

SỬ DỤNG ENZYME α -AMYLASE TRONG THỦY PHÂN TINH BỘT TỪ GẠO HUYẾT RỒNG

Dương Thị Ngọc Hạnh¹ và Nguyễn Minh Thùy²

¹ Học viên Cao học CNTP, Trường Đại học Cần Thơ

² Khoa Nông nghiệp & Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ

Thông tin chung:

Ngày nhận: 26/9/2014

Ngày chấp nhận: 07/11/2014

Title:

The use of α -amylase enzyme in starch hydrolysis from Red rice

Từ khóa:

Enzyme, thủy phân tinh bột, độ nhớt, đường khử, chất khô hòa tan

Keywords:

Enzyme, Starch hydrolysis, Viscosity, Reducing sugar, Soluble solid content

ABSTRACT

Starch is a major storage product of many economically important crops such as wheat, rice, maize, tapioca, and potato. From the past decades, there has been a shift in starch hydrolysis from the use of acid to the use of enzymes in the production of maltodextrin, modified starches, glucose and fructose syrups. Starch-converting enzymes are also used in other industrial applications in which amylases are one of the main enzymes used in industry. Such enzymes hydrolyze the starch into small molecules composed of glucose units. This review illustrates an effect of temperatures ($70\div 90^{\circ}\text{C}$), times ($10\div 60$ minute) and concentrations of the α -amylase ($0.05\div 0.25\%$) to starch hydrolysis from Red rice. The optimum hydrolysis conditions were chosen (temperature of 90°C during 41.44 minute and concentration of α -amylase 0.18%) to produce liquefied starch with high reducing sugar content, with relatively low viscosity, facilitating for subsequent Red rice processing.

TÓM TẮT

Tinh bột là nguồn dự trữ chính của nhiều cây trồng quan trọng như lúa mì, gạo, ngô, sắn và khoai tây. Trong thập kỷ qua, đã có sự chuyển dịch từ phương pháp thủy phân tinh bột bằng acid cho đến việc sử dụng enzyme chuyển hóa tinh bột trong sản xuất maltodextrin, tinh bột biến tính, dịch đường glucose và fructose. Chuyển hóa tinh bột bằng enzyme cũng được sử dụng trong các ứng dụng công nghiệp khác mà trong đó amylase là một trong những enzyme chủ yếu, thủy phân tinh bột thành các phân tử polyme bao gồm các đơn vị glucose. Nghiên cứu này cho thấy ảnh hưởng của nhiệt độ ($70\div 90^{\circ}\text{C}$), thời gian ($10\div 60$ phút) và nồng độ của α -amylase ($0,05\div 0,25\%$) trong quá trình thủy phân tinh bột từ gạo huyết rồng. Các điều kiện tối ưu hóa của quá trình thủy phân được xác định (nồng độ enzyme α -amylase 0,18% với nhiệt độ và thời gian thủy phân là 90°C và 41,44 phút, tương ứng). Dịch tinh bột với hàm lượng chất khô hòa tan và đường khử cao cùng với độ nhớt tương đối thấp, tạo điều kiện tốt cho quá trình chế biến gạo huyết rồng ở các giai đoạn tiếp theo.

1 GIỚI THIỆU

Gạo huyết rồng là giống gạo đỏ truyền thống của vùng đất ngập nước, chua phèn Đồng Tháp Mười. Gạo có các yếu tố đặc trưng như hạt dài màu

đỏ sẫm, thơm, nhai có vị ngọt và bùi. Khi trồng ở vùng đất khắc nghiệt nước ngập sâu, chua phèn thì hạt lúa rất mẩy, màu đỏ nâu, bề ngoài hạt gạo vẫn còn màu đỏ bên trong, khi nấu chín thơm ngậy. Gạo

huyết rồng mang nhiều ưu thế vượt trội về chất đạm, vitamin B₁, chất xơ tiêu hóa, chất sắt, có giá trị dinh dưỡng cao và tốt cho sức khỏe. Sử dụng loại gạo này còn có thể kiểm soát lượng đường trong máu, tăng cường các chất chống oxy hóa (kẽm) chống lại các gốc tự do, hạ thấp mức cholesterol xấu trong cơ thể (<http://healthycare2.blogspot.com/2012/03/benefits-of-red-rice.html>). Tuy nhiên, tiêu thụ gạo huyết rồng còn ít nên chưa thể nâng cao giá trị thương phẩm của chúng. Việc đa dạng hóa các sản phẩm từ gạo có thể góp phần thỏa mãn nhu cầu ăn uống của con người, tăng thu nhập cho người trồng lúa và nâng cao giá trị kinh tế của giống gạo huyết rồng. Gạo chứa hàm lượng tinh bột cao và hàm lượng này có thể được chuyển hóa thành đường để tăng tính hữu dụng cho các tiến trình chế biến sản phẩm mới từ tinh bột ở các giai đoạn tiếp theo. Enzyme thủy phân tinh bột thành các loại đường là amylase, trong đó α -amylase được tìm thấy từ thực vật và động vật (Acton, 2013). Nhiều loại si-rô glucose (DE 30–70) với độ nhớt phù hợp được sử dụng phổ biến như những chất làm ngọt và làm đặc trong các sản phẩm chế biến. Đường dextrose (DE 100) là dạng sản phẩm thương mại được sản xuất từ quá trình thủy phân tinh bột. Sản phẩm của quá trình thủy phân này cũng được sử dụng làm nguồn nguyên liệu cho sản xuất sữa từ gạo huyết rồng. Vì vậy, mục tiêu của nghiên cứu là chọn lựa các thông số tối ưu cho quá trình thủy phân tinh bột từ gạo huyết rồng từ enzyme α -amylase với hiệu suất thủy phân cao và có thể phục vụ tốt cho các tiến trình chế biến tiếp theo.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Nguyên liệu

Gạo huyết rồng (*Oryza sativa*) có nguồn gốc từ Tiền Giang.

Enzyme α -amylase (Termamyl 120L, liquid endo-alpha amylase-1 gallon/3.785 liters) (Novozymes), có nguồn gốc từ vi khuẩn *Bacillus subtilis* được sử dụng.

2.2 Thủy phân tinh bột gạo huyết rồng

Gạo huyết rồng sau khi xay được phối trộn với nước theo tỷ lệ 1:5, hồ hóa ở 70°C trong 30 phút, sau đó nâng nhiệt đến các nhiệt độ cần khảo sát. Thủy phân tinh bột hồ hóa với enzyme α -amylase. Làm nguội dịch thủy phân đến nhiệt độ phòng và phân tích các chỉ tiêu lý hóa học, bao gồm độ Brix, hàm lượng đường khử và độ nhớt. Thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên với 3 nhân tố là nồng độ enzyme α -amylase thay đổi từ 0,05 đến 0,25%

(cách nhau 0,05%), nhiệt độ dịch hóa từ 70 đến 90°C (cách nhau 10°C) và thời gian thủy phân khảo sát trong thời gian từ 10 đến 60 phút. Đo các giá trị độ nhớt, độ Brix và hàm lượng đường khử của dịch thủy phân theo các mức độ thời gian của thí nghiệm được bố trí.

2.3 Phương pháp phân tích dữ liệu

Độ ẩm: phương pháp sấy khô đến khối lượng không đổi (TCVN 1867:2001).

Protein: phương pháp chung cất đạm Kjeldahl (AOAC, 2000).

Lipid: hàm lượng lipid thô (TCVN 4331:2001).

Glucid: phân tích theo phương pháp sử dụng acid sulfuric (Dubois, 1956).

Tinh bột: xác định bằng máy spectrophotometer (Jarvis and Walker, 1993).

Tro: phương pháp nung ở nhiệt độ 500°C (AOAC, 2000).

Nồng độ chất khô hòa tan ($^{\circ}$ Brix): xác định bằng chiết quang kế Alla (France).

Hàm lượng đường khử (DE %): xác định theo phương pháp Miller (1959).

Độ nhớt của dịch thủy phân: đo bằng máy đo độ nhớt Brookfield (USA).

2.4 Xử lý số liệu

Sử dụng phần mềm Excel và STATGRAPHIC Centurion XVI.I để tính toán, thống kê số liệu và vẽ biểu đồ.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Giá trị dinh dưỡng của gạo huyết rồng

Thành phần nguyên liệu là một trong các yếu tố quan trọng quyết định chất lượng sản phẩm. Kết quả phân tích giá trị dinh dưỡng của gạo huyết rồng được thể hiện ở Bảng 1. Dễ dàng nhận thấy hàm lượng tinh bột cao trong gạo huyết rồng (77,54%) là nguồn cơ chất tốt cho quá trình thủy phân bằng enzyme α -amylase.

Bảng 1: Giá trị dinh dưỡng của gạo huyết rồng (tính trên 100 g ăn được)

Thành phần	Giá trị Thành phần	Giá trị	
Độ ẩm (g)	11,50±0,01*	Glucid (g)	77,65±0,48
Protein (g)	9,77±0,06	Tinh bột (g)	77,54±0,43
Lipid (g)	3,48±0,05	Tro (g)	1,06±0,03

*Độ lệch chuẩn (Standard Deviation) của giá trị trung bình

3.2 Ảnh hưởng của nhiệt độ, nồng độ enzyme và thời gian đến quá trình thủy phân bằng enzyme α -amylase

Theo các nghiên cứu và lý thuyết về các yếu tố ảnh hưởng đến động học enzyme thì nhiệt độ, nồng độ enzyme và thời gian là 3 nhân tố quan trọng ảnh hưởng lớn đến quá trình thủy phân.

3.2.1 Ảnh hưởng của nhiệt độ

Nhiệt độ có ảnh hưởng rất lớn đến phản ứng enzyme. Tốc độ enzyme chỉ tăng đến một giới hạn nhiệt độ nhất định, vượt quá giới hạn đó tốc độ enzyme sẽ giảm và dẫn đến mức triệt tiêu (Nguyễn Đức Lương, 2004). Kết quả thể hiện ở Bảng 2 cho thấy độ Brix và hàm lượng đường khử sau khi dịch hóa bằng enzyme α -amylase ở 70°C thấp hơn có khác biệt ý nghĩa so với khi dịch hóa ở 80 và 90°C, trong khi độ nhớt ở 70°C lại lớn hơn. Giá trị độ Brix đạt cao nhất và độ nhớt đạt thấp nhất khi thủy phân ở 90°C. Như vậy, nhiệt độ này có thể là nhiệt độ thích hợp cho hoạt động của enzyme α -amylase. Kết quả trên phù hợp với nhận định của Nguyễn Đức Lương (2004), tác giả cho rằng enzyme có nguồn gốc từ vi khuẩn *Bacillus subtilis* hoạt động mạnh ở 90°C, có khả năng dịch hóa tinh bột và làm giảm độ nhớt của dịch hồ hóa (Lương Đức Phẩm, 1998).

Bảng 2: Ảnh hưởng của nhiệt độ đến độ Brix, độ nhớt, đường khử (nồng độ enzyme: 0,05±0,25%, thời gian 10÷60°C)

Nhiệt độ (°C)	Độ Brix (%)	Đường khử (%)	Độ nhớt (cP)
70	9,49 ^a	6,41 ^a	534,2 ^c
80	13,53 ^b	9,79 ^b	195,1 ^b
90	13,96 ^c	10,82 ^c	133,3 ^a

Ghi chú: Các trung bình nghiệm thức đi kèm các chữ giống nhau trong cùng một cột thể hiện không khác biệt ở mức ý nghĩa 5%

3.2.2 Ảnh hưởng của nồng độ enzyme

Trong điều kiện nồng độ cơ chất thích hợp thì vận tốc phản ứng tuyến tính với nồng độ enzyme. Tuy nhiên khi nồng độ enzyme tăng đến một giới hạn thì tốc độ phản ứng không tăng lên nữa (Nguyễn Trọng Cần, 1998). Giai đoạn đầu khi nồng độ cơ chất thừa, vận tốc phản ứng tỷ lệ thuận với nồng độ enzyme, hàm lượng chất khô hòa tan tăng. Càng về sau sản phẩm tạo thành tăng lên, vừa đóng vai trò chất ức chế không cạnh tranh, vừa làm cho lượng cơ chất trong môi trường giảm nên khi tiếp tục tăng nồng độ enzyme thì vận tốc phản ứng tăng không đáng kể. Kết quả trình bày ở Bảng 3

cho thấy có sự khác biệt đáng kể về độ Brix, độ nhớt và hàm lượng đường khử theo nồng độ enzyme xử lý.

Khi thủy phân với nồng độ enzyme α -amylase từ 0,05 đến 0,20% thì độ Brix của dịch thủy phân tăng dần và độ nhớt giảm dần có ý nghĩa. Có lẽ do ở cùng một lượng cơ chất, nồng độ enzyme càng lớn lượng cơ chất biến đổi càng nhiều, khi nồng độ enzyme tăng đến 0,25% thì độ Brix còn giảm, chứng tỏ đây là nồng độ enzyme giới hạn của phản ứng thủy phân.

Bảng 3: Ảnh hưởng của nồng độ enzyme đến độ Brix, độ nhớt, đường khử của dịch thủy phân (nhiệt độ thủy phân: 70±90°C, thời gian thủy phân: 10÷60 phút)

Nồng độ enzyme (%)	Độ Brix (%)	Đường khử (%)	Độ nhớt (cP)
0,05	11,99 ^a	8,52 ^a	407,6 ^c
0,10	12,30 ^b	8,82 ^b	354,0 ^d
0,15	12,38 ^c	9,06 ^c	291,7 ^c
0,02	12,60 ^d	9,22 ^d	257,4 ^b
0,25	12,39 ^c	9,42 ^c	127,3 ^a

Ghi chú: các trung bình nghiệm thức đi kèm các chữ giống nhau trong cùng một cột thể hiện không khác biệt ở mức ý nghĩa 5%

3.2.3 Ảnh hưởng của thời gian thủy phân đến sự thay đổi độ Brix, đường khử và độ nhớt

Trong sản xuất việc xác định được thời gian thủy phân hợp lý có ý nghĩa quan trọng về mặt kỹ thuật. Quá trình thủy phân tinh bột bởi α -amylase gồm nhiều giai đoạn. Ban đầu cơ chất bị thủy phân tạo lượng lớn dextrin phân tử thấp, độ nhớt hồ tinh bột giảm nhanh. Sau đó các dextrin này bị phân giải tiếp tục tạo các mạch ngắn dần và bị phân giải chậm đến glucose và maltose (Nguyễn Đức Lương, 2004).

Dữ liệu được trình bày ở Bảng 4 cho thấy độ Brix và hàm lượng đường khử của dịch thủy phân tăng có ý nghĩa khi tăng thời gian thủy phân từ 10 lên 40 phút và đạt giá trị cao nhất sau khi thủy phân ở thời gian 40 phút. Tuy nhiên tiếp tục kéo dài thời gian thủy phân đến 60 phút thì độ Brix và đường khử bắt đầu giảm. Trong khi đó, độ nhớt giảm có ý nghĩa khi tăng thời gian thủy phân từ 10 đến 50 phút. Điều này phù hợp với lý thuyết, enzyme tạo ái lực với cả sản phẩm tạo thành của phản ứng và cơ chất, các sản phẩm sinh ra đóng vai trò như chất kìm hãm không cạnh tranh và kìm hãm hoạt động của enzyme (Nguyễn Đức Lương, 2004).

Bảng 4: Ảnh hưởng của thời gian thủy phân đến độ Brix, độ nhớt, đường khử (nồng độ enzyme: 0,05±0,25%, nhiệt độ thủy phân: 70±90°C)

Thời gian thủy phân (phút)	Độ Brix (%)	Đường khử (%)	Độ nhớt (cP)
10	11,94 ^a	8,35 ^a	572,2 ^c
20	12,32 ^b	8,86 ^b	408,3 ^d
30	12,49 ^d	9,23 ^{cd}	295,8 ^c
40	12,45 ^{cd}	9,32 ^d	182,4 ^b
50	12,40 ^c	9,20 ^{cd}	139,0 ^a
60	12,37 ^{bc}	9,10 ^c	128,0 ^a

Ghi chú: các trung bình nghiệm thức đi kèm các chữ giống nhau trong cùng một cột thể hiện không khác biệt ở mức ý nghĩa 5%

3.3 Tương quan giữa các biến phụ thuộc (độ Brix, đường khử và độ nhớt) và các biến độc lập (nhiệt độ, nồng độ enzyme và thời gian thủy phân) trong quá trình thủy phân

3.3.1 Độ Brix

Khi nồng độ enzyme sử dụng càng tăng thì giá trị độ Brix đạt được càng lớn và đạt giá trị cao nhất tại nồng độ enzyme 0,15% (nồng độ enzyme trong khoảng 0,05–0,25%). Ở thời gian 40 phút cho hiệu suất thủy phân tốt, giá trị độ Brix tương đối cao so

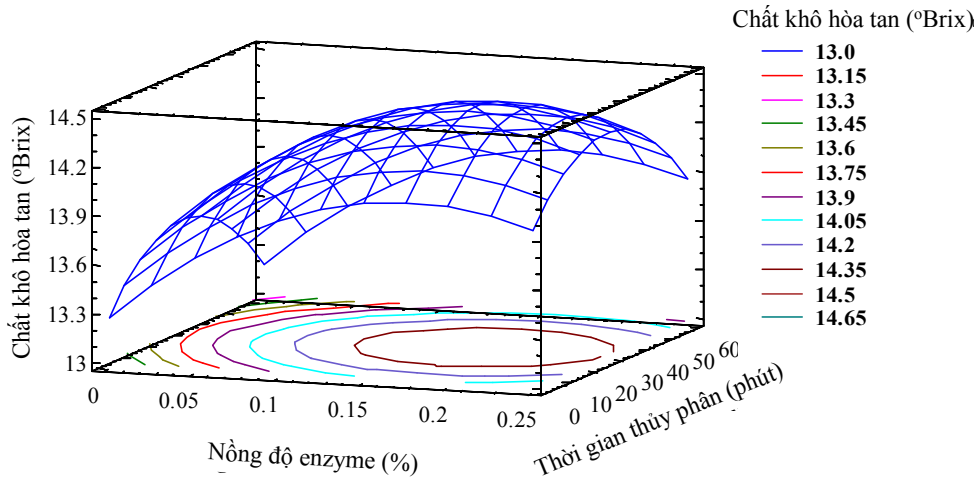
với các thời gian khảo sát còn lại (trong khoảng 10–60 phút). Đồng thời, khi nhiệt độ tăng thì độ Brix cũng tăng và cho giá trị cao nhất ở 90°C (nhiệt độ thủy phân trong khoảng 70–90°C).

Kết quả thống kê cho thấy giá trị P của x, y, z, x², xy, xz, y², z² nhỏ hơn 0,05 trong khi giá trị P của yz lại lớn hơn 0,05, hay tương tác giữa nồng độ và thời gian thủy phân không có ý nghĩa. Điều này cho thấy từng biến độc lập ảnh hưởng có ý nghĩa, các biến tương tác thì ít có ý nghĩa đến giá trị độ Brix của quá trình thủy phân được khảo sát. Phương trình hồi quy thể hiện tương quan giữa các nhân tố điều kiện thủy phân đến giá trị độ Brix được thiết lập (phương trình 1).

$$^{\circ}\text{Brix} = -124,93 + 3,1466 x + 16,5995 y + 0,1366 z - 0,0179 x^2 - 0,0837 xy - 0,0012 xz - 25,4898 y^2 - 0,0005 z^2 \quad (R^2 = 0,98) \quad (1)$$

Trong đó x là nhiệt độ (70±90°C), y là nồng độ enzyme (0,05±0,25%) và z là thời gian thủy phân (10±60 phút).

Ở nhiệt độ thủy phân 90°C, biểu đồ bề mặt đáp ứng thể hiện ảnh hưởng của nồng độ enzyme và thời gian thủy phân đến độ Brix của dịch thủy phân được biểu diễn ở Hình 1.



Hình 1: Tương quan giữa hàm lượng chất khô hòa tan (°Brix) với nồng độ enzyme và thời gian thủy phân (ở nhiệt độ 90°C)

Chọn nhiệt độ thủy phân tối ưu ở 90°C, ảnh hưởng của nồng độ enzyme (%) và thời gian thủy phân (phút) đến độ Brix dịch thủy phân được thể hiện ở phương trình 2.

$$^{\circ}\text{Brix}' = 13,274 + 9,0665 y + 0,0286 z - 25,4898 y^2 - 0,0005 z^2 \quad (2)$$

Trong đó, y là nồng độ enzyme (0,05±0,25%) và z là thời gian thủy phân (10±60 phút)

Lấy đạo hàm phương trình trên theo biến y và z, sau đó lần lượt cho B'_y = 0 và B'_z = 0

$$B'_y = 9,0665 - 50,9796 y = 0 \rightarrow y = 0,18\%$$

3.3.2 Đường khử

Kết quả khảo sát cho thấy nồng độ enzyme càng tăng thì hàm lượng đường khử sau khi thủy phân càng cao và đạt cao nhất ở 0,15%. Tiếp tục tăng nồng độ enzyme thì tốc độ phản ứng không tăng lên nữa. Ở thời gian 40 phút cho hiệu suất thủy phân tốt, hàm lượng đường khử khi thủy phân ở các mức nhiệt độ 70, 80 và 90°C cao và khác biệt có ý nghĩa khi so với các thời gian khảo sát còn lại (trong khoảng 10 đến 60 phút). Bên cạnh đó, hàm lượng đường khử tỷ lệ với nhiệt độ và cho giá trị cao nhất ở 90°C (nhiệt độ thủy phân trong khoảng 70–90°C). Tương quan giữa hàm lượng đường khử và các biến nhiệt độ, thời gian và hàm lượng enzyme được biểu diễn ở phương trình 3.

$$DK (\%) = -84,1818 + 2,0546 x + 4,3446 y + 0,1286 z - 0,0113 x^2 - 0,0006 xz - 0,0009 z^2 \quad (3)$$

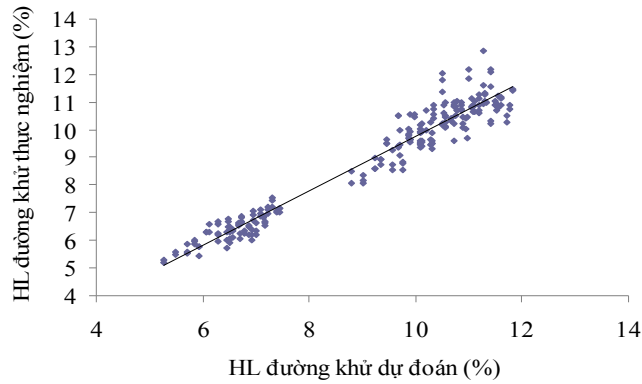
$$R^2 = 0,94$$

Trong đó, DK là hàm lượng đường khử (%) x là nhiệt độ (70÷90°C), y là nồng độ enzyme (0,05÷0,25%) và z là thời gian thủy phân (10÷60 phút).

Phương trình 3 được kiểm định nhằm xác định sự tương thích của mô hình dự đoán và dữ liệu thực nghiệm. Kết quả xây dựng được phương trình 4 diễn tả sự tương quan giữa các dữ liệu đường khử thực nghiệm và dự đoán.

$$Y = 0,9815 X - 0,0548 \quad (4)$$

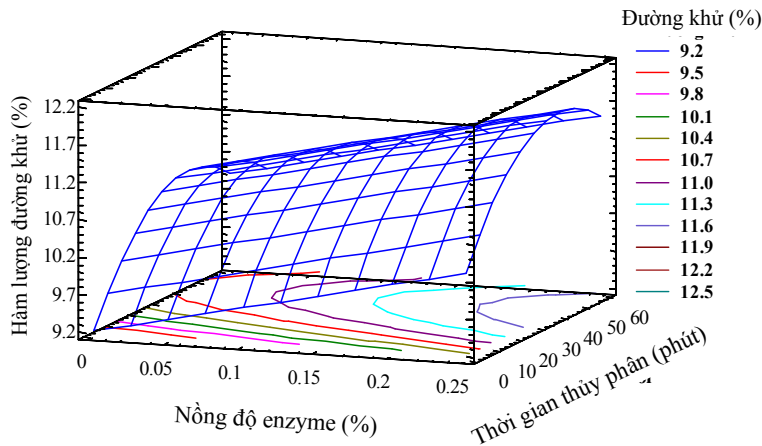
Với hệ số xác định tương quan khá cao ($R^2 = 0,94$), cho thấy độ tương thích tốt giữa các dữ liệu theo mô hình và thực nghiệm (Hình 2).



Hình 2: Tương thích giữa hàm lượng đường khử dự đoán và thực nghiệm (HL: hàm lượng)

Ở nhiệt độ thủy phân 90°C, mô hình bề mặt đáp ứng (Hình 3) thể hiện ảnh hưởng của nồng độ

enzyme và thời gian thủy phân đến hàm lượng đường khử được tạo thành.



Hình 3: Ảnh hưởng của nồng độ enzyme và thời gian thủy phân (ở 90°C) đến hàm lượng đường khử của dịch tinh bột thủy phân

Khi thay giá trị nhiệt độ 90°C vào phương trình 3, thu nhận được phương trình 5.

$$DK' = 9,2020 + 4,3446 y + 0,0746 z - 0,0009 z^2 \quad (5)$$

Với y là nồng độ enzyme (0,05÷0,25%) và z là thời gian thủy phân (10÷60 phút).

Lấy đạo hàm phương trình trên theo biến y và z, sau đó lần lượt cho $D'_y = 0$ và $D'_z = 0$

$$D'_z = 0,0746 - 0,0018 z = 0 \text{ và } z = 41,44 \text{ phút}$$

Ngoài ra, khi thay các giá trị nồng độ enzyme α -amylase và thời gian thủy phân (chọn nhiệt độ cố định 90°C) vào phương trình 1 (độ Brix) và phương trình 3 (đường khử), kết quả cho độ Brix đạt được trung bình là 14,30°Brix, thấp hơn không đáng kể so với độ Brix tối ưu là 14,48. Tương quan giữa độ Brix và hàm lượng đường khử của dịch tinh bột theo thời gian thủy phân cũng được thiết lập (phương trình 6).

$$Y = 0,924 X - 2,42 \quad (6)$$

Trong đó, X là °Brix và Y là hàm lượng đường khử (%). Với hệ số xác định tương quan khá cao ($R^2 = 0,92$) nên có thể áp dụng phương trình này để dự đoán nhanh hàm lượng đường khử của dịch thủy phân từ °Brix đo được bằng chiết quang kế. Phương pháp này có thể tiết kiệm thời gian và chi phí cho hoạt động kiểm soát quá trình thủy phân và xác định thời điểm dừng của quá trình.

3.3.3 Độ nhớt

Sau khi hồ hóa ở 70°C trong 30 phút, hạt tinh bột hút nước, bắt đầu trương nở và trở nên đặc hơn.

Enzyme α -amylase sử dụng có nguồn gốc từ vi khuẩn *Bacillus subtilis* nên khi thủy phân ở nhiệt độ 90°C thì hoạt tính enzyme thể hiện cao nhất, thu được dung dịch có độ nhớt thấp và khác biệt có ý nghĩa khi so với các nhiệt độ còn lại (trong khoảng 70÷90°C). Nồng độ enzyme 0,25% sử dụng cho dung dịch có độ nhớt thấp hơn và khác biệt có ý nghĩa so với các nồng độ còn lại (trong khoảng 0,05÷0,25%). Độ nhớt dung dịch giảm có ý nghĩa khi tăng thời gian thủy phân từ 10 đến 50 phút, tiếp tục tăng thời gian thủy phân lên 60 phút thì độ nhớt vẫn giảm do enzyme vẫn tiếp tục cắt mạch tinh bột thành những mạch ngắn hơn nhưng khác biệt có ý nghĩa. Phương trình hồi quy thể hiện tương quan giữa các nhân tố ở điều kiện thủy phân đến giá trị độ nhớt được thiết lập (phương trình 7).

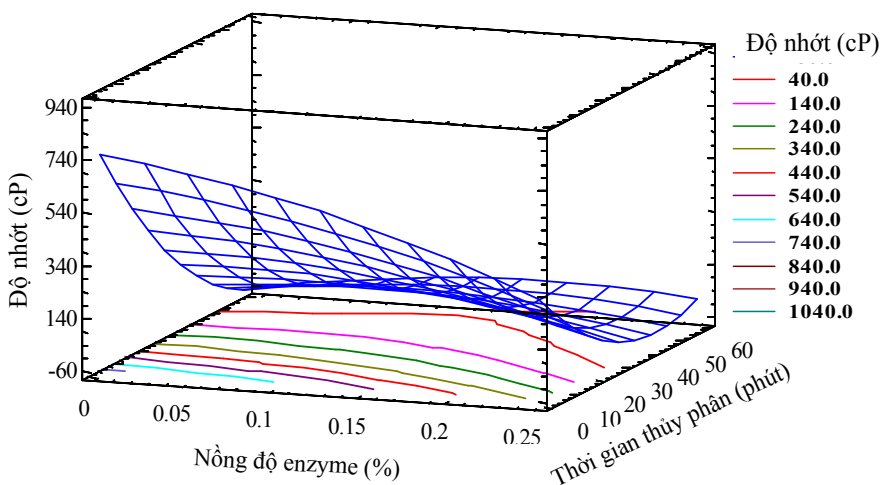
$$\text{ĐN (cP)} = 13112,4 - 266,258 x - 5886,53 y - 45,1605 z + 1,4325 x^2 + 56,9045 xy + 0,2322 xz - 3826,05 y^2 + 33,2359 yz + 0,1802 z^2 \quad (7)$$

$$R^2 = 0,96$$

Trong đó, ĐN là độ nhớt (cP), x là nhiệt độ (70÷90°C), y là nồng độ enzyme (0,05÷0,25%) và z là thời gian thủy phân (10÷60 phút).

Phân tích thống kê các hệ số của biến cho thấy các giá trị P của x, y, z, x^2 , xy, xz, y^2 , yz, z^2 đều nhỏ hơn 0,05, cho thấy mức độ ý nghĩa của các nhân tố khảo sát đến độ nhớt dịch thủy phân.

Ở nhiệt độ 90°C, biểu đồ bề mặt đáp ứng thể hiện ảnh hưởng của nồng độ enzyme và thời gian thủy phân đến độ nhớt dịch thủy phân được biểu diễn ở Hình 4.



Hình 4: Ảnh hưởng của nồng độ enzyme, thời gian thủy phân (nhiệt độ 90°C) đến độ nhớt của dịch thủy phân

4 KẾT LUẬN

Enzyme α -amylase tỏ ra hiệu quả cao trong quá trình thủy phân dịch tinh bột, chuẩn bị nguyên liệu cho quá trình chế biến sản phẩm tiếp theo từ nguồn nguyên liệu gạo huyết rồng. Với các điều kiện kỹ thuật tối ưu được chọn lựa, nồng độ enzyme α -amylase 0,18% được sử dụng cho quá trình thủy phân ở nhiệt độ 90°C trong thời gian 41,44 phút cho dịch thủy phân đạt được độ Brix và hàm lượng đường khử cao nhất (14,30% và 11,82%, tương ứng), cùng với độ nhớt của dịch thủy phân đạt được tương đối thấp (31,2 cP). Các phương trình tương quan được thiết lập hữu dụng cho việc dự đoán hàm lượng đường khử theo độ Brix, hoặc độ Brix, hàm lượng đường khử và độ nhớt dịch tinh bột theo nhiệt độ, nồng độ enzyme α -amylase và thời gian thủy phân.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Acton Q. A. 2013. Amylases – Advances in Research and Application. ScholarlyEditions, Atlanta, Georgia.
2. AOAC 17th edn Official. 2000. Ash of flour.
3. AOAC 17th edn Official. 2000. Protein determine nitrogen content.
4. Dubois, M.; Gills, K. A.; Hamilton, J. K.; Rebers, P. A. and Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. Anal. Chem. 28: 350-356.
5. Jarvis, C. E. and Walker, J. R. L. 1993. Simultaneous, rapid, spectrophotometric determination of total starch, amylose and amylopectin. Journal of the Science of Food and Agriculture, Volume 63, Issue 1, pages 53–57.
6. Lương Đức Phẩm. 1998. Công nghệ vi sinh vật. Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội.
7. Miller, G. L. 1959. Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar. Analytical Chemistry, Vol. 31, No. 3. (1 March 1959), pp. 426-428.
8. Nguyễn Đức Lượng. 2004. Công nghệ enzyme. Nhà xuất bản Đại học Quốc Gia TP. Hồ Chí Minh.
9. Nguyễn Trọng Cần. 1998. Công nghệ enzyme. Nhà xuất bản Nông nghiệp TP. Hồ Chí Minh.
10. TCVN 4331: 2001. Hàm lượng lipid thô.
11. TCVN 1867: 2001. Xác định độ ẩm – Phương pháp sấy khô.
12. <http://healthcare2.blogspot.com/2012/03/benefits-of-red-rice.html> (truy cập ngày 15/8/2014).