



(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)



1-0032218

(51)⁷ C12P 7/10; C08B 37/14; C12P 19/14; (13) B
C08B 1/00; C12P 19/02

(21) 1-2016-04645

(22) 03/06/2015

(86) PCT/EP2015/062399 03/06/2015

(87) WO 2015/185639 10/12/2015

(30) 1455095 05/06/2014 FR

(45) 25/06/2022 411

(43) 25/08/2017 353A

(73) COMPAGNIE INDUSTRIELLE DE LA MATIERE VEGETALE - CIMV (FR)
11-11bis rue Louis Philippe, F- 92200 Neuilly sur Seine, France

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

(74) Văn phòng Luật sư Ân Nam (ANNAM IP & LAW)

(54) QUY TRÌNH SẢN XUẤT SẢN PHẨM TỪ NGUYÊN LIỆU THÔ THỰC VẬT
LIGNOXENLULOZA

(57) Sáng chế đề xuất quy trình sản xuất sản phẩm từ nguyên liệu thô thực vật lignoxenluloza, bao gồm các bước xử lý sơ bộ nguyên liệu thô thực vật lignoxenluloza, gồm các bước: phá hủy cấu trúc nguyên liệu thô thực vật lignoxenluloza, sau đó phân thành, một mặt, xenluloza C6 có khả năng bị thủy phân (và lên men để sản xuất etanol) sau đó và, mặt khác, hemixenluloza có khả năng bị thủy phân sau đó và lignin, khác biệt ở chỗ việc tiến hành thủy phân xenluloza và hemixenluloza sau đó theo trình tự theo các bước sau gồm: i) bắt đầu thủy phân xenluloza bằng enzym bằng cách sử dụng ít nhất một enzym trong giai đoạn thứ nhất nhằm thu được sản phẩm thủy phân trung gian; ii) thêm hemixenluloza vào sản phẩm thủy phân trung gian đã nêu iii) tiếp tục thủy phân hỗn hợp bằng enzym cho đến khi thu được sản phẩm thủy phân cuối cùng ở cuối giai đoạn tổng cộng của quá trình thủy phân bằng enzym.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến quy trình sản xuất, cụ thể là quy trình sản xuất etanol, bao gồm quá trình xử lý sơ bộ nguyên liệu thô thực vật lignoxenluloza (lignocellulosic vegetable raw material, MPVL) để phân tách xenluloza, hemixenluloza và lignin, và bao gồm quá trình thủy phân bằng enzym các polysacarit C5 (pentoza) và polysacarit C6 (hexoza).

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Nhìn chung, các thành phần cấu tạo nên nhiều nguồn sinh khối khác nhau thể hiện tính không đồng nhất lớn về mặt giải phẫu và cấu trúc, tuy nhiên chúng cũng thể hiện tính đồng nhất, đó là sự hiện diện của ba hợp chất đại phân tử, xenluloza, hemixenluloza và lignin.

Xenluloza là polyme glucoza dạng thẳng, và do đó, nó là nguồn tiềm năng để sản xuất đường có thể lên men; hemixenluloza là heteropolyme, gồm các đơn phân đặc trưng nhất là đường C5 gồm năm nguyên tử cacbon (xyloza, arabinoza), có thể dễ dàng được chuyển hóa bởi nhiều vi sinh vật; còn lignin là heteropolyme ba chiều phức tạp, việc phân giải tự nhiên lignin là quá trình dài và phức tạp, và đó là lý do khiến bất kỳ quy trình sản xuất công nghiệp nào từ nguyên liệu chứa lignin bằng cách thủy phân đều được xem là không thực tế.

Một đặc trưng khi sử dụng nguyên liệu lignoxenluloza, cụ thể cho mục đích, ví dụ, sản xuất etanol từ đường có thể lên men đã đề cập ở trên, là phải tiến hành xử lý sơ bộ để giải quyết vấn đề về khả năng tiếp cận của xenluloza với các thuốc thử có tính enzym, cụ thể là nhằm hòa tan hemixenluloza và lignin.

Chủ đơn, CIMV, là công ty chuyên về xử lý và khai thác nguyên liệu thô thực vật lignoxenluloza.

Về lĩnh vực này, chủ đơn đã nộp và sở hữu nhiều đơn sáng chế và bằng sáng chế 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 fomic/axit axetic (công bố quốc tế số WO-A1-00/68494).

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

Quy trình xử lý sơ bộ như trên có thể thu được cụ thể, từ nguyên liệu thô thực vật lignoxenluloza (MPVL), trong điều kiện công nghiệp kinh tế, chất nền thứ nhất về cơ bản cấu thành nên xenluloza đã loại sợi bậc lộ điều kiện tối ưu để thủy phân bằng enzym sau đó và chất nền thứ hai cấu thành nên mật rỉ đường có nguồn gốc từ hemixenluloza, các sản phẩm thủy phân của nó không chứa fufuran.

Do đó, chủ đơn đã đề xuất quy trình sản xuất etanol sinh học từ nguyên liệu thô thực vật lignoxenluloza, bao gồm các bước kế tiếp của quá trình xử lý sơ bộ MPVL, quá trình thủy phân nguyên liệu xử lý sơ bộ bằng enzym và quá trình lên men alcohol các sản phẩm thu được từ bước thủy phân.

Chủ đơn đặc biệt đề xuất quy trình sản xuất etanol sinh học từ nguyên liệu thô thực vật lignoxenluloza bao gồm các bước kế tiếp sau:

a) xử lý sơ bộ nguyên liệu thô thực vật lignoxenluloza để phân tách xenluloza, hemixenluloza và lignin trong nguyên liệu thô thực vật lignoxenluloza này, quá trình xử lý sơ bộ bao gồm các bước kế tiếp sau:

(i) phá hủy cấu trúc nguyên liệu thô thực vật lignoxenluloza bằng cách đưa nguyên liệu vào trong hỗn hợp chứa axit fomic, axit axetic và nước ở nhiệt độ phản ứng nằm trong khoảng từ 95°C đến 110°C;

(ii) sau đó, đặt ở áp suất khí quyển trước khi bắt đầu thủy phân và sau đó là lên men, phân thành:

một mặt, pha rắn về cơ bản bao gồm xenluloza đã nêu (đường C6) có khả năng bị thủy phân và lên men sau đó để sản xuất etanol;

và mặt khác, pha lỏng bao gồm, cụ thể là dung dịch nước, axit fomic, axit axetic, lignin và hemixenluloza (đường C5);

b) thủy phân bằng enzym trong pha rắn đã nêu;

c) lên men alcohol các sản phẩm thu được từ bước thủy phân đã nêu, mà có khả năng bị lên men để sản xuất etanol.

Quy trình này cụ thể được mô tả chi tiết trong tài liệu EP-2 235 254 (công bố quốc tế số WO-A1-2009/0927498).

Quy trình này đề xuất một phương pháp tiếp cận hoàn toàn khác so với các kỹ thuật trước, tiến hành phân tách ba polyme sinh học bằng cách cho phân ly trong môi trường axit/nước có dung môi, có thể phân tách các lignin trắng, không tái tổ hợp, khối lượng phân tử nhỏ với giá trị bổ sung cao, trước khi bắt đầu thủy phân và sau đó là lên men xenluloza và hemixenluloza.

Quá trình này có thể thu được mức thành phẩm công nghiệp không phụ thuộc vào bản chất loại thực vật sử dụng, và vì thế đặc biệt là ưu điểm trong trường hợp cây một năm, mở đường cho phương pháp khai thác mới, cụ thể là đối với rơm rạ ngũ cốc và bã mía hoặc bã cây lúa miến ngọt, phương pháp khai thác đã nêu đã được chủ đơn đề xuất trong công bố quốc tế số WO-A1-00/68494 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 fomic/axit axetic.

Ví dụ, lượng xenluloza có nguồn gốc từ nguyên liệu thực vật (ví dụ, rơm lúa mì) từ quy trình “tinh chế” CIMV và lượng glucan xuất hiện sau khi thủy phân bằng enzym như sau:

hiệu suất phần xenluloza của quy trình CIMV: 48% từ sinh khối (trường hợp rơm ngũ cốc) gồm 88% xenluloza, tức là 42% sinh khối (theo khối lượng);

hiệu suất glucoza: 44% (tỷ lệ khối lượng) sinh khối;

hiệu suất alcohol xenluloza: 21% (tỷ lệ khối lượng) sinh khối.

Dòng chứa hemixenluloza, được phân tách bằng quy trình tinh chế CIMV, tương ứng với xấp xỉ 20% đường lên men.

Các sáng chế này (các quy trình CIMV) nhằm mục đích cải thiện điều kiện công nghiệp trong sản xuất etanol từ MPVL, và cụ thể là quá trình thủy phân xenluloza để thu được đường có thể lên men.

Nhìn chung và theo một cách hiểu đã biết, quy trình sản xuất etanol từ MPVL chú ý đến một vài thông số.

Các thông số này xác định cụ thể rằng lignin có thể là chất ức chế enzym và mạng lưới lignoxenluloza phải được xử lý sơ bộ để có thể thủy phân xenluloza và hemixenluloza.

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

Bởi vậy, sự có mặt của lignin giúp củng cố mạng lưới xenluloza-hemixenluloza, và cản trở sự xâm nhập và tác động của enzym, yêu cầu sự hiện diện của nước.

Phương pháp tiếp cận thủy phân xenluloza bằng enzym là phương pháp được khuyến cáo để thu được đường có thể lên men cho nhiều mục đích, và đặc biệt bởi vì các kết quả về các đánh giá kinh tế, ủng hộ việc áp dụng phương pháp thủy phân bằng enzym, khi so với phương pháp thủy phân hóa học.

Ngoài ra, phương pháp thủy phân bằng enzym tạo ra ít chất thải cần xử lý và không gặp vấn đề về ăn mòn.

Phương pháp thủy phân bằng enzym thực tế được tiến hành bằng cách đơn giản là đưa nguyên liệu thô thực vật cần xử lý sơ bộ vào tiếp xúc với dung dịch enzym, đồng thời đảm bảo rằng dung dịch huyền phù là đồng nhất và các điều kiện tối ưu được duy trì, các điều kiện đã nêu bao gồm, ví dụ, với enzym xenlulaza T.reesei, cần nhiệt độ nằm trong khoảng từ 45°C đến 50°C và pH khoảng 4,8.

Thời gian tác động enzym phụ thuộc vào lượng enzym sử dụng, và cả hoạt tính riêng của từng enzym.

Trong suốt quá trình thủy phân bằng enzym, các đường khử về cơ bản được giải phóng dưới dạng glucoza.

Các enzym tham gia vào quá trình phân giải xenluloza, thường được gọi chung là xenlulaza, có nhiều loại và nhiều nguồn gốc và được đặc trưng riêng bởi hoạt tính của chúng.

Giá thành của enzym xenlulaza tương đối cao và chính là yếu tố thường được ước tính là đắt đỏ nhất trong sản xuất etanol sinh học từ MPVL.

Bởi vậy, các nỗ lực đáng kể đã được thực hiện để xác định cơ chế thủy phân bằng enzym với mục đích cải tiến quy trình, đây là một quá trình phức tạp liên quan đến các tác động của các protein hòa tan lên chất nền không hòa tan và “bền”.

Một thông số khác ảnh hưởng đến hiệu suất và lợi nhuận của quy trình thủy phân bằng enzym là thời gian thủy phân, có thể tương đối lâu, từ 48 giờ đến 72 giờ.

Để cải thiện hiệu suất của quy trình thủy phân xenluloza bằng enzym, chủ đơn CIMV đã đề xuất, trong tài liệu đơn công bố quốc tế số WO-A2-2012/049054, quy trình sản xuất etanol, được đặc trưng bởi, bao gồm, trước bước thủy phân xenluloza bằng enzym, bước loại bỏ một phần lignin để thu được lượng lignin tổng thể còn lại, được thể hiện bằng phần trăm theo khối lượng, là khác không và nằm trong khoảng được xác định bởi giới hạn thấp hơn, và giới hạn cao hơn, tương ứng là 0,30% và 4%. Hiệu suất tổng thể của phương pháp này là tương đương, hoặc gần bằng với hiệu suất etanol tối đa thu được theo lý thuyết khi sản xuất từ MPVL và, ngoài ra, hiệu suất này là như nhau cho dù quy trình tổng thể tiến hành bước thủy phân bằng enzym theo quy trình trước và sau đó đến bước lên men, hay cho dù quy trình tiến hành đồng thời cả hai bước thủy phân và lên men (quy trình SSF).

Hiệu suất tương đồng như vậy là do thực tế rằng quá trình thủy phân xenluloza bằng enzym theo quy trình này không tạo ra các chất ức chế lên men. Ngoài ra, đã chứng minh rằng những ưu điểm của quy trình (lượng lignin tổng thể và các điều kiện tái axit hóa cụ thể) không bị biến đổi, tức là, giống nhau về bản chất và có cùng giá trị, không phân biệt enzym xenlulaza được sử dụng, và không phân biệt hiệu suất enzym xenlulaza là thấp hơn hay cao hơn.

Ngay khi xenluloza được thủy phân thành glucoza bằng phương pháp thủy phân bằng enzym, glucoza được cho lên men cùng một cách như, ví dụ, glucoza thu được từ tinh bột.

Các vấn đề đã biết đặc trưng khi dùng MPVL là phần còn lại của chất nền ban đầu, chẳng hạn như có thể xuất hiện các hợp chất độc hại và chất ức chế thu được từ hemixenluloza và lignin, và cũng có thể tiến hành thủy phân bằng enzym và lên men theo từng bước riêng biệt.

Các chất ức chế xuất hiện trong các sản phẩm thủy phân có nguồn gốc từ quá trình phân giải đường (fufuran), từ các nhóm xuất hiện trong hemixenluloza, và từ lignin.

Sự xuất hiện của các chất ức chế phụ thuộc vào bản chất của MPVL và các điều kiện của quá trình xử lý sơ bộ MPVL.

Ngoài sự ức chế enzym bởi fufuran, còn ghi nhận sự ức chế kết hợp với các ảnh hưởng của nhiều chất ức chế khác nhau.

Việc tiến hành đồng thời, trong cùng thiết bị phản ứng, thủy phân và lên men theo quy trình gọi là sự hóa đường và lên men đồng thời (Simultaneous Saccharification and Fermentation-SSF) đã được đề xuất, ưu điểm đầu tiên của quy trình đã nêu hiển nhiên là việc chỉ cần dùng một thiết bị duy nhất, tuy nhiên quy trình đã nêu yêu cầu sử dụng enzym và nấm men cùng hoạt động trong môi trường lý hóa giống nhau.

Tuy nhiên, nhiệt độ tối ưu của mỗi loại cách nhau tương đối lớn (30°C đối với nấm men và 50°C đối với xenlulaza).

Vì vậy, để phát triển quy trình SSF cần phải phát triển các chủng nấm men có khả năng lên men ở nhiệt độ cao hơn nhiều.

Cũng liên quan đến quá trình lên men và thủy phân đồng thời theo quy trình “SSF” quyết định ở việc tiến hành thủy phân bằng enzym và lên men etanol theo từng bước, ưu điểm chính của quy trình này là làm giảm chi phí đầu tư bằng cách loại bỏ các thao tác đòi hỏi thực hiện thủy phân bằng enzym trước, và không có sự ức chế enzym xenlulaza bởi glucoza do các vi sinh vật lên men đã tiêu thụ glucoza khi chất này xuất hiện.

Kết quả là làm tăng mức và tỷ lệ thủy phân và năng suất etanol tổng thể.

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

Tuy nhiên, rõ ràng là có đạt được các lợi ích khi áp dụng quy trình SSF, đặc biệt là từ quan điểm kinh tế, đòi hỏi các khía cạnh nhất định để tối ưu hóa, đặc biệt là nồng độ các chất rắn ban đầu để thu được etanol nồng độ cao.

Theo khái niệm đồng lên men khác, có thể đề xuất kết hợp, trong một bước duy nhất, quá trình hóa đường và đồng lên men đường C5 thu được từ quá trình xử lý sơ bộ cùng với đường C6 được tạo ra khi thủy phân bằng enzym.

Tuy nhiên, quy trình SSCF như vậy (Simultaneous Saccharification and Co-Fermentation, Sự hóa đường và đồng lên men đồng thời) đòi hỏi phải hủy bỏ các cơ chế, trong hầu hết các vi sinh vật, thích hợp để, trong sự có mặt của hỗn hợp các

đường, xúc tiến một cách có hệ thống quá trình đồng hóa glucoza trước khi đồng hóa các đường khác.

Vì vậy, phương pháp phối hợp hai quy trình công nghiệp khác nhau xuất hiện một cách tự nhiên từ các tổ hợp có thể có của nhiều tùy chọn đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật từ trước.

Phương pháp phối hợp thứ nhất đề xuất phân tách đường C5 ở cuối quá trình xử lý sơ bộ, dòng đường C5 này được lên men tách biệt và có thể một phần tùy chọn được sử dụng để sản xuất enzym xenlulaza, và có thể phần không hòa tan (xenluloza và lignin) thu được từ quá trình xử lý sơ bộ được xử lý bằng phương pháp SSF.

Phương pháp phối hợp thứ hai, rõ ràng đơn giản hơn nhiều, dựa trên phương pháp SSCF, đòi hỏi sự có mặt của một vi sinh vật (hoặc hỗn hợp các vi sinh vật) có khả năng lên men đường C5 và C6 đồng thời và chính xác với hiệu suất như nhau.

Điều này là do sự khác biệt về tỷ lệ chuyển hóa sẽ cần phải kéo dài quá trình lên men cho đến khi đường chuyển hóa chậm nhất được dùng hết, do đó dẫn đến việc sử dụng dưới mức toàn bộ thiết bị công nghiệp dùng trong sản xuất, đặc biệt là trong quá trình lên men trong trường hợp sản xuất etanol sinh học.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để có bước quyết định nhằm cải thiện tính khả thi và lợi nhuận từ các phương pháp này, sáng chế đề xuất quy trình mới, theo cách hiểu đã biết, dựa trên quá trình xử lý sơ bộ thứ nhất dẫn đến sự phân tách xenluloza, hemixenluloza và lignin và sau đó, ngạc nhiên là, quá trình thủy phân theo trình tự các polysacarit C6 và C5 thu được sản phẩm thủy phân cuối cùng (hoặc sản phẩm đồng thủy phân), cụ thể là sản phẩm có khả năng lên men để sản xuất etanol sinh học, hoặc sản phẩm bất kỳ khác, cụ thể tùy loại nấm men được sử dụng.

Để đạt được mục đích nêu trên, sáng chế đề xuất quy trình sản xuất sản phẩm, chẳng hạn như, ví dụ, etanol sinh học, từ nguyên liệu thô thực vật lignoxenluloza (MPVL), bao gồm các bước:

a) xử lý sơ bộ nguyên liệu thô thực vật lignoxenluloza để phân tách xenluloza C6 và hemixenluloza C5 và lignin chứa trong nguyên liệu thô thực vật lignoxenluloza này, quá trình xử lý sơ bộ bao gồm các bước kế tiếp là: phá hủy cấu trúc nguyên liệu

thô thực vật lignoxenluloza, sau đó phân tách thành, một mặt, xenluloza C6 có khả năng bị thủy phân (và lên men để sản xuất etanol sinh học) sau đó và, mặt khác, hemixenluloza (oligosacarit C5) có khả năng bị thủy phân sau đó;

b) thủy phân xenluloza C6 bằng enzym;

c) thủy phân hemixenluloza C5 bằng enzym;

khác biệt ở chỗ tiến hành thủy phân xenluloza và hemixenluloza theo trình tự theo các bước kế tiếp sau:

i) bắt đầu thủy phân xenluloza C6 bằng enzym bằng cách sử dụng ít nhất một enzym (xenulaza) trong giai đoạn thứ nhất (T1) nhằm thu được sản phẩm thủy phân trung gian;

ii) thêm các hemixenluloza C5 vào sản phẩm thủy phân trung gian đã nêu;

iii) tiếp tục thủy phân hỗn hợp bằng enzym cho đến khi sản phẩm thủy phân cuối cùng được thu về ở cuối giai đoạn tổng cộng (T2) của quá trình thủy phân bằng enzym.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 cho thấy đồ thị thể hiện đặc điểm của nồng độ monosacarit so với thời gian trong quá trình thủy phân oligosacarit chứa trong xi-rô C5 khi thực hiện quá trình thủy phân và lên men các dòng đường C6 và C5 tách biệt.

Fig.2 cho thấy biểu đồ của nồng độ các monosacarit so với thời gian trong bước đồng thủy phân khi thực hiện đồng thủy phân và đồng lên men các sản phẩm đồng thủy phân của C6 và C5.

Mô tả chi tiết sáng chế

Bằng ví dụ, với một tấn (theo hệ mét) rơm rạ tạo thành nên nguyên liệu thô thực vật lignoxenluloza, quy trình theo sáng chế có thể làm tăng xấp xỉ 20% lượng etanol được sản xuất.

Vì vậy, có thể nhận thấy rõ ràng ưu điểm của phương pháp “kết hợp” theo trình tự và được điều chỉnh hai dòng ban đầu riêng biệt thu được từ quá trình tinh chế sinh khối, đồng thời tăng hiệu suất tổng thể và loại bỏ một phần thiết bị và chi phí hoạt

động cho đơn vị sản xuất áp dụng phương pháp xử lý hai dòng đường tách biệt.

Tốt hơn là, có thể dễ dàng thực hiện quy trình theo trình tự cụ thể, bằng cách bỏ qua vấn đề về tính nhót đồng thời xử lý xenluloza có hàm lượng chất rắn cao, bước đã nêu i) thủy phân xenluloza bằng enzym gồm:

- i1) đưa ít nhất một enzym thứ nhất đã nêu vào thiết bị phản ứng;
- i2) thêm một phần xenluloza thứ nhất cho đến khi thu được hỗn hợp có hàm lượng các chất rắn (MS) nằm trong khoảng từ 10% đến 15% theo khối lượng.
- i3) để hỗn hợp thủy phân trong khoảng thời gian từ sáu đến mười lăm giờ;
- i4) thêm phần xenluloza còn lại trong một vài bước để thu được hàm lượng các chất rắn (MS) cuối cùng nằm trong khoảng từ 20% đến 25% theo khối lượng.

Giai đoạn thứ nhất đã nêu (T1) của quá trình thủy phân xenluloza bằng enzym nằm trong khoảng từ hai mươi đến bốn mươi giờ khi dùng một enzym hoặc hỗn hợp các enzym.

Bước thứ nhất đã nêu i) tiến hành thủy phân xenluloza bằng enzym, ví dụ, ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 45°C đến 55°C.

Hàm lượng các chất rắn của xenluloza nằm trong khoảng từ 10% đến 25%.

Hàm lượng các chất rắn của xenluloza tốt hơn là lớn hơn 20%.

Bước đã nêu ii) tiến hành thêm hemixenluloza trong một bước duy nhất, sau khi đưa tất cả xenluloza vào thủy phân.

Bước đã nêu ii) việc thêm hemixenluloza còn bao gồm thêm đồng thời một enzym khác, cụ thể là một enzym có khả năng thủy phân hemixenluloza.

Bước đã nêu iii) là tiếp tục tiến hành thủy phân bằng enzym ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 45°C đến 55°C.

Hàm lượng các chất rắn của hemixenluloza nằm trong khoảng từ 20% đến 35% theo khối lượng.

Giai đoạn tổng cộng (T2) của quá trình thủy phân xenluloza và hemixenluloza bằng enzym theo trình tự nằm trong khoảng từ bốn mươi tám đến bảy mươi hai giờ.

Ít nhất một enzym đã nêu là enzym có khả năng thủy phân xenluloza, cụ thể

làenzym xenlulaza, chẳng hạn như, ví dụ, Cellic CTec™ cộng Htec™ từ Novozyme hoặc CMAX™ từ Dyadic.

Ít nhất một enzym đã nêu là hỗn hợp enzym có khả năng thủy phân xenluloza và hemixenluloza, chẳng hạn như, ví dụ, Cellic CTec™ cộng Htec™ từ Novozyme hoặc CMAX™ từ Dyadic.

Một enzym đã nêu khác là enzym có khả năng thủy phân hemixenluloza, chẳng hạn như, ví dụ, Cellic Htec™ từ Novozyme hoặc CMAX™ từ Dyadic.

Quy trình bao gồm bước loại bỏ ít nhất một phần lignin từ pha có chứa hemixenluloza, trước bước đã nêu ii) thêm hemixenluloza C5 vào sản phẩm thủy phân trung gian đã nêu.

Quy trình theo sáng chế bao gồm các bước kế tiếp sau:

(j) phá hủy cấu trúc nguyên liệu thô thực vật lignoxenluloza bằng cách đưa nguyên liệu vào trong hỗn hợp chứa axit fomic, axit axetic và nước, tại nhiệt độ phản ứng nằm trong khoảng từ 95°C đến 110°C;

(jj) sau đó, đặt ở áp suất khí quyển và trước khi bắt đầu bất kỳ quá trình thủy phân nào, phân tách thành:

một mặt, pha rắn về cơ bản bao gồm xenluloza đã nêu, tạo thành nên đồng chất nền thứ nhất, có khả năng bị thủy phân sau đó; và

mặt khác, pha lỏng bao gồm, cụ thể là dung dịch nước, axit fomic, axit axetic, lignin và hemixenluloza, tạo thành nên đồng chất nền thứ hai có khả năng bị thủy phân sau khi phân tách axit và lignin.

Để sản xuất etanol sinh học, quy trình bao gồm bước bổ sung là bước lên men alcohol sản phẩm thủy phân cuối cùng.

Như được đề cập ở trên, bằng ví dụ, với một tấn (theo hệ mét) rơm rạ tạo thành nên nguyên liệu thô thực vật lignoxenluloza, quy trình theo sáng chế có thể làm tăng xấp xỉ 20% lượng etanol được sản xuất.

Bằng cách thủy phân hai dòng đường C6 và C5, có thể dịch chuyển đường chứa trong hai dòng và thu được hiệu suất lên men đạt yêu cầu.

Một vài khả năng dịch chuyển các đường C6 và C5 này đã được nghiên cứu:

- a) Thủy phân và lên men các dòng C6 và C5 hoặc các dòng chảy tách biệt;
- b) Sau khi thủy phân tách biệt hai dòng C6 và C5, đồng lên men hai sản phẩm đồng thủy phân;
- c) Đồng thủy phân các dòng C6 và C5, và lên men sản phẩm đồng thủy phân.

a) Thủy phân xenluloza + lên men xenluloza. Thủy phân và lên men oligosacarit C5 (nước ép đường)+lên men xyloza.

a-i) thủy phân và lên men xenluloza để thu etanol, ở nồng độ cao (trên 20%):

-thủy phân với hiệu suất 95%

-lên men glucoza để thu etanol có tỷ lệ chuyển hóa 0,48. Vì vậy đạt một lượng etanol tổng cộng là 0,21 kg trên kg sinh khối.

a-ii) thủy phân và lên men xi-rô C5: có thể tiến hành thủy phân oligosacarit trong nước ép đường khi nồng độ chất khô ít hơn 20%; hiệu suất thủy phân oligosacarit dưới 50%: Tham khảo Fig.1.

Tuy nhiên dòng đường C5 này không thể lên men hoặc lên men rất ít.

Thực vậy, quá trình lên men dòng này nhất thiết phải bao gồm bước tinh sạch sắc ký, cho phép loại bỏ phần các chất ức chế nấm men. Nếu không tinh sạch như vậy, xi-rô đường sẽ không có khả năng lên men.

Trong trường hợp này, điều này ngụ ý rằng lượng etanol có thể được sản xuất là lượng etanol thu được từ phần xenluloza, tức là 21% khối lượng sinh khối.

Vì vậy đạt một lượng etanol tổng cộng là 0,21 kg trên kg sinh khối.

b) Hai dòng được thủy phân và đồng lên men tách biệt ở nồng độ 20% chất khô (MS) đối với mỗi:

Sản phẩm thủy phân xenluloza	Sản phẩm thủy phân nước ép đường	Tỷ lệ C6/C5	Đường lên men $T=0$ (g/kg)	Etanol (g/kg)	Hiệu suất
MS =20%	MS = 17%	65/35	138	48	0,36

Trong trường hợp này, lượng etanol được sản xuất, cũng như nồng độ etanol, là tương đối thấp.

Vì vậy đạt một lượng etanol tổng cộng là 0,24kg trên kg sinh khối.

c) Đồng thủy phân và đồng lên men các sản phẩm đồng thủy phân của C6 và C5:

Trong trường hợp đồng thủy phân, nước ép đường C5 có thể được sử dụng ở nồng độ cao hơn 22%, để thu được sản phẩm đồng thủy phân có thể có nồng độ cao nhất; do đó lượng đường lên men thu được sau khi đồng thủy phân -theo tỷ lệ khối lượng là 65/35 –là cao hơn 180g/lít và hiệu suất etanol khoảng từ 0,47 g/l đến 0,48 g/l.

Tham khảo Fig.2.

Vì vậy đạt một lượng etanol tổng cộng là 0,265 kg trên kg sinh khối, tức là tăng nhiều hơn 20% lượng etanol được sản xuất.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình sản xuất sản phẩm từ nguyên liệu thô thực vật lignoxenluloza (lignocellulosic vegetable raw material - MPVL), bao gồm các bước:

a) xử lý sơ bộ nguyên liệu thô thực vật lignoxenluloza để phân tách xenluloza C6, hemixenluloza C5 và lignin chứa trong nguyên liệu thô thực vật lignoxenluloza này, quá trình xử lý sơ bộ bao gồm các bước kế tiếp gồm: phá hủy cấu trúc nguyên liệu thô thực vật lignoxenluloza, sau đó phân tách thành, một mặt, xenluloza C6 có khả năng bị thủy phân (và lên men để sản xuất etanol sinh học) và, mặt khác, hemixenluloza (oligosacarit C5) có khả năng bị thủy phân sau đó;

b) thủy phân xenluloza C6 bằng enzym;

c) thủy phân hemixenluloza C5 bằng enzym;

khác biệt ở chỗ quá trình thủy phân xenluloza và hemixenluloza theo trình tự theo các bước kế tiếp sau:

i) bắt đầu thủy phân xenluloza C6 bằng enzym bằng cách sử dụng ít nhất một enzym trong giai đoạn thứ nhất (T1) nhằm thu được sản phẩm thủy phân trung gian;

ii) thêm hemixenluloza C5 vào sản phẩm thủy phân trung gian đã nêu;

iii) tiếp tục thủy phân hỗn hợp bằng enzym cho đến khi thu được sản phẩm thủy phân cuối cùng ở cuối giai đoạn tổng cộng (T2) của quá trình thủy phân bằng enzym.

2. Quy trình theo điểm 1, khác biệt ở chỗ bước i) thủy phân xenluloza bằng enzym gồm các bước:

i1) đưa ít nhất một enzym thứ nhất đã nêu vào thiết bị phản ứng;

i2) thêm phần xenluloza thứ nhất cho đến khi thu được hỗn hợp có hàm lượng các chất rắn (MS) nằm trong khoảng từ 10% đến 15% theo khối lượng.

i3) để hỗn hợp thủy phân trong khoảng thời gian từ sáu đến mười lăm giờ;

i4) thêm phần xenluloza còn lại trong một vài bước để thu được hàm lượng các chất rắn (MS) cuối cùng nằm trong khoảng từ 20% đến 25% theo khối lượng.

3. Quy trình theo điểm 1, khác biệt ở chỗ giai đoạn thứ nhất (T1) của quá trình thủy

phân xenluloza bằng enzym nằm trong khoảng từ hai mươi đến bốn mươi giờ.

4. Quy trình theo điểm 1, khác biệt ở chỗ bước thứ nhất đã nêu i) của quá trình thủy phân xenluloza bằng enzym được tiến hành ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 45°C đến 55°C.

5. Quy trình theo điểm 1, khác biệt ở chỗ hàm lượng các chất rắn của xenluloza nằm trong khoảng từ 10% đến 25%.

6. Quy trình theo điểm 1, khác biệt ở chỗ bước đã nêu ii) tiến hành thêm hemixenluloza trong một bước duy nhất, trước khi đưa tất cả xenluloza vào.

7. Quy trình theo điểm 1, khác biệt ở chỗ bước đã nêu ii) bao gồm việc thêm đồng thời ít nhất là một enzym khác.

8. Quy trình theo điểm 1, khác biệt ở chỗ bước đã nêu iii) bao gồm việc tiếp tục tiến hành thủy phân bằng enzym ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 45°C đến 55°C.

9. Quy trình theo điểm 1, khác biệt ở chỗ hàm lượng các chất rắn của hemixenluloza nằm trong khoảng từ 20% đến 35% theo khối lượng.

10. Quy trình theo điểm 1, khác biệt ở chỗ giai đoạn tổng cộng (T2) đã nêu của quá trình thủy phân bằng enzym trong khoảng thời gian từ bốn mươi tám đến bảy mươi hai giờ.

11. Quy trình theo điểm 1, khác biệt ở chỗ ít nhất một enzym đã nêu là enzym thủy phân xenluloza.

12. Quy trình theo điểm 1, khác biệt ở chỗ ít nhất một enzym đã nêu là hỗn hợp các enzym có khả năng thủy phân xenluloza và hemixenluloza.

13. Quy trình theo điểm 7, khác biệt ở chỗ enzym khác đã nêu là enzym có khả năng thủy phân hemixenluloza.

14. Quy trình theo điểm 1, khác biệt ở chỗ quy trình bao gồm bước loại bỏ ít nhất một phần lignin từ pha có hemixenluloza, trước bước ii) thêm hemixenluloza C5 đã nêu vào sản phẩm thủy phân trung gian đã nêu.

15. Quy trình theo điểm 1, khác biệt ở chỗ quy trình bao gồm các bước kế tiếp gồm:

(j) phá hủy cấu trúc nguyên liệu thô thực vật lignoxenluloza bằng cách đưa nguyên liệu vào trong hỗn hợp chứa axit fomic và nước, ở nhiệt độ phản ứng nằm

trong khoảng từ 95°C đến 110°C;

(jj) sau đó, đặt ở áp suất khí quyển và trước khi tiến hành quá trình thủy phân bất kỳ, phân tách thành:

một mặt, pha rắn về cơ bản bao gồm xenluloza đã nêu, tạo thành đồng chất nền thứ nhất, có khả năng bị thủy phân sau đó; và

mặt khác, pha lỏng bao gồm, cụ thể là dung dịch nước, axit fomic, axit axetic, lignin và hemixenluloza, tạo thành đồng chất nền thứ hai có khả năng bị thủy phân sau khi phân tách các axit và lignin.

16. Quy trình theo điểm 1, để sản xuất etanol sinh học, khác biệt ở chỗ quy trình bao gồm bước đồng lên men alcohol của sản phẩm thủy phân cuối cùng.

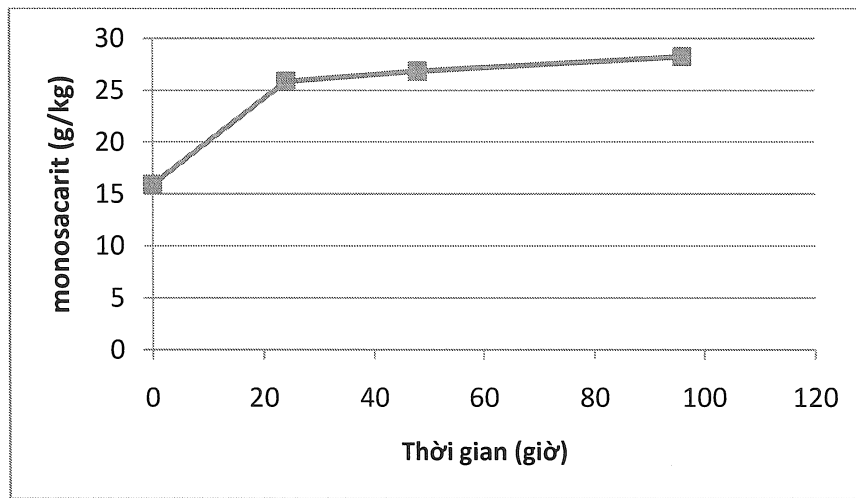


Fig.1

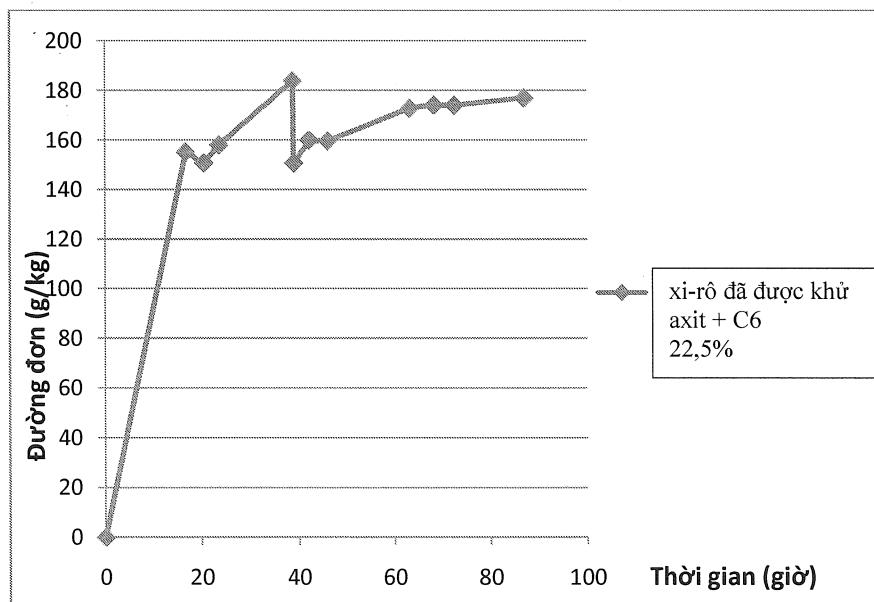


Fig.2