

KHẢO SÁT ẢNH HƯỞNG CỦA PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ ENZYME PECTINASE ĐẾN CHẤT LƯỢNG DỊCH TRÍCH LY TỪ QUẢ DÂU TẦM (*MORUS ALBA L.*)

EFFECT OF PECTINASE ENZYME TREATMENT CONDITIONS ON QUALITY OF MORUS ALBA L. FRUIT EXTRACT

Nguyễn Hoàng Thảo Ly¹, Lê Sĩ Ngọc¹, Nguyễn Minh Xuân Hồng²

¹ Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Nông nghiệp Công nghệ cao TP.HCM, Việt Nam

² Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM, Việt Nam

Ngày toà soạn nhận bài 11/10/2017, ngày phản biện đánh giá 18/10/2017, ngày chấp nhận đăng 01/11/2017.

TÓM TẮT

Nghiên cứu đã khảo sát ảnh hưởng của phương pháp xử lý enzyme pectinase đến chất lượng dịch trích ly từ quả dâu tằm (*Morus alba L.*). Dịch quả dâu tằm được xử lý với enzyme Pectinex (Novozyme) với những nồng độ khác nhau (0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8%) và ủ ở 45°C trong khoảng thời gian (1, 2, 3 giờ). Sau đó, hiệu suất trích ly và chất lượng dịch quả được so sánh với mẫu không được xử lý. Kết quả cho thấy mẫu được xử lý bằng enzyme Pectinex với nồng độ 0,6% trong 2 giờ cho hiệu suất trích ly tốt nhất (86,26%) so với phương pháp không xử lý (57,11%). Chất lượng dịch trích ly tốt hơn với hàm lượng đường tổng (9,59%), hàm lượng đường khử (1,77%) và hàm lượng polyphenol tổng (65,59mg GAE/g) cao hơn.

Từ khóa: dâu tằm; trích ly; enzyme; Pectinex; polyphenol.

ABSTRACT

This paper investigated the effect of pectinase enzyme treatment conditions on quality of *Morus alba L.* fruit extract. The white mulberry purée was treated with enzyme Pectinex (Novozyme) at different concentration (0; 0.2; 0.4; 0.6; 0.8%) and incubated at 45°C in different time periods (1, 2, 3 hours). The extraction efficiency and the quality of white mulberry fruit juice extract were evaluated and compared with the untreated one. The results showed that treatment with Pectinex enzyme at 0.6% concentration for 2 hours gave higher extraction efficiency (86.26%) than untreated one (57.11%). The quality of extracted juice was also better with higher total sugar content (9.59%), reducing sugar content (1.77%) and total polyphenol content (65.59 mg GAE/g).

Keywords: *Morus alba L.*; extract; enzyme; Pectinex; polyphenol.

1. MỞ ĐẦU

Dâu tằm có tên khoa học là *Morus alba L.* thuộc họ Moraceae được trồng phổ biến khắp nơi trên thế giới. Trong khi lá được dùng để nuôi tằm, quả dâu tằm là một loại trái cây được nhiều người ưa thích do có hương vị thơm ngon, mọng nước, nhiều thịt quả nhưng có năng lượng thấp (43 calo/ 100 g) [1]. Đây là một nguồn cung cấp nhiều chất sắt - một thành phần của hemoglobin giúp vận chuyển oxy trong cơ thể. Ngoài ra quả dâu tằm còn là nguồn cung cấp các khoáng

chất như kali, mangan, magiê giúp ổn định nhịp tim và huyết áp. Quả dâu tằm rất giàu vitamin nhóm B và vitamin K, niacin, riboflavin, acid folic, acid linoleic, acid palmitic, acid oleic đều là những thành phần có lợi cho sức khỏe của con người được sử dụng như một vị thuốc trị bệnh thiếu máu, suy nhược cơ thể, mệt mỏi, tăng cường hệ miễn dịch, giảm nguy cơ các bệnh tim mạch, ung thư, ... [1]. Theo Tổ chức Y tế Thế giới (WHO, 2004), quả dâu tằm còn là nguồn

cung cấp chất xơ hòa tan (inulin, fructooligosaccharide) và chất galactooligosaccharide giúp tăng lượng vi sinh vật có lợi cho đường ruột, hỗ trợ hệ tiêu hóa.

Trong những năm gần đây, polyphenol và flavonoid chiết xuất từ tự nhiên được quan tâm nhiều do có khả năng phòng ngừa các bệnh tim mạch và một số bệnh ung thư [2]. Quả dâu tằm chứa nhiều hợp chất polyphenol (25,7 mg GAE/g) và flavonoid (65,4 mg/g); trong đó thành phần polyphenol trong quả dâu tằm bao gồm umbelliferone (179,1 mg/g), acid chlorogenic(226,9 mg/g), kaempferol (5,8 mg/g), quercetin (15,2 mg/g), acid caffeic (17,2 mg/g) có tác dụng đáng kể trong việc kháng oxy hóa, làm giảm LDL, trì hoãn quá trình lão hóa và làm đẹp da[2].

Hiện nay, quả dâu tằm được chế biến chủ yếu dưới dạng rượu hoặc mứt dâu tằm. Trong khi đó, việc sản xuất bột dâu tằm còn hạn chế do khó khăn trong việc trích ly dịch quả. Ngoài phương pháp ép thông thường, việc xử lý enzyme đã được chứng minh là có hiệu quả làm gia tăng hiệu suất trích ly đối với một số loại trái cây. Do đó, nghiên cứu này đã khảo sát một số thông số kỹ thuật trong việc sử dụng enzyme để trích ly dịch quả dâu tằm trong quá trình sản xuất bột dâu tằm hòa tan.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu

Nghiên cứu sử dụng giống dâu tằm trắng (*Morus alba* L.) được trồng tại Lâm Đồng với đặc điểm là quả chín mọng, có màu tím đen toàn bề mặt quả. Sau khi đem về phòng thí nghiệm, quả được phân loại, bỏ cuống và các phần hư hỏng rồi rửa sạch. Quả dâu tằm được cho vào túi zipper mỗi túi chứa 1kg và được bảo quản lạnh đông ở -4°C ($\pm 1^{\circ}\text{C}$) trong suốt quá trình nghiên cứu để đảm bảo độ đồng nhất và chất lượng nguyên liệu đầu vào.

Enzyme Pectinex(Novozyme, Đan Mạch) có dạng lỏng màu nâu, hoạt động tốt trong khoảng pH 2 – 5, nhiệt độ 30 – 50 $^{\circ}\text{C}$.

Enzyme Pectinex là một phức hệ enzyme bao gồm pectintranseliminase, polygalacturonase, pectinesterase, hemicellulose, cellulase, ...

2.2. Hóa chất

Ethanol, phenol, H_2SO_4 , saccharose, DNS, NaOH, $\text{C}_4\text{H}_4\text{KNaO}_6$, Folin – Ciocalteu, Na_2CO_3 , acid gallic của hãng Merck, Mỹ.

2.3. Phương pháp

Thí nghiệm được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên (CRD) 2 yếu tố bao gồm 18 nghiệm thức và lặp lại 3 lần. Yếu tố 1 là nồng độ enzyme với 6 nghiệm thức là 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1%. Yếu tố 2 là thời gian xử lý enzyme với 3 nghiệm thức là 1, 2, 3 giờ.

Nguyên liệu sau khi rửa sạch được đem cân định lượng 1kg mỗi mẫu và xay nhuyễn bằng máy xay sinh tố. Sau đó, quá trình xử lý enzyme Pectinex được thực hiện ở 45°C với các nồng độ enzyme khác nhau trong các khoảng thời gian đã xác định. Dịch quả được thu hồi bằng phương pháp lọc chân không với kích thước lỗ lọc là 20 – 25 μm . Hiệu suất thu hồi dịch quả, hàm lượng đường tổng, đường khử và polyphenol tổng được xác định và so sánh để chọn ra thông số xử lý enzyme tốt nhất.

Hiệu suất trích ly dịch quả (%) = tổng lượng thể tích dịch quả sau khi lọc/ khối lượng nguyên liệu ban đầu.

Xác định hàm lượng đường tổng bằng phương pháp phenol (Dubois và ctv., 1956)

Xác định hàm lượng đường khử theo Miller (Miller, 1959)

Xác định hàm lượng polyphenol tổng bằng phương pháp Folin – Ciocalteu(Folin và Denis, 1915)

Xử lý số liệu: bằng phần mềm excel, JMP 10.0 ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Chất lượng nguyên liệu quả dâu tằm sử dụng đã được khảo sát và trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Chất lượng nguyên liệu quả dâu tằm sử dụng

Chỉ tiêu	Hàm lượng
Độ ẩm (%)	89,90 ± 0,10
Lượng chất rắn hòa tan (°Brix)	9,67 ± 0,12
Tro (%)	3,45 ± 0,07
Protein (%)	0,45 ± 0,05
Đường tổng (%)	5,37 ± 0,03
Đường khử (%)	0,51 ± 0,04
Polyphenol tổng (mg GAE/ g)	24,30 ± 0,06

Kết quả cho thấy quả dâu tằm có độ ẩm rất cao 89,9%. Hàm lượng tro đạt 3,45% chứng tỏ quả dâu tằm có chứa hàm lượng chất khoáng tốt cho sức khỏe. Akbulut và ctv. (2006) cũng đã xác định quả dâu tằm có hàm lượng khoáng cao gồm các loại khoáng chất như K, Ca, P, Mg, S, Na và Fe[3]. Hàm lượng đường tổng 5,37% thấp hơn so với tác giả Imran và ctv. (2013) 7,55%[4]. Hàm lượng protein 0,45% gần bằng với kết quả của Singhal và ctv. (2009) 0,5 – 1,4%[5]. Hàm lượng polyphenol tổng 24,30mg GAE/g thì cao hơn so với 0,103 mg GAE/g của tác giả Liu và ctv. (2009) và gần bằng 25,70 mg GAE/g trong nghiên cứu của Bea và Suh (2007) [6, 7].

Chất lượng quả dâu tằm thay đổi khác nhau do phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như giống, điều kiện môi trường, khí hậu, độ chín thu hái, ... Nhìn chung, quả dâu tằm chứa hàm lượng polyphenol khá cao – đây là hợp chất có hoạt tính kháng oxy hóa rất tốt cho sức khỏe. Do đó, quả dâu tằm là nguồn nguyên liệu thích hợp để sản xuất bột hòa tan uống liền, một sản phẩm tiện dụng bổ ích cho sức khỏe. Tuy nhiên, vì hàm lượng đường trong quả thấp nên cần phải bổ sung đường vào sản phẩm để tạo vị chua ngọt hài hòa cho sản phẩm.

3.1. Ảnh hưởng của phương pháp xử lý enzyme đến hiệu suất trích ly dịch quả

Bảng 2. Hiệu suất trích ly dịch quả (%) sau khi xử lý enzyme

Nồng độ enzyme (%) (Yếu tố A)	Thời gian thủy phân (giờ) (Yếu tố B)		
	1	2	3
0	40,61 ⁱ ± 1,47	57,11 ^f ± 1,26	57,15 ^f ± 0,53
0,2	47,02 ^h ± 1,56	65,08 ^d ± 1,33	66,49 ^d ± 0,49
0,4	53,39 ^g ± 2,28	73,54 ^c ± 1,47	74,52 ^c ± 1,22
0,6	60,12 ^e ± 2,64	86,26^b ± 1,92	88,15 ^{ab} ± 1,87
0,8	66,49 ^d ± 1,77	87,08 ^b ± 2,42	89,77 ^a ± 0,99
1	72,71 ^c ± 1,50	89,92 ^a ± 1,28	90,82 ^a ± 1,38
P _A	***		
P _B	***		
P _A *P _B	***		

*Chú thích: Trong cùng một bảng, các trị số có cùng ký tự đi kèm thì khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê. *** khác biệt rất có ý nghĩa (P < 0,001).*

Bảng 2 cho thấy hiệu suất trích ly tăng tỉ lệ thuận với nồng độ enzyme và thời gian xử lý. Dâu tằm được xử lý với enzyme Pectinex ở nồng độ 0,6% trong 2 giờ cho hiệu suất trích ly tốt nhất là 86,26%. Nồng độ enzyme và thời gian thủy phân có ảnh hưởng đồng thời đến hiệu suất trích ly và số liệu có ý nghĩa thống kê (P_A*P_B < 0,001).

Khi tăng nồng độ enzyme thì khả năng tiếp xúc của enzyme với cơ chất cũng tăng lên dẫn đến hiệu suất trích ly tăng. Tuy nhiên, khi tăng hàm lượng enzyme lên quá cao thì hiệu suất tăng thêm không nhiều và không có lợi về mặt kinh tế[8].

Phản ứng thủy phân xúc tác bởi enzyme cần có một khoảng thời gian tối thiểu để enzyme hoạt động. Việc kéo dài thời gian cho hoạt động thủy phân enzyme là cần thiết để tạo ra lượng dịch quả thu hồi nhiều. Ở thời gian thủy phân là 1 giờ, thời gian thủy phân ngắn, không đủ cho phản ứng thủy phân xảy ra hoàn toàn nên lượng dịch quả thu được khá

thấp, dao động trong khoảng 40,61–72,71%. Tuy nhiên, thời gian thủy phân quá dài (3 giờ) cũng không giúp trích ly lượng dịch quả nhiều hơn mà lại mất nhiều thời gian và dễ xảy ra nguy cơ lây nhiễm vi sinh vật.

Vì vậy, nồng độ thích hợp của enzyme pectinase để xử lý dịch quả là 0,6% trong khoảng thời gian là 2 giờ để đạt hiệu suất trích ly cao nhất.

3.2. Ảnh hưởng của phương pháp xử lý enzyme đến hàm lượng đường tổng

Bảng 3 cho thấy hàm lượng đường tổng của dịch trích từ quả dâu tằm tăng tỉ lệ thuận với nồng độ enzyme và thời gian xử lý.

Bảng 3. Hàm lượng đường tổng (%) trong dịch quả sau khi xử lý enzyme

Nồng độ enzyme (%) (Yếu tố A)	Thời gian thủy phân (giờ) (Yếu tố B)		
	1	2	3
0	5,49 ^f ± 1,39	5,63 ^q ± 1,83	5,78 ^p ± 1,83
0,2	5,92 ^o ± 1,17	6,07 ⁿ ± 2,35	6,22 ^m ± 1,19
0,4	6,84 ^l ± 2,13	7,40 ^k ± 1,62	8,38 ^j ± 1,99
0,6	9,09 ⁱ ± 1,45	9,59^f ± 1,92	9,81 ^e ± 1,23
0,8	9,20 ^h ± 1,76	9,48 ^g ± 1,37	9,86 ^d ± 0,51
1	10,02 ^c ± 1,39	10,14 ^b ± 2,07	10,20 ^a ± 1,10
P _A	***		
P _B	***		
P _A *P _B	***		

Chú thích: Trong cùng một bảng, các trị số có cùng ký tự đi kèm thì khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê. *** khác biệt rất có ý nghĩa ($P < 0,001$).

Hàm lượng đường tổng tăng khi tăng nồng độ enzyme Pectinex từ 0,2 đến 1% trong khoảng thời gian xử lý là 1 – 3 giờ. Khi được bổ sung vào dịch quả dâu tằm, enzyme sẽ phân cắt các thành phần cấu tạo nên thành tế bào, phá vỡ cấu trúc và từ đó giải phóng các thành phần bên trong như nước, các hợp chất màu, các hợp chất sinh học...[8].

Ngoài ra, enzyme sẽ tấn công làm gãy các liên kết như liên kết ester giữa phenol và polymer trên thành tế bào, do đó sẽ làm tăng dịch quả thoát ra môi trường bên ngoài[9]. Khi tăng nồng độ enzyme lên thì sự phá hủy thành tế bào càng tăng, do đó dịch quả và các thành phần khác thu được cũng nhiều hơn. Kết quả thu được cho thấy việc xử lý dâu tằm ở nồng độ enzyme 0,6% trong 2 giờ cho hàm lượng đường tổng (9,59%) đạt kết quả tốt nhất về mặt kinh tế và số liệu có ý nghĩa về mặt thống kê với $P < 0,001$.

3.3. Ảnh hưởng của phương pháp xử lý enzyme pectinase đến hàm lượng đường khử

Đường khử là một thành phần quan trọng ảnh hưởng đến giá trị cảm quan và sự chuyển hóa các chất dinh dưỡng trong quá trình chế biến thực phẩm. Nghiên cứu cho thấy hàm lượng đường khử của dịch trích từ quả dâu tằm cũng tăng tỉ lệ thuận với nồng độ enzyme và thời gian xử lý (Bảng 4).

Bảng 4. Hàm lượng đường khử (%) trong dịch quả sau khi xử lý enzyme

Nồng độ enzyme (%) (Yếu tố A)	Thời gian thủy phân (giờ) (Yếu tố B)		
	1	2	3
0	0,79 ^g ± 0,26	1,03 ^f ± 1,38	1,03 ^f ± 0,11
0,2	1,12 ^{ef} ± 0,22	1,21 ^e ± 0,20	1,38 ^d ± 0,15
0,4	1,19 ^e ± 0,49	1,48 ^{cd} ± 0,71	1,64 ^b ± 0,99
0,6	1,46 ^d ± 0,54	1,77^a ± 0,44	1,77 ^a ± 0,94
0,8	1,58 ^{bc} ± 1,21	1,76 ^a ± 0,47	1,83 ^a ± 0,38
1	1,61 ^b ± 0,21	1,75 ^a ± 0,38	1,85 ^a ± 0,69
P _A	***		
P _B	***		
P _A *P _B	*		

Chú thích: Trong cùng một bảng, các trị số có cùng ký tự đi kèm khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê. * khác biệt có ý nghĩa ($P < 0,05$), *** khác biệt rất có ý nghĩa ($P < 0,001$).

Hàm lượng đường khử tăng khi xử lý dịch quả với nồng độ enzyme tăng từ 0,4 đến 1% trong khoảng thời gian là 1 – 3 giờ, do sự phân giải các polysaccharide và oligosaccharide trong quả dâu tằm trong quá trình xử lý enzyme. Kết quả này tương tự như kết quả của tác giả Fang và ctv. (1986) [10]. Trong quá trình xử lý enzyme, các phân tử có mạch dài bị phân cắt kéo theo sự gia tăng các monosaccharide và oligosaccharide, vì vậy hàm lượng đường khử trong dịch trích ly sẽ gia tăng [11]. Phức hợp enzyme Pectinex bao gồm nhiều loại enzyme nên có thể tác động lên nhiều cơ chất và tạo ra nhiều đường khử. Kết quả cho thấy xử lý enzyme ở nồng độ 0,6% trong khoảng thời gian 2 giờ cho hàm lượng đường khử tốt nhất (1,77%) và số liệu có ý nghĩa về mặt thống kê $P_A < 0,001$, $P_B < 0,001$. Nếu tiếp tục tăng thời gian xử lý enzyme thì hàm lượng khử không biến đổi nhiều.

3.4. Ảnh hưởng của phương pháp xử lý enzyme pectinase đến hàm lượng polyphenol tổng

Hàm lượng polyphenol tổng trong dịch quả dâu tằm biến đổi khi xử lý hỗn hợp dâu tằm với những nồng độ enzyme và thời gian ủ khác nhau (Bảng 5).

Bảng 5. Hàm lượng polyphenol tổng (mg GAE/g) trong dịch quả sau khi xử lý enzyme

Nồng độ enzyme (%) (Yếu tố A)	Thời gian thủy phân (giờ) (Yếu tố B)		
	1	2	3
0	29,99 ^h ± 1,54	30,35 ^h ± 1,04	31,90 ^{gh} ± 0,37
0,2	32,90 ^{fg} ± 1,11	33,12 ^{fg} ± 1,42	34,77 ^f ± 1,37
0,4	41,71 ^e ± 1,31	44,79 ^{cd} ± 1,69	46,58 ^c ± 1,50
0,6	43,25 ^{de} ± 1,58	65,59^b± 1,56	66,87 ^{ab} ± 2,20
0,8	44,42 ^{cd} ± 0,98	66,92 ^{ab} ±0,84	67,74 ^{ab} ± 0,84
1	45,19 ^{cd} ± 1,16	67,20 ^{ab} ± 1,61	68,85 ^a ± 1,10

Nồng độ enzyme (%) (Yếu tố A)	Thời gian thủy phân (giờ) (Yếu tố B)		
	1	2	3
P _A	***		
P _B	***		
P _A *P _B	***		

Chú thích: Trong cùng một bảng, các trị số có cùng ký tự đi kèm khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê. *** khác biệt rất có ý nghĩa ($P < 0,001$).

Kết quả cho thấy, xử lý dịch dâu tằm ở nồng độ enzyme 0,6% trong 2 giờ thì hoạt chất kháng oxy hóa, cụ thể ở đây là polyphenol tổng, đạt kết quả tốt nhất (65,59 mg GAE/g), tăng so với mẫu không sử dụng enzyme (30,35 mg GAE/g). Enzyme Pectinex đã phân hủy các pectic tập trung chủ yếu ở thành và các phiến giữa tế bào thịt quả, giúp giải phóng các hợp chất polyphenol có trong tế bào chất [12]. Do đó, quá trình trích ly các hợp chất kháng oxy hóa của thịt quả được cải thiện. Khi tăng thời gian xử lý enzyme lên đến 2 giờ thì hàm lượng polyphenol tổng đạt 65,59 mg GAE/g và số liệu có ý nghĩa về mặt thống kê ($P_B < 0,001$). Nếu tiếp tục tăng thời gian xử lý enzyme thì hàm lượng polyphenol tổng không biến đổi nhiều.

Như vậy, nồng độ thích hợp của enzyme Pectinex để xử lý dịch quả là 0,6% trong khoảng thời gian là 2 giờ là tốt nhất để trích ly dịch quả cho hàm lượng polyphenol cao nhất.

4. KẾT LUẬN

Việc sử dụng enzyme Pectinex có ảnh hưởng đến hiệu suất trích ly cũng như chất lượng dịch quả dâu tằm. Nồng độ enzyme Pectinex thích hợp cho quá trình thủy phân dịch quả dâu tằm là 0,6% trong thời gian 2 giờ cho hiệu suất trích ly tốt nhất là 86,26%, hàm lượng đường tổng (9,59%), hàm lượng đường khử (1,77%) và hàm lượng polyphenol tổng (65,59%) tốt hơn so với mẫu không được xử lý.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] S. Ercisli and E. Orhan, Chemical composition of white (*Morus alba*), red (*Morus rubra*) and black (*M. nigra*) mulberry fruits, *Food Chemistry*, 103 (4), pp. 1380 – 1384, 2007.
- [2] S.H. Bea and H.J. Sun, Antioxidant activity of five different mulberry cultivars in Korea, *Food Science Technology*, 40, pp. 955 – 962, 2007.
- [3] M. Akbulut, C. Cekic and H. Coklar, *Determination of some chemical properties and mineral contents of different mulberry varieties. II*, In: Ulusal Üzümsü Sempozyumu, Eylül, pp. 14 – 16, 2006.
- [4] M. Imran, H. Khan, M. Shah, R. Khan and F. Khan, Chemical Composition and Antioxidant Activity of Certain Morus Species, *Journal of Zhejiang University Science B - Biomedicine & Biotechnology*, 11 (12), pp. 973 – 80, 2010.
- [5] B.K. Singhal, A. Dhar, M.A. Khan, B.B. Bindroo and R.K. Fotedar, Potential economic additions by mulberry fruits in sericulture industry, *Plant Horti Tech*, 9, pp. 47 – 51, 2009.
- [6] L.K. Liu, F.P. Chou, Y.C. Chen, C.C. Chyau, H.H. Ho and C.J. Wang, Effects of mulberry (*Morus alba* L.) extracts on lipid homeostasis in vitro and in vivo, *Journal Agriculture Food Chemistry*, 57 (16), pp. 5 – 11, 2009.
- [7] S.H. Bea and H.J. Sun, Antioxidant activity of five different mulberry cultivars in Korea, *Food Science Technology*, 40, pp. 955 – 962, 2007.
- [8] Lê Ngọc Tú, La Văn Chứ, Đặng Thị Thu, Nguyễn Thị Thịnh, Bùi Đức Hợi và Lê Doãn Diên, *Hóa sinh công nghiệp*, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật Hà Nội, 2004.
- [9] P.Manuel, Z.Beatriz and A.S.Meyer, Selective release of phenol from apple skin: mass transfer kinetics during solvent and enzyme assisted extraction, *Separation and Purification Technology*, 63, pp. 620 – 627, 2008.
- [10] T. Fang, H.E. Chen and L.M.J. Chiou, Effects of heat treatment and subsequent storage on the quality of passion fruit (*Passiflora edulis*) juice, *Paper presented on 19th Symposium of International Federation of Fruit Juice Producers*, Den Haag, Netherlands, 1986.
- [11] A.K. Landbo, K. Kaack and A.S. Meyer, Statistically designed two step response surface optimization of enzymatic prepress treatment to increase juice yield and lower turbidity of elderberry juice, *Innovative Food Science Emerging Technology*, 8, pp. 135 – 142, 2007.
- [12] X. Chen, F. Xu, W. Qin, L. Ma and Y. Zheng, Optimization of enzymatic clarification of green asparagus juice using response surface methodology, *Institute of Food Technologists*, 77 (6), 2012.

Tác giả chịu trách nhiệm bài viết:

Nguyễn Hoàng Thảo Ly

Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Nông nghiệp Công nghệ cao Tp.HCM

Email: thaolynguyenhoang@yahoo.com.vn