



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

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

(11)



1-0023426

(51)⁷ C12P 19/02

(13) B

- (21) 1-2011-02957 (22) 31/03/2010
(86) PCT/IB2010/051413 31/03/2010 (87) WO2010/113130A3 07/10/2010
(30) PCT/IT2009/000124 31/03/2009 IT; PCT/IT2009/000127 31/03/2009 IT;
PCT/IB2009/055736 14/12/2009 IB; PCT/IB2009/055737 14/12/2009 IB
(45) 27/04/2020 385 (43) 25/06/2012 291A
(73) Beta Renewables S.p.A. (IT)
Strada Ribrocca 11 I-15057 Tortona (Alessandria), Italy
(72) COTTI COMETTINI, Marco (IT); TORRE, Paolo (IT); CHERCHI, Francesco (IT);
RIVA, Alberto (IT); FERRERO, Simone (IT); OTTONELLO, Piero (IT); GARBERO,
Mirko (IT)
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) QUY TRÌNH THỦY PHÂN SINH KHỐI LIGNO-XENLULOZA

(57) Sáng chế đề cập đến quy trình thủy phân sinh khối ligno-xenluloza bao gồm các bước:

A) cho nguyên liệu ligno-xenluloza, nguyên liệu này bao gồm sinh khối có chất khô và nước tiếp xúc với ít nhất một phần của dung môi, dung môi này bao gồm các chất đã thủy phân có thể hoà tan được trong nước; trong đó ít nhất vài chất đã thủy phân có thể hoà tan được trong nước là giống với các chất đã thủy phân có thể hoà tan được trong nước thu được từ quá trình thủy phân sinh khối trong nguyên liệu;

B) duy trì sự tiếp xúc giữa nguyên liệu của dòng nguyên liệu và dung môi ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 20°C đến 200°C trong thời gian nằm trong khoảng từ 5 phút đến 72 giờ để thu được sản phẩm thủy phân từ sinh khối trong nguyên liệu.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến quy trình để thủy phân sinh khối có hàm lượng chất khô cao.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Đơn yêu cầu cấp patent Pháp số 2609046 đề cập đến quá trình thủy phân tinh bột với sự có mặt của các enzym thủy phân tinh bột. Tinh bột được cho là chiết từ các cây ngũ cốc và lương thực. Tinh bột trong giải pháp này được cho là tinh bột được thủy phân dễ dàng nhờ các liên kết hoá học của nó, ngược lại xenluloza khó bị thủy phân. Tài liệu này đề cập đến việc bổ sung nước vào tinh bột khô được nghiền để điều chỉnh nồng độ trong nền tinh bột được nghiền, biểu hiện ở dạng chất khô, đến giá trị nằm trong khoảng từ 50 đến 400g/lít của phần giữa của quá trình lên men. Đơn yêu cầu cấp patent Pháp không đề cập đến khả năng ứng dụng nguyên liệu xenluloza.

Đã biết trong lĩnh vực này rằng chi phí về năng lượng của quá trình chưng cất etanol từ quy trình lên men được giảm nhanh nếu dịch lên men chứa etanol với lượng lớn hơn 4%. Điều này cần nồng độ đường trên 8% (trọng lượng/trọng lượng), với hầu hết các loại sinh khối, cụ thể, sinh khối lignoxenluloza, tương ứng với hàm lượng chất khô ban đầu lớn hơn 20%.

Do vậy, người ta cho rằng có thể tận dụng sinh khối chứa lignoxenluloza có hàm lượng chất khô cao, tốt hơn là lớn hơn 20% trọng lượng.

Quá trình thủy phân sinh khối bằng enzym trước đây đã được đề cập đến. Tuy nhiên, trong trường hợp của sinh khối lignoxenluloza, chỉ có chất liệu có trong sợi và hạt có kích cỡ trung bình nhỏ hơn 1 in (25,4mm) và hơn nữa có hàm lượng chất khô tương đối thấp, tức là nhỏ hơn 20% (trọng lượng/trọng lượng), đã được thủy phân thành công.

Quá trình thủy phân sinh khối bằng enzym đã được thực hiện trong bình phản ứng có thùng khuấy được trang bị cánh máy trộn (ví dụ, tua bin Rushton

hoặc cánh máy trộn Intemig) được lắp vào trục cánh máy trộn được đặt ở giữa tương tự với kiểu được sử dụng trong lĩnh vực lên men. Vì thiết bị này, các dung dịch có độ nhớt cao, các chất rất dính hoặc rất khô không được khuấy đều và dẫn đến sự không đồng nhất, vẫn còn các vùng không được trộn hoặc trộn không kỹ. Hơn nữa, việc khuấy các dung dịch này tiêu hao rất nhiều điện năng, sự tiêu hao này làm cho chi phí của quy trình tăng cao. Việc vận hành với sinh khối chứa polysacarit do vậy đã hạn chế mức giới hạn trên có thể lên đến khoảng 20% (trọng lượng/trọng lượng).

Điều này được chứng minh trong patent Mỹ số 4,409,329 đề cập đến quá trình thủy phân xenluloza dạng rắn thành đường, trong đó xenluloza được thủy phân thành đường đơn bằng cách xử lý huyền phù dạng hạt của 3-20% (trọng lượng/trọng lượng) nguyên liệu dạng rắn chứa xenluloza với lượng nằm trong khoảng từ 30 đến 80% (trọng lượng/trọng lượng), với phức chất enzyme xenlulaza. Nguyên liệu chứa xenluloza rắn có kích cỡ hạt trung bình với đường kính nằm trong khoảng từ 0,01 đến 1 inơ (0,0254-25,4mm). Các cạnh quạt có răng cưa được sử dụng để trộn. Patent Mỹ này gợi ý tận dụng tốc độ dịch chuyển rất cao, theo trình tự từ 50000 đến 200000 feet/phút/foot trong toàn bộ vùng phản ứng.

US2002117167A đề cập đến quy trình thủy phân hemixenluloza trong sinh khối bằng enzym, quy trình này bao gồm bước hoà tan ít nhất một phần hemixenluloza và thủy phân hemixenluloza đã hoà tan để tạo ra ít nhất một monosacarit. Sinh khối được chọn tốt hơn là huyền phù đặc chứa nước bao gồm nguyên liệu thô hoặc nguyên liệu đã được xử lý sơ bộ. Sinh khối có thể là nguyên liệu xenluloza bất kỳ mà chứa hemixenluloza. Quy trình này được cho là đặc biệt hữu hiệu với các sợi của cây ngũ cốc như cây ngô, cây lúa mì, cây lúa, cây yến mạch hoặc cây lúa mạch. Tuy nhiên, như được lưu ý trong phần ví dụ, xenluloza không thủy phân được.

US2004005674A đề cập đến quy trình thủy phân lignoxenluloza nhờ enzym. Quá trình suy biến lignoxenluloza thành đường bao gồm bước cho

lignoxenluloza tiếp xúc với ít nhất một enzym phụ trợ và ít nhất một xenlulaza. Nguyên liệu lignoxenluloza được nghiền (kích cỡ sợi trung bình không được cụ thể hoá) và có hàm lượng chất khô thấp (0,2g nguyên liệu dạng sợi được nghiền trong 10ml dung dịch enzym).

WO 2006/056838 đề cập đến quy trình lỏng hoá và đường hoá sinh khối chứa polysacarit, có hàm lượng chất khô tương đối cao. Quy trình này kết hợp quá trình thuỷ phân nhờ enzym với kiểu trộn dựa trên nguyên lý của trọng lực, đảm bảo rằng sinh khối chịu các lực cơ học, chủ yếu là lực kéo và lực xé rách.

Các quy trình nêu trên phải chịu các chi phí vận hành cao do các yêu cầu về sự dịch chuyển cao và thời gian để thuỷ phân nguyên liệu. Do vậy, có nhu cầu về việc sử dụng các quy trình có lợi về mặt kinh tế trong khi vẫn giữ nguyên thời gian xử lý sinh khối có hàm lượng chất khô cao.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Trong lĩnh vực này đã biết rằng xenluloza rất khó để phân huỷ thành đường. Các nỗ lực để thuỷ phân sinh khối xenluloza nói chung đã chứng tỏ không hiệu quả về mặt kinh tế. Trong khi dòng sinh khối chứa xenluloza có thể được xử lý để gia tăng khả năng thuỷ phân xenluloza nhờ các chất xúc tác như enzym, nhưng vẫn có những khó khăn về thời gian và năng lượng để chuyển hoá xenluloza thành các đường cơ bản của nó. Vì lý do này, các hệ thống của các giải pháp trước đó đã loại bỏ các thành phần trước tiên và thuỷ phân tinh bột hoặc thành phần đường tự do một cách riêng rẽ. Các hệ thống này được gọi là các quy trình thế hệ đầu tiên. Mức độ khó khăn của quá trình thuỷ phân xenluloza được chứng minh trong các giải pháp trước đây dưới dạng các tài liệu patent được trích dẫn trong phần “Tình trạng kỹ thuật của sáng chế” trong đó nguyên liệu xenluloza được đem đi cắt và nghiền trong thời gian dài.

Sáng chế đề cập đến quy trình thuỷ phân mà không cần cắt và thuỷ phân xenluloza trong thời gian rất ngắn.

Sáng chế đề cập đến quy trình thuỷ phân sinh khối có hàm lượng chất khô cao bao gồm các bước cho nguyên liệu chứa sinh khối có cả hàm lượng chất khô

và nước tiếp xúc với ít nhất một phần của dung môi bao gồm các chất đã thủy phân có thể hoà tan được trong nước; trong đó ít nhất vài chất đã thủy phân có thể hoà tan được trong nước là giống hệt các chất đã thủy phân có thể hoà tan được trong nước thu được từ quá trình thủy phân sinh khối, duy trì sự tiếp xúc giữa nguyên liệu và dung môi ở dạng hợp phần xúc tác ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 20°C đến 95°C trong thời gian nằm trong khoảng từ 5 phút đến 72 giờ để tạo thành sản phẩm thủy phân từ sinh khối.

Sáng chế đề cập đến quy trình thủy phân sinh khối có thể còn bao gồm các bước A) chia lượng sinh khối có chất khô và nước thành ít nhất dòng nguyên liệu thứ nhất và dòng nguyên liệu thứ hai, B) tạo ra dòng dung môi thứ nhất bằng cách thủy phân dòng nguyên liệu thứ nhất với sự bổ sung chất xúc tác vào dòng nguyên liệu thứ nhất trong đó lượng chất xúc tác nằm trong khoảng từ 0,1 đến 150FPU/g chất khô trong toàn bộ các dòng nguyên liệu và tiến hành thủy phân ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 20°C đến 95°C trong thời gian nằm trong khoảng từ 5 phút đến 8 giờ, C) cho ít nhất một dòng nguyên liệu không phải là dòng nguyên liệu thứ nhất phản ứng với dòng dung môi thứ nhất và D) duy trì sự tiếp xúc giữa ít nhất một nguyên liệu không phải là dòng nguyên liệu thứ nhất với dòng dung môi thứ nhất ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 20°C đến 95°C trong thời gian nằm trong khoảng từ 5 phút đến 72 giờ để thu được sản phẩm thủy phân từ sinh khối.

Sáng chế còn bộc lộ rằng ít nhất một phần của hợp phần xúc tác được cho tiếp xúc với nguyên liệu trước khi, ngay khi, hoặc sau khi cho nguyên liệu tiếp xúc với dung môi. Sáng chế cũng bộc lộ rằng tỷ lệ của sinh khối với nước của nguyên liệu có thể lớn hơn 1:6, hoặc lớn hơn 1:5, hoặc lớn hơn 1:4, hoặc lớn hơn 1:3, hoặc lớn hơn 1:2,5, hoặc lớn hơn 1:2, hoặc lớn hơn 1:1,5 hoặc lớn hơn 1:1 hoặc lớn hơn 1:0,9.

Sáng chế bộc lộ tiếp rằng tỷ lệ của lượng sinh khối với nước trong nguyên liệu nằm trong khoảng từ 1:4 đến 9:1; 1:3,9 đến 9:1, 1:3,5 đến 9:1, 1:3,25 đến 9:1, 1:3 đến 9:1, 1:2,9 đến 9:1, 1:2 đến 9:1, 1,15 đến 9:1, 1:1 đến 9:1, và 1:0,9

đến 9:1.

Tiếp theo, sáng chế bộc lộ rằng tỷ lệ về trọng lượng của dung môi được cho tiếp xúc với nguyên liệu với trọng lượng của nguyên liệu ở thời điểm tiếp xúc có thể nằm trong khoảng bất kỳ 1:99 đến 99:1, 10:90 đến 90:10, 20:80 đến 90:10, 30:70 đến 90:10, 40:60 đến 90:10, 50:50 đến 90:10, và 60:40 đến 90:10.

Sáng chế cũng bộc lộ rằng chất xúc tác bao gồm enzym và enzym có khả năng chuyển hoá hợp chất trong sinh khối thành đường hoặc đường cao phân tử có trọng lượng thấp. Sáng chế cũng đề cập đến enzym có khả năng thuỷ phân xenluloza, tốt hơn là thành glucoza.

Sáng chế đề xuất quy trình có thể là quy trình gián đoạn trong đó hợp phần xúc tác được đưa vào trong bình trước khi, đồng thời với, hoặc sau khi đưa nguyên liệu vào và nguyên liệu và dung môi được giữ trong bình ở khoảng nhiệt độ trong một khoảng thời gian, và sau khi giữ nguyên liệu, dung môi và chất xúc tác trong bình ở khoảng nhiệt độ trong một khoảng thời gian, một lượng sản phẩm thuỷ phân được lấy ra khỏi bình, trong đó trọng lượng của sản phẩm thuỷ phân được lấy ra về cơ bản là bằng với trọng lượng của nguyên liệu cộng thêm hợp phần xúc tác được đưa vào cộng thêm trọng lượng của tất cả các nguyên liệu khác ngoài dung môi được đưa vào trong bình. Quy trình cũng có thể chứa dòng dung môi thứ hai từ mẻ nguyên liệu đã thuỷ phân trước đó. Có thể lấy toàn bộ sản phẩm hoặc một phần sản phẩm còn lại trong bình.

Tiếp theo, sáng chế đề xuất quy trình có thể là quy trình liên tục trong đó nguyên liệu của ít nhất một dòng nguyên liệu không phải là dòng nguyên liệu thứ nhất và dung môi của dòng dung môi thứ nhất được đưa liên tục vào trong bình chứa sẵn dòng dung môi này, hợp phần xúc tác được đưa liên tục vào trong bình, và sản phẩm thuỷ phân liên tục được lấy ra khỏi bình, trong đó trọng lượng của sản phẩm thuỷ phân được lấy ra trong khoảng thời gian cụ thể là bằng trọng lượng của nguyên liệu cộng hợp phần xúc tác cộng trọng lượng của tất cả các nguyên liệu khác khác với dung môi được đưa vào trong bình trong khoảng thời gian cụ thể.

Sáng chế cũng đề xuất các quy trình có thể có bước trộn sơ bộ dựa vào vòng tuần hoàn của dòng dung môi của sản phẩm trong đó một phần dung môi được trộn với ít nhất một phần của nguyên liệu trước khi đưa vào bình và tất cả các tỷ lệ của dung môi với nguyên liệu dựa vào tổng lượng dung môi là lượng dung môi trong bình cộng với lượng dung môi bất kỳ được trộn với ít nhất một phần của dòng nguyên liệu.

Sáng chế tiết tục đề xuất chất rắn được tách từ dòng được thuỷ phân và chất rắn tùy ý được tuần hoàn trong bình thuỷ phân. Theo sáng chế, chất rắn cũng có thể được làm sạch trước khi bổ sung vào bình thuỷ phân hoặc ngay cả khi không được bổ sung vào bình thuỷ phân.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ của quy trình thuỷ phân liên tục.

Fig.2 là sơ đồ của quy trình thuỷ phân liên tục với vòng tuần hoàn.

Fig.3 là sơ đồ của quy trình liên tục dòng kín.

Fig.4 là sơ đồ của quy trình thuỷ phân gián đoạn.

Fig.5 là sơ đồ của một phương án của quy trình được cải tiến thể hiện sự xử lý với chất xúc tác với lượng dư.

Fig.6 mô tả một kiểu thiết bị được sử dụng để tiến hành các thử nghiệm.

Fig.7 là sơ đồ về quy trình thuỷ phân liên tục với sự tách chất rắn trong sản phẩm thuỷ phân.

Mô tả chi tiết sáng chế

Quy trình này tận dụng sự phát hiện quá trình thuỷ phân xenluloza nhờ enzym có thể xảy ra rất nhanh và như vậy tránh được sự cặn và dư nước khi quá trình thuỷ phân được thực hiện với sự có mặt của lượng cơ bản của sản phẩm thuỷ phân từ sinh khối. Trong suốt quá trình này, kỹ thuật viên có thể không cần dùng máy trộn chuyên dụng và tránh được sự gia tăng chi phí liên quan đến quá trình trộn như được đề cập trong các giải pháp kỹ thuật trước đây.

Quy trình bắt đầu với sự lựa chọn nguyên liệu. Nguyên liệu bao gồm sinh khối có chất khô và nước. Thường là nước không phải là nước tự do, nhưng là nước được hấp thu vào trong chính sinh khối. Sinh khối này thường được biểu hiện theo chất khô của nó (không phải là nước). 20% sinh khối chất khô tương ứng với sinh khối mà có 80% nước và 20% không phải là nước, hoặc hàm lượng chất rắn khác. Thuật ngữ sinh khối và nước là chất khô của sinh khối cộng với nước được hấp thu và nước tự do và nước mà có thể đã được bổ sung. Ví dụ, lượng sinh khối cộng nước cho 100kg sinh khối với 20% chất khô là 100kg. Lượng sinh khối cộng nước cho 100kg sinh khối với 20% chất khô cộng 10kg nước là 110kg.

Quy trình này được cho là có khả năng tận dụng nguyên liệu gồm sinh khối và nước trong đó hàm lượng chất khô so với nước của nguyên liệu tốt hơn là nằm trong khoảng từ 15 đến 80%, từ 20 đến 80%, hoặc từ 21 đến 80%, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 25 đến 70%, hoặc từ 26 đến 70%, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 25 đến 60%, hoặc từ 26 đến 60%, vẫn tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 25 đến 50%, hoặc từ 26 đến 50% hoặc từ 25 đến 40%, hoặc từ 26 đến 40% và tốt nhất là nằm trong khoảng từ 25 đến 35%, hoặc từ 26 đến 35%, hoặc từ 26 đến 34%, hoặc từ 31% đến 49%.

Nó cũng có thể được thể hiện dưới dạng chất khô tối thiểu, tức là, dưới dạng phần trăm trọng lượng của chất khô so với nước trong nguyên liệu. Hàm lượng này sẽ tương ứng với ít nhất 18 phần trăm trọng lượng chất khô, tốt hơn là ít nhất 21 hoặc 20 phần trăm trọng lượng chất khô, tốt hơn là ít nhất 25 phần trăm trọng lượng chất khô, tốt hơn nữa là ít nhất 30 phần trăm trọng lượng chất khô, và tốt nhất là ít nhất 40 phần trăm trọng lượng chất khô. Giới hạn trên của các hàm lượng này theo định nghĩa là 100%, nhưng trong thực tế giới hạn trên sẽ chỉ là 80 phần trăm trọng lượng đối với các hàm lượng này nếu chúng được biểu hiện trong các khoảng.

Quy trình theo sáng chế được cho là có khả năng xử lý hầu như 100% chất khô. Dĩ nhiên ghi nhận rằng nước là chủ yếu cho phản ứng thủy phân.

Do vậy, các khoảng thích hợp cho sáng chế là sinh khối có chất khô lớn hơn 18%, 20%, 21%, 25%, 26%, 30%, 31%, 35%, 36%, 40%, 50%, 60% và 80% với giới hạn trên là 80%, 90%, cho từng giới hạn dưới.

Mức phân bố sợi và kích cỡ hạt của sinh khối được ưu tiên có thể bao gồm các khoảng 0-150mm, tốt hơn là, 5-125mm, tốt hơn nữa là, 10-100mm, thậm chí tốt hơn nữa là 15-30 đến 90mm hoặc 20-80mm và tốt nhất là nằm trong khoảng từ 26 đến 70mm.

Mức phân bố ưu tiên của sợi và kích cỡ hạt được xác định là ít nhất 20% (trọng lượng/trọng lượng) của sinh khối nằm trong khoảng được ưu tiên này.

Ưu điểm của quy trình này là quy trình có thể được tiến hành mà không cần bổ sung axit vô cơ tốt hơn là được chọn từ nhóm bao gồm axit sulfuric, axit clohydric, axit phosphoric, và các axit tương tự khác, hoặc các hỗn hợp của chúng hoặc không có các dung môi hữu cơ hoà tan lignin như các dung môi được chọn từ nhóm bao gồm cacbon, các xeton và các axeton có từ 2 đến 6 nguyên tử cacbon và các hỗn hợp của chúng, metanol, etanol.

Một ưu điểm các là phản ứng này có thể được thực hiện ở áp suất môi trường. Theo cách khác, người ta cho rằng nhiệt độ có thể được gia tăng đến mức phản ứng có thể được tiến hành với enzym hoặc không cần enzym ở áp suất kết hợp với nhiệt độ nằm trong khoảng từ 100°C đến 200°C.

Sinh khối thực vật là nguyên liệu được ưu tiên. Ngoài tinh bột the ba cấu tử chính trong sinh khối thực vật là xenluloza, hemixenluloza và lignin, thường được gọi chung là lignoxenluloza. Sinh khối chứa polysacarit nói chung bao gồm cả tinh bột lẫn sinh khối lignoxenluloza. Do vậy, vài loại nguyên liệu có thể là sinh khối thực vật, sinh khối chứa polysacarit, và sinh khối lignoxenluloza. Để cho rõ ràng, trong bản mô tả này, sinh khối ligno-xenluloza có thể chứa tinh bột hoặc không.

Quy trình này chủ yếu là nhằm vào quy trình sản xuất thủy phân thể hệ thứ hai trong đó nguyên liệu ligno-xenluloza chứa chất khô của xenluloza với lượng lớn hơn 5% trọng lượng. Trong khi lượng chất khô được ưu tiên là 5%

trọng lượng, thậm chí lượng được ưu tiên hơn nữa là hàm lượng xenluloza lớn hơn 10% trọng lượng của chất khô của nguyên liệu, tốt nhất nếu lượng này lớn hơn ít nhất 15% trọng lượng của chất khô của nguyên liệu.

Trong khi nguyên liệu có thể không chứa tinh bột, về cơ bản không có tinh bột, hoặc có hàm lượng tinh bột là 0. Nếu có mặt, lượng tinh bột có thể nhỏ hơn 75% trọng lượng của chất khô. Không có khoảng ưu tiên về lượng của tinh bột vì sự có mặt của nó được cho là không ảnh hưởng đến quá trình thủy phân xenluloza. Các khoảng lượng tinh bột, nếu có mặt, nằm trong khoảng từ 0 đến 75% trọng lượng của chất khô, nằm trong khoảng từ 0 đến 50% trọng lượng của chất khô, nằm trong khoảng từ 0 đến 30% trọng lượng của chất khô và nằm trong khoảng từ 0 đến 25% trọng lượng của chất khô.

Quá trình xử lý sơ bộ thường được sử dụng để đảm bảo rằng cấu trúc của lignoxenluloza làm cho dễ sử dụng hơn cho chất xúc tác như enzym, và đồng thời nồng độ của các sản phẩm phụ ức chế bất lợi như axit axetic, furfural và hydroxymetyl furfural còn lại về cơ bản ở mức thấp.

Có vài kế hoạch để đạt được sự gia tăng khả năng này, các kế hoạch này chưa được nộp đơn yêu cầu cấp bằng sáng chế. Các kế hoạch hiện thời gợi ý đem nguyên liệu lignoxenluloza đi xử lý ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 110 đến 250°C trong thời gian từ 1 đến 60 phút, ví dụ:

Chiết bằng nước nóng

Thủy phân axit loãng nhiều giai đoạn, quy trình này lấy ra các chất đã hoà tan trước khi các chất ức chế được tạo ra

Thủy phân axit loãng ở các điều kiện kém nghiêm ngặt

Oxy hoá làm ẩm bằng kiềm

Sự bung hơi

Xử lý sơ bộ với sự khử độc tiếp sau

Nếu chọn quá trình xử lý thủy nhiệt, các điều kiện sau đây là được ưu tiên:

Nhiệt độ của quá trình xử lý sơ bộ: nằm trong khoảng từ 110 đến 250°C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 120 đến 240°C, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 130 đến 230°C, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 140 đến 220°C, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 150 đến 210°C, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 160 đến 200°C, thậm chí tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 170 đến 200°C hoặc tốt nhất là nằm trong khoảng từ 180 đến 200°C.

Thời gian của quá trình xử lý sơ bộ: từ 1 đến 60 phút, tốt hơn là từ 2 đến 55 phút, tốt hơn nữa là từ 3 đến 50 phút, tốt hơn nữa là từ 4 đến 45 phút, tốt hơn nữa là từ 5 đến 40 phút, tốt hơn nữa là từ 5 đến 35 phút, tốt hơn nữa là từ 5 đến 30 phút, tốt hơn nữa là từ 5 đến 25 phút, tốt hơn nữa là từ 5 đến 20 phút và tốt nhất là từ 5 đến 15 phút.

Hàm lượng chất khô sau khi xử lý sơ bộ tốt hơn là ít nhất 20% (trọng lượng/trọng lượng). Các giới hạn cao hơn được ưu tiên được đề cập dưới đây.

Sinh khối chứa polysacarit theo sáng chế bao gồm bất kỳ nguyên liệu chứa đường cao phân tử ví dụ ở dạng tinh bột cũng như tinh bột được tinh lọc, xenluloza và hemixenluloza. Tuy nhiên, như được nêu ở trên, tinh bột không phải là thành phần cơ bản.

Các loại sinh khối thích hợp để thủy phân và trộn theo sáng chế có thể bao gồm sinh khối thu được từ cây nông nghiệp như ví dụ: chứa ngũ cốc; thân rạ ngô, bã mía, rơm ví dụ từ cây lúa, lúa mì, lúa mạch đen, yến mạch, lúa mạch, cây cải dầu, cây lúa miến; các loại củ như củ cải đường, khoai tây.

Nguyên liệu chứa sinh khối ligno-xenluloza tốt hơn là từ các loại thuộc họ cây thân thảo. Tên cụ thể của họ này là Poaceae hoặc Gramineae trong Class Liliopsida (thực vật một lá mầm) của các thực vật ra hoa. Các thực vật thuộc họ này thường được gọi là các thực vật thân thảo, và bao gồm cây tre. Có khoảng 600 giống và khoảng 9000–10.000 loài thân thảo hoặc hơn nữa (Kew Index of World Grass Species).

Poaceae bao gồm các cây lương thực chủ yếu và các cây ngũ cốc phát triển trên khắp thế giới, cỏ và cỏ để làm thức ăn cho gia súc, và cây tre. Poaceae

nói chung có thân rỗng được gọi là cọng, được tạo ra (chất rắn) ở các khoảng được gọi là mấu, các điểm nằm dọc theo cọng tại đó mọc ra lá. Các lá cỏ thường xen kẽ nhau, xếp thành hai dãy (trong một cây) hoặc hiếm khi xoắn, và có gân song song. Mỗi lá được phân thành các vỏ bọc dưới mà ôm lấy thân cách nhau và lá có các mép thường thành một khối. Lá của nhiều loại cỏ được làm cho rắn bằng silic phytoliths, làm cho gia súc không thể ăn được. Trong vài loại cỏ (như cỏ lưỡi kiếm) tạo ra các mép của lá cỏ đủ sắc để cứa vào da người. phần mấu dạng màng hoặc tua rễ cây, được gọi là lưỡi bẹ, nằm ở phần nối giữa vỏ và lá, ngăn không có nước hoặc côn trùng thâm nhập vào trong vỏ.

Lá cỏ sinh trưởng ở phần gốc của lá và không phải từ các đầu thân được kéo dài. Điểm phát triển dưới thấp này tạo ra sự phản ứng đối với các động vật ăn cỏ và cho phép cỏ bị ăn hoặc được cắt một cách cân đối mà không gây tổn hại nghiêm trọng.

Hoa của họ *Poaceae* được bố trí ở dạng các bông nhỏ, mỗi bông có một hoặc nhiều hoa nhỏ (các bông này còn được hợp thành chùm hoặc các bông). Bông nhỏ bao gồm hai (hoặc một vài) lá bắc ở phần gốc, được gọi là mày, sau một hoặc nhiều hoa nhỏ. Hoa nhỏ gồm bông hoa được bao quanh bởi hai lá bắc được gọi là mày dưới (mày ngoài) và mày hoa trên (mày hoa trong). Các bông hoa thường là lưỡng tính (trừ cây ngô, thực vật đơn tính cùng gốc) và quá trình thụ phấn hầu hết thường là thụ phấn nhờ gió. Bao hoa được giảm đến hai vảy, được gọi là mày cực nhỏ, mà trải dài và co lại để vươn đến mày dưới và mày hoa trong; nói chung chúng được hiểu là các đài hoa được cải biến. Cấu trúc phức tạp này có thể được xem trong ảnh bên tay trái, mô tả bông lúa mì (*Triticum aestivum*).

Quả của họ thực vật *Poaceae* là dạng quả thóc trong đó lớp phủ hạt được dung hợp với vỏ quả và như vậy, không thể tách rời khỏi quả (như trong phần nhân của hạt ngô).

Có ba loại tập tính sinh trưởng chung có mặt trong cỏ; kiểu chùm (còn được gọi là mọc bụi), có chồi và có thân rễ.

Sự thắng lợi của cỏ một phần nằm ở hình thái và các quá trình sinh trưởng của chúng, và một phần là ở tính đa dạng sinh lý học của chúng. Hầu hết các loại cỏ được phân thành hai nhóm sinh lý, sử dụng các chu trình C3 và C4 quang hợp để cố định cacbon. Các loại cỏ C4 có chu trình quang hợp được liên kết với sự giải phẫu lá Kranz chuyên biệt mà đặc biệt làm thích ứng chúng với khí hậu nóng và áp suất thấp trong cacbon dioxid.

Các loại cỏ C3 còn được gọi là "cỏ mùa lạnh" trong khi các thực vật C4 được cho là "cỏ mùa ấm". Các loại cỏ này có thể là cỏ sống một năm hoặc cỏ lâu năm. Các ví dụ về cỏ mùa lạnh sống một năm là cây lúa mì, cây lúa mạch đen, loại cỏ xanh sống một năm (cỏ sống một năm, cỏ Poa sống một năm và yến mạch). Các ví dụ về cỏ mùa lạnh lâu năm là cỏ nón (cỏ chân gà, *Dactylis glomerata*), cỏ đuôi trâu (*Festuca* spp), cỏ *Kentucky Bluegrass* và cỏ hoang lâu năm (*Lolium perenne*). Các ví dụ về cỏ mùa ấm sống một năm là cây ngô, cỏ sudangrass và cây lê cây kê. Các ví dụ về cỏ mùa ấm lưu niên là cỏ có thân màu xanh lớn, cỏ Ấn Độ, cỏ Bermuda và cỏ kê.

Một phân loại họ cỏ thừa nhận mười hai họ phụ: Đó là 1) *anomochlooideae*, một dòng giống nhỏ của cỏ có lá to mà bao gồm hai loài (*Anomochloa*, *Streptochaeta*); 2) *Pharoidae*, một dòng giống nhỏ của cỏ có 3 loài gồm *Pharus* và *Leptaspis*; 3) *Puelioideae*, một dòng giống nhỏ gồm giống cỏ châu Phi *Puelia*; 4) *Pooideae* bao gồm lúa mì, lúa mạch, yến mạch, cỏ dứa (*Bronnus*) và cỏ lác (*Calamagrostis*); 5) *Bambusoideae* bao gồm cây tre; 6) *Ehrhartoideae*, bao gồm cây lúa, và cây lúa đại; 7) *Arundinoideae*, bao gồm cây sậy thường và cây sậy lớn; 8) *Centothecoideae*, họ phụ nhỏ gồm 11 loài d. liệt kê trong *Panicoideae*; 9) *Chloridoideae* bao gồm cỏ may (*Eragrostis*, ca. 350 loài, kể cả *teff*), cỏ lông công (*Sporobolus*, 160 loài), cỏ màn trâu (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.), và cỏ muhly (*Muhlenbergia*, ca. 175 loài); 10) *Panicoideae* bao gồm cỏ kê, cây ngô, cây lúa miến, cây mía, cây kê, cỏ fonio và cỏ thân màu xanh. 11) *Micrairoideae*; 12) *Danthoniodieae* bao gồm cỏ bông bạc; với cỏ Poa là một giống có khoảng 500 loài cỏ, sinh trưởng ở các vùng có nhiệt độ ôn hoà ở cả hai bán cầu.

Các loại cỏ nông nghiệp phát triển cho hạt có thể ăn được của chúng được gọi là cây ngũ cốc. Ba loại cây ngũ cốc thông thường là cây lúa, lúa mì và ngô (cây ngô). Trong số toàn bộ cây trồng, 70% là cây thân thảo.

Cây đường là nguồn chính để sản xuất đường. Các loại cỏ được sử dụng để giải thích. Vật liệu làm giàn giáo được tạo ra từ cây tre có khả năng chịu được sức gió lớn của bão to mà sức gió này có thể làm gãy giàn giáo làm bằng thép. Nhưng cây tre lớn và *Arundo donax* có cọng khỏe có thể được sử dụng theo cách tương tự với thanh gỗ, và rễ làm ổn định đám cỏ của họ cỏ. *Arundo* được sử dụng để làm ra ống sáo làm bằng sậy cho các nhạc cụ hơi, và cây tre được sử dụng để làm ra nhiều dụng cụ.

Do vậy, sinh khối lignoxenluloza được ưu tiên được chọn từ nhóm bao gồm các loại cỏ (cây thân thảo) này. Theo cách khác, sinh khối lignoxenluloza được ưu tiên được chọn từ nhóm bao gồm các thực vật thuộc họ *Poaceae* hoặc *Gramineae*. Nói chung tinh bột sẽ không được chiết. Sinh khối lignoxenluloza được ưu tiên khác là sinh khối được chọn từ nhóm bao gồm các loại cây thân thảo không có tinh bột được chiết. Nói cách khác, sinh khối lignoxenluloza được ưu tiên được chọn từ nhóm bao gồm các thực vật thuộc họ *Poaceae* hoặc *Gramineae* mà tinh bột của nó không được chiết. Được chiết là khác với được loại bỏ. Cây ngô có bông và thân rạ. Sự loại bỏ bông loại bỏ các thành phần tinh bột chính nhưng không phải là chiết tinh bột. Việc chiết tinh bột là tách tinh bột khỏi hợp phần tinh bột xenluloza nhờ quá trình lý và hoá học khác ngoài việc cắt hoặc băm.

Sinh khối lignoxenluloza có thể được cắt thành các mảnh nhỏ trong đó 20% (trọng lượng/trọng lượng) sinh khối có kích cỡ tốt hơn là nằm trong khoảng từ 26 đến 70mm, trước khi xử lý sơ bộ. Nguyên liệu được xử lý sơ bộ tốt hơn là có hàm lượng chất khô lớn hơn 20% trước khi đưa vào quy trình. Bên cạnh việc phóng thích các carbohydrat khỏi sinh khối, quy trình xử lý sơ bộ thanh trùng và hoà tan một phần sinh khối và đồng thời rửa sạch kali clorua khỏi phần chiết lignin.

Sinh khối chứa các hợp chất có thể thuỷ phân thành các mảng tan được trong nước thu được từ quá trình thuỷ phân sinh khối. Trong trường hợp các chất đã thuỷ phân có thể hoà tan được trong nước chứa xenluloza, xenluloza có thể được thuỷ phân thành glucoza, xenlobioza, và các glucoza polyme cao hơn và bao gồm các dime và các oliogme. Như vậy, một vài mảng đã thuỷ phân có thể hoà tan được trong nước chứa xenluloza là glucoza, xenlobioza, và các glucoza polyme cao hơn và gồm các dime và các oligome tương ứng. Xenluloza được thuỷ phân thành glucoza bởi các xenlulaza được thuỷ phân nhờ cacbon. Các xenlulaza được thuỷ phân nhờ cacbon là các ví dụ về các chất xúc tác cho quá trình thuỷ phân xenluloza.

Thông thường hệ phân giải xenluloza chia xenlulaza thành ba loại: exo-1,4- β -D-glucanaza hoặc xenlobiohydrolaza (CBH) (EC 3.2.1.91), mà cắt các đơn vị xenlobioza từ đầu kết thúc của chuỗi xenluloza; endo-1,4- β -D-glucanaza (EG) (EC 3.2.1.4), mà thuỷ phân internal β -các liên kết 1,4-glucosidic bên trong ngẫu nhiên trong chuỗi xenluloza; 1,4- β -D-glucosidaza (EC 3.2.1.21), mà thuỷ phân xenlobioza thành glucoza và cũng cắt các đơn vị glucoza khỏi xenlooligosacarit. Do vậy, nếu sinh khối chứa xenluloza, thì glucoza là chất đã thuỷ phân có thể hoà tan được trong nước thu được từ quá trình thuỷ phân sinh khối và các xenlulaza nêu trên là các ví dụ đặc trưng, cũng như các ví dụ được nêu trong phần thử nghiệm, về chất xử lý cho quá trình thuỷ phân xenluloza.

Bằng cách phân tích tương tự, sản phẩm thuỷ phân của hemixenluloza là các chất tan trong nước thu được từ quá trình thuỷ phân sinh khối, dĩ nhiên thừa nhận rằng sinh khối chứa hemixenluloza. Hemixenluloza bao gồm xylan, glucuronoxylan, arabinoxylan, glucomanan, và xyloglucan. Các đường khác trong hemixenluloza được giải phóng bởi các hemixenlulaza. Hệ phân giải hemixenluloza phức tạp hơn so với hệ phân giải xenluloza do bản chất không đồng nhất của hemixenluloza. Các hệ này có thể gồm các hệ khác, endo-1,4- β -D-xylanaza (EC 3.2.1.8), mà thuỷ phân các nội liên kết trong chuỗi xylan; 1,4- β -D-xylosidaza (EC 3.2.1.37), mà tấn công các xylooligosacarit từ các đầu không khử và giải phóng xyloza; endo-1,4- β -D-mannanaza (EC 3.2.1.78), cắt các nội

liên kết; 1,4- β -D-manosidaza (EC 3.2.1.25), mà cắt mannooligosacarit thành manosa. Các nhóm bên được loại bỏ bởi số lượng enzym; như α -D-galactosidaza (EC 3.2.1.22), α -L-arabinofuranosidaza (EC 3.2.1.55), α -D-glucuronidaza (EC 3.2.1.139), xanamoyl esteraza (EC 3.1.1.-), axetyl xylan esteraza (EC 3.1.1.6) và feruloyl esteraza (EC 3.1.1.73). Do vậy, nếu sinh khối chứa hemixenluloza, thì xyloza và manosa là các ví dụ về các chất đã thủy phân có thể hoà tan được trong nước thu được từ quá trình thủy phân sinh khối chứa hemixenluloza và các hemixenlulaza nêu trên là các ví dụ đặc trưng, cũng như được nêu trong phần thử nghiệm, về các chất xúc tác cho quá trình thủy phân hemixenluloza.

Trong quy trình này có hợp phần xúc tác. Hợp phần xúc tác bao gồm chất xúc tác, chất mang, và các chất phụ gia/thành phần khác được sử dụng để đưa chất xúc tác vào quy trình. Như nêu trên, chất xúc tác có thể bao gồm ít nhất một enzym hoặc vi sinh vật chuyển hoá ít nhất một hợp chất trong sinh khối thành hợp chất hoặc các hợp chất có trọng lượng phân tử thấp hơn, xuống thành, và bao gồm, đường hoặc carbohydrat cơ bản được sử dụng để tạo ra hợp chất trong sinh khối. Các enzym có khả năng thực hiện quy trình này cho các polysacarit khác nhau như xenluloza, hemixenluloza, và tinh bột là đã biết trong lĩnh vực này và kể cả các chất được được bảo hộ.

Hợp phần xúc tác còn có thể bao gồm axit vô cơ tốt hơn là được chọn từ nhóm bao gồm axit sulfuric, axit clohydric, axit phosphoric, và các axit tương tự, hoặc các hỗn hợp của chúng. Axit vô cơ được cho là hữu ích để xử lý ở các nhiệt độ lớn hơn 100°C. Quy trình này cũng có thể được hoạt động cụ thể mà không cần bổ sung axit vô cơ.

Cụ thể là bổ sung chất xúc tác vào quy trình với chất mang như nước hoặc các chất có gốc hữu cơ. Với mục đích cân bằng khối lượng, hợp phần xúc tác do vậy bao gồm (các) chất xúc tác cộng (các) chất mang thường dùng để bổ sung (các) chất xúc tác vào quy trình. Nếu dung dịch đệm pH được bổ sung với chất xúc tác, thì nó là một phần của hợp phần xúc tác. Thường thì sinh khối ligno-

xenluloza sẽ chứa tinh bột. Các enzym quan trọng hơn được sử dụng trong quá trình thủy phân tinh bột là các alpha-amylaza (1,4- α -D-glucan glucanohydrolaza, (EC 3.2.1.1)). Các chất này là các hydrolaza hoạt động nội sinh mà cắt các liên kết 1,4- α -D-glucosidic và có thể bỏ qua nhưng không thể thủy phân các điểm phân nhánh 1,6- α -D-glucosidic. Tuy nhiên, đối với các glycoamylaza cũng tác động bên ngoài đến các glycoamylaza như beta-amylaza (EC 3.2.1.2) và pululanaza (EC 3.2.1.41) có thể được sử dụng để thủy phân tinh bột. Kết quả của sự thủy phân tinh bột chủ yếu là glucoza, maltoza, maltotrioza, α -dextrin và các oligosacarit với các lượng khác nhau. Khi dịch thủy phân có gốc tinh bột được sử dụng để lên men nó có thể là có lợi để bổ sung các enzym phân giải protein. Các enzym này có thể ngăn chặn sự kết bông của vi sinh vật và có thể tạo ra các axit amin có giá trị đối với vi sinh vật. Do vậy, nếu sinh khối chứa tinh bột, thì glucoza, maltoza, maltotrioza, α -dextrin và oligosacarit là các ví dụ về các chất đã thủy phân có thể hoà tan được trong nước thu được từ quá trình thủy phân sinh khối chứa tinh bột và các alpha-amylaza nêu trên là các ví dụ đặc trưng, cũng như các ví dụ được nêu trong phần thử nghiệm, về các chất xúc tác cho quá trình thủy phân tinh bột.

Đồng thời, quá trình thủy phân có thể tận dụng dung môi được sử dụng trong các quy trình được thể hiện trên các hình vẽ Fig.1- Fig.4, phản ứng ưu tiên với hiệu suất được nâng cao và tốc độ thủy phân về cơ bản có thể được cải thiện bằng cách sử dụng các chất xúc tác mới. Người ta cho rằng theo thời gian, một phần của chất xúc tác trong hợp phần xúc tác trong các phương án 1, 2, 3 và 4 sẽ suy biến theo thời gian.

Quy trình được bộc lộ trên Fig.5 tách, hoặc chia sinh khối 3, dòng 1 thành ít nhất hai dòng, với dòng nguyên liệu thứ nhất 1a đang được thủy phân trong bình 15 với lượng dư chất xúc tác được đưa vào trong hợp phần xúc tác qua dòng 2, tùy ý không sử dụng quy trình có dung môi. Sau khi thủy phân dòng nguyên liệu thứ nhất 1a với sự có mặt của chất xúc tác dư trong dòng 2, sản phẩm thủy phân 4 được lấy ra khỏi bình 15 và được coi là dung môi của dòng dung môi thứ nhất. Dòng dung môi thứ nhất 4 sau đó được kết hợp với ít nhất

một phần của nguyên liệu còn lại của dòng nguyên liệu 1b và quy trình thuỷ phân bằng dung môi bắt đầu trong bình 16. Bình 16 có thể tương ứng với bình 10 bất kỳ trên Fig.1, bình 10 hoặc 11 trên Fig.2, bình 12 trên Fig.3 và bình 13 trên Fig.4. Sản phẩm thuỷ phân 6 được lấy ra khỏi bình dưới dạng dòng 5.

Lượng chất xúc tác cần để xử lý dòng nguyên liệu thứ nhất tùy thuộc vào loại sinh khối trong nguyên liệu và chất xúc tác hoặc (các) enzym được chọn. Do vậy, mức biểu hiện tốt nhất về lượng chất xúc tác là dựa vào lượng cần để thuỷ phân 100% các thành phần có thể thuỷ phân được trong trọng lượng sinh khối đã cho.

Lượng chất xúc tác cần thiết cho dòng nguyên liệu thứ nhất nằm trong khoảng từ lượng tối thiểu của chất xúc tác cần để thuỷ phân 100% dòng nguyên liệu thứ nhất đến gấp đôi lượng cần để thuỷ phân 100% của tất cả các dòng nguyên liệu.

Lượng này cũng được tính theo đơn vị giấy lọc (Filter Paper Units-FPU)/g chất khô (Dry Matter -DM). FPU được đo và được xác định theo NREL Laboratory Analytical Procedure (Technical Report NREL/TP-510-42628, January 2008). Phương pháp này sử dụng tiêu chuẩn ngành và đo hoạt tính xenluloza theo “đơn vị giấy lọc” (FPU) trên mililít của dung dịch enzym ban đầu (không giai đoạn loãng). Về kết quả định lượng, các chế phẩm enzym phải được so sánh trên cơ sở chuyển đổi tương đương và có ý nghĩa. Một đơn vị giấy lọc cho enzym là lượng enzym cần để giải phóng 2,0mg đường khử như glucoza từ 50mg giấy lọc từ vải lọc Whatman No.1 (sự chuyển đổi 4%) trong 60 phút ở nhiệt độ 50°C và đã được định rõ là phần chuẩn để tính đơn vị giấy lọc xenluloza (FPU) được quy định bởi International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC). Hoạt tính xúc tác cho quy trình bất kỳ theo nguyên lý có thể được cung cấp ở dạng bất kỳ bao gồm sự bổ sung các vi sinh vật để làm nảy sinh hoạt tính enzym tương ứng với 0,001–150 FPU/g chất khô, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,001 đến 25 FPU/g chất khô, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,01 đến 20FPU/g chất khô, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,2 đến 16 FPU/g

chất khô, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 2 đến 30 FPU/g chất khô và tốt nhất là nằm trong khoảng từ 4 đến 25 FPU/g chất khô.

Trong bước thuỷ phân trên Fig.5 (bình 15), lượng chất xúc tác hoặc enzyme được bổ sung vào dòng nguyên liệu thứ nhất nằm trong khoảng từ 0,001 đến 150 FPU/g chất khô của tất cả các dòng nguyên liệu, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,001 đến 15 FPU/g chất khô của tất cả các dòng nguyên liệu, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,01 đến 30 FPU/g chất khô của tất cả các dòng nguyên liệu, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,1 đến 30 FPU/g chất khô của tất cả các dòng nguyên liệu, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 1 đến 25 FPU/g chất khô của tất cả các dòng nguyên liệu và tốt nhất là thấp hơn 20 FPU/g chất khô của tất cả các dòng nguyên liệu nhưng lớn hơn 0,1 FPU/g chất khô của tất cả các dòng nguyên liệu. Trong khi quá trình phân tích FPU là đã biết, trong trường hợp này nó sẽ chia lượng chất xúc tác cho tổng lượng nguyên liệu và sau đó xác định xem nồng độ đó có mức FPU nằm trong khoảng này hay không. Theo cách khác, nếu đã biết mức FPU của nồng độ chất xúc tác, thì sẽ bổ sung đủ chất xúc tác để đạt được mức FPU cần thiết cho lượng nguyên liệu định trước.

Sau khi thuỷ phân dòng nguyên liệu thứ nhất với chất xúc tác, nguyên liệu được thuỷ phân được coi là dòng dung môi thứ nhất. Dòng dung môi thứ hai sẽ hoá lỏng nguyên liệu được thuỷ phân của tất cả các dòng nguyên liệu và bao gồm dòng dung môi thứ nhất cộng nguyên liệu được thuỷ phân mà không phải là dòng nguyên liệu thứ nhất. Thuật ngữ tất cả các dòng dung môi sẽ bao gồm tất cả các dòng được hoá lỏng được sử dụng làm dung môi và tiếp xúc với sinh khối không phản ứng.

Dòng dung môi thứ nhất như được nêu dưới đây có thể sau đó được sử dụng làm dung môi cho quá trình thuỷ phân các dòng nguyên liệu còn lại. Các dòng nguyên liệu còn lại sau đó có thể được đưa vào trong bình thuỷ phân trước khi, sau khi, hoặc trùng với lúc đưa dòng dung môi thứ nhất vào trong bình. Các quy trình 1, 2, 3 và 4 là các kiểu quy trình có thể được sử dụng để thuỷ phân các

dòng nguyên liệu còn lại (các dòng này không phải là dòng nguyên liệu thứ nhất).

Bởi vì dòng dung môi thứ nhất có chất xúc tác mà chỉ được sử dụng một lần và ở lượng dư, người ta cho rằng tốt hơn là thủy phân các dòng còn lại, bởi vì các dòng nguyên liệu còn lại sau đó được cho tiếp xúc với chất xúc tác mới sẽ được sử dụng trong các quy trình được thể hiện trên các hình vẽ Fig.1 đến Fig.4 mà không cần bước xử lý sơ bộ của quy trình được thể hiện trên Fig.5.

Như được thể hiện trong thử nghiệm No. 5, nguyên liệu được chia thành hai phần, với phần thứ nhất được xử lý với lượng chất xúc tác mà sẽ được sử dụng là hai phần được xử lý cùng nhau.

Đối với tất cả các quy trình, thông thường nên điều chỉnh độ pH ở các điều kiện tối ưu cho hoạt tính xúc tác enzym nằm trong khoảng từ 3 đến 12, như 5-10, như 6-9, như 7-8 và tốt hơn là 4-11.

Do chất khô cao, có thể cần bình phản ứng chuyên biệt cho quá trình thủy phân trong bình 15. Bình phản ứng được cho là thích hợp có thể được tìm thấy trong WO 2006/056838 và là đối tượng của giải pháp đó.

Quy trình cũng sử dụng dung môi từ dòng dung môi. Theo các thuật ngữ đơn giản, hợp phần của dung môi, ngoại trừ các chất không tan trong nước, là những chất tương tự, nếu không đúng hẳn như vậy, sản phẩm sau khi thủy phân sinh khối. Trong hầu hết các trường hợp, dung môi bao gồm dịch thủy phân thu được từ nguyên liệu sinh khối sau khi thủy phân và bao gồm các enzym, dung dịch đệm, và chất bất kỳ được bổ sung vào phản ứng thủy phân.

Trong khi dung môi thủy phân sinh khối, dung môi được bổ sung vào nguyên liệu, nó không được tạo ra bởi nguyên liệu này. Ví dụ, trên Fig.4, quy trình gián đoạn, lượng nguyên liệu kiểu dung môi sẽ gia tăng theo thời gian làm nguyên liệu được thủy phân, mặc dù nguyên liệu này nhập vào dung môi thành dung môi, nó không được coi là một phần của dung môi nhằm tính toán các tỷ lệ của dung môi với nguyên liệu, trong trường hợp Fig.4, được tính toán khi nguyên liệu đi vào bình và tiếp xúc với dung môi.

Trong thực tế, dung môi cho dòng dung môi nói chung đến sinh khối được thuỷ phân trước đó. Nếu, ví dụ, tách dịch thuỷ phân khỏi enzym, dung dịch đậm, các chất không hoà tan, v.v., thì dịch thuỷ phân là dung môi. Dòng dung môi sẽ bao gồm các chất đã thuỷ phân có thể hoà tan được trong nước, trong đó ít nhất vài chất đã thuỷ phân có thể hoà tan được trong nước là giống hệt các chất đã thuỷ phân có thể hoà tan được trong nước thu được hoặc có thể từ quá trình thuỷ phân nguyên liệu sinh khối. Ví dụ, cơ chế ưu tiên để vận hành quy trình gián đoạn trên Fig.4 là giữ lại một phần của một mẻ trong bình để sử dụng làm dung môi cho quy trình sau đây. Trong quy trình liên tục như bình phản ứng khuấy liên tục (CSTR), dung môi có giá trị nhất định.

Đã biết rằng trong bình phản ứng liên tục, nguyên liệu và chất xúc tác được đưa liên tục vào trong bình và sản phẩm được lấy ra liên tục. Tuy nhiên, tính liên tục này không có nghĩa là không có sự bắt đầu và kết thúc, sự đưa vào từng hồi không đổi được coi là sự cấp nguyên liệu liên tục, không nhất thiết phải chính xác là sự cấp nguyên liệu liên tục mà có sự ngắt quãng khi sự nguyên liệu được cấp không liên tục. Do vậy, trong trường hợp bình phản ứng liên tục, thuật ngữ liên tục có nghĩa là vật liệu và các sản phẩm có thể được đưa vào hoặc lấy ra theo từng đợt theo thời gian và không phải được đưa vào và lấy ra cùng một lúc.

Như nêu trong phần thử nghiệm, khi sinh khối có hàm lượng chất khô cao được cho vào trong một phần của dung môi, sự hoà tan và thuỷ phân xảy ra cực nhanh, trong thực tế, có thể quan sát được.

Dòng dung môi, và dung môi, do vậy bao gồm nước và các chất đã thuỷ phân có thể hoà tan được trong nước. Ít nhất là vài chất, nếu không phải là tất cả các chất đã thuỷ phân có thể hoà tan được trong nước, là giống hệt các chất đã thuỷ phân có thể hoà tan được trong nước mà thu được từ quá trình thuỷ phân sinh khối trong hợp phần nguyên liệu. Bởi vì dung môi chứa các chất không hoà tan, các chất này có thể được gọi là chất rắn phân tán, với mục đích cân bằng khối lượng, trừ phi được chỉ định khác, thuật ngữ dung môi và dung môi dòng là

để chỉ tổng lượng nguyên liệu, cả về thành phần và trọng lượng, và bao gồm các chất tan trong nước và các chất không tan trong nước, chất xúc tác, chất mang, dung dịch đệm pH, các hợp chất điều chỉnh độ pH như axit hoặc bazơ được bổ sung trong khi phản ứng và các hợp chất khác có mặt trong dung môi.

Quy trình bao gồm thời gian tiếp xúc, được xác định như khi nguyên liệu và dung môi được cho tiếp xúc với nhau. Trong quy trình gián đoạn như được thể hiện trên Fig.4, khoảng thời gian tiếp xúc xuất hiện khi dòng nguyên liệu 3, đi vào bình 13 nhờ dòng 1, và tiếp xúc với dòng dung môi 4 ở đáy bình.

Thời điểm bổ sung hợp phần xúc tác tương với sự tiếp xúc không phải là thời điểm then chốt. Nó có thể được bổ sung vào dòng nguyên liệu trước khoảng thời gian nguyên liệu tiếp xúc với dung môi. Nó có thể được bổ sung đồng thời ở thời điểm nguyên liệu tiếp xúc với dung môi, hoặc có thể được bổ sung sau khi nguyên liệu tiếp xúc với dung môi. Nó cũng có thể được bổ sung vào dòng dung môi trước khi bổ sung dòng nguyên liệu vào dòng dung môi. Nó cũng có thể được chia ra và được bổ sung trong khi kết hợp ba giai đoạn tương ứng với thời điểm tiếp xúc.

Lượng chất xúc tác cần được bổ sung có thể được thiết lập dễ dàng từ các chuyên gia trong lĩnh vực này và được bổ sung trên cơ sở lượng chất xúc tác trên lượng của chất khô trong sinh khối, tùy thuộc vào thành phần của sinh khối.

Theo quy trình, nguyên liệu, dung môi và hợp phần xúc tác và các nguyên liệu khác như dung dịch đệm độ pH và các axit/bazơ được sử dụng để điều chỉnh độ pH trong suốt phản ứng tốt hơn là được giữ ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 20°C đến 100°C và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 20°C đến 99°C, với khoảng từ 20°C đến 95°C là được ưu tiên nhất. Nhiệt độ này được dựa vào nhiệt độ tốt nhất cho các phản ứng có xúc tác ví dụ thủy phân các chất trong sinh khối thành các hợp chất có trọng lượng thấp hơn ví dụ, các dịch thủy phân.

Người ta cũng cho rằng áp suất sẽ có một vai trò quan trọng và rằng phản ứng có thể xảy ra có hoặc không có enzyme hoặc các chất xúc tác axit ở các áp suất cùng với nhiệt độ nằm trong khoảng từ 100°C đến 200°C.

Do vậy, khoảng nhiệt độ vận hành lớn nhất đáng tính cậy đối với quy trình nằm trong khoảng từ 20°C đến 200°C.

Ưu điểm của quy trình này là quy trình có thể được tiến hành mà không cần bổ sung axit vô cơ tốt hơn là được chọn từ nhóm bao gồm axit sulfuric, axit clohydric, axit phosphoric, và các axit tương tự khác, hoặc các hỗn hợp của chúng hoặc không cần bổ sung các dung môi hữu cơ hoà tan lignin như các dung môi được chọn từ nhóm bao gồm cacbon, các xeton và các axeton có từ 2 đến 6 nguyên tử cacbon và các hỗn hợp của chúng, metanol, etanol.

Phản ứng tiếp tục xảy ra trong một khoảng thời gian cho đến khi đạt được thời điểm kết thúc mong muốn. Khoảng thời gian này được coi là thời gian lưu hoặc thời gian phản ứng. Khoảng thời gian được ưu tiên có thể là từ 5 phút đến 8 giờ, các khoảng thời gian lưu được ưu tiên khác là từ 5 phút đến 16 giờ, 5 phút đến 24 giờ, 5 phút đến 36 giờ, 5 phút đến 48 giờ, 5 phút đến 60 giờ, và 5 phút đến 72 giờ.

Thời gian lưu có thể bao trùm một khoảng giá trị. Ví dụ, thời gian lưu có thể là lớn hơn 8 giờ và nhỏ hơn 72 giờ là khoảng ưu tiên, với khoảng lớn hơn 8 giờ và nhỏ hơn 60 giờ là khoảng được ưu tiên khác, khoảng được ưu tiên khác nữa là lớn hơn 8 giờ và nhỏ hơn 48 giờ, một khoảng được ưu tiên khác là lớn hơn 8 giờ và nhỏ hơn 36 giờ, và khoảng ưu tiên khác là lớn hơn 8 giờ và nhỏ hơn 24 giờ.

Thời gian lưu cũng có thể được thiết lập với chức năng là thời gian nó đạt được thời điểm kết thúc mong muốn. Trong hoàn cảnh này, thời điểm kết thúc mong muốn cũng có thể được biểu hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm của sinh khối có giá trị cho quá trình thủy phân. Ví dụ, nếu 100kg nguyên liệu sinh khối có 80kg sinh khối có giá trị cho quá trình thủy phân, thời điểm kết thúc mong muốn tốt hơn là đạt đến khi 45% sinh khối có giá trị cho quá trình thủy phân đã được thủy phân, hoặc tốt hơn nữa là khi đạt đến mức 55% sinh khối có giá trị cho quá trình thủy phân, hoặc tốt hơn nữa là khi đạt đến mức 65% sinh khối có giá trị cho quá trình thủy phân.

Sau khi phản ứng kết thúc, sản phẩm thuỷ phân thu được (dịch thuỷ phân) có thể được lấy ra khỏi bình và được xử lý tiếp.

Trong quy trình gián đoạn được thể hiện trên Fig.4, lượng sản phẩm thuỷ phân 6 được lấy ra khỏi đáy bình và được đặt vào trong bình thứ hai 14 để xử lý tiếp. Lượng được lấy ra khỏi bình 13 nói chung là giống với lượng nguyên liệu được đưa vào trong bình, như vậy dung môi còn lại trong bình thứ nhất được cho tiếp xúc với mẻ nguyên liệu và hợp phần xúc tác khác. Tuy nhiên, theo một phương án, các thành phần có trong bình 13 có thể được rút hết ra và nguyên liệu và dung môi được bổ sung vào bình ở cùng một lúc hoặc chờ một lúc sau.

Như được thể hiện trên Fig.4, dòng nguyên liệu 3 bao gồm sinh khối và nước, được cấp qua dòng cấp 1 vào bình phản ứng có thùng khuấy gián đoạn 13. Hợp phần xúc tác chứa (các) chất xúc tác được cấp qua dòng cấp 2 vào bình phản ứng 13. Nguyên liệu và hợp phần xúc tác trong giai đoạn 3 tiếp xúc với giai đoạn dung môi 4, và được thuỷ phân từ từ. Trong khi thể hiện dưới dạng ba giai đoạn phân biệt, các giai đoạn này có mặt dưới dạng hỗn hợp trong bình. Sau một khoảng thời gian mong muốn, hoặc thời gian lưu, hoặc thời gian phản ứng, dịch thuỷ phân hoặc sản phẩm của quá trình thuỷ phân hoặc sản phẩm thuỷ phân được rút khỏi bình phản ứng qua van 20 nhờ dòng sản phẩm 5, và được cấp vào bình 14 mà có thể được sử dụng để đường hoá và lên men đồng thời. Dịch thuỷ phân có thể không hoàn toàn là chất lỏng nhưng có thể bao gồm một số chất rắn mà chưa thuỷ phân được và chất rắn không thể thuỷ phân được. Lượng sản phẩm được lấy ra tương đương với lượng dòng nguyên liệu và hợp phần xúc tác được đưa vào trong bình 13. Các nét gạch ngang giữa bình 13 và 14 thể hiện rằng lượng được lấy ra và được đưa vào trong bình 14 là lượng của giai đoạn 3, tức là lượng được đưa vào trong bình (giai đoạn 3). Nếu bình được sử dụng cho mẻ thứ hai, dòng dung môi còn lại trong bình phản ứng (còn được gọi là phần sót lại (heel)) giúp tăng tốc phản ứng.

Hiển nhiên đối với chuyên gia trong lĩnh vực này là lượng được lấy ra khỏi theo mẻ không biểu hiện chính xác lượng được nạp ở từng mẻ, nhưng

lượng được lấy ra theo số mẻ nên bằng với lượng được nạp vào bình khác sẽ vận hành với lượng dung môi quá thấp hoặc bình sẽ chảy tràn. Như trong các quy trình gián đoạn và liên tục được nêu ở đây, đã biết rằng thường có sự biến đổi về tỷ lệ bổ sung và tỷ lệ lấy sản phẩm theo thời gian và sự thay đổi theo mẻ sao cho thuật ngữ “bằng” hoặc “về cơ bản bằng” có nghĩa là bao gồm các khoảng dao động này.

Thông số điều chỉnh là tỷ lệ về trọng lượng của dung môi mà bao gồm trọng lượng của chất rắn được phân tán, dung dịch đệm pH, chất xúc tác, chất mang, dung dịch đệm điều chỉnh và bất kỳ các thành phần khác trong dung môi, so với trọng lượng của nguyên liệu (sinh khối cộng nước) trong nguyên liệu ở thời điểm nguyên liệu tiếp xúc với dung môi.

Đã mong muốn rằng tỷ lệ ở mức mà không có hoặc chỉ có tác dụng giới hạn theo phản ứng thủy phân. Kết quả là, trong khi về lý thuyết không có giới hạn trên đối với tỷ lệ, thì có mức ở đó dòng dung môi bổ sung hơi bị tác động đến tốc độ thủy phân và đơn thuần là gia tăng chi phí về kích cỡ thiết bị và chi phí vận hành.

Lượng dung môi được sử dụng cho lượng sinh khối định trước được mong muốn tùy thuộc ít nhất vào chất khô của sinh khối (trọng lượng chất khô cao được mong muốn yêu cầu nhiều dung môi hơn), loại sinh khối và chất xúc tác, độ pH, nhiệt độ vận hành và kiểu trộn được sử dụng.

Tỷ lệ về trọng lượng của dung môi với trọng lượng của sinh khối công nước trong nguyên liệu ở thời điểm tiếp xúc được cho là tốt nhất nhờ xem xét các phương án.

Như được thể hiện trên Fig.1, dòng nguyên liệu 3 bao gồm sinh khối và nước được cấp vào bình phản ứng có thùng khuấy liên tục 10 qua dòng 1. Các chất xúc tác, cụ thể là các enzym, được cấp như một phần của hợp phần xúc tác được đưa vào trong bình phản ứng 10 qua dòng được đánh dấu 2. Trong bình 10 là dòng dung môi 4 với lượng đã biết, hoặc lượng có thể xác định được. Vì trong bình phản ứng khuấy liên tục, thời gian lưu sao cho nguyên liệu có trong bình

phản ứng thông qua dòng 5 được thuỷ phân đến mức mong muốn, lượng của dòng dung môi là trọng lượng của nguyên liệu trong bình cộng với lượng trong vòng tuần hoàn và thùng tuần hoàn bất kỳ ở thời điểm bất kỳ. Sinh khối và chất xúc tác được trộn với dung môi và quá trình thuỷ phân diễn ra với tốc độ rất nhanh. Sản phẩm phản ứng dạng lỏng (dịch thuỷ phân) (6) được lấy khỏi bình phản ứng nhờ dòng sản phẩm 5. Lượng chất lỏng còn lại trong bình phản ứng thông qua dòng 5 trong thời gian cụ thể là bằng với tỷ lệ công hợp phản xúc tác cộng các nguyên liệu khác mà có thể đã được được bổ sung vào bình trong cùng lúc.

Tỷ lệ về trọng lượng của dung môi với trọng lượng của sinh khối cộng nước trong nguyên liệu ở thời điểm tiếp xúc trong trường hợp này là trọng lượng của nguyên liệu trong bình cộng lượng trong vòng tuần hoàn bất kỳ được bình tuần hoàn mà tuần hoàn trong bình (dung môi) với tỷ lệ bổ sung cụ thể của sinh khối cộng nước được bổ sung vào bình theo đơn vị thời gian thông thường. Theo thường lệ, quy trình liên tục sẽ xác nhận tỷ lệ này dưới dạng thời gian lưu.

Ví dụ, bình chứa 400kg dung môi, trong thời gian lưu 4 giờ. Nguyên liệu được bổ sung ở 100kg/giờ và sản phẩm thuỷ phân được lấy ra ở mức 100kg/giờ. Tỷ lệ là 400:100 hoặc 4, hoặc thời gian lưu là 4 giờ. Do vậy, đối với CSTR, tỷ lệ là thời gian lưu.

Fig.2 thể hiện quy trình của Fig.1 với dòng tuần hoàn. Như được thể hiện trên hình vẽ, sinh khối và nước được cấp qua dòng cấp 1 vào bình trộn sơ bộ 11, trong đó chúng được cho tiếp xúc với một phần dung môi, dịch thuỷ phân đi vào từ đường dẫn 7. Hỗn hợp được cấp qua đường dẫn 8 vào bình phản ứng có thùng khuấy liên tục 10. Hợp phản xúc tác được cấp qua dòng cấp 2 vào bình phản ứng 10. Sinh khối được thuỷ phân từ từ và dịch thuỷ phân, hoặc sản phẩm 6 được lấy khỏi bình phản ứng qua đường xả 5, sau đó tách thành dòng tuần hoàn 7 và dòng sản phẩm 5. Lượng nguyên liệu có trong đường dẫn sản phẩm 5 trong khoảng thời gian cụ thể là bằng với tỷ lệ cộng hợp phản xúc tác cộng các nguyên liệu khác ngoài các nguyên liệu đến từ đường dẫn 7, mà được bổ sung vào bình

trong cùng một khoảng thời gian.

Phương án tiếp theo về quy trình được thể hiện trên Fig.5, và có thể được coi là các phương án được thể hiện để tách vùi hoặc toàn bộ chất rắn khỏi dịch thủy phân. Tùy thuộc vào việc kết thúc phản ứng như thế nào mà chất rắn tùy ý có thể được đưa trở lại bình thủy phân 16 hoặc bình 15 để thủy phân tiếp. Nếu quá trình thủy phân về cơ bản đã kết thúc, chất rắn có thể được lấy ra trước khi đi qua dòng sản phẩm đến bước tiếp theo.

Sự cải tiến này được thể hiện trên Fig.7. Trên Fig.7, dòng 5 được cấp vào thiết bị tách chất rắn 12 để loại bỏ ít nhất một số chất rắn và tương tự, chất lỏng hoà vào dòng chất rắn 9 với dòng 5A là dòng chất lỏng có các chất rắn được loại bỏ. Như nêu trên, ít nhất một phần của dòng chất rắn có thể được đưa trở lại bình thủy phân 16 hoặc bình 15. Không nhất thiết phải tiến hành tách trước khi thu lấy dòng 9 trước khi hoặc sau khi sục ngược trở lại bình 16 hoặc 15, nhưng tốt hơn là diễn ra trước khi đi qua dòng sản phẩm 6 để đến bước tiếp theo. Như được thể hiện trên Fig.7, dòng 9 có thể được tuần hoàn lại vào trong các bình 16 hoặc 15, có thể được lấy ra hoàn toàn khỏi quy trình, hoặc một phần của dòng 9 có thể được lấy ra (làm sạch) khỏi quy trình và phần còn lại được tuần hoàn lại vào bình 15, hoặc bình 16 hoặc cả hai bình.

Các thiết bị tách chất rắn khỏi dòng chất lỏng là đã biết trong lĩnh vực này và bao gồm nhưng không bị giới hạn ở các thiết bị lọc, xyclon, máy li tâm, máy ép, bình lắng gạn, bình lắng nhờ trọng lực, các thiết bị gạn và các thiết bị tương tự khác. Thiết bị tách được ưu tiên được chọn từ nhóm bao gồm các thiết bị hydrocyclon và máy li tâm.

Tương tự, các chuyên gia trong lĩnh vực này có thể cải biến quy trình dòng kín trên Fig.3 để tách ít nhất vùi loại chất rắn khỏi dòng 5.

Các sự mô phỏng đã cho thấy bằng cách tuần hoàn chất rắn và cho đi ra hầu hết sản phẩm thủy phân, tỷ lệ biến đổi đối với bình có kích cỡ định trước và thời gian lưu có thể được gia tăng đến mức 400%.

Tỷ lệ về trọng lượng của dung môi với trọng lượng của sinh khối cộng

nước trong nguyên liệu trong trường hợp này là trọng lượng của nguyên liệu trong bình cộng lượng dung môi được bổ sung vào máy trộn sơ bộ 11 trong một giờ với trọng lượng của sinh khối cộng nước được bổ sung vào bình trong một giờ. Hơn nữa, thời gian lưu cũng thể hiện tỷ lệ này.

Tương tự, phương án bình phản ứng dòng kín được thể hiện trên Fig.3. Xem Fig.2, thấy rằng quy trình trên Fig.3 có thể được coi là “sự cải biến” của quy trình trên Fig.2 đến mức toàn bộ dung môi của dòng được cấp đi qua the máy trộn sơ bộ 11 và không còn trong bình 10. Như được thể hiện trên Fig.3, dòng nguyên liệu 3 chứa sinh khối và nước được cấp qua dòng cấp 1 vào bình phản ứng dòng kín liên tục 12. Hợp phần xúc tác được cấp qua dòng cấp 2 vào bình phản ứng 12. Dòng dung môi được bổ sung vào nguyên liệu nhờ dòng cấp 7, được dẫn hướng từ đường dẫn 5, dòng này chứa sản phẩm thủy phân. Các thành phần tạo ra huyền phù đặc mà được thủy phân từ từ và dịch thủy phân 6 được lấy khỏi bình phản ứng nhờ dòng sản phẩm 5 và tách thành dòng 7. Lượng sản phẩm 6 được lấy ra trên đơn vị thời gian (tỷ lệ) là bằng tỷ lệ cộng hợp phần xúc tác 2 cộng tất cả các nguyên liệu khác ngoài các nguyên liệu đi vào từ đường dẫn 7. Thời gian tiếp xúc là khi dòng nguyên liệu tiếp xúc với dòng dung môi. Tỷ lệ về trọng lượng với trọng lượng của sinh khối cộng nước trong nguyên liệu ở thời điểm tiếp xúc trong trường hợp này là trọng lượng của nguyên liệu trong dòng 7 trên đơn vị thời gian với trọng lượng của sinh khối cộng nước được bổ sung vào bình trên cùng một đơn vị thời gian.

Trong quy trình gián đoạn được thể hiện trên Fig.4 và nêu trên, tỷ lệ về trọng lượng của dung môi với trọng lượng của sinh khối cộng nước trong nguyên liệu ở thời điểm tiếp xúc trong trường hợp này là trọng lượng của nguyên liệu trong bình (dòng dung môi được ghi là giai đoạn 4) với trọng lượng của sinh khối cộng nước được bổ sung trên một lần nạp. Nếu dung môi được bổ sung, dung môi này được bổ sung vào trọng lượng của 4 có trong bình phản ứng.

Quy trình gián đoạn được cải biến nên có quá trình trộn sơ bộ sinh khối với dung môi, tỷ lệ về trọng lượng của dung môi với trọng lượng của sinh khối

cộng nước trong nguyên liệu ở thời điểm tiếp xúc trong trường hợp này là trọng lượng của dung môi trong bình cộng trọng lượng của dung môi trong lần nạp với trọng lượng của sinh khối cộng nước được bổ sung vào bình trên một lần nạp.

Các giá trị về tỷ lệ về trọng lượng dung môi so với trọng lượng của sinh khối cộng nước trong nguyên liệu có thể thay đổi từ 1:99 đến 100:1. Tuy nhiên, được ưu tiên hơn là khoảng từ 5:95 đến 95:5, hoặc tốt hơn nữa là từ 10:90 đến 90:10, với tỷ lệ được ưu tiên hơn là từ 20:80 đến 80:20, được ưu tiên nhất là từ 20:80 đến 60:40, nhưng khác khoảng từ 10:90 đến 90:10, từ 20:80 đến 90:10, từ 30:70 đến 90:10, từ 40:60 đến 90:10, từ 50:50 đến 90:10, và từ 60:40 đến 90:10 cũng là các khoảng thích hợp.

Các giá trị về tỷ lệ trọng lượng của dung môi với trọng lượng của sinh khối cộng nước trong nguyên liệu cũng có thể được biểu hiện dưới dạng tỷ lệ tối thiểu, vì người ta cho rằng về lý thuyết không có giá trị tối đa. Do vậy, tỷ lệ này ít nhất là 0,8:1.0, hoặc tốt hơn nữa là ít nhất 1:1, hoặc tốt hơn nữa là ít nhất là 1,2:1, với tỷ lệ được ưu tiên hơn là ít nhất là 1,5:1, ưu tiên hơn nữa là 2:1, và được ưu tiên hơn nữa là 3:1.

Bởi vì quá trình thủy phân xenluloza là dấu hiệu trọng tâm của quy trình, tỷ lệ của dung môi với trọng lượng của sinh khối cộng nước trong nguyên liệu có thể được thay thế bằng cách sử dụng xenluloza và các sản phẩm thủy phân của nó. Như được đề cập trong phần ví dụ, không có sản phẩm thủy phân nào được lấy ra trước khi đưa lượng nguyên liệu kế tiếp vào. Như vậy, tỷ lệ của lượng xenluloza cộng lượng sản phẩm từ xenluloza được thủy phân trong dung môi với lượng xenluloza trong nguyên liệu là giống các tỷ lệ về trọng lượng của dung môi với trọng lượng của sinh khối cộng nước trong nguyên liệu. Lượng xenluloza trong nguyên liệu và dung môi có thể xác định được một cách dễ dàng. Lượng sản phẩm thủy phân từ xenluloza có thể được xác định bằng cách xác định sản phẩm trong dung môi và trừ đi lượng sản phẩm đó mà đến từ quá trình thủy phân các chất khác với xenluloza hoặc trong nguyên liệu ban đầu được sử dụng để tạo nên dung môi. Ví dụ, tinh bột cũng thủy phân thành

glucoza và các chất có thể thủy phân khác với xenluloza. Do vậy, lượng glucoza và các chất có thể thủy phân khác thường có xenluloza trong dung môi sẽ phải ít nhất được khử bởi lượng đến từ tinh bột. Lượng này có thể được xác định bằng cách xác định lượng tinh bột trong nguyên liệu từ đó dung môi được tạo ra, lượng tinh bột trong dung môi, với sự chênh lệch là lượng các chất có thể thủy phân đến từ tinh bột.

Tỷ lệ điều chỉnh có thể được biểu hiện dưới dạng tỷ lệ tối thiểu của lượng xenluloza cộng lượng sản phẩm từ xenluloza được thủy phân trong dung môi với lượng xenluloza trong nguyên liệu. Tỷ lệ này ít nhất là 0,8:1,0, hoặc tốt hơn nữa là ít nhất 1:1, hoặc tốt hơn nữa nếu ít nhất là 1,2:1, với tỷ lệ ít nhất là 1,5:1 là được ưu tiên hơn, với tỷ lệ được ưu tiên hơn nữa là 2:1, và tỷ lệ được ưu tiên hơn nữa là 3:1. Các ví dụ được nêu dưới đây cũng thiết lập tỷ lệ ít nhất là 4:1 và ít nhất là 5:1 cũng có khả năng. Lưu ý rằng ở Ví dụ 5, trong khi gia tăng tỷ lệ thì giảm được thời gian thủy phân, sự cải thiện là thấp hơn với từng lượng dung môi bổ sung. Cũng lưu ý rằng tỷ lệ này loại trừ xenluloza và các sản phẩm thủy phân của nó. Do vậy, glucoza và các sản phẩm mà là các sản phẩm thủy phân đã biết của xenluloza có mặt trong nguyên liệu cần được loại khỏi các chất có trong dung môi. Ngoài ra, các sản phẩm mà thu được từ quá trình thủy phân hemixenluloza hoặc tinh bột hoặc các nguyên liệu phi xenluloza khác cần được loại ra khỏi dung môi. Quá trình này bao gồm việc xác định bao nhiêu tinh bột được khử thành glucoza và lấy glucoza đó ra.

Bởi vì dung môi được sử dụng tốt nhất trước khi tách bất cứ chất nào khác với chất không hòa tan, thành phần tương ứng của các chất hòa tan trong nước trong một phần chất lỏng của dung môi là giống với thành phần tương ứng của các sản phẩm hòa tan trong nước của quá trình thủy phân nguyên liệu mà không cần tách các thành phần tan trong nước. Đồng thời có thể bổ sung nước để pha loãng các thành phần tan trong nước, các lượng của chúng tương ứng với từng lượng còn lại khác.

Các phương án nêu trên không gây giới hạn đối với bản mô tả hoặc yêu

cầu bảo hộ, vì có nhiều kết cấu có giá trị với các chuyên gia trong lĩnh vực, kết cấu này bao gồm một dãy các bình nối tiếp, hoặc các bình phản ứng bán gián đoạn hoặc kết hợp với hoặc không cần các bình phản ứng dòng kín.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Thử nghiệm giảm độ nhớt

Thiết bị thử nghiệm

2 bình phản ứng làm bằng thủy tinh giống nhau, có các đặc tính hình học như sau (xem Fig.6):

- T (đường kính bình phản ứng) = 0,15 m
- Z (chiều cao của bình phản ứng) = 0,30 m
- Vỏ có chất lỏng trao đổi nhiệt di chuyển quanh mặt hông và đáy, với chiều rộng cm;
- Đáy có hình bán cầu;
- Vỏ bọc có đệm và nắp, với 5 lỗ hở (1 lỗ giữa cho trục máy khuấy; 4 lỗ bên để bổ sung nguyên liệu hoặc để lấy mẫu, trong suốt thời gian đó các thử nghiệm sẽ được đóng kín bằng nắp).

Hai bình phản ứng được lắp với hai máy khuấy trộn dạng mỏ neo khác nhau (A và B) để có được các cấu hình sau đây:

Cấu hình A:

D ("khẩu độ") = 0,136m

S (độ rộng cánh) = 0,01m

H (chiều cao mỏ neo) = 0,12cm

C (độ hở, khoảng cách cánh-vách) = 0,007m

D / T = 0,907

D / S = 13,6

$$T / S = 15$$

Cấu hình B:

trong cấu hình này, các cánh được nằm nghiêng 45° để cọ rửa vách tốt hơn

$$D \text{ ("khẩu độ")} = 0,145\text{m}$$

$$LS \text{ (độ rộng cánh)} = 0,0141\text{m}$$

$$S \text{ (độ rộng cánh nhô ra)} = 0,01\text{m}$$

$$H \text{ (chiều cao mỏ neo)} = 0,145\text{cm}$$

$$C \text{ (độ hở, khoảng cách cánh-vách)} = 0,0025\text{m}$$

$$D / T = 0,967$$

$$D / S = 14,5$$

$$T / S = 15$$

Sự khuấy được tạo ra bởi các động cơ điều chỉnh Heidolph RZR 2102 (công suất: 140W).

Hai bể nhiệt đảm bảo sự duy trì nhiệt độ bằng cách tuần hoàn nước ở 45°C trong vỏ bình phản ứng.

Nguyên liệu

Nguyên liệu khởi đầu được sử dụng là Sorgo và Arundo Donax được xử lý sơ bộ. Các nguyên liệu này được lưu giữ ở nhiệt độ -18°C để ngăn chặn sự suy biến.

Các đặc tính của các nguyên liệu khởi đầu là như sau:

		Cây lúa miền	Arundo	
	chất khô	% trọng lượng	20,41%	30,39%
	WIS	% trọng lượng	16,01%	24,51%
	WSS	% trọng lượng	4,40%	5,88%
	chất rắn đã hòa tan/tổng lượng chất rắn	% trọng lượng	21,58%	19,34%
phần chiết lỏng	nước	% trọng lượng	79,59%	69,61%
	glucoza	% trọng lượng	0,03%	0,10%
	xyloza	% trọng lượng	0,34%	1,19%
	xenlobioza	% trọng lượng	0,00%	0,00%
	galactoza	% trọng lượng	0,00%	0,00%
	arabinoza	% trọng lượng	0,00%	0,00%
	axit fomic	% trọng lượng	0,00%	0,00%
	axit axetic	% trọng lượng	0,28%	0,58%
	5-HMF	% trọng lượng	0,01%	0,05%
	furfural	% trọng lượng	0,04%	0,19%
	axit levulinic	% trọng lượng	0,00%	0,00%
	axit lactic	% trọng lượng	0,00%	0,00%
	glucolygome	% trọng lượng	0,23%	0,22%
	xylolygome	% trọng lượng	1,48%	1,96%
	galactolygome	% trọng lượng	0,00%	0,00%
	arabinolygome	% trọng lượng	0,00%	0,00%
	các nhóm axetyl đã hòa tan	% trọng lượng	0,11%	0,29%
	các chất đã hòa tan khác	% trọng lượng	1,89%	1,30%
phần chiết rắn	glucan	% trọng lượng	9,01%	13,65%
	xylan	% trọng lượng	1,16%	1,26%
	galactan	% trọng lượng	0,00%	0,00%
	arabinan	% trọng lượng	0,00%	0,00%
	các nhóm axetyl không hòa tan	% trọng lượng	0,12%	0,22%
	klason lignin	% trọng lượng	5,29%	8,90%
	các chất không hòa tan khác	% trọng lượng	0,42%	0,48%
	Tổng	% trọng lượng	100,00%	100,00%

WIS là phần trăm chất rắn không hòa tan trong nước (trên tổng lượng nguyên liệu).

WSS là phần trăm chất rắn hòa tan trong nước (trên tổng lượng nguyên liệu).

Tổng của WSS và WIS là bằng giá trị chất khô.

Các đặc tính thành phần được xác định bằng cách sử dụng phương pháp phân tích chuẩn, các quy trình sau đây là:

Xác định cấu trúc carbohydrat và lignin trong sinh khối

Laboratory Analytical Procedure (LAP) Issue Date: 4/25/2008

Technical Report NREL/TP-510-42618 Revised April 2008

Xác định các phần chiết trong sinh khối

Laboratory Analytical Procedure (LAP) Issue Date: 7/17/2005

Technical Report NREL/TP-510-42619 January 2008

Điều chế các mẫu để phân tích thành phần

Laboratory Analytical Procedure (LAP) Issue Date: 9/28/2005

Technical Report NREL/TP-510-42620 January 2008

Xác định tổng lượng chất rắn trong sinh khối và tổng lượng chất rắn được hòa tan trong các mẫu lỏng của quy trình

Laboratory Analytical Procedure (LAP) Issue Date: 3/31/2008

Technical Report NREL/TP-510-42621 Revised March 2008

Xác định chất tro trong sinh khối

Laboratory Analytical Procedure (LAP) Issue Date: 7/17/2005

Technical Report NREL/TP-510-42622 January 2008

Xác định đường, sản phẩm phụ, và sự suy biến các sản phẩm trong các mẫu của quy trình cắt phân đoạn chất lỏng

Laboratory Analytical Procedure (LAP) Issue Date: 12/08/2006

Technical Report NREL/TP-510-42623 January 2008

Xác định chất rắn không tan trong nguyên liệu sinh khối được xử lý sơ bộ

Laboratory Analytical Procedure (LAP) Issue Date: 03/21/2008

Technical Report NREL/TP-510-42627 March 2008

Hỗn hợp enzym được sử dụng có các đặc tính sau đây, được giữ nguyên trong tất cả các thử nghiệm:

Thành phần	Thể tích hợp phần	Tỷ trọng	Hoạt tính đặc trưng	
\	%	g/ml	\	
phức xenlulaza	87,4%	1,08	100	FPU/g _{thành phần}
xylanaza	5,3%	1,2	500	FXU/g _{thành phần}
hemixenlulaza	6,6%	1,1	470	FXU/g _{thành phần}
phức hợp enzym	0,7%	1,2	100	FBG/g _{thành phần}
Tổng	100,0%	1,09		

Chế phẩm phức enzym xenlulaza là dung dịch xúc tác sự phân hủy nguyên liệu xenluloza thành glucoza, xenlobioza và gluco-oligome có trọng lượng phân tử cao hơn. Dung dịch enzym hemixenlulaza và xylanaza xúc tác chủ yếu quá trình khử trùng hợp hemi-xenluloza thành các cấu tử của nó ở dạng đường đơn giản hoặc các oligome; hơn nữa, chúng thể hiện các hoạt tính xúc tác phụ ở mức nhỏ hơn.

Phức enzym là dung dịch enzym tác động lên các carbohydrat khác nhau và thể hiện khả năng tăng cường hoạt tính của dung dịch thu được như vậy.

Hỗn hợp đã nêu có các hoạt tính sau đây:

Hoạt tính hỗn hợp xúc tác			
94,39	FPU/ml	86,60	FPU/g
65,92	FXU/ml	60,48	FXU/g
0,84	FBG/ml	0,77	FBG/g

FPU được đo và xác định theo NREL Laboratory Analytical Procedure (Technical Report NREL/TP-510-42628, January 2008). Phương pháp này sử dụng tiêu chuẩn của ngành và đo hoạt tính xenluloza tính theo “đơn vị giấy lọc” (FPU) trên mililit của dung dịch enzym ban đầu (không pha loãng). Về các kết quả định lượng, chế phẩm enzym phải được so sánh trên cơ sở sự chuyển đổi tương đương và có ý nghĩa. Một đơn vị giấy lọc cho enzym là lượng enzym cần để giải phóng 2,0mg đường khử dưới dạng glucoza từ 50mg giấy lọc từ dải lọc Whatman No. 1 (sự chuyển biến 4%) trong 60 phút ở 50°C và đã được coi là phân chuẩn để tính đơn vị giấy lọc xenluloza (FPU) theo sự hướng dẫn của International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC).

Hoạt tính xylanaza trong FXU được đo tương ứng với tiêu chuẩn enzym với hoạt tính đã biết. Quang phổ kế đo phần nổi lên trên bề mặt được nêu dưới đây được so sánh với đường chuẩn thu được bởi các mẫu chuẩn.

Các mẫu xylanaza được ủ với nền arabinoxylan của lúa mì được nhuộm remazol. Chất nền không chuyển hóa được kết tủa bằng etanol. Cường độ tạo màu xanh của phần nổi lên trên bề mặt do sản phẩm suy biến chất nền được nhuộm remazol không kết tủa tỷ lệ với hoạt tính endoxylanaza. Biên độ màu có thể thay đổi theo enzym.

$$\text{Hoạt tính mẫu (FXU/g)} = \frac{W}{C \cdot F \cdot D}$$

Trong đó:

C là hoạt tính enzym ghi nhận từ đường chuẩn (FXU/ml)

F là thể tích của mẫu (ml)

D mức pha loãng tiếp của mẫu (ví dụ, pha loãng lần thứ hai hoặc lần thứ ba)

W trọng lượng của mẫu (g)

Một FBG là lượng enzym mà, theo quy trình chuẩn (phương pháp Somogyi Nelson) được nêu dưới đây, giải phóng glucoza hoặc carbohydrat khử với hiệu suất khử tương đương với 1mol glucoza trên phút.

Các điều kiện phản ứng chuẩn:

- Mẫu được pha loãng để thu được hoạt tính nằm trong khoảng từ 0,02 đến 0,10 FBG/ml.
- Chất nền: 0,5% beta glucan
- Nhiệt độ: 30°C
- Độ pH: 5,0
- Thời gian phản ứng: 30 phút

Beta glucanaza của nấm phản ứng với beta glucan trong quá trình hình thành thành glucoza hoặc carbohydrat khử mà được xác định là đường khử.

Hơn nữa, để duy trì độ pH đến giá trị khoảng 5, vì nó không thể sử dụng thiết bị đo độ pH (vì bản chất của nguyên liệu), dung dịch đệm 1N của xitrat, cho tổng lượng 1% trên lượng nguyên liệu được tải, được sử dụng.

Thử nghiệm No. 1

Nguyên liệu: Cây lúa miến (nêu trên).

Bình phản ứng được lắp (gồm có các máy trộn) và chất lỏng trao đổi nhiệt được làm ấm đến nhiệt độ (45°C). Hai động cơ này được hiệu chỉnh để cung cấp (mà không cần nguyên liệu, chỉ với quán tính khuấy) ở tốc độ khuấy 12 vòng/phút (tốc độ tối thiểu của dụng cụ), giá trị mômen quay bằng $0,0\text{N}\cdot\text{cm}$.

Cả hai bình phản ứng được nạp 1,5kg nguyên liệu vừa được hoá lỏng, và tốc độ khuấy được bắt đầu để đồng nhất nguyên liệu. Trong 2 bình phản ứng này, không có bình nào không có nước. Tỷ trọng của nguyên liệu trong các điều kiện này là bằng $600\text{kg}/\text{m}^3$. Cả các hệ thống khuấy, ở tốc độ 12 vòng/phút, chỉ định mức quá tải (giá trị mômen quay được tạo ra nằm ngoài phạm vi đo, lớn hơn $200\text{N}\cdot\text{cm}$).

Tại thời điểm $t = 0$, trong cả hai bình phản ứng dung dịch (tổng trọng lượng khoảng 96g) có các nguyên liệu như sau được bổ sung:

- 29,4ml hỗn hợp enzyme với hợp phần nêu trên, được xác định để tạo ra hoạt tính của phức xenlulaza gồm 20 FPU/g glucan (có nghĩa glucan dưới dạng tổng của xenlobioza và gluco-oligome trong pha lỏng và glucan trong pha rắn), và kết quả là các hoạt tính khác được tạo ra. 20 FPU/g glucan này là xấp xỉ 9 FPU/g tổng chất khô, được tính theo hàm lượng xenluloza của nguyên liệu.
- 16,5 gam dung dịch đệm (xitrat) như nêu trên và được xác định là khoảng 1% của toàn bộ nguyên liệu.
- 48,5 gam H_2O , để pha loãng dung dịch enzyme và nâng cao mức phân tán của nó; lượng nước để bổ sung được xác định sao cho toàn bộ dung dịch được bổ

sung (H_2O + hỗn hợp + xitrat) bằng khoảng 30% chất khô của nguyên liệu được xử lý sơ bộ ban đầu.

Sau khi bổ sung, trong mỗi bình phản ứng có 1,6kg nguyên liệu, với chất khô (tính được) khoảng 19,2%. Sự có mặt của quá trình ngưng tụ dưới vỏ cho thấy rằng chất khô có thể cao hơn. Tốc độ khuấy được gia tăng đến khoảng 180 vòng/phút (trong một khoảng thời gian) để trộn nguyên liệu và dung dịch được bổ sung. Tại thời điểm này, không có nước tự do, và mức nguyên liệu trong bình phản ứng là giống với lượng trước đó (ở giai đoạn này, tỷ trọng tính được vào khoảng 650kg/m^3).

Cả hai phản ứng được thực hiện song song, duy trì tốc độ khuấy như nhau trong cả hai trường hợp, tốc độ khuấy được đặt tương đương 12 vòng/phút ở giờ đầu tiên, sau đó tăng lên đến 100 vòng/phút. Mỗi 60 phút, tốc độ khuấy được tăng lên đến 180 vòng/phút (trong ít giây) để đồng nhất nguyên liệu.

Trong suốt thử nghiệm, mômen quay đo được trên động cơ của bình phản ứng A thường thấp hơn bình phản ứng B. Sau khoảng 5 giờ, nguyên liệu trong bình phản ứng A có sự xuất hiện của chất lỏng (giá trị mômen quay khoảng $20\text{N}\cdot\text{cm}$ ở 100 vòng/phút), đồng thời trong bình còn lại (mặc dù phản ứng được diễn ra một phần, như được chứng minh bởi thực tế rằng mômen quay đã giảm đến giá trị khoảng $140\text{N}\cdot\text{cm}$ ở tốc độ 100 vòng/phút, từ giá trị lớn hơn $200\text{N}\cdot\text{cm}$ lúc ban đầu) có sự xuất hiện chất rắn.

Sau một giờ tiếp theo ($t = 6$ giờ), trong đó các điều kiện trong hai bình phản ứng về cơ bản không thay đổi, toàn bộ nguyên liệu của bình phản ứng B (có sự giải phóng chất lỏng tự do không đáng kể, nhưng vẫn có sự xuất hiện chất rắn) được đưa vào trong bình phản ứng A. Sau khi bổ sung, tốc độ khuấy được đặt tương đương 200 vòng/phút trong vài giây để đồng nhất nguyên liệu, và sau đó được đặt đến mức tương đương 100 vòng/phút, với mômen xoắn $120\text{N}\cdot\text{cm}$, và xuất hiện nguyên liệu dạng rắn rất ướt. Trong khoảng 10 phút, giá trị mômen quay đo được đã giảm đến $20\text{N}\cdot\text{cm}$, và được coi là chất lỏng, tương tự với nguyên liệu có trong bình phản ứng A trước khi bổ sung. Thử nghiệm được

dừng lại sau hơn 10 phút nữa, khi mômen quay đã giảm xuống khoảng $15\text{N}\cdot\text{cm}$ ở tốc độ 100 vòng/phút. Tỷ trọng của nguyên liệu, đo được tại thời điểm này, là khoảng $1100\text{kg}/\text{m}^3$.

Thử nghiệm No. 2.

Nguyên liệu: Cây lúa miến (nêu trên).

Các bình phản ứng được lắp (bao gồm cả các máy trộn) và chất lỏng trao đổi nhiệt được làm ấm đến nhiệt độ (45°C). Hai động cơ này được hiệu chỉnh để tạo ra (không có nguyên liệu, chỉ với quán tính khuấy) ở tốc độ khuấy 12 vòng/phút (tốc độ tối thiểu của dụng cụ), giá trị mômen quay bằng $0,0\text{N}\cdot\text{cm}$.

Trong thử nghiệm No. 2, trong bình phản ứng A, thử nghiệm dưới điều kiện giống như của thử nghiệm No. 1 (được thực hiện trong bình phản ứng giống hệt) được thực hiện, với các kết quả tương tự.

Bình phản ứng B được nạp $1,5\text{kg}$ nguyên liệu thu được từ thử nghiệm No. 1 (dạng chất lỏng, tỷ trọng $1100\text{kg}/\text{m}^3$, mômen quay đo được ở tốc độ 100 vòng/phút vào khoảng $15\text{N}\cdot\text{cm}$). $1,5\text{kg}$ cây lúa miến được xử lý sơ bộ (với các đặc tính được nêu ở phần trước đó, cụ thể chất khô bằng $20,41\%$) và dung dịch tương tự được tận dụng trong Thử nghiệm No. 1 (toàn bộ khoảng 96g) được bổ sung vào nguyên liệu này. Chất khô, sau khi bổ sung, tính được là bằng $19,2\%$. Sự có mặt của quá trình ngưng tụ dưới vỏ cho thấy rằng chất khô thực có thể cao hơn. Tốc độ khuấy được gia tăng đến khoảng 150 vòng/phút (trong một khoảng thời gian) để trộn nguyên liệu. Tại thời điểm này, nguyên liệu được đồng nhất hoá có tỷ trọng biểu kiến khoảng $800\text{kg}/\text{m}^3$, và giá trị mômen quay tương đương với, ở tốc độ 100 vòng/phút, khoảng $150\text{N}\cdot\text{cm}$.

Cả hai phản ứng được thực hiện song song, duy trì tốc độ khuấy như nhau trong cả hai trường hợp, tốc độ khuấy được đặt tương đương 12 vòng/phút ở giờ đầu tiên, sau đó tăng lên đến 100 vòng/phút. Mỗi 60 phút, tốc độ khuấy được tăng lên đến 180 vòng/phút (trong ít giây) để đồng nhất nguyên liệu.

Trong suốt thử nghiệm No. 2, trong bình phản ứng B đạt được kết quả tốt hơn nhiều so với Thử nghiệm No. 1, trong đó sau 6 giờ chưa đạt đến trạng thái hoá lỏng. Cụ thể, sau khoảng 3 giờ (thời gian ít hơn thời gian cần trong bình phản ứng A), nguyên liệu có trạng thái lỏng, với giá trị mômen quay ở tốc độ 100 vòng/phút bằng khoảng 20N•cm (trong khi trong bình phản ứng A, giá trị đo được là khoảng 100N•cm, và nguyên liệu có sự xuất hiện của chất rắn ướt). Sau khoảng 7 giờ thử nghiệm, nguyên liệu trong hai bình phản ứng có trạng thái tương tự, nhưng kết quả đạt được trong bình phản ứng B trong khoảng 60% thời gian.

Các thử nghiệm phân tích thành phần đối với nguyên liệu thu được trong bình phản ứng B (sau 7 giờ) cho thấy hiệu suất thủy phân nhờ enzyme đối với glucoza (tính theo tổng lượng glucan) là khoảng 25% và đối với xyloza (tính theo tổng lượng xylan) là khoảng 50%. Các giá trị này là cao hơn so với các giá trị thu được ở các thử nghiệm trước đó về sự giảm độ nhớt.

Hơn nữa, đối với nguyên liệu sau cùng, quá trình đo độ pH được thực hiện, và đo được là 3,9. Giá trị này thấp hơn giá trị mà, theo dữ liệu tham khảo, bảo đảm hoạt tính enzyme cao nhất (độ pH = 5).

Thử nghiệm No. 3

Nguyên liệu: Arundo Donax (nêu trên).

Quy trình được tiến hành trong Thử nghiệm No. 3 là giống với quy trình được sử dụng trong Thử nghiệm No. 1 (thử nghiệm với cây lúa miến).

Trong hai bình phản ứng, mỗi bình được nạp 1,5kg Arundo được xử lý sơ bộ (chất khô đo được là 30,4%), không quan sát thấy có nước tự do. Tỷ trọng của nguyên liệu trong các điều kiện này là khoảng bằng 600kg/m³. Cả các hệ thống khuấy, ở 12 vòng/phút, chỉ định mức quá tải.

Ở thời điểm $t = 0$, trong cả hai bình phản ứng, dung dịch (tổng trọng lượng khoảng 140g có các nguyên liệu như sau được bổ sung:

- 44,1ml hỗn hợp enzyme với hợp phần nêu trên, được xác định để tạo ra hoạt tính của phức xenlulaza 20FPU/g glucan (có nghĩa là glucan dưới dạng tổng của xenlobioza và gluco-oligome trong pha lỏng và glucan trong pha rắn), và kết quả là các hoạt tính khác được tạo ra.
- 17,3 gam dung dịch đậm (xitrat) như nêu trên và được xác định là khoảng 1% của toàn bộ nguyên liệu.
- 78,4 gam H_2O , để pha loãng dung dịch enzyme và nâng cao mức phân tán của nó; lượng nước để bổ sung được xác định sao cho toàn bộ dung dịch được bổ sung (H_2O + hỗn hợp + xitrat) là khoảng 30% chất khô của nguyên liệu được xử lý sơ bộ ban đầu.

Sau khi bổ sung, trong mỗi bình phản ứng có 1,6kg nguyên liệu, với chất khô (tính được) khoảng 27,8%. Sự có mặt của quá trình ngưng tụ dưới vỏ cho thấy rằng chất khô có thể cao hơn. Tốc độ khuấy được gia tăng đến khoảng 180 vòng/phút (trong một khoảng thời gian) để trộn nguyên liệu và dung dịch được bổ sung. Tại thời điểm này, không có nước tự do, và mức nguyên liệu trong bình phản ứng là giống với lượng trước đó (ở giai đoạn này, tỷ trọng tính được vào khoảng 650kg/m^3).

Cả hai phản ứng được thực hiện song song, duy trì tốc độ khuấy như nhau trong cả hai trường hợp, tốc độ khuấy được đặt tương đương 12 vòng/phút ở giờ đầu tiên, sau đó tăng lên đến 100 vòng/phút. Mỗi 60 phút, tốc độ khuấy được tăng lên đến 180 vòng/phút (trong ít giây) để đồng nhất nguyên liệu.

Trong suốt thử nghiệm, mômen quay đo được trên động cơ của bình phản ứng A thường thấp hơn bình phản ứng B. Sau khoảng 6,5 giờ, nguyên liệu trong bình phản ứng A có sự xuất hiện của chất lỏng (giá trị mômen khoảng $20\text{N}\cdot\text{cm}$ ở tốc độ 100 vòng/phút), đồng thời trong bình còn lại (mặc dù phản ứng được diễn ra một phần, như được chứng minh bởi thực tế rằng mômen quay đã giảm đến giá trị khoảng $140\text{N}\cdot\text{cm}$ ở tốc độ 100 vòng/phút, từ giá trị lớn hơn $200\text{N}\cdot\text{cm}$ lúc ban đầu) có sự xuất hiện chất rắn.

Sau hơn 30 phút, trong đó các điều kiện trong hai bình phản ứng về cơ bản không thay đổi, toàn bộ nguyên liệu của bình phản ứng B (có sự giải phóng chất lỏng tự do không đáng kể, nhưng vẫn có sự xuất hiện chất rắn) được đưa vào trong bình phản ứng A. Sau khi bổ sung, tốc độ khuấy được đặt tương đương 200 vòng/phút trong vài giây để đồng nhất nguyên liệu, và sau đó được đặt đến mức tương đương 100 vòng/phút, với mômen xoắn $130\text{N}\cdot\text{cm}$, và xuất hiện nguyên liệu dạng rắn rất ướt. Trong khoảng 20 phút, giá trị mômen quay đo được đã giảm đến $20\text{N}\cdot\text{cm}$, và được coi là chất lỏng, tương tự với nguyên liệu có trong bình phản ứng A trước khi bổ sung. Thử nghiệm được dừng lại sau 40 phút nữa, khi mômen quay đã giảm xuống khoảng $15\text{N}\cdot\text{cm}$ ở tốc độ 100 vòng/phút. Tỷ trọng của nguyên liệu, đo được tại thời điểm này, là khoảng 1100kg/m^3 .

Thử nghiệm No. 4

Nguyên liệu: Arundo Donax (nêu trên).

Quy trình được thực hiện trong thử nghiệm No. 4 là giống với quy trình được sử dụng trong Thử nghiệm No. 2 (thử nghiệm với cây lúa miến).

Trong thử nghiệm No. 4, trong bình phản ứng A, thử nghiệm dưới điều kiện giống như của Thử nghiệm No. 3 (được thực hiện trong bình phản ứng giống hệt) được thực hiện, với các kết quả tương tự.

Bình phản ứng B được nạp $1,5\text{kg}$ nguyên liệu đến từ thử nghiệm No. 3 (dạng chất lỏng, tỷ trọng 1100kg/m^3 , mômen quay đo được ở tốc độ 100 vòng/phút là khoảng $15\text{N}\cdot\text{cm}$). $1,5\text{kg}$ được xử lý sơ bộ arundo (với các đặc tính được nêu ở phần trước đó, cụ thể chất khô bằng 30,4%) và dung dịch tương tự được tận dụng trong Thử nghiệm No. 3 (khoảng 140g) được bổ sung vào nguyên liệu này. Chất khô, sau khi bổ sung, tính được là bằng 27,8%. Sự có mặt của quá trình ngưng tụ dưới vỏ cho thấy rằng chất khô thực có thể cao hơn. Tốc độ khuấy được gia tăng đến khoảng 150 vòng/phút (trong một khoảng thời gian) để trộn nguyên liệu. Tại thời điểm này, nguyên liệu được đồng nhất hoá có tỷ trọng biểu

kiến khoảng 750kg/m^3 , và giá trị mômen quay tương đương với, ở tốc độ 100 vòng/phút, khoảng $170\text{N}\cdot\text{cm}$.

Cả hai phản ứng được thực hiện song song, duy trì tốc độ khuấy như nhau trong cả hai trường hợp, tốc độ khuấy được đặt tương đương 12 vòng/phút ở giờ đầu tiên, sau đó tăng lên đến 100 vòng/phút. Mỗi 60 phút, tốc độ khuấy được tăng lên đến 180 vòng/phút (trong ít giây) để đồng nhất nguyên liệu.

Trong suốt thử nghiệm No. 4, trong bình phản ứng B, có thể đạt được kết quả tốt hơn nhiều so với Thử nghiệm No. 3, trong đó sau 7 giờ chưa đạt đến trạng thái hoá lỏng. Cụ thể, sau khoảng 5 giờ (thời gian ít hơn thời gian cần trong bình phản ứng A), nguyên liệu có trạng thái lỏng, với giá trị mômen quay ở tốc độ 100 vòng/phút là khoảng $20\text{N}\cdot\text{cm}$ (trong khi đó, trong bình phản ứng A, giá trị đo được là khoảng $90\text{N}\cdot\text{cm}$, và nguyên liệu có sự xuất hiện của chất rắn uớt). Sau khoảng 8 giờ thử nghiệm, nguyên liệu trong hai bình phản ứng có trạng thái tương tự, nhưng kết quả đạt được trong bình phản ứng B trong khoảng 75% thời gian.

Thử nghiệm No. 5

Nguyên liệu: Arundo Donax (nêu trên).

Bình phản ứng B được nạp 1,5kg of nguyên liệu đến từ the Thử nghiệm No. 3 (dạng chất lỏng, tỷ trọng 1100kg/m^3 , mômen quay đo được ở tốc độ 100 vòng/phút là khoảng $15\text{N}\cdot\text{cm}$). Vào nguyên liệu này, 0.5kg of được xử lý sơ bộ arundo (với các đặc tính được nêu ở phần trước đó, cụ thể chất khô bằng 30,4%) được bổ sung.

Ở thời điểm $t = 0$, trong cả hai bình phản ứng, dung dịch (tổng trọng lượng khoảng 46,5 g), bao gồm các thành phần như sau, được bổ sung:

- 14,7ml hỗn hợp enzyme với hợp phần nêu trên, được xác định để tạo ra hoạt tính của phức xenlulaza 20FPU/g glucan (nghĩa là glucan dưới dạng tổng của xenlobioza và gluco-oligome trong pha lỏng và glucan trong pha rắn), và kết quả là các hoạt tính khác được tạo ra.

- 28,8 gam dung dịch đậm (xitrat) như nêu trên và được xác định là khoảng 5% của toàn bộ nguyên liệu.
- 3,1 gam H_2O , để pha loãng dung dịch enzym và nâng cao mức phân tán của nó; lượng nước để bổ sung được xác định sao cho toàn bộ dung dịch được bổ sung (H_2O + hỗn hợp + xitrat) là khoảng 30% của chất khô của nguyên liệu được xử lý sơ bộ ban đầu.

Sau khi bổ sung, trong bình phản ứng có 2,05kg nguyên liệu, với chất khô (tính được) khoảng 27,8%. Sự có mặt của quá trình ngưng tụ dưới vỏ cho thấy rằng chất khô có thể cao hơn. Tốc độ khuấy được gia tăng đến khoảng 150 vòng/phút (trong một khoảng thời gian) để trộn nguyên liệu và dung dịch được bổ sung. Tại thời điểm này, nguyên liệu được đồng nhất hoá có tỷ trọng biểu kiến khoảng 900kg/m^3 , và giá trị mômen quay ở tốc độ 100 vòng/phút vào khoảng $150\text{N}\cdot\text{cm}$.

Phản ứng được thực hiện, duy trì tốc độ khuấy 100 vòng/phút ở giờ đầu tiên, mỗi 20 phút, tốc độ khuấy được tăng lên đến 180 vòng/phút (trong ít giây) để đồng nhất nguyên liệu.

Sau khoảng 65 phút, nguyên liệu có trạng thái lỏng (giá trị mômen khoảng $30\text{N}\cdot\text{cm}$ ở tốc độ 100 vòng/phút). Tỷ trọng tính được là khoảng 1100kg/m^3 .

Tại thời điểm này, 500g Arundo Donax được xử lý sơ bộ và 46,5g dung dịch nêu trên được bổ sung vào nguyên liệu trong bình phản ứng. Sau khi bổ sung, trong bình phản ứng có khoảng 2,6kg nguyên liệu, với phần trăm chất khô (tính được) khoảng 27,8%. Sự có mặt của quá trình ngưng tụ dưới vỏ cho thấy rằng chất khô có thể cao hơn.

Tốc độ khuấy được gia tăng đến khoảng 150 vòng/phút (trong một khoảng thời gian) để đồng nhất nguyên liệu, có tỷ trọng biểu kiến khoảng 950kg/m^3 , và giá trị mômen quay ở tốc độ 100 vòng/phút vào khoảng $120\text{N}\cdot\text{cm}$.

Sau khoảng 45 phút, nguyên liệu có trạng thái lỏng (giá trị mômen khoảng $30\text{N}\cdot\text{cm}$ ở tốc độ 100 vòng/phút). Tỷ trọng tính được là khoảng 1100kg/m^3 .

Tại thời điểm này, 500g Arundo Donax được xử lý sơ bộ và 46,5g dung dịch nêu trên được bổ sung vào nguyên liệu trong bình phản ứng. Sau khi bổ sung, trong bình phản ứng có khoảng 3,15kg nguyên liệu, với phần trăm chất khô (tính được) khoảng 27,8%. Sự có mặt của quá trình ngưng tụ dưới vỏ cho thấy rằng chất khô có thể cao hơn.

Tốc độ khuấy được gia tăng đến khoảng 150 vòng/phút (trong một khoảng thời gian) để đồng nhất nguyên liệu, có tỷ trọng biểu kiến khoảng 950kg/m^3 , và giá trị mômen quay ở tốc độ 100 vòng/phút vào khoảng $120\text{N}\cdot\text{cm}$.

Sau khoảng 35 phút, nguyên liệu có trạng thái lỏng (giá trị mômen khoảng $30\text{N}\cdot\text{cm}$ ở tốc độ 100 vòng/phút). Tỷ trọng tính được là khoảng 1100kg/m^3 .

Thử nghiệm được dừng lại sau 8 giờ. Trạng thái hoá lỏng của 1,5kg nguyên liệu được xử lý sơ bộ đạt được toàn bộ trong 2 giờ 25 phút, thời gian tương đương với khoảng 50% thời gian thực hiện bởi bình phản ứng B trong Thử nghiệm No. 4 và khoảng 38% thời gian được yêu cầu theo bình phản ứng A trong các thử nghiệm No. 3 và No. 4.

Thử nghiệm No. 6

Nguyên liệu: Cây lúa miến (nêu trên).

Các bình phản ứng được lắp (bao gồm cả các máy trộn) và chất lỏng trao đổi nhiệt được làm ấm đến nhiệt độ (45°C). Hai động cơ này được hiệu chỉnh để tạo ra (không có nguyên liệu, chỉ với quán tính khuấy) ở tốc độ khuấy 12 vòng/phút (tốc độ tối thiểu của dụng cụ), giá trị mômen quay bằng $0,0\text{N}\cdot\text{cm}$.

Trong thử nghiệm No. 6, trong bình phản ứng B, thử nghiệm dưới điều kiện giống như của thử nghiệm No. 2 (được thực hiện trong bình phản ứng giống hệt) được thực hiện, với các kết quả tương tự.

Bình phản ứng A được nạp 0,75kg cây lúa miến được xử lý sơ bộ (các đặc tính được nêu ở trên, cụ thể chất khô bằng 20,4%). Chất rắn có tỷ trọng khoảng 600kg/m^3 được bổ sung dung dịch (tổng trọng lượng khoảng 96 g) có các nguyên liệu như sau:

- 29,4ml hỗn hợp enzym với hợp phần nêu trên, được xác định để tạo ra hoạt tính của phức xenlulaza 40 FPU/g glucan (tức là, glucan dưới dạng tổng của xenlobioza và gluco-oligome trong pha lỏng và glucan trong pha rắn), và kết quả là các hoạt tính khác được tạo ra. 40 FPU/g glucan này xấp xỉ 18 FPU/g tổng chất khô, được tính theo hàm lượng xenluloza của nguyên liệu.
- 16,5 gam dung dịch đệm (xitrat) như nêu trên và được xác định là khoảng 2% của toàn bộ nguyên liệu.
- 48,5 gam H₂O, để pha loãng dung dịch enzym và nâng cao mức phân tán của nó; lượng nước để bổ sung được xác định sao cho toàn bộ dung dịch được bổ sung (H₂O + hỗn hợp + xitrat) là khoảng 60% chất khô của nguyên liệu được xử lý sơ bộ ban đầu.

Theo cách này, bình phản ứng A hoạt động với tải trọng enzym trên gam glucan gấp đôi so với các thử nghiệm No. 1 và No. 2. Hơn nữa, chất khô ban đầu tính được là bằng 17,5% (thấp hơn so với chất khô tính được trong các thử nghiệm No. 1 và No. 2). Sự có mặt của quá trình ngưng tụ dưới vỏ cho thấy rằng chất khô có thể cao hơn.

Tốc độ khuấy được gia tăng đến khoảng 180 vòng/phút (trong một khoảng thời gian) để trộn nguyên liệu và dung dịch được bổ sung. Tỷ trọng biểu kiến của nguyên liệu thu được là khoảng 700kg/m³, và mômen quay đo được ở tốc độ 100 vòng/phút là khoảng 160N•cm.

Cả hai phản ứng được thực hiện song song, duy trì tốc độ khuấy như nhau trong cả hai trường hợp, tốc độ khuấy được đặt tương đương 12 vòng/phút ở giờ đầu tiên, sau đó tăng lên đến 100 vòng/phút. Mỗi 60 phút, tốc độ khuấy được tăng lên đến 180 vòng/phút (trong ít giây) để đồng nhất nguyên liệu.

Trong thử nghiệm này, trong bình phản ứng A, đạt được kết quả tốt hơn nhiều so với thử nghiệm No. 1 và No. 2 (được thực hiện trong bình phản ứng giống hệt) và cũng so với phản ứng được thực hiện trong bình phản ứng B. Cụ thể, sau khoảng một giờ, nguyên liệu có trạng thái lỏng (tỷ trọng biểu kiến khoảng 1000-1100kg/m³), với giá trị mômen quay ở tốc độ 100 vòng/phút vào

khoảng $20\text{N}\cdot\text{cm}$. Đồng thời, trong bình phản ứng B, nguyên liệu có sự xuất hiện của chất lỏng ướt, với giá trị mômen quay ở tốc độ 100 vòng/phút là khoảng $100\text{N}\cdot\text{cm}$.

Tại thời điểm này, trong bình phản ứng A, 750g cây lúa miến được xử lý sơ bộ được bổ sung tiếp (như được nêu ở các phần trước đó, chất khô bằng 20,41%). Nhờ sự bổ sung này, chất khô tính lại đạt được các giá trị của các thử nghiệm trước, 19,2%, và tải trọng của enzyme trên gam xenluloza được giảm đến giá trị của các thử nghiệm trước (20 FPU/g glucan). Tốc độ khuấy được gia tăng đến khoảng 150 vòng/phút (trong một khoảng thời gian) để trộn nguyên liệu.

Tại thời điểm này, nguyên liệu được đồng nhất hoá có tỷ trọng biểu kiến khoảng $800\text{kg}/\text{m}^3$, và giá trị mômen quay, ở tốc độ 100 vòng/phút, vào khoảng $120\text{N}\cdot\text{cm}$.

Sau một giờ khuấy tiếp theo, nguyên liệu lại có trạng thái lỏng, với giá trị tỷ trọng và mômen quay là giống với các giá trị đo được trước khi bổ sung. Sau khoảng 7 giờ thử nghiệm, nguyên liệu có trạng thái tương tự trong cả hai bình phản ứng, nhưng trong bình phản ứng A đã đạt đến trạng thái lỏng trong khoảng 65% thời gian được yêu cầu trong bình phản ứng B và khoảng 39% thời gian được yêu cầu bởi bình phản ứng A trong các thử nghiệm No. 1 và No. 2.

Thử nghiệm No. 7

Nguyên liệu: Arundo Donax (nêu trên).

Trong thử nghiệm No. 7, trong bình phản ứng B, thử nghiệm dưới điều kiện giống như của thử nghiệm No. 4 (được thực hiện trong bình phản ứng giống hệt) được thực hiện, với các kết quả tương tự.

Bình phản ứng A được nạp 0,75kg arundo được xử lý sơ bộ (các đặc tính được nêu ở trên, cụ thể chất khô bằng 30,4%). Chất rắn có tỷ trọng khoảng $600\text{kg}/\text{m}^3$ được bổ sung dung dịch (tổng trọng lượng khoảng 140 g) có các nguyên liệu như sau:

- 44,1ml hỗn hợp enzym với hợp phần nêu trên, được xác định để tạo ra hoạt tính của phức xenlulaza 40 FPU/g glucan (tức là glucan dưới dạng tổng của xenlobioza và gluco-oligome trong pha lỏng và glucan trong pha rắn), và kết quả là các hoạt tính khác được tạo ra.
- 17,3 gam dung dịch đệm (xitrat) như nêu trên và được xác định là khoảng 2% của toàn bộ nguyên liệu.
- 78,4 gam H_2O , để pha loãng dung dịch enzym và nâng cao mức phân tán của nó; lượng nước để bổ sung được xác định sao cho toàn bộ dung dịch được bổ sung (H_2O + hỗn hợp + xitrat) là khoảng 60% chất khô của nguyên liệu được xử lý sơ bộ ban đầu.

Theo cách này, bình phản ứng A hoạt động với tải trọng của enzym trên gam glucan gấp hai lần so với các thử nghiệm No. 3 và No. 4. Hơn nữa, chất khô ban đầu tính được là bằng 25,6% (thấp hơn chất không tính được trong các thử nghiệm No. 3 và No. 4). Sự có mặt của quá trình ngưng tụ dưới vỏ cho thấy rằng chất khô có thể cao hơn.

Tốc độ khuấy được gia tăng đến khoảng 150 vòng/phút (trong một khoảng thời gian) để trộn nguyên liệu và dung dịch được bổ sung. Tỷ trọng biểu kiến của nguyên liệu thu được là khoảng 750kg/m^3 , và mômen quay đo được ở tốc độ 100 vòng/phút là khoảng $180\text{N}\cdot\text{cm}$.

Cả hai phản ứng được thực hiện song song, duy trì tốc độ khuấy như nhau trong cả hai trường hợp, tốc độ khuấy được đặt tương đương 12 vòng/phút ở giờ đầu tiên, sau đó tăng lên đến 100 vòng/phút. Mỗi 60 phút, tốc độ khuấy được tăng lên đến 180 vòng/phút (trong ít giây) để đồng nhất nguyên liệu.

Trong thử nghiệm này, trong bình phản ứng A, đạt được kết quả tốt hơn nhiều so với các thử nghiệm No. 3 và No. 4 (được thực hiện trong bình phản ứng giống hệt) và so với phản ứng được tiến hành trong bình phản ứng B. Cụ thể, sau khoảng 2,5 giờ, nguyên liệu có trạng thái lỏng (tỷ trọng biểu kiến khoảng $1000\text{-}1100\text{kg/m}^3$), với giá trị mômen quay ở tốc độ 100 vòng/phút ở khoảng $20\text{N}\cdot\text{cm}$. Đồng thời, trong bình phản ứng B, nguyên liệu có sự xuất hiện

của chất lỏng ướt, với giá trị mômen quay ở tốc độ 100 vòng/phút là khoảng 130N•cm.

Tại thời điểm này, trong bình phản ứng A, 750g arundo được xử lý sơ bộ được bổ sung tiếp (như được nêu ở các phần trước đó, chất khô bằng 30,4%). Nhờ sự bổ sung này, chất khô tính lại đạt được các giá trị của các thử nghiệm trước, 27,8%, và tải trọng của enzym trên gam xenluloza được giảm đến giá trị của các thử nghiệm trước (20 FPU/g glucan). Tốc độ khuấy được gia tăng đến khoảng 150 vòng/phút (trong một khoảng thời gian) để trộn nguyên liệu.

Sau hơn 1,5 giờ khuấy, nguyên liệu lại có trạng thái lỏng, với giá trị tỷ trọng và mômen quay là giống với các giá trị đo được trước khi bổ sung. Sau khoảng 8 giờ thử nghiệm, nguyên liệu có trạng thái tương tự trong cả hai bình phản ứng, nhưng trong bình phản ứng A đã đạt đến trạng thái lỏng trong khoảng 80% thời gian so với thời gian được yêu cầu trong bình phản ứng B và khoảng 57% thời gian so với thời gian được yêu cầu bởi bình phản ứng A trong các thử nghiệm No. 3 và No. 4.

Đối với nguyên liệu sau cùng, quá trình đo độ pH được thực hiện, và độ pH đo được là 2,4. Giá trị này thấp hơn giá trị mà, theo dữ liệu thu được, bảo đảm hoạt tính enzym cao nhất (độ pH = 5).

Thử nghiệm No. 8

Nguyên liệu: Arundo Donax (nêu trên).

Bình phản ứng A được nạp 1,5kg nguyên liệu thu được từ thử nghiệm No. 7 (dạng chất lỏng, tỷ trọng 1100kg/m³, mômen quay đo được ở tốc độ 100 vòng/phút là khoảng 15N•cm). Nguyên liệu này được bổ sung 0,75kg arundo được xử lý sơ bộ (với các đặc tính được nêu ở phần trước đó, cụ thể chất khô bằng 30,4%).

Khoảng 140g dung dịch được sử dụng trong thử nghiệm No. 7 được bổ sung vào nguyên liệu. Sau khi bổ sung, trong bình phản ứng có 2,4kg nguyên liệu.

Theo cách này, bình phản ứng hoạt động với tải trọng enzym trên gam glucan gấp hai lần so với các thử nghiệm No. 3 và No. 4. Hơn nữa, chất khô ban đầu tính được là bằng 25,6% (thấp hơn chất khô tính được trong các thử nghiệm No. 3 và No. 4). Sự có mặt của quá trình ngưng tụ dưới vỏ cho thấy rằng chất khô có thể cao hơn.

Tốc độ khuấy được gia tăng đến khoảng 150 vòng/phút (trong một khoảng thời gian) để trộn nguyên liệu và dung dịch được bổ sung. Tỷ trọng biểu kiến của nguyên liệu thu được là khoảng 850kg/m^3 , và mômen quay đo được ở tốc độ 100 vòng/phút là khoảng $150\text{N}\cdot\text{cm}$. Phản ứng được thực hiện giữ nguyên tốc độ khuấy được đặt tương đương 100 vòng/phút. Mỗi 20 phút, tốc độ khuấy được tăng lên đến 180 vòng/phút (trong ít giây) để đồng nhất nguyên liệu.

Cụ thể, sau khoảng 2 giờ, nguyên liệu có trạng thái lỏng (tỷ trọng biểu kiến khoảng $1000\text{-}1100\text{kg/m}^3$), với giá trị mômen quay ở tốc độ 100 vòng/phút vào khoảng $25\text{N}\cdot\text{cm}$.

Tại thời điểm này, trong bình phản ứng, 750g arundo được xử lý sơ bộ được bổ sung tiếp (như được nêu ở các phần trước đó, chất khô bằng 30,4%), và tổng lượng nguyên liệu là 3,15kg. Nhờ sự bổ sung này, chất khô tính lại đạt được các giá trị của các thử nghiệm trước, 27,8%, và tải trọng của enzym trên gam xenluloza được giảm đến giá trị của các thử nghiệm trước (20 FPU/g glucan). Sự có mặt của quá trình ngưng tụ dưới vỏ cho thấy rằng chất khô có thể cao hơn. Tốc độ khuấy được gia tăng đến khoảng 150 vòng/phút (trong một khoảng thời gian) để trộn nguyên liệu.

Tại thời điểm này, nguyên liệu được đồng nhất hoá có tỷ trọng biểu kiến khoảng 900kg/m^3 , và giá trị mômen quay với tốc độ 100 vòng/phút vào khoảng $135\text{N}\cdot\text{cm}$.

Sau hơn 1 giờ khuấy, nguyên liệu lại có trạng thái lỏng, với tỷ trọng biểu kiến là khoảng 1100kg/m^3 và mômen quay là khoảng $25\text{N}\cdot\text{cm}$ ở tốc độ 100 vòng/phút. Sau khoảng 8 giờ thử nghiệm, nguyên liệu có trạng thái tương tự trong cả hai bình phản ứng, nhưng trong bình phản ứng A đã đạt đến trạng thái

lỏng trong khoảng 80% thời gian so với thời gian được yêu cầu trong bình phản ứng B và khoảng 57% thời gian so với thời gian được yêu cầu bởi bình phản ứng A trong các thử nghiệm No. 3 và No. 4.

Thử nghiệm được thực hiện trong khoảng 8 giờ.

Đạt được trạng thái hoá lỏng toàn bộ 1,5kg nguyên liệu được xử lý sơ bộ trong 3 giờ, thời gian là khoảng 75% so với thời gian được thực hiện bởi bình phản ứng trong thử nghiệm No. 7.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình thủy phân sinh khối ligno-xenluloza bao gồm các bước:

A) cho nguyên liệu ligno-xenluloza của dòng nguyên liệu, nguyên liệu ligno-xenluloza này bao gồm sinh khối ligno-xenluloza có chất khô và nước, tiếp xúc với ít nhất một phần của dung môi, trong đó chất khô bao gồm xenluloza, hemixenluloza, và phần trăm trọng lượng của xenluloza trong chất khô lớn hơn 5 phần trăm trọng lượng của chất khô, dung môi bao gồm các loại dung môi đã thủy phân tan được trong nước; trong đó ít nhất vài loại dung môi đã thủy phân tan được trong nước này là giống với các loại dung môi đã thủy phân tan được trong nước thu được từ quá trình thủy phân xenluloza trong nguyên liệu;

B) duy trì sự tiếp xúc giữa nguyên liệu của dòng nguyên liệu và dung môi với sự có mặt của chế phẩm xúc tác cho quá trình thủy phân xenluloza bao gồm ít nhất một enzym xenluloza, ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 20°C đến 100°C trong khoảng thời gian từ 5 phút đến 72 giờ để tạo ra sản phẩm thủy phân từ sinh khối trong nguyên liệu;

trong đó quy trình được tiến hành mà không cần bổ sung axit vô cơ.

2. Quy trình theo điểm 1, trong đó tỷ lệ về trọng lượng của dung môi được cho tiếp xúc với nguyên liệu so với trọng lượng của nguyên liệu nằm trong khoảng từ 40:60 đến 90:10.

3. Quy trình theo điểm 2, trong đó tỷ lệ về trọng lượng của dung môi được cho tiếp xúc với nguyên liệu so với trọng lượng của nguyên liệu là lớn hơn 0,8:1.

4. Quy trình theo điểm 1, trong đó tỷ lệ về trọng lượng của các sản phẩm thủy phân cộng xenluloza của xenluloza trong dung môi so với trọng lượng của xenluloza trong nguyên liệu ligno-xenluloza là lớn hơn 1:1.

5. Quy trình theo điểm 2, trong đó ít nhất một phần của chế phẩm xúc tác được cho tiếp xúc với nguyên liệu trước khi cho nguyên liệu tiếp xúc với ít nhất một phần của dung môi.

6. Quy trình theo điểm 4, trong đó ít nhất một phần của chế phẩm xúc tác được cho tiếp xúc với nguyên liệu trước khi cho nguyên liệu tiếp xúc với ít nhất một phần của dung môi.
7. Quy trình theo điểm 2, trong đó ít nhất một phần của chế phẩm xúc tác được cho tiếp xúc với nguyên liệu sau khi cho nguyên liệu tiếp xúc với ít nhất một phần của dung môi.
8. Quy trình theo điểm 4, trong đó ít nhất một phần của chế phẩm xúc tác được cho tiếp xúc với nguyên liệu sau khi cho nguyên liệu tiếp xúc với ít nhất một phần của dung môi.
9. Quy trình theo điểm 2, trong đó ít nhất một phần của chế phẩm xúc tác được cho tiếp xúc với nguyên liệu đồng thời với việc cho nguyên liệu tiếp xúc với ít nhất một phần của dung môi.
10. Quy trình theo điểm 4, trong đó ít nhất một phần của chế phẩm xúc tác được cho tiếp xúc với nguyên liệu đồng thời với việc cho nguyên liệu tiếp xúc với ít nhất một phần của dung môi.
11. Quy trình theo điểm 2, trong đó tỷ lệ của sinh khối so với nước của nguyên liệu là lớn hơn 1:0,9.

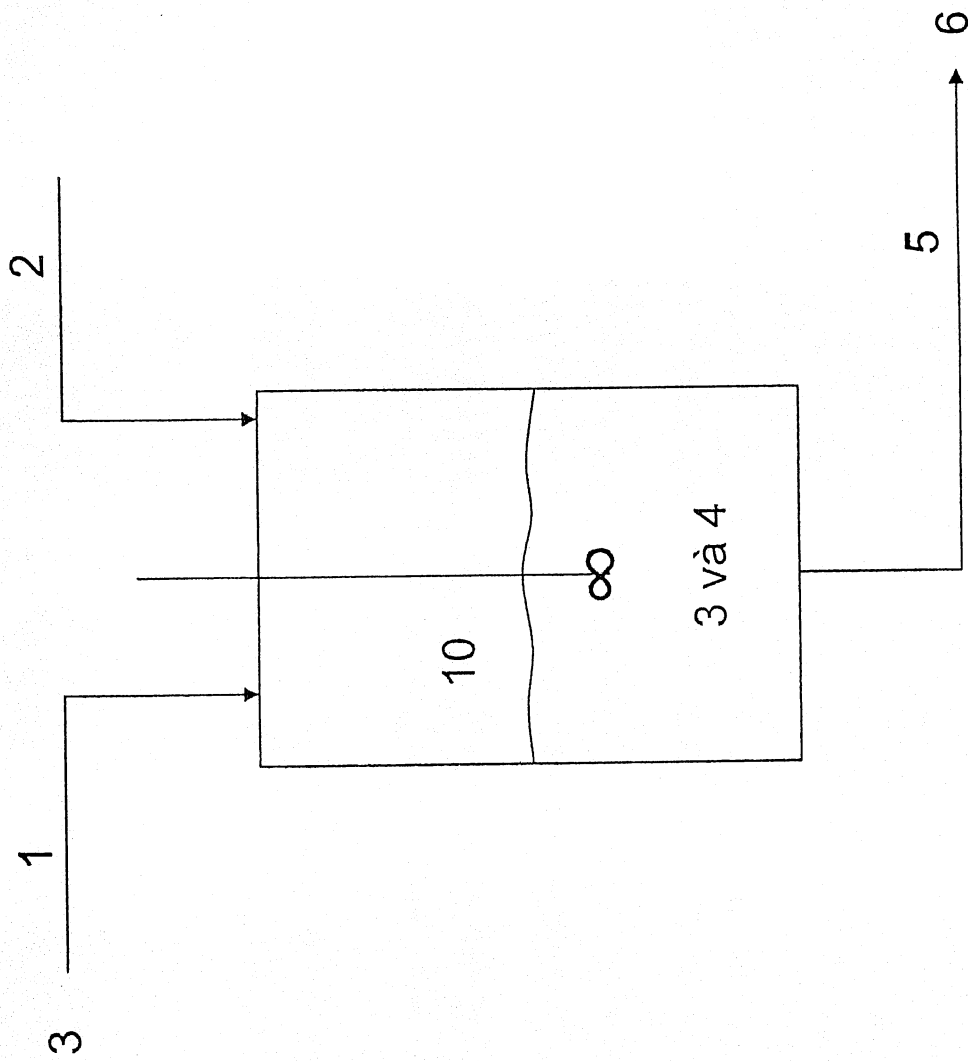


Fig. 1

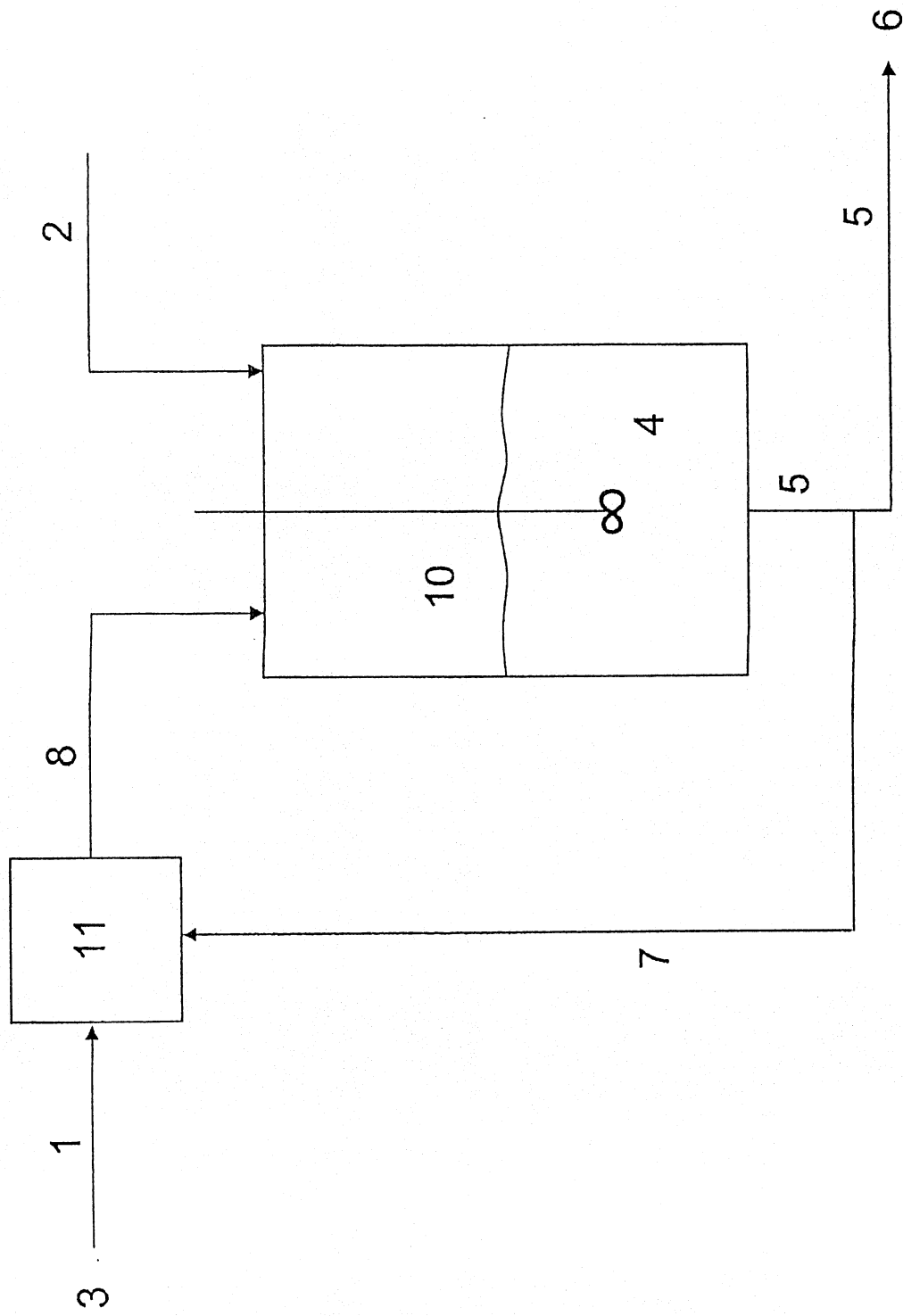


Fig. 2

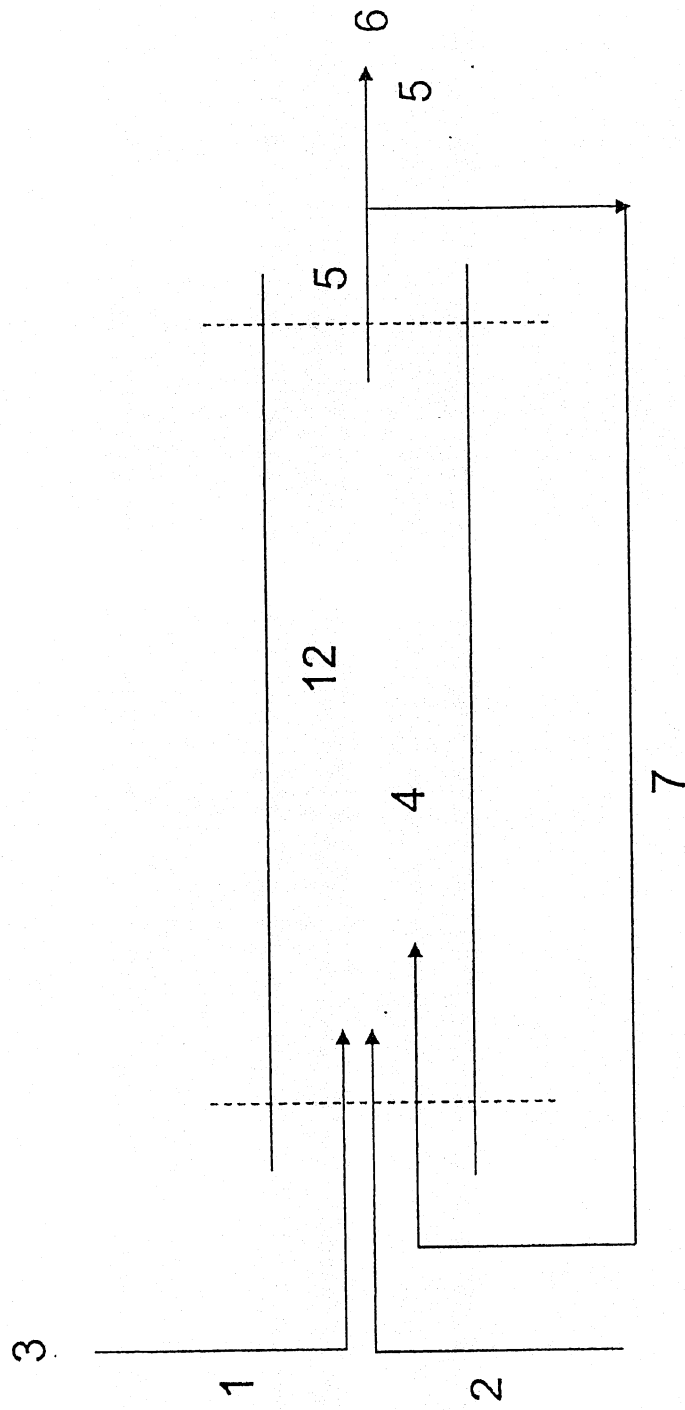


Fig. 3

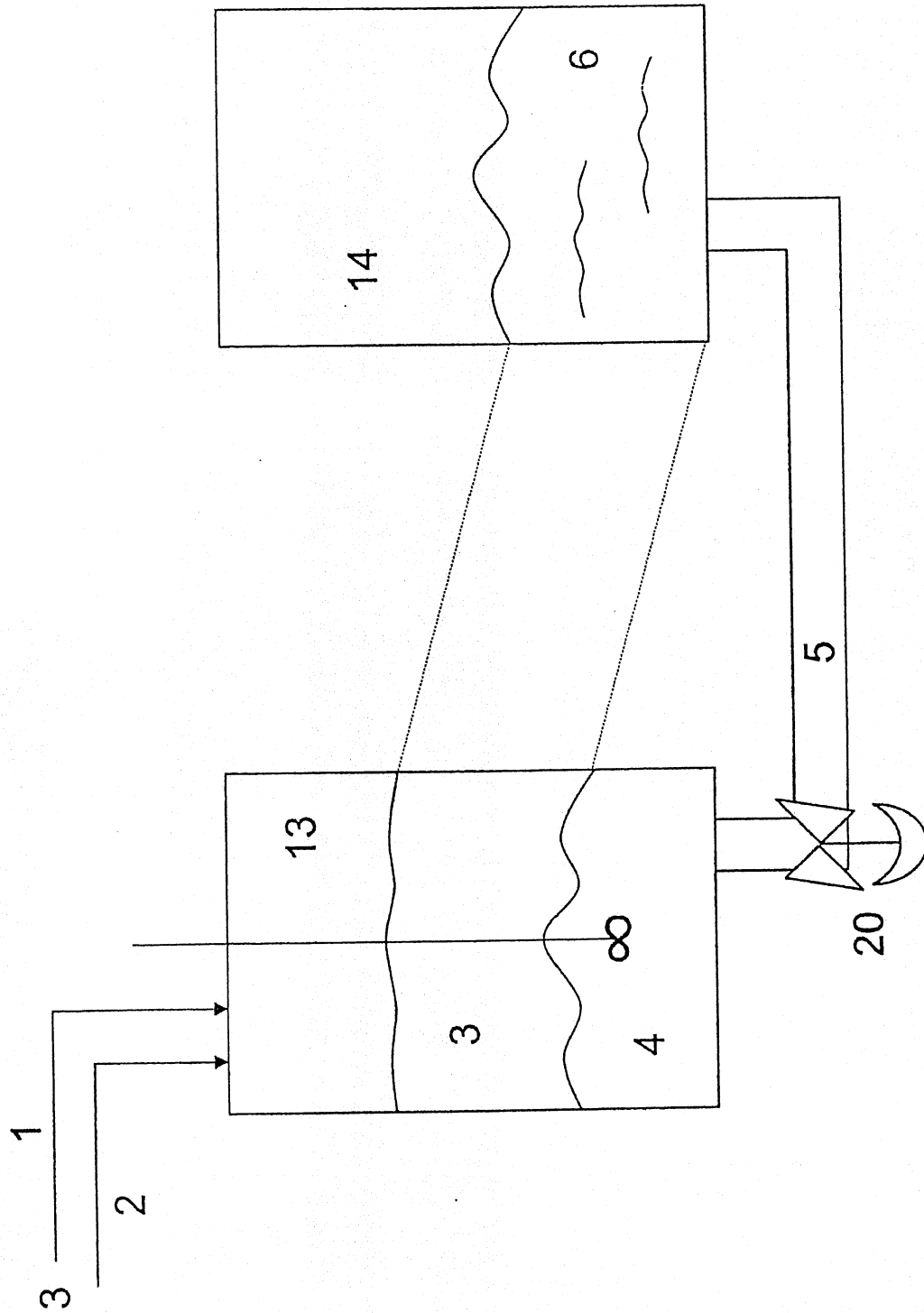


Fig. 4

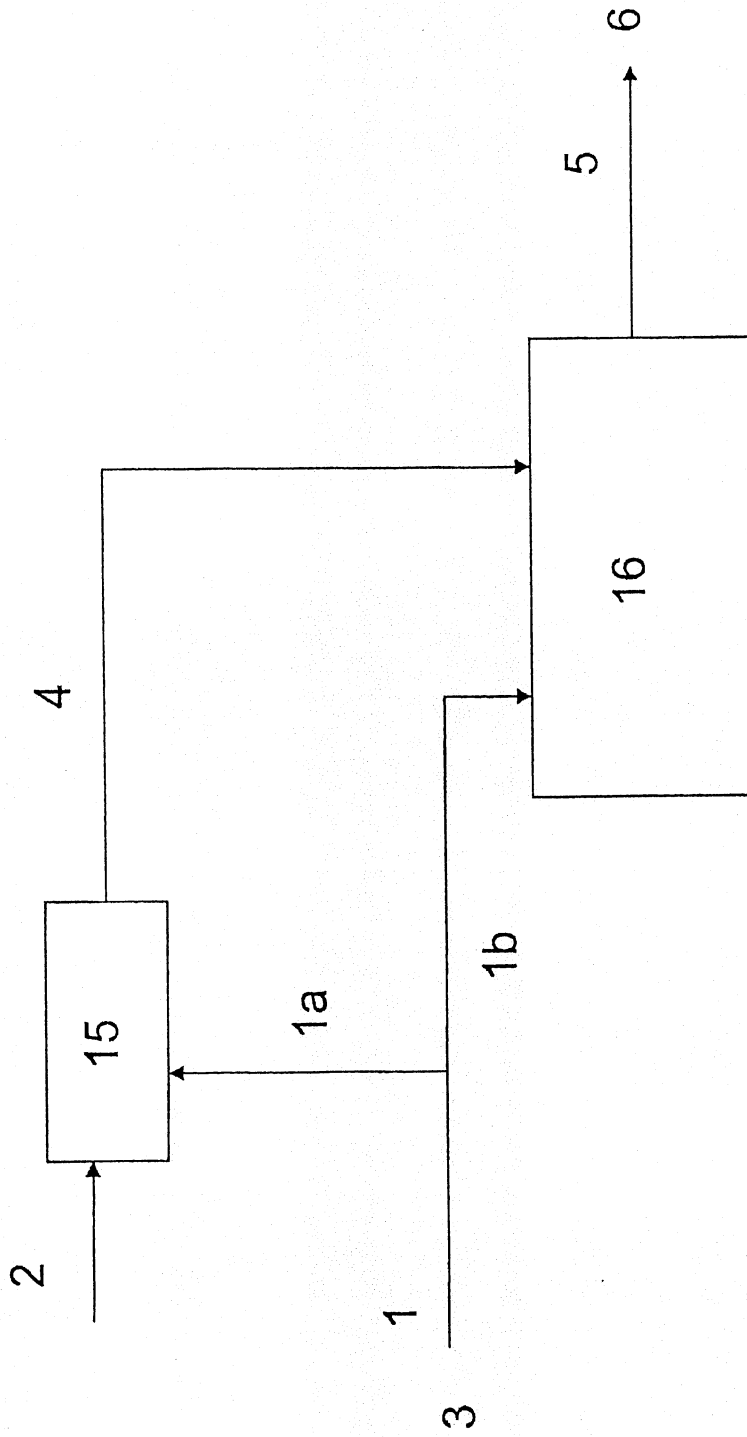


Fig. 5

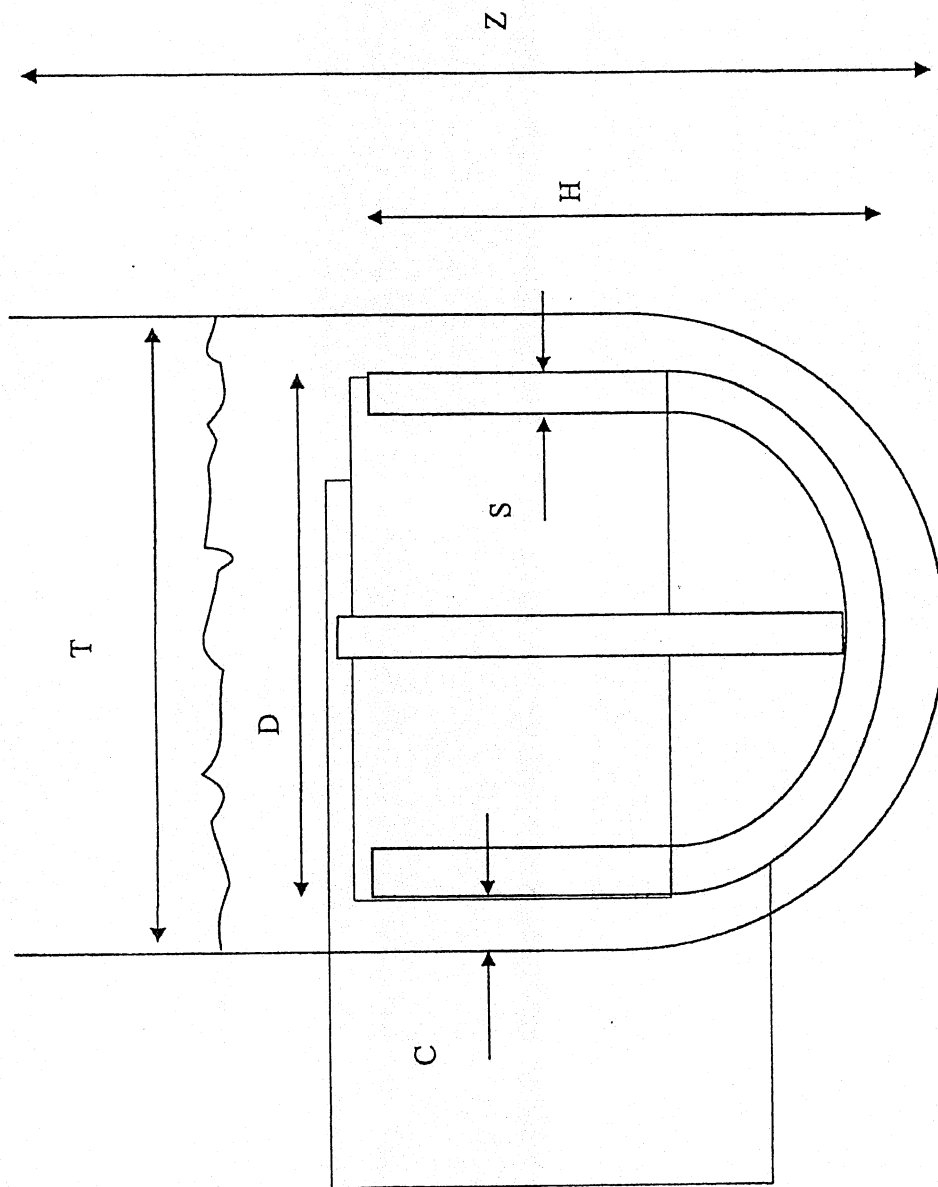


Fig. 6

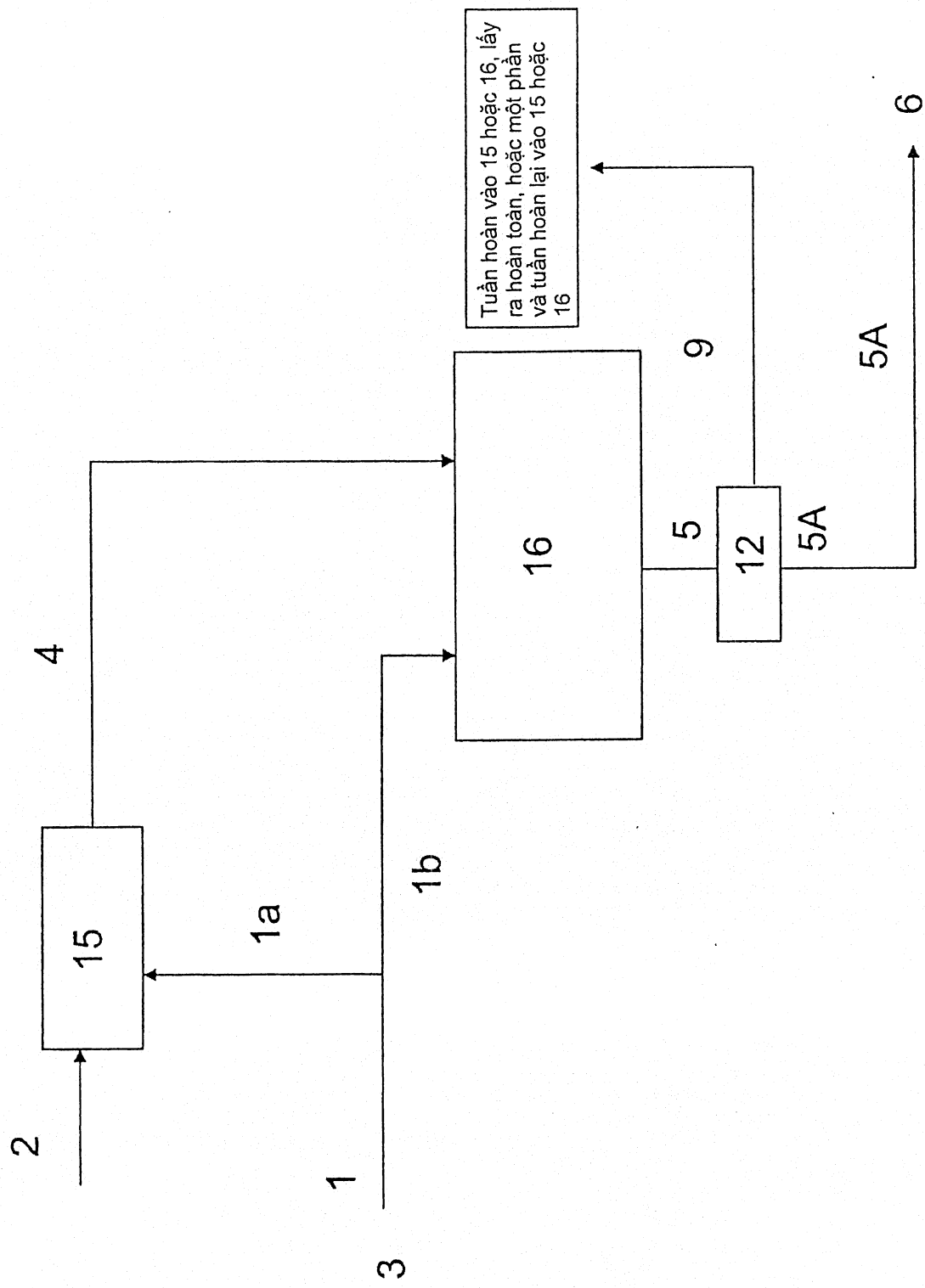


Fig. 7