

## KẾT HỢP $\alpha$ -1,4-GLUCAN-4-GLUCOHYDROLASE VÀ $\alpha$ -1,4-GLUCAN GLUCOHYDROLASE TRONG CHẾ BIẾN NƯỚC UỐNG TỪ KHOAI LANG TÍM

Dương Thị Phương Liên<sup>1</sup> và Nguyễn Nhật Minh Phương<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Khoa Nông nghiệp & Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ

### Thông tin chung:

Ngày nhận: 08/04/2014

Ngày chấp nhận: 30/10/2014

### Title:

Combination of  $\alpha$ -1,4-glucan-4-glucohydrolase and  $\alpha$ -1,4-glucan glucohydrolase into beverage production from purple sweet potato

### Từ khóa:

Khoai lang tím, thủy phân tinh bột, enzyme  $\alpha$ -1,4-glucan glucohydrolase, enzyme  $\alpha$ -1,4-glucan-4-glucohydrolase, nước uống rau quả

### Keywords:

Purple sweet potato, starch hydrolysis,  $\alpha$ -1,4-glucan-4-glucohydrolase,  $\alpha$ -1,4-glucan glucohydrolase, fruit and vegetable juice

### ABSTRACT

Purple sweet potato tubers were processed into beverage that was added with orange flavour. The factors affecting the starch hydrolysis were studied. They included time and temperature for the starch hydrolysis using  $\alpha$ -1,4-glucan-4-glucohydrolase following by  $\alpha$ -1,4-glucan glucohydrolase. The effect of the starch hydrolysis was evaluated by yield, Brix, reducing sugar and starch content. The optimum condition for starch hydrolysis by  $\alpha$ -1,4-glucan-4-glucohydrolase were at 90 °C for 60 minutes and at 60°C for 60 minutes for the action of  $\alpha$ -1,4-glucan glucohydrolase. To enhance the quality and the acceptability of the product, 0.5% of the orange flavour was added.

### TÓM TẮT

Khoai lang tím được chế biến thành nước uống bổ sung hương cam. Những yếu tố ảnh hưởng đến quá trình thủy phân tinh bột khoai lang đã được khảo sát. Chúng bao gồm nhiệt độ và thời gian thủy phân tinh bột bằng enzyme  $\alpha$ -1,4-glucan-4-glucohydrolase nối tiếp bằng enzyme  $\alpha$ -1,4-glucan glucohydrolase. Hiệu quả của quá trình thủy phân tinh bột được đánh giá thông qua hiệu suất thu hồi, độ Brix, hàm lượng đường khử và hàm lượng tinh bột sau thủy phân. Hiệu quả quá trình thủy phân tinh bột tối ưu tương ứng với nhiệt độ 90°C trong thời gian 60 phút cho hoạt động của  $\alpha$ -1,4-glucan-4-glucohydrolase và với nhiệt độ 60°C trong thời gian 60 phút cho hoạt động của  $\alpha$ -1,4-glucan glucohydrolase. Sản phẩm bổ sung 0,5% hương cam cho giá trị cảm quan tốt và khả năng chấp nhận cao.

## 1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Khoai lang (*Ipomoea batatas L.*) giống ruột tím đã được phát triển ở nhiều quốc gia để đáp ứng yêu cầu ngày càng tăng trong thị trường thực phẩm tốt cho sức khỏe. Khoai lang tím, như giống Yamagawamurasaki và Ayamurasaki đã phát triển ở Nhật Bản và được sử dụng trong một loạt các sản phẩm chế biến như chất tạo màu thực phẩm tự nhiên cho các loại nước ép, bánh mì, mì, mứt, bánh kẹo, và đồ uống lên men (Suda *et al.*, 2003; Yamakawa và Yoshimoto, 2002). Nghiên cứu gần đây về đặc tính dinh dưỡng của khoai lang tím đã cho thấy chiết xuất anthocyanin có khả năng bảo vệ

cơ thể chống lại bệnh rối loạn chức năng gan, tăng huyết áp, rối loạn thị giác và nhiễm vi sinh, đồng thời anthocyanin cũng được chứng minh là có đặc tính chống viêm (Kwak *et al.*, 2010; Wang *et al.*, 2010), kháng khuẩn, kháng tia cực tím, bảo vệ và làm giảm nguy cơ suy giảm trí nhớ (Suda *et al.*, 2003; Wu *et al.*, 2008). Khoai lang tím chứa một lượng lớn anthocyanin, khoảng 802-1747 mg/kg trọng lượng tươi (Steed & Trường, 2008), vì vậy khoai lang tím là một nguồn nguyên liệu chế biến thực phẩm tốt cung cấp chất màu anthocyanin. Ngày nay công nghệ chế biến đã được phát triển, người ta nghiên cứu chế biến khoai lang tím thành

dạng pure đông lạnh và tiệt trùng để sử dụng cho các thực phẩm khác nhau (Steed và Truong, 2008; Steed *et al.*, 2008). Ngoài ra, khoai lang tím cũng có thể được nghiên cứu chế biến thành các sản phẩm thực phẩm sử dụng trực tiếp. Theo Yoshimoto (2001), Islam và Jalaluddin (2004), khoai lang được sử dụng cho đồ uống, bột, nước uống có cồn và chất màu tự nhiên.

Tiêu thụ đồ uống không gas đã trở nên ngày càng quan trọng. Nhu cầu đối với các loại đồ uống chủ yếu dựa vào giá trị dinh dưỡng, hương vị và màu sắc (McLellan, 1990). Coggins *et al.* (2003) báo cáo rằng nước ép khoai lang có thể được tiêu thụ như nước giải khát hoặc kết hợp với các loại nước khác để tạo thành một loạt các nước trái cây pha. Việc sử dụng khoai lang để chế biến nước giải khát sẽ là một lựa chọn khả thi cho thị trường nước giải khát. Mục tiêu của phần nghiên cứu này là sử dụng kết hợp enzyme  $\alpha$ -1,4-glucan-4-glucohydrolase và  $\alpha$ -1,4-glucan glucohydrolase để chế biến nước uống khoai lang tím bổ sung hương cam.

**2 VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP**

**2.1 Chuẩn bị nguyên liệu**

Khoai lang tím (*Ipomoea batatas L.*) loại củ có khối lượng khoảng 100–500g, được cung cấp từ huyện Bình Tân, tỉnh Vĩnh Long.

**2.2 Phương pháp thí nghiệm**

**2.2.1 Quy trình chế biến nước uống từ khoai lang tím**

Khoai lang tím sau khi rửa sạch được gọt vỏ cắt nhỏ và ngâm trong dung dịch NaHSO<sub>3</sub> (1,5%) trong 30 phút (Wireko–Manu *et al.*, 2010). Sau khi rửa sạch, khoai lang được nghiền với nước với tỷ lệ khoai: nước là 1:2 (Duong Thị Phượng Liên, 2012). Hỗn hợp được thủy phân bằng enzyme  $\alpha$ -1,4-glucan-4-glucohydrolase (Termamyl 120L

được sản xuất bởi chủng *Baccillus Licheniformis* – công ty Novozymes). Quá trình thủy phân được thực hiện tiếp theo bằng enzyme  $\alpha$ -1,4-glucan glucohydrolase (AMG® 300 L, được sản xuất bởi công ty Novozymes). Dịch sau thủy phân được lọc và bổ sung hương cam (Wireko–Manu *et al.*, 2010). Sau khi chuẩn hóa đến pH: 4,2; 13°Brix (Wireko–Manu *et al.*, 2010), hỗn hợp được rót chai, đóng nắp và thanh trùng với nhiệt độ 90°C trong thời gian 8 phút (Duong Thị Phượng Liên, 2013; Wireko–Manu *et al.*, 2010).

**2.2.2 Bố trí thí nghiệm**

Thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ (85, 90 và 95°C) và thời gian (30, 60 và 90 phút) đến hiệu quả quá trình thủy phân bằng  $\alpha$ -1,4-glucan-4-glucohydrolase được thiết kế theo phương pháp giai thừa tương tác hai nhân tố. Thực hiện quá trình thủy phân với pH=6,2 là giá trị tối thích của enzyme sử dụng (Le Nguyen Phuong Lien and Le Van Viet Man, 2010; www.novozymes.com).

Thiết kế thí nghiệm hoàn toàn tương tự cho việc khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ (55, 60 và 65°C) và thời gian (30, 60 và 90 phút) đến hiệu suất thủy phân bằng enzyme  $\alpha$ -1,4-glucan glucohydrolase. Thủy phân tại pH tối thích của enzyme sử dụng là 4,5 (Le Nguyen Phuong Lien and Le Van Viet Man, 2010; www.novozymes.com).

Thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng của hương cam bổ sung đến chất lượng cảm quan sản phẩm được bố trí theo một nhân tố là tỷ lệ hương cam (0; 0,3; 0,5; 0,7 và 0,9% v/v).

**2.2.3 Phương pháp phân tích**

Phương pháp xác định các chỉ tiêu hóa lý và cảm quan được trình bày trong Bảng 1.

**Bảng 1: Phương pháp phân tích các chỉ tiêu chất lượng sản phẩm**

Tên chỉ tiêu	Phương pháp phân tích
Hàm lượng tinh bột và đường khử	Phương pháp Lane – Eynon (TCN 514:2002)
Độ Brix	Khúc xạ kế
pH	pH kế
Màu sắc	Chụp hình mẫu bằng máy ảnh Canon powershot A800 14.0 dưới ánh sáng trắng tự nhiên, phân tích hình ảnh qua chương trình đo màu Photo Decorater, Colorschemer Studio và Color Sliderule. Giá trị màu sắc được đánh giá theo hệ thống màu L,a,b.
Đánh giá cảm quan	- Hội đồng cảm quan 10 người đánh giá theo phương pháp phân tích mô tả (QDA) các thuộc tính sản phẩm: màu tím, màu đỏ, màu nâu, trạng thái trong suốt, tách lớp, mùi cam, mùi khoai, mùi nẫu, vị ngọt khoai, vị ngọt đường, vị cam và vị lạ (Larmond E.,1970). - Hội đồng cảm quan cũng được đề nghị cho biết ý kiến có chấp nhận các mẫu đánh giá hay không chấp nhận (Larmond E.,1970).

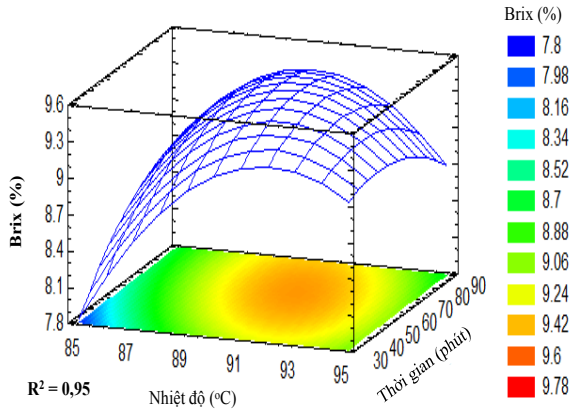
**2.3 Phương pháp phân tích số liệu**

Thông kê số liệu bằng chương trình STATGRAPHICS Centurion XVII.I, đồ thị được xây dựng bằng chương trình STATGRAPHICS Centurion XVII.I và Microsoft Excel 2007.

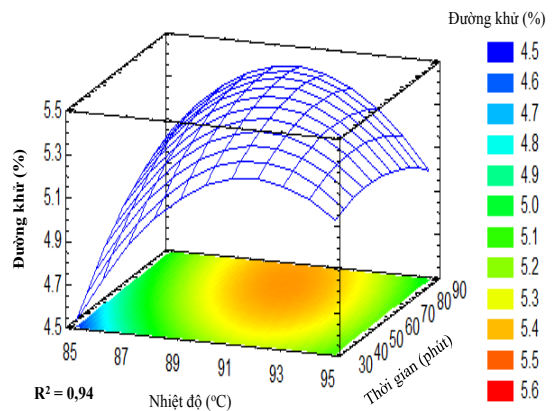
**3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

**3.1 Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian đến quá trình thủy phân tinh bột khoai lang bằng enzyme  $\alpha$ -1,4-glucoan-4-glucohydrolase**

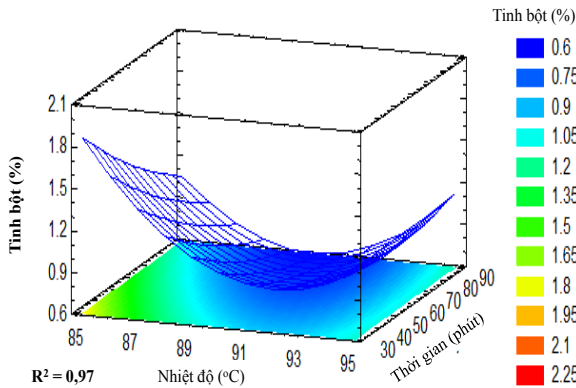
Hai nhân tố có ảnh hưởng rất lớn đến quá trình thủy phân bằng enzyme là nhiệt độ và thời gian thủy phân. Hiệu quả của quá trình thủy phân được đánh giá thông qua độ Brix, hàm lượng đường khử, tinh bột sau thủy phân và hiệu suất thu hồi dịch thủy phân (%). Sự thay đổi các giá trị này theo nhiệt độ và thời gian thủy phân được thể hiện trên đồ thị Hình 1, 2, 3 và 4.



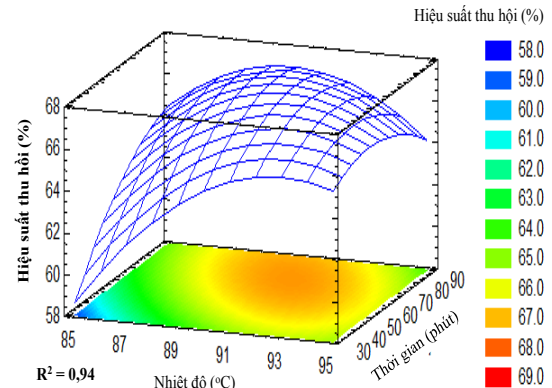
**Hình 1: Sự thay đổi độ Brix theo nhiệt độ và thời gian thủy phân**



**Hình 2: Sự thay đổi hàm lượng đường khử theo nhiệt độ và thời gian thủy phân**



**Hình 3: Sự thay đổi hàm lượng tinh bột theo nhiệt độ và thời gian thủy phân**



**Hình 4: Sự thay đổi hiệu suất thu hồi theo nhiệt độ và thời gian thủy phân**

Sự thay đổi độ Brix, đường khử, hàm lượng tinh bột sau thủy phân và hiệu suất thu hồi tuân theo phương trình hồi qui bậc hai với hai biến là nhiệt độ (x) và thời gian thủy phân (y) với phương trình hồi qui tương ứng trong Bảng 2.

Đồ thị từ Hình 1 và 2 cho thấy độ Brix và hàm lượng đường khử biến đổi tương đối giống nhau theo nhiệt độ và thời gian thủy phân và đều đạt cực

đại tương ứng với nhiệt độ thủy phân 90°C với thời gian thủy phân từ 60 đến 90 phút. Trong khoảng nhiệt độ và thời gian thủy phân này hàm lượng tinh bột sau thủy phân giảm đến thấp nhất (Hình 3) và hiệu suất thu hồi đạt cao nhất (Hình 4). Vậy nhiệt độ thích hợp cho quá trình thủy phân tinh bột khoai lang tím bằng enzyme  $\alpha$ -1,4-glucoan-4-glucohydrolase (termamyl 120L) là 90°C.

**Bảng 2: Hệ số từ phương trình hồi qui biểu diễn độ Brix, hàm lượng đường khử, tinh bột và hiệu suất thu hồi theo nhiệt độ và thời gian thủy phân bằng enzyme  $\alpha$ -1,4-glucoan-4-glucohydrolase**

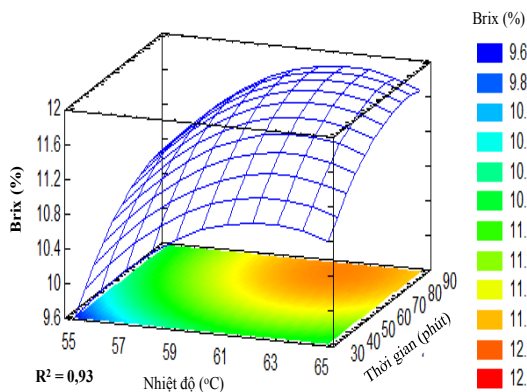
Chỉ tiêu	Hằng số	x	y	x × y	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>
Brix (%)	230.685*	5.13667*	0.20463*	-0.00194*	-0.02756*	-0.00021*	0,95
Đường khử (%)	-128.964*	2.88322*	0.11089*	-0.00106*	-0.01552*	-0.00010*	0,94
Tinh bột (%)	171.008*	-3.65085*	-0.14019*	0.00140*	0.01962*	0.00007*	0,97
Hiệu suất thu hồi (%)	-884.951*	19.9794*	1.2543*	-0.01176*	-0.10536*	-0.00129*	0,94

\* Giá trị có ý nghĩa trong phương trình hồi qui ( $p < 0.05$ )

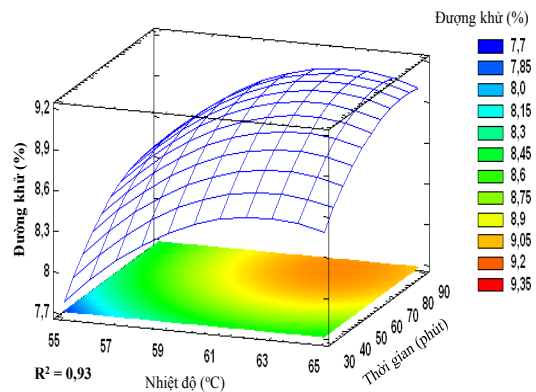
Kết quả này hoàn toàn phù hợp với thông tin cung cấp từ công ty Novozymes sản xuất enzyme  $\alpha$ -1,4-glucoan-4-glucohydrolase (termamyl 120L). Schoonees B. M. (2004) cũng đã công bố nhiệt độ tối ưu cho quá trình thủy phân tinh bột bằng  $\alpha$ -1,4-glucoan-4-glucohydrolase tạo ra từ chủng *Bacillus licheniformis* là 90°C trong kết quả nghiên cứu của mình. Với nhiệt độ 90°C, thời gian được đánh giá thích hợp cho quá trình thủy phân tinh bột khoai lang tím bằng enzyme  $\alpha$ -1,4-glucoan-4-glucohydrolase là 60 phút.

**3.2 Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian đến quá trình thủy phân khoai lang tím bằng enzyme  $\alpha$ -1,4-glucoan glucohydrolase**

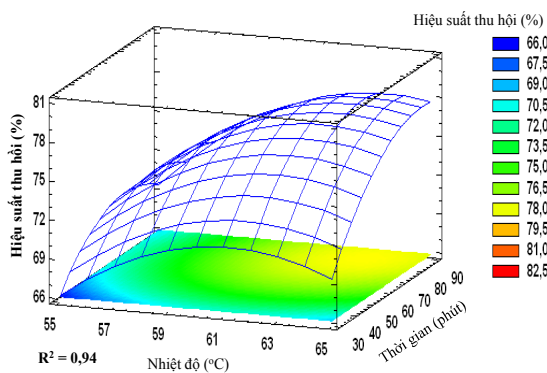
Enzyme  $\alpha$ -1,4-glucoan-4-glucohydrolase bản chất là  $\alpha$ -amylase nên hoạt động chủ yếu là cắt mạch tinh bột thành dextrin ở giai đoạn đầu của phản ứng và giai đoạn sau tạo thành đường khử với tốc độ chậm (Kolusheva T. và Marinova A., 2007). Sử dụng nối tiếp enzyme  $\alpha$ -1,4-glucoan glucohydrolase sẽ tác dụng lên dextrin tạo thành đường khử, làm giảm độ nhớt dịch thủy phân nâng cao hiệu suất thu hồi, độ Brix và hàm lượng đường khử cho dịch thủy phân. Sự thay đổi các thành phần này theo nhiệt độ và thời gian thủy phân bằng enzyme  $\alpha$ -1,4-glucoan glucohydrolase được thể hiện trên Hình 5, 6 và 7.



**Hình 5: Sự thay đổi độ Brix theo nhiệt độ và thời gian thủy phân**



**Hình 6: Sự thay đổi hàm lượng đường khử theo nhiệt độ và thời gian thủy phân**



**Hình 7: Sự thay đổi hiệu suất thu hồi theo nhiệt độ và thời gian thủy phân**

Sự thay đổi độ Brix, đường khử và hiệu suất thu hồi tuân theo phương trình hồi qui bậc hai với hai biến là nhiệt độ (x) và thời gian thủy phân (y) với phương trình hồi qui tương ứng trong Bảng 3. Hàm lượng tinh bột sau thủy phân rất thấp, một số mẫu không xác định được nên không đưa vào phần kết quả. Phương trình hồi qui về hiệu suất thu hồi thể hiện sự biến thiên theo thời gian (y) và nhiệt độ  $\times$  thời gian ( $x \times y$ ) ngược dấu so với sự biến thiên của độ Brix và đường khử. Tuy nhiên, do với phương trình hồi qui về độ Brix và đường khử, hệ số của giá trị ( $x \times y$ ) không có ý nghĩa ( $p = 0,4$  và  $p = 0,51$  tương ứng). Ngược lại, phương trình hồi qui thể hiện biến đổi của hiệu suất thu hồi hệ số của giá trị thời gian (y) không ý nghĩa ( $p = 0,61$ ). Do đó có

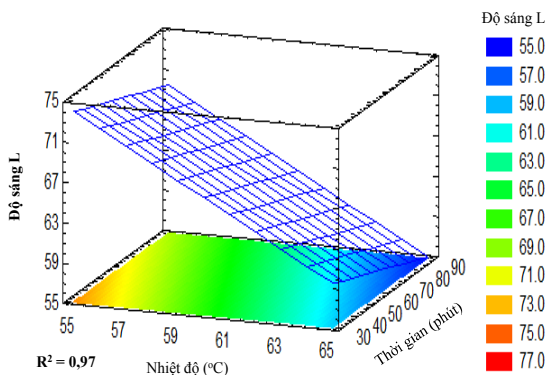
thể đơn giản các giá trị này trong phương trình nên sự sai biệt nêu trên không đáng kể (Bảng 3). Kết quả từ Hình 5, 6 và 7 cho thấy sự biến đổi độ Brix, hàm lượng đường khử và hiệu suất thu hồi theo nhiệt độ và thời gian thủy phân tương tự nhau và đều có vùng cực đại tương ứng với nhiệt độ 60 – 65°C trong thời gian 60 – 90 phút.

Sự thủy phân không chỉ làm biến đổi độ Brix, hàm lượng đường khử, tinh bột, hiệu suất thu hồi mà còn ảnh hưởng đến màu sắc dịch thủy phân và sản phẩm. Sự biến đổi các giá trị màu L, a và b theo nhiệt độ và thời gian thủy phân bằng enzyme  $\alpha$ -1,4-glucan glucohydrolase được thể hiện trên Hình 8, 9 và 10.

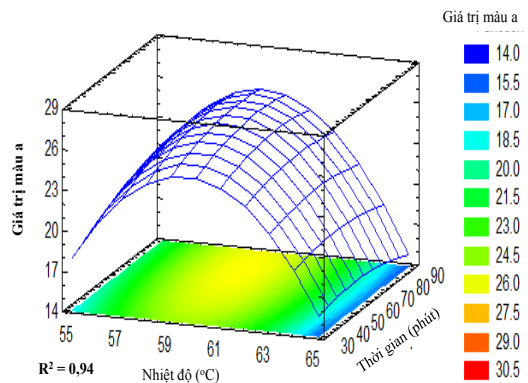
**Bảng 3: Hệ số từ phương trình hồi qui biểu diễn độ Brix, hàm lượng đường khử và hiệu suất thu hồi theo nhiệt độ và thời gian thủy phân bằng  $\alpha$ -1,4-glucan glucohydrolase**

Chỉ tiêu	Hằng số	x	y	$x \times y$	$x^2$	$y^2$	$R^2$
Brix (%)	-79,026*	2,8189*	0,07852*	- 0,00033	- 0,02244*	- 0,00035*	0,95
Đường khử (%)	-42,6*	1,59556*	0,04667*	- 0,00017	- 0,01267*	- 0,00022*	0,94
Hiệu suất thu hồi (%)	-385,341*	14,7944*	- 0,07315	0,00867*	- 0,12289*	- 0,0029*	0,94

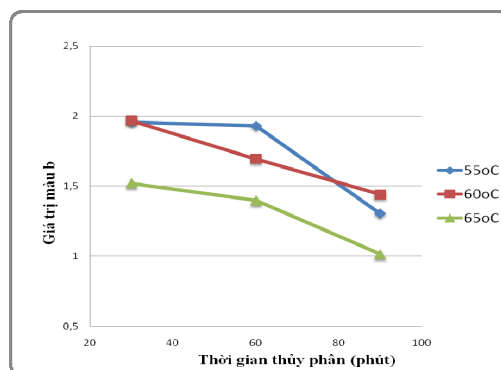
\* Giá trị có ý nghĩa trong phương trình hồi qui ( $p < 0.05$ )



**Hình 8: Sự thay đổi độ sáng L theo nhiệt độ và thời gian thủy phân**



**Hình 9: Sự thay đổi giá trị a theo nhiệt độ và thời gian thủy phân**



**Hình 10: Sự thay đổi giá trị b theo nhiệt độ và thời gian thủy phân**



Kết quả từ Hình 8 cho thấy độ sáng L của dịch thủy phân giảm theo sự gia tăng của nhiệt độ và thời gian thủy phân bằng enzyme  $\alpha$ -1,4-glucan glucohydrolase. Giá trị màu a (thể hiện màu đỏ) đạt cực đại tương ứng với nhiệt độ thủy phân 60°C trong khoảng thời gian 60 – 90 phút (Hình 9). Kết hợp với kết quả sự biến đổi đường khử, độ Brix có thể giải thích rằng nhiệt độ thủy phân 60 – 65°C là nhiệt độ tối thích, do đó tại nhiệt độ này sự giải phóng chất màu anthocyanin khỏi mạch tinh bột cũng diễn ra mạnh mẽ nhất làm dịch thủy phân thể hiện màu đỏ rõ rệt nhất. Tuy nhiên, với nhiệt độ 65°C các phản ứng tạo màu kết quả từ phản ứng Maillard diễn ra nhiều hơn làm dẫn đến sự xuất hiện màu nâu nên giá trị màu a giảm so với nhiệt độ thủy phân 60°C. Sự thay đổi giá trị màu b (thể hiện màu vàng) theo nhiệt độ và thời gian thủy phân không tuân theo phương trình hồi quy, tuy nhiên giá trị b có khuynh hướng giảm theo nhiệt độ và thời gian thủy phân (Hình 10), đây có thể là kết quả của sự phóng thích chất màu anthocyanin từ phức với tinh bột và sự hình thành các sản phẩm của phản ứng Maillard khi tăng nhiệt độ và thời gian thủy phân. Như vậy, quá trình thủy phân bằng enzyme  $\alpha$ -1,4-glucan glucohydrolase tối thích tương ứng với nhiệt độ 60°C trong thời gian 60 phút, kết quả này hoàn toàn phù hợp với kết quả đã

công bố của Dương Thị Phượng Liên (2013) khi khảo sát quá trình thủy phân tinh bột khoai lang bí bằng enzyme  $\alpha$ -1,4-glucan glucohydrolase.

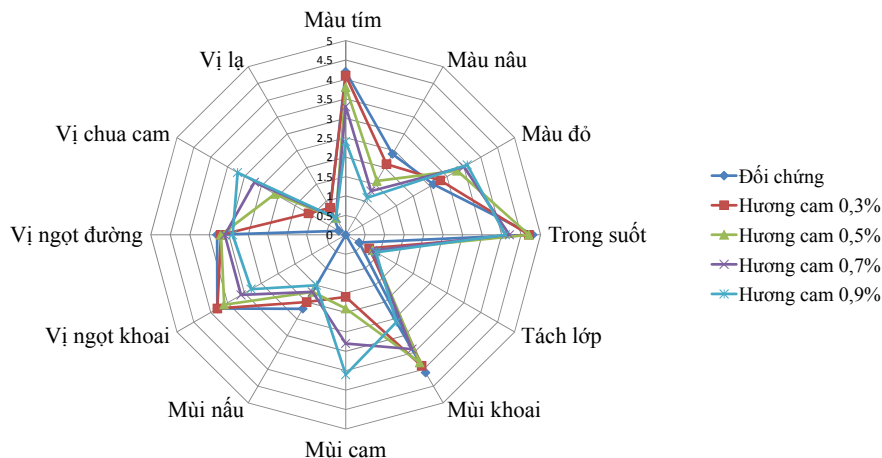
### 3.3 Ảnh hưởng của tỷ lệ hương cam đến chất lượng cảm quan và khả năng chấp nhận sản phẩm

Kết quả đánh giá các thuộc tính cảm quan cùng với khả năng chấp nhận sản phẩm từ hội đồng cảm quan được thể hiện trên Hình 11 và 12. Kết quả từ Hình 11 cho thấy sự bổ sung hương cam làm thay đổi chủ yếu trên mùi, vị và màu sắc sản phẩm. Sự thay đổi đó làm cho khả năng chấp nhận của sản phẩm cũng biến đổi theo tỷ lệ hương cam bổ sung (Hình 12). Sự thay đổi khả năng chấp nhận sản phẩm tuân theo phương trình dưới đây, với hệ số xác định  $R^2 = 0,86$ .

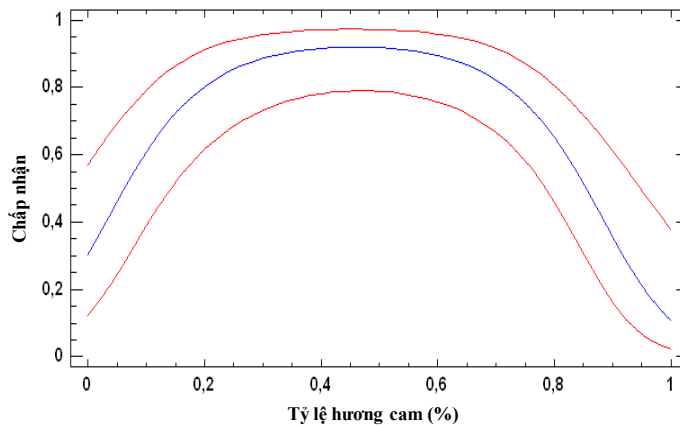
$$\text{Khả năng chấp nhận} = e^{(\eta)} / (1 + e^{(\eta)})$$

Với:  $\eta = -0,838561 + 14,3403 \times x - 15,6337 \times x^2$ , trong đó x: tỷ lệ hương cam (%)

Đồ thị Hình 12 cho thấy khả năng chấp nhận cao nhất (90%) tương ứng với sản phẩm bổ sung 0,5% hương cam. Với tỷ lệ hương cam bổ sung này, sản phẩm có màu sắc trung gian giữa đỏ và tím, mùi vị khoai kết hợp với mùi vị cam nhẹ, trong suốt và không mùi vị lạ (Hình 11).



**Hình 11: Sự thay đổi thuộc tính cảm quan sản phẩm theo tỷ lệ hương cam bổ sung**



**Hình 12: Sự biến đổi khả năng chấp nhận sản phẩm theo tỷ lệ hương cam bổ sung**

Thể hiện giá trị trung bình  $\pm$  độ tin cậy 95%

#### 4 KẾT LUẬN

Quá trình thủy phân khoai lang tối ưu được xác định bằng enzyme  $\alpha$ -1,4-glucohydrolase với nhiệt độ 85°C trong 60 phút, được nối tiếp bằng enzyme  $\alpha$ -1,4-glucohydrolase ở 60°C trong 60 phút. Sản phẩm được tiêu chuẩn hóa (pH = 4,2; 13% Brix) và bổ sung 0,5% hương cam đạt chất lượng cảm quan cao và có tỷ lệ được chấp nhận cao từ hội đồng đánh giá.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Coggins PC, Kelly RA, Wilbourn JA (2003). Juice yield of sweet potato culls. Session 104C, Fruit and Vegetable Products: Vegetables (Processed). 2003 IFT Annual Meeting - Chicago, USA.
2. Dương Thị Phụng Liên (2012) Chế biến nước uống từ khoai lang và sữa, *Kỷ yếu hội nghị khoa học CAAB, Nhà xuất bản Nông Nghiệp*, trang 65 – 71.
3. Dương Thị Phụng Liên (2013) Sử dụng enzyme  $\alpha$ -1,4-Glucohydrolase trong chế biến nước uống từ khoai lang. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, số 26, phần B: Thủy sản, Nông nghiệp và Công nghệ Sinh học. Trang 89 – 95.
4. Islam MS, Jalaluddin M (2004). Sweet potato—a potential nutritionally rich multifunctional food crop for Arkansas. *J. Arkansas Agric. Rural Dev.* 4: 3 – 7.
5. Kolusheva T., Marinova A. (2007) A study of the optimal conditions for starch hydrolysis through thermosable  $\alpha$ -amylase. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, 42, 1, 93 – 96.
6. Kwak, J.H., G.N. Choi, J.H. Park, J.H. Kim, H.R. Jeong, C.H. Jeong, and H.J. Heo. 2010. Antioxidant and neuronal cell protective effect of purple sweet potato extract. *J. Agric. Life Sci.* 44:57-66.
7. Larmond E. (1970). Methods for sensory evaluation of food. Canada Department of Agriculture.
8. Le Nguyen Phuong Lien, Le Van Viet Man. 2010. Application of commercial enzymes for jicama pulp treatment in juice production. *Science and Technology*, Vol. 13, No. K1.
9. McLellan MR, Raxe EJ (1990). Grape Fruit Processing. In: *Production and Packaging of Non-Carbonated Fruit Juices and Fruit Beverages* (ed.) Hicks D. Blackie, Glasgow pp. 226-242.
10. Schoonees B. M. 2004. Starch hydrolysis using  $\alpha$ -amylase: A laboratory evaluation using response surface methodology. *Proc S Afr Sug Technol Ass* 78.
11. Steed, L. E., & Truong, V. D. (2008). Anthocyanin content, antioxidant activity, and selected physical properties of flowable purple-fleshed sweet potato purees. *Journal of Food Science*, 73, 215–221.
12. Suda, I., Oki, T., Masuda, M., Kobayashi, M., Nishiba, Y., Furuta, S., 2003. Physiological functionality of purple-fleshed sweet potatoes containing anthocyanins and their utilization in foods. *Japan Agricultural Research Quarterly* 37, 167–173.

13. Tiêu chuẩn ngành 10 TCN 514:2002 về ngũ cốc - Xác định hàm lượng đường tổng số và tinh bột bằng phương pháp Lane-Eynon. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn.
14. Wang, Y.J., Y.L. Zheng, J. Lu, G.Q. Chen, X.H. Wang, J. Feng, J. Ruan, X. Sun, C.X. Li, and Q.J. Sun. 2010. Purple sweet potato color suppresses lipopolysaccharide-induced acute inflammatory response in mouse brain. *Neurochem. Int.* 56:424-430.
15. Wireko-Manu F. D., Ellis W. O. and Oduro I. (2010) Production of a non-alcoholic beverage from sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) *African Journal of Food Science* Vol. 4(4), trang 180 – 183.
16. Wu, D., Lu, J., Zheng, Y., Zhou, Z., Shan, Q., Ma, D., 2008. Purple sweetpotato color repairs D-galactose-induced spatial learning and memory impairment by regulating the expression of synaptic proteins. *Neurobiology of Learning and Memory* 90, 19–27.
17. Yamakawa, O., Yoshimoto, M., 2002. Sweetpotato as food material with physiological functions. *Acta Horticulturae (ISHS)* 583, 179–185.
18. [www.novozymes.com](http://www.novozymes.com)