

## SO SÁNH ĐẶC TÍNH ĐÔNG KHÔ CỦA MỘT VÀI LOẠI CÁ HỒI THÁI BÌNH DƯƠNG COMPARISON OF FREEZE-DRYING PROPERTIES OF A FEW PACIFIC SALMON SPECIES

*Nguyễn Xuân Duy*  
Trường Đại học Nha Trang

### TÓM TẮT

Đặc tính đông khô của ba loại cá hồi Thái Bình Dương bao gồm Pink Salmon (PS), Sockeye Salmon (SS) và Chum Salmon (CS) đã được nghiên cứu. Kết quả cho thấy có một sự khác nhau về đặc tính đông khô cho ba loại cá hồi trên. Động học tách nước chỉ ra trong 7 giờ đầu của quá trình đông khô, sự tách nước của PS dễ dàng hơn so với SS và CS. Tuy nhiên, từ sau 7 giờ trở đi, sự tách nước hầu như giống nhau và tiệm cận đến giá trị hàm ẩm không đổi khoảng 4,56%. Nghiên cứu về sự thay đổi cấu trúc của sản phẩm trong quá trình đông khô cho thấy Sockeye Salmon có cấu trúc cứng nhất, tiếp đến là Chum Salmon và Pink Salmon. Màu sắc của sản phẩm cũng thay đổi trong quá trình đông khô. Giá trị của màu đỏ (a) và màu vàng (b) có xu hướng giảm trong khi đó màu trắng (L) lại tăng.

Từ khóa: đông khô, cấu trúc, tách nước và cá hồi

### ABSTRACT

Freeze-drying properties (FDP) of three pacific salmon species including Pink Salmon (PS), Sockeye Salmon (SS), and Chum Salmon (CS) are investigated. Results showed that there was a difference in FDP of three species above. Kinetic dehydration indicated during first 7-hours of freeze-drying (FD), PS's dehydration was done easier than SS and CS. However, after 7 hours, dehydration was the same and reached approximately 4.56%. Research in textural changes during FD revealed Sockeye Salmon has the biggest hardness, next Chum Salmon and Pink Salmon. Product color changed during FD. a and b value decreased meanwhile L value increased.

Keywords: freeze-drying, texture, dehydration and salmon

### I. GIỚI THIỆU

Kỹ thuật làm khô thực phẩm là một quá trình chế biến lâu đời dùng để bảo quản Thực phẩm. Có nhiều phương pháp làm khô thực phẩm đã được biết đến. Làm khô bằng không khí nóng để tách nước cho sản phẩm đã được sử dụng rộng rãi. Tuy nhiên, chất lượng của sản phẩm giảm một cách đáng kể so với nguyên liệu ban đầu. Đông khô được biết đến như là một kỹ thuật làm khô thực phẩm dựa vào sự tách nước bằng sự thăng hoa của các tinh thể nước đá trong sản phẩm đông lạnh. Quá trình đông khô được thực hiện ở nhiệt độ và áp suất thấp nên hầu như hạn chế sự hư hỏng do các phản ứng hóa sinh và vi sinh gây ra. Chất lượng sản phẩm được bảo vệ một cách tốt nhất **C.Ratti (2001)**.

Tuy nhiên, trong quá trình đông khô cũng diễn ra một số biến đổi nhất định đối với sản phẩm. Những biến đổi này có thể dẫn đến một số thay đổi nào đó lên thành phẩm cuối cùng. Vấn đề đặt ra là hiểu được những biến đổi của

sản phẩm trong quá trình đông khô để kiểm soát quá trình một cách tốt nhất. Mục tiêu của nghiên cứu này là so sánh đặc tính đông khô của ba loại cá hồi Thái Bình Dương (Pink Salmon, Sockeye Salmon và Chum Salmon) bao gồm động học tách nước, sự thay đổi cấu trúc và sự thay đổi màu sắc của sản phẩm trong quá trình đông khô để từ đó kiểm soát quá trình đông khô tốt hơn.

### II. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nguyên liệu được mua từ các công ty chế biến thủy sản địa phương, vận chuyển về trung tâm công nghiệp thủy sản thuộc đại học Alaska Fairbanks để xử lý fillet, lạng da, bao gói trong túi PA hút chân không và được cấp đông ở nhiệt độ  $-40^{\circ}\text{C}$  trong 2,5 – 3 giờ. Sau đó được bảo quản trong kho  $-30^{\circ}\text{C}$  cho đến khi sử dụng. Các miếng fillet cá hồi không da đông lạnh được xử lý cắt thành những miếng nhỏ hình lập phương, kích thước  $5 \times 5 \times 5 \text{ mm}$  ( $\pm 1$ ) trong điều kiện lạnh dưới  $4^{\circ}\text{C}$  để tránh các miếng cá

bị rã đông. Đông khô được thực hiện trong thiết bị cấp đông Virtis (Freze Drier Virtis, model 50 ES, USA) theo phương pháp được mô tả bởi *Duy X. N and others (2008) [3]*.

Nghiên cứu động học của quá trình tách nước được thực hiện bằng cách lấy sản phẩm ra tại những thời điểm nhất định trong quá trình đông khô để xác định độ ẩm và hoạt độ nước. Đường cong thể hiện mối quan hệ giữa hàm lượng ẩm và thời gian được dùng để mô tả động học của quá trình tách nước. Hiệu suất của quá trình bằng tỷ số giữa khối lượng sản phẩm thu được sau khi đông khô với khối lượng ban đầu của sản phẩm trước khi đông khô. Sự thay đổi màu sắc của sản phẩm được xác định bằng máy xác định màu Colormeter Minolta CR-300, Japan. Màu sắc được thể hiện bởi ba giá trị L: màu trắng (whiteness), a: màu đỏ (redness) và b: màu vàng (yellowness). Tất cả ba đại lượng này không có đơn vị.

Độ ẩm xác định theo phương pháp AOAC (1990), hoạt độ nước sử dụng máy đo hoạt độ AquaLab, USA.

Xác định cấu trúc bằng máy đo cấu trúc Texture Analyser (TA) model TA-HDi, England. Với các thông số cài đặt như sau: xác định bằng lực nén, cực dò tự động trở về vị trí ban đầu sau khi thực hiện lực nén, tốc độ cực dò trước khi nén 4 mm/s, tốc độ nén 2 mm/s, tốc độ di chuyển cực dò sau khi nén xong 4 mm/s, khoảng cách di chuyển của cực dò 20 mm, tải trọng đầu dò 5 kg, trigger type 5g, PSS 200, và đầu dò hình trụ bằng nhựa đường kính 25 mm.

Các phép thử được thực hiện trong 3 lần và kết quả cuối cùng được thể hiện là trung bình của 3 lần lặp lại. Một số phép thử có số lần lặp lại nhiều hơn sẽ được ghi chú riêng. Số liệu được phân tích bằng phần mềm Statistica Vol. 8.0 (Stasoft Inc., Tulsa, AZ). Kiểm định Turkey's HSD ( $p < 0,05$ ) được thực hiện sau phép phân tích ANOVA để kiểm chứng lại sự khác nhau của các kết quả thu được với mức tin cậy 95%.

### III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Động học tách nước

Hình 1 và 2 thể hiện động học tách nước trong quá trình đông khô. Hình 1 trình bày mối quan hệ giữa hàm ẩm (g nước/100 g chất khô) của sản phẩm theo thời gian đông khô, còn hình 2 cũng thể hiện mối quan hệ này nhưng đơn vị của hàm ẩm là %. Kết quả nghiên cứu về động học tách nước có thể được chia làm ba giai đoạn: giai đoạn 1: trong khoảng 7 giờ đầu; giai đoạn 2: từ 7 – 8,5 giờ và giai đoạn 3 từ 8,5 – 11 giờ. Trong giai đoạn đầu, hàm lượng ẩm giảm rất nhanh. Hàm lượng ẩm của PS giảm nhanh nhất, tiếp đến là SS và cuối cùng là CS. Trong giai đoạn này sở dĩ hàm lượng ẩm giảm nhanh chóng là bởi vì hàm lượng ẩm của nguyên liệu còn ở mức cao. Hơn nữa, trong giai đoạn này quá trình tách nước được thực hiện trong hai bước ở nhiệt độ thấp - 40°C và - 30°C kết hợp với áp suất thấp 40 mTorr nên quá trình thăng hoa của các tinh thể nước đá diễn ra rất mạnh. Đây cũng là giai đoạn tách nước chính trong quá trình đông khô sản phẩm. Điều này còn có thể được kiểm chứng thông qua việc quan sát sự hình thành các tinh thể nước đá bám trên dàn lạnh rất nhiều và dày. Sự khác nhau trong quá trình tách nước của ba nguyên liệu là PS, SS và CS có thể là vì có sự khác nhau về thành phần hóa học và đặc điểm cấu trúc của cơ thịt. PS có hàm lượng nước ban đầu thấp nhất, kế đến là SS và CS có hàm lượng nước cao nhất ở mức 70,2; 70,85 và 73,15% theo thứ tự. Ngoài ra, PS cấu trúc cơ thịt lỏng lẻo hơn SS và CS. Trong suốt giai đoạn đầu tách nước, hàm lượng nước còn lại trong sản phẩm luôn diễn ra theo đúng thứ tự trên. Điều này có nghĩa là hàm lượng nước còn lại của CS luôn cao hơn hai mẫu còn lại. Tại thời điểm 7 giờ hàm lượng ẩm của CS, SS và PS theo thứ tự là 30,62; 30,41 và 20,62 %.

Trong giai đoạn hai, sự tách ẩm cũng diễn ra theo đúng quy luật như trong giai đoạn một nhưng tốc độ bắt đầu chậm lại là bởi vì lúc này hàm lượng ẩm trong nguyên liệu thấp dần và nhiệt độ đông khô lúc này tăng lên từ 10 đến 30 °C vì vậy tốc độ thăng hoa của tinh thể nước đá diễn ra chậm lại. Ngoài ra, sự tách nước chậm lại trong giai đoạn này còn có thể là do các tinh thể nước đá ở sâu bên trong cấu trúc thực phẩm, tập trung ở trung tâm sản phẩm nên cần có thời gian để những tinh thể nước đá này nhận nhiệt và cần có thời gian để dịch chuyển ra bề mặt ngoài của sản phẩm để thực hiện quá

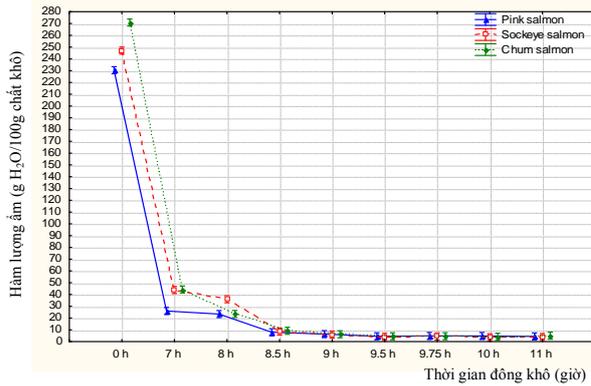
trình thăng hoa. Tại thời điểm 8,5 giờ hàm ẩm tương ứng của CS, SS và PS là 7,38; 7,92 và 8,40%.

Quá trình tách nước gần như đạt bão hòa trong giai đoạn ba, hàm lượng ẩm gần như không giảm nữa và đạt giá trị trung bình 4,56% cho cả ba đối tượng nguyên liệu. Điều này bởi vì trong giai đoạn này chủ yếu tách lượng nước liên kết còn lại trong sản phẩm, với nhiệt độ dao động trong khoảng 0 đến 25 °C không thể tách triệt để lượng nước liên kết còn lại trong sản phẩm được. Nếu muốn tách lượng nước liên kết này cần nâng nhiệt độ và kéo dài thêm thời gian tách nước. Tuy nhiên, điều này không khả thi vì ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm, chi phí năng lượng và kéo dài thời gian FD.

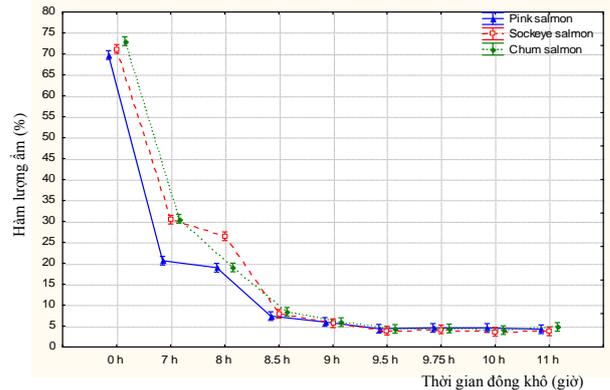
**3.2. Sự thay đổi cấu trúc trong quá trình đông khô**

Sự thay đổi về độ cứng và giá trị năng lượng của sản phẩm trong quá trình đông khô được thể hiện trong hình 3 và 4. Nhìn chung, độ

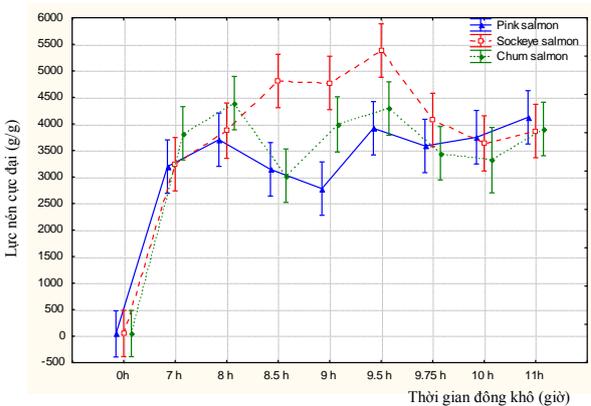
cứng của sản phẩm tăng dần trong quá trình đông khô. Trong giai đoạn từ 0 giờ đến 8 giờ, độ cứng của sản phẩm tăng rất nhanh, từ 42; 49 và 51 g/g lên 3703; 3872 và 4392 g/g đối với PS; SS và CS theo thứ tự. Nhưng sau đó, từ 8 giờ đến 9,5 giờ có một sự khác nhau giữa chúng. Trong khi độ cứng của SS tiếp tục tăng và đạt giá trị cực đại 5382 g/g ở 9,5 giờ thì PS và CS có sự dao động lên xuống không ổn định. Trong giai đoạn này có thể thấy rằng độ cứng của SS là lớn nhất tiếp đến là CS và PS. Cấu trúc của sản phẩm đạt được tốt nhất trong giai đoạn này. Vì vậy, nên kết thúc quá trình đông khô trong giai đoạn này. Từ 9,5 giờ trở đi độ cứng của cả ba loại cá hồi đều có xu hướng giảm là bởi vì trong giai đoạn này hàm lượng ẩm rất thấp khoảng 4,56%, sản phẩm có cấu trúc xốp và giòn vì vậy độ cứng của sản phẩm giảm. Không nên kết thúc quá trình đông khô trong giai đoạn này. Những xu hướng trên cũng diễn ra tương tự đối với giá trị năng lượng.



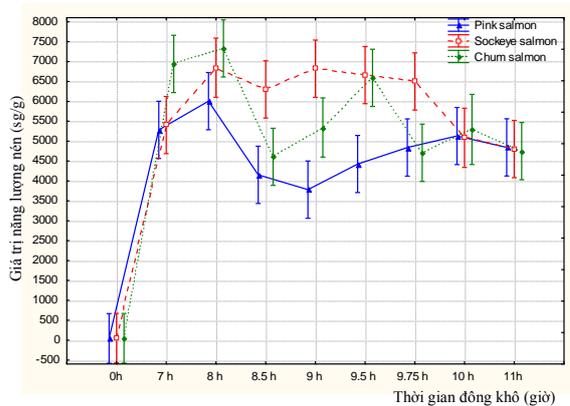
Hình 1. Động học tách nước trong quá trình đông khô tính theo hàm lượng chất khô



Hình 2. Động học tách nước trong quá trình đông khô tính theo % hàm ẩm



Hình 3. Sự thay đổi độ cứng trong quá trình FD



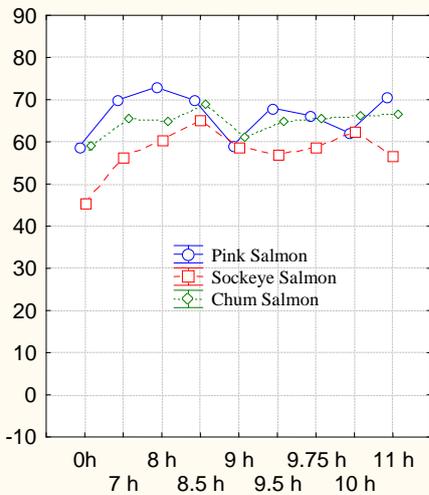
Hình 4. Sự thay đổi giá trị năng lượng trong quá trình FD

\* **Ghi chú:** Mỗi phép thử được thực hiện 20 lần lặp lại và kết quả thể hiện là giá trị trung bình.

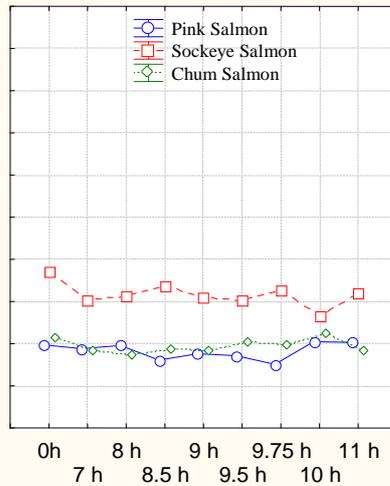
**3.3. Sự thay đổi màu sắc trong quá trình đông khô**

Trong quá trình đông khô, màu sắc của sản phẩm bị thay đổi (hình 5, 6 và 7). Đối với màu đỏ (hình 6), SS có giá trị màu đỏ lớn nhất đồng thời sự giảm của giá trị này trong quá trình FD cũng lớn nhất từ 27 xuống 20 sau 7 giờ trong khi đó PS và CS có sự giảm nhẹ giá trị a trong giai đoạn này từ 9,7 và 11,6 xuống 8,8 và 8,5 theo thứ tự. Từ 7 giờ trở đi, giá trị a được giữ ổn định, SS dao động xung quanh giá trị 20, PS dao động xung quanh giá trị 8 còn CS là 10. Đối với giá trị L (hình 5), giá trị này

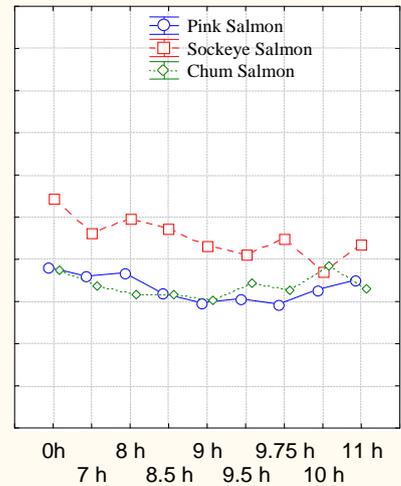
đều tăng đối với PS, SS và CS tới 8,5 giờ, nhưng sau đó có sự dao động nhẹ nhưng xu hướng chung là tăng trong quá trình đông khô điều này bởi vì khi đông khô, sản phẩm được tách nước sẽ trở nên trắng hơn. Hình 7 cho thấy giá trị b giảm đều trong quá trình FD cho cả ba nguyên liệu. Tuy nhiên, có một sự tăng nhẹ giá trị này đối với PS từ 9,5 giờ trở đi điều này là bởi vì các quá trình làm khô thường làm cho sản phẩm có xu hướng chuyển sang màu vàng. Còn đối với SS và CS thì sự tăng lên của giá trị b sau 9,5 giờ không rõ ràng.



Hình 5. Chỉ số màu trắng (L)



Hình 6. Chỉ số màu đỏ (a)



Hình 7. Chỉ số màu vàng (b)

**IV. KẾT LUẬN**

Từ kết quả nghiên cứu về động học tách nước của ba loài cá hồi Thái Bình Dương cho thấy nên kết thúc quá trình đông khô trong khoảng 9 – 9,5 giờ sẽ cho sản phẩm có chất lượng tốt nhất. Độ cứng của sản phẩm tăng đáng kể trong giai đoạn đầu của quá trình tách nước, sau đó đạt được cấu trúc tốt nhất trong giai đoạn tiếp theo, nhưng nếu kéo dài thêm thời gian tách nước sang giai đoạn ba thì độ cứng giảm, sản phẩm bị giòn và tăng chi phí năng lượng. Hơn nữa, việc kéo dài thêm thời

gian đông khô sẽ không hiệu quả vì hàm lượng ẩm trong sản phẩm đã đạt mức bảo hòa, khó tách thêm ẩm được nữa.

**LỜI CẢM ƠN**

Xin chân thành cảm ơn tới TS. Chuck Crapo, TS. Alexandra Oliveira, School of Fishery and Ocean Science, University of Alaska Fairbanks, USA vì những cố vấn về chuyên môn, đồng thời gửi lời cảm ơn tới FITC, University of Alaska Fairbanks, USA đã tạo điều kiện cho tôi thực hiện nghiên cứu này.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. *Alejandro Marabi and I Sam Saguy*; Effect of porosity on rehydration of dry food particulates; Journal of the Science of Food and Agriculture 84: 1105-1110, 2004.
2. *C. Ratti*; Hot air and freeze-drying of high-value foods: A review; Journal of Food Engineering 49: 311-319, 2001.

3. *Duy Xuan Nguyen, Charles A. Crapo and Alexandra C.M. Oliveira*; Development of freeze dried product from Alaska pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) fillets; Institute of Food Technology 2009 presentation, California, USA 2008.
4. *Edinara Adelaide Boss, Rubens Maciel Filho, Eduardo Coselli Vasco de Toledo* (2004); Freeze drying process: real time model and optimization; Chemical Engineering and Processing 43: 1475-1485, 2004.
5. *Eikevik, T.M., Strommen, I., Alves-Filho, O., Hemmingsen, A.K.T.*; Effect of operating conditions on atmospheric freeze dried Cod fish; IADC 2005-3rd Inter-American Drying Conference, August 21-23, 2005.
6. *Hayashi Y., Kobayashi N., Katayama K.*; Characteristics of vacuum freeze-drying; Heat transfer, Japanese research Vol.2, Issue 1, 71-80, 1973.
7. *Jun Xiang, Jeffery M. Hey, Volker Liedtke, D.Q. Wang*; Investigation of freeze-drying sublimation rates using a freeze-drying microbalance technique; International journal of pharmaceutics 279 (2004) 95-105, 2004.
8. *Jose I. Lombrana, Carlos De Elvira & Maria C. Villaran*; Analysis of operating strategies in the production of special foods in vials by freeze drying; International Journal of Food Science and Technology 1997, 32, 107-115, 1997.
9. *Jan Stawczyk and others*; Kinetics of atmospheric freeze-drying of apple; Transp Porous Med 2007 66: 159-172, 2007.
10. *Joseph Haddad and others*; A study of dehydration of fish using successive pressure drop (DDS) and controlled instantaneous pressure drop (DIC); Drying Technology Vol. 22, No. 3, pp.457-478, 2004.
11. *Laetitia Meda and Cristina Ratti*; Rehydration of freeze-dried strawberries at varying temperatures; Journal of Food Process Engineering 24: 233-246, 2005 .
12. *M. K. Krokida, V. T. Karathanos & Z. B. Maroulis*; Effect of freeze-drying conditions on shrinkage and Porosity of Dehydrated Agricultural Products; Journal of Food Engineering 35, 369-380, 1998.

---

Địa chỉ liên hệ: Nguyễn Xuân Duy - Email: duy.ntu.edu@gmail.com  
 Bộ môn Công Nghệ Chế Biến Thủy sản, Khoa Chế Biến  
 Trường Đại học Nha Trang