

ẢNH HƯỞNG CỦA TỶ LỆ GIỮA ENZYME ALCALASE VÀ PAPAİN ĐẾN QUÁ TRÌNH THỦY PHÂN SỤN CÁ HỒI (*Salmon salar*)

Đinh Hữu Đông*, Nguyễn Công Bình,
Trần Quốc Đảm, Đặng Xuân Cường, Hoàng Thái Hà
Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP.HCM

*Email: dongdh@hufi.edu.vn

Ngày nhận bài: 10/6/2022; Ngày chấp nhận đăng: 11/01/2023

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu về ảnh hưởng của tỷ lệ giữa enzyme alcalase và papain đến hàm lượng protein hòa tan, hàm lượng peptid, Naa, N_{NH_3} , chondroitin sulfate tạo thành trong quá trình thủy phân sụn cá hồi (*Salmon salar*) bằng hỗn hợp enzyme alcalase-papain. Kết quả nghiên cứu cho thấy tỷ lệ enzyme alcalase/papain trong hỗn hợp enzyme alcalase-papain thích hợp cho quá trình thủy phân sụn cá hồi là 60/40. Sau 4 giờ thủy phân sụn cá hồi bằng hỗn hợp enzyme alcalase-papain với nồng độ enzyme 0,4%, nhiệt độ thủy phân 55 °C, thủy phân ở pH tự nhiên (6,8), khối lượng mẫu 2 kg và tỷ lệ nước bổ sung 2 lít, dịch thủy phân có hàm lượng protein hòa tan, peptid, Naa, chondroitin sulfate và N_{NH_3} cao gấp 1,43 lần; 2,81 lần; 2,31 lần; 12,19 lần và 1,22 lần so với ban đầu.

Từ khóa: Hỗn hợp alcalase - papain, protein, peptide, Naa, N_{NH_3} , chondroitin sulfate, sụn cá hồi, thủy phân.

1. MỞ ĐẦU

Sụn cá hồi có chứa hàm lượng chondroitin sulfate cao hơn các loại động vật khác [1]. Chondroitin sulfate là thành phần cơ bản cấu tạo nên sụn khớp và cấu tạo nên các tổ chức sợi chun giúp cho sự vận động linh hoạt và tính đàn hồi trong hoạt động khớp [2, 3]. Chondroitin sulfate còn giúp làm tăng sản xuất chất nhầy và khả năng bôi trơn của dịch khớp [4]. Vì vậy, chondroitin sulfate được sử dụng để hỗ trợ điều trị các bệnh lý về xương khớp, hạn chế quá trình thoái hóa khớp. Mô sụn nói chung và sụn cá hồi nói riêng thường được cấu trúc bởi các protein không tan trong nước [4, 5]. Chondroitin sulfate thường liên kết với protein bằng liên kết o-glycosid tạo thành một proteoglycan nằm trong cấu trúc của mô sụn nên con người rất khó hấp thụ các chất từ mô sụn [5-7]. Để thu nhận các chất từ sụn cá hồi định hướng cho việc sử dụng làm thực phẩm hỗ trợ phòng chống thoái hóa sụn khớp, chúng tôi tiến hành nghiên cứu sử dụng enzyme protease trong thủy phân sụn cá hồi tươi. Trong bài báo, nhóm tác giả tiếp tục công bố nghiên cứu về ảnh hưởng của tỷ lệ giữa enzyme alcalase và papain đến quá trình thủy phân sụn cá hồi bằng hỗn hợp enzyme alcalase-papain [8].

2. NGUYÊN VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên vật liệu chính

2.1.1. Sụn cá hồi

Đầu và xương cá hồi (*Salmon salar* (Linnaeus, 1758)) được thu mua tại Công ty TNHH Sài Gòn Food, KCN Vĩnh Lộc, Bình Chánh, TP.HCM. Đầu cá tươi có trọng lượng trung bình 0,3-0,5 kg/đầu. Sau thu mua, đóng gói vận chuyển về phòng thí nghiệm. Tại phòng thí nghiệm, tiến hành xử lý loại bỏ thịt, mô liên kết, làm sạch bằng nước nóng, xay nhỏ Ø2mm bằng máy xay, cấp đông và bảo quản đông ở -20 °C để dùng trong suốt quá trình nghiên cứu.



Hình 1a. Đầu cá hồi trước khi xử lý



Hình 1b. Sụn cá hồi thu được sau xử lý

2.1.2. Enzym alcalase: Enzym alcalase 2.4L thuộc nhóm enzyme serine endopeptidase có pH thích hợp trong khoảng 6-8, nhiệt độ thích hợp 30 - 65°C, hoạt tính 2,4AU/g được bảo quản ở 0-5°C.

2.1.3. Enzym papain: Papain có hoạt tính $\geq 2,0$ mAnsonU/mg (cơ chất hemoglobine, pH 6, nhiệt độ 35,5 °C). Ở dạng nhựa khô, papain không bị biến tính trong 3 giờ ở 100 °C, còn ở dạng dung dịch, papain bị mất hoạt tính sau 30 phút ở 82,5 °C. Papain có pH thích hợp 4,5- 8,5, dễ bị biến tính ở pH < 4,5 và ở pH >12.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Các phương pháp phân tích

- **Định lượng Nitơ axit amin (N_{aa})** [9]: theo TCVN 3708-1990 Thủy sản - Phương pháp xác định hàm lượng Nitơ amin.

- **Định lượng Nitơ ammoniac (N_{NH_3})** [9]: theo TCVN 3706-1990 Thủy sản - Phương pháp xác định hàm lượng Nitơ ammoniac.

- **Định lượng protein hòa tan theo phương pháp Lowry** [9]:

Nguyên tắc của phương pháp là các axit amin có vòng thơm, Tyr và Trp có mặt trong protein sẽ phản ứng với thuốc thử Folin-Ciocalteu tạo thành phức chất màu xanh đen có độ hấp thụ cực đại ở bước sóng 650 nm. Dựa vào đường chuẩn protein người ta có thể định lượng hàm lượng protein.

- **Xác định hàm lượng peptid** [1, 5, 10]: hàm lượng peptid được định lượng dựa vào đường chuẩn tyrosine. Lấy 1g mẫu thủy phân, cho thêm 9 mL nước cất sau đó khuấy đều trong khoảng 5 - 10 phút rồi ly tâm lấy dịch trong để xác định hàm lượng peptid như sau: lấy 2 ống nghiệm sạch 1 ống thí nghiệm và một ống đối chứng. Ống thí nghiệm: hút chính xác 2 mL dung dịch lọc ở trên cộng với 2 mL Trichloacetic acid (TCA) 20% để 30 phút rồi lọc qua giấy lọc thu dịch lọc. Lấy một ống nghiệm sạch cho vào 1 mL dịch lọc + 5 mL dung dịch Na_2CO_3 0,4 M lắc đều, rồi cho vào 1 mL Folin để 20 phút so màu ở bước sóng 660 nm. Ống đối chứng: lấy 1 mL dung dịch TCA 10% + 5 mL Na_2CO_3 0,4 M + 1 mL Folin để 20 phút đem so màu. Tính kết quả: dựa vào đường chuẩn để tính lượng tyrosin tương ứng.

Hàm lượng peptid được tính theo công thức:

$$\text{Peptid (mg/ml)} = \frac{\text{mg tyrosine}}{\text{ml mẫu}} * \text{độ pha loãng}$$

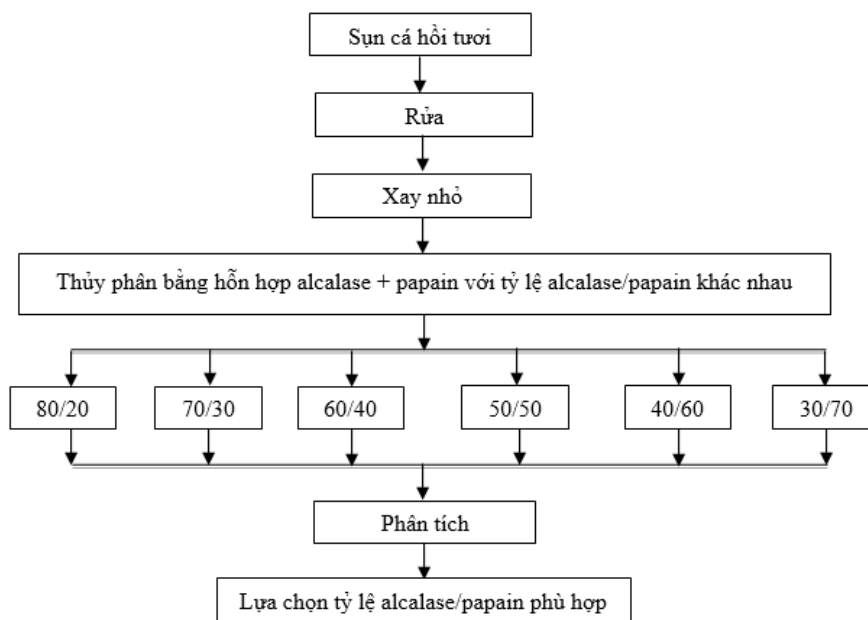
2.2.2. Phương pháp định lượng chondroitin sulfate (CS) bằng phương pháp so màu theo Farndale và cộng sự

Nguyên lý: Dựa trên sự thay đổi trong quang phổ hấp thụ của DMMB (1,9 Dimethylmethylene) khi tác dụng với chondroitin sulfate (glycosaminoglycan sulfate) ở bước sóng 525 nm. Dựa vào đường chuẩn của chondroitin sulfate A (gốc sulfate gắn ở vị trí C-4 (chondroitin-4-sulfate), CS4) với DMMB để xác định hàm lượng chondroitin sulfate. Phương pháp này có độ nhạy cao, có thể định tính và định lượng hàm lượng CS ở mức μg [10].

2.2.3. Bố trí thí nghiệm

Bố trí thí nghiệm để lựa chọn enzyme protease thủy phân sụn cá hồi được trình bày ở Hình 2.

Tiến hành 6 mẫu thí nghiệm thủy phân hỗn hợp sụn cá hồi bằng hỗn hợp enzyme alcalase+papain với tỷ lệ alcalase/papain khác nhau: mẫu 1: thủy phân bằng hỗn hợp enzyme alcalase và papain theo tỷ lệ 80/20, mẫu 2: 70/30, mẫu 3: 60/40, mẫu 4: 50/50, mẫu 5: 40/60 và mẫu 6: 30/70. Các mẫu thủy phân đều sử dụng 2 kg hỗn hợp sụn cá hồi, tỷ lệ hỗn hợp enzyme sử dụng là 0,4% và lượng nước bổ sung là 2 lít, pH thủy phân là pH tự nhiên của hỗn hợp sụn cá hồi (pH 6,8) và nhiệt độ thủy phân 55°C. Sau các khoảng thời gian: 0 giờ, 1 giờ, 2 giờ, 3 giờ, 4 giờ, 5 giờ và 6 giờ thủy phân, tiến hành lấy mẫu dịch thủy phân để đánh giá hàm lượng protein hòa tan, hàm lượng peptid, hàm lượng N_{aa} , N_{NH_3} và hàm lượng chondroitin sulfate tạo thành.



Hình 2. Sơ đồ thí nghiệm lựa chọn tỷ lệ alcalase/papain thích hợp cho thủy phân sụn cá hồi

2.3. Thiết bị và hóa chất

- Thiết bị: sử dụng các thiết bị hiện có tại Trung tâm Thí nghiệm Thực hành - Trường Đại học Nha Trang và Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP. HCM: Máy so màu UV-VIS DR6000 - Hach (Mỹ); Bể ổn nhiệt MEMMERT WNB14 - Đức, Máy ly tâm lạnh tốc độ cao HERMLE Z36HK - Đức, Hệ thống phân tích hàm lượng nito/protein theo phương pháp

Dumas (Đức), Bồn nước điều nhiệt Memmert WNB22 (Đức), nồi thủy phân dung tích 10 lít (Việt Nam),...

- Các hóa chất sử dụng trong thí nghiệm đều là hoá chất tinh khiết do hãng Merck - Đức cung cấp.

2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Mỗi thí nghiệm đều tiến hành lặp lại 3 lần độc lập và số liệu là kết quả trung bình của các lần thí nghiệm. Kiểm tra sự khác biệt giữa các số liệu thống kê bằng phần mềm Statgraphics Centurion XVII trial.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả phân tích một số thành phần cơ bản có trong sụn cá hồi tươi

Kết quả được thể hiện như Bảng 1 sau:

Bảng 1. kết quả phân tích một số chỉ tiêu hóa học cơ bản của sụn cá hồi

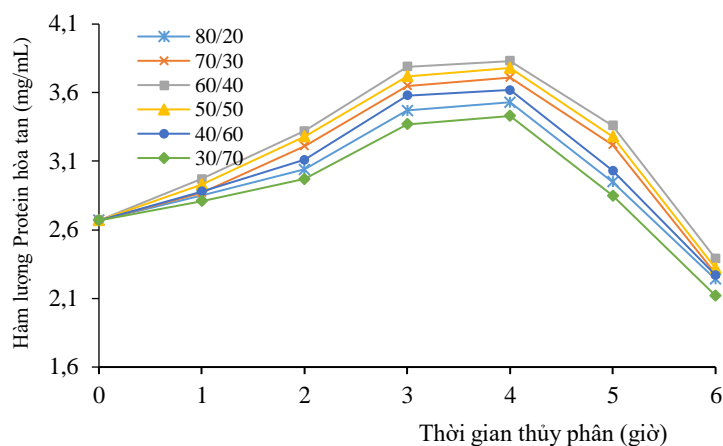
STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả
1	Hàm lượng peptid	mg/g	0,007
2	Hàm lượng nitơ tổng số	mg/g	2,640
3	Hàm lượng protein thô	mg/g	2,670
4	Hàm lượng chondroitin sulfate	mg/g	1,870
5	Hàm lượng N_{NH_3}	mg/g	0,396

Từ kết quả phân tích ở Bảng 1 cho thấy hỗn hợp sụn cá hồi có hàm lượng chondroitin sulfate cao tới 1,870 mg/g. Do vậy, sụn cá hồi rất thích hợp làm nguyên liệu cho quá trình thủy phân để thu dịch thủy phân chứa chondroitin sulfate với hàm lượng cao.

3.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ giữa alcalase/papain tới hàm lượng protein hòa tan

Hàm lượng protein hòa tan tạo thành trong tất cả các mẫu thủy phân sụn cá hồi bằng hỗn hợp alcalase-papain đều tăng nhưng mức độ tăng khác nhau tùy thuộc vào tỷ lệ alcalase/papain sử dụng trong thí nghiệm và thời gian lấy mẫu (Hình 3). Cụ thể, ở giai đoạn sau 1 giờ thủy phân, hàm lượng protein hòa tan của dịch thủy phân sụn cá hồi bằng hỗn hợp enzyme alcalase-papain với tỷ lệ alcalase/papain bằng 60/40 cao gấp 1,11 lần so với ban đầu và cao gấp tương ứng 1,06 lần; 1,07 lần; 1,10 lần; 1,08 lần và 1,05 lần so với hàm lượng protein hòa tan tạo thành ở mẫu thủy phân bằng enzyme hỗn hợp alcalase - papain theo tỷ lệ 80/20, 70/30, 50/50, 40/60 và 30/70. Ở thời điểm sau 4 giờ thủy phân, hàm lượng protein hòa tan của dịch thủy phân sụn cá hồi bằng hỗn hợp enzyme alcalase - papain với tỷ lệ alcalase/papain bằng 60/40 cao gấp 1,43 lần so với ban đầu và cao gấp tương ứng 1,32 lần; 1,39 lần, 1,42 lần; 1,36 lần và 1,28 lần so với hàm lượng protein hòa tan tạo thành ở mẫu thủy phân bằng hỗn hợp enzyme alcalase + papain với tỷ lệ alcalase/papain tương ứng là 80/20, 70/30, 50/50, 40/60 và 30/70. Tuy nhiên sau 4 giờ thủy phân hàm lượng protein hòa tan tạo thành có xu hướng giảm, có thể hàm lượng protein hòa tan tạo thành tiếp tục bị phân giải thành axit amin, nên hàm lượng protein hòa tan sẽ giảm. Điều này cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu của Đinh Hữu Đông về chondroitin sulfate thủy phân từ sụn cá mập bằng enzyme alcalase-papain [2, 3]. Kết quả này cho thấy hỗn hợp enzyme alcalase - papain với tỷ lệ alcalase/papain bằng 60/40 có khả

năng thủy phân hỗn hợp sụn cá hồi mạnh mẽ nhất so với thủy phân sụn cá hồi bằng hỗn hợp enzyme alcalase - papain với tỷ lệ alcalase/papain khác 60/40.



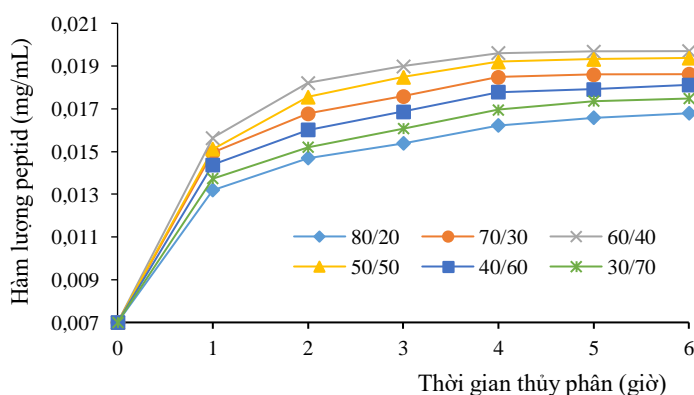
Hình 3. Ảnh hưởng của tỷ lệ alcalase/papain đến hàm lượng protein tạo thành trong dịch thủy phân sụn cá hồi

Kết quả nghiên cứu của chúng tôi cũng có những nét tương đồng với một số nghiên cứu đã công bố trước đây. Thủy phân protein sụn cá mập bằng enzyme protease cho rằng sử dụng hỗn hợp enzyme protease để thủy phân sụn cá mập sẽ tốt hơn một enzyme protease và quá trình thủy phân phụ thuộc vào tỷ lệ phối trộn giữa các enzyme thành phần [2, 3].

Xét theo khía cạnh hàm lượng protein hòa tan cao, sử dụng hỗn hợp enzyme alcalase - papain với tỷ lệ alcalase/papain bằng 60/40 để thủy phân sụn cá hồi sẽ tạo ra dịch thủy phân có chứa hàm lượng protein hòa tan cao hơn khi sử dụng hỗn hợp alcalase - papain với tỷ lệ alcalase/papain khác với tỷ lệ 60/40.

3.3. Ảnh hưởng của tỷ lệ giữa alcalase/papain tới hàm lượng peptid hòa tan

Theo thời gian thủy phân hàm lượng peptid tạo thành trong tất cả các mẫu thủy phân đều tăng và mức độ tăng cũng khác nhau tùy thuộc tỷ lệ giữa enzyme alcalase/papain (Hình 4).



Hình 4. Ảnh hưởng của tỷ lệ alcalase/papain đến hàm lượng peptid tạo thành trong dịch thủy phân vi sụn cá hồi

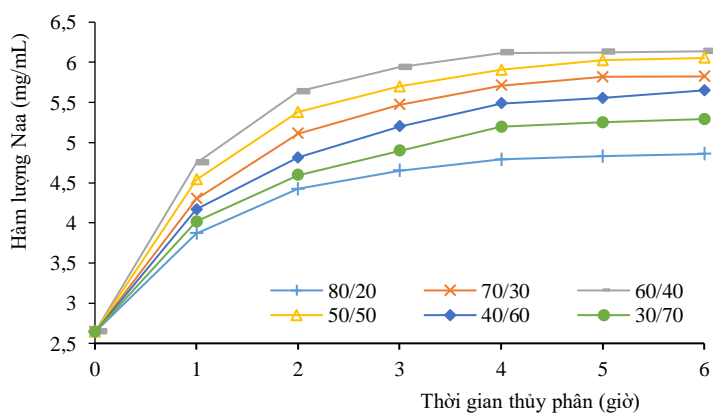
Trong đó, hàm lượng peptid của mẫu thủy phân hỗn hợp sụn cá hồi bằng hỗn hợp enzyme alcalase - papain với tỷ lệ enzyme alcalase/papain là 60/40 luôn tăng nhanh hơn theo thời gian thủy phân và tăng cao hơn so với các mẫu thủy phân khác. Cụ thể, sau 1 giờ thủy phân, hàm lượng peptid của mẫu thủy phân sử dụng hỗn hợp enzyme alcalase-papain theo tỷ lệ 60/40 cao

gấp 2,23 lần so với ban đầu và cao gấp tương ứng 1,89 lần; 2,14 lần; 2,16 lần; 2,05 lần và 1,96 lần so với hàm lượng peptid tạo thành ở mẫu thủy phân hỗn hợp sụn cá hồi bằng hỗn hợp enzyme alcalase-papain với tỷ lệ tương ứng là 80/20, 50/50, 40/60 và 30/70. Tương tự như vậy, sau 6 giờ thủy phân, hàm lượng peptid của mẫu thủy phân sử dụng hỗn hợp enzyme alcalase-papain theo tỷ lệ 60/40 cao gấp 2,81 lần so với ban đầu và cao gấp tương ứng 2,39 lần; 2,66 lần; 2,77 lần; 2,59 lần và 2,49 lần so với hàm lượng peptid tạo thành ở mẫu thủy phân hỗn hợp sụn cá hồi bằng hỗn hợp enzyme alcalase-papain với tỷ lệ tương ứng là 80/20, 50/50, 40/60 và 30/70.

Từ các phân tích ở trên cho thấy khi xét theo khía cạnh hàm lượng peptid tạo thành cao trong dịch thủy phân thì sử dụng hỗn hợp enzyme alcalase - papain với tỷ lệ alcalase so với papain là 60/40 là phù hợp.

3.4. Ảnh hưởng của tỷ lệ giữa alcalase/papain tới hàm lượng Naa

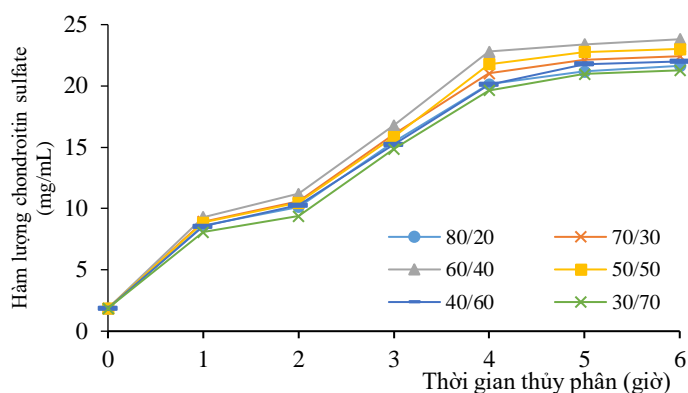
Theo thời gian thủy phân hàm lượng Naa tạo thành trong tất cả các mẫu thủy phân đều tăng và tùy thuộc vào tỷ lệ giữa enzyme alcalase/papain (Hình 5). Trong đó, hàm lượng Naa của mẫu thủy phân hỗn hợp sụn cá hồi bằng hỗn hợp enzyme alcalase - papain với tỷ lệ enzyme alcalase/papain là 60/40 luôn tăng nhanh hơn theo thời gian thủy phân và tăng cao hơn so với các mẫu thủy phân khác. Cụ thể, sau 1 giờ thủy phân, hàm lượng Naa của mẫu thủy phân sử dụng hỗn hợp enzyme alcalase+papain theo tỷ lệ 60/40 cao gấp 1,79 lần so với ban đầu và cao gấp tương ứng 1,46 lần; 1,63 lần; 1,72 lần; 1,58 lần và 1,52 lần so với hàm lượng Naa tạo thành ở mẫu thủy phân hỗn hợp sụn cá hồi bằng hỗn hợp enzyme alcalase-papain với tỷ lệ tương ứng là 80/20, 50/50, 40/60 và 30/70. Tương tự như vậy, sau 6 giờ thủy phân, hàm lượng Naa của mẫu thủy phân sử dụng hỗn hợp enzyme alcalase-papain theo tỷ lệ 60/40 cao gấp 2,33 lần so với ban đầu và cao gấp tương ứng 1,84 lần; 2,21 lần; 2,29 lần; 2,14 lần và 2,01 lần so với hàm lượng Naa tạo thành ở mẫu thủy phân hỗn hợp sụn cá hồi bằng hỗn hợp enzyme alcalase-papain với tỷ lệ tương ứng là 80/20, 50/50, 40/60 và 30/70.



Hình 5. Ảnh hưởng của tỷ lệ alcalase/papain đến hàm lượng Naa tạo thành trong dịch thủy phân sụn cá hồi

Từ những phân tích ở trên khi xét theo khía cạnh hàm lượng nitơ acid amin tạo thành cao thì sử dụng hỗn hợp enzyme alcalase - papain để thủy phân sụn cá hồi với tỷ lệ alcalase/papain là 60/40 thì hàm lượng nitơ acid amin tạo thành trong dịch thủy phân sụn cá hồi cao nhất và cao hơn các mẫu thí nghiệm khác.

3.5. Ảnh hưởng của tỷ lệ giữa alcalase/papain tới hàm lượng chondroitin sulfate tạo thành

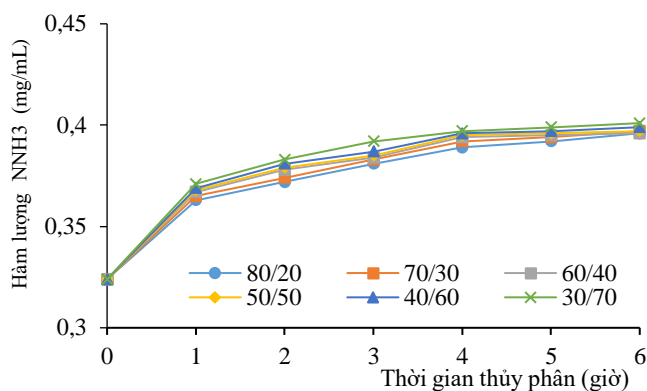


Hình 6. Ảnh hưởng của tỷ lệ alcalase/papain đến hàm lượng chondroitin sulfate tạo thành trong dịch thủy phân sụn cá hồi

Hàm lượng chondroitin sulfate của mẫu thủy phân hỗn hợp sụn cá hồi bằng hỗn hợp enzyme alcalase - papain với tỷ lệ enzyme alcalase/papain là 60/40 cũng luôn tăng nhanh hơn theo thời gian thủy phân và tăng cao hơn so với các mẫu thủy phân khác (Hình 6). Cụ thể, sau 1 giờ thủy phân, hàm lượng chondroitin sulfate của mẫu thủy phân sử dụng hỗn hợp enzyme alcalase-papain theo tỷ lệ 60/40 cao gấp 4,98 lần so với ban đầu và cao gấp tương ứng 4,60 lần; 4,79 lần; 4,74 lần; 4,57 lần và 4,32 lần so với hàm lượng chondroitin sulfate tạo thành ở mẫu thủy phân hỗn hợp sụn cá hồi bằng hỗn hợp enzyme alcalase-papain với tỷ lệ tương ứng là 80/20, 50/50, 40/60 và 30/70. Tương tự như vậy, sau 6 giờ thủy phân, hàm lượng chondroitin sulfate của mẫu thủy phân sử dụng hỗn hợp enzyme alcalase-papain theo tỷ lệ 60/40 cao gấp 12,73 lần so với ban đầu và cao gấp tương ứng 11,57 lần; 11,99 lần; 12,31 lần; 11,76 lần và 11,38 lần so với hàm lượng chondroitin sulfate tạo thành ở mẫu thủy phân hỗn hợp sụn cá hồi bằng hỗn hợp enzyme alcalase-papain với tỷ lệ tương ứng là 80/20, 50/50, 40/60 và 30/70.

Từ những phân tích ở trên khi xét theo khía cạnh hàm lượng chondroitin sulfate tạo thành cao thì sử dụng hỗn hợp enzyme alcalase - papain để thủy phân sụn cá hồi với tỷ lệ alcalase/papain là 60/40 thì hàm lượng chondroitin sulfate tạo thành trong dịch thủy phân sụn cá hồi cao nhất và cao hơn các mẫu thí nghiệm khác.

3.6. Ảnh hưởng của tỷ lệ giữa alcalase/papain tới hàm lượng N_{NH_3}



Hình 7. Ảnh hưởng của tỷ lệ alcalase/papain đến hàm lượng N_{NH_3} tạo thành trong dịch thủy phân vi sụn cá hồi

Hàm lượng N_{NH_3} tạo thành trong các mẫu thủy phân sụn cá hồi bằng hỗn hợp enzyme alcalase-papain đều tăng theo thời gian thủy phân nhưng mức độ tăng chậm và khác nhau

không nhiều (Hình 7). Cụ thể, sau 6 giờ thủy phân, các mẫu thủy phân sụn cá hồi bằng hỗn hợp enzyme alcalase - papain với tỷ lệ khác nhau: 80/20, 70/30, 60/40, 50/50, 40/60 và 30/70 đều có hàm lượng N_{NH_3} tăng trong khoảng từ 1,12-1,23 lần so với ban đầu và sự chênh lệch về hàm lượng N_{NH_3} giữa các mẫu thí nghiệm không có ý nghĩa thống kê.

4. KẾT LUẬN

Từ các kết quả nghiên cứu ở trên cho phép rút ra kết luận: tỷ lệ alcalase/papain trong hỗn hợp enzyme alcalase-papain thích hợp cho quá trình thủy phân sụn cá hồi là 60/40. Sau 4 giờ thủy phân sụn cá hồi bằng hỗn hợp enzyme alcalase-papain với nồng độ enzyme 0,4%, nhiệt độ thủy phân 55 °C, thủy phân ở pH tự nhiên (6,8), khối lượng mẫu 2 kg và tỷ lệ nước bổ sung 2 lít, dịch thủy phân có hàm lượng protein hòa tan, peptid, Naa, chondroitin sulfate và N_{NH_3} cao gấp 1,43 lần; 2,81 lần; 2,31 lần; 12,19 lần và 1,22 lần so với ban đầu.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được hỗ trợ bởi kinh phí từ đề tài “Nghiên cứu quy trình thủy phân thu dịch đậm chứa chondroitin sulfate (CS) từ sụn cá hồi bằng hỗn hợp enzyme alcalase - papain” số 29/HĐ-DCT ngày 05/01/2021 của Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP. Hồ Chí Minh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Kiều Anh, Nguyễn Hà Trung, Nguyễn Khách Hoàng Việt, Nguyễn Thị Hồng Loan, Phạm Kiên Cường - Nghiên cứu các điều kiện thủy phân phụ phẩm cá hồi nhằm thu nhận peptid mạch ngắn có hoạt tính oxi hóa. Tạp chí khoa học ĐHQG Hà Nội, số 1S, tập 33 (2017) 7-13.
2. Đinh Hữu Đông, Vũ Ngọc Bội, Nguyễn Thị Mỹ Trang - Ảnh hưởng của tỷ lệ giữa enzyme alcalase và papain đến quá trình thủy phân sụn cá mập (*Carcharhinus dussumieri*). Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, Số 387, Kỳ 12 (6.2020) 60-66.
3. Đinh Hữu Đông, Vũ Ngọc Bội, Nguyễn Thị Mỹ Trang - Tối ưu hóa quá trình thủy phân sụn cá mập (*Carcharhinus dussumieri*) bằng hỗn hợp enzyme alcalase-papain theo phương pháp mặt đáp ứng. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, Số 5, Kỳ 1 (2021) 65-73.
4. Bruyere O. & Reginster J. Y. - Glucosamine and chondroitin sulfate as therapeutic agents for knee and hip osteoarthritis. *Drugs Aging* 24 (7) (2007) 573-580.
5. Robert M. Lauder - Chondroitin sulfate: A complex molecule with potential impacts on a wide range of biological systems. *Complementary Therapies in Medicine* 17 (2009) 56-62.
6. Shil S.C., You S.J., Anb K. & Kang C.W. - Study on extraction of mucopolysaccharide-protein containing chondroitin sulfate from chicken keel cartilage. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 19 (4) (2006) 60-604.
7. Đinh Hữu Đông, Nguyễn Công Bình - Ảnh hưởng của thời gian thủy phân và loại enzyme đến quá trình thủy phân sụn cá hồi (*Salmon salar*) thu chondroitin sulfate bằng protease. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, Số 9, Kỳ 1 (5.2022) 72-79.
8. Trần Cảnh Đình và cộng sự - Nghiên cứu ứng dụng sản xuất thử nghiệm chondroitin và glucosamin từ nguyên liệu thủy sản, Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học thuộc chương trình CNSH -thủy sản, Viện Nghiên cứu Hải sản, Hải Phòng (2010).
9. Đặng Văn Hợp, Đỗ Minh Phụng, Vũ Ngọc Bội, Nguyễn Thuần Anh - Phân tích kiểm

- thực phẩm thủy sản. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội (2010).
10. Farndale W. R., Buttle D. J. & Barrett A. J. - Improved quantitation and discrimination of sulfated glycosaminoglycans by use of dimethylmethylene blue. *Biochim. Biophys. Acta.* **883** (1986) 173-177.
 11. Jayaraman J. - Laboratory manual in biochemistry, Wiley Eastern Limited (1998).
 12. Đặng Thị Thu, Lê Ngọc Tú, Tô Kim Anh, Phạm Thu Thủy, Nguyễn Xuân Sâm - Công nghệ enzyme. NXB Khoa học Kỹ thuật (2012).
 13. Viện Kiểm nghiệm Vệ sinh An toàn Thực phẩm Quốc gia - Phương pháp kiểm nghiệm chất lượng và an toàn thực phẩm, Tập 1. NXB Khoa học Kỹ thuật (2018).
 14. YakaNo T., Ikawa N., and Ozimak L. - An economical method to extract chondroitin sulphate-peptide from bovine nasal cartilage. *Canadian Agricultural Engineering* **42** (4) (2000) 205-208.

ABSTRACT

EFFECTS OF THE RATE OF ENZYME ALCALASE AND PAPAIN ON THE HYDROLYSIS OF SALMON CARTILAGE (*Salmon salar*)

Dinh Huu Dong*, Nguyen Cong Binh,
Tran Quoc Dam, Dang Xuan Cuong, Hoang Thai Ha
Ho Chi Minh City University of Food Industry
*Email: dongdh@hufi.edu.vn

This paper presents the results of the study on the effect of the ratio between enzyme alcalase and papain on the content of soluble protein, peptide, Naa, N_{NH_3} , and chondroitin sulfate formed in hydrolysing salmon cartilage (*Salmon salar*) by alcalase-papain mixture. The results showed that the suitable ratio of alcalase/papain in the mixture of alcalase-papain enzyme for salmon cartilage hydrolysis is 60/40. After 4 hours of salmon cartilage hydrolysis by alcalase-papain mixture at enzyme concentration of 0.4%, temperature of 55 °C, natural pH (6.8), sample weight of 2 kg and the addition of 2-liter water ratio, the hydrolyzate has the content of protein, peptide, Naa, chondroitin sulfate and N_{NH_3} higher than 1.43 times, 2.81 times, 2.31 times, 12.19 times and 1.22 times higher than the original.

Keywords: Mixture of alcalase-papain enzyme, protein, peptide, Naa, N_{NH_3} , chondroitin sulfate, salmon cartilage, hydrolysis.