ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ MÔI TRƯỜNG ĐẾN CHẤT LƯỢNG CÁ NGỪ ĐẠI DƯƠNG PHI LÊ CẤP ĐÔNG BẰNG CHẤT TẢI LẠNH LỎNG

Nguyễn Thị Minh Nguyệt[1], Phạm Anh Tuấn[1], Phạm Thị Thu[2]

TÓM TẮT

Mục đích của nghiên cứu là đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ cấp đông tới cấu trúc mô tế bào và tính chất hóa lý của cá ngừ đại dương (*Thunnus obesus*) phi lê. Các thí nghiệm tiến hành cấp đông đến khi tâm sản phẩm đạt -18^{0}C bằng chất tải lạnh lỏng (điều chế từ ethanol). Nhiệt độ cấp đông được khảo sát là -25^{0}C, -30^{0}C và -35^{0}C; chỉ tiêu đánh giá: thời gian cấp đông, chất lượng của sản phẩm cá ngừ ngay sau cấp đông (hình ảnh cấu trúc mô tế bào sản phẩm, màu sắc, cảm quan và tỷ lệ nước tách ra khi rã đông) và trong quá trình bảo quản 6 tháng (NH_3, histamin, pH). Kết quả cho thấy nhiệt độ cấp đông có ảnh hưởng đáng kể đến thời gian cấp đông, mức độ hình thành tinh thể đá trong cấu trúc mô tế bào và chất lượng hoá lý của sản phẩm. Tại nhiệt độ -35^{0}C cho thời gian cấp đông đạt 17,5 phút, tỷ lệ nước tách ra sau rã đông là 4,05%, mức biến đổi màu sắc ΔE là 17,994; điểm cảm quan (QIM) đạt 1,0 với mức chất lượng cảm quan tốt nhất: cơ thịt đỏ đặc trưng, có độ sáng, mùi tanh đặc trưng của cá tươi (mùi rong biển), thịt rắn chắc, đàn hồi, dẻo; các mầm tinh thể đá nhỏ và đồng nhất, duy trì được cấu trúc tế bào không bị phá vỡ; chỉ tiêu chất lượng của cá ngừ sau 6 tháng bảo quản ở -20 ± 2°C là: NH_3 là 5,14 mg/100 g; histamin không phát hiện, pH thay đổi không có ý nghĩa ở mức $\alpha \leq 0,05$.

Từ khóa: *Cá ngừ đại dương, nhiệt độ cấp đông, cấu trúc mô tế bào, chất lượng.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cấp đông là phương pháp phổ biến trong chế biến cá và các sản phẩm từ cá. Nhiệm vụ của cấp đông là làm lạnh sản phẩm xuống đến -18^{0}C (tâm sản phẩm), đây là công đoạn có tính quyết định đến chất lượng của sản phẩm. Quá trình cấp đông càng chậm thì xu hướng các phân tử nước bị dồn nén vào tâm, sau khi kết đông dẫn đến sự hình thành các tinh thể đá lớn hình kim gây tổn thương đến cấu trúc tế bào [4, 7]. Khi rã đông, dịch bào thoát ra tạo nên hiện tượng chảy nước ở sản phẩm đông lạnh sau tan băng. Hiện tượng này dẫn đến sau khi rã đông sản phẩm không còn giữ được trạng thái cấu trúc ban đầu, mặt khác do cấu trúc bị phá vỡ làm giảm chất lượng sản phẩm và dễ dàng bị vi sinh vật xâm nhập, gây hư hỏng nhanh chóng.

Tốc độ cấp đông phụ thuộc chặt chẽ vào chế độ công nghệ và chế độ cấp đông. Với phương pháp cấp đông khác nhau sử dụng các tác nhân lạnh khác nhau có hệ số truyền nhiệt khác nhau [1, 5]. Chế độ công nghệ cấp đông có hệ số truyền nhiệt cao giúp tốc độ cấp đông nhanh sẽ tạo ra các mầm tinh thể đá nhỏ và đồng nhất, số lượng và kích thước của tinh thể đá được xem là một tham số quan trọng để đánh giá ảnh hưởng của phương pháp cấp đông lên sự thay đổi chất lượng của sản phẩm đông lạnh [1]. Cho đến nay, công nghệ cấp đông trong sản xuất chế biến thuỷ sản tại Việt Nam mới chỉ dừng lại ở phương pháp sử dụng tủ đông cưỡng bức gió, cấp đông tiếp xúc, cấp đông tầng sôi với hệ số truyền nhiệt thấp, thời gian cấp đông lâu, tiêu hao nhiều năng lượng và chưa duy trì được chất lượng sản phẩm cấp đông đảm bảo do mức độ phá vỡ tế bào cao.

Tại Việt Nam, cá ngừ đại dương (*Thunnus obesus*) có giá trị dinh dưỡng và giá trị kinh tế cao. Theo thống kê, cá ngừ được đánh bắt chủ yếu tập trung ở 3 tỉnh trọng điểm là Bình Định, Phú Yên, Khánh Hoà. Trong 11 tháng đầu năm 2018, sản lượng khai thác cá ngừ của cả nước ước đạt khoảng 15.893 tấn. Để cấp đông sản phẩm cá ngừ phục vụ xuất khẩu, hiện nay phương pháp phổ biến là sử dụng công nghệ và thiết bị cấp đông IQF với thời gian cấp đông dạng thanh kích thước là D x R x L=18 x 6 x 2,5 cm là 60 phút.

Mục đích của nghiên cứu này nhằm đánh giá ảnh hưởng của chất lạnh lỏng tại các nhiệt độ khác nhau đến chất lượng cấp đông của sản phẩm cá ngừ

[1] Viện Cơ điện Nông nghiệp và Công nghệ sau thu hoạch
[2] Khoa Công nghệ Thực phẩm, Trường Đại học Kinh tế Kỹ thuật công nghiệp
Email: minhnguyet.viaep@gmail.com

đại dương phi lê, giúp giảm thời gian cấp đông cho cá ngừ đại dương phi lê và duy trì được chất lượng sản phẩm sau cấp đông.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Cá ngừ đại dương (*Thunnus obesus*) được đánh bắt tại vùng biển Khánh Hoà, nguyên liệu được bảo quản 0 - 4C theo TCVN 12830:2020: Quy trình bảo quản cá ngừ đại dương trên tàu câu, khối lượng ≥ 30 kg/con.

2.2. Vật liệu nghiên cứu

Hoá chất: Formalin (Trung Quốc- TQ); cồn 100% (Việt Nam), acetic (TQ), chloroform (TQ), nước cất, Xylen, Hematoxylin Harris (Merck, Đức), Eosine Y (Merck, Đức), NH_4OH (TQ), HCl (TQ), axit picric (TQ), Toluidine Blue O (Ấn Độ). Keo dán lá kính (Laika, Mỹ).

Dụng cụ: Ống hút bằng nhựa, quả bóp cao su hút hóa chất, kẹp không mấu, kéo, phiến kính, lá kính, găng tay, khẩu trang, kính bảo vệ mắt và quần áo bảo hộ.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Mẫu cá ngừ sau sơ chế, phi lê với kích thước D x R x L=18 x 6 x 2,5 cm, đóng gói bao bì PA dày 100 µm, hút chân không ở 80-100 Pa, nhiệt độ sản phẩm ở 0-4C, sau đó được đánh giá tại các nhiệt độ tương ứng là: -25˚C; -30˚C và -35˚C trong điều kiện không khuấy. Chỉ tiêu theo dõi và đánh giá: thời gian cấp đông, chất lượng của sản phẩm cá ngừ ngay sau cấp đông (hình ảnh cấu trúc mô tế bào sản phẩm, màu sắc, cảm quan và tỷ lệ nước tách ra khi rã đông) và trong quá trình bảo quản 6 tháng (NH_3, histamin, pH).

2.4. Phương pháp phân tích

- Lấy mẫu theo TCVN 5276 – 90;

- Xác định hàm lượng NH_3 theo TCVN 3706-1990;

- Xác định pH theo TCVN 4835-2002;

- Xác định hàm lượng Histamin theo NIFC.04.M.060(HPLC), TCVN8352:2010;

- Đo nhiệt độ đạt tâm sản phẩm bằng nhiệt kế tự ghi với đầu sensor Log Tag RID30-7R (New Zealand) với dải đo -30˚C ~ +60˚C.

- Xác định hàm lượng nước tách ra:

Mẫu cá đông lạnh vẫn được giữ nguyên bao bì được rã đông về nhiệt độ 4^0C bằng nước đá (0-4^0C). Sau đó tháo bỏ bao bì và tiến hành xác định nguyên liệu sau rã đông. Hàm lượng nước tách ra sau rã đông được xác định theo công thức: tỷ lệ nước tách ra sau rã đông (%) = $((W_1 – W_2)/W_1)*100$. Trong đó W_1 là khối lượng của mẫu trước khi cấp đông (g); W_2 là khối lượng của mẫu sau khi rã đông (g).

- Xác định màu sắc:

Mẫu được chụp dưới máy ảnh canon độ phân giải 12.1 MP và số liệu L, a, b thu được qua phần mềm phân tích màu sắc Color - Computer – Vision.

L: biểu thị từ sáng tới tối có giá trị từ 0-100.

a: biểu thị từ màu xanh lá cây đến đỏ có giá trị từ -60 đến + 60.

b: biểu thị từ màu vàng đến xanh da trời có giá trị từ -60 đến + 60.

Mức độ thay đổi màu sắc được đánh giá theo hệ số ΔE (tổng sai biệt màu sắc), được tính dựa trên các giá trị màu ΔL, Δa, Δb.

- Phương pháp tính ΔE:

$$\Delta Eab = \sqrt{(L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2}\ a_1,$$

Trong đó: b_1, L_1 là các giá trị của nguyên liệu đầu; a_2, b_2, L_2 là các giá trị của mẫu cần đo.

- Phân tích cấu trúc mô tế bào bằng kính hiển vi quang

Sự hình thành tinh thể đá trong mô tế bào đông lạnh được xác định bằng kính hiển vi bằng cách quan sát sự thay đổi cấu trúc của các mô cơ theo phương pháp của Pimonpan Kaewprachu (2017): Mẫu nguyên liệu ban đầu được cố định trong dung dịch cố định Carnoy (60% ethanol tuyệt đối, 30% chloroform và 10% axit axetic) trong 24 giờ tại 4^0C. Mẫu đông lạnh được cố định mẫu trong dung dịch Davidson (50 ml formalin (37%), 75 ml cồn tuyệt đối, 25 ml axit acetic và 75 ml nước cất) trong 24 giờ tại 4^0C. Sau đó mẫu được rửa lại bằng cồn ethanol 50% (v/v), tiếp tục khử nước qua cồn (70%, 80%, 90%, 95% và 100%) và được đúc khuôn paraffin. Mẫu được cắt ở độ dày 10 µm và nhuộm H&E. Tiêu bản được quan sát và chụp ảnh dưới kính hiển vi quang học Axio lab A1 (ZEISS – Đức).

- Đánh giá cảm quan

Sử dụng phương pháp đánh giá cảm quan theo chỉ số chất lượng QIM (Quality Index Method) đã được xây dựng bởi Ariyawansa và cs (2003) (Bảng 1).

Bảng 1. Chỉ số chất lượng QIM của cá ngừ

Thuộc tính	Mô tả	Điểm
Màu sắc	Cơ thịt đỏ đặc trưng, có độ sáng	0
	Màu đỏ nhạt	1
	Màu hơi tối so với màu đặc trưng của cá	2
Mùi	Mùi tanh đặc trưng của cá tươi (mùi rong biển)	0
	Mùi tanh đặc trưng giảm (mùi rong biển nhẹ)	1
	Mùi tươi giảm, hơi tanh vị biển	2
	Mùi tanh kim loại tăng mạnh	3
Cấu trúc	Thịt rắn chắc, đàn hồi, dẻo	0
	Hơi mềm, đàn hồi kém	1
	Thịt mềm, không đàn hồi	2
	Nhão	3
QIM		0-8

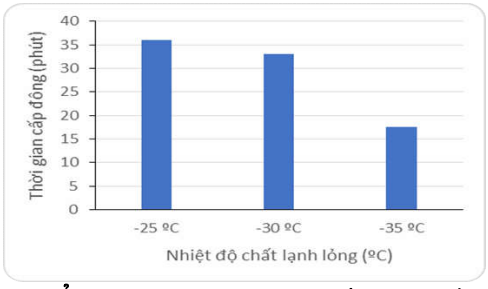
2.5. Phân tích thống kê

Kết quả thí nghiệm được phân tích ANOVA và kiểm định LSD (5%) để so sánh sự khác biệt trung bình giữa các nghiệm thức và sự biến động giữa các lần lặp lại trong cùng nghiệm thức theo thời gian. Các phân tích thống kê sử dụng phần mềm SPSS 20.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ cấp đông đến thời gian cấp đông của cá ngừ đại dương phi lê

Nhiệt độ tác nhân lạnh khác nhau thì có hệ số truyền nhiệt là không giống nhau dẫn đến tốc độ cấp đông cũng thay đổi, nhiệt độ tác nhân lạnh càng thấp thì tốc độ truyền nhiệt càng tăng [6]. Hình 1 trình bày ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường cấp đông đến thời gian cấp đông đưa tâm sản phẩm cá ngừ về -18°C. Kết quả cho thấy, tương ứng với độ nhiệt độ cấp đông ở -25°C, - 30°C và -35°C thì có thời gian cấp đông lần lượt là 36 phút; 33 phút và 17,5 phút. Như vậy, với nhiệt độ cấp đông tại -35°C đã cho tốc độ cấp đông là cực nhanh (thời gian cấp đông < 20 phút). Kết quả nghiên cứu tương tự với công bố của Đỗ Hữu Hoàng (2017) và Van der Sman (2013) khi nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ gió cấp đông đến thời gian cấp đông trên thiết bị IQF [6].



Hình 1. Ảnh hưởng của nhiệt độ cấp đông đến thời gian cấp đông

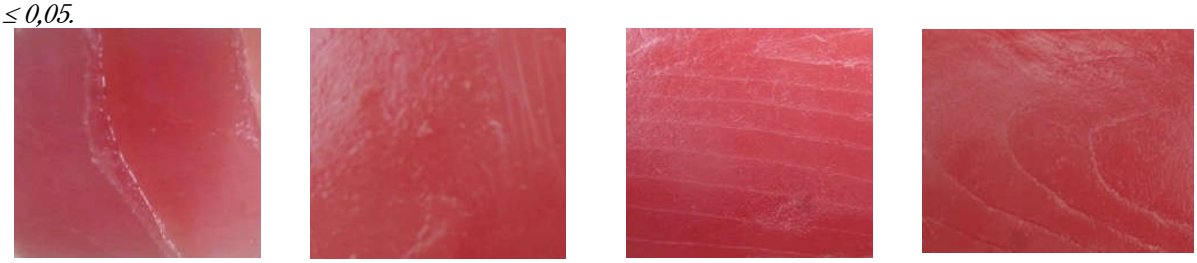
3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ cấp đông đến tính chất vật lý của cá ngừ đại dương phi lê

Từ kết quả mục 3.1 cho thấy ở nhiệt độ cấp đông càng thấp thì thời gian cấp đông càng nhanh. Tác động của nhiệt độ cấp đông đến chất lượng cảm quan, màu sắc và tỷ lệ tách nước được thể hiện trên bảng 2 và hình 2.

Bảng 2. Chỉ tiêu vật lý của cá Ngừ đại dương phi lê được cấp đông ở các nhiệt độ khác nhau

Nhiệt độ chất tải lạnh lỏng (°C)	Cảm quan QIM (điểm)	Tỷ lệ nước tách ra (%)	Màu sắc			
			L	a	b	ΔE
-25	2,3 [a]	4,40 [a]	46,08	48,57	28,026	19,642 [a]
-30	1,3 [b]	4,20 [b]	47,03	49,24	26,030	18,828 [b]
-35	1,0 [c]	4,04 [c]	48,29	47,46	25,211	17,994 [c]

Trong cùng một cột, các giá trị có cùng ít nhất một chữ giống nhau thì không khác nhau ở mức ý nghĩa α ≤ 0,05.



Nguyên liệu -25°C -30°C -35°C

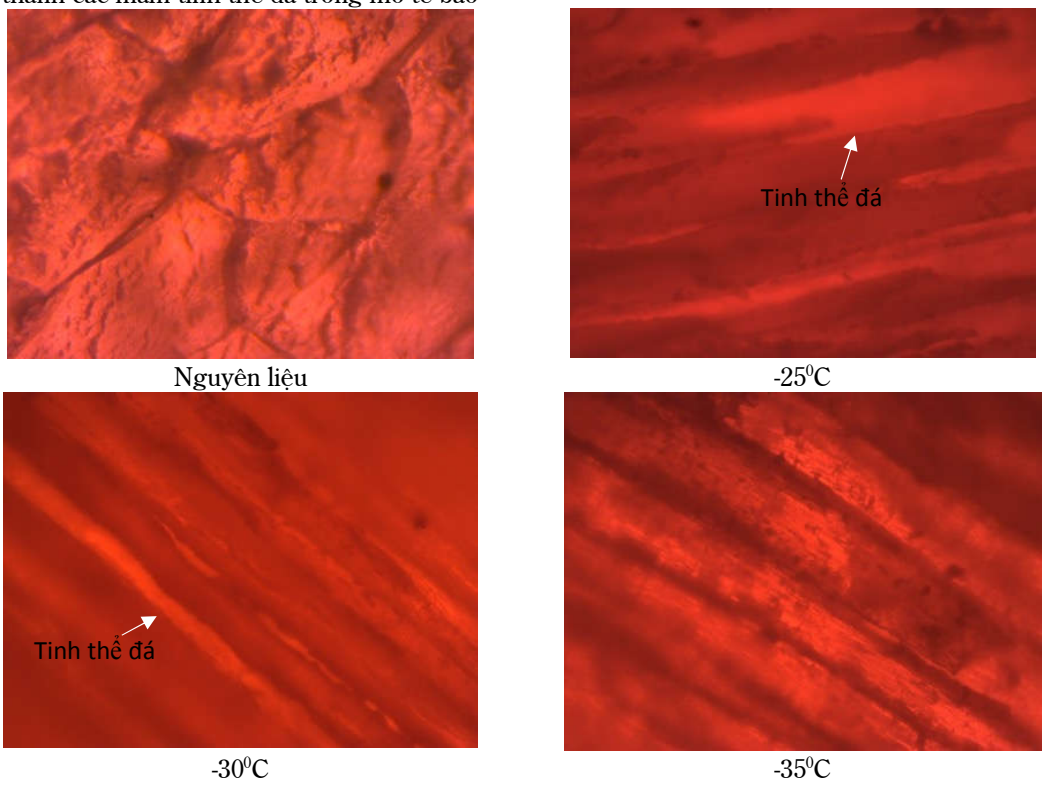
Hình 2. Màu sắc cá Ngừ đại dương phi lê được cấp đông ở các nhiệt độ khác nhau

Kết quả ở bảng 2 và hình 2 cho thấy nhiệt độ cấp đông thay đổi trong khoảng từ -25^{0}C đến -35^{0}C đã tác động rõ rệt đến thời gian cấp đông và chất lượng của sản phẩm cá ngừ đại dương phi lê sau cấp đông, nhiệt độ cấp đông càng âm sâu thì chất lượng sản phẩm cấp đông càng tốt. Chất lượng sản phẩm tốt nhất với tỷ lệ tách nước nhỏ nhất, màu sắc thay đổi ít nhất (ΔE=17,994) và chất lượng điểm cảm quan tốt nhất (0,6 điểm) được tìm thấy ở mẫu cá cấp đông ở nhiệt độ -35^{0}C; sản phẩm thịt cá ngừ có màu đỏ đặc trưng, rắn chắc, đàn hồi và dẻo. Nguyên nhân được giải thích là do thời gian cấp đông ngắn nên số lượng các tinh thể đá được hình thành với kích thước nhỏ, khi rã đông đã không gây ra hiện tượng phá vỡ dịch bào, do vậy khi rã đông dịch tách ra ít, điều này hoàn toàn phù hợp với các nghiên cứu trước đó [5].

3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ cấp đông đến cấu trúc mô tế bào

Nhiệt độ cấp đông khác nhau thì tác động đến việc hình thành các mầm tinh thể đá trong mô tế bào có các kích thước khác nhau, từ đó dẫn đến sự phá vỡ các sợi liên kết của mô tế bào ở mức độ khác nhau [6].

Kết quả được thấy rõ qua hình 3, nhiệt độ cấp đông càng cao thì thời gian cấp đông càng dài khiến các mầm tinh thể băng hình thành trong mô tế bào lớn hơn và không đồng nhất. Tại nhiệt độ -25^{0}C, các mô liên kết và các sợi cơ bị biến dạng bất thường, trên cấu trúc để lại các lỗ hổng là do sự hình thành của các tinh thể đá gây đứt gãy các sợi cơ, tạo thành mạng lưới không liên tục. Mức độ biến dạng và đứt gãy các sợi cơ giảm xuống khi nhiệt độ cấp đông giảm xuống -30^{0}C. Đặc biệt, tại nhiệt độ -35^{0}C thì cấu trúc mô tế bào của cá ngừ cơ bản được giữ nguyên so với trạng thái ban đầu của nguyên liệu. Như vậy, với nhiệt độ cấp đông đạt -35^{0}C, thời gian cấp đông 17,5 phút giúp các mầm tinh thể băng đá hình thành ở kích thước rất nhỏ và đồng nhất, chất lượng cá ngừ cấp đông được duy trì.



Nguyên liệu -25^{0}C -30^{0}C -35^{0}C

Hình 3. Cấu trúc mô tế bào cá ngừ được cấp đông ở các nhiệt độ khác nhau

Ghi chú: độ phóng đại x 20.000.

3.4. Ảnh hưởng của nhiệt độ cấp đông đến chất lượng hoá lý của cá ngừ đại dương phi lê

Tốc độ phân hủy protein và chất béo phụ thuộc rất lớn vào nhiệt độ và chất lượng cấp đông. Theo các

nghiên cứu, chất lượng cấp đông có vai trò lớn trong việc hạn chế biến đổi protein và chất béo. Tốc độ cấp đông nhanh giúp duy trì được cấu trúc tế bào, từ đó duy trì được chất lượng sản phẩm tốt hơn. Trong khoảng nhiệt độ bảo quản -18^{0}C đến 30^{0}C chất béo thường bị ô xy hoá và làm giảm chất lượng sản phẩm [6]. Các quá trình biến đổi này dẫn đến mất giá trị dinh dưỡng và gây ra mùi thơm, biến màu, có tác động xấu đến cấu trúc sản phẩm và mùi vị, giảm thời gian bảo quản [3]. Để đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ cấp đông đến chất lượng hoá lý của cá ngừ đại dương phi lê, các mẫu cá ngừ đại dương phi lê sau cấp đông được đưa đi bảo quản đông ở -20 ± 2^{0}C, trong thời gian 6 tháng. Kết quả được trình bày trong bảng 3.

Bảng 3. Kết quả phân tích một số chỉ tiêu hoá lý của cá ngừ đại dương phi lê trong thời gian bảo quản lạnh đông

Thời gian bảo quản	Nhiệt độ môi trường (^{o}C)	NH_3 (mg/100 g)	Histamin	pH
0 ngày	-25	2,29 ^{a}	KPH	5,56 ^{a}
	-30	2,28 ^{a}	KPH	5,56 ^{a}
	-35	2,25 ^{a}	KPH	5,57 ^{a}
3 tháng	-25	3,47 ^{b}	KPH	5,70 ^{b}
	-30	3,25 ^{c}	KPH	5,58 ^{a}
	-35	3,15 ^{d}	KPH	5,57 ^{a}
6 tháng	-25	5,89 ^{e}	KPH	5,80 ^{c}
	-30	5,37 ^{f}	KPH	5,64 ^{b}
	-35	5,14 ^{g}	KPH	5,58 ^{a}

Trong cùng một cột, các giá trị có cùng ít nhất một chữ giống nhau thì không khác nhau ở mức ý nghĩa $\alpha \leq 0,05$

Kết quả ở bảng 3 cho thấy, sau 6 tháng bảo quản, hàm lượng Histamin ở tất cả các mẫu đều không phát hiện. Chỉ tiêu NH_3 tăng nhiều nhất ở mẫu cá cấp đông tại -25^{0}C (từ 2,29 mg/100 g lên 5,89 mg/100 g), sau đó đến mẫu cá cấp đông ở nhiệt độ -30^{0}C (từ 2,28 mg/100 g lên 5,37 mg/100 g) và cuối cùng mức tăng ít nhất được thấy ở mẫu cá cấp đông tại -35^{0}C (từ 2,25 mg/100 g lên 5,14 mg/100 g). Nguyên nhân có sự thay đổi NH_3 là do sự biến đổi protein và chất béo trong quá trình bảo quản. Mức độ biến đổi thành phần hoá học phụ thuộc rất lớn vào chất lượng cấp đông, thời gian cấp đông dài gây nên mức độ phá vỡ cấu trúc tế bào lớn hơn là nguyên nhân dẫn đến sự thay đổi chất lượng sản phẩm nhanh hơn [3, 6].

Khác với NH_3, sau 3 tháng bảo quản, chỉ tiêu pH ở mẫu nhiệt độ -30^{0}C và -35^{0}C thay đổi không có ý nghĩa, trong khi mẫu cá cấp đông ở nhiệt độ môi trường là -25^{0}C có thay đổi nhẹ từ pH 5,56 lên pH 5,70 (ở mức $\alpha \leq 0,05$). Giá trị pH thay đổi không có ý nghĩa sau 6 tháng bảo quản được tìm thấy ở mẫu cá cấp đông trong điều kiện môi trường -35^{0}C. Kết quả thu được hoàn toàn phù hợp với các nghiên cứu đã được công bố [6].

4. KẾT LUẬN

Ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường đến chất lượng cá ngừ đại dương cấp đông bằng chất tải lạnh lỏng đã được đánh giá ở các mức -25^{o}C, -30^{o}C và -35^{o}C. Tại nhiệt độ -35^{o}C cho chất lượng sản phẩm cá ngừ sau cấp đông là tốt nhất với: thời gian cấp đông đạt 17,5 phút, tỷ lệ nước tách ra sau rã đông là 4,05%, mức biến đổi màu sắc ΔE là 17,994; điểm cảm quan (QIM) đạt 1,0 với mức chất lượng cảm quan tốt nhất: cơ thịt đỏ đặc trưng, có độ sáng, mùi tanh đặc trưng của cá tươi (mùi rong biển), thịt rắn chắc, đàn hồi, dẻo; các mầm tinh thể đá nhỏ và đồng nhất, duy trì được cấu trúc tế bào không bị phá vỡ; chỉ tiêu chất lượng của cá ngừ sau 6 tháng bảo quản ở -20 ± 2^{0}C là: NH_3 là 5,14 mg/100 g; histamin không phát hiện, pH thay đổi không có ý nghĩa ở mức $\alpha \leq 0,05$.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. George, R. M. (1993). Freezing processes used in the food industry (review). Trend in Food Science & Technology 4, 134-138.

2. Haard, N. F. (1992). Biochemical reactions in fish muscle during frozen storage. In E. G. Bligh (Ed.), Seafood science and technology (pp. 176–209). Halifax, Canada: Fishing News Books.

3. Kaale, L. D., Eikevik, T. M., Bardal, T., & Kjorsvik, E. (2013). A study of the ice crystals in vacuum-packed salmon fillets (Salmon salar) during superchilling process and following storage. Journal of Food Engineering, 115(1), 20-25.

4. Kim, H. W., Kim J. H, Seo J. K., Setyabrata D., Kim, Y. H. B (2018). Effects of aging/freezing sequence and freezing rate on meat quality and oxidative stability of pork loins. Meat Science 139, 162–170.

5. Van der Sman R. G. M., Voda A., van Dalen G., Duijster A (2013). Ice crystal interspacing in frozen foods. Journal of Food Engineering 116, 622–626.

6. Van der Sman R. G. M., Voda A., van Dalen G., Duijster A (2013). Ice crystal interspacing in frozen foods. Journal of Food Engineering 116, 622–626.

7. Somwang S., Pairat S., Janthira K., Toshiaki O. (2010). Quality changes in oyster (Crassostrea belcheri) during frozen storage as affected by freezing and antioxidant. 11. Food Chemistry 123, 286–290.

8. Zhu, S., Le Bail, A., & Ramaswamy, H. S. (2003). Ice crystal formation in pressure shift freezing of atlantic salmon (Salmo salar) as compared to classical freezing methods. Journal of Food Processing and Preservation, 27(6), 427–444.

EFFECTS OF FREEZING TEMPERATURE ON QUALITY OF TUNA FROZEN BY LIQUID REFRIGERANT LOAD

Nguyen Thi Minh Nguyet, Pham Anh Tuan, Pham Thi Thu

Summary

The aim of the study was to evaluate the effect of ambient temperature on cellular tissue structure and physicochemical properties of tuna frozen tuna (Thunnus obesus) frozen by liquid refrigerant. The surveyed freezing environment temperature is -25^{0}C, -30^{0}C and -35^{0}C; The results show that the ambient temperature of the liquid refrigerant during freezing has a significant effect on the freezing time, the degree of ice crystal formation in the cell tissue structure and the physical and chemical quality of the product. At -35^{0}C for freezing time reaching 17.5 minutes, the ratio of water separated after thawing is 4.05%, the color change ΔE is 17.994; The organoleptic score (QIM) reached 1.0 with the best sensory quality: characteristic red muscle, luminosity, characteristic fishy smell of fresh fish (seaweed smell), firm meat, elasticity ; small and homogeneous rock-crystal seeds, maintains cell structures that are not broken; quality indicators of tuna after 6 months of storage at -20 ± 2°C were: NH_3 was 5.14 mg/100 g; histamine was not detected, pH did not change meaningfully at the level $\alpha \leq 0.05$

Keywords: *Tuna, freezing temperature, cellular tissue structure, quality.*

Người phản biện: TS. Đỗ Văn Nam

Ngày nhận bài: 26/3/2021

Ngày thông qua phản biện: 28/4/2021

Ngày duyệt đăng: 5/5/2021