



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

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

(11)



1-0038697

(51)⁷ C05F 1/00; C05F 9/00; C05F 9/02; (13) B
C12M 1/00; C25B 3/00; C12P 39/00;
C12P 5/02; C12P 7/40; C12P 7/52; C12P
7/54; C05F 1/02; C12M 1/107

(21) 1-2017-00250

(22) 17/07/2015

(86) PCT/FR2015/051967 17/07/2015

(87) WO 2016/012701 A1 28/01/2016

(30) 1457198 25/07/2014 FR

(45) 26/02/2024 431

(43) 26/06/2017 351A

(73) AFYREN (FR)

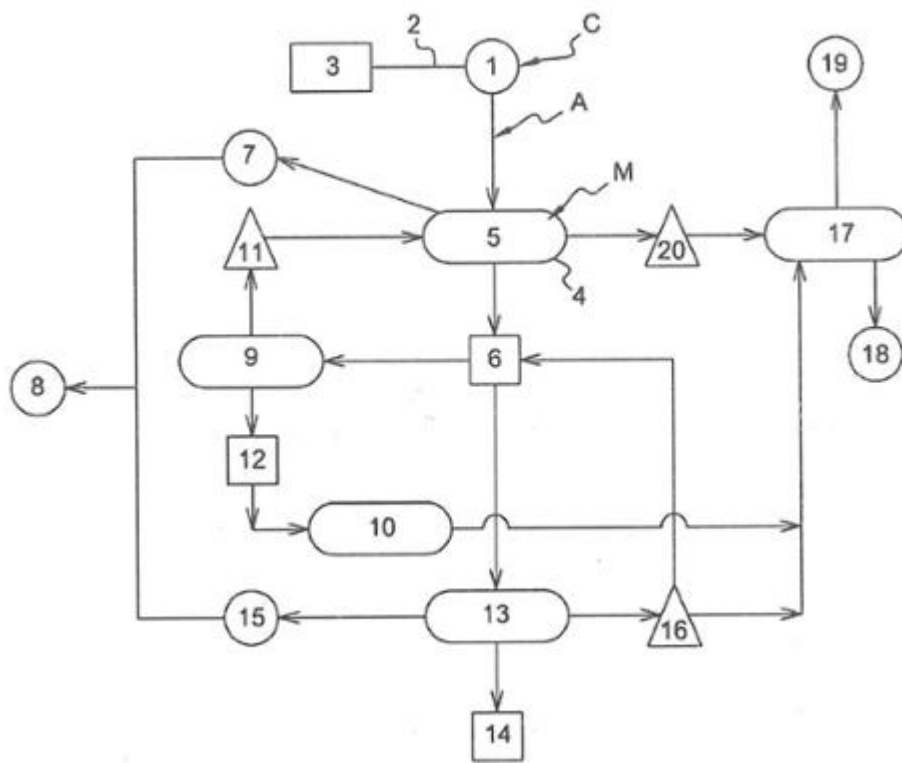
Biopôle Clermont Limagne, 63360 Saint Beauzire, France

(72) NOUAILLE, Régis (FR); PESSIOT, Jérémy (FR).

(74) Công ty TNHH Quốc tế D & N (D&N INTERNATIONAL CO.,LTD.)

(54) QUY TRÌNH TẠO RA AXIT BÉO DỄ BAY HƠI TỪ SINH KHỐI CÓ THỂ LÊN MEN

(57) Quy trình tạo ra các phân tử hữu cơ từ sinh khối có thể lên men bao gồm bước lên men kỵ khí (5) tạo ra axit béo dễ bay hơi (6), các tiền chất được biến đổi thành các phân tử hữu cơ cuối cùng bằng phương thức không lên men. Nó cũng bao gồm ít nhất các bước sau: a) bước chiết (9) ít nhất một phần axit béo dễ bay hơi từ môi trường lên men theo cách không gây ảnh hưởng đến quá trình tạo ra chất chuyển hóa lên men do vi sinh vật (M), và đưa một phần của pha lỏng (11) chứa vi sinh vật từ bước chiết (9), b) bước tổng hợp (13) các phân tử hữu cơ từ chất chuyển hóa lên men hoặc từ axit béo dễ bay hơi đã chiết được trong bước a), c) tiếp tục các bước a) đến b) cho đến khi thu được các phân tử cuối cùng, về mặt định lượng và định tính. Sáng chế cũng đề cập đến hệ thống thiết bị để tiến hành quy trình này.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến quy trình tạo ra các phân tử từ sinh khối có thể lên men. Quy trình tạo ra này được tiến hành từ sinh khối cho đến khi tạo ra các phân tử có lợi ích có thể sử dụng trực tiếp, theo cách tương tự như quy trình tạo ra các phân tử trong phương pháp tinh chế sinh học. Ở đây, quy trình theo sáng chế bao gồm bước lên men kỵ khí, cùng với các bước khác.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Sinh khối có thể lên men ở đây để chỉ một cách thuận lợi nhưng không hạn chế ở cơ chất hữu cơ không phải là thức ăn thu được từ sản phẩm thải loại, sản phẩm phụ và sản phẩm thừa cấu tạo từ nguyên liệu hữu cơ, tức là sinh khối từ các hoạt động của con người liên quan đến các hoạt động trong gia đình, công nghiệp, nông nghiệp, lâm nghiệp, nuôi trồng thủy sản, công nghiệp chế biến nông sản hoặc từ ngành chăn nuôi vật nuôi. Theo ví dụ không hạn chế, đó có thể là cơ chất hữu cơ, phân, phần hữu cơ của rác thải sinh hoạt, sản phẩm thừa của lò mổ, các chất bã xenluloza hoặc ligno-xenluloza từ ngành công nghiệp chế biến nông sản, như từ việc chế biến mía (bã mía), hạt hướng dương hoặc đậu nành.

Quá trình lên men kỵ khí được hiểu là quá trình lên men được tiến hành trong điều kiện hiếm khí do vi sinh vật, sinh vật có nhân điển hình hoặc nhân không điển hình, như vi khuẩn, nấm, tảo hoặc nấm men.

Ở đây, thuật ngữ phân tử là để chỉ, nhưng không hạn chế ở, phân tử được gọi là tiền chất. Các tiền chất này sau đó có thể tạo ra các phân tử khác có lợi ích hơn về mặt sinh năng lượng và/hoặc hóa học so với tiền chất, sẽ hiểu rằng chúng là các phân tử hữu cơ. Các phân tử có lợi ích về mặt sinh năng lượng và/hoặc hóa học, có thể là, ví dụ, các phân tử có mạch cacbon, như axit, hydrocacbon, metan, este, rượu, amit hoặc polyme.

Hiện nay, các phân tử có lợi ích về mặt sinh năng lượng và/hoặc hóa học thường có nguồn gốc từ nguyên liệu hóa thạch thô như hydrocacbon. Việc tạo ra chúng từ nguyên liệu thô có thể tái chế như sinh khối theo cách đó là một giải pháp có lợi ích về mặt kinh

tế và sinh thái. Các phương pháp để tạo ra một kiểu phân tử từ cơ chất hữu cơ đã được biết rõ. Đó ví dụ có thể là quy trình sản xuất etanol, là một thành phần quan trọng của nhiên liệu sinh học thế hệ đầu cho phương tiện giao thông, có nguồn gốc từ sinh khối, chủ yếu là sinh khối thức ăn như ngô, lúa mỳ, củ cải đường hoặc mía. Các quy trình như vậy không chỉ tạo ra chỉ một kiểu đơn giản các phân tử có thể thu hồi, mà một tỷ lệ lớn cacbon trong cơ chất còn được chuyển hóa thành sản phẩm phụ có giá trị thương mại thấp, như cacbon dioxit. Ngoài ra, việc thu hồi các phân tử có lợi ích, bằng các phương pháp khác nhau, dẫn đến việc tạo ra lượng lớn chất thải, điều này là một vấn đề về môi trường. Hơn nữa, vi sinh vật được sử dụng trong quy trình này thường là vi sinh vật biến đổi gen. Để khắc phục điều này, đã có các quy trình cố gắng tạo ra phân tử được gọi là tiền chất bằng cách lên men sinh khối thực phẩm hoặc sinh khối đã được xử lý sơ bộ. Các phân tử này sau đó được biến đổi bằng con đường hóa học đã biết thành các phân tử khả dụng khác. Quá trình biến đổi thành phân tử cuối cùng xảy ra sau và độc lập với giai đoạn tạo ra các phân tử được gọi là tiền chất.

US-A-6 043 392 bộc lộ quy trình tạo ra keton bằng cách xử lý nhiệt muối của axit béo dễ bay hơi thu được bởi quá trình lên men kỵ khí. Một phần của axit béo dễ bay hơi cũng được chuyển hóa thành hydrocacbon, aldehyt và rượu. Ngoài một số lượng hạn chế các sản phẩm cuối cùng thu được bằng quy trình như vậy, quy trình này được tiến hành theo hai bước riêng, cụ thể là bước lên men sau bước xử lý muối của VFA. Nói cách khác, quy trình này không liên tục. Đã biết rằng việc tạo ra axit béo dễ bay hơi được tiến hành nhờ quá trình lên men kỵ khí sẽ gây axit hóa môi trường là điều bất lợi cho vi sinh vật. Do sự axit hóa môi trường gây ức chế vi sinh vật, và do đó làm chậm hoặc thậm chí làm dừng quá trình lên men, quy trình này cần được thực hiện không liên tục. Theo mục đích này, các VFA được chiết sau thời gian lên men xác định. US-A-4 358 537 cũng bộc lộ quy trình *in situ* để tạo ra carbohydrat từ các gói than bùn. Ở đây, các VFA không phải là sản phẩm được tìm kiếm ở dạng tiền chất. Tương tự, US-A-2013/309 740 bộc lộ quá trình lên men kỵ khí mà mục đích của nó là tạo ra metan, các VFA là sản phẩm thải cần được loại bỏ. Các quy trình theo cách này không thể tạo ra nhanh và liên tục phân tử được gọi là tiền chất, do hiệu suất không tối ưu.

Hiện nay, trong phạm vi một quy trình công nghiệp để tạo ra phân tử bằng quá

trình lên men từ sinh khối, điều quan trọng là, để đảm bảo sản lượng của hệ thống thiết bị, cần có một quy trình có hiệu suất và khả năng tương hợp với sự tạo ra các phân tử khác nhau không chỉ cao đến mức có thể, mà còn phải ổn định và có kiểm soát trong khi vẫn hạn chế tạo ra chất thải và nước thải mà sau đó cần phải xử lý. Điều này rất quan trọng vì cơ chất hữu cơ được sử dụng, sinh khối có thể lên men, chủ yếu là từ nguồn nông nghiệp, công nghiệp, gia đình và/hoặc thức ăn nông nghiệp, để đảm bảo các thể tích lớn. Kết quả là, có sự thay đổi lớn, về định lượng và định tính của cơ chất, phụ thuộc vào các yếu tố khác nhau như địa điểm hoặc mùa.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Cụ thể hơn, mục đích của sáng chế là khắc phục các bất lợi trên bằng cách đề xuất quy trình có thể tạo ra, theo cách ổn định và có kiểm soát, các phân tử nguồn gốc sinh học khác nhau, tức là các phân tử từ sinh khối, bằng phương pháp tinh chế sinh học.

Với mục đích này, sáng chế đề xuất quy trình tạo ra các phân tử hữu cơ từ sinh khối có thể lên men, bao gồm bước lên men kỵ khí, bước lên men này tạo ra chất chuyển hóa lên men được gọi là tiền chất, như axit béo dễ bay hơi, các chất chuyển hóa được gọi là tiền chất này được biến đổi thành các phân tử hữu cơ cuối cùng bằng phương thức không lên men, quy trình này bao gồm ít nhất một bước bao gồm tiến hành lên men cơ chất hữu cơ đã được tạo ra bởi sinh khối có thể lên men trong bình phản ứng lên men cho đến khi tạo ra, chất chuyển hóa lên men, là axit béo dễ bay hơi (VFA) có mạch cacbon có từ 1 đến 8 cacbon, đặc trưng trong đó bao gồm ít nhất các bước sau:

- a) bước chiết, từ thời điểm bắt đầu tạo ra đến khi tạo ra tối đa axit béo dễ bay hơi nêu trên, ít nhất một số axit béo dễ bay hơi từ môi trường lên men sao cho không gây ảnh hưởng đến quá trình tạo ra chất chuyển hóa lên men do vi sinh vật, và đưa ít nhất một phần pha lỏng chứa vi sinh vật từ bước chiết vào trong bình phản ứng lên men,
- b) bước tổng hợp các phân tử hữu cơ từ chất chuyển hóa lên men đã tạo ra trong bình phản ứng lên men hoặc từ axit béo dễ bay hơi được chiết trong bước a),
- c) tiếp tục các bước a) đến b) cho đến khi thu được các phân tử hữu cơ cuối cùng, về định lượng và định tính.

Quy trình này có thể tạo ra chất chuyển hóa có thể lên men đã biết là tiền chất, cụ

thể là axit béo dễ bay hơi, một cách liên tục trong khi vẫn bảo vệ nhóm vi sinh vật có trong bình phản ứng sinh học. Thực tế, bước chiết có thể không chỉ tránh được việc tích tụ axit béo dễ bay hơi trong môi trường, mà còn bảo vệ được vi sinh vật, bước chiết được tiến hành trong các điều kiện không gây chết cho tất cả vi sinh vật. Nói cách khác, bước chiết là tương thích sinh học, tức là nó không gây cản trở hoặc làm suy giảm môi trường sinh học mà bước chiết được thực hiện trong đó. Theo cách này, sẽ tránh được các vấn đề liên quan đến sự tích tụ tiền chất trong bình phản ứng, ví dụ, sự axit hóa môi trường lên men do tích tụ axit béo dễ bay hơi có thể gây hại cho vi sinh vật. Hoạt tính của vi sinh vật được duy trì ở mức cao, gần với mức ban đầu, trong suốt chu trình lên men, do hầu hết vi sinh vật không bị ức chế bởi bước chiết này.

Theo khía cạnh thuận lợi nhưng không bắt buộc của sáng chế, phương pháp theo sáng chế có thể có một hoặc nhiều đặc điểm sau:

- trước bước a), hỗn hợp của vi sinh vật từ hệ sinh thái tự nhiên đã xác định được chủng vào trong bình phản ứng lên men.
- Các bước từ a) đến c) được thực hiện liên tục.
- Các phần còn lại từ quy trình này là thích hợp để sử dụng làm chất bổ sung, phân bón hoặc làm sản phẩm phụ như metan.

Sáng chế cũng đề cập đến hệ thống thiết bị để tiến hành phương pháp theo một trong các đặc điểm trên, đặc trưng trong đó hệ thống thiết bị này ít nhất bao gồm

- một bình phản ứng lên men,
- một thiết bị chiết thích hợp để đảm bảo bước chiết axit béo dễ bay hơi chứa trong pha lỏng tạo ra trong quá trình lên men, và
- một thiết bị tổng hợp như bình phản ứng hóa học hoặc bình điện phân, thích hợp để đảm bảo bước tổng hợp chất chuyển hóa lên men trong quá trình lên men thành các phân tử hữu cơ cuối cùng.

Theo khía cạnh thuận lợi nhưng không bắt buộc, một hệ thống thiết bị như vậy có thể có các đặc điểm sau:

- bao gồm ít nhất một thiết bị để chứa cơ chất.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Sáng chế sẽ được hiểu rõ hơn và các lợi điểm của nó sẽ trở nên rõ ràng bởi phần mô tả các phương án sáng chế sau đây, trình bày ở các ví dụ không hạn chế và tham khảo các hình vẽ sau đây, trong đó:

- Fig. 1 là giản đồ đặc trưng cho quy trình là đối tượng của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các bước khác nhau của quy trình này được mô tả sau đây theo nhiều phương án, sẽ hiểu rằng các bước đã biết rõ sẽ không được nêu cụ thể. Cụ thể là, tham khảo sơ đồ trong Fig.1 minh họa một phương án có lợi theo sáng chế. Cụ thể, quy trình này được mô tả trong trường hợp hệ thống lên men liên tục. Trên thực tế, đã biết rõ rằng các bước này bắt đầu cùng lúc với khi bắt đầu quá trình lên men.

Đầu tiên, thuận lợi là cơ chất 1 được sử dụng ở đây là chưa được xử lý, tức là chưa được đưa vào xử lý sơ bộ hóa lý hoặc bằng enzym bất kỳ. Theo một phương án biến đổi, cơ chất 1 có thể đã được đưa vào xử lý cơ học, ví dụ, bước nghiền 2, bước này tạo thuận lợi cho tác động của vi sinh vật lên cơ chất. Cơ chất chủ yếu bao gồm sinh khối 3 từ hoạt động của con người. Theo ví dụ không hạn chế, đó có thể là chất thải nông nghiệp hoặc cây trồng (rom, bã mía, thân cây ngô, cỏ, gỗ, mẫu vụn), giấy loại (bìa cứng, giấy), thực ăn nông nghiệp thừa, rác thải lò mổ, phần hữu cơ của rác thải sinh hoạt, nước thải từ trang trại vật nuôi (phân, nước thải từ chuồng ăn, phân động vật), tảo, chất thải từ nuôi trồng thủy sản, rác thải lâm nghiệp, hoặc sản phẩm thừa có thể lên men của công nghiệp mỹ phẩm. Theo phương án khác, cơ chất 1 đã được xử lý sơ bộ hóa lý hoặc bằng enzym, mặc dù đây là phương án không được ưu tiên.

Một phương án được ưu tiên nhưng không hạn chế, cơ chất 1 được sử dụng nguyên vẹn như khi được cung cấp, với điều kiện là khả năng lên men của nó được bảo tồn. Khả năng lên men này có đặc trưng là khả năng tạo metan của sinh khối, thường được gọi tắt là BMP (Biochemical Methane Potential). Phản ứng khử hydrat có kiểm soát, như được mô tả trong đơn Patent FR1302119 của người nộp đơn, có thể duy trì được khả năng lên men này trong khoảng thời gian vài tháng.

Một số cơ chất nhất định cũng chứa các phân tử hữu cơ như axit hữu cơ, nó sẽ

không ảnh hưởng đến hoặc chỉ ảnh hưởng không đáng kể đến quy trình lên men. Ngược lại, các phân tử này có thể được tìm thấy trong môi trường lên men và ví dụ, ở dạng tiền chất, sẽ tham gia vào quá trình tạo ra các phân tử hữu cơ cuối cùng.

Đối với một số kiểu cơ chất nhất định, có thể thuận lợi nếu đưa thêm chất dinh dưỡng và/hoặc chất khoáng để làm tăng sự phát triển vi khuẩn và/hoặc điều chỉnh độ pH của cơ chất và/hoặc của sản phẩm phụ thúc đẩy quá trình tạo ra VFA hoặc các phân tử khác. Ví dụ, đó có thể là bổ sung, với lượng nhỏ, NaOH, KOH, Ca(OH)_2 , K_2HPO_3 , KH_2PO_3 , glyxerol hoặc các dung dịch vitamin hoặc nguyên tố vi lượng. Việc bổ sung này được thể hiện bởi mũi tên A.

Cơ chất được đưa vào trong bình phản ứng lên men 4, bình này đã được biết rõ và có kích thước phù hợp với quy trình sản xuất mong muốn, cho dù quy trình này là ở quy mô phòng thí nghiệm để tiến hành các thử nghiệm hoặc theo quy mô sản xuất. Nói cách khác, bình phản ứng lên men 4 hoặc bình phản ứng sinh học có thể tích thay đổi từ vài lít đến vài trăm mét khối, phụ thuộc vào nhu cầu.

Một cách thuận lợi, nhưng không bắt buộc, vi sinh vật được đưa trước vào bình phản ứng lên men 4, muộn nhất là khi bắt đầu, với lượng đủ để khởi động quá trình lên men. Rõ ràng, lượng vi sinh vật được đưa vào phụ thuộc vào cơ chất, cùng với các yếu tố khác. Các vi sinh vật này được chúng ở dạng tập hợp, minh họa bởi mũi tên M. Thuật ngữ tập hợp để chỉ một hỗn hợp hoặc tổ hợp vi sinh vật, sinh vật có nhân điển hình hoặc nhân không điển hình, có thể là vi khuẩn, nấm men, nấm hoặc tảo. Các vi sinh vật M về cơ bản là từ hệ sinh thái tự nhiên thích hợp để tiến hành quá trình lên men trong điều kiện hiếm khí. Theo ví dụ không hạn chế, hệ sinh thái có thể là vùng kỵ khí của môi trường thủy sinh, như vùng thiếu oxy của một số hồ, đất, đầm lầy, bùn nước thải, dạ cỏ của động vật nhai lại, hoặc trong ruột mối. Nên ghi nhớ rằng sự phân bố định tính và định lượng của các kiểu và loài khác nhau của vi sinh vật trong tập hợp M là chưa được biết chính xác và, đặc biệt, có thể thay đổi nhiều. Nó chỉ ra rằng sự đa dạng về định tính và định lượng này của vi sinh vật ngay nhiên góp phần tạo ra độ mạnh và khả năng tương hợp của quy trình lên men, có thể đảm bảo việc sử dụng tối ưu cơ chất, bất kể thành phần của cơ chất, và trong các điều kiện lên men thay đổi.

Hơn nữa, do một thực tế là cơ chất 1 được sử dụng ở dạng nguyên bản, tức là nó

chưa được tiệt khuẩn hoặc, thông thường nhất, chưa được loại vi sinh vật chứa trong cơ chất trước khi đưa nó vào bình phản ứng sinh học, phát hiện thấy rằng các vi sinh vật đặc hữu của cơ chất 1 trên thực tế là đã được đưa vào trong tập hợp M hoặc ít nhất được kết hợp với tập hợp M trong bình phản ứng sinh học 4.

Hơn nữa, quan sát thấy sự dao động lớn không chỉ giữa các tập hợp khác nhau của các dòng giống nhau mà còn giữa các tập hợp giống nhau trong quá trình lên men. Các nghiên cứu của tác giả sáng chế (Pessiot et al., Fed-batch Anaerobic Valorization of Slaughterhouse By-products with Mesophilic Microbial Consortia Without Methane Production. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, ngày 6, tháng Một, năm 2012) đã chỉ ra rằng sự dao động này là do các sóng liên tiếp của các nhóm vi sinh vật, nhưng các nhóm vi sinh vật này, một cách tổng thể, là tương đương về mặt hoạt tính và kiểu vi sinh vật, trong một giai đoạn xác định. Do thực tế này, sản phẩm của quá trình lên men là tương đối ổn định, ít nhất về mặt định tính.

Với quan điểm để tạo ra axit béo dễ bay hơi, bước lên men 5 thể hiện, theo quy trình của sáng chế, các đặc điểm được quan tâm như thực tế xảy ra trong các điều kiện không vô khuẩn. Tập hợp M của vi sinh vật có thể sử dụng cơ chất 1 theo cách tối ưu, và không cần bổ sung sản phẩm như enzym. Hơn nữa, bước lên men 5 xảy ra trong điều kiện hiếm khí, cụ thể hơn là khi điện thế oxi hóa khử thấp hơn -300mV, thuận lợi nằm trong khoảng từ -550 mV đến -400 mV, khi độ pH thấp hơn 8, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 4 đến 7. Do đó, bước lên men 5 thuận lợi được giới hạn ở việc tạo ra chất chuyển hóa lên men được gọi là tiền chất, tức là tạo ra axit béo dễ bay hơi hay VFA. Thực tế, mục đích là tiến hành, trong bình phản ứng lên men 4, phản ứng tương tự như hiện tượng nhiễm axit gặp phải ở động vật nhai lại; trong khi vẫn hạn chế đến mức có thể sự tạo ra metan là một trong những chất chuyển hóa cuối cùng thông thường thu được sau khi hoàn thành quá trình lên men kỵ khí.

Bước lên men 5 tiến hành theo sáng chế với tập hợp M, trái ngược với quá trình lên men với các chủng đã xác định, có thể làm suy giảm không chỉ các đường (pentoza, hexoza hoặc đường khác) có trong cơ chất 1, mà còn giảm tỷ lệ chính của các thành phần trong cơ chất 1, như protein, axit nucleic, lipid, và axit carboxylic. Do đó, hiệu suất của bước lên men 5 là đặc biệt cao, mức tạo ra chất thải là thấp. Quá trình lên men các

phân tử phức tạp như protein là có lợi ích đặc biệt, do nó có thể, cùng với các tác động khác, tạo ra axit butyric, axit 2-metylbutyric, và axit isovaleric. Các axit béo dễ bay hơi phân nhánh là tiền chất có hiệu lực cao để tạo ra các phân tử phân nhánh như hydrocarbon phân nhánh, có lợi ích như nhiên liệu. Nói cách khác, bước lên men 5 tạo ra, cùng với các hợp chất khác được tạo ra, tiền chất để tổng hợp nhiên liệu sinh học và tổng hợp các phân tử sinh học có lợi ích trong hóa học.

Cụ thể hơn, trong bước đầu tiên, bước lên men 5 dẫn đến sự hình thành axit béo dễ bay hơi có từ 1 đến 8 cacbon, chủ yếu là từ 2 đến 4 cacbon, như axit axetic, axit propionic, và axit butyric. Ngoài ra, thu được axit béo dễ bay hơi có mạch dài, tức là nhiều hơn 4 cacbon, như axit valeric, axit caproic, axit heptanoic hoặc axit octanoic. Bằng cách tiếp tục quá trình lên men và/hoặc tăng lượng vi sinh vật trong bình phản ứng sinh học 4, nếu cần, bằng các vi sinh vật được chọn, có thể thúc đẩy quá trình tạo ra VFA có mạch cacbon dài, tức là nhiều hơn bốn cacbon. Nói cách khác, chất chuyển hóa tạo ra về lượng trong bước lên men 5 là axit béo dễ bay hơi, hầu hết đều có từ 2 đến 6 cacbon.

Nên chú ý rằng cũng có thể bổ sung vào bình phản ứng lên men 4 các axit carboxylic có mạch cacbon dài (C8 đến C22) sẽ được lên men và biến đổi, trong các bước biến đổi hóa học sau đó, thành các hydrocarbon như octan và kerosen. Các axit carboxylic có thể được bổ sung, theo mũi tên C, ở dạng chưa xử lý hoặc thông qua các cơ chất chứa chúng, như một số sản phẩm thực vật chứa dầu. Theo ví dụ không hạn chế, có thể là dầu hướng dương, dầu đậu nành, dầu dừa và dầu cọ, dầu lạc hoặc dầu cây Jatropha. Các axit carboxylic này hoặc các dầu này thuận lợi được đưa vào trong cơ chất 1.

Bước lên men 5 có thể được tiến hành theo kiểu không liên tục hoặc theo mẻ, theo kiểu liên tục-không liên tục hoặc kiểu mẻ bổ sung cơ chất, hoặc liên tục trong bình phản ứng riêng hoặc trong nhiều bình phản ứng lên men được bố trí liên tiếp.

Bước lên men 5 được tiến hành bằng kỹ thuật lên men thông thường để tạo ra điều kiện hiếm khí. Với mục đích này, việc sử dụng khí quyển cacbon đioxit được ưu tiên, cho dù các chất khí khác như nitơ hoặc argon có thể được cân nhắc để đạt được điều kiện hiếm khí. Nhiệt độ trong (các) bình phản ứng lên men 4 nằm trong khoảng từ 20 đến 60°C, tốt hơn là từ 35 đến 42°C. Độ pH thấp hơn 8, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 4 đến 7. Điện thế oxi hóa khử thấp hơn -300mV, thuận lợi từ -550mV đến -400mV. Phương tiện để kiểm

soát và duy trì nhiệt độ và độ pH đã được biết rõ.

Bước lên men 5 được duy trì đủ lâu để tạo ra axit béo dễ bay hơi trong pha lỏng, được minh họa bằng bước chuyển 6. Thời gian lên men thay đổi theo hàm của, cùng với các yếu tố khác, cơ chất 1, các vi sinh vật M có mặt, nồng độ VFA ban đầu, và điều kiện lên men. Đặc trưng, thời gian lên men là từ 1 đến 7 ngày, tốt hơn là từ 2 đến 4 ngày. Nồng độ của VFA 6 thu được trong môi trường lên men ở cuối giai đoạn này là thay đổi, nhưng thường nằm trong khoảng từ 10 đến 20g/L, phụ thuộc vào axit béo dễ bay hơi, hiểu rằng trong các điều kiện nhất định thì nồng độ này có thể cao hơn 35g/L, ví dụ, gần đến 50g/L. Khi kết thúc bước lên men, môi trường lên men có độ pH axit, thường nằm trong khoảng từ 4 đến 6.

Rõ ràng, bước lên men 5 tạo ra các hợp chất khác, cụ thể là các chất khí 7, như cacbon đioxit, hydro hoặc metan, mà chúng, thuận lợi, được thu hồi và sử dụng theo cách đã biết, theo bước chuyển 8.

Cacbon đioxit, ví dụ, được đưa trở lại vào trong bình phản ứng lên men 4 để tham gia vào việc duy trì điều kiện hiếm khí. Theo phương án biến đổi, nó được sử dụng làm nguồn cacbon để tạo ra sinh khối quang hợp. Các chất chuyển hóa khác được tạo ra, ví dụ, axit lactic, este, và rượu. Rượu có thể hoặc được đưa trở lại vào trong bình phản ứng sinh học 4 để tiếp tục bước lên men 5, hoặc được sử dụng cho các ứng dụng khác như bước biến đổi hoặc sau biến đổi.

Bước tiếp theo là bước chiết 9 axit béo dễ bay hơi 6 đã được tạo ra. Axit béo dễ bay hơi, bằng các phản ứng đã được biết rõ, sẽ tạo ra, trong bước 10 tiếp theo, các phân tử có nguồn gốc sinh học, phụ thuộc vào nhu cầu đã xác định. Theo phương án biến đổi, như được chỉ ra ở trên, chúng tạo ra cơ chất cho quá trình lên men thứ cấp để tạo ra axit béo dễ bay hơi có mạch cacbon dài hơn. Quá trình lên men này có thể được tiến hành trong cùng một bình phản ứng, tiếp sau quá trình lên men thứ nhất, hoặc, theo phương án biến đổi, trong bình phản ứng khác. Ví dụ, đó có thể là quá trình lên men thứ cấp axit axetic và axit butyric, bởi một số vi sinh vật nhất định như *Megasphaera edelsnii* hoặc *Clostridium kluyveri*, để tạo ra axit caproic và axit caprylic. Quá trình lên men như vậy do đó có thể làm tăng các lượng VFA nhất định ban đầu có với lượng hạn chế.

Trong tất cả các trường hợp, axit béo dễ bay hơi 6 đã được tạo ra trong pha lỏng bởi quá trình lên men kỵ khí 5, được chiết ít nhất từng phần, được chiết trong điều kiện sao cho bước chiết 9 không gây ảnh hưởng đến, hoặc ít nhất chỉ ảnh hưởng nhẹ, đến quá trình tạo ra axit béo dễ bay hơi do vi sinh vật có trong môi trường lên men. Khi axit béo dễ bay hơi được chiết từ môi trường lên men, sự axit hóa môi trường do các axit này thực sự được giảm đi.

Một cách thuận lợi, ở mức độ mà phương pháp chiết được sử dụng không gây chết cho tất cả vi sinh vật, phát hiện ra rằng pha lỏng còn lại 11, sau bước chiết 9, cũng chứa một lượng nhất định vi sinh vật sống và do đó là vi sinh vật có thể hoạt động. Do trong pha lỏng 11, nồng độ của axit béo dễ bay hơi 6 là thấp hơn của môi trường lên men, do đó có thể bơm nó trở lại vào trong bình phản ứng lên men 4. Vì vậy, không chỉ là axit béo dễ bay hơi có trong môi trường được pha loãng trong giai đoạn lên men 5, và độ pH của môi trường được tăng lên, mà môi trường này còn được chủng lại bằng vi sinh vật, đảm bảo bước lên men 5 bằng bước chiết 9 hợp chất axit 6.

Giải pháp như vậy có thể tối ưu hóa hiệu suất của bước lên men 5 và tiến hành quá trình lên men liên tục trong khi vẫn làm giảm thời gian phản ứng và hạn chế việc tạo ra chất thải đến mức gần bằng 0.

Bước chiết 9 thuận lợi được tiến hành trong pha lỏng. Nó được tiến hành liên tục hoặc liên tiếp, ví dụ, với một bước chiết trong mỗi 12 giờ. Trong tất cả các trường hợp, việc chiết một phần axit béo dễ bay hơi được tiến hành từ thời điểm bắt đầu tạo ra đến thời điểm tạo ra tối đa chất chuyển hóa. Một cách thuận lợi, bước chiết được tiến hành gần ngưỡng ức chế vi sinh vật bởi axit béo dễ bay hơi. Ngưỡng này phụ thuộc vào cơ chất và điều kiện lên men, cùng với các yếu tố khác. Tương tự, việc đưa pha lỏng từ bước chiết được tiến hành trong thời gian có thể duy trì mức tạo ra axit béo dễ bay hơi cao, tức là gần với mức tiến hành chiết.

Khi được chiết 9, axit béo dễ bay hơi 6 được tinh chế 12 và/hoặc biến đổi, theo bước chuyển 10, thành các sản phẩm khác như alkan, alken, amit, amin, este, polyme, sử dụng các kỹ thuật đã được biết rõ, như chưng cất, điện tổng hợp, este hóa, amit hóa hoặc polyme hóa.

Đồng thời, theo một phương án biến đổi thuận lợi, một phần của axit béo dễ bay hơi 6 đã tạo ra trong bước lên men 5 không được chiết nhưng được đưa vào bước điện tổng hợp 13 hoặc tổng hợp bằng điện phân. Theo cách này, hydrocacbon được tạo ra chủ yếu là từ khoảng axit béo dễ bay hơi có mạch cacbon dài, cho đến axetat.

Bước điện tổng hợp 13 có thể chuyển hóa axit béo dễ bay hơi 6 đã tạo ra thành các lượng lớn hợp chất khí và lỏng 14 qua phản ứng khử cacboxyl điện hóa Kolbe và/hoặc Hofe-Moest đã biết. Hai phản ứng này xảy ra đồng thời trong quá trình tổng hợp bằng điện phân, nhưng có thể thực hiện việc điều chỉnh để thúc đẩy một phản ứng hoặc phản ứng còn lại trong số hai phản ứng này, bằng cách thay đổi dễ dàng các thông số kiểm soát như mô tả sau đây. Các chất chuyển hóa khác nhau có thể được tạo ra bằng cách thay đổi các thông số này, điều này cho phép tạo ra một cách linh hoạt các phân tử khác nhau, cả về mặt định tính và định lượng.

Bước điện tổng hợp 13 có thể chuyển hóa axit béo dễ bay hơi trực tiếp trong môi trường lên men. Kết quả là, bước điện tổng hợp cũng là một phương thức để chiết axit béo dễ bay hơi từ môi trường lên men.

Khi các phân tử hữu cơ khác như axit carboxylic hoặc rượu được bổ sung vào axit béo dễ bay hơi, khoảng hydrocacbon và sản phẩm có thể được tạo ra sẽ mở rộng.

Ngạc nhiên quan sát thấy rằng bước điện tổng hợp có thể được tiến hành trong môi trường lên men, trong các điều kiện phản ứng nhẹ, ở nhiệt độ và áp suất xung quanh, ở từ 3V hoặc lớn hơn 3V, và mật độ dòng tại anốt là 1mA/cm² hoặc lớn hơn 1mA/cm², ví dụ, sử dụng điện cực cấu tạo từ platin hoặc cacbon như, ví dụ, grafit.

Liên quan đến điều kiện điện tổng hợp, độ pH của pha nước chứa axit béo dễ bay hơi nằm trong khoảng từ 2 đến 11, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 5,5 đến 8. Trong các điều kiện độ pH axit hoặc trung hòa, phản ứng Kolbe cung cấp alkan được ưu tiên, trong khi trong điều kiện độ pH kiềm, ưu tiên chiều khử proton oxy hóa của phản ứng Hofer-Moest cung cấp alken.

Trong bước điện tổng hợp 13, VFA, tức là axit carboxylic, có mạch cacbon ngắn và trung bình, phải ở dạng carboxylat để được sử dụng. Đây là lý do vì sao độ pH thấp không chỉ có xu hướng làm giảm nồng độ của axit béo dễ bay hơi ở dạng anion, mà còn

làm giảm độ tan của axit carboxylic hoặc VFA có mạch cacbon trung bình. Độ pH có thể được điều chỉnh bằng soda, cùng với các hợp chất khác, để duy trì nồng độ carboxylat cao để trải qua phản ứng điện phân. Thông thường, không cần sử dụng dung môi hữu cơ, môi trường lên men là chất điện phân tốt cho bước điện tổng hợp 13.

Các dung môi hữu cơ chủ yếu chỉ là cần cho các chất phản ứng có độ tan thấp trong nước, như axit carboxylic hoặc VFA có mạch cacbon dài. Trong trường hợp thứ hai, metanol, etanol và isopropanol có thể là dung môi được chọn. Theo cách khác, do độ tan kém của chúng trong các dung dịch nước, các axit carboxylic hoặc VFA có mạch cacbon dài này có thể được tách dễ dàng và được cô để đưa vào bước điện phân trong pha thứ hai và mang lại hiệu suất cao cho sản phẩm điện phân.

Theo phương án biến đổi không bắt buộc, ở mức độ có thể sử dụng bình điện phân chia ngăn, các sản phẩm lần lượt được tạo ra ở anốt và ở catốt có thể được tách dễ dàng.

Theo cách khác, tất cả các hợp chất thu được bằng phương pháp điện tổng hợp có thể được thu hồi trong một vật chứa riêng lẻ và được tách hoặc biến đổi sau đó.

Theo ví dụ không hạn chế, khi thu thập, các sản phẩm khí 15 tạo ra sau khi hoàn thành bước điện tổng hợp 13, như hydro, cacbon đioxit, alkan, alken, có thể được nén và tách bằng phương pháp khí hóa lỏng, như được nêu ở trên trong bước chuyển 8.

Theo phương án khác, có thể cân nhắc việc sử dụng các màng có độ xốp vừa phải trong các bình điện hóa kép để phân cách hai điện cực. Do đó, các điện cực này có thể được đặt rất gần nhau để ngăn cản hiện tượng hồ điện quang.

Mặt khác, các sản phẩm 14 thu được sau khi hoàn thành bước chuyển hóa điện hóa, cùng với các chất khác, là hỗn hợp của hydrocacbon, hydro và cacbon đioxit, chúng không chứa tạp chất so với các khí tự nhiên từ ngành công nghiệp dầu mỏ, cùng với các sản phẩm khác.

Theo một phương án biến đổi, để tăng hiệu suất tổng hợp bằng điện phân, các kỹ thuật hỗ trợ có thể được sử dụng, ví dụ như kỹ thuật siêu âm, từ trường, dòng điện xoay chiều.

Sau khi hoàn thành bước điện tổng hợp 13, các phần còn lại VFA chưa biến đổi 16 được bắt đầu lại, từng phần, ở bước 6 để được chiết (bước 9) và/hoặc được đưa vào

bước điện tổng hợp mới (bước 13). Một phần của phần còn lại 16 được quay vòng trong bước 17, tức là được khí hóa, hóa tro hoặc biến đổi. Chất chuyển hóa lên men như axit béo dễ bay hơi và cơ chất dư từ các bước khác nhau trong bước lên men 5, bước chiết 9 hoặc bước điện tổng hợp 13 được metan hóa (bước 17) để tạo ra phân bón và chất bổ sung, được kết hợp theo bước chuyển 18, và khí sinh học 19. Theo phương pháp sinh thái công nghiệp, bước metan hóa 17 cũng được áp dụng cho phân đoạn 20 của phần còn lại hoặc cơ chất chưa lên men. Do đó, năng lượng và nhiệt được sinh ra, đặc trưng là được sinh ra đồng thời. Quy trình sản xuất năng lượng và nhiệt này, ít nhất một phần, được sử dụng để tiêu hao cho năng lượng cần thiết cho quy trình này.

Do đó, quy trình theo sáng chế có thể tạo ra, một cách thuận lợi, liên tục và ở mức hiệu suất cao, các phân tử cơ bản là cacbon với mức hao hụt cacbon hữu cơ ban đầu thấp nhất.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các ví dụ sau minh họa việc thực hiện quy trình là đối tượng của sáng chế, sử dụng các cơ chất và điều kiện lên men khác nhau.

Ví dụ 1: Phương pháp lên men không liên tục sản phẩm phụ của lò mổ trong bình phản ứng sinh học theo kiểu không vô khuẩn

Bình phản ứng lên men hoặc bình phản ứng sinh học có thể tích sử dụng 5L chứa môi trường nuôi cấy kỵ khí (K_2HPO_4 0,5g/L, KH_2PO_4 0,5g/L, $MgSO_4$ 1,0g/L, $CaCl_2$ 0,1g/L, hemin 1ml/L và vitamin 5ml/L) chứa hỗn hợp của chất thải lò mổ chưa được tiệt khuẩn hàm lượng 100g/L (máu, nội tạng, phân, thịt thải loại, với tỷ lệ là 1/1/1/2) được chủng ở nhiệt độ 38°C trong điều kiện khuấy bằng tập hợp vi sinh vật tự nhiên từ hệ sinh thái kỵ khí như vùng thiếu oxy của hồ rất thiếu dinh dưỡng như hồ Pavin. Trong 1042 giờ của quá trình lên men, thực hiện 9 lần bổ sung mẻ cơ chất và 6 lần bổ sung cơ chất chủ yếu là thịt không vô khuẩn (tổng cộng 886g chất khô). Trong quá trình lên men này, tiến hành nhiều lần theo dõi chất chuyển hóa pha lỏng và pha khí. Sản phẩm của quá trình lên men ở pha lỏng được theo dõi và phân tích. Khi kết thúc quá trình lên men, môi trường lên men chứa tổng các axit béo dễ bay hơi là 16g/L. Hiệu suất thu được là 0,38g tổng các VFA/g chất khô bổ sung vào bình phản ứng. Ví dụ này nên được coi là thử nghiệm đối

chúng, do không có bước chiết và/hoặc bước tổng hợp hóa học điện tổng hợp nào được tiến hành, ngược lại với quy trình theo sáng chế.

Ví dụ 2: Phương pháp lên men bán liên tục các phân đoạn hữu cơ của rác thải sinh hoạt trong bình phản ứng sinh học theo kiểu không vô khuẩn.

Ví dụ 1 được lặp lại với cùng môi trường nuôi cấy, nhưng sử dụng cơ chất gồm có phân đoạn có thể lên men của rác thải sinh hoạt với chất khô hàm lượng 50g/L thay vì chất thải lò mổ. Ngoài ra, và theo quy trình của sáng chế, các bước chiết được tiến hành trên môi trường này trong giai đoạn lên men. Ở đây, quá trình lên men xảy ra trong hơn 2000 giờ, và nhiều trình tự chiết *in situ* được tiến hành trong bình phản ứng sinh học. Quy trình chiết là kiểu lỏng-lỏng, sẽ hiểu rằng axit béo dễ bay hơi thường được tạo ra trong pha lỏng và dung môi được sử dụng cho ví dụ này là pentan. Các quy trình này, mặt khác, có thể làm giảm nồng độ cuối cùng của tổng các axit béo, ví dụ, với một lần chiết trong đó nồng độ trong bình phản ứng được thay đổi từ 26,8g/L đến 20,1g/L tổng các VFA (giảm 23%), bằng cách đó có thể giảm độ axit của môi trường và do đó bảo vệ hoạt tính tối ưu của tập hợp M của vi sinh vật. Bước chiết cũng có thể thu hồi axit béo dễ bay hơi đã được sử dụng cho các quy trình tổng hợp hóa học khác nhau như quy trình sản xuất este và amit.

Các quy trình chiết *in situ* có thể chứng minh khả năng tương thích sinh học của quy trình này, nói cách khác khả năng thu hồi liên tiếp chất chuyển hóa có lợi ích về mặt sinh năng lượng và/hoặc hóa học, như axit béo dễ bay hơi, từ sinh khối thông qua quy trình kết hợp bước lên men và bước chiết. Khả năng tương thích sinh học này có đặc trưng là số vi sinh vật có trong mỗi mL bình phản ứng sinh học, chỉ số này được xác định bằng kỹ thuật phân tích đếm dòng tế bào. Các kết quả nằm trong khoảng, ví dụ, trong khoảng các giá trị mẫu được thu thập trước và sau khi chiết *in situ*, từ $2,3 \times 10^8$ đến $8,0 \times 10^7$ vi sinh vật/mL trong một lượt đo, và từ $2,9$ đến $2,3 \times 10^8$ vi sinh vật/mL trong lượt đo khác. Điều này chỉ ra rằng có sự giảm nhóm vi sinh vật có trong bình phản ứng sinh học, sau khi chiết axit béo dễ bay hơi, nhưng sự giảm này không gây ra sự phá hủy mạnh đến vi sinh vật. Nhóm vi sinh vật là đủ, về mặt định lượng và định tính, để vi sinh vật được hoạt động, và sao cho giảm rất ít hoặc không giảm hoạt tính lên men của tập hợp các vi sinh vật.

Theo phương án khác, bước chiết có thể được tiến hành, không cần áp lực không thuận nghịch, trực tiếp trong bình phản ứng lên men 4. Có thể tiến hành bước lên men 5

theo kiểu liên tục với bước chiết 9 chất chuyển hóa ức chế quá trình lên men, tức là bằng cách chiết axit béo dễ bay hơi có vai trò gây nhiễm axit tăng dần cho môi trường khi chúng được tạo ra. Theo một phương án biến đổi, các quy trình chiết có thể được tiến hành trong một ngăn thứ hai, ngăn này được đặt trong bình phản ứng sinh học 4.

Các thử nghiệm sau minh họa bước điện tổng hợp từ axit béo dễ bay hơi là tiền chất, sẽ hiểu rằng cần sử dụng các axit béo dễ bay hơi này ở dạng carboxylat trong các phản ứng hóa học.

Ví dụ A:

Dung dịch natri axetat 1M trải qua phản ứng điện phân sử dụng điện cực grafit với mật độ dòng là $100\text{mA}/\text{cm}^2$. Sau 180 phút phản ứng, 63% nồng độ axetat ban đầu đã được tiêu thụ. Chất chuyển hóa thu được trong pha khí là hydro (350mL hoặc 15mmol), cacbon đioxit (330mL hoặc 13,8mmolC), metan (7mL hoặc 0,3mmolC), và etan (30mL hoặc 2,51mmolC). Chất chuyển hóa thu được trong pha lỏng là metyl axetat (66 mg hoặc 0,9mmol) và metanol (87mg hoặc 2,7mmol). Kết quả Cmol (Cmol. sản phẩm /Cmol. cơ chất) của phản ứng này là $0,9 \pm 0,1$. Hiệu suất của hydro, cacbon đioxit, etan, metan, metyl axetat và metanol lần lượt là 473ml/g axetat, 446mL/g axetat, 41ml/g axetat, 10 mL/g axetat, 90mg/g axetat, và 118mg/g axetat.

Ví dụ B:

Ví dụ A được lặp lại, nhưng với natri propionat 1M làm cơ chất. Sau 180 phút, 56% nồng độ propionat ban đầu được tiêu thụ. Trong pha khí, thu được hydro, metan, cacbon đioxit, eten và butan, và, trong pha lỏng, thu được etanol và etyl propionat.

Các phản ứng amit hóa cũng được tiến hành:

Ví dụ C: Amit hóa – axetat

Phản ứng amit hóa được tiến hành theo bố trí hồi lưu sử dụng hỗn hợp của dung dịch axit axetic và dung dịch amoniac có nguồn gốc sinh học trong điều kiện hệ thức tỷ lượng. Hỗn hợp phản ứng được gia nhiệt ở 80°C trong 4 giờ, sau đó lượng dư các chất phản ứng được loại bỏ bằng cách chưng cất. Sản phẩm của phản ứng được tái kết tinh để thu được axetamid nguồn gốc sinh học. Hiệu suất của phản ứng amit hóa trong các điều kiện này là 63%.

Ví dụ D: Amit hóa – butyrat

Ví dụ C được lặp lại, nhưng với dung dịch axit butyric nguồn gốc sinh học và ở nhiệt độ 90°C. Sau 5 giờ và sau khi tái kết tinh butyramit có nguồn gốc sinh học, hiệu suất của phản ứng amit hóa là 69%.

Ví dụ E: Amit hóa – hỗn hợp VFA

Ví dụ C được lặp lại, nhưng với hỗn hợp của các axit béo dễ bay hơi nguồn gốc sinh học (axit axetic, axit propionic, axit butyric, axit isobutyric, axit isovaleric, axit valeric, axit isocaproic, axit caproic, axit heptanoic, axit octanoic ...) từ pha chiết như được mô tả trong các ví dụ trước ở nhiệt độ 85°C. Sau 6 giờ, sau khi loại bỏ chất phản ứng dư bằng cách chưng cất, và sau khi tái kết tinh amit có nguồn gốc sinh học, hiệu suất của phản ứng amit hóa là 74%. Amit nguồn gốc sinh học thu được là amit tương ứng với axit carboxylic nguồn gốc sinh học trong hỗn hợp (axetamit, propanamit, isobutyramit, butyramit, isovaleramit, valeramit, isohexanamit, hexanamit, heptanamit và octanamit. . .).

Các phản ứng amit hóa có thể tạo ra amit nguồn gốc sinh học, từ axit béo dễ bay hơi nguồn gốc sinh học, các amit nguồn gốc sinh học này cũng có thể được tạo ra bởi các amin thể để thu được amit bậc hai và bậc ba.

Các phản ứng este hóa cũng được tiến hành.

Ví dụ F: Este hóa hỗn hợp VFA

Để tiến hành phản ứng este hóa này, một hỗn hợp đẳng mol của axit béo dễ bay hơi nguồn gốc sinh học thu được sau bước lên men và chiết (axit axetic, axit propionic, axit butyric, axit isobutyric, axit isovaleric, axit valeric, axit isocaproic, axit caproic, axit heptanoic, axit octanoic, axit phenylaxetic, axit phenylpropionic) (2mL) và etanol (1,51mL) được hồi lưu trong 1 giờ 15 phút. Axit sulfuric (54μL) được bổ sung từ ban đầu vào môi trường phản ứng làm chất xúc tác. Khi kết thúc phản ứng này, phép sắc ký khí sẽ bộc lộ sự có mặt của etyl este tương ứng với axit có trong hỗn hợp ban đầu, tức là, trong ví dụ: etyl axetat, etyl propionat, etyl isobutyrat, etyl butyrat, etyl isopentanoat, etyl pentanoat, etyl isohexanoat, etyl hexanoat, etyl heptanoat, etyl octanoat, etyl phenylaxetat, và etyl phenylpropionat. Đạt được hiệu suất chuyển hóa axit carboxylic thành este là 69%.

Do vậy, thể hiện rằng chất chuyển hóa lên men như VFA, cụ thể là theo các Ví dụ

từ A đến F và theo cách không hạn chế, axit axetic, axit propionic, axit butyric, axit isobutyric, axit isovaleric, axit valeric, axit isocaproic, axit caproic, axit heptanoic, axit octanoic, axit phenylaxetic và axit phenylpropionic, có thể được sử dụng dễ dàng làm tiền chất của các phân tử cuối cùng có lợi ích về mặt kinh tế và sinh năng lượng, sẽ hiểu rằng các chất chuyển hóa này được tạo ra bởi quá trình lên men.

Do vậy, có được quy trình tổng quát mà các bước khác nhau của nó có thể được tiến hành theo cách thức so le. Thuật ngữ này được sử dụng để chỉ các bước có thể được lặp lại ở các thời điểm khác nhau và/hoặc ở các vị trí khác nhau. Nói cách khác, quy trình này mang lại khả năng tương hợp cao và tính linh hoạt cao cho sản xuất.

Việc tiến hành quy trình này không chỉ đòi hỏi hệ thống thiết bị có ít nhất một bình phản ứng lên men, mà còn bao gồm ít nhất thiết bị chiết, thích hợp để tiến hành bước chiết 9, và ít nhất một thiết bị tổng hợp, thích hợp để tiến hành bước điện tổng hợp 13, hoặc, theo phương án biến đổi, bước tổng hợp hóa học khác. Các thiết bị này đã được biết rõ, và số lượng và kích thước của chúng được điều chỉnh thích hợp với kiểu sản xuất.

Hệ thống thiết bị như vậy bao gồm, một cách thuận lợi, thiết bị để chứa cơ chất 1 và/hoặc sản phẩm từ các bước chiết và/hoặc bước điện tổng hợp và bước tổng hợp hóa học khác. Các phương tiện kiểm soát và điều khiển, như bộ cảm biến nhiệt độ, bộ dò độ pH, được cung cấp.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình tạo ra axit béo dễ bay hơi, axit này được biến đổi thành các phân tử hữu cơ cuối cùng bằng phương thức không lên men, từ sinh khối có thể lên men thông qua quá trình lên men kỵ khí, quy trình bao gồm các bước:

a) tạo ra axit béo dễ bay hơi có mạch cacbon gồm 1 đến 8 nguyên tử cacbon trong pha lỏng trong quá trình lên men kỵ khí cơ chất hữu cơ, quá trình lên men kỵ khí này bắt đầu bằng cách đưa các vi sinh vật vào cơ chất hữu cơ;

b) chiết một phần axit béo dễ bay hơi có mặt trong một phần pha lỏng từ pha lỏng trong các điều kiện không gây chết đối với các vi sinh vật trong khi quá trình lên men kỵ khí đang diễn ra, và thu gom pha lỏng còn lại sau khi chiết, trong đó pha lỏng còn lại chứa một phần của các vi sinh vật được đưa vào trong bước a), nhờ đó pH của pha lỏng trong quá trình lên men tăng lên và các vi sinh vật được đưa vào trong bước a) còn lại trong pha lỏng vẫn tiếp tục quá trình lên men kỵ khí cơ chất hữu cơ;

c) đưa trở lại phần pha lỏng còn lại chứa một phần vi sinh vật vào pha lỏng của quá trình lên men kỵ khí của bước a) mà đang diễn ra để cung cấp thêm sự lên men kỵ khí cơ chất hữu cơ;

d) tổng hợp các phân tử hữu cơ từ phần axit béo dễ bay hơi được chiết từ bước b) và tổng hợp bằng điện tổng hợp các phân tử hữu cơ từ phần của axit béo dễ bay hơi được tạo ra trong bước a) không được chiết trong bước b); và

e) lặp lại các bước từ a) đến d) cho đến khi tạo ra được lượng axit béo dễ bay hơi tối đa từ cơ chất hữu cơ.

2. Quy trình theo điểm 1, trong đó các bước a) đến d) là đồng thời.

3. Quy trình theo điểm 1, trong đó, trong bước d), việc cung cấp điều kiện pH axit hoặc trung hòa trong pha lỏng, ở nhiệt độ và áp suất môi trường, tạo thuận lợi cho việc tổng hợp các ankan bằng điện tổng hợp thông qua các phản ứng Kolbe.

4. Quy trình theo điểm 1, trong đó, trong bước d), việc cung cấp điều kiện pH kiềm trong pha lỏng, ở nhiệt độ và áp suất môi trường, tạo thuận lợi cho việc tổng hợp các anken bằng điện tổng hợp thông qua các phản ứng Hofer-Moest.

5. Quy trình theo điểm 1, trong đó, trước bước a), bình phản ứng lên men được ủ với hỗn hợp gồm các vi sinh vật thích hợp để tiến hành quá trình lên men kỵ khí.

6. Quy trình theo điểm 1, trong đó các bước a) đến e) được tiến hành liên tục.

7. Quy trình theo điểm 1, trong đó phần còn lại từ quy trình thích hợp để sản xuất chất bổ sung.
8. Quy trình theo điểm 1, trong đó quá trình điện tổng hợp ở bước d) diễn ra trong pha lỏng trong khi phần axit béo dễ bay hơi và phần vi sinh vật đưa vào bước a) được chiết trong bước b).
9. Quy trình theo điểm 1, trong đó phần còn lại từ quy trình thích hợp để sản xuất phân bón.
10. Quy trình theo điểm 1, trong đó phần còn lại từ quy trình thích hợp để sản xuất khí sinh học.

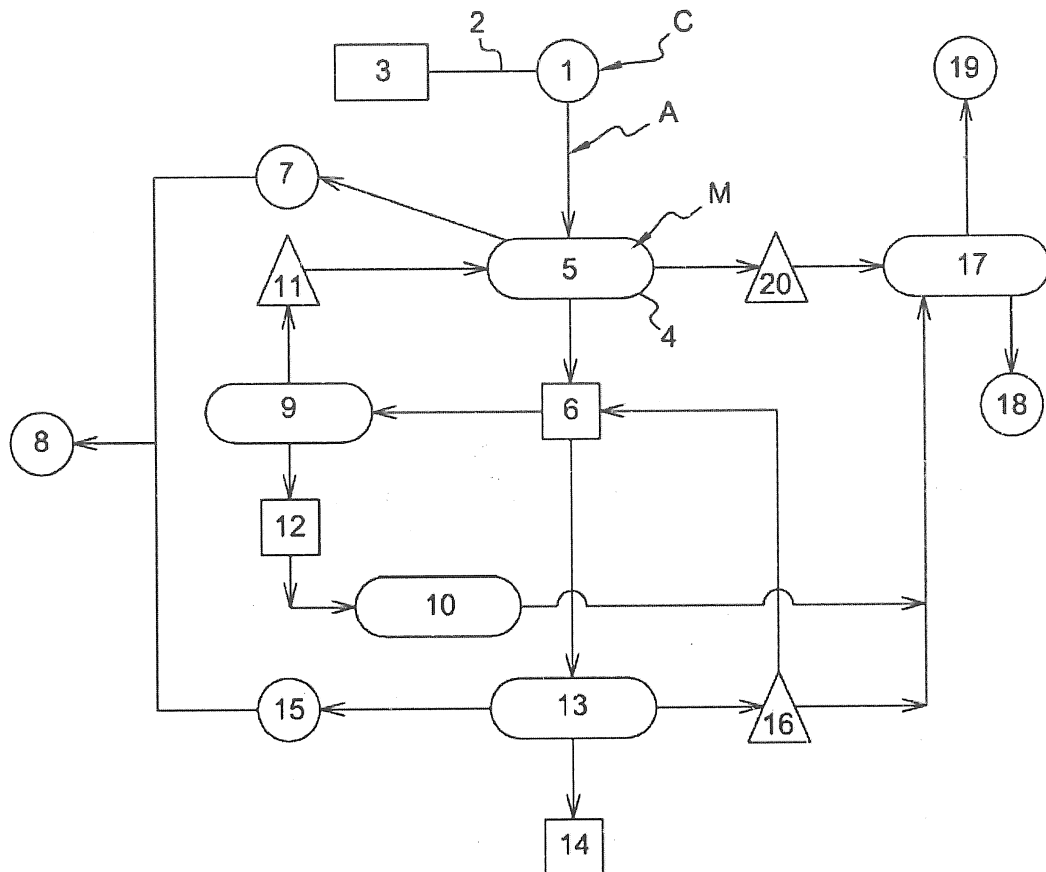


Fig. 1