớp vật liệu, tốc độ gió tương tác đến sản phẩm jerky cá sấu thử nghiệm. Kết quả mong muốn thu được jerky cá sấu có độ ẩm nhỏ hơn 18% và các giá trị màu, hoạt độ nước và lực cắt sản phẩm đạt thấp nhất. Bố trí thí nghiệm bằng cách sử dụng phương pháp bề mặt đáp ứng (Response Surface Methodology) (Aliakbarian và cộng sự, 2008), Box-Behnken (BBD) với 3 yếu tố khảo sát là nhiệt độ, độ dày lớp vật liệu, tốc độ gió (khoảng giá trị thích hợp của các yếu tố đã được xác định ở thí nghiệm thăm dò).

Mô hình Box-Behnken (BBD) là những cấu trúc đối xứng trong đó mỗi thí nghiệm được tạo bởi 3 yếu tố, mỗi yếu tố khảo sát được mã hóa trong hệ tọa độ không thứ nguyên có 3 mức: Tọa độ của phương án bằng 0, các yếu tố mã hóa nhận 2 giá trị -1 và +1 tương ứng với mức dưới và mức trên. Các giá trị được mã hóa với X_i là yếu tố được mã hóa ảnh hưởng đến bề mặt đáp ứng Y . Giá trị mã hóa của các biến độc lập cho thiết kế Box-Behnken được thể hiện trong Bảng 1:

Bảng 1. Giá trị mã hóa của các biến độc lập cho thiết kế Box-Behnken

Các biến độc lập	Ký hiệu	Mức thí nghiệm	
		Không mã hóa	Mã hóa
Nhiệt độ sấy ($^{\circ}\text{C}$)	X_1	55	1
		60	0
		65	1
Độ dày lớp jerky (mm)	X_2	2	-1
		2,5	0
		3	1

Các biến độc lập	Ký hiệu	Mức thí nghiệm	
		Không mã hóa	Mã hóa
Tốc độ gió (m/s)	X ₃	0,5	-1
		1	0
		1,5	1

Bố trí thí nghiệm tối ưu hóa quá trình sấy jerky cá sấu với 3 yếu tố: nhiệt độ X₁ (55⁰C-65⁰C); độ dày lớp vật liệu X₂ (2-3mm); tốc độ gió X₃ (0,5-1,5m/s) và 3 mức thí nghiệm với 15 đơn vị thí nghiệm có 3 nghiệm thức tâm theo mô hình Box-Behnken. Các chỉ tiêu theo dõi: ẩm độ, hoạt độ nước, màu sắc và lực cắt của jerky cá sấu sau khi sấy, bao gồm, Y₁: thời gian sấy (độ C); Y₂: Điểm cảm quan kết cấu. Ma trận của thí nghiệm bề mặt đáp ứng được thiết kế bởi phần mềm JMP được thể hiện trong Bảng 2.

Xác định lực cắt được đo bằng máy đo cấu trúc Zwick Roell 1.0. Dựa vào tài liệu hướng dẫn kèm theo máy. Tất cả mẫu khô jerky từ thịt cá sấu dùng đo kết cấu được cắt theo hình khối có kích thước rộng 2 cm, dài 9 cm và dày 3mm. Thí nghiệm được đo lặp lại 3 lần. Thông số cần đo là lực cắt F (N).

Phân tích thành phần hóa học tại Viện Công nghệ sinh học môi trường (Trường Đại học Nông Lâm Tp.HCM) để kiểm nghiệm về thành phần hóa học của thịt cá sấu cũng như trên sản phẩm thử nghiệm được đánh giá cao nhất về cảm quan với Protein (FAO, 14/7, 1986: 212); Lipid (FAO, 14/7, 1986: 211)

Kiểm tra vi sinh đối với mẫu thành phẩm thử nghiệm: Tại Trung tâm Dịch vụ thí nghiệm, tại số 2 Nguyễn Văn Thủ Quận 1, Tp.HCM để kiểm tra đối với mẫu thử nghiệm có thời hạn bảo quản tốt nhất về cảm quan. Các chỉ tiêu được đề nghị kiểm nghiệm vi sinh là: *Coliforms* (ISO

4832:2006); *Escherichia coli* (ISO 16649-3:2005); *Staphylococcus aureus* (ISO 6888-3:2003); và *Salmonella* (ISO 6579:2002).

Đánh giá cảm quan sản phẩm bằng phép thử so hàng. Người thử nhận được đồng thời tất cả các mẫu đã được mã hóa, đánh giá theo thứ tự có sẵn và ghi lại kết quả vào phiếu trả lời (Hà Duyên Tư, 2006).

Phương pháp phân tích thống kê: Dùng phần mềm Excel 2007 để tính toán và vẽ đồ thị. Xử lý thống kê bằng phần mềm JMP 10.0 với sự khác biệt có ý nghĩa khi $p < 0,05$.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Tối ưu hóa quá trình sấy jerky cá sấu

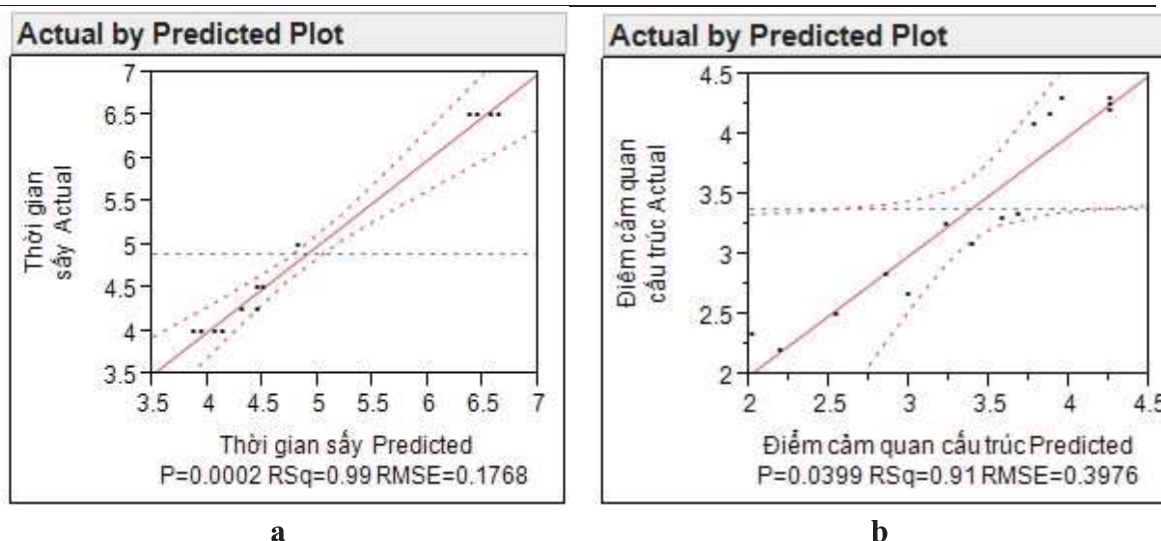
Tối ưu hóa quá trình sấy jerky cá sấu với 3 yếu tố: nhiệt độ X₁; độ dày lớp vật liệu X₂ và tốc độ gió X₃ với các chỉ tiêu theo dõi: thời gian sấy và điểm cảm quan cấu trúc, theo mô hình Box-Behnken. Ma trận của thí nghiệm bề mặt đáp ứng được thiết kế bởi phần mềm JMP 10 được thể hiện trong Bảng 2.

Kết quả nghiên cứu cho thấy, thời gian sấy dao động trong khoảng từ 4 giờ đến 6 giờ 30 phút thì độ ẩm của jerky cá sấu đạt 16%. Điểm cảm quan về kết cấu dao động từ 2,208 đến 4,292 (Bảng 2). Các kết quả trên cho thấy các yếu tố khảo sát có ảnh hưởng đến chỉ tiêu theo dõi với độ tin cậy 95%, thời gian sấy thấp nhất 4 giờ thì điểm cảm quan đạt là 4,167 chưa là điểm cao nhất. Điểm cảm quan cao nhất 4,292 thì thời gian sấy lại nhiều nhất (đến 6 giờ 30 phút).

Vì thế, việc tối ưu đồng thời cả ba chỉ tiêu khảo sát là điều cần thiết để lựa chọn điều kiện sấy tối ưu nhất cho quy trình sấy jerky thành phẩm.

Bảng 2. Bố trí thí nghiệm và các giá trị tương ứng của các chỉ tiêu theo dõi

Thử nghiệm mã hóa	Giá trị thực tế			Chỉ tiêu theo dõi	
	Nhiệt độ (°C)	Độ dày (mm)	Tốc độ gió (m/s)	Thời gian sấy (giờ)	Điểm cảm quan cấu trúc
--0	55	2,0	1,0	5h	2,667
-0-	55	2,5	0,5	6h30'	2,833
-0+	55	2,5	1,5	4h	3,250
-+0	55	3,0	1,0	4h15'	4,083
0--	60	2,0	0,5	6h30'	4,292
0-+	60	2,0	1,5	4h	4,167
000	60	2,5	1,0	4h30'	4,250
000	60	2,5	1,0	4h30'	4,292
000	60	2,5	1,0	4h30'	4,208
0+-	60	3,0	0,5	6h30'	3,292
0++	60	3,0	1,5	4h	3,333
+ -0	65	2,0	1,0	4h30'	3,083
+0-	65	2,5	0,5	6h30'	2,250
+0+	65	2,5	1,5	4h	2,208
++0	65	3,0	1,0	4h15'	2,333



Hình 1. Biểu đồ về sự tương quan giữa giá trị lý thuyết và giá trị thực tế: (a) thời gian sấy; (b) điểm cảm quan cấu trúc

Mỗi điểm trong Hình 1 là một đơn vị thí nghiệm, nếu các giá trị mô hình bằng giá trị thực tế thì các điểm của đơn vị thí

nhệm sẽ nằm trên “đường chính tắc”, điểm càng xa “đường chính tắc” thì chúng ít có sự tương quan với nhau. Giá trị R^2 và

giá trị R^2 hiệu chỉnh (adjusted – R^2) được thể hiện để đánh giá độ tương thích của phương trình hồi quy. Hệ số tương quan R^2 của mô hình cho thấy các giá trị thực tế và giá trị mô hình của thời gian sấy và điểm cảm quan về cấu trúc có sự tương quan chặt chẽ nhau với R^2 lần lượt là 0,99 và 0,91.

Kết quả phân tích phương sai với thời gian sấy (Bảng 3) cho thấy mô hình hồi quy

đối với thời gian sấy có ý nghĩa về mặt thống kê ($P < 0,001$) với hệ số $R^2 = 0,99$ và hệ số đặc trưng cho tính không tương thích của mô hình (lack of fit) không có ý nghĩa về mặt thống kê ($P > 0,05$). Với hệ số $R^2 = 0,99$ chứng tỏ có thể dùng mô hình đã có để giải thích cho gần 100% đáp ứng (Mylonaki và cộng sự, 2008).

Bảng 3. Kết quả phân tích phương sai cho mô hình đa thức bậc hai của các đáp ứng theo thời gian sấy và điểm cảm quan cấu trúc sản phẩm jerky

Analysis of Variance thời gian sấy				
Source	DF	Sum of squares	Mean Square	F Ratio
6889Model	9	14,818750	1,64653	52,6889
Error	5	0,156250	0,03125	Prob>F
C.Total	14	14,975000		0,002*
Analysis of Variance điểm cảm quan cấu trúc				
Source	DF	Sum of squares	Mean Square	F Ratio
Model	9	7,5953827	0,843931	5,3383
Error	5	0,7904482	0,158090	Prob>F
C.Total	14	8,3858309		0,0399*

Kết quả phân tích phương sai với thời gian sấy (Bảng 3) cho thấy mô hình hồi quy đối với điểm cảm quan về cấu trúc có ý nghĩa về mặt thống kê ($P < 0,001$) với hệ số $R^2 = 0,91$ và hệ số đặc trưng cho tính không tương thích của mô hình (lack of fit) không có ý nghĩa về mặt thống kê ($P > 0,05$). Với

hệ số $R^2 = 0,91$ chứng tỏ có thể dùng mô hình đã có để giải thích cho trên 90% những biến đổi của đáp ứng (Aliakbarian và cộng sự, 2008).

Để xác định ảnh hưởng các yếu tố khảo sát đến từng chỉ tiêu theo dõi, dựa vào các giá trị của mô hình để viết phương trình hồi quy.

Bảng 4. Kết quả phân tích phương sai ảnh hưởng của các yếu tố đến thời gian sấy sản phẩm

Parameter Estimates				
Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	4,5	0,102062	44,09	<0,0001*
Nhiệt độ (55;65)	-0,0625	0,0625	-1,00	0,3632
Độ dày (2;3)	-0,125	0,0625	-2,00	0,1019
Tốc độ gió (0,5; 1,5)	-1,25	0,0625	-20,00	<0,0001*

Parameter Estimates				
Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Nhiệt độ* Độ dày	0,125	0,088388	1,41	0,2164
Nhiệt độ*Tốc độ gió	0	0,088388	0,00	1,0000
Độ dày*Tốc độ gió	0	0,088388	0,00	1,0000
Nhiệt độ* Nhiệt độ	-2,78e-17	0,091998	-0,00	1,0000
Độ dày* Độ dày	-2,78e-17	0,091998	-0,00	1,0000
Tốc độ gió* Tốc độ gió	0,75	0,091998	8,15	0,0005*

Kết quả cho thấy tác động của tốc độ gió có ảnh hưởng quan trọng đến thời gian sấy sản phẩm và có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) (Bảng 4). Sau khi loại bỏ các yếu tố không ảnh hưởng quan trọng, thu được phương trình:

$$Y_1 = 4,5 - 1,25X_3 + 0,75X_3^2$$

Trong đó Y_1 là thời gian sấy của sản phẩm (%), X_3 là tốc độ gió khảo sát

Tương tự, ở chỉ tiêu điểm cảm quan kết cấu để xác định hệ số của phương trình hồi quy Y_2 , dựa vào kết quả của Bảng 5:

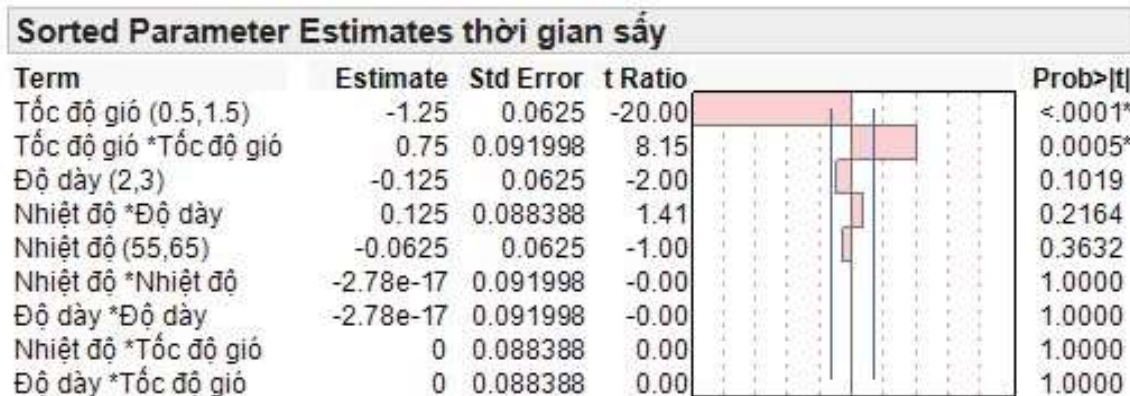
Bảng 5. Kết quả phân tích phương sai ảnh hưởng của các yếu tố đến điểm cảm quan của sản phẩm

Parameter Estimates				
Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	4,25	0,229557	18,51	<0,0001*
Nhiệt độ (55;65)	-0,338625	0,140575	-2,41	0,0609
Độ dày (2;3)	-0,146	0,140575	-1,04	0,3466
Tốc độ gió (0,5; 1,5)	0,005125	0,140575	0,04	0,9723
Nhiệt độ* Độ dày	-0,5415	0,198802	-2,72	0,0416*
Nhiệt độ*Tốc độ gió	-0,17725	0,198802	-0,89	0,4135
Độ dày*Tốc độ gió	-0,0415	0,198802	0,21	0,8429
Nhiệt độ* Nhiệt độ	-1,140875	0,20692	-5,51	0,0027*
Độ dày* Độ dày	-0,067625	0,20692	-0,33	0,7570
Tốc độ gió* Tốc độ gió	-0,411375	0,20692	-1,99	0,1035

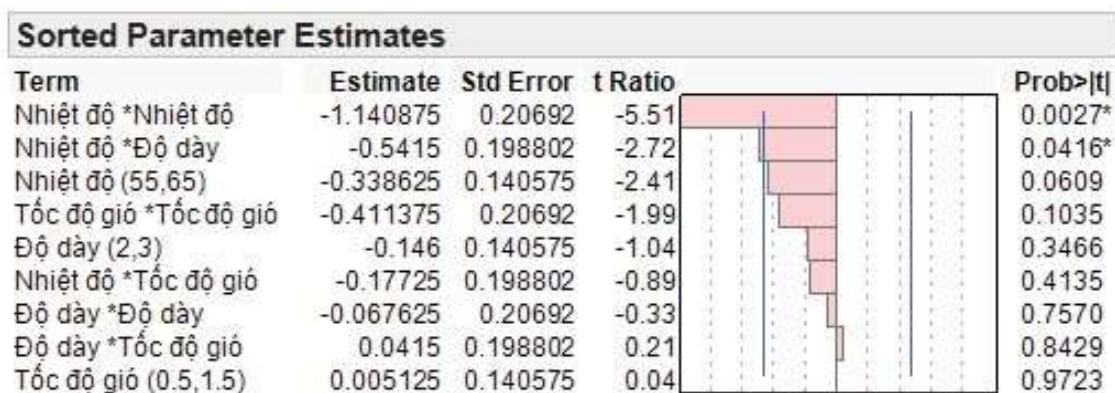
Từ các tham số ước tính trên hình chúng tôi dự đoán phương trình hồi quy đối với điểm cảm quan về kết cấu của sản phẩm như sau:

$$Y_2 = 4,25 - 0,5415X_1X_2 - 1,1408X_1^2$$

Dấu đứng trước hệ số cho biết chiều ảnh hưởng của các yếu tố là dương hay là âm hay độ biến thiên của các yếu tố tỷ lệ thuận hay tỷ lệ nghịch với chỉ tiêu khảo sát. Điều này được thể hiện rõ qua các Hình 2, Hình 3.



Hình 2. Kết quả về sự tương quan giữa các yếu tố với thời gian sấy sản phẩm



Hình 3. Kết quả về sự tương quan giữa các yếu tố với điểm cảm quan về cấu trúc của sản phẩm

Theo Hình 2, cho thấy thời gian sấy của sản phẩm thay đổi ngược chiều với tốc độ gió rất lớn, riêng độ dày và nhiệt độ sấy cũng thay đổi ngược chiều nhưng với mức độ ít hơn. Điều này được Takahashi (1960; trích dẫn bởi Jittiandana và cộng sự, 2002), giải thích khi sấy càng lâu sẽ làm ức chế sự khô của sản phẩm có sử dụng thêm muối do sự hình thành của một lớp vỏ muối protein trên bề mặt của sản phẩm, gây ra sự khô cứng bề mặt dẫn đến càng sấy ở nhiệt độ cao, tốc độ gió lớn sẽ làm nước trong nguyên liệu thoát ra chậm hơn ban đầu. Khi nhiệt độ sấy càng tăng thì thời gian sấy càng ngắn.

Về kết cấu của jerky cá sấu (Hình 3)

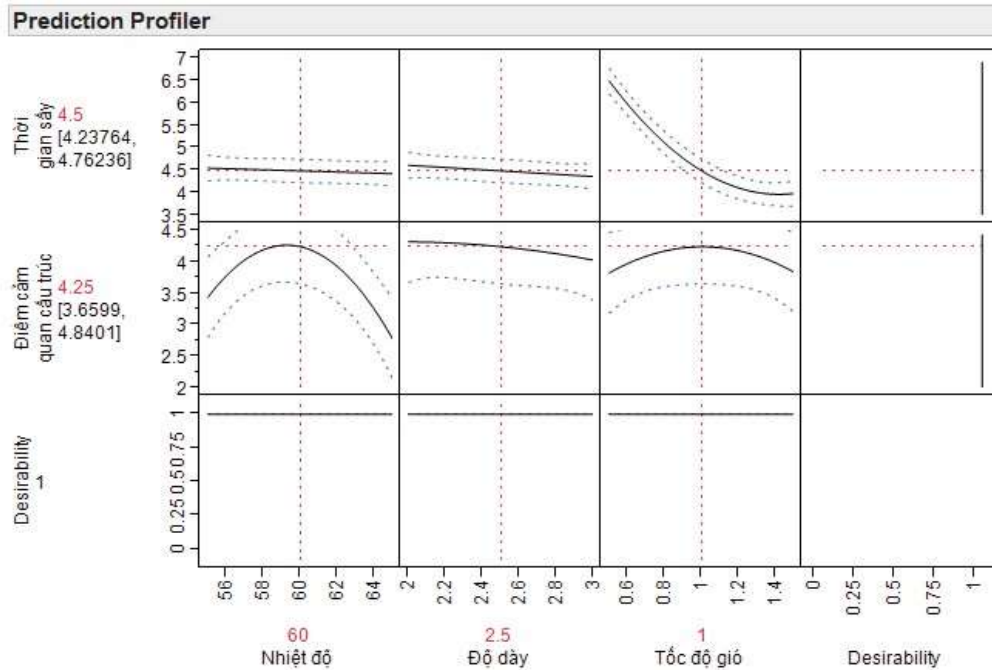
chịu ảnh hưởng bậc hai của nhiệt độ và ảnh hưởng tương quan nghịch, nghĩa là khi tăng nhiệt độ thì điểm cảm quan về cấu trúc giảm. Các tương tác khác như độ dày, nhiệt độ cũng tương quan nghịch. Điều này được Mujumdar và Chen, (2008) giải thích rằng nhiệt độ không khí đầu vào có tác động mạnh đến màu sắc, cấu trúc của sản phẩm sấy, những thay đổi về màu sắc, cấu trúc này do những phản ứng gây ra khi tiếp xúc với nhiệt độ tương đối cao. Điều này dẫn

đến cơ bắp có màu sẫm, đó là kết quả của phản ứng giữa các nhóm amin trong protein cơ và đường khử có sẵn trong các mô liên kết của nguyên liệu. Hơn nữa, quá trình oxy hóa chất béo ở nhiệt độ cao cũng

là yếu tố quan trọng dẫn đến màu nâu của cơ thịt cá sấu khô. Theo Louka và cộng sự (2004), khi nhiệt độ và thời gian sấy tăng làm độ ẩm giảm thì sản phẩm càng hóa nâu nhiều do đó ảnh hưởng đến điểm đánh giá của các cảm quan viên.

Quá trình sấy chịu tác động của các yếu tố nhiệt độ, độ dày, tốc độ gió. Mỗi yếu tố

ngoài việc ảnh hưởng trực tiếp tới các đáp ứng còn tác động lên các yếu tố khác. Vì thế, để tối ưu hóa quá trình sấy cần xem xét cả những ảnh hưởng này. Sự ảnh hưởng kết hợp của các yếu tố đến thời gian sấy và điểm cảm quan cấu trúc được mô tả qua Hình 4.



Hình 4. Giá trị nhiệt độ, độ dày và tốc độ gió thực nghiệm so với bề mặt đáp ứng

Kết quả xử lý của mô hình cho thấy giá trị tối ưu được dự đoán cho thời gian sấy jerky cá sấu là 4 giờ 30 phút và điểm cảm quan là 4,25 tương ứng với nhiệt độ 60°C, độ dày 2,5mm và tốc độ gió là 1m/s (Hình 4). Ở nhiệt độ sấy, độ dày khối thịt sấy và tốc độ gió tối ưu thì thời gian sấy (4 giờ 30 phút) không phải là giá trị thấp nhất và điểm cảm quan cấu trúc (4,25) là giá trị cao nhất. Khi giảm độ dày vật liệu sấy, giảm tốc độ gió thì thời gian sấy kéo dài, tốn nhiều năng lượng và điểm cảm quan cấu trúc cao. Khi giảm thời gian sấy ở mức thấp nhất thì cần phải tăng nhiệt độ sấy và tốc độ gió, sẽ ảnh hưởng đến chi phí năng lượng sử dụng, tuy

nhiên điểm cảm quan cấu trúc lại không cao, và chúng tôi so hiệu quả kinh tế giữa chi phí và giá trị sản phẩm thì phần chi phí tăng hơn so với thời gian sản xuất, do đó kết quả của mô hình đưa ra là phù hợp.

3.2. Theo dõi biến đổi sản phẩm jerky cá sấu trong thời gian bảo quản

3.2.1. Kết quả đo màu sắc của jerky cá sấu trong thời gian bảo quản

Đối với bất kỳ một loại sản phẩm thực phẩm nào thì ngoài độ ưa chuộng về chất lượng sau chế biến thì yếu tố thời gian bảo quản để sản phẩm không bị giảm chất lượng là một trong những yếu tố tiên quyết để sản phẩm có thể tồn tại trên thị trường. Nhu cầu

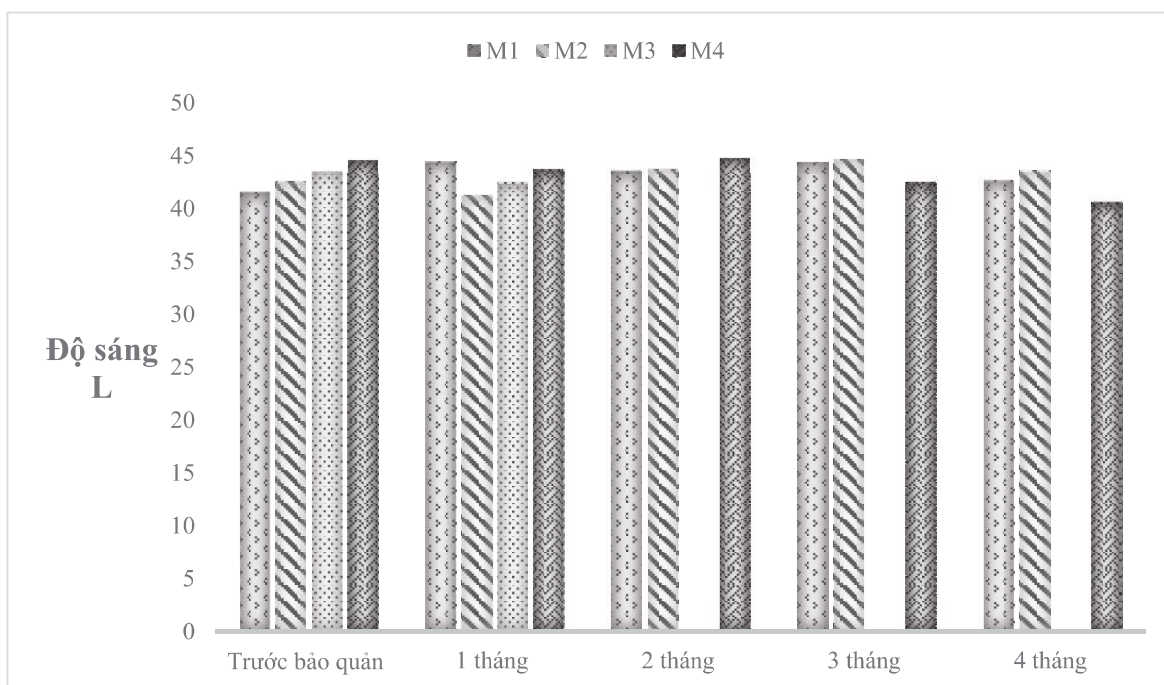
là hướng đến sản phẩm ngon tự nhiên, an toàn và không sử dụng phụ gia. Một trong những yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm đó chính là độ ổn định màu theo thời gian bảo quản. Các mức tiến hành đo màu là sản phẩm sau sấy trước khi bảo quản, sau 1 tháng, sau 2 tháng, sau 3 tháng, 4 tháng bảo quản. Kết quả đo màu được thể hiện qua Hình 5 với các nghiệm thức sau:

M1: nhiệt độ mát tủ lạnh, bao bì không hút chân không

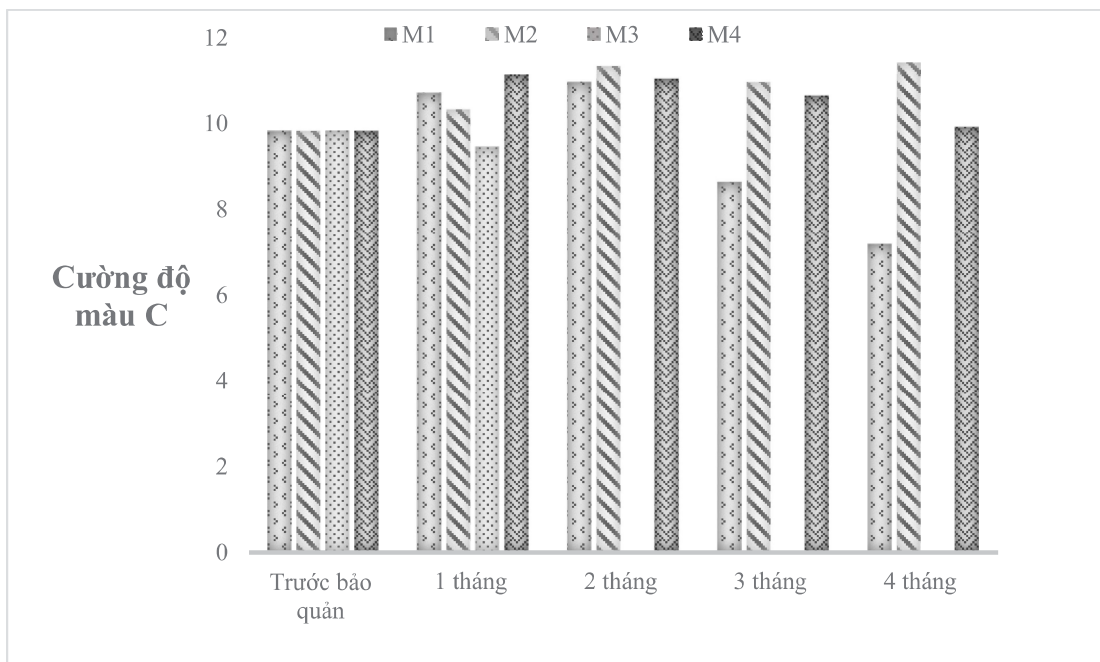
M2: nhiệt độ mát tủ lạnh, bao bì hút chân không

M3: nhiệt độ phòng, bao bì không hút chân không

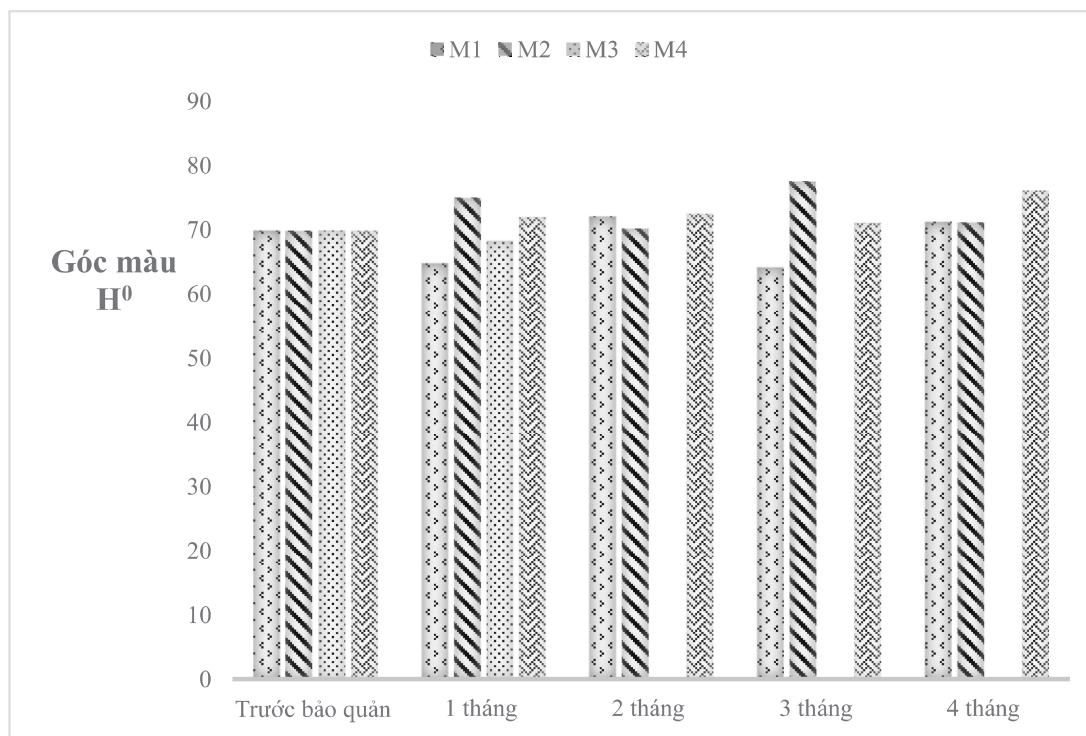
M4: nhiệt độ phòng, bao bì hút chân không



(5a)



(5b)



(5c)

Hình 5. Sự thay đổi độ sáng (5a), cường độ màu (5b) và góc màu (5c) theo thời gian bảo quản

Theo kết quả được trình bày ở Hình 5: các giá trị L , C , H^0 là các đại lượng cho hệ tọa độ màu sắc của nguyên liệu. Sau 4 tháng bảo quản thì tất cả các sản phẩm đều bị biến màu. Sự thay đổi màu sắc này do một số nguyên nhân như nhiệt độ, ánh sáng, pH, vi sinh vật,.. cụ thể qua Hình 5 kết quả cho thấy trong cùng một nhiệt độ nhất định, độ sáng, cường độ màu, góc màu của jerky cá sấu có sự khác biệt nhau về mặt thống kê ở $P < 0,001$ theo thời gian bảo quản. Tuy nhiên, khi nhiệt độ quá cao hoặc quá thấp cũng làm thay đổi độ sáng, cường độ màu, góc màu.

Sau hơn 1 tháng bảo quản thì mẫu bảo quản ở nhiệt độ phòng với bao bì không hút chân không đã có hiện tượng mốc nhẹ, do đó chúng tôi loại bỏ nghiệm thức này. Điều này được giải thích sản phẩm không hút chân không để ở nhiệt độ phòng, sản phẩm đã nhanh hút ẩm, và có hiện tượng hồi ẩm nên có thể lúc này hoạt độ nước đã tăng hơn 0,75 nên bắt đầu xuất hiện nấm mốc.

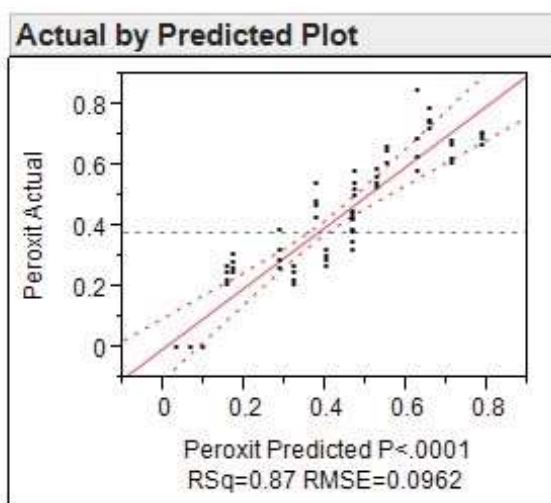
Sau 4 tháng bảo quản khi sử dụng bao bì có hút chân không với nhiệt độ phòng cho thấy kết quả có độ sáng jerky cá sấu thấp

nhất ($L = 40,5475$), thấp hơn mẫu jerky cá sấu trước khi bảo quản ($L = 41,4925$). Khi sử dụng bao bì có hút chân không với nhiệt độ ngăn mát tủ lạnh có kết quả cường độ màu jerky cá sấu cao nhất ($C = 11,40$), cao hơn so với mẫu trước bảo quản ($C = 9,82$) và góc màu cao hơn góc màu trước bảo quản nhưng nhỏ nhất so với 2 nghiệm thức còn lại. Góc màu trong khoảng 0^0 đến 90^0 thể hiện sự thay đổi từ đỏ đến vàng, giá trị càng nhỏ thì màu đỏ càng đậm.

Từ các kết quả trên chúng tôi nhận thấy việc sử dụng bao bì hút chân không là tốt nhất, để giảm thiểu chi phí trong quá trình bảo quản thì sản phẩm nên sử dụng hút chân không và để ở nhiệt độ phòng, có thể bảo quản hơn 4 tháng. Sản phẩm vẫn giữ được màu nâu đỏ của thịt cá sấu sấy với hương vị đặc trưng.

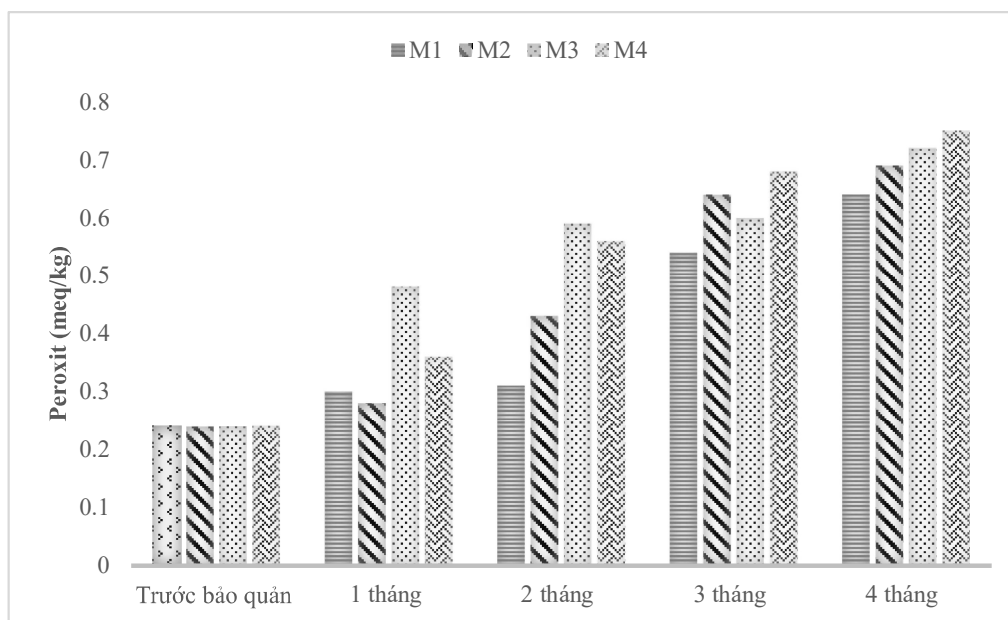
3.2.2 Kết quả xác định peroxit của jerky cá sấu theo thời gian bảo quản

Từ Hình 6 hệ số tương quan $R^2 = 0,87$, cho thấy mối tương quan giữa bao bì, nhiệt độ và chỉ số peroxit (meq/kg) là khá chặt chẽ. Thời gian bảo quản càng lâu thì chỉ số peroxit càng tăng.



Summary of Fit	
RSquare	0.86504
RSquare Adj	0.833409
Root Mean Square Error	0.096164
Mean of Response	0.381
Observations (or Sum Wgts)	80

Hình 6. Biểu đồ biểu diễn tương quan giữa bao bì, nhiệt độ với chỉ số peroxit (meq/kg)



Hình 7. Sự biến đổi Peroxit theo thời gian bảo quản

Kết quả nghiên cứu cho thấy chỉ số peroxit của các sản phẩm đều tăng, đặc biệt là mẫu có hút chân không và để ở nhiệt độ phòng từ $0,24 \pm 0,03$ meq/kg ban đầu trước bảo quản đã tăng lên $0,75 \pm 0,03$ meq/kg khi bảo quản sau 4 tháng (Hình 7). Riêng mẫu không hút chân không và trữ ở nhiệt độ phòng, sau 2 tháng bảo quản đã có xuất hiện mốc nhẹ, sản phẩm có mùi ôi dầu khó cảm quan. Mẫu không hút chân không để ở nhiệt độ tủ lạnh sau 4 tháng bảo quản đã có mùi tanh, khó cảm quan, có thể do bị tạp nhiễm mùi trong quá trình bảo quản.

Theo Boran và cộng sự (2006), giới hạn giá trị peroxit chấp nhận của các loại dầu cho con người sử dụng là 8 meq/kg. Chỉ số peroxit trong sản phẩm sau 4 tháng không đóng gói chân không còn thấp ($0,64 \pm 0,02$ meq/kg) nhưng sản phẩm lại có mùi hôi. Widiaja và cộng sự (2009) giải thích rằng sự hư hỏng lúc này là do kết quả của sự phân

hủy hydroperoxides trong các phân tử có khối lượng nhỏ. Harris và Tall (1994), giải thích trong thời gian xử lý và bảo quản lạnh khô cá, chất lượng khô cá có thể chịu ảnh hưởng bởi kết quả của nhiều yếu tố, một trong những quan trọng nhất liên quan đến đó là quá trình oxy hóa của chất béo không bão hòa liên quan trực tiếp đến vị và mùi của sản phẩm. Ngoài ra, yếu tố quan trọng dẫn đến sự phát triển mùi ôi chính là sự thay đổi protein. Sau thời gian đó là kết quả phân hủy của các phân tử có khối lượng nhỏ gây ra mùi ôi tạo hương vị không mong muốn cho sản phẩm (Aubourg, 1999).

Như vậy, sau 4 tháng sản phẩm có thể bảo quản ở nhiệt độ lạnh hoặc nhiệt độ phòng và phải đóng gói hút chân không. Vì vậy, để tiết kiệm chi phí, sản phẩm jerky cá sấu được đóng gói hút chân không và bảo quản ở nhiệt độ phòng.



Hình 8. Sản phẩm jerky cá sấu

4. Kết luận

Qua các kết quả thu nhận được từ các thí nghiệm nghiên cứu quy trình chế biến jerky: Sản phẩm jerky cá sấu có màu sắc nâu vàng, bề mặt sản phẩm láng mịn, cấu trúc đồng nhất, không bị vỡ, đồng thời sản phẩm có mùi và vị đặc trưng riêng khác với các loại khô cá, khô thịt có trên thị trường. Chế độ sấy tối ưu đối với máy sấy khay cho jerky cá sấu là 60°C, độ dày vật liệu 2,5 mm, tốc độ gió 1m/s trong 4,5 giờ. Hạn sử dụng của sản phẩm khi bảo quản ở nhiệt độ phòng với bao gói hút chân không là 4 tháng. Ngay thời gian bảo quản 4 tháng sản phẩm có chỉ số peroxid là $0,75 \pm 0,03$ meq/kg, sản phẩm vẫn giữ được mùi đặc trưng. Chất lượng vi sinh của sản phẩm thử nghiệm đều thỏa mãn theo quy định của TCVN 7049 – 2002 về các chỉ tiêu vi sinh sau 4 tháng bảo quản ở nhiệt độ môi trường trong bao gói chân không.

Tài liệu tham khảo

- Aliakbarian, B., De Faveri, D., Converti, A. and Perego, P. (2008). Optimisation of olive oil extraction by means of enzyme processing aids using response surface methodology. *Biochemistry Engineering Journal*, 42(1), 34-40. DOI:10.1016/j.bej.2008.05.006
- Aubourg, P.S. (1999). Influence of storage time and temperature on lipid deterioration during cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) frozen storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79(13), 1943 - 1948. Doi.org/10.1002/(SICI)1097-1010(199910)79.
- Boran, G., Karacam, H., and Boran, M. (2006). Changes in the quality of fish oil due to storage temperature and time. *J. Food Chemistry*, 98(4), 693 – 698. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.06.041>
- Bùi Văn Miên, Tôn Thất Hưng, Bùi Thị Bảo Châu, Lê Trung Thiên, Kha Chấn Tuyên, Nguyễn Anh Trinh, Nguyễn Hữu Cường và Nguyễn Thị Phước Thủy (2016). Cá sấu: Nguồn sản phẩm giàu dinh dưỡng, sản phẩm chức năng và sản phẩm giá trị gia tăng. *Tạp chí khoa học Đại học Văn Hiến*, 4(4), 43-54.
- Chen, W.S, Liu, D.C, and Chen, M.T. (2002). The effect of roasting temperature on the formation of volatile compounds in Chinese-Style pork jerky. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 15 (3), 427-431.
- Chen, X.D., and Mujumdar, A.S. (Eds) (2008). *Drying Technologies in Food Processing*. Wiley-Blackwell, 352 Page.

- FAO (1986). *FAO Food and nutrition paper: 7. Food analysis: general technique, additives contraminants and composition*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 221-222.
- Harris, P. and Tall, J. (1994). Rancidity in catfish. In: Allen, J.C., and Hamilton, R.J., *Rancidity in Foods*. London, Blackie Academic 1994, A Chapman & Hall Food Science, 256 – 272.
- Hà Duyên Tư (2006). *Kỹ thuật phân tích cảm quan thực phẩm*. Hà Nội, Nxb Khoa học và Kỹ thuật.
- Jittinandana, S., Kenney, P.B., Slider, S.D., and Kiser, R.A. (2002). Effect of brine concentration and brining time on quality of smoked rainbow trout fillet. *Journal of Food Science*, 67(6), 2095 - 2099.
- Keene, W.E., Sazie, E., Kok, J., Rice, D.H., Hancock, D.D., Balan, V.K., Zhao, T., and Doyle, M.P. (1997). An outbreak of *E. coli* O157:H7 infections traced to jerky made from deer meat. *J. Am. Med. Assoc.*, 277, 1229 – 1231. doi: 10.1001/jama.1997.03540390059036
- Konieczny, P., Stangierski, J., and Kijowski, J. (2007). Physical and chemical characteristics and acceptability of home style beef jerky. *J. Meat Science*, 76 (2), 253-257. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.11.006>
- Louka, N., Juhel, F., Fazilleau, V., and Loonis, P. (2004). A novel colorimetry analysis used to compare different drying fish processes. *Food Control*, 15 (5), 327 – 334. [https://doi.org/10.1016/S0956-135\(02\)00119-6](https://doi.org/10.1016/S0956-135(02)00119-6).
- Mylonaki, S., Klassos, E., Makris, D.P., and Kefalas, P. (2008). Optimisation of the extraction of olive (*Olea europaea*) leaf phenolics using water/ethanol-based solvent systems and response surface methodology. *Anal. Bioanal. Chem.*, 392, 977-895. <https://doi.org/10.1007/s00216-008-2353-9>
- Nguyễn Phước Thuỷ (2017). *Xây dựng quy trình chế biến sản phẩm Jerky từ thịt cá sấu*. Luận văn thạc sỹ Ngành Công nghệ thực phẩm. Trường Đại học Nông Lâm, Tp Hồ Chí Minh.
- Ủy ban Khoa học và Kỹ thuật Nhà nước (1979). TCVN3215-79: Sản phẩm thực phẩm phân tích cảm quan theo phương pháp cho điểm. Ban hành theo quyết định số 722/QĐ ngày 31 tháng 12 năm 1979 của Ủy ban Khoa học và Kỹ thuật Nhà nước.
- Widjaja, W.P., Abdulmir, A.S., Abu Bakar, F.B., Saari, N.B., Ishak, Z.B., and Hamid, A.A. (2009). Lipid quality deterioration of bagridae catfish (*Mystus nemurus*) during storage. *Research Journal of Biological Sciences*, 4 (4), 525-530.