

NGHIÊN CỨU CHẾ BIẾN SI-RÔ BƯỞI CÓ CỒN

Nguyễn Công Hà¹, Đặng Thị Mỹ Tiên¹ và Lê Nguyễn Đoàn Duy¹

¹ Khoa Nông nghiệp & Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ

Thông tin chung:

Ngày nhận: 04/06/2014

Ngày chấp nhận: 28/08/2014

Title:

Study on alcoholic pomelo syrup processing

Từ khóa:

Vị đắng, enzyme β -glucosidase, lên men, si-rô bưởi, cảm quan

Keywords:

Bitter taste, β -glucosidase, fermentation, pomelo syrup, sensory

ABSTRACT

Diversification of pomelo product to enhance the economic value of this fruit using enzyme β -glucosidase for bitter taste control from the fruit was done. In addition, the experiments that find out the suitable recipe for processing such as bBrix degree, pectin and citric acid concentrations were also investigated. The results showed that when β -glucosidase was used at 1.4% for 40 minutes, the bitter taste of the product could be controlled well. Pomelo syrup product had good sensory evaluation when it was adjusted at 55°Bx, 2% pectin and 0.5% citric acid. The pasteurization regime at 85°C for 5 minutes could store the product well for 4 weeks at room temperature. The results indicated that β -glucosidase could be used to control bitter taste well during pomelo syrup processing.

TÓM TẮT

Với mục tiêu đa dạng hóa các sản phẩm từ quả bưởi để nâng cao giá trị kinh tế của chúng, nghiên cứu chế biến sản phẩm si-rô bưởi có cồn đã được thực hiện. Trong đó, khảo sát ảnh hưởng của nồng độ enzym β -glucosidase và thời gian thủy phân đến hiệu suất khử đắng của dịch bưởi sau khi lên men cũng như khảo sát tìm ra công thức phối chế (độ brix, pectin, acid citric) kết hợp với chế độ thanh trùng 85°C trong 5 phút đến giá trị cảm quan vị và khả năng giữ màu sắc của si-rô bưởi theo thời gian tồn trữ đã được thực hiện. Kết quả nghiên cứu cho thấy khi sử dụng 1,4% enzyme β -glucosidase kết hợp với thời gian thủy phân 40 phút cho hiệu quả khử vị đắng là cao nhất. Sản phẩm si-rô bưởi khi bổ sung đường ở 55°Bx cùng với nồng độ pectin 2% tạo cho sản phẩm trạng thái tốt nhất. Đồng thời, khi bổ sung acid citric ở nồng độ 0,5% sẽ tạo vị hài hòa cho sản phẩm và màu sắc của si-rô bưởi được duy trì trong suốt 4 tuần bảo quản ở nhiệt độ phòng. Kết quả đã chỉ ra rằng có thể sử dụng enzyme β -glucosidase để kiểm soát vị đắng trong chế biến chế phẩm si-rô bưởi lên men.

1 GIỚI THIỆU

Đồng bằng sông Cửu Long được thiên nhiên ưu đãi với nhiều loại trái cây nhiệt đới rất có giá trị. Trong đó, bưởi là loại trái cây được ưa chuộng và trồng phổ biến ở Đồng bằng sông Cửu Long nói riêng và cả nước nói chung. Cùng với sự tiến bộ của khoa học kỹ thuật, kỹ thuật trồng và chăm sóc

cây bưởi được nâng cao làm cho sản lượng bưởi hàng năm không ngừng tăng là dấu hiệu đáng mừng cho nhà vườn. Tuy nhiên, sản lượng bưởi tăng cao dẫn đến sự tồn đọng và hư hỏng vào mùa thu hoạch và khan hiếm sản phẩm lúc nghịch mùa. Vì vậy, cần phải có biện pháp bảo quản hay chế biến bưởi phù hợp và thị trường tiêu thụ ổn định để giúp nhà vườn yên tâm trồng trọt. Bên cạnh đó, giá

trị kinh tế của quả bưởi chưa thật sự được phát huy. Trên thị trường hiện nay của nước ta, bưởi chủ yếu được sử dụng để ăn tươi và chế biến các sản phẩm có giá trị kinh tế thấp như: nem bưởi, chè bưởi, các loại nước uống từ bưởi, một số ít được xuất khẩu ra thị trường ngoài nước. Mặt khác, bưởi là loại trái cây được rất nhiều người ưa thích bởi một số lợi ích như: làm giảm cholesterol trong máu, chống cao huyết áp, ngăn ngừa ung thư. Ngoài tép bưởi người ta còn sử dụng lá bưởi, hoa bưởi, củi bưởi, hạt bưởi thậm chí là vỏ xanh trong chế biến thực phẩm hay chữa bệnh. Tuy nhiên, trong quá trình chế biến các sản phẩm từ bưởi như nước ép bưởi, rượu vang bưởi, tinh dầu bưởi, nhà sản xuất thường phải đối mặt với nhiều vấn đề gây ra bởi vị đắng hiện có trong bưởi, điều này làm giảm giá trị cảm quan của sản phẩm. Trong quả, naringin (4',5,7-trihydroxyflavanone-7-rhamnoglucoside) như là một glycoside flavonoid, là thành phần đắng chính của một số loại trái cây họ cam quýt (Kimball, 1991). Các hợp chất gây đắng nhất hiện diện trong các loại nước họ cam quýt là naringin, limonin, và neohesperidin (Marwaha *et al.*, 1994).

Việc khử đắng của nước trái cây họ citrus là một quá trình quan trọng được sử dụng để kiểm soát chất lượng và nâng cao giá trị thương mại. Hầu hết các phương pháp công nghiệp để khử đắng các loại nước ép này là sử dụng công nghệ trao đổi ion (Kimball, 1987), phương pháp hóa học (Kefford, 1959), enzyme naringinase, β -glucosidase (Puri *et al.*, 2000), trích ly (Griffith, 1969) và hấp thụ (Caldini *et al.*, 1994). Trong số đó ngoại trừ phương pháp enzyme, những phương pháp còn lại tồn tại những hạn chế, chính vì vậy, nghiên cứu chế biến si-rô bưởi có cồn từ quá trình lên men có sử dụng enzyme β -glucosidase để xử lý chất đắng đã được thực hiện.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Phương pháp chuẩn bị mẫu

Lên men dịch bưởi và xử lý vị đắng bằng enzyme β -glucosidase

Bưởi sau khi được xử lý (gọt vỏ, loại hạt) sẽ được nghiền, lọc để thu được dịch quả. Dịch quả sẽ được phối chế với đường đến 12°Bx và điều chỉnh đến pH 4,2. Sau đó tiến hành thanh trùng bằng NaHSO₃ với hàm lượng 122mg/lít trong 60 phút để tiêu diệt vi sinh vật có trong dịch quả. Khi thanh trùng xong, bổ sung nấm men *Sacharomyces cerevisie* vào với tỉ lệ 0,04% (nấm men phải được hoạt hóa trước 30 phút trong nước ấm), khuấy đều và rót vào bình lên men, tiến hành lên men ở nhiệt

độ phòng trong 24 giờ. Sau khi lên men, tiến hành lọc, thanh trùng ở nhiệt độ 85°C thời gian 15 phút nhằm tiêu diệt các tế bào nấm men còn sót lại trong dịch lên men để tránh hiện tượng nấm men sẽ tiếp tục lên men khi bổ sung đường vào sản phẩm. Dịch bưởi sau lên men sẽ tiến hành khử vị đắng bằng enzyme β -glucosidase có hoạt tính 6 UI/1mg, enzyme sử dụng được pha với tỉ lệ 100mg/1ml. Sau đó tiến hành khảo sát ở 5 nồng độ (0,8 - 1,6%) với 3 mức độ thời gian (20 - 60 phút).

Chuẩn bị si-rô bưởi

Dịch bưởi sau khi lên men, khử đắng sẽ được bổ sung đường sucrose để đạt được độ khô với 3 mức độ 50, 55 và 60°Bx kết hợp với nồng độ pectin ở 3 mức độ 0,1; 0,2; 0,3%. Tiến hành đo độ nhớt các mẫu cũng như cho đánh giá cảm quan về màu sắc và vị của sản phẩm.

2.2 Phương pháp phân tích

Hàm lượng naringin

Hàm lượng naringin được xác định theo phương pháp của Davis (1947).

Xác định hiệu suất của quá trình thủy phân chất đắng

Hiệu suất của quá trình thủy phân được xác định dựa trên tỷ lệ % của lượng naringin được thủy phân và lượng naringin trước quá trình thủy phân. Công thức tính hiệu suất được thể hiện ở phương trình 1.

$$H (\%) = \frac{N}{N_0} \times 100 \quad (1)$$

H: *Hiệu suất quá trình thủy phân chất đắng (%)*

N: *Lượng naringin được thủy phân (ppm)*

N₀: *Lượng naringin ban đầu (trước khi thủy phân) (ppm)*

Xác định độ nhớt

Độ nhớt được xác định bằng máy đo nhớt kế DV-E Viscometer, spindle 60RPM, UK.

2.3 Phương pháp đánh giá cảm quan

Sản phẩm si-rô được đánh giá cảm quan về vị và màu sắc theo phương pháp cho điểm với thang điểm 5 tương ứng với mức độ chấp nhận về vị hoặc màu sắc tốt nhất. Hội đồng đánh giá cảm quan gồm 10 người được huấn luyện về phương pháp đánh giá cảm quan cho điểm.

2.4 Phân tích số liệu

Thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại, kết quả được phân tích thống kê, kiểm định LSD và vẽ đồ thị bằng chương trình Statgraphics version 15.0.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Khảo sát ảnh hưởng của nồng độ và thời gian thủy phân chất đắng naringin của dịch bưởi sau khi lên men bằng enzyme β -glucosidase

Naringin tồn tại trong vỏ, cùi và cả thịt quả gây nên vị đắng nhiều hay ít tùy thuộc vào hàm lượng Naringin có trong quả. Tuy vị đắng của naringin không gây hại cho sức khỏe người tiêu dùng nhưng nó làm giảm giá trị cảm quan cho sản phẩm, giảm

khả năng chấp nhận sản phẩm. Sản phẩm siro chứa hàm lượng đường tương đối cao ($\geq 50\%$) nhưng vị đắng chủ yếu do naringin vẫn tồn tại. Nồng độ naringin đo được trong dịch bưởi là 74,74 ppm gây nên vị đắng không được chấp nhận cho sản phẩm. Chính vì thế việc xử lý chất đắng để tăng giá trị cảm quan cho sản phẩm là cần thiết. Kết quả của việc khử đắng dịch bưởi lên men bằng enzyme β -glucosidase được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1: Hiệu suất thủy phân (%) chất đắng naringin bằng enzyme β -glucosidase của dịch bưởi sau khi lên men

Thời gian thủy phân (phút)	Nồng độ enzyme β -glucosidase (%)					Trung bình
	0,8	1	1,2	1,4	1,6	
20	40	48,39	56,76	74,28	62,48	56,382 ^b
40	46,85	53,12	61,71	79,28	70,48	62,288 ^a
60	44,2	45,52	46,67	65,15	61,23	52,554 ^b
Trung bình	43,68 ^d	49,01 ^{cd}	55,05 ^c	72,90 ^a		64,73 ^b

Ghi chú: các trung bình nghiệm thức đi kèm với các chữ giống nhau không có sự khác biệt trên cùng một cột hoặc một hàng với mức ý nghĩa 5%

Kết quả ở Bảng 1 cho thấy việc sử dụng chế phẩm β -glucosidase để khử vị đắng mang lại hiệu suất tương đối cao. Kết quả thống kê cho thấy, trong cùng khoảng thời gian thủy phân nồng độ enzyme càng cao thì cơ chất bị thủy phân nhiều làm tăng hiệu suất khử đắng, cụ thể là hiệu suất khử đắng tăng khi nồng độ enzyme tăng từ 0,8 ÷ 1,4%. Nhưng khi tăng nồng độ enzyme lên tới 1,6% thì hiệu suất thủy phân lại giảm xuống rõ rệt. Lúc này, hàm lượng naringin còn lại trong dịch quả rất ít tức là nồng độ cơ chất còn ít mà bổ sung nồng độ enzyme không tương ứng làm giảm hiệu quả thủy phân của enzyme. Theo Nguyễn Đức Lương (2003), khi tăng lượng enzyme sử dụng trong quá trình xử lý rau quả đến một giá trị xác định thì tốc độ phản ứng tăng. Nhưng khi tốc độ phản ứng đạt cực đại, cho dù có tăng hàm lượng enzyme thì tốc độ phản ứng hoàn toàn không có khả năng tăng theo do bổ sung nồng độ enzyme cao sẽ gây ra sự mất cân bằng giữa enzyme – cơ chất làm cho tốc độ phản ứng giảm.

Đối với phản ứng enzyme trong điều kiện cố định nồng độ enzyme, nhiệt độ, pH hiệu suất thủy phân của enzyme cũng bị chi phối bởi thời gian thủy phân, thời gian càng lâu thì sự tiếp xúc giữa enzyme và cơ chất càng nhiều làm tăng hiệu suất thủy phân, cụ thể khi thời gian thủy phân tăng từ 20 ÷ 40 phút thì hiệu suất thủy phân tăng lên rõ rệt. Tuy nhiên, khi kéo dài thời gian đến 60 phút thì hiệu suất thủy phân lại giảm xuống rõ rệt, đến thời điểm này thì cơ chất còn rất ít hoặc không còn thì thời gian thủy phân không còn ý nghĩa. Vì vậy, ở

nồng độ enzyme 1,4% với thời gian thủy phân 40 phút cho hiệu suất khử đắng tương đối cao được chọn để áp dụng trong quá trình chế biến sản phẩm.

3.2 Ảnh hưởng của độ Brix và nồng độ pectin đến trạng thái của sản phẩm

Kết quả sự khác nhau về độ nhớt giữa các mẫu được phối chế với độ Brix và nồng độ pectin khác nhau được thể hiện ở Bảng 2 và điểm đánh giá cảm quan giữa các mẫu ở Bảng 3. Từ bảng số liệu cho thấy độ nhớt tăng tỉ lệ thuận theo nồng độ pectin và độ Brix.

Bảng 2: Độ nhớt (cP) của các mẫu với tỉ lệ phối chế pectin và độ Brix khác nhau

Nồng độ pectin (%)	Độ Brix			Trung bình
	50	55	60	
0,1	23,08	30,00	48,80	33,96 ^c
0,2	35,75	43,12	60,93	46,60 ^b
0,3	49,15	53,18	70,93	57,76 ^a
Trung bình	35,99 ^c	42,1 ^b	60,22 ^a	

Qua kết quả thống kê cho thấy điểm cảm quan tăng khi độ Brix tăng lên, tuy nhiên ở độ Brix là 50 thì được đánh giá thấp, ở 55°Bx và 60°Bx được đánh giá cao hơn. Cụ thể là 3 mẫu 60°Bx, 0,3% pectin; 60°Bx, 0,2% pectin và 55°Bx, 0,2% pectin đều có điểm đánh giá cảm quan cao, trong đó mẫu có 55°Bx, 0,2% pectin lại có điểm cao nhất, đây là mẫu có tỉ lệ phối chế đường ít hơn nên mang lại giá trị kinh tế cao hơn. Do đó, nồng độ 55°Bx sẽ được chọn làm cơ sở cho các thí nghiệm sau. Đối với nồng độ pectin thì ở cùng nồng độ đường 55°Bx,

giá trị cảm quan của các mẫu có sự khác biệt rõ rệt, trong đó ở 0,2% có điểm cảm quan cao nhất. Tóm lại ở nồng độ pectin 0,2% và nồng độ đường 55°Bx cho điểm cảm quan về trạng thái cao nhất và có giá trị độ nhớt thích hợp không quá loãng cũng không quá sệt.

Bảng 3: Đánh giá cảm quan giữa các mẫu có nồng độ pectin và độ Brix khác nhau

Mẫu	Điểm cảm quan trung bình
55°Brix + 0,1% pectin	2,58 ^d
50°Brix + 0,2% pectin	2,66 ^d
55°Brix + 0,3% pectin	2,75 ^{bc}
60°Brix + 0,1% pectin	2,75 ^{bc}
50°Brix + 0,1% pectin	3,00 ^{abc}
50°Brix + 0,3% pectin	3,50 ^{ab}
60°Brix + 0,3% pectin	3,58 ^a
60°Brix + 0,2% pectin	3,66 ^a
55°Brix + 0,2% pectin	3,75 ^a

Ghi chú: các trung bình nghiệm thức đi kèm với các chữ giống nhau không có sự khác biệt trên cùng một cột với mức ý nghĩa 5%

Đặc tính của gel pectin mạnh hay yếu phụ thuộc vào mức độ este hóa. Pectin có độ methoxyl hóa cao được đưa vào trong thí nghiệm này là một trong những polysaccharides tạo gel quan trọng nhất trong thực phẩm. Pectin methoxyl cao sẽ tạo gel khi có sự hiện diện của các loại đường hoặc các hợp chất hoà tan (như đường, polyol, hoặc rượu monohydric) và tại pH đủ thấp (3,0 - 4,5) (Oakenfull và Scott, 1984). Trong phân tử pectin có mang điện tích âm nên chúng có khả năng đẩy lẫn nhau có khả năng làm giãn mạch và làm tăng độ nhớt của dung dịch. Đường có khả năng hút ẩm, vì vậy nó làm giảm mức độ hydrat hóa của phân tử pectin trong dung dịch. Ion H⁺ từ acid trong dịch quả trung hòa các gốc COO⁻, làm giảm độ tích điện của các phân tử. Vì vậy, các phân tử có thể tiến lại gần nhau để tạo thành liên kết nội phân tử và tạo độ nhớt cho dung dịch (Chinachoti, 1995). Vai trò của đường trong việc tạo đông là khử nước, giảm solvat hóa của các phân tử pectin, phụ thuộc vào số lượng và chất lượng pectin mà dùng lượng đường khác nhau. Lượng đường phải lớn hơn 50% thì mới có khả năng tạo độ nhớt cho dung dịch. Nếu hàm lượng đường cao quá có thể gây kết tinh đường trên bề mặt hạt keo hay trong hệ keo (Al-Ruqaie *et al.*, 1997). Dịch bưởi sau khi lên men có pH 3,94 và được phối chế thêm sucrose đã tạo điều

kiện thích hợp cho pectin có độ methoxyl hóa cao tạo gel.

3.3 Ảnh hưởng của nồng độ acid citric phối chế đến vị và màu sắc của si rô bưởi trong quá trình tồn trữ

Ảnh hưởng của nồng độ acid citric phối chế đến vị của sản phẩm

Vị của si rô là sự kết hợp hài hòa giữa vị ngọt của đường và vị chua của acid. Ở nồng độ đường cố định đã khảo sát và được chọn ở thí nghiệm trên là 55°Bx thì với tỉ lệ phối chế nồng độ acid khác nhau, kết quả đánh giá cảm quan về vị và màu sắc được thể hiện trong Bảng 4 và Hình 1.

Bảng 4 : Điểm đánh giá cảm quan về vị giữa các mẫu có tỉ lệ phối chế acid citric khác nhau

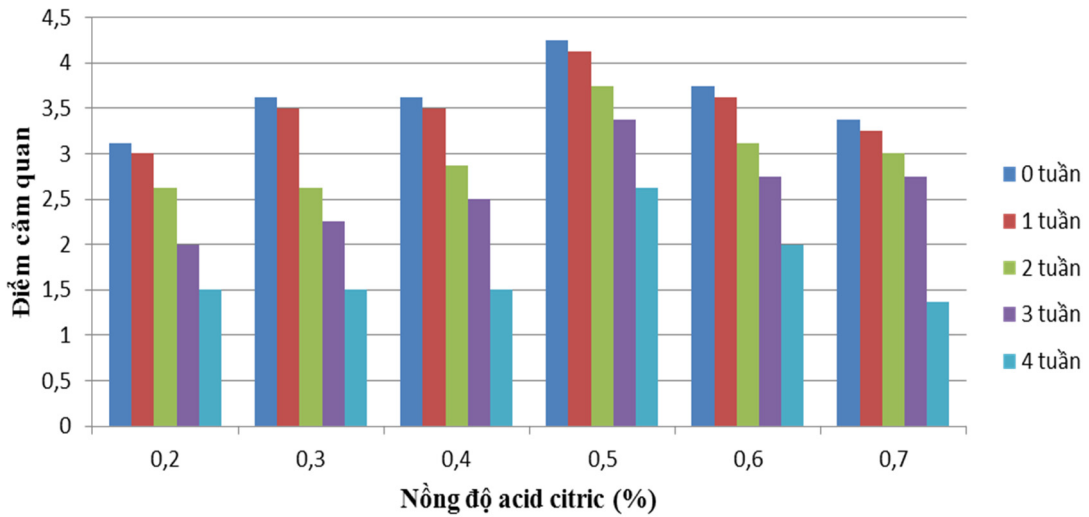
Nồng độ acid citric (%)	Điểm cảm quan trung bình
0,2	2,37 ^c
0,3	3,00 ^{bc}
0,4	3,12 ^b
0,5	4,12 ^a
0,6	3,50 ^{ab}
0,7	3,12 ^b

Ghi chú: các trung bình nghiệm thức đi kèm với các chữ giống nhau không có sự khác biệt trên cùng một cột với mức ý nghĩa 5%

Kết quả thống kê cho thấy với nồng độ acid phối chế tăng từ 0,2 ÷ 0,5% thì điểm cảm quan trung bình về vị sẽ tăng dần. Mức độ chấp nhận vị của sản phẩm cao nhất ở nồng độ 0,5% và khi vượt qua giới hạn này thì điểm cảm quan giảm dần. Điều này cho thấy quá rõ ràng, sản phẩm si-rô cần phải có vị chua ngọt hài hòa, sản phẩm ngọt nhưng không quá chua mới được chấp nhận cao.

Ảnh hưởng của tỉ lệ phối chế acid citric đến màu sắc của si-rô trong quá trình tồn trữ

Trong sản phẩm si-rô màu sắc là yếu tố quan trọng để đánh giá chất lượng và giá trị thương mại của sản phẩm. Sự ổn định màu của si-rô chịu tác động ở nhiều mặt, nó có thể bị ảnh hưởng bởi chính bản thân nguyên liệu, các tác nhân vật lý như ánh sáng, nhiệt độ và hóa học như pH, các chất tạo phức. Các yếu tố này ảnh hưởng đến sự ổn định màu, vì vậy cần chủ động trong việc lựa chọn nguyên liệu, tránh các tác hại của các tác nhân bên ngoài để giữ màu sắc của si-rô tốt nhất.



Hình 1: Đồ thị biểu hiện điểm cảm quan màu sắc si-rô theo thời gian tồn trữ khi xử lý ở các nồng độ acid citric khác nhau

Trong quá trình bảo quản si-rô, màu sắc được quan sát qua các tuần và so sánh giữa các nồng độ khác nhau. Sau khi chế biến, màu sắc của si-rô ít có sự khác biệt ở các nồng độ acid khác nhau. Mẫu có nồng độ acid 0,5% được đánh giá cao hơn và có sự khác biệt so với các mẫu còn lại. Sau 2 tuần bảo quản, màu sắc của si-rô không có sự khác biệt lớn, khi bảo quản đến tuần thứ 3 trở đi thì giá trị cảm quan về màu giảm xuống và khoảng cách chênh lệch giá trị ngày càng lớn. Kết quả ở Hình 1 đã cho thấy, đối với mẫu có nồng độ acid 0,5% vẫn được đánh giá cao hơn và có điểm cảm quan cao hơn các mẫu còn lại trong suốt quá trình tồn trữ. Như vậy, ở mẫu sử dụng 0,5% acid citric được đánh giá cao về vị cũng như về màu sắc.

4 KẾT LUẬN

Sau khi lên men, tiến hành khử vị đắng bằng enzyme β -glucosidase ở nồng độ 1,4% trong 40 phút sẽ cho hiệu quả khử đắng cao. Tiến hành phối chế nồng độ đường 55°Bx kết hợp với nồng độ pectin 0,2% cho kết quả điểm cảm quan cao nhất về trạng thái của sản phẩm. Si-rô bưởi có cồn được phối chế 0,5% acid citric cho điểm cảm quan về vị cao nhất và giữ được màu sắc của si-rô ở trạng thái tốt nhất ít nhất 4 tuần khi bảo quản ở nhiệt độ phòng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Al-Ruqaie, I.M., Al-Ruqaie, Kasapis, S.R.A, 1997. Structural properties of pectin-gelatin gels. Part II: effect of sucrose/glucose syrup. *Carbohydrates Polymers*, 34 , 309–321.
2. Caldini, C., Bonomi, F., Pifferi, P.G., Lanzarini, G and Galente, Y.M, 1994. Kinetic and immobilization studies on fungal glycosidase for aroma enhancement in wine. *Enzyme Microbiol. Technol.*16: 286–91.
3. Chinachoti, P, 1995. Carbohydrates: functionality in foods. *Am J Cliii Nutr*, 922s- 929s.
4. Davis, D.W, 1947. Determination of flavonones in citrus juice. *Anal. Chem.*19: 46-48.
5. David, O and Alan, S, 1984. Hydrophobic Interaction in the Gelation of High Methoxyl Pectins. *Journal of Food Science*, V49, Issue 4, 1093–1098.
6. Griffith, F.P,1969. Process for reactivating polyamides resins used in debittering citrus juice. *US Patent* 3,463,763.

7. Kefford, J.F,1959. The chemical constituents of citrus fruits. *Adv Food Res*;9:285.
8. Kimball, D.A, 1987. Debittering of citrus juices using supercritical carbon dioxide. *J. Food Sci.* 52: 481–482.
9. Kimball, D.A, 1991. *Citrus Processing: Quality Control Technology*. New York: Van Nostrand Reinhold.
10. Marwaha, S.S., M. Puri, M. Bhular and R.M. Kothari, 1994. Optimization of parameters for the hydrolysis of limonin for debittering of kinnow mandarin juice by *Rhodococcus fascians*. *Enz Microb Technol* 16:723–7255.
11. Nguyễn Đức Lượng, Cao Cường, 2003. *Thí nghiệm Công nghệ sinh học tập 1: Thí nghiệm Hóa Sinh học*. NXB Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.
12. Puri, M. and U.C. Banerjee, 2000. Production, purification and characterization of the debittering enzyme naringinase. *Biotechnol. Adv.* 18: 207-217.