

ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ THÔNG SỐ ĐẾN QUÁ TRÌNH SẤY PHUN DỊCH ĐẠM THỦY PHÂN TỪ VI SỤN CÁ MẬP (CARCHARHINUS DUSSUMIERI)

INFLUENCE OF SOME PARAMETERS ON THE SPRAY DRYING PROCESS OF SHARK CARTILAGE (CARCHARHINUS DUSSUMIERI) HYDROLYZATES

Vũ Ngọc Bội¹, Đinh Hữu Đông², Nguyễn Thị Mỹ Trang¹

¹Trường Đại học Nha Trang,

²Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP. Hồ Chí Minh.

Tác giả liên hệ: Vũ Ngọc Bội (Email: boivn@ntu.edu.vn)

Ngày nhận bài: 14/09/2020; Ngày phản biện thông qua: 16/09/2020; Ngày duyệt đăng: 22/09/2020

TÓM TẮT

Trong nội dung bài báo này, chúng tôi trình bày một phần kết quả nghiên cứu sấy phun tạo bột đạm chứa chondroitin sulphate từ dịch thủy phân sụn cá mập bằng enzyme protease. Kết quả nghiên cứu của chúng tôi cho thấy sụn cá mập tươi và dung dịch thủy phân từ sụn cá mập rất giàu năng lượng, khoáng chất, acid amin và chondroitin sulphate. Mặt khác, sụn cá mập tươi và dung dịch thủy phân từ sụn cá mập không chứa kim loại nặng. Nên sụn cá mập tươi và dịch thủy phân sụn cá mập rất thích hợp dùng làm thực phẩm và thực phẩm chức năng. Chúng tôi cũng xác định được các thông số thích hợp cho quá trình sấy phun tạo bột đạm chứa chondroitin sulphate từ dịch thủy phân sụn cá mập: chất mang là maltodextrin với tỷ lệ sử dụng 12%, nhiệt độ không khí buồng sấy là 80°C, áp suất khí nén là 2,5 bar và tốc độ bơm nhập liệu là 12 mL/phút, hiệu suất thu hồi chondroitin sulphate và bột đạm tương ứng đạt 86,44% và 78,25%, bột đạm thu được có độ ẩm 4,27%.

Từ khóa: sấy phun, maltodextrin, chondroitin sulphate, sụn cá mập, dịch thủy phân sụn cá mập, bột đạm.

ABSTRACT

In this article, a part of spray drying research results to form hydrolyzed protein - chondroitin sulphate powder from shark cartilage hydrolysate by protease enzyme was presented. Our results showed that fresh shark cartilage and shark cartilage hydrolysates were rich in energy, minerals, amino acids and chondroitin sulphate. On the other hand, fresh shark cartilage and the hydrolysis solution from shark cartilage were free of heavy metals. Therefore, they were very suitable for using in food and especially functional foods. The study also determined the appropriate parameters for the spray drying process to create a protein - chondroitin sulphate powder from shark cartilage hydrolysates: a suitable carrier was maltodextrin and the suitable maltodextrin rate was 12%, drying chamber air temperature was 80°C, suitable compressed air pressure is 2.5 bar and suitable inlet injection rate was 12 mL/min, efficiency of collecting chondroitin sulphate and protein powder reached respectively 86.44% and 78.25%. The protein - chondroitin sulphate powder had a moisture content of 4.27%.

Key words: Spray drying, maltodextrin, chondroitin sulfate, shark cartilage, hydrolysis.

I. MỞ ĐẦU

Chondroitin sulphate là thành phần đặc trưng của sụn cá mập. Trong sụn cá mập, chondroitin sulphate tồn tại ở dạng liên kết với protein bằng liên kết o-glycosid tạo thành một proteoglycan (PG) (glucoprotein) nên con người rất khó hấp thụ [1, 2, 3]. Chính vì thế, chúng tôi tiến hành thủy phân sụn cá mập bằng phương pháp sử

dụng enzyme protease để thu dịch thủy phân chứa chondroitin sulphate hòa tan và các chất tự nhiên từ sụn cá mập [3]. Chondroitin sulphate là thành phần cơ bản cấu tạo nên sụn khớp và cấu tạo nên các tổ chức sợi chun (gân, cơ, dây chằng...) giúp cho sự vận động linh hoạt và tính đàn hồi trong hoạt động khớp, tạo độ bền khi bị nén ép. Chondroitin sulphate làm

tăng sản xuất chất nhầy và khả năng bôi trơn của dịch khớp, đảm bảo sự vận động linh hoạt của khớp. Vì vậy, chondroitin sulphate được sử dụng làm thực phẩm chức năng hỗ trợ điều trị các bệnh lý về xương khớp và hạn chế quá trình thoái hoá khớp. Chondroitin sulphate còn có vai trò bảo vệ sụn khớp bằng cách ức chế các enzyme phá hủy sụn khớp như collagenase, phospholipase A2, N-acetylglucosaminidase. Ngoài ra, chondroitin sulphate cũng góp phần nuôi dưỡng và tái tạo các tế bào của giác mạc mắt [3]. Trong công nghệ thực phẩm, sấy phun là kỹ thuật tiên tiến dùng để sản xuất bột khô từ chất lỏng bằng cách làm khô nhanh chất lỏng dưới tác động của khí nóng. Ưu điểm của sấy phun là sau quá trình sấy thu được sản phẩm bột khô có chất lượng cao do có thể bảo tồn các chất dinh dưỡng tự nhiên có sẵn trong chất lỏng. Hiện sấy phun đã được ứng dụng trong sản xuất rất nhiều loại bột thực phẩm khác nhau, như sản xuất các loại bột hòa tan từ dịch chiết thực vật (dịch ép trái cây, rau, củ...), sản xuất các loại thuốc, ... [5 ÷10]. Do vậy, chúng tôi tiến hành nghiên cứu sấy phun tạo bột khô

chứa chondroitin sulphate và các chất tự nhiên thu được từ dịch thủy phân sụn cá mập nhằm định hướng ứng dụng làm thực phẩm hỗ trợ điều trị các bệnh xương khớp. Trong giới hạn của bài báo này, chúng tôi chỉ trình bày ảnh hưởng của một số thông số đến quá trình sấy phun tạo bột khô chứa chondroitin sulphate từ dịch thủy phân sụn cá mập.

II. NGUYÊN VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Nguyên vật liệu

1.1. Sụn cá mập

Cá mập trắng (*Carcharhinus dussumieri* (Muller & Henle, 1839)) được thu mua nguyên con tại các tàu khai thác tại vùng biển Khánh Hòa, cá có trọng lượng trung bình từ 20÷40kg và được khai thác trong giai đoạn từ tháng 1 ÷ 8 hàng năm. Sau thu mua, thu toàn bộ vây, sụn cá mập và vận chuyển về phòng thí nghiệm. Tại phòng thí nghiệm, tiến hành xử lý loại bỏ thịt, mô liên kết, làm sạch, cấp đông, thủy phân bằng hỗn hợp enzyme alcalase-papain thu dịch thủy phân và bảo quản đông ở $-20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ để dùng trong suốt quá trình nghiên cứu.



Hình 1. Hình ảnh về vi sụn cá mập (*Carcharhinus dussumieri*) và dịch thủy phân sụn cá mập bằng enzyme protease.

1.2. Phụ gia thực phẩm

Một số loại phụ gia thực phẩm dùng làm chất mang (chất trợ sấy): maltodextrin, gum arabic, saccharose là các phụ gia thực phẩm tinh khiết, đạt tiêu chuẩn sử dụng làm dược phẩm và thực phẩm do Merck - Đức cung cấp.

1.3. Enzyme alcalase

Enzym alcalase 2.4L là chế phẩm protease thương mại do hãng Novozyme - Đan Mạch cung cấp. Alcalase thuộc nhóm enzyme serine endopeptidase có các đặc tính kỹ thuật như sau: pH thích hợp trong khoảng 6.0 ÷ 8.0; nhiệt độ thích hợp 30 ÷ 65°C, hoạt tính 2,4AU/g được bảo quản ở 0 ÷ 5°C.

1.4. Enzym papain

Papain thương mại có hoạt tính $\geq 2,0$ mAnsonU/mg (cơ chất hemoglobine, pH 6, nhiệt độ 35,5°C) do Merck - Đức sản xuất. Papain là một enzyme chịu được nhiệt độ tương đối cao. 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. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Các phương pháp phân tích [4]:

* **Xác định hàm lượng khoáng tổng số:** theo phương pháp nung ở 550°C theo AOAC, 1990.

* **Xác định hàm độ ẩm:** theo phương pháp sấy ở 105°C của AOAC, 1990.

* **Xác định hàm lượng khoáng chất:** hàm lượng khoáng chất được định lượng theo kỹ thuật quang phổ hấp thụ nguyên tử.

* **Xác định hàm lượng acid amin:** hàm lượng acid amin được xác định theo phương pháp sắc ký lỏng cao áp.

* **Hiệu suất thu hồi sản phẩm của quá trình sấy phun:** hiệu suất thu hồi sản phẩm trong quá trình sấy phun được tính:

$$H = \frac{P_1}{P} * 100 (\%)$$

Trong đó H: hiệu suất (%), P1: tổng lượng chất khô có trong sản phẩm sau sấy, P: hàm lượng chất khô có trong dịch sấy phun.

2.2. Phương pháp xác định hàm lượng chondroitin sulphate (CS): hàm lượng chondroitin sulphate (CS) bằng phương pháp

so màu theo Farndale và cộng sự [1, 2, 3].

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

2.3. Bố trí thí nghiệm tổng quát

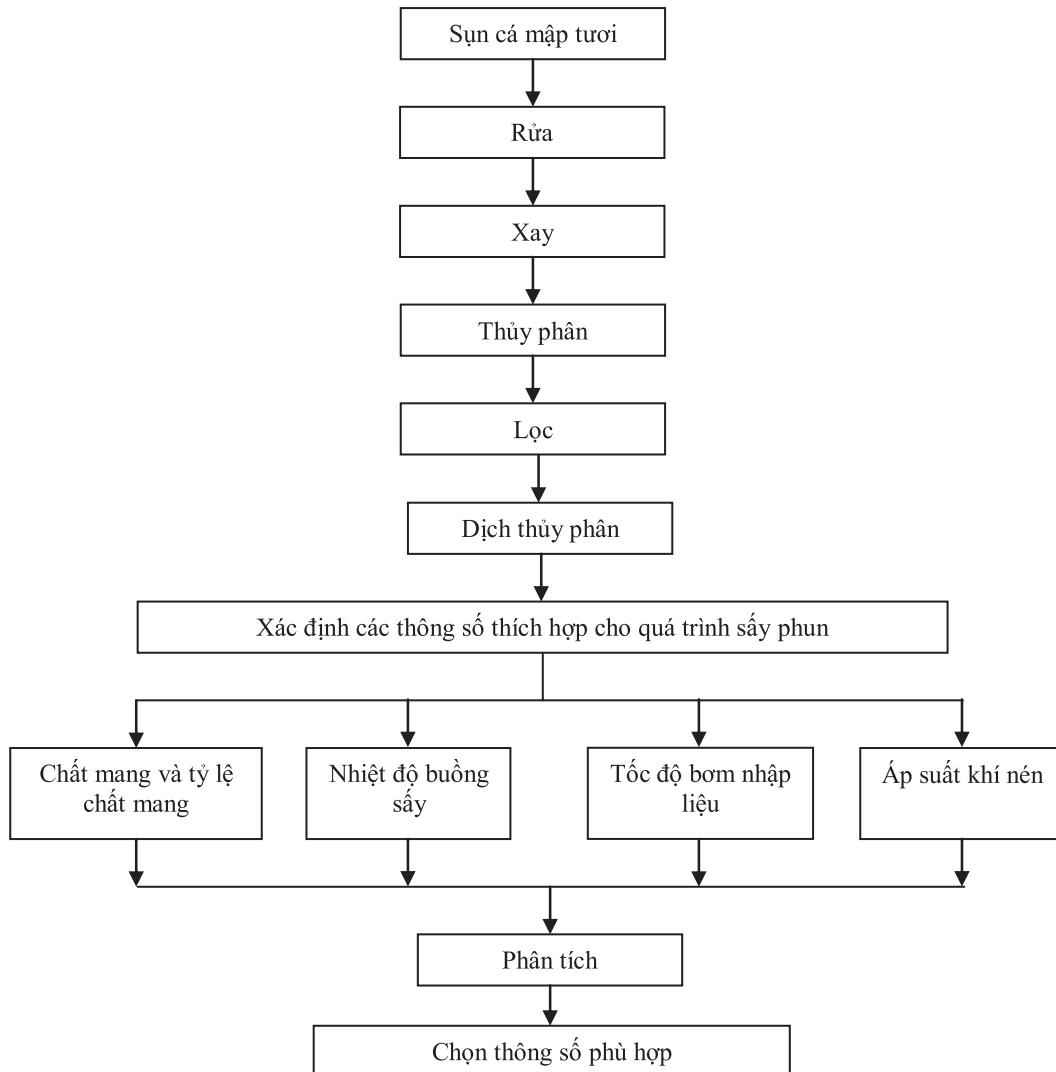
Để lựa chọn được các thông số thích hợp cho quá trình sấy phun, chúng tôi tiến hành bố trí thí nghiệm theo sơ đồ trình bày ở hình 2.

Vi sụn cá mập đã xử lý được rửa đông, rửa và xay nhỏ bằng máy xay. Sau đó, tiến hành thủy phân bằng hỗn hợp enzyme alcalase-papain theo các thông số đã công bố [1, 2]. Sau khi thủy phân, đun sôi 15 phút để vô hoạt enzyme và lọc thu dịch thủy phân sụn cá mập. Vi sụn cá mập và dịch thủy phân sẽ được lấy mẫu để phân tích tại Viện Pasteur Nha Trang và Viện An toàn Vệ sinh Thực phẩm Quốc gia. Dịch thủy phân sụn cá mập thu được sẽ dùng để nghiên cứu sấy phun tạo bột đậm thủy phân chứa chondroitin sulphate. Hiệu suất của quá trình sấy phun phụ thuộc và nhiều yếu tố như loại chất mang (chất trợ sấy) và tỷ lệ chất mang sử dụng, nhiệt độ buồng sấy, tốc độ bơm nhập liệu, áp suất khí nén. Do vậy, chúng tôi tiến hành khảo sát ảnh hưởng của các yếu tố trên đến hiệu suất thu hồi chondroitin sulphate, hiệu suất thu bột đậm và độ ẩm của bột đậm. Kết quả phân tích các thông số này sẽ là cơ sở để lựa chọn thông số thích hợp cho quá trình sấy phun.

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, bể ổn nhiệt Memmert WNB22 (Đức), nồi thủy phân dung tích 30 lít (Việt Nam),...



Hình 2. Sơ đồ bố trí thí nghiệm tổng quát.

Quá trình sấy phun được tiến hành trên hệ thống sấy phun Mobile Minor do hãng Niro (Đan Mạch) sản xuất. Năng suất sấy 1-7kg nước bốc hơi/giờ, tốc độ quay tối đa của đĩa phun sương là 31.000v/p, nhiệt độ tối đa của tác nhân sấy đầu vào là 350°C.

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

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.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

1. Kết quả phân tích một số thành phần hóa học của nguyên liệu và dịch thủy phân sụn cá mập

Tiến hành lấy mẫu sụn cá mập và dịch thủy phân sụn cá mập bằng hỗn hợp enzyme alcalase - papain để xác định một số thành phần hóa học như hàm lượng chondroitin sulphate, hàm lượng nitơ tổng số,... tại Viện Pasteur Nha Trang và Viện An toàn Vệ sinh Thực phẩm Quốc gia. Kết quả được trình bày ở bảng 1 và 2.

Bảng 1. Thành phần hóa học cơ bản của sụn cá mập

STT	Chỉ tiêu hóa học	Đơn vị	Kết quả	Phương pháp thử
1	Độ ẩm	%	80,00	H.HD.QT.001
2	Hàm lượng tro tổng số	g/100g	4,20	H.HD.QT.002
	Hàm lượng nitơ tổng số	g/100g	26,02	H.HD.QT.003
3	Hàm lượng chondroitin sulphate	mg/g	3,18	H.HD.QT.241

Bảng 2. Thành phần hóa học của dịch thủy phân sụn cá mập

STT	Chỉ tiêu hóa học	Đơn vị	Kết quả	Phương pháp thử
1	Hàm lượng nitơ tổng số	g/lít	7,460	TCVN 8133-1:2009
2	Năng lượng dinh dưỡng	Kcal/100ml	20,420	Ref.CAC/GL-2/1985 (Rev.1-1993)-FAO
3	Hàm lượng khoáng tổng số	g/lít	3,020	Codex stand 12 1981
4	Hàm lượng Magie	mg/lít	205,490	TCVN 6269:2008
5	Hàm lượng kẽm	mg/lít	7,630	TCVN 8126:2009
6	Hàm lượng sắt	mg/lít	4,780	TCVN 8126:2009
7	Hàm lượng Thủy ngân	mg/lít	Không phát hiện	TCVN 7993:2009
8	Hàm lượng Arsen	mg/lít	Không phát hiện	AOAC 986.15
9	Hàm lượng protein thô	g/lít	46,630	TCVN 3705:90
10	Hàm lượng Alanine	g/lít	2,617	AOAC 994.12 (2012)
11	Hàm lượng Arginine	g/lít	7,921	AOAC 994.12 (2012)
12	Hàm lượng Aspartic	g/lít	2,164	AOAC 994.12 (2012)
13	Hàm lượng Cysteine	g/lít	0,254	AOAC 994.12 (2012)
14	Hàm lượng Cystine	g/lít	0,469	AOAC 994.12 (2012)
15	Hàm lượng Glutamic	g/lít	3,102	AOAC 994.12 (2012)
16	Hàm lượng Glycine	g/lít	5,202	AOAC 994.12 (2012)
17	Hàm lượng Histidine	g/lít	0,221	AOAC 994.12 (2012)
18	Hàm lượng Isoleucine	g/lít	0,415	AOAC 994.12 (2012)
19	Hàm lượng Leucine	g/lít	3,680	AOAC 994.12 (2012)
20	Hàm lượng Lysine	g/lít	1,043	AOAC 994.12 (2012)
21	Hàm lượng Methionine	g/lít	0,994	AOAC 994.12 (2012)
22	Hàm lượng Phenylalanine	g/lít	0,653	AOAC 994.12 (2012)
23	Hàm lượng Tryptophane	g/lít	0,129	AOAC 994.12 (2012)
24	Hàm lượng Serine	g/lít	0,836	AOAC 994.12 (2012)
25	Hàm lượng Threonine	g/lít	1,009	AOAC 994.12 (2012)
26	Hàm lượng Tyrosine	g/lít	0,047	AOAC 994.12 (2012)
27	Hàm lượng Valine	g/lít	0,812	AOAC 994.12 (2012)
28	Hàm lượng Chondroitin sulphate	mg/ml	40,500	H.HD.QT.241

Từ kết quả phân tích ở bảng 1 và bảng 2 cho thấy sụn cá mập và dung dịch thủy phân từ sụn cá mập rất giàu chất dinh dưỡng, giàu acid amin và đặc biệt có hàm lượng chondroitin sulphate cao - đây chính là thành phần cơ bản cấu tạo nên sụn khớp và cấu tạo nên các tổ chức sợi chun (gân, cơ, dây chằng...) giúp cho sự vận động linh hoạt và tính đàn hồi trong hoạt động khớp.

2. Ảnh hưởng của một số thông số kỹ thuật đến quá trình sấy phun tạo bột đậm chứa chondroitin sulphate

2.1. Ảnh hưởng của chất mang

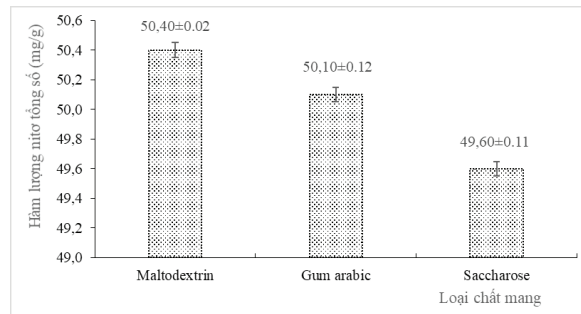
Tiến hành 3 thí nghiệm sấy phun tạo bột đậm thủy phân từ dịch thủy phân sụn cá mập

với các mang (chất trợ sấy) khác nhau: Mẫu 1: maltodextrin 10%, Mẫu 2: gum arabic 10%, Mẫu 3: saccharose 10%. Quá trình sấy phun thực hiện ở cùng điều kiện nhiệt độ sấy là 80°C, tốc độ bơm nhập liệu là 12ml/phút, áp suất khí nén là 2,5bar. Sau khi sấy phun thu được chế phẩm bột đậm và lấy mẫu xác định hàm lượng nitơ tổng, hàm lượng choindroitin sulfate, hiệu suất thu hồi sản phẩm. Kết quả được trình bày ở các hình 3÷5.

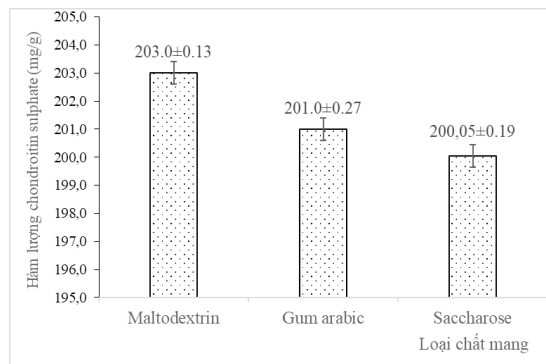
Từ các kết quả phân tích ở các hình 3÷5 cho thấy:

*** Về hàm lượng nitơ tổng số**

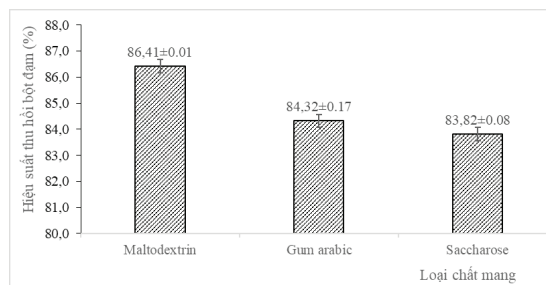
Kết quả phân tích cho thấy hàm lượng nitơ tổng của chế phẩm bột đậm thu được sau sấy



Hình 3. Ảnh hưởng của loại chất mang đến hàm lượng nitơ tổng của bột đậm.



Hình 4. Ảnh hưởng của loại chất mang đến hàm lượng chondroitin sulphate của bột đậm.



Hình 5. Ảnh hưởng của loại chất mang đến hiệu suất thu hồi bột đậm.

phun thay đổi phụ thuộc vào loại chất mang sử dụng nhưng mức độ chênh lệch không nhiều. Do vậy, các thí nghiệm tiếp theo sẽ không đưa thông số này vào đánh giá. Trong đó, hàm lượng nitơ tổng số của mẫu bột đạm sử dụng maltodextrin làm chất mang có hàm lượng nitơ tổng cao nhất và đạt mức $50,4 \pm 0,02\text{mg/g}$ bột. Trong khi đó, mẫu bột đạm sử dụng gum arabic và sacharose làm chất mang có hàm lượng nitơ tổng số thấp hơn một chút, đạt tương ứng là $50,1 \pm 0,12\text{mg/g}$ bột và $49,6 \pm 0,11\text{mg/g}$ bột (hình 3). Như vậy, mẫu bột đạm sử dụng saccharose làm chất mang có hàm lượng nitơ tổng số thu được thấp nhất. Sự khác biệt này có thể giải thích là do có sự khác nhau trong cấu trúc hóa học và đặc tính của của các chất mang (chất trợ sấy). Khi cho chất mang vào dịch thủy phân sụn cá mập, giữa chất mang và các chất có trong dịch thủy phân sụn cá mập như acid amin, khoáng, chondroitin sulphate,... sẽ hình thành các liên kết tạo thành phức hợp chất mang gắn kết, bao lấy các acid amin, khoáng, chondroitin sulphate,... giúp bảo vệ và hạn chế sự thất thoát của các chất này trong quá trình sấy phun. Kết quả này cũng phù hợp với nghiên cứu của Renata V. và cộng sự công bố năm 2010 khi nghiên cứu về quá trình sấy các chất có hoạt tính sinh học thu nhận từ thực vật [9].

Như vậy, maltodextrin là chất mang, gắn kết và bảo vệ các thành phần có trong dịch thủy phân sụn cá mập tốt nhất nên maltodextrin được lựa chọn làm chất mang dùng cho quá trình sấy phun tạo bột đạm - chondroitin sulphate từ dịch thủy phân sụn cá mập.

*** Về hàm lượng chondroitin sulphate (CS)**

Kết quả phân tích ở hình 4 cũng cho thấy mẫu bột đạm sử dụng maltodextrin làm chất mang có hàm lượng chondroitin sulphate cao hơn các mẫu khác. Như vậy, khi xét theo thứ tự giảm dần của hàm lượng chondroitin sulphate có trong bột đạm thu được sau sấy, thì thứ tự các chất mang có hiệu quả thu chondroitin sulphate cao dùng trong sấy phun dịch đạm thủy phân sụn cá mập được sắp xếp như sau: maltodextrin, gum arabic và saccharose (hình 4).

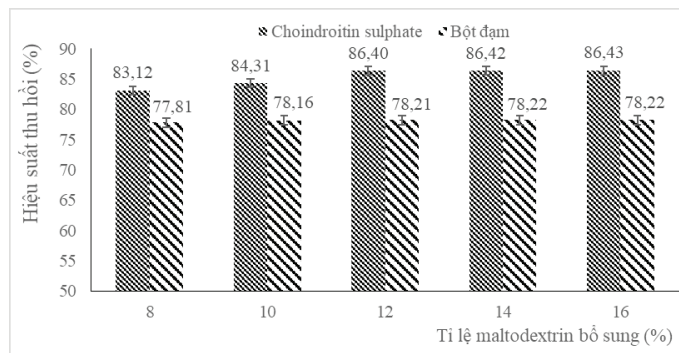
*** Về hiệu suất thu sản phẩm**

Kết quả phân tích ở hình 5 cũng cho thấy tương tự như kết quả phân tích về hàm lượng chondroitin sulphate và hàm lượng nitơ tổng số, mẫu sử dụng maltodextrin làm chất mang cũng có hiệu suất thu hồi sản phẩm cao nhất và đạt 86,41%.

Từ những phân tích ở trên cho thấy chất mang (chất trợ sấy) maltodextrin là hiệu quả nhất trong quá trình sấy phun thu bột đạm từ dịch thủy phân vi sụn cá mập.

2.2. Ảnh hưởng của tỉ lệ maltodextrin bổ sung

Tiến hành 5 mẫu thí nghiệm sấy phun dịch đạm thủy phân từ vi sụn cá mập với tỉ lệ maltodextrin bổ sung khác nhau: 8%, 10%, 12%, 14% và 16%. Các mẫu thí nghiệm đều sử dụng cùng một lượng dịch thủy phân là 1000ml, nhiệt độ không khí sấy 80°C ; áp suất buồng sấy là 2,5 bar; tốc độ nhập liệu là 12mL/ph. Sau khi sấy phun thu bột đạm và đánh giá hàm lượng choindroitin sulphate, hiệu suất thu hồi bột đạm. Kết quả phân tích được trình bày ở hình 6.



Hình 6. Ảnh hưởng của tỉ lệ bổ sung maltodextrin đến hiệu suất thu hồi choindroitin sulphate và bột đạm.

Kết quả phân tích trình bày ở hình 6 cho thấy ở cùng một chế độ sấy, tỷ lệ maltodextrin bổ sung có ảnh hưởng lớn đến hiệu suất thu hồi bột đậm và hàm lượng choindoitin sulphate (CS) có trong bột đậm. Cụ thể, khi tỷ lệ maltodextrin bổ sung tăng từ 8% lên 12%, thì hiệu suất thu hồi bột đậm tăng từ 77,81% lên 78,21% sau đó nếu tiếp tục tăng tỷ lệ maltodextrin bổ sung trên 12%, cụ thể lên 14% và 16% thì hiệu suất thu hồi bột đậm tăng không đáng kể và sự chênh lệch không có ý nghĩa thống kê. Tương tự như vậy, khi tỷ lệ maltodextrin bổ sung tăng từ 8% lên 12%, thì hiệu suất thu hồi choindoitin sulphate trong bột đậm tăng từ 83,12% lên 86,40%. Nhưng khi tăng tỷ lệ maltodextrin bổ sung trên 12% thì hiệu suất thu hồi choindoitin sulphate trong cũng tăng không đáng kể và sự chênh lệch cũng không có ý nghĩa thống kê.

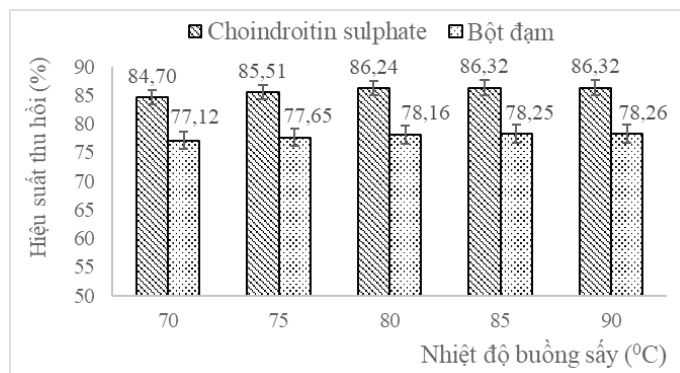
Từ các phân tích ở trên cho thấy tỷ lệ maltodextrin bổ sung 12% là thích hợp cho quá trình sấy phun thu bột đậm từ dịch thủy phân vi sụn cá mập.

2.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ không khí buồng sấy

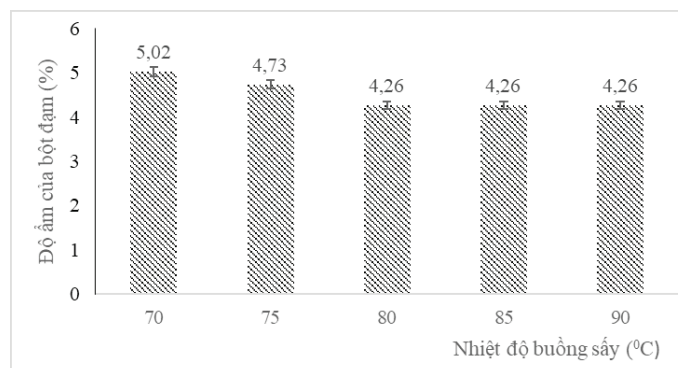
Tiến hành 5 mẫu thí nghiệm sấy phun tạo bột đậm từ dịch thủy phân vi sụn cá mập với nhiệt độ không khí của buồng sấy khác nhau: 70°C, 75°C, 80°C, 85°C và 90°C. Các mẫu đều sử dụng 1lít dịch thủy phân, tỉ lệ maltodextrin bổ sung 12%; áp suất sấy là 2,5 bar; tốc độ nhập liệu là 12mL/ph. Sau khi sấy phun thu bột đậm và đánh giá hàm lượng choindroitin sulphate, hiệu suất thu hồi bột đậm và độ ẩm. Kết quả phân tích được trình bày ở hình 7 và 8.

Từ kết quả phân tích ở hình 7 và 8 cho thấy:

* **Về hiệu suất thu hồi chondroitin sulphate và bột đậm:** kết quả phân tích cho thấy nhiệt độ buồng sấy có ảnh hưởng lớn đến hiệu suất thu hồi chondroitin sulphate và bột đậm (hình 7). Cụ thể, khi tăng nhiệt độ buồng sấy trong khoảng 70 ÷ 80°C, thì hiệu suất thu hồi chondroitin sulphate và bột đậm tăng tương ứng từ 84,70% và 77,12% khi nhiệt độ buồng sấy phun là 70°C lên tới 86,24% và 78,16% khi



Hình 7. Ảnh hưởng của nhiệt độ buồng sấy đến hiệu suất thu hồi chondroitin sulphate và bột đậm.



Hình 8. Ảnh hưởng của nhiệt độ buồng sấy đến độ ẩm của bột đậm sau sấy.

hiệu suất thu hồi chondroitin sulphate và bột đạm tăng không đáng kể và sự chênh lệch không có ý nghĩa thống kê.

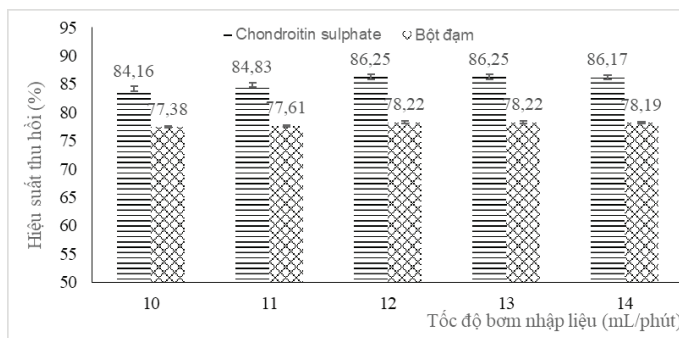
*** Về độ ẩm của bột đạm:** kết quả phân tích cũng cho thấy độ ẩm của bột đạm giảm theo chiều tăng của nhiệt độ trong buồng sấy. Chẳng hạn, khi tăng nhiệt độ buồng sấy trong khoảng 70 ÷ 80°C, thì độ ẩm của bột đạm giảm từ 5,02% khi nhiệt độ buồng sấy phun là 70°C xuống chỉ còn 4,26% khi nhiệt độ buồng sấy phun là 80°C. Sau đó nếu tiếp tục tăng nhiệt độ buồng sấy trên 80°C thì độ ẩm của mẫu bột đạm thu được không giảm và có xu thế giữ ổn định ở mức 4,26%. Kết quả này chứng tỏ khi nhiệt độ của buồng sấy phun đạt ≥ 80°C thì lượng nước tự do có trong dịch đậm đã bay hơi hết và nhiệt độ 80°C là nhiệt độ tối đa cần thiết để làm khô mẫu bột đạm. Hơn nữa khi nhiệt độ buồng sấy ≥ 80°C, mẫu bột đạm thu được có màu sắc sẫm hơn. Kết quả này được lý giải là: phản ứng sẫm màu là phản ứng giữa acid amin

và carbohydrat chịu ảnh hưởng lớn của nhiệt độ, nhiệt độ càng cao thì phản ứng sẫm màu càng mạnh. Hỗn hợp sấy phun có chứa cả hai thành phần trên nên khi nhiệt độ buồng sấy cao ≥ 80°C sẽ làm phản ứng sẫm màu xảy ra mạnh nên bột đạm bị sẫm màu.

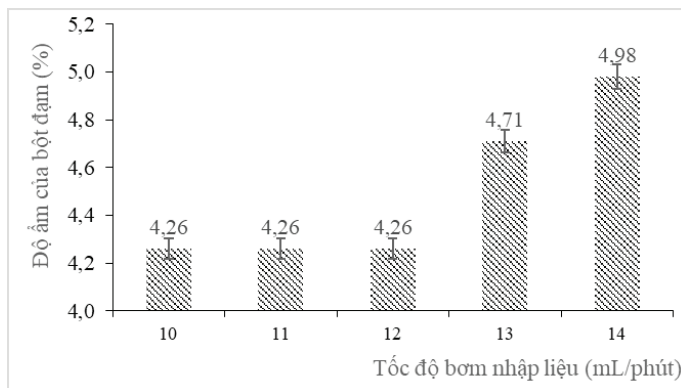
Từ những phân tích ở trên cho thấy nhiệt độ buồng sấy phun phù hợp với quá trình sấy phun tạo bột đạm chứa chondroitin sulphate từ dịch thủy phân sụn cá mập là 80°C. Do vậy, nhiệt độ 80°C được lựa chọn để điều chỉnh buồng sấy phun trong tạo bột đạm - chondroitin sulphate từ dịch thủy phân sụn cá mập.

2.4. Tốc độ bơm nhập liệu

Tiến hành 5 mẫu thí nghiệm sấy phun dịch đậm thủy phân từ vi sụn cá mập với tốc độ nhập liệu khác nhau: 10, 11, 12, 13 và 14 mL/phút. Các mẫu thí nghiệm đều sử dụng 1 lít dịch thủy phân, tỉ lệ maltodextrin bổ sung 12%, áp suất buồng sấy là 2,5 bar và nhiệt độ buồng sấy 80°C. Sau khi sấy phun, thu bột đạm và đánh giá hàm lượng chondroitin sulphate, hiệu suất



Hình 9. Ảnh hưởng của tốc độ bơm nhập liệu đến hiệu suất thu hồi chondroitin sulphate và bột đạm.



Hình 10. Ảnh hưởng của tốc độ bơm nhập liệu đến độ ẩm bột đạm sau sấy.

thu hồi bột đậm và độ ẩm. Kết quả phân tích được trình bày ở hình 9 và 10.

Từ kết quả phân tích ở hình 9 và 10 cho thấy:

* **Về hiệu suất thu hồi chondroitin sulphate và bột đậm:** kết quả phân tích cho thấy tốc độ bơm nhập liệu cũng có ảnh hưởng mạnh đến hiệu suất thu hồi chondroitin sulphate và bột đậm (hình 9). Cụ thể, khi tăng tốc độ bơm nhập liệu trong quá trình sấy phun dịch thủy phân vi sụn cá mập trong khoảng 10 ÷ 12mL/phút, thì hiệu suất thu hồi chondroitin sulphate và bột đậm tăng tương ứng từ 84,16% và 77,38% khi tốc độ bơm nhập liệu là 10mL/phút lên tới mức cực đại 86,25% và 78,22% khi tốc độ bơm nhập liệu là 12mL/phút. Sau đó nếu tiếp tục tăng tốc độ bơm nhập liệu > 12mL/phút thì hiệu suất thu hồi chondroitin sulphate và bột đậm không tăng và có xu thế giảm. Như vậy, nếu xét theo hiệu suất thu hồi chondroitin sulphate và bột đậm thì tốc độ bơm nhập liệu trong quá trình sấy phun dịch thủy phân vi sụn cá mập phù hợp là 12mL/phút.

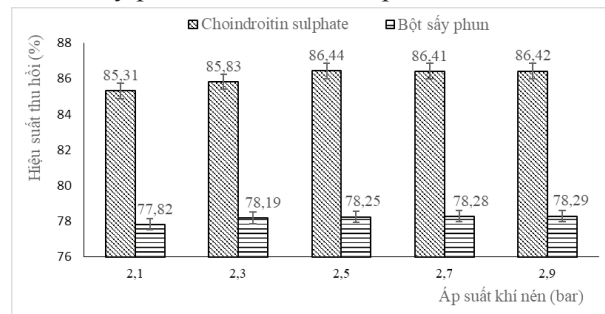
* **Về độ ẩm của bột đậm:** kết quả phân tích cũng cho thấy độ ẩm của bột đậm cũng thay đổi theo sự thay đổi của tốc độ bơm nhập liệu trong quá trình sấy phun dịch thủy phân vi sụn

cá mập (hình 10). Cụ thể, khi thay tốc độ bơm nhập liệu trong khoảng 10 ÷ 12mL/phút, thì độ ẩm của bột đậm sau sấy phun không thay đổi và ở mức 4,26%. Nhưng khi tăng tốc độ bơm nhập liệu > 12mL/phút thì độ ẩm của bột đậm thu được có xu thế tăng. Kết quả này chứng tỏ ở chế độ sấy phun dịch thủy phân vi sụn cá mập bổ sung maltodextrin theo tỉ lệ 12%, áp suất buồng sấy 2,5 bar và nhiệt độ buồng sấy 80°C thì tốc độ bơm nhập liệu > 12mL/phút là không phù hợp do tốc độ bơm nhập liệu lớn nên bột đậm không kịp khô vì thế độ ẩm của bột đậm tăng.

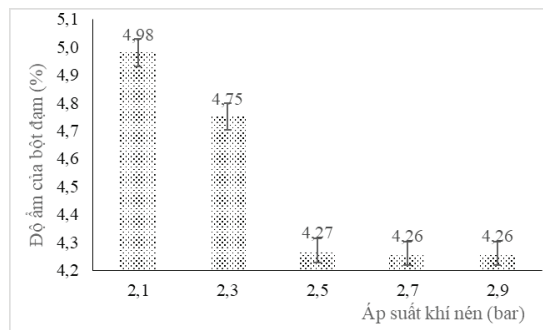
Từ những phân tích ở trên cho phép lựa chọn tốc độ bơm nhập liệu 12 mL/phút để sấy phun dịch thủy phân vi sụn cá mập.

2.5. Áp suất khí nén

Tiến hành 5 mẫu thí nghiệm sấy phun tạo bột đậm thủy phân chứa chondroitin sulphate từ dịch thủy phân vi sụn cá mập với áp suất khí nén khác nhau: 2,1bar; 2,3bar; 2,5bar; 2,7bar và 2,9bar. Các mẫu sấy đều sử dụng cùng 1lít dịch thủy phân vi sụn cá mập, tỉ lệ maltodextrin 12%, tốc độ nhập liệu 12mL/phút và nhiệt độ không khí sấy 80°C. Sau khi sấy phun, thu bột đậm và đánh giá hàm lượng chondroitin sulphate, hiệu suất thu hồi bột đậm và độ ẩm.



Hình 11. Ảnh hưởng của áp suất khí nén đến hiệu suất thu hồi chondroitin sulphate và bột đậm.



Hình 12. Ảnh hưởng của áp suất khí nén đến độ ẩm của bột đậm sau sấy.

Kết quả phân tích được trình bày ở hình hình 11 và 12.

Từ kết quả phân tích ở hình 11 và 12 cho thấy:

*** Về hiệu suất thu hồi chondroitin sulphate và bột đậm:** kết quả phân tích cho thấy áp suất khí nén cũng có ảnh hưởng đến hiệu suất thu hồi chondroitin sulphate và bột đậm (hình 11). Cụ thể, khi tăng áp suất khí nén trong quá trình sấy phun dịch thủy phân vi sụn cá mập trong khoảng 2,1 ÷ 2,5 bar, thì hiệu suất thu hồi chondroitin sulphate và bột đậm tăng trong ứng từ 85,31% và 77,82% khi áp suất khí nén là 2,1 bar lên tới mức cực đại 86,44% và 78,25% khi áp suất khí nén là 2,5 bar. Sau đó nếu tiếp tục tăng áp suất khí nén > 2,5 bar thì hiệu suất thu hồi chondroitin sulphate có xu thế giảm nhưng hiệu suất thu bột đậm có xu thế tăng chậm, nhưng mức độ giảm hoặc tăng không có ý nghĩa thống kê. Như vậy, tăng áp suất khí nén > 2,5 bar không làm thay đổi hiệu suất thu hồi chondroitin sulphate và bột đậm. Kết quả này chứng tỏ, áp suất khí nén 2,5 bar là phù hợp cho hiệu suất thu hồi chondroitin sulphate và bột đậm ở mức cao nhất.

*** Về độ ẩm của bột đậm:** kết quả phân tích cũng cho thấy tương tự: độ ẩm của bột đậm cũng thay đổi theo sự thay đổi của áp suất khí nén trong quá trình sấy phun dịch thủy phân vi sụn cá mập (hình 12). Cụ thể, khi thay đổi tốc độ bơm nhập liệu trong khoảng 2,1 ÷ 2,5 bar, thì độ ẩm của bột đậm sau sấy phun giảm từ 4,98% khi áp suất khí nén là 2,1 bar xuống mức 4,27% khi áp suất khí nén là 2,5 bar. Khi tiếp tục tăng áp suất khí nén > 2,5 bar thì độ ẩm của bột đậm thu được có xu thế giảm thấp hơn 4,27%, nhưng mức độ giảm không có ý nghĩa thống kê. Điều này có nghĩa là tăng áp suất khí nén > 2,5 bar không làm giảm độ ẩm của bột đậm xuống dưới mức 4,27%. Kết quả này

chứng tỏ, áp suất khí nén 2,5 bar là phù hợp và đảm bảo cho độ ẩm của bột đậm thấp nhất và đạt 4,27%. Kết quả nghiên cứu của chúng tôi cũng có những nét tương đồng với một số công bố về quá trình sấy phun dịch cô đặc chanh dây hay dịch cà chua đậm đặc của một số tác giả trên thế giới. Các nghiên cứu đều cho thấy áp suất khí nén từ 1,6 ÷ 3,0 bar là phù hợp [7, 9, 10].

Từ những phân tích ở trên cho thấy áp suất khí nén 2,5bar là phù hợp quá trình sấy phun dịch thủy phân vi sụn cá mập để thu bột đậm chứa chondroitin sulphate với hiệu suất thu chondroitin sulphate và bột đậm cao nhưng độ ẩm của bột đậm lại thấp nhất.

IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Từ các kết quả nghiên cứu ở trên cho phép rút ra một số kết luận sau:

1) Sụn cá mập tươi và dịch thủy phân sụn cá mập rất giàu năng lượng, khoáng chất, giàu acid amin và chondroitin sulphate. Mặt khác, sụn cá mập tươi và dung dịch thủy phân sụn cá mập không chứa kim loại nặng nên rất phù hợp làm thực phẩm và đặc biệt là thực phẩm chức năng.

2) Đã nghiên cứu và xác định được thông số thích hợp cho quá trình sấy phun tạo bột đậm chứa chondroitin sulphate từ dịch thủy phân sụn cá mập: chất trợ sấy là maltodextrin với tỷ lệ maltodextrin bổ sung là 12%, nhiệt độ không khí buồng sấy là 80°C, áp suất khí nén là 2,5 bar và tốc độ bơm nhập liệu là 12 mL/phút, hiệu suất thu hồi chondroitin sulphate và bột đậm tương ứng đạt 86,44% và 78,25%, bột đậm thu được có độ ẩm 4,27%.

Qua quá trình nghiên cứu chúng tôi đề xuất tiếp tục nghiên cứu hoàn thiện quá trình sấy phun tạo bột đậm chứa chondroitin sulphate từ dịch thủy phân sụn cá mập.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Đinh Hữu Đông, Vũ Ngọc Bội, Nguyễn Thị Mỹ Trang (2020). “Ảnh hưởng của thời gian thủy phân và loại enzyme đến quá trình thủy phân sụn cá mập (carcharhinus dussumieri) bằng protease”, *Tap chí Nông nghiệp*

và *Phát triển Nông thôn*, Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, Số 7, Kỳ 1.

2. Đinh Hữu Đông, Vũ Ngọc Bội, Nguyễn Thị Mỹ Trang (2020). “Ảnh hưởng của nồng độ enzyme và thời gian 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 12, Kỳ 1.

3. Trần Cảnh Đình và cộng sự (2010), *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 Hải sản, Hải phòng.

4. Đặng Văn Hợp, Đỗ Minh Phụng, Vũ Ngọc Bội, Nguyễn Thuần Anh (2010), *Phân tích kiểm nghiệm thực phẩm thủy sản*, Nxb. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

5. Nguyễn Thị Hồng Minh, Nguyễn Thị Thùy Ninh (2011), “Tối ưu hóa quá trình sấy phun dịch cà chua”, *Tạp chí Khoa học và Phát triển*, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội, Số 9(6), Tr. 1014 - 1020.

Tiếng Anh

6. Arun S., Iva Filkova (2002), *Handbook of Industrial Drying*, Volume 1, Part II: Industrial Spray Drying Systems, Denmark, p. 263-305.

7. Farndale W.R, Buttle D.J & Barrett A.J (1986), "Improved quantitation and discrimination of sulfated glycosaminoglycans by use of dimethylmethylene blue". *Biochim. Biophys. Acta.* 883: p. 173-177.

8. Jan Pisecky (2002), *Handbook of Industrial Drying*, Volume 1, Part III: Evaporation and Spray Drying in the Dairy Industry, Denmark, p. 715-743.

9. Renata V. Tonon, Catherine Brabet, Miriam D. Hubinger (2010), “Anthocyanin stability and antioxidant activity of spray dried açai (*Euterpe oleracea* Mart.) juice produced with different carrier agents”, *Food Research International*, 43, pp. 907-914.

10. Seda Ersus, Unal Yurdagel (2007), “Microencapsulation of anthocyanin pigments of black carrot (*Daucuscarota* L.) by spray drier”, *Journal of Food Engineering*, 80, pp. 805-812.