



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN  
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)  
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ**

(11)



**2-0002770**

(51)<sup>7</sup> **C12P 19/02; C12P 19/20; C12P 19/14**

(13) **Y**

(21) 2-2018-00550

(22) 26/12/2018

(45) 25/12/2021 405

(43) 25/03/2019 372A

(73) Trường Đại học Bách khoa Hà Nội (VN)

Số 1, Đại Cồ Việt, quận Hai Bà Trưng, thành phố Hà Nội

(72) Tô Kim Anh (VN); Phạm Tuấn Anh (VN).

(54) QUY TRÌNH SẢN XUẤT ĐƯỜNG GLUCOZA TỪ TINH BỘT DƯ TRONG BÃ SẴN

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình sản xuất đường glucoza từ tinh bột dư trong bã sắn bằng enzym thể hệ mới chứa  $\alpha$ -amylaza và glucoamylaza. Quy trình theo giải pháp được thực hiện trong điều kiện thủy phân ở nhiệt độ từ 50 đến 60°C bởi enzym thể hệ mới này kết hợp với việc tuần hoàn và phân phối dịch. Bằng kỹ thuật thủy phân kép, giải pháp vừa tận dụng được lượng enzym, đồng thời thủy phân triệt để được phần tinh bột còn dư trong dịch thủy phân nên tăng được hiệu suất thủy phân và giảm chi phí năng lượng và thời gian, giảm năng lượng khuấy do không phải hồ hóa tinh bột và nâng cao nồng độ glucoza trong dịch thủy phân.

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Giải pháp thuộc lĩnh vực công nghệ hoá sinh, cụ thể là đề cập đến quy trình thu hồi glucoza từ bã sắn bằng cách sử dụng enzym thuỷ phân tinh bột không qua quá trình gia nhiệt, kết hợp với quá trình tái sử dụng enzym. Quy trình theo giải pháp hữu ích cho phép thu sản phẩm glucoza phù hợp các mục tiêu lên men các sản phẩm khác.

### **Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích**

Hiện nay, các quy trình sản xuất tinh bột từ sắn củ bằng phương pháp cơ khí như nghiền, tách bằng nước, ly tâm đang thải ra bã sắn còn chứa 50-79,45% tinh bột; 10,61-35,9% xenluloza, 2,2-4,7% lignin; 3,1-4,2% hemixenluloza và 2,3-2,5% nitơ (tính theo % chất khô). Bã sắn chứa các chất dinh dưỡng và nước với hàm lượng lớn tới 65-80%, nên rất dễ lên men phân hủy gây mùi khó chịu. Nấm mốc phát triển dễ dàng trên bã sắn và theo gió phân tán bào tử đi khắp nơi, ảnh hưởng nghiêm trọng đến môi trường sản xuất, và đặc biệt là môi trường sống ở các cơ sở sản xuất thủ công tại các làng nghề.

Tuy nhiên, nhìn một cách khác, bã sắn thực sự có thể được coi là một nguyên liệu chứa tinh bột và xenluloza sạch do chứa ít lignin và hemixenluloza (các nguyên liệu lignoxenluloza thường chứa từ 25 đến 50% xenluloza trong khi có khoảng 22-35% hemixenluloza, 14-35% lignin). Sử dụng hiệu quả nguyên liệu phụ phẩm này, cho phép nâng cao giá trị cho sản xuất tinh bột sắn, tăng tính cạnh tranh của sản xuất tinh bột sắn và tận dụng hiệu quả tài nguyên.

Trong sắn củ, hạt tinh bột được giữ trong mạng lưới của thành tế bào. Trong quá trình sản xuất tinh bột, các công đoạn cắt, nghiền sắn củ giúp phá vỡ các mô tế bào nhờ vậy tinh bột được giải phóng và tách ra khỏi phần bã sắn. Tuy vậy, các lực cơ khí tác động chưa đủ để phân tách hoàn toàn các mô tế bào, do vậy một lượng lớn các hạt tinh bột vẫn còn mắc lại trong phần bã sắn (hình 1). Tuy nhiên, để phá vỡ cấu trúc mạng lưới tế bào của bã sắn thường khó, phức tạp và cần năng lượng lớn.

Thay vì tách tinh bột, việc sử dụng enzym để phân cắt các hạt tinh bột mắc trong mạng lưới tế bào, giải phóng glucoza giúp thu hồi giá trị tinh bột. Dạng tinh bột này có thể được sử dụng cho sản xuất siro glucoza để sử dụng trong công nghiệp thực phẩm

hay sản xuất các hóa chất nhờ các quá trình hóa học hay sinh học như mật tinh bột (siro glucoza-fructoza), khử hydro glucoza để sản xuất sorbitol, etanol thực phẩm, lên men lactic, glutamic, L-lysin, v.v..

Để sản xuất glucoza từ tinh bột, phương pháp chung thường là hồ hóa và sử dụng enzym thủy phân tinh bột để thu glucoza. Tuy nhiên, việc hồ hóa tinh bột thường làm tăng độ nhớt của dung dịch và do đó vừa cần năng lượng hồ hóa vừa cần năng lượng trong khuấy trộn.

Như vậy, cần phát triển giải pháp kỹ thuật thu hồi glucoza từ tinh bột dư trong bã sản không qua quá trình gia nhiệt, kết hợp tuần hoàn dịch tái sử dụng enzym, nâng cao hiệu suất quá trình, giảm được chi phí vận hành về năng lượng và enzym.

### **Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích**

Mục đích của giải pháp hữu ích là giải quyết các vấn đề nêu trên, theo đó giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình sản xuất glucoza từ tinh bột dư trong bã sản bằng enzym, tuần hoàn dịch, tái sử dụng enzym và giảm tiêu hao năng lượng. Quy trình theo giải pháp được thực hiện trong điều kiện nhiệt độ từ 50 đến 60°C bởi enzym thể hệ mới thủy phân tinh bột không qua gia nhiệt. Bằng kỹ thuật tuần hoàn dịch, tái sử dụng enzym, giải pháp giảm được lượng enzym sử dụng, nâng cao nồng độ glucoza trong dịch thủy phân, nâng cao hiệu suất thủy phân và giảm chi phí tiêu hao năng lượng do không gia nhiệt và giảm năng lượng khuấy.

Quy trình sản xuất đường glucoza từ tinh bột dư trong bã sản theo giải pháp hữu ích bao gồm các bước:

a) chuẩn bị nguyên liệu bằng cách chuyển bã sản vào thiết bị gia nhiệt tuần hoàn, sau đó bổ sung nước theo tỷ lệ bã sản/nước từ 1/4 đến 1/5 (trọng lượng/thể tích) và điều chỉnh độ pH = 4;

b) thủy phân nguyên liệu bằng cách bổ sung enzym thể hệ mới chứa  $\alpha$ -amylaza và glucoamylaza với hoạt độ từ 5 đến 10 GAU/g bã sản, bơm tuần hoàn dịch trong thiết bị và gia nhiệt dịch thủy phân đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 50 đến 60°C, duy trì quá trình thủy phân từ 12 đến 48 giờ, sau đó thu dịch thủy phân, loại bỏ bã;

c) thủy phân nguyên liệu bổ sung bằng cách bổ sung một lượng bã sản mới vào thiết bị gia nhiệt tuần hoàn theo tỷ lệ bã sản/dịch thủy phân thu được ở bước (b) từ 1/4

đến 1/5, điều chỉnh độ pH=4, sau đó bơm tuần hoàn dịch và gia nhiệt đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 50 đến 60°C; bổ sung enzym thể hệ mới như nêu trên với lượng bằng 50 đến 60% lượng enzym sử dụng ở bước (b) và duy trì quá trình thủy phân từ 12 đến 48 giờ; và

d) thu đường glucoza thành phẩm bằng cách lọc ép bỏ phần bã, thu phần dịch, dịch đường được chuyển sang thiết bị cô đặc, thu đường glucoza thành phẩm.

Theo một phương án ưu tiên, trong đó dịch tuần hoàn được bơm từ đáy thiết bị và phân phối lên khối bã sản bằng cách phun đều lên bề mặt khối bã sản.

### **Mô tả văn tắt hình vẽ**

Hình 1 là hình ảnh bã sản dưới kính hiển vi điện tử chỉ ra hạt tinh bột còn bị “gói” lại trong mô tế bào sản.

Hình 2 thể hiện thiết bị thủy phân tinh bột trong bã sản thu hồi glucoza: (A) thiết bị thủy phân có đảo trộn, (B) thiết bị theo giải pháp hữu ích.

Hình 3 là biểu đồ so sánh hàm lượng glucoza trong dịch thủy phân và hiệu suất thủy phân tinh bột trong thiết bị có khuấy trộn và thiết bị theo giải pháp hữu ích.

Hình 4 là biểu đồ thể hiện hàm lượng glucoza trong dịch thủy phân và hiệu suất thủy phân tinh bột trong thiết bị theo giải pháp hữu ích tại các tỷ lệ rắn/ lỏng khác nhau.

Hình 5 là sơ đồ thể hiện quy trình thủy phân bã sản thu hồi dịch glucoza theo giải pháp hữu ích.

Hình 6 là biểu đồ thể hiện hàm lượng glucoza trong dịch thủy phân và hiệu suất thủy phân tinh bột theo giải pháp hữu ích.

### **Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích**

Sau đây, giải pháp hữu ích sẽ được mô tả chi tiết với các phương án thực hiện cụ thể như, tuy nhiên, các phương án này chỉ nhằm mục đích bộc lộ giải pháp hữu ích chứ không nhằm mục đích giới hạn phạm vi yêu cầu bảo hộ của giải pháp hữu ích.

Theo giải pháp hữu ích, bã sản là nguồn nguyên liệu ban đầu được dùng để sản xuất glucoza là phần bã thải ra sau quá trình sản xuất tinh bột từ sắn củ của các nhà máy sản xuất tinh bột sắn hoặc từ các làng nghề sản xuất tinh bột sắn. Theo đó, phần bã sản

chứa chủ yếu chất xơ, protein và một lượng tinh bột còn sót lại ở dạng được “gói” trong tế bào.

Quy trình sản xuất đường glucoza từ tinh bột dư trong bã sắn theo giải pháp hữu ích như được thể hiện trên hình 5. Quy trình này bao gồm các bước: a) chuẩn bị nguyên liệu, b) thủy phân nguyên liệu, c) thủy phân nguyên liệu bổ sung; và d) thu đường glucoza.

Trong bước chuẩn bị nguyên liệu, bã sắn nguyên liệu là bã thải của quy trình sản xuất tinh bột sắn từ sắn củ từ nhà máy sản xuất tinh bột sắn được thu gom và chuyển vào thiết bị gia nhiệt tuần hoàn. Tiếp đó, bổ sung nước theo tỷ lệ bã sắn/nước từ 1/4 đến 1/5 (trọng lượng/thể tích) và điều chỉnh độ pH =4 bằng axit sulfuric. Cần lưu ý rằng, hàm lượng tinh bột có trong bã sắn không lớn, do phần lớn tinh bột đã được lấy ra trong quá trình chế biến tinh bột. Vì vậy, nếu bổ sung một lượng nước lớn sẽ cần nhiều năng lượng để loại bỏ nước để thu hồi đường.

Trong bước thủy phân nguyên liệu, tiến hành bơm tuần hoàn dịch trong thiết bị sao cho phần dịch từ đáy thiết bị được bơm lên phía trên, đồng thời qua bộ phận phân phối để phân phối đều phần dịch lên trên bề mặt của khối bã sắn. Theo một phương án ưu tiên, phần dịch tuần hoàn được phun đều lên bề mặt của khối bã sắn.

Thông thường, để thủy phân tinh bột, tinh bột thường được hồ hóa bằng nhiệt để biến đổi cấu trúc hạt tinh bột, tạo điều kiện để enzym phân cắt, nghĩa là dịch chứa tinh bột thường được gia nhiệt đến khoảng 90°C. Tuy nhiên, việc hồ hóa tinh bột thường tốn năng lượng và thời gian, và dịch tinh bột hồ hóa thu được có độ nhớt cao, đặc biệt là khi để nguội, làm tăng năng lượng quá trình khuấy trong phản ứng enzym. Quy trình theo giải pháp sử dụng enzym thế hệ mới chứa  $\alpha$ -amylaza và glucoamylaza có khả năng phân cắt trực tiếp tinh bột sống mà không cần quá trình hồ hóa.

Enzym thế hệ mới được sử dụng trong giải pháp hữu ích là chế phẩm enzym Stargen<sup>TM</sup>002 của Genencor International, Inc. (Mỹ) có khả năng thủy phân hạt tinh bột ở dưới nhiệt độ hồ hóa tinh bột. Stargen<sup>TM</sup>002 là hỗn hợp của hai enzym  $\alpha$ -amylase của *Aspergillus kawachii* biểu hiện trong *Trichoderma reesei* và glucoamylase từ *Trichoderma reesei* với hoạt độ glucoamylase công bố là 570 GAU/g, tỉ trọng dung dịch chế phẩm là 1,1-1,3.

Theo đó, phần dịch thủy phân được gia nhiệt đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 50 đến 60°C nhằm mục đích làm trương nở hạt tinh bột, nhưng không gây hồ hóa. Tiếp đó, bổ sung enzym Stargen<sup>TM</sup>002 với hoạt độ từ 5 đến 10 GAU/g bã sắn và duy trì quá trình thủy phân từ 12 đến 48 giờ, sau đó thu dịch thủy phân, loại bỏ bã.

Trong bước thủy phân nguyên liệu bổ sung, tiến hành bổ sung một lượng bã sắn vào dịch thủy phân thu được ở trên theo tỷ lệ bã sắn/dịch thủy phân từ 1/4 đến 1/5. Quá trình này vừa nhằm tái sử dụng enzym, giảm lượng enzym tiêu thụ, tăng hiệu suất thủy phân nguyên liệu, vừa nhằm tăng nồng độ glucoza có trong dịch thủy phân. Theo đó, sau khi bổ sung một lượng bã sắn theo tỷ lệ xác định ở trên, tiến hành điều chỉnh độ pH=4 bằng axit sulfuric rồi bơm tuần hoàn dịch đồng thời gia nhiệt đến khoảng từ 50 đến 60°C. Tiếp đó, bổ sung enzym Stargen<sup>TM</sup>002 với lượng bằng 50 đến 60% lượng enzym sử dụng ở bước (b), duy trì quá trình thủy phân từ 12 đến 48 giờ. Với việc thủy phân kép theo giải pháp, lượng enzym trong quá trình thủy phân lần đầu sẽ tiếp tục tham gia vào quá trình lần hai, do đó, giảm được lượng enzym sử dụng, nhưng vẫn đạt được hiệu suất mong muốn. Ngoài ra, bằng kỹ thuật thủy phân kép này, lượng tinh bột chưa thủy phân hết trong quá trình thủy phân ban đầu, tồn tại trong dịch thủy phân sẽ được tiếp tục thủy phân triệt để tạo ra glucoza, và do đó, tăng được nồng độ sản phẩm thu được.

Trong bước thu đường glucoza thành phẩm, lọc ép bỏ phần bã, thu phần dịch, tiếp đó phần dịch này được chuyển sang thiết bị cô đặc, thu được dịch đường glucoza thành phẩm.

### **Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích**

Ví dụ 1: Thủy phân tinh bột trong bã sắn có tái sử dụng dịch thủy phân

Cân 50 kg bã sắn khô thu được từ nhà máy sản xuất tinh bột sắn và chuyển vào thiết bị có hệ thống tuần hoàn dịch lỏng sao cho toàn bộ dịch thu hồi ở đáy thiết bị được bơm lên phía trên đỉnh thông qua bộ phận phân phối đều dịch lên phần bã. Bổ sung 200-250 L nước vào hệ thống. Độ pH được điều chỉnh về 4 bằng axit H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2N. Tiếp đó, bổ sung 0,6 lít chế phẩm enzym Stargen<sup>TM</sup>002 để thu được hoạt lực tương ứng 5-10 GAU/g bã sắn khô. Gia nhiệt khối dịch đến 50-60°C và duy trì trong 12-48 giờ. Sau đó, bã được tháo khỏi thiết bị, tách và ép lấy dịch. Bổ sung thêm vào dịch thu hồi 0,35 lít chế phẩm

enzym Stargen<sup>TM</sup>002 và nước để đạt thể tích 200-250L, độ pH được điều chỉnh đến 4 bằng axit H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2N.

Tiếp đó, bổ sung 50 kg bã sắn khô vào thiết bị và sử dụng dịch thu hồi ở trên để tiếp tục thủy phân trong thời gian 12-48 giờ ở 50-60 °C.

Sau thời gian thủy phân, dịch được ép khỏi bã và thu hồi; bã được rửa bằng nước 3 lần nhằm loại đường sót. Hàm lượng glucoza trong dịch được phân tích sử dụng kit D-glucoza Assay Kit (GOPOP format) của hãng Megazyme (<https://secure.megazyme.com/D-Glucoza-Assay-Kit>), hàm lượng tinh bột trong bã trước và sau thủy phân được xác định sử dụng kit Total Starch Assay Kit (AA/AMG) của hãng Megazyme (<https://secure.megazyme.com/Total-Starch-Assay-Kit>). Hiệu suất thủy phân được xác định dựa vào công thức:

$$\text{Hiệu suất thủy phân (\%)} = 100 \times \frac{H_T - H_S}{H_T}$$

trong đó:

HT: Hàm lượng tinh bột trong bã sắn ban đầu (%);

HS: Hàm lượng tinh bột trong bã sắn sau thủy phân (%).

Kết quả phân tích được thể hiện trên hình 6.

Ví dụ 2: So sánh hiệu quả thủy phân của hệ thống có bộ phận khuấy trộn và hệ thống tuần hoàn dịch lỏng theo giải pháp hữu ích

Cân 50 kg nguyên liệu bã sắn khô cho vào thiết bị xử lý có cánh khuấy đảo trộn chứa 200 L nước. Lượng nguyên liệu tương tự được cho vào thiết bị của giải pháp hữu ích, thiết bị này không có hệ thống đảo trộn, được trang bị hệ thống thu hồi và tuần hoàn dịch sao cho toàn bộ dịch thu hồi ở đáy thiết bị được bơm lên phía trên đỉnh thông qua bộ phận phân phối nhằm phân phối đều dịch. Thiết bị thủy phân tinh bột trong bã sắn thu hồi glucoza có đảo trộn và thiết bị theo giải pháp hữu ích tương ứng được thể hiện trên hình 2.A và hình 2.B.

Bổ sung chế phẩm Stargen<sup>TM</sup>002 với hoạt độ 5-10 GAU/g bã sắn khô vào cả hai hệ thống. Quá trình thủy phân trong hai thiết bị được thực hiện tại nhiệt độ 60°C, thời gian 12-48 giờ.

Sau thời gian thủy phân, dịch được ép khỏi bã và thu hồi; bã được rửa bằng nước 3 lần nhằm loại đường sót. Hàm lượng glucoza trong dịch thủy phân được phân tích theo cách như được nêu trong ví dụ 1.

Kết quả phân tích được thể hiện trên hình 3.

Ví dụ 3: So sánh hiệu quả thủy phân tinh bột trong bã sắn tại các tỷ lệ rắn/ lỏng khác nhau sử dụng thiết bị thủy phân theo giải pháp hữu ích

Cân 50 kg nguyên liệu bã sắn khô cho vào thiết bị của giải pháp hữu ích sao cho toàn bộ dịch thu hồi ở đáy thiết bị được bơm lên phía trên đỉnh thông qua bộ phận phân phối đều dịch. Bổ sung 250 – 350 lít nước vào hệ thống. Độ pH được điều chỉnh về 4 bằng axit  $H_2SO_4$ . Bổ sung chế phẩm enzym Stargen<sup>TM</sup>002 với hoạt độ 5-10 GAU/g bã sắn khô. Quá trình thủy phân thực hiện tại nhiệt độ 50-60°C, thời gian 12-48 giờ.

Sau thời gian thủy phân, dịch được ép khỏi bã, bã được rửa bằng nước 3 lần. Hàm lượng glucoza trong dịch và hiệu suất thủy phân được xác định tương tự ví dụ 2.

Kết quả phân tích được thể hiện trên hình 4.

#### **Hiệu quả đạt được của giải pháp hữu ích**

Quy trình theo giải pháp cho phép thủy phân tinh bột để thu glucoza từ bã sắn với nồng độ chất khô cao trong thiết bị thủy phân và không cần bộ phận đảo trộn nên giảm được chi phí năng lượng dùng cho quá trình khuấy trộn.

Quá trình theo giải pháp hữu ích được thực hiện ở nhiệt độ trương nở tinh bột (khoảng từ 50 đến 60°C) và không cần hồ hóa tinh bột trước khi thủy phân nên giảm được năng lượng hồ hóa đồng thời giảm được độ nhớt của dung dịch nên thuận lợi cho quá trình bơm tuần hoàn và giảm chi phí năng lượng khuấy.

Bằng cách sử dụng enzym có khả năng thủy phân trực tiếp tinh bột sống kết hợp với nhiệt độ tối ưu, hiệu suất thủy phân tinh bột trong bã sắn đạt tới 98,4% ở giai đoạn 1, và 96,7% ở giai đoạn 2. Dịch đường glucoza thu hồi đạt nồng độ 148 g/L (14,8%), là một tiền đề thuận lợi để lên men về sau hoặc cô đặc thành siro glucoza. Mặt khác, bã sắn đã tách tinh bột cũng là một nguyên liệu tiềm năng cho các quá trình sản xuất các sản phẩm giàu xơ sợi.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình sản xuất đường glucoza từ tinh bột dư trong bã sắn bao gồm các bước:

a) chuẩn bị nguyên liệu bằng cách chuyển bã sắn vào thiết bị gia nhiệt tuần hoàn, sau đó bổ sung nước theo tỷ lệ bã sắn/nước từ 1/4 đến 1/5 (trọng lượng/thể tích) và điều chỉnh độ pH = 4;

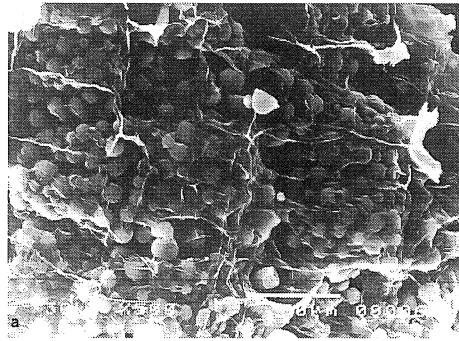
b) thủy phân nguyên liệu bằng cách bơm tuần hoàn dịch trong thiết bị và gia nhiệt dịch thủy phân đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 50 đến 60°C, tiếp đó bổ sung enzym amylaza thể hệ mới chứa  $\alpha$ -amylaza và glucoamylaza (Stargen<sup>TM</sup>002) với hoạt độ từ 5 đến 10 GAU/g bã sắn và duy trì quá trình thủy phân từ 12 đến 48 giờ, sau đó thu dịch thủy phân, loại bỏ bã;

c) thủy phân nguyên liệu bổ sung bằng cách bổ sung một lượng bã sắn vào thiết bị theo tỷ lệ bã sắn/dịch thủy phân thu được ở bước (b) từ 1/4 đến 1/5, điều chỉnh độ pH bằng 4, sau đó bơm tuần hoàn và gia nhiệt dịch đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 50 đến 60°C; bổ sung enzym amylaza thể hệ mới như nêu trên bằng 50 đến 60% lượng enzym sử dụng ở bước (b) và duy trì quá trình thủy phân từ 12 đến 48 giờ; và

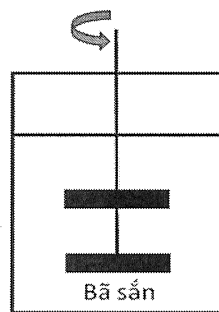
d) thu đường glucoza thành phẩm bằng cách lọc ép bỏ phần bã, thu phần dịch, dịch đường được cô đặc, thu đường glucoza thành phẩm.

2. Quy trình theo điểm 1, trong đó ở bước (b) dịch tuần hoàn được bơm từ đáy thiết bị và phân phối lên khối bã sắn bằng cách phun đều lên bề mặt khối bã sắn.

HÌNH 1

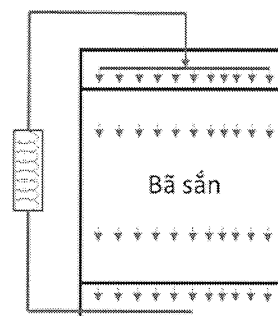


HÌNH 2



Sơ đồ hệ thống khuấy

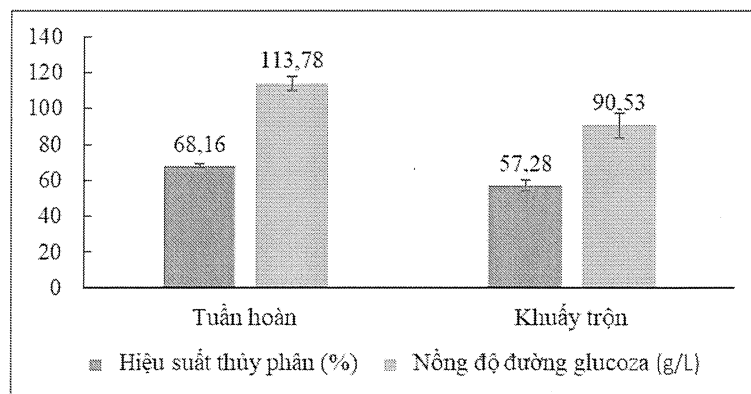
A



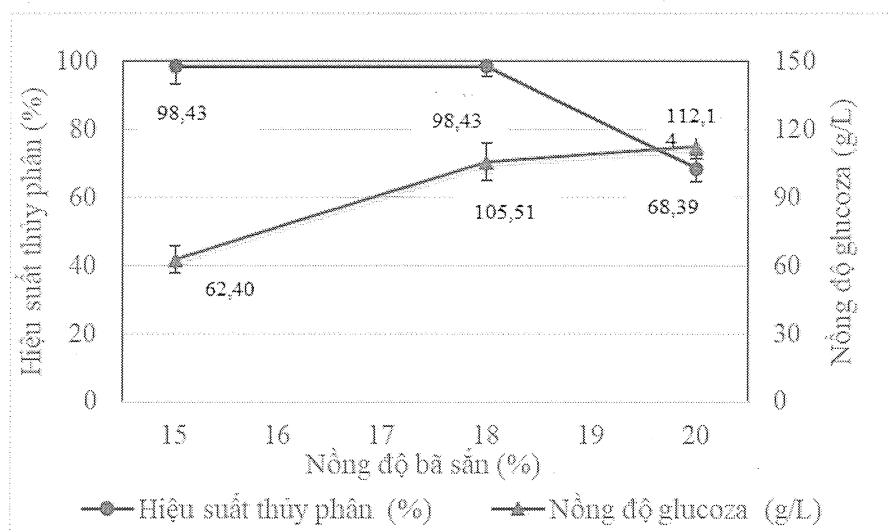
Sơ đồ hệ hồi lưu dịch

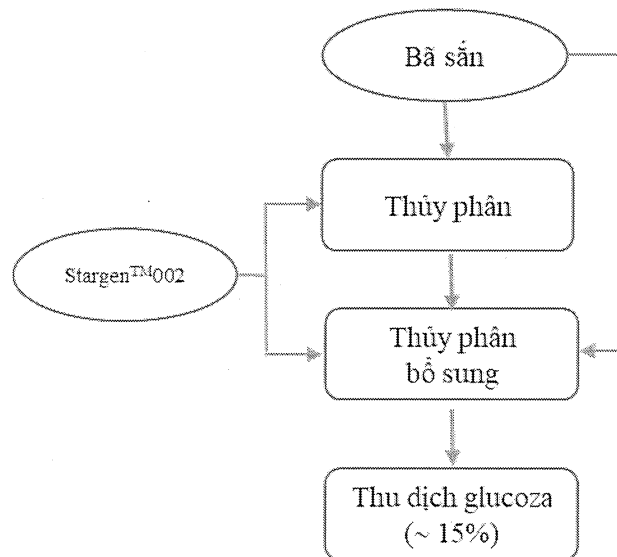
B

HÌNH 3



HÌNH 4



**HÌNH 5****HÌNH 6**