



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

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

(11)



1-0024170

(51)⁷ C12P 7/10; C13K 1/02

(13) B

(21) 1-2013-01484

(22) 05/10/2011

(86) PCT/EP2011/067391 05/10/2011

(87) WO2012/049054A3 19/04/2012

(30) 1058327 13/10/2010 FR

(45) 25/06/2020 387

(43) 26/08/2013 305A

(73) COMPAGNIE INDUSTRIELLE DE LA MATIERE VEGETALE - CIMV (FR)

134-142 Rue Danton, F-92300 Levallois Perret, France

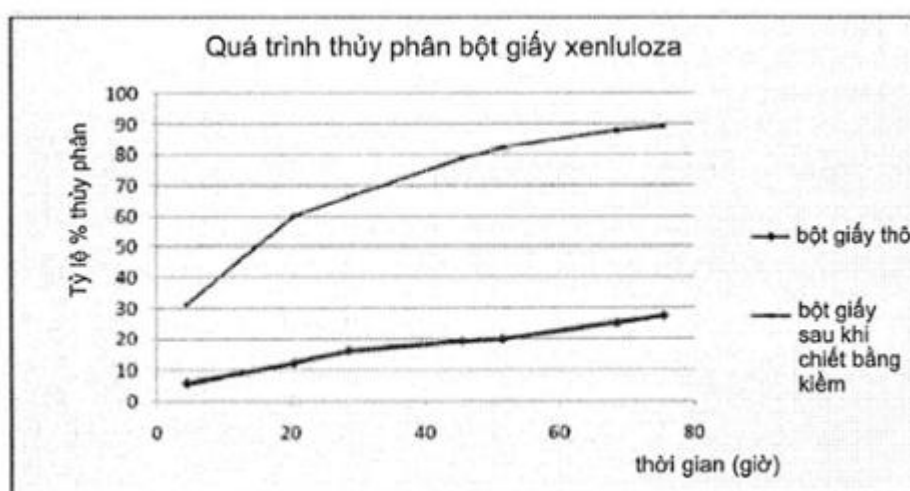
(72) DELMAS, Michel (FR); BENJELLOUN MLAYAH, Bouchra (FR).

(74) Công ty TNHH Sở hữu trí tuệ WINCO (WINCO CO., LTD.)

(54) QUY TRÌNH SẢN XUẤT ETANOL SINH HỌC TỪ NGUYÊN LIỆU THỰC VẬT LIGNOXENLULOZA

(57) Sáng chế đề cập đến quy trình sản xuất etanol sinh học từ nguyên liệu thực vật lignoxenluloza bao gồm các bước: xử lý sơ bộ (bao gồm công đoạn phân hủy nguyên liệu thực vật lignoxenluloza bằng cách cho nguyên liệu này vào hỗn hợp chứa axit formic, axit axetic và nước, sau đó tách xenluloza), thủy phân bằng enzym và lên men rượu, khác biệt ở chỗ, trước bước thủy phân bằng enzym, quy trình này có bước loại bỏ một phần lignin để thu được tổng hàm lượng lignin còn lại (T), được thể hiện theo tỷ lệ % trọng lượng không bằng 0 và hàm lượng này nằm trong khoảng được xác định bởi giới hạn dưới và giới hạn trên tương ứng bằng 0,30% và 4%.

Để thu được điều kiện axit hóa trước bước thủy phân bằng enzym, quy trình này có bước tiến hành tái axit hóa hỗn hợp bằng axit hoặc hỗn hợp các axit có giá trị pKa định trước, và tốt hơn là bằng axit hữu cơ yếu.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến quy trình sản xuất etanol sinh học hoặc etanol từ nguyên liệu thực vật lignoxenluloza bao gồm bước xử lý sơ bộ nguyên liệu thực vật lignoxenluloza này để tách xenluloza, và bước thủy phân xenluloza bằng enzym.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Người nộp đơn Compagnie Industrielle de la Matiere Vegetale (CIMV) là công ty chuyên về xử lý và sử dụng có lợi nguyên liệu thực vật lignoxenluloza.

Về mặt này, người nộp đơn đã nộp và là chủ sở hữu của nhiều đơn sáng chế và Bằng độc quyền sáng chế khác nhau liên quan đến quy trình sản xuất bột giấy, lignin, đường và axit axetic bằng cách cắt phân đoạn nguyên liệu thực vật lignoxenluloza trong môi trường axit formic/axit axetic (Công bố đơn quốc tế số WO-A1-00/68494).

Người nộp đơn cũng là chủ sở hữu của các đơn sáng chế và/hoặc bằng độc quyền sáng chế liên quan đến quy trình xử lý sơ bộ nguyên liệu thực vật lignoxenluloza để sản xuất etanol sinh học (Công bố đơn quốc tế số WO-A2-2010/006840).

Cụ thể, quy trình xử lý sơ bộ này làm cho có thể thu được chất nền thứ nhất chủ yếu chứa xenluloza đã loại xơ có điều kiện tối ưu đối với quá trình thủy phân bằng enzym sau đó của nó, và chất nền thứ hai gồm mật đường có nguồn gốc từ hemixenluloza là các sản phẩm thủy phân không chứa furfural, từ nguyên liệu thực vật lignoxenluloza (lignocellulosic vegetable raw material: LVRM) trong điều kiện có lợi trong công nghiệp.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Người nộp đơn đã đề xuất quy trình sản xuất etanol sinh học từ nguyên liệu thực vật lignoxenluloza, bao gồm các bước lần lượt sau đây: xử lý sơ bộ nguyên liệu LVRM, thủy phân bằng enzym đối với nguyên liệu đã xử lý sơ bộ và lên men

rượu các sản phẩm tạo thành từ bước thủy phân.

Cụ thể, người nộp đơn đã đề xuất quy trình sản xuất etanol sinh học từ nguyên liệu thực vật lignoxenluloza bao gồm các bước lần lượt sau đây:

a) xử lý sơ bộ nguyên liệu thực vật lignoxenluloza để tách xenluloza, hemixenluloza và lignin có trong nguyên liệu này, quá trình xử lý sơ bộ bao gồm các công đoạn lần lượt sau:

(i) phân hủy nguyên liệu thực vật lignoxenluloza bằng cách cho nguyên liệu này vào hỗn hợp chứa axit formic và nước, ở nhiệt độ phản ứng nằm trong khoảng từ 95°C đến 110°C ;

(ii) tiếp đó, ở áp suất khí quyển và trước quá trình thủy phân và sau đó lên men bất kỳ, tiến hành chuẩn bị riêng biệt:

một mặt, pha rắn chủ yếu bao gồm xenluloza nêu trên có khả năng thủy phân và sau đó lên men để sản xuất etanol sinh học;

và mặt khác, pha lỏng chứa axit formic, lignin và hemixenluloza, cụ thể là trong dung dịch nước;

b) thủy phân pha rắn nêu trên bằng enzym;

c) lên men rượu các sản phẩm tạo thành từ bước thủy phân nêu trên là các sản phẩm có khả năng lên men để sản xuất etanol sinh học.

Cụ thể, quy trình này đã được mô tả chi tiết trong patent châu Âu số EP-2 235 254 (Công bố đơn quốc tế số WO-A1-2009/092749), nội dung của tài liệu này được đưa vào đây bằng cách viện dẫn.

Quy trình này đưa ra phương pháp hoàn toàn khác với phương pháp của các giải pháp đã biết là bằng cách tiến hành tách ba polyme sinh học bằng quá trình dung môi phân trong môi trường axit/nước, quy trình này làm cho có thể tách lignin có mạch thẳng, không tái kết hợp, trọng lượng phân tử thấp và có giá trị cao, trước quá trình thủy phân và sau đó lên men bất kỳ của xenluloza và hemixenluloza.

Quy trình này làm cho có thể thu được các tính năng công nghiệp, bất kể bản chất của thực vật được sử dụng và vì thế quy trình này là đặc biệt có lợi trong trường hợp các cây lâu năm để mở ra hướng đi cho mục đích kinh tế mới, cụ thể là trong trường hợp rom ngũ cốc, và bã ép từ cây mía hoặc cây lúa miến ngọt. Mục đích kinh tế này đã được đề xuất bởi người nộp đơn trong Công bố đơn quốc tế số

WO-A1-00/68494, đơn này đề cập đến quy trình sản xuất bột giấy, lignin, đường và axit axetic bằng cách cắt phân đoạn nguyên liệu thực vật lignoxenluloza trong môi trường axit formic/axit axetic.

Các sáng chế này (quy trình CIMV) nhằm cải thiện các điều kiện công nghiệp để sản xuất etanol hoặc etanol sinh học từ LVRM, và cụ thể là quá trình thủy phân xenluloza để tạo ra các đường lên men được.

Nói chung và theo cách đã biết, các quy trình sản xuất etanol sinh học từ LVRM tính đến một vài thông số.

Cụ thể, trong số các thông số này, đã xác định được rằng lignin có thể là chất ức chế enzym và chất nền lignoxenluloza phải được xử lý sơ bộ để làm cho xenluloza và hemixenluloza có thể thủy phân.

Do thành phần hóa học của chúng, các polyme lignin không tan và có khả năng phản ứng cao.

Do đó, sự có mặt của các lignin làm tăng độ bền của mạng xenluloza-hemixenluloza, và chúng cản trở sự thâm nhập và tác dụng của enzym cần sự có mặt của nước.

Quá trình thủy phân xenluloza bằng enzym là phương pháp được khuyến cáo sử dụng để thu được các đường có thể lên men dùng cho các mục đích khác nhau, và cụ thể, do các kết quả đánh giá có lợi về mặt kinh tế của quá trình thủy phân bằng enzym so với quá trình thủy phân bằng hóa chất.

Ngoài ra, quá trình thủy phân bằng enzym tạo ra ít nước thải cần được xử lý và không có vấn đề về ăn mòn.

Quá trình thủy phân bằng enzym trên thực tế được tiến hành bằng cách đơn giản là cho nguyên liệu thực vật đã xử lý sơ bộ tiếp xúc với dung dịch enzym, trong khi đảm bảo rằng huyền phù tạo thành là đồng nhất và các điều kiện tối ưu được duy trì, ví dụ, các điều kiện này đối với enzym *T. reesei cellulaza* là nhiệt độ nằm trong khoảng từ 45°C đến 50°C và độ pH bằng khoảng 4,8.

Thời gian tác dụng của enzym phụ thuộc vào lượng enzym được sử dụng và hoạt tính cụ thể của chúng.

Trong quá trình thủy phân bằng enzym, các đường khử chủ yếu được giải phóng ở dạng glucoza.

Các enzym tham gia vào quá trình thoái biến xenluloza thường được gọi là xenlulaza, chúng có nhiều loại và nguồn gốc khác nhau và được xác định tính chất, cụ thể là theo hoạt tính của chúng.

Giá thành của các xenlulaza là tương đối cao và yếu tố này thường được đánh giá là đắt nhất trong quá trình sản xuất etanol sinh học từ LVRM.

Do đó, các nỗ lực quan trọng đã được tiến hành để xác định cơ chế của quá trình thủy phân bằng enzym nhằm cải thiện quá trình này, đây là quá trình phức tạp về tác dụng của các protein hòa tan đối với chất nền không tan và “bền nhiệt”.

Thông số khác về hiệu quả và chi phí hữu hiệu của quá trình thủy phân bằng enzym là thời gian thủy phân, quá trình này có thể tương đối dài từ 48 đến 72 giờ.

Khi xenluloza đã được thủy phân thành glucoza bằng enzym, glucoza này được lên men theo cách tương tự như glucoza tạo thành từ tinh bột.

Các vấn đề cụ thể đã biết đối với việc sử dụng LVRM làm chất nền ban đầu vẫn còn tồn tại, như có thể có mặt các hợp chất độc và chất ức chế tạo thành từ hemixenluloza và lignin, và cũng có thể tiến hành quá trình thủy phân bằng enzym và lên men theo một bước.

Các chất ức chế có mặt trong sản phẩm thủy phân sinh ra từ quá trình thoái biến của các đường (thành furfural) và các nhóm có mặt trong hemixenluloza, và của lignin.

Sự có mặt của các chất ức chế phụ thuộc vào tính chất của nguyên liệu LVRM và các điều kiện xử lý sơ bộ của nó.

Ngoài sự ức chế các enzym bởi furfural, hiệu quả kết hợp của các chất ức chế khác nhau đã được lưu ý.

Đối với quá trình lên men và thủy phân đồng thời theo quy trình đường hóa và lên men đồng thời (Simultaneous Saccharification and Fermentation: SSF), quy trình này bao gồm việc tiến hành quá trình thủy phân bằng enzym và lên men bằng etanol theo một bước, các ưu điểm cơ bản của quy trình này là sự giảm chi phí đầu tư bằng cách loại bỏ các thao tác cần thiết để quá trình thủy phân bằng enzym được thực hiện trước, và không có sự ức chế xenlulaza bởi glucoza, glucoza này đã bị các vi sinh vật lên men tiêu thụ nếu có mặt.

Quá trình này làm tăng mức độ và tỷ lệ thủy phân và tăng tổng hiệu suất tạo

ra etanol hoặc etanol sinh học.

Ngoài ra, nguy cơ nhiễm vi sinh vật của sản phẩm thủy phân giàu glucoza được giảm đi.

Tuy nhiên, đã thấy rõ rằng hiệu quả mà quy trình SSF tạo ra, cụ thể là theo quan điểm về mặt kinh tế, một số khía cạnh cần được tối ưu hóa, cụ thể là nồng độ chất khô ban đầu để thu được nồng độ etanol cao.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là đồ thị thể hiện hiệu quả của việc chiết bằng kiềm đôi với mức độ thủy phân xenluloza.

Fig.2 là đồ thị thể hiện tỷ lệ % hàm lượng lignin còn lại đối với quá trình thủy phân bột giấy xenluloza.

Mô tả chi tiết sáng chế

Để khắc phục các nhược điểm của các giải pháp đã biết, sáng chế nhằm đề xuất quy trình cải tiến để sản xuất etanol sinh học hoặc etanol, bao gồm bước xử lý sơ bộ nguyên liệu thực vật lignoxenluloza để tách xenluloza, và bước thủy phân xenluloza bằng enzym, khác biệt ở chỗ, trước tiên, quy trình này chỉ loại bỏ một phần lignin trước bước thủy phân bằng enzym để thu được tổng hàm lượng lignin còn lại T (được thể hiện dưới dạng tỷ lệ % trọng lượng), không bằng 0 và hàm lượng này nằm trong khoảng hai giá trị giới hạn, nghĩa là hàm lượng này nằm trong khoảng định trước. Để xác định hàm lượng T của lignin, không tính lượng lignin tái kết tủa, chỉ tính lượng lignin thực tế.

Thật vậy, đã bất ngờ phát hiện được rằng việc không loại bỏ hoàn toàn lignin làm cho có thể đạt được hiệu suất cao nhất, nghĩa là hàm lượng T của quá trình thủy phân bằng enzym bằng 100%.

Cụ thể hơn, quy trình này khác biệt ở chỗ, trước bước thủy phân bằng enzym, quy trình này có bước loại bỏ một phần lignin để thu được tổng hàm lượng lignin còn lại (T), được thể hiện dưới dạng tỷ lệ % trọng lượng, không bằng 0 và hàm lượng này nằm trong khoảng được xác định bởi giới hạn dưới (lower limit: Llow), và giới hạn trên (upper limit: Lupp), tương ứng bằng 0,30% và 4%.

Tốt hơn, nếu tổng hàm lượng lignin còn lại (T) nằm trong khoảng được xác định bởi giới hạn dưới (Llow) và giới hạn trên (Lupp) tương ứng bằng 0,35% và 3,5%.

Tốt hơn, nếu tổng hàm lượng lignin còn lại tương ứng bằng 1,65%.

Phương pháp xử lý xenluloza này là để loại bỏ lignin để đạt được nồng độ lignin như đã nêu trên đây, ví dụ, phương pháp này được tiến hành bằng cách xử lý bằng natri hydroxit, sau đó là bước rửa để loại bỏ natri hydroxit còn dư trước bước thủy phân bằng enzym.

Theo đặc điểm khác của quy trình theo sáng chế, để thu được điều kiện axit hóa trước quá trình thủy phân bằng enzym, và cụ thể là độ pH bằng khoảng 5, tiến hành “tái axit hóa” hỗn hợp bằng axit có giá trị pKa định trước, và cụ thể là bằng các axit yếu như axit axetic và/hoặc axit formic, và/hoặc axit yếu khác như axit xitric.

Theo một đặc điểm khác của quy trình theo sáng chế, bước tái axit hóa hỗn hợp được tiến hành bằng cách sử dụng axit axetic và/hoặc axit formic và/hoặc axit xitric.

Theo một đặc điểm của quy trình theo sáng chế, bước tái axit hóa hỗn hợp được tiến hành bằng cách sử dụng hỗn hợp chứa axit axetic với lượng 0,4% trọng lượng và axit formic với lượng 0,2% trọng lượng so với trọng lượng khô của xenluloza.

Sau bước tái axit hóa nêu trên, tốt hơn nếu độ pH của hỗn hợp nằm trong khoảng từ 4 đến 6, tốt hơn là từ 4,5 đến 5,5.

Tốt hơn nữa nếu sau bước tái axit hóa nêu trên, độ pH của hỗn hợp bằng 5.

Theo một đặc điểm của quy trình theo sáng chế, bước loại bỏ một phần lignin được tiến hành ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 80°C đến 85°C.

Theo một đặc điểm của quy trình theo sáng chế, bước loại bỏ một phần lignin được tiến hành ở áp suất khí quyển.

Bất ngờ là đã chứng minh được rằng việc sử dụng các axit này làm cho có thể thu được mức độ thủy phân cao nhất, điều này trái ngược với khi sử dụng axit mạnh, ví dụ như axit sulfuric.

Ngoài ra, trong quy trình CIMV đã nêu trên đây, việc sử dụng axit axetic

và/hoặc axit formic trong công nghiệp là đặc biệt có lợi do các axit này đã được sử dụng và có mặt trong các chu trình công nghiệp để sản xuất xenluloza từ nguyên liệu LVRM.

Trong số các ưu điểm khác của sáng chế, đã chứng minh được rằng tổng hiệu suất của quy trình sản xuất etanol hoặc etanol sinh học là gần bằng hoặc gần như bằng hiệu suất tối đa theo lý thuyết của quy trình sản xuất etanol từ LVRM, và ngoài ra hiệu suất này cũng phụ thuộc vào việc toàn bộ quy trình có sử dụng bước thứ nhất là thủy phân bằng enzym theo sáng chế, và sau đó là bước lên men hay không, hoặc cả bước thủy phân và lên men được tiến hành đồng thời hay không (quy trình SSF).

Hiệu quả tương đương này là do quá trình thủy phân bằng enzym theo sáng chế không tạo ra chất ức chế quá trình lên men.

Ngoài ra, đã chứng minh được rằng các ưu điểm của quy trình theo sáng chế (tổng hàm lượng lignin và các điều kiện tái axit hóa cụ thể) không bị thay đổi, nghĩa là các ưu điểm này có cùng bản chất và các giá trị, bất kể lượng xenlulaza được sử dụng, và cụ thể, chúng là các xenlulaza có hiệu quả cao hay thấp.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ về các kết quả thử nghiệm:

Ví dụ về các enzym được thử nghiệm và hoạt tính của chúng:

	Hoạt tính theo nồng độ U/ml của dung dịch enzym			
			Xenlulaza	
	Xylanaza	Beta-glucosidaza	Endo	exo
Cellic CTec	42	3827	11+/-5	281+/-40
Accelleraza 1500	7	392	12+/-6	66+/-9
AB (EL 2009060L)	8	32	1+/-05	13+/-2
AB (EL 2009096L)	0	77	2+/-1	25+/-3

Enzym được sử dụng cho các thử nghiệm: Cellic Ctec và Cellic Ctec 2 (enzym “thế hệ mới” có hoạt tính lớn hơn 40% so với enzym thế hệ thứ nhất).

Các điều kiện thủy phân: Nhiệt độ bằng 50°C, độ pH nằm trong khoảng từ 4

đến 5, nồng độ của enzym bằng 42U/g.

Hiệu quả của việc chiết bằng kiềm đối với mức độ thủy phân xenluloza: xem Fig.1, trong đó:

- Bột giấy thô: bột giấy được gọi là “CIMV” sau khi chiết, khử lignin và rửa;
- Bột giấy sau khi chiết bằng kiềm: bột giấy thô được xử lý ở độ pH = 12 ở nhiệt độ 85°C trong 1 giờ.

Hiệu quả của hàm lượng lignin còn lại đối với quá trình thủy phân bột giấy xenluloza: xem Fig.2.

Hiệu quả của giá trị pKa của axit được sử dụng để axit hóa (“tái axit hóa”) ở độ pH = 5 đối với quá trình thủy phân bột giấy xenluloza:

	Axit axetic	Axit axetic + axit formic	Axit formic	Axit sulfuric
Tỷ lệ % thủy phân sau 24 giờ	95	80	78	45

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình sản xuất etanol sinh học từ nguyên liệu thực vật lignoxenluloza, bao gồm các bước:
 - (a) xử lý sơ bộ nguyên liệu thực vật lignoxenluloza để tách xenluloza, hemixenluloza và lignin có trong nguyên liệu này, bước xử lý sơ bộ bao gồm các công đoạn:
 - (i) phân hủy nguyên liệu thực vật lignoxenluloza bằng cách cho nguyên liệu này vào trong hỗn hợp chứa axit formic và nước, ở nhiệt độ phản ứng nằm trong khoảng từ 95°C đến 110°C;
 - (ii) tiếp đó, ở áp suất khí quyển và trước quá trình thủy phân và lên men bất kỳ, tách:
pha rắn gồm xenluloza nêu trên và lignin còn lại; và
pha lỏng gồm dung dịch chứa nước, axit formic, lignin và hemixenluloza;
 - (b) loại bỏ một phần lignin còn lại ra khỏi pha rắn để thu được tổng hàm lượng lignin còn lại nằm trong khoảng từ 0,30% đến 4% trọng lượng;
 - (c) thủy phân pha rắn nêu trên bằng enzym; và
 - (d) lên men rượu các sản phẩm thu được từ bước thủy phân bằng enzym nêu trên để sản xuất etanol sinh học.
2. Quy trình theo điểm 1, trong đó tổng hàm lượng lignin còn lại nằm trong khoảng từ 0,35% đến 3,5% trọng lượng.
3. Quy trình theo điểm 2, trong đó tổng hàm lượng lignin còn lại là bằng 1,65% trọng lượng.
4. Quy trình theo điểm 1, trong đó bước loại bỏ một phần lignin còn lại nêu trên được tiến hành bằng cách xử lý bằng natri hydroxit, sau đó là bước rửa để loại bỏ natri hydroxit còn dư trước bước thủy phân bằng enzym.

5. Quy trình theo điểm 1, trong đó để thu được điều kiện axit hóa trước bước thủy phân bằng enzym, quy trình này có bước tái axit hóa hỗn hợp, được tiến hành bằng cách sử dụng axit hoặc hỗn hợp các axit có giá trị pKa xác định.
6. Quy trình theo điểm 5, trong đó axit nêu trên là axit axetic, axit formic và/hoặc axit xitric, hoặc hỗn hợp của chúng.
7. Quy trình theo điểm 6, trong đó axit nêu trên là hỗn hợp của axit axetic với lượng 0,4% trọng lượng và axit formic với lượng 0,2% trọng lượng.
8. Quy trình theo điểm 5, trong đó sau bước tái axit hóa nêu trên, độ pH của hỗn hợp nằm trong khoảng từ 4 đến 6.
9. Quy trình theo điểm 8, trong đó sau bước tái axit hóa nêu trên, độ pH của hỗn hợp nằm trong khoảng từ 4,5 đến 5,5.
10. Quy trình theo điểm 9, trong đó sau bước tái axit hóa nêu trên, độ pH của hỗn hợp bằng 5.
11. Quy trình theo điểm 1, trong đó bước loại bỏ một phần lignin nêu trên được tiến hành ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 80°C đến 85°C.
12. Quy trình theo điểm 1, trong đó bước loại bỏ một phần lignin nêu trên được tiến hành ở áp suất khí quyển.
13. Quy trình sản xuất etanol sinh học từ nguyên liệu thực vật lignoxenluloza, bao gồm các bước:
 - (a) xử lý sơ bộ nguyên liệu thực vật lignoxenluloza để tách xenluloza, hemixenluloza và lignin có trong nguyên liệu này, bước xử lý sơ bộ bao gồm các công đoạn sau:
 - (i) phân hủy nguyên liệu thực vật lignoxenluloza bằng cách cho nguyên

liệu này vào hỗn hợp chứa axit formic và nước, ở nhiệt độ phản ứng nằm trong khoảng từ 95°C đến 110°C;

(ii) tiếp đó, ở áp suất khí quyển và trước quá trình thủy phân và sau đó lên men bất kỳ, tách:

pha rắn gồm xenluloza nêu trên và lignin còn lại; và

pha lỏng gồm dung dịch chứa nước, axit formic, lignin và hemixenluloza;

(b) loại bỏ một phần lignin còn lại ra khỏi pha rắn bằng cách xử lý pha rắn bằng natri hydroxit, để thu được tổng hàm lượng lignin còn lại nằm trong khoảng từ 0,30% đến 4% trọng lượng;

(c) tái axit hóa hỗn hợp pha rắn từ bước (b) bằng cách xử lý hỗn hợp bằng axit,

(d) thủy phân pha rắn đã được tái axit hóa nêu trên từ bước (c) bằng enzym; và

(e) lên men rượu các sản phẩm thu được từ bước thủy phân bằng enzym nêu trên để sản xuất etanol sinh học.

14. Quy trình theo điểm 13, trong đó bước loại bỏ một phần lignin còn lại bao gồm công đoạn xử lý pha rắn bằng natri hydroxit ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 80 đến 85°C.

15. Quy trình theo điểm 13, trong đó quy trình này còn bao gồm bước rửa để loại bỏ natri hydroxit trước khi tái axit hóa.

16. Quy trình theo điểm 13, trong đó quy trình này còn bao gồm bước tái axit hóa hỗn hợp pha rắn từ bước (b) bằng cách xử lý hỗn hợp bằng axit axetic, axit formic, axit xitric, hoặc hỗn hợp của nó.

1/1

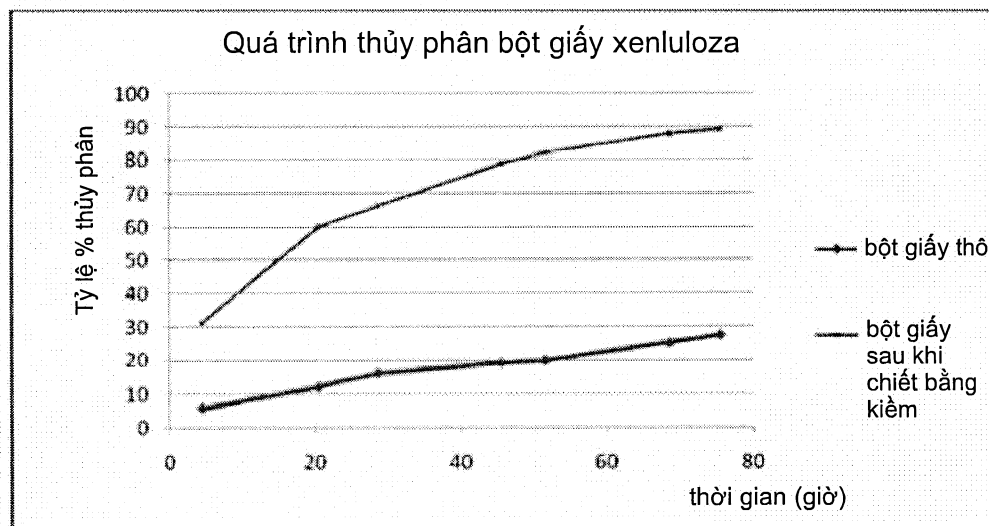


Fig.1

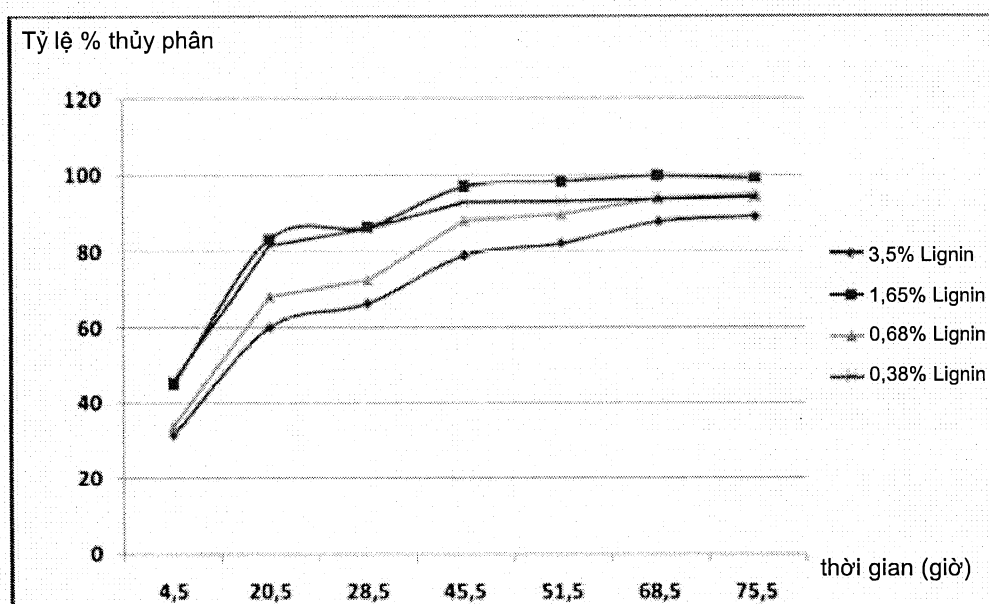


Fig.2