



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

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



1-0025063

(51)⁷ C12P 7/10; C12P 19/14; G01N 3/26; (13) B
G01N 11/00; G01N 27/02; C12P 19/02;
C13K 1/02

(21) 1-2014-02297 (22) 29/11/2012
(86) PCT/FR2012/000493 29/11/2012 (87) WO2013/088001 20/06/2013
(30) 11/03.856 14/12/2011 FR
(45) 25/08/2020 389 (43) 25/09/2014 318A
(73) IFP ENERGIES NOUVELLES (FR)
1 & 4 avenue de Bois Préau, F-92852 Rueil Malmaison Cedex, France
(72) LOURET, Sylvain (FR); ROUSSET, Romain (FR).
(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) QUY TRÌNH SẢN XUẤT NGUYÊN LIỆU LIGNOXENLULOZA HÓA LÔNG

(57) Sáng chế đề cập đến quy trình sản xuất nguyên liệu lignoxenluloza hóa lông bằng phản ứng enzym, trong đó nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 10% đến 40% khối lượng chất khô được cho tiếp xúc, trong điều kiện khuấy trộn, với nước và enzym bằng máy khuấy trộn ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 0,1mg đến 60mg enzym/1g xenluloza trong thời gian từ 1 đến 24 giờ, và ít nhất trị số của một trong số các đặc tính lưu biến của môi trường phản ứng được đo theo thời gian và nếu phát hiện thấy trị số này giảm thì thực hiện bước a) sau:

a) tăng tốc độ dòng cấp nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ, có điều chỉnh hoặc không điều chỉnh tốc độ dòng cấp enzym và/hoặc nước;

còn nếu phát hiện thấy trị số này tăng, thì thực hiện bước b) sau:

b) tăng tốc độ dòng cấp nước và/hoặc enzym, có điều chỉnh hoặc không điều chỉnh tốc độ dòng cấp nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến quy trình sản xuất nguyên liệu lignoxenuloza hóa lỏng từ sinh khối lignoxenuloza. Sau đó, nguyên liệu lignoxenuloza hóa lỏng này có thể được sử dụng trong các bước khác nhau, như bước lên men sản xuất rượu hoặc hợp chất hóa học trung gian.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hiện nay, việc phát triển các quy trình biến đổi sinh khối lignoxenuloza một cách kinh tế đang rất được quan tâm. Sự khan hiếm ngày càng tăng của các nguồn hóa thạch và sự cạnh tranh với các nguồn cung cấp thực phẩm đã dẫn đến các nghiên cứu đổi mới quy trình sản xuất nhiên liệu sinh học và các hóa chất trung gian.

Từ những năm 1970, việc biến đổi sinh khối lignoxenuloza sau khi thủy phân các thành phần polysacarit thành đường đã được nghiên cứu nhiều.

Sinh khối lignoxenuloza có cấu trúc phức tạp gồm ba polyme chính: xenluloza, hemixenluloza và lignin với tỷ lệ phần trăm thay đổi phụ thuộc vào đặc tính của các loại sinh khối lignoxenuloza. Thông thường, sinh khối lignoxenuloza gồm, nhưng không giới hạn ở: xenluloza ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 35% đến 50% khối lượng, hemixenluloza là các polysacarit cấu tạo chủ yếu từ pentoza và hexoza, chiếm hàm lượng nằm trong khoảng từ 20% đến 30% khối lượng, và lignin chiếm hàm lượng nằm trong khoảng từ 15% đến 25% khối lượng. Việc phân giải sinh khối này là khá khó khăn, do các polysacarit của thành tế bào thực vật (xenluloza và hemixenluloza) liên kết chặt chẽ với lignin tạo thành tế bào cứng.

Trong số ba polyme này, xenluloza là nguồn cung cấp đường chủ yếu do nó được cấu tạo từ glucoza - là chất rất dễ biến đổi.

Thông thường, quy trình để biến đổi sinh khối bằng các phản ứng sinh hóa bao gồm nhiều bước. Bước đầu tiên là thu thập và vận chuyển sinh khối lignoxenuloza đến trung tâm biến đổi sinh khối. Bước thứ hai là xử lý sơ bộ hoặc thủy phân sơ bộ sinh khối bao gồm xử lý xenluloza bằng enzym và có thể tạo ra nguyên liệu lignoxenuloza đã xử lý sơ bộ. Bước thứ ba là thủy phân bằng enzym, tức là nhờ sử dụng dung dịch enzym phân giải xenluloza và hemixenluloza được sản sinh bởi vi sinh vật và còn được gọi là dịch enzym,

nên xenluloza được biến đổi thành glucoza. Sau khi đưa vào bước thứ tư là lên men, glucoza có thể được biến đổi, ví dụ thành etanol bằng nấm men *Saccharomyces cerevisiae*, hoặc thành hỗn hợp axeton, butan, etanol (ABE) bằng nấm men *Clostridium acetobutylicum*. Bước thứ năm là chưng cất được thực hiện để cô đặc sản phẩm.

Nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ thu được ở cuối bước xử lý sơ bộ nêu trên là phần bã rắn chứa chủ yếu xenluloza và lignin rắn.

Trong phần mô tả dưới đây, hàm lượng nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ được thể hiện theo tỷ lệ phần trăm khối lượng chất khô. Hàm lượng chất khô được thể hiện theo tỷ lệ phần trăm, là tỷ lệ khối lượng của mẫu thử thu được sau khi làm khô ở nhiệt độ 105°C trong 24 giờ so với khối lượng ban đầu của mẫu thử.

Ở bước thủy phân bằng enzym, nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ được trộn với dung dịch chứa các enzym phân giải xenluloza và hemixenluloza. Mục đích của bước này là để thu được hàm lượng đường cao, do đó bước thủy phân bằng enzym cần được thực hiện với nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ ở hàm lượng cao, tức là hàm lượng chất khô cao. Tuy nhiên rất khó thực hiện được việc trộn kỹ với dung dịch chứa enzym phân giải xenluloza và hemixenluloza này.

Do đó, bước thủy phân bằng enzym có thể được thực hiện với nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ được pha loãng bằng nước để làm đồng nhất môi trường phản ứng. Tuy nhiên, việc pha loãng nguyên liệu lignoxenluloza nêu trên với nước cũng dẫn đến làm loãng nồng độ đường và oligome của đường thu được ở cuối bước thủy phân bằng enzym. Để khắc phục vấn đề này và thu được hàm lượng đường cao, phương pháp được đề cập đến là: cấp nguyên liệu lignoxenluloza nêu trên “theo mẻ có bổ sung dinh dưỡng” như được mô tả dưới đây, tức là dung dịch men giống được chuẩn bị và pha loãng vừa đủ để có thể kích hoạt phản ứng thủy phân bằng enzym và tạo ra sự khuấy trộn tối ưu. Khi quá trình phản ứng diễn ra, hỗn hợp phản ứng sẽ trở nên loãng hơn, nên có thể bổ sung nguyên liệu mới để tăng hàm lượng của hỗn hợp phản ứng. Theo cách này, có thể thu được hàm lượng nguyên liệu cao nằm trong khoảng từ 20% đến 30% khối lượng chất khô.

Việc thực hiện quá trình thủy phân với hàm lượng chất khô cao gặp một số vấn đề về khuấy trộn và đồng nhất. Do môi trường phản ứng khá nhão và nhớt, nên cần dùng hệ thống khuấy trộn đặc biệt và phức tạp hơn mức cần thiết ở cuối quá trình thủy phân, nơi hỗn hợp

phản ứng đã trở nên loãng. Vì lý do này, tốt hơn nếu quá trình thủy phân được tách thành hai bước:

- bước hóa lỏng được thực hiện tại thời điểm bắt đầu thủy phân, trong đó môi trường phản ứng còn nhớt và cần dùng hệ thống khuấy trộn phức tạp và năng lượng cao. Trái lại, thời gian lưu ngắn dẫn đến thể tích cần khuấy trộn bị hạn chế;

- bước đường hóa tiếp theo, trong đó quá trình thủy phân được tiếp tục theo cách thức thông thường, hoặc theo phương pháp lên men và đường hóa đồng thời trong trường hợp này nấm men được nạp vào để lên men đường trong khi thực hiện quá trình thủy phân. Bước này chỉ cần khuấy trộn đơn giản, ít năng lượng, nhưng thời gian lưu nhiều hơn và do đó thể tích cần khuấy trộn lớn hơn.

Sáng chế chủ yếu tập trung vào bước hóa lỏng để kiểm soát và tối ưu hóa quy trình này.

Theo đó, sáng chế đề cập đến quy trình để kiểm soát các đặc tính lưu biến của môi trường phản ứng sao cho có thể tối ưu hóa quá trình hóa lỏng này, đồng thời điều chỉnh việc bổ sung hoặc pha loãng nguyên liệu lignoxenluloza, enzym.

Theo mục tiêu chính, sáng chế đề cập đến quy trình sản xuất nguyên liệu lignoxenluloza hóa lỏng bằng phản ứng enzym nhằm thu được nguyên liệu lignoxenluloza hóa lỏng có đặc tính lưu biến thích hợp để chuyển đến bước tiếp theo và khuấy trộn ở phản ứng tiếp theo.

Đơn Mỹ số 2010/0255554 đề cập đến quy trình thủy phân sinh khối lignoxenluloza “theo mẻ có bổ sung dinh dưỡng”, trong đó các thông số chức năng của quy trình được điều chỉnh bằng cách kiểm soát thể tích của thiết bị phản ứng và/hoặc tần suất bổ sung sinh khối lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ và tùy ý bổ sung enzym, và khối lượng và/hoặc hàm lượng đường được tạo ra trong thiết bị phản ứng. Cụ thể, sinh khối lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ được bổ sung liên tục vào thiết bị phản ứng sao cho mỗi lần bổ sung biến đổi được từ 70% đến 90% xenluloza thành glucoza theo lý thuyết trong môi trường phản ứng. Do đó, việc kiểm soát hàm lượng đường tạo ra sẽ là tiêu chuẩn tối ưu hóa quy trình. Phương pháp này đòi hỏi kiến thức về tốc độ biến đổi lý thuyết của nguyên liệu cụ thể, nên khó áp dụng do sự biến thiên của nguyên liệu cần xử lý.

Tài liệu Hodge et al., Model-Based Fed-Batch for High-Solids Enzymatic Cellulose Hydrolysis, Appl.Biochem Biotechnol. (2009) 152:88-107, đề cập đến quy trình thủy phân sinh khối lignoxenluloza "theo mẻ có bổ sung dinh dưỡng" dựa trên việc xây dựng mô hình phản ứng thủy phân. Do đó, cần phải xác định được đặc tính của mỗi nguyên liệu hoặc hỗn hợp các nguyên liệu trong quá trình thủy phân để xác định cách thức bổ sung nguyên liệu tối ưu nhất vào thiết bị phản ứng.

Tài liệu Rosgaard et al., Effects of Substrate Loading on Enzymatic Hydrolysis and Viscosity of Pretreated Barley Straw, Appl.Biochem Biotechnol. (2007) 143:27-40, đã nghiên cứu ảnh hưởng của các phương pháp bổ sung nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ khác nhau đối với năng suất đường thu được từ quy trình thủy phân bằng enzym. Bài báo này mô tả hiện tượng giảm độ nhớt trong quá trình diễn ra phản ứng. Theo bài báo này, không thể tổng quát được việc cấp nguyên liệu và/hoặc dung dịch enzym trong trường hợp có thay đổi nguyên liệu và không tính đến các hạn chế cơ học của quá trình khuấy trộn.

Đơn Mỹ số US2010/330638A đề cập đến quy trình thủy phân bằng enzym theo mẻ có bổ sung dinh dưỡng, trong đó chỉ ra các phép đo để xác định hàm khối lượng thể tích phản ứng có thể được bổ sung vào mỗi mẻ. Do đó, cần thực hiện các phép đo trước mỗi quá trình thủy phân bằng enzym mỗi khi thay đổi loại nguyên liệu.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề cập đến quy trình sản xuất nguyên liệu lignoxenluloza hóa lỏng, trong đó thông số đo đặc tính lưu biến của môi trường phản ứng được điều khiển để tối ưu hóa quá trình hóa lỏng.

Cụ thể, sáng chế đề cập đến quy trình sản xuất nguyên liệu lignoxenluloza hóa lỏng bằng phản ứng enzym, trong đó nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 10% đến 40% khối lượng chất khô được cho tiếp xúc, trong điều kiện khuấy trộn, với nước và các enzym ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 0,1mg đến 60mg enzym/1g xenluloza trong thời gian từ 1 đến 24 giờ, khác biệt ở chỗ ít nhất trị số của một trong số các đặc tính lưu biến của môi trường phản ứng được đo theo thời gian và nếu phát hiện thấy trị số này giảm thì thực hiện bước a) sau:

a) tăng tốc độ dòng cấp nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ, có điều chỉnh hoặc không điều chỉnh tốc độ dòng cấp enzym và/hoặc nước;

còn nếu phát hiện thấy trị số này tăng, thì thực hiện bước b) sau:

b) tăng tốc độ dòng cấp nước và/hoặc enzym, có điều chỉnh hoặc không điều chỉnh tốc độ dòng cấp nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ.

Ưu điểm của quy trình sản xuất nguyên liệu lignoxenluloza hóa lỏng theo sáng chế là nó có thể được thực hiện một cách tự động, không phụ thuộc vào nguyên liệu đã xử lý.

Ưu điểm khác của quy trình sản xuất nguyên liệu lignoxenluloza hóa lỏng theo sáng chế là nó không cần xác định trước đặc tính của nguyên liệu cần xử lý, do đó có độ linh hoạt và dễ sử dụng hơn.

Ngoài ra, sáng chế không đòi hỏi phát triển mô hình phản ứng và do đó thích hợp với loại nguyên liệu hoặc dịch enzym bất kỳ được sử dụng.

Ưu điểm khác nữa của quy trình sản xuất nguyên liệu lignoxenluloza hóa lỏng theo sáng chế là nó có thể được sử dụng để kiểm soát và thích ứng dễ dàng với sự thay đổi của môi trường phản ứng, mà không cần đến các bước xử lý phức tạp, ví dụ như cô đặc đường trong môi trường.

Mô tả chi tiết sáng chế

Nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ dùng trong quy trình theo sáng chế được điều chế bằng quy trình xử lý sơ bộ sinh khối lignoxenluloza thông thường, như nấu trong môi trường axit, và nấu trong môi trường kiềm, quy trình bùng nổ hơi nước, xử lý bằng dung môi hữu cơ. Các quy trình xử lý sơ bộ bằng axit ở các điều kiện bình thường và quy trình bùng nổ hơi nước là thích hợp nhất. Các quy trình này tạo ra nguyên liệu xenluloza có khả năng thủy phân cao.

Quy trình theo sáng chế là quy trình hóa lỏng. Tốt hơn nếu, quy trình này được thực hiện trong thiết bị phản ứng hình trụ với tỷ lệ chiều cao/đường kính nằm trong khoảng từ 1 đến 3.

Thiết bị phản ứng này có thể được sử dụng để xử lý các nguyên liệu có độ nhớt thay đổi và do đó có thể sử dụng nguyên liệu lignoxenluloza có hàm lượng chất khô bằng 40% khối lượng. Do hàm lượng chất khô và độ nhớt của môi trường phản ứng cao, nên thiết bị phản ứng cần được trang bị máy khuấy trộn cho phép tạo ra tiếp xúc tốt của enzym với nguyên liệu và tạo ra hỗn hợp đồng nhất tối ưu. Thông thường, máy khuấy trộn được chọn phải có khả năng xử lý các dòng chảy thành tầng. Tốt hơn nếu, máy khuấy trộn là máy

khuấy trộn cánh rộng, hoặc loại có thể cọ xát vào thành thiết bị phản ứng với tốc độ quay vừa phải để trộn. Ví dụ về máy khuấy trộn đặc biệt thích hợp là thiết bị Paravisc (EKATO), có thể được trang bị thêm van đôi hướng để làm gián đoạn chuyển động của khối nguyên liệu này.

Theo quy trình của sáng chế, nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ được cho tiếp xúc ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 10% đến 40% khối lượng chất khô của nguyên liệu này, tốt hơn nếu ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 16% đến 30% khối lượng chất khô và tốt hơn nữa nếu ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 18% đến 24% khối lượng chất khô.

Theo quy trình của sáng chế, các enzym được cho tiếp xúc ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 0,1mg đến 60mg/1g xenluloza, tốt hơn nếu ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 5mg đến 30mg/1g xenluloza và tốt hơn nữa nếu ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 10mg đến 20mg/1g xenluloza.

Theo quy trình của sáng chế, thời gian tiếp xúc nằm trong khoảng từ 1 đến 24 giờ, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 2 đến 12 giờ và tốt hơn nữa nếu nằm trong khoảng từ 4 đến 8 giờ.

Điểm khác biệt của quy trình theo sáng chế là ở chỗ ít nhất trị số của một trong số các đặc tính lưu biến của môi trường phản ứng được đo theo thời gian.

Các đặc tính lưu biến của môi trường phản ứng được chọn bao gồm độ nhớt của môi trường phản ứng, mô men xoắn của trục máy khuấy trộn và điện năng tiêu thụ của động cơ. Điện năng tiêu thụ của động cơ được biểu thị bằng P_{elec} .

Theo quy trình của sáng chế, tức là trong quá trình hóa lỏng, độ nhớt của môi trường phản ứng, mô men xoắn của trục máy khuấy trộn và điện năng tiêu thụ của động cơ là các đặc tính lưu biến của nguyên liệu lignoxenluloza được tạo ra cần được kiểm soát và điều này có một số ưu điểm. Trên thực tế, các đặc tính lưu biến nêu trên: độ nhớt, mô men xoắn và điện năng có mối tương quan chặt chẽ với nhau. Điện năng tiêu thụ của động cơ, P_{elec} , có mối tương quan chặt chẽ với năng lượng cơ học P_{mec} để dẫn động trục máy khuấy trộn.

Thông số điện năng tiêu thụ của động cơ được đo và kiểm soát trên quy mô nhỏ hoặc quy mô công nghiệp .

Mối tương quan giữa các thông số nêu trên được xác định theo đẳng thức sau:

$P_{mec} = f(P_{elec})$, trong đó f là đặc tính thiết kế của động cơ và do nhà sản xuất quy định;

$$P_{mec} = 2\pi N^* C, \text{ trong đó:}$$

N là tốc độ khuấy trộn (vòng/giây);

C là mô men xoắn (N.m),

và P_{mec} là năng lượng cơ học (W).

Trong quá trình khuấy trộn, mối tương quan sau được thiết lập:

$$P_{mec} = \rho N_p N^3 D^5$$

ρ là tỷ trọng của môi trường phản ứng (kg.m^{-3});

D là đường kính ngoài của máy khuấy trộn (m);

N_p là đặc tính của máy khuấy trộn phụ thuộc vào cấu trúc hình học của thùng chứa và các điều kiện dòng chảy.

Ở các điều kiện dòng chảy thành tầng, mối tương quan sau được thiết lập:

$$N_p = A/Re,$$

do đó suy ra $P_{mec} = \rho A N^3 D^5 / Re$,

trong đó A là hằng số của máy khuấy trộn, Re là hệ số Reynold $= \rho N D^2 / \bar{\mu}$,

$\bar{\mu}$ là độ nhớt động trung bình của môi trường phản ứng tính theo đơn vị Pascal/giây (Pa.s), và $\bar{\mu} = P_{mec} / (A N^2 D^3) = 2\pi C / (A D^3 N)$.

Nếu độ nhớt động trung bình và mô men xoắn của trục máy khuấy trộn là các thông số đo được dễ dàng trên quy mô nhỏ thì điện năng tiêu thụ của động cơ P_{elec} là thông số đo được dễ dàng trên quy mô công nghiệp.

Tốt hơn nữa, trong quy trình theo sáng chế điện năng tiêu thụ của động cơ được đo theo thời gian.

Do đó, sự biến đổi về điện năng tiêu thụ của động cơ có mối tương quan với quá trình hóa lỏng của nguyên liệu lignoxenuloza đã xử lý sơ bộ và quá trình phản ứng.

Khi điện năng tiêu thụ của động cơ giảm, thì có nghĩa là nguyên liệu lignoxenuloza xử lý sơ bộ đã được hóa lỏng và có thể bổ sung nguyên liệu mới. Khi điện năng tiêu thụ của

động cơ tăng, có nghĩa là nguyên liệu mới vừa mới được bổ sung và cần thêm thời gian để điện năng này trở lại mức trước khi bổ sung nguyên liệu.

Theo sáng chế, các đặc tính lưu biến của môi trường phản ứng được kiểm soát sao cho khi phát hiện thấy trị số này giảm theo thời gian, thì thực hiện bước a) sau:

a) tăng tốc độ dòng cấp nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ, có điều chỉnh hoặc không điều chỉnh tốc độ dòng cấp enzym và/hoặc nước;

còn nếu phát hiện thấy trị số này tăng, thì thực hiện bước b) sau:

b) tăng tốc độ dòng cấp nước và/hoặc enzym, có điều chỉnh hoặc không điều chỉnh tốc độ dòng cấp nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ.

Khi trị số này ổn định theo thời gian, tốc độ dòng cấp nguyên liệu, enzym và nước được duy trì không đổi.

Theo các phương án ưu tiên, quy trình sản xuất nguyên liệu lignoxenluloza hóa lỏng theo sáng chế được vận hành theo cơ chế “theo mẻ có bổ sung dinh dưỡng”. Trong trường hợp này, quy trình theo sáng chế được thực hiện trong thiết bị phản ứng có bổ sung dinh dưỡng liên tục và thể tích phản ứng không được lấy ra khỏi thiết bị phản ứng.

Theo phương án ưu tiên khác, quy trình sản xuất nguyên liệu lignoxenluloza hóa lỏng theo sáng chế được vận hành theo cơ chế “tự cân bằng theo giới hạn dinh dưỡng”. Trong trường hợp này, quy trình theo sáng chế được thực hiện trong thiết bị phản ứng có bổ sung dinh dưỡng liên tục và một phần khối lượng thể tích phản ứng được lấy ra để duy trì khối lượng thể tích phản ứng trong thiết bị phản ứng không đổi.

Theo phương án ưu tiên khác, quy trình theo sáng chế được thực hiện trong thiết bị phản ứng có bổ sung dinh dưỡng liên tục và khi phát hiện thấy các thông số lưu biến nêu trên giảm theo thời gian, thì bước a) được thực hiện theo phương án thứ nhất, trong đó tốc độ dòng cấp nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ được gia tăng, trong khi đó tốc độ dòng cấp enzym và nước được giảm để duy trì thể tích phản ứng không đổi. Trong hợp này, tốc độ dòng đầu ra vẫn không đổi.

Bước a) nêu trên cũng có thể được thực hiện theo phương án thứ hai của sáng chế, trong đó tốc độ dòng cấp nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ tăng cùng với tốc độ dòng cấp enzym và nước để duy trì hàm lượng enzym và hàm lượng chất khô không đổi.

Sau đó, tốc độ dòng đầu ra được gia tăng để duy trì thể tích phản ứng không đổi. Trong trường hợp này, thời gian hóa lỏng giảm.

Bước a) nêu trên cũng có thể được thực hiện theo phương án thứ ba của sáng chế, trong đó tốc độ dòng cấp nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ được gia tăng trong khi tốc độ dòng cấp enzym và nước vẫn không đổi. Sau đó, tốc độ dòng đầu ra được gia tăng để duy trì thể tích phản ứng không đổi. Trong trường hợp này, thời gian hóa lỏng giảm.

Theo phương án ưu tiên, quy trình theo sáng chế được thực hiện trong thiết bị phản ứng có bổ sung dinh dưỡng liên tục và khi phát hiện thấy các thông số lưu biến nêu trên tăng theo thời gian, thì bước b) nêu trên được thực hiện theo phương án thứ nhất của sáng chế, trong đó tốc độ dòng cấp nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ được giảm trong khi tốc độ dòng cấp enzym và nước được gia tăng để duy trì thể tích phản ứng không đổi. Tốc độ dòng đầu ra vẫn không đổi.

Bước b) nêu trên cũng có thể được thực hiện theo phương án thứ hai của sáng chế, trong đó tốc độ dòng cấp nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ được giảm cùng với tốc độ dòng cấp enzym và nước để duy trì hàm lượng enzym và hàm lượng chất khô không đổi. Sau đó, tốc độ dòng đầu ra được giảm xuống để duy trì thể tích phản ứng không đổi. Trong trường hợp này, thời gian hóa lỏng tăng.

Bước b) nêu trên cũng có thể được thực hiện theo phương án thứ ba của sáng chế, trong đó tốc độ dòng cấp nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ được giảm trong khi tốc độ dòng cấp enzym và nước vẫn không đổi. Sau đó, tốc độ dòng đầu ra cũng được gia tăng để duy trì thể tích phản ứng không đổi. Trong trường hợp này, thời gian hóa lỏng tăng.

Tốt hơn nếu, các bước a) và b) được thực hiện bằng bộ điều khiển hoặc được vận hành tự động bằng phần mềm điều khiển.

Quy trình theo sáng chế được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 40°C đến 60°C, tốt hơn nếu ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 45°C đến 55°C, và giá trị độ pH nằm trong khoảng từ 4,0 đến 6,0, tốt hơn nếu ở giá trị độ pH nằm trong khoảng từ 4,5 đến 5,0 và ở áp suất khí quyển.

Tốc độ khuấy trộn phụ thuộc vào kích cỡ của thiết bị phản ứng và máy khuấy trộn.

Khi trị số điện năng tiêu thụ của động cơ được đo, thì tốt hơn nếu trị số điện năng tiêu thụ của động cơ so với khối lượng của thể tích phản ứng vẫn nằm trong khoảng từ 0,05 đến 4 kW/tấn, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 0,5 đến 2 kW/tấn.

Nhiệt độ cũng là thông số cần được điều chỉnh.

Nếu một trong số các đặc tính lưu biến của môi trường phản ứng được đo theo thời gian là tăng và việc thực hiện bước b) không làm giảm được đặc tính này, thì có thể tăng nhiệt độ trong thời gian ít hơn 5 giờ, tốt hơn nếu ít hơn 2 giờ. Trong trường hợp này, nhiệt độ được gia tăng sao cho vẫn nằm trong khoảng từ 40°C đến 60°C, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 45°C đến 55°C.

Khi tăng nhiệt độ sẽ làm tăng tốc độ phản ứng, nhưng làm mất hoạt tính enzym nhanh hơn. Điều này tương đương với việc tăng tạm thời hàm lượng enzym.

Nếu một trong số các đặc tính lưu biến của môi trường phản ứng được đo theo thời gian là giảm và việc thực hiện bước a) không làm tăng được thông số này, thì có thể giảm nhiệt độ trong thời gian ít hơn 5 giờ, tốt hơn nếu ít hơn 2 giờ. Trong trường hợp này, nhiệt độ được giảm xuống sao cho vẫn nằm trong khoảng từ 40°C đến 60°C, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 45°C đến 55°C.

Khi giảm nhiệt độ sẽ làm giảm tốc độ phản ứng, nhưng làm mất hoạt tính enzym lâu hơn. Điều này tương đương với việc giảm tạm thời hàm lượng enzym.

Do đó, quy trình theo sáng chế có thể được sử dụng để sản xuất nguyên liệu lignoxenluloza có đặc tính lưu biến thích hợp cho quá trình bơm cũng như khuấy trộn.

Nguyên liệu lignoxenluloza hóa lỏng thu được ở cuối quy trình theo sáng chế có thể dễ dàng được vận chuyển vào thiết bị phản ứng khác để thực hiện các bước bất kỳ tiếp theo.

Có lợi nếu quy trình theo sáng chế được tiếp nối bằng các bước sản xuất bất kỳ cho phép tiếp tục biến đổi nguyên liệu lignoxenluloza hóa lỏng thu được từ quy trình này.

Có lợi nếu quy trình theo sáng chế được tiếp nối bằng bước đường hóa tiếp theo. Bước đường hóa có thể được sử dụng để sản xuất đường bằng quá trình thủy phân enzym và được thực hiện ở các điều kiện giống như quy trình theo sáng chế, tức là quy trình hóa lỏng nhưng với máy khuấy trộn đơn giản hơn và điện năng tiêu thụ thấp hơn.

Theo phương án ưu tiên, bước đường hóa được thực hiện thuận lợi hơn khi có mặt vi sinh vật sản sinh rượu để thu được sinh khối lên men. Trong trường hợp này, bước đường

hóa và lên men rượu được thực hiện trong một bước duy nhất bằng cách sử dụng quy trình đường hóa và lên men đồng thời cũng được gọi là quy trình SSF.

Cũng có lợi nếu quy trình theo sáng chế được tiếp nối bằng bước sản xuất hỗn hợp chứa axeton, butanol, etanol (ABE), tốt hơn nếu bước này được thực hiện khi có mặt của nấm men *Clostridium aceobutylicum*.

Cũng có lợi nếu quy trình theo sáng chế được tiếp nối bằng bước sản xuất các hóa chất trung gian.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sáng chế được mô tả chi tiết hơn thông qua các ví dụ sau.

Ví dụ 1

Quy trình sản xuất nguyên liệu lignoxenluloza hóa lỏng theo mẻ có bổ sung dinh dưỡng theo sáng chế

Ví dụ 1 đề cập đến quy trình sản xuất nguyên liệu lignoxenluloza hóa lỏng theo mẻ có bổ sung dinh dưỡng. Quy trình này bao gồm bước chuẩn bị dung dịch men giống cùng với phần nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ cần hóa lỏng. Điều này nghĩa là phản ứng có thể được bắt đầu bằng nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ được pha loãng để khuấy trộn. Khi quá trình hóa lỏng tiếp diễn và độ nhớt của môi trường phản ứng giảm, thì nguyên liệu mới có thể được bổ sung để chiếm thể tích của thiết bị phản ứng và đạt được hàm lượng chất khô cao.

Nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ theo sáng chế là rom lúa mì. Tốt hơn nếu, bước xử lý sơ bộ để thủy phân rom lúa mì được thực hiện theo quy trình bùng nổ hơi nước liên tục. Trước tiên, bước nghiền và ngâm với axit được thực hiện. Nguyên liệu chỉ cần được nghiền đến kích cỡ qua rây nằm trong khoảng từ 10mm đến 20mm là đủ. Bước ngâm với axit được thực hiện trong dung dịch axit sulphuric 10%. Hàm lượng axit sulphuric được sử dụng so với hàm lượng chất khô bằng 0,5% khối lượng. Sinh khối này được làm khô và chuyển vào thiết bị phản ứng bùng nổ hơi nước.

Quá trình bùng nổ hơi nước được thực hiện ở các điều kiện như sau:

$$T = 200^{\circ}\text{C}$$

$$P = 16 \text{ bar}$$

Thời gian lưu: 5 phút

Hàm lượng chất khô trong thiết bị phản ứng: 20 – 25%

Sau đó, nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ được điều chỉnh đến độ pH = 4,8 bằng dung dịch dung dịch kali hydroxit đậm đặc, tiếp theo được ép để thu được hàm lượng chất khô bằng 35% khối lượng. Sau bước xử lý sơ bộ, công đoạn tinh chế được thực hiện để thu được nguyên liệu xenluloza có hàm lượng xấp xỉ bằng 50% khối lượng.

Bước hóa lỏng được thực hiện trong thiết bị phản ứng có dung tích bằng 4m³ được trang bị máy khuấy trộn Paravisc do EKATO cung cấp. Dịch enzyme được sử dụng là Cellic-CTec2 do Novozyme cung cấp. Dung dịch enzyme này có hàm lượng protein bằng 200g/L và tỷ trọng xấp xỉ bằng 1,2.

Quy trình hóa lỏng theo mẻ có bổ sung dinh dưỡng liên tục nêu trên được thực hiện ở các điều kiện sau:

Hàm lượng chất khô của môi trường phản ứng ban đầu: 10%.

Hàm lượng chất khô của môi trường phản ứng cuối cùng: 20%.

Nồng độ enzyme: 20g dung dịch enzyme /kg xenluloza.

Tốc độ của máy khuấy trộn Paravisc: 15 vòng/phút.

độ pH = 4,8, được điều chỉnh bằng dung dịch kali hydroxit đậm đặc.

Nhiệt độ bằng 50°C, có thể được điều chỉnh

Bổ sung nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ: 5 lần mỗi lần 320kg.

Trước tiên, thiết bị phản ứng được nạp với 1675 kg nước và 686kg nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ. Thiết bị phản ứng được gia nhiệt đến nhiệt độ 50°C. Khi đạt đến nhiệt độ này, nạp toàn bộ 40kg dung dịch enzyme vào. Quá trình phản ứng được bắt đầu với hàm lượng chất khô bằng 10% và thể tích phản ứng xấp xỉ bằng 2,4m³. Thời điểm bổ sung enzyme được coi là thời điểm bắt đầu phản ứng, tức là t₀. Tại thời điểm t₀, điện năng tiêu thụ của động cơ máy khuấy trộn so với khối lượng thể tích phản ứng là 4,0 kW/tấn. Khi bắt đầu phản ứng, điện năng tiêu thụ của động cơ máy khuấy trộn so với khối lượng thể tích phản ứng sẽ giảm xuống đến 2,0 kW/tấn. Sau khi bổ sung 320 kg nguyên liệu lần thứ nhất, làm cho điện năng tiêu thụ của động cơ so với khối lượng của thể tích phản ứng vẫn tăng trở lại. Quy trình này được lặp lại 5 lần bổ sung nguyên liệu. Thông

thường, lần bổ sung nguyên liệu cuối cùng được thực hiện ở thời điểm khoảng $t_0 + 3$ giờ. Sau đó, quá trình phản ứng được tiếp tục thêm 3 giờ nữa để làm giảm độ nhớt trước khi chuyển sang bước hoặc quy trình kế tiếp theo. Điện năng tiêu thụ của động cơ so với khối lượng của thể tích phản ứng vẫn bằng 0,5 kW/tấn khi kết thúc quá trình hóa lỏng có thể được dự đoán trước.

Ví dụ 2

Quy trình hóa lỏng dạng liên tục bắt đầu từ mẻ có bổ sung dinh dưỡng liên tục

Ví dụ 2 đề cập đến quy trình sản xuất nguyên liệu lignoxenluloza hóa lỏng liên tục bắt đầu từ quy trình sản xuất theo mẻ có bổ sung dinh dưỡng như được mô tả trong Ví dụ 1. Các chất phản ứng và điều kiện vận hành của “quy trình sản xuất theo mẻ có bổ sung dinh dưỡng liên tục” vẫn giống như ở Ví dụ 1. Sự chuyển đổi từ quy trình sản xuất theo mẻ sang quy trình sản xuất liên tục được thực hiện khi thiết bị phản ứng có dung tích 4 m³ đã đầy và điện năng tiêu thụ của động cơ so với khối lượng của thể tích phản ứng vẫn bằng 1,0 kW/tấn. Tại thời điểm đó, sản phẩm được lấy ra liên tục ở tốc độ dòng để duy trì thể tích phản ứng không đổi. Đối với thời gian lưu bằng 4 giờ, tốc độ dòng bằng 1 tấn/giờ. Tại thời điểm đó, nguyên liệu, nước và enzym được bơm vào ở tốc độ dòng cấp bằng nhau để duy trì khối lượng thể tích phản ứng và thể tích của thiết bị phản ứng không đổi. Tốc độ dòng cấp mỗi thành phần này như sau:

Nước: 419 kg/giờ

Dung dịch enzym: 10 kg/giờ

Nguyên liệu: 571 kg/giờ

Sau đó, quá trình hóa lỏng liên tục được bắt đầu và ba khả năng sau có thể xảy ra:

- Điện năng tiêu thụ của động cơ không đổi, khi đó không cần điều chỉnh tốc độ dòng cấp nguyên liệu, dung dịch enzym và nước.

- Điện năng tiêu thụ của động cơ giảm, trong trường hợp này có thể:

- Tăng tốc độ dòng cấp nguyên liệu bằng cách giảm tốc độ dòng cấp enzym và nước để duy trì thể tích phản ứng không đổi. Tốc độ dòng đầu ra vẫn không đổi. Ví dụ: tốc độ dòng cấp nguyên liệu bằng 650 kg/giờ, tốc độ dòng cấp enzym bằng 9 kg/giờ, tốc độ dòng cấp nước bằng 341 kg/giờ và tốc độ dòng đầu ra bằng 1000 kg/giờ

- Tăng tốc độ dòng cấp nguyên liệu bằng cách giữ tốc độ dòng cấp nước và enzym không đổi. Tốc độ dòng đầu ra cũng phải được gia tăng để duy trì thể tích phản ứng không đổi. Ví dụ: tốc độ dòng cấp nguyên liệu bằng 650 kg/giờ, tốc độ dòng cấp enzym bằng 10 kg/giờ, tốc độ dòng cấp nước bằng 419 kg/giờ và tốc độ dòng đầu ra bằng 1079 kg/giờ.

-Điện năng tiêu thụ của động cơ tăng, trong trường hợp này có thể:

- Giảm tốc độ dòng cấp nguyên liệu bằng cách tăng tốc độ dòng cấp enzym và nước để duy trì thể tích phản ứng không đổi. Tốc độ dòng đầu ra không đổi. Ví dụ: tốc độ dòng cấp nguyên liệu bằng 500 kg/giờ, tốc độ dòng cấp enzym bằng 12 kg/giờ, tốc độ dòng cấp nước bằng 488 kg/giờ và tốc độ dòng đầu ra bằng 1000 kg/giờ

- Giảm tốc độ dòng cấp nguyên liệu bằng cách giữ tốc độ dòng cấp enzym và nước không đổi. Tốc độ dòng đầu ra cũng cần được điều chỉnh để duy trì thể tích phản ứng không đổi. Ví dụ: tốc độ dòng cấp nguyên liệu bằng 500 kg/giờ, tốc độ dòng cấp enzym bằng 10 kg/giờ, tốc độ dòng cấp nước bằng 419 kg/giờ và tốc độ dòng đầu ra bằng 929 kg/giờ.

Phụ thuộc vào sự biến đổi điện năng tiêu thụ của động cơ so với khối lượng của thể tích phản ứng vẫn, nên có thể kiểm soát được quy trình hóa lỏng theo cách thức này để duy trì khoảng công suất điện năng được đặc trưng bởi độ nhớt ở tốc độ cắt nhất định. Điều này là giống như việc kiểm soát năng lượng cơ học của máy khuấy trộn hoặc mô men xoắn của trục máy khuấy trộn.

Ví dụ 3

Các phương án thực hiện bước a) của quy trình theo sáng chế

Ví dụ 3 đề cập đến các phương án thực hiện bước a) của quy trình theo sáng chế. Thiết bị phản ứng hóa lỏng được vận hành liên tục ổn định và tốc độ dòng cấp nguyên liệu, nước và enzym lần lượt bằng 40 kg/giờ, 59 kg/giờ và 1 kg/giờ như được thể hiện trong Bảng 1 ở cột “trị số tiêu chuẩn”.

Sự giảm đặc tính lưu biến đo được được phát hiện theo thời gian.

Bắt đầu từ trị số tiêu chuẩn, tốc độ dòng cấp nguyên liệu tăng từ 40 đến 50 kg/giờ, và tốc độ dòng cấp nước và enzym giảm tương ứng từ 59 xuống 49,5 kg/giờ và từ 1 xuống 0,5 kg/giờ. Tốc độ dòng cấp tổng số được duy trì không đổi và đặc tính lưu biến đo được sẽ

được điều chỉnh về trị số tiêu chuẩn. Phương án này được thể hiện trong Bảng 1, ở cột “trị số a)1)”.

Bắt đầu từ trị số tiêu chuẩn, tốc độ dòng cấp nguyên liệu tăng từ 40 đến 50 kg/giờ, và tốc độ dòng cấp nước và enzym tăng tương ứng từ 59 đến 73,75 kg/giờ và từ 1 đến 1,25 kg/giờ.

So với trị số tiêu chuẩn, tỷ lệ giữa tốc độ dòng cấp nước và tốc độ dòng cấp nguyên liệu và tỷ lệ giữa tốc độ dòng cấp enzym và tốc độ dòng cấp nguyên liệu được duy trì không đổi. Đặc tính lưu biến đo được sẽ được điều chỉnh về trị số tiêu chuẩn. Phương án này được thể hiện trong Bảng 1, ở cột “trị số a)2)”.

Bắt đầu từ trị số tiêu chuẩn, theo phương án thứ ba, tốc độ dòng cấp nguyên liệu tăng từ 40 đến 50 kg/giờ, và tốc độ dòng cấp nước và enzym không đổi. Đặc tính lưu biến đo được sẽ được điều chỉnh về trị số tiêu chuẩn. Phương án được thể hiện trong Bảng 1, ở cột “trị số a)3)”.

Bảng 1: Các phương án thực hiện bước a) của quy trình theo sáng chế với tốc độ dòng cấp tính theo kg/giờ

Dữ liệu	Trị số tiêu chuẩn	Trị số a)1)	Trị số a)2)	Trị số a)3)
Tốc độ dòng cấp nguyên liệu	40	50	50	50
Tốc độ dòng cấp nước	59	49,5	73,75	59
Tốc độ dòng cấp enzym	1	0,5	1,25	1
Tốc độ dòng cấp tổng số	100	100	125	110
Kết quả		Khối lượng và hàm lượng chất khô giảm	Khối lượng và hàm lượng chất khô không đổi	Khối lượng và hàm lượng chất khô giảm

Ví dụ 4

Các phương án thực hiện bước b) của quy trình theo sáng chế

Ví dụ 4 đề cập đến các phương án thực hiện bước b) của quy trình theo sáng chế. Thiết bị phản ứng hóa lỏng được vận hành liên tục ổn định và tốc độ dòng cấp nguyên liệu, nước và enzym lần lượt bằng 40 kg/giờ, 59 kg/giờ và 1 kg/giờ như được thể hiện trong Bảng 2 ở cột “trị số tiêu chuẩn”.

Sự tăng đặc tính lưu biến đo được được phát hiện theo thời gian.

Bắt đầu từ trị số tiêu chuẩn, ở phương án thứ nhất, tốc độ dòng cấp nguyên liệu giảm từ 40 xuống 30 kg/giờ, và tốc độ dòng cấp nước và enzym tăng tương ứng từ 59 đến 68,5 kg/giờ và từ 1 đến 1,5 kg/giờ. Tốc độ dòng cấp tổng số được duy trì không đổi và đặc tính lưu biến đo được sẽ được điều chỉnh về trị số tiêu chuẩn. Phương án này được thể hiện trong Bảng 2, ở cột “trị số b)1)”.

Bắt đầu từ trị số tiêu chuẩn, ở phương án thứ hai, tốc độ dòng cấp nguyên liệu giảm từ 40 xuống 30 kg/giờ, và tốc độ dòng cấp nước và enzym giảm tương ứng từ 59 đến 44,25 kg/giờ và từ 1 đến 0,75 kg/giờ.

So với trị số tiêu chuẩn, tỷ lệ giữa tốc độ dòng cấp nước và tốc độ dòng cấp nguyên liệu và tỷ lệ giữa tốc độ dòng cấp enzym và tốc độ dòng cấp nguyên liệu được duy trì không đổi. Đặc tính lưu biến đo được sẽ được điều chỉnh về trị số tiêu chuẩn. Phương án này được thể hiện trong Bảng 2, ở cột “trị số b)2)”.

So với trị số tiêu chuẩn, ở phương án thứ ba, tốc độ dòng cấp nguyên liệu giảm từ 40 đến 30 kg/giờ, và tốc độ dòng cấp nước và enzym được duy trì không đổi. Đặc tính lưu biến đo được sẽ được điều chỉnh về trị số tiêu chuẩn. Phương án này được thể hiện trong Bảng 2, ở cột “trị số b)3)”.

Bảng 2: Các phương án thực hiện bước b) của quy trình theo sáng chế với tốc độ dòng cấp tính theo kg/giờ

Dữ liệu	Trị số tiêu chuẩn	Trị số b)1)	Trị số b)2)	Trị số b)3)
Tốc độ dòng cấp nguyên liệu	40	30	30	30
Tốc độ dòng cấp nước	59	68,5	44,25	59
Tốc độ dòng cấp enzym	1	1,5	0,75	1
Tốc độ dòng cấp tổng số	100	100	75	90
Kết quả		Khối lượng và hàm lượng chất khô tăng	Khối lượng và hàm lượng chất khô không đổi	Khối lượng và hàm lượng chất khô tăng

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình sản xuất nguyên liệu lignoxenluloza hóa lỏng bằng phản ứng enzym và đường hóa, trong đó quy trình này bao gồm các bước:

(i) hóa lỏng nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ bằng cách cấp nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ, nước và một hoặc nhiều enzym ở tốc độ dòng mong muốn vào thiết bị phản ứng để tạo thành môi trường phản ứng có thể tích phản ứng, trong đó hàm lượng của một hoặc nhiều enzym nằm trong khoảng từ 0,1mg đến 60mg enzym/1g xenluloza và hàm lượng của nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ nằm trong khoảng từ 10% đến 40% khối lượng chất khô, nhờ đó nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ được cho tiếp xúc với nước và một hoặc nhiều enzym, trong điều kiện khuấy trộn, trong thời gian từ 1 đến 24 giờ, để thu được nguyên liệu lignoxenluloza hóa lỏng bằng phản ứng enzym, trong đó:

hàm lượng chất khô được thể hiện theo tỷ lệ phần trăm, là tỷ lệ khối lượng của mẫu thử thu được sau khi làm khô nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ ở nhiệt độ 105°C trong 24 giờ so với khối lượng ban đầu của mẫu thử này,

nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ được cấp vào thiết bị phản ứng bằng phương pháp theo mẻ có bổ sung dinh dưỡng hoặc phương pháp liên tục,

động cơ điện được sử dụng để khuấy trộn, và

ít nhất trị số của một trong số các đặc tính lưu biến của môi trường phản ứng được đo theo thời gian và nếu phát hiện thấy trị số này giảm thì thực hiện bước a) sau:

a) tăng tốc độ dòng cấp nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ, có điều chỉnh hoặc không điều chỉnh tốc độ dòng cấp enzym và/hoặc nước;

còn nếu phát hiện thấy trị số này tăng, thì thực hiện bước b) sau:

b) tăng tốc độ dòng cấp nước và/hoặc enzym, có điều chỉnh hoặc không điều chỉnh tốc độ dòng cấp nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ; và

trị số được đo là điện năng tiêu thụ của động cơ, và

điện năng tiêu thụ của động cơ so với khối lượng của thể tích phản ứng vẫn nằm trong khoảng từ 0,05 đến 4 kW/tấn; và

(ii) xử lý nguyên liệu lignoxenluloza hóa lỏng thu được ở bước (i) bằng bước đường hóa để sản xuất đường bằng phản ứng thủy phân bằng enzym trong điều kiện khuấy trộn, trong đó công đoạn khuấy trộn trong bước đường hóa này được thực hiện ở năng lượng thấp hơn công đoạn khuấy trộn trong bước hóa lỏng nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ, và bước đường hóa được thực hiện trong thời gian dài hơn bước hóa lỏng.

2. Quy trình theo điểm 1, trong đó nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ được cho tiếp xúc với nước và một hoặc nhiều enzym ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 18% đến 24% khối lượng chất khô.

3. Quy trình theo điểm 1, trong đó một hoặc nhiều enzym được cho tiếp xúc ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 10mg đến 20mg enzym /1g xenluloza.

4. Quy trình theo điểm 1, trong đó thời gian tiếp xúc là nằm trong khoảng từ 4 giờ đến 8 giờ.

5. Quy trình theo điểm 1, trong đó quy trình này được thực hiện trong thiết bị phản ứng có bổ sung dinh dưỡng liên tục và trong thời gian phản ứng thể tích phản ứng không được lấy ra khỏi thiết bị phản ứng.

6. Quy trình theo điểm 1, trong đó quy trình này được thực hiện trong thiết bị phản ứng có bổ sung dinh dưỡng liên tục và trong thời gian phản ứng một phần khối lượng thể tích phản ứng được lấy ra để duy trì khối lượng thể tích phản ứng trong thiết bị phản ứng không đổi.

7. Quy trình theo điểm 1, trong đó bước đường hóa được thực hiện trong sự có mặt của vi sinh vật sản sinh rượu bằng cách lên men và đường hóa đồng thời.

8. Quy trình theo điểm 1, trong đó quy trình này được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 40°C đến 60°C, giá trị độ pH nằm trong khoảng từ 4 đến 6 và ở áp suất khí quyển.

9. Quy trình theo điểm 1, trong đó điện năng tiêu thụ của động cơ so với khối lượng của thể tích phản ứng nằm trong khoảng từ 0,5 đến 2 kW/tấn

10. Quy trình theo điểm 1, trong đó nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ được cho tiếp xúc với nước và một hoặc nhiều enzym ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 18% đến 40% khối lượng chất khô.

11. Quy trình theo điểm 1, trong đó nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ được cho tiếp xúc với nước và một hoặc nhiều enzym ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 16% đến 30% khối lượng chất khô.
12. Quy trình theo điểm 1, trong đó một hoặc nhiều enzym được cho tiếp xúc ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 5mg đến 30mg enzym /1g xenluloza.
13. Quy trình theo điểm 1, trong đó thời gian tiếp xúc nằm trong khoảng từ 2 giờ đến 12 giờ.
14. Quy trình theo điểm 1, trong đó quy trình này được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 45°C đến 55°C, giá trị độ pH nằm trong khoảng từ 4,5 đến 5,0 và ở áp suất khí quyển.
15. Quy trình theo điểm 1, trong đó nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ được điều chế bằng bước ngâm axit và bước bùng nổ hơi nước tiếp theo.
16. Quy trình theo điểm 1, trong đó trong bước (i) cấp nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ được thực hiện bằng phương pháp theo mẻ có bổ sung dinh dưỡng trong đó nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ được cấp theo mẻ vào thiết bị phản ứng và thể tích phản ứng không được lấy ra khỏi thiết bị phản ứng.
17. Quy trình theo điểm 1, trong đó trong bước (i) cấp nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ được thực hiện bằng phương pháp liên tục trong đó nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ được cấp liên tục vào thiết bị phản ứng trong khi một phần khối lượng thể tích phản ứng được lấy ra để duy trì khối lượng thể tích phản ứng trong thiết bị phản ứng không đổi.
18. Quy trình theo điểm 1, trong đó bước a) được thực hiện bằng cách gia tăng tốc độ dòng cấp nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ, trong khi đó tốc độ dòng cấp enzym và nước được giảm để duy trì thể tích phản ứng không đổi, và tốc độ dòng đầu ra vẫn không đổi.
19. Quy trình theo điểm 1, trong đó bước a) được thực hiện bằng cách gia tăng tốc độ dòng cấp nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ và tốc độ dòng cấp enzym và nước để duy trì hàm lượng enzym và hàm lượng chất khô không đổi, sau đó tốc độ dòng đầu ra được gia tăng để duy trì thể tích phản ứng không đổi

20. Quy trình theo điểm 1, trong đó bước a) được thực hiện bằng cách gia tăng tốc độ dòng cấp nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ trong khi tốc độ dòng cấp enzym và nước vẫn không đổi, và tốc độ dòng đầu ra được gia tăng để duy trì thể tích phản ứng không đổi.
21. Quy trình theo điểm 1, trong đó bước b) được thực hiện bằng cách giảm tốc độ dòng cấp nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ, gia tăng tốc độ dòng cấp enzym và nước để duy trì thể tích phản ứng không đổi, và duy trì tốc độ dòng đầu ra không đổi.
22. Quy trình theo điểm 1, trong đó sau khi sản xuất nguyên liệu lignoxenluloza hóa lỏng trong bước (i) nguyên liệu lignoxenluloza hóa lỏng này được chuyển vào thiết bị phản ứng khác để thực hiện bước đường hóa (ii).
23. Quy trình theo điểm 1, trong đó nguyên liệu lignoxenluloza hóa lỏng được sản xuất trong bước hóa lỏng (i) được thực hiện ban đầu bằng phương pháp theo mẻ có bổ sung dinh dưỡng trong đó nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ được cấp theo mẻ vào thiết bị phản ứng và thể tích phản ứng không được lấy ra khỏi thiết bị phản ứng, sau đó bước hóa lỏng (i) được thực hiện bằng phương pháp liên tục trong đó nguyên liệu lignoxenluloza đã xử lý sơ bộ được cấp liên tục vào thiết bị phản ứng trong khi một phần khối lượng thể tích phản ứng được lấy ra để duy trì khối lượng thể tích phản ứng trong thiết bị phản ứng không đổi.