



(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)



1-0040172

(51)⁷ C12M 1/107; C12M 1/33; C12M 1/00

(13) B

(21) 1-2019-04335

(22) 29/01/2018

(86) PCT/EP2018/052180 29/01/2018

(87) WO 2018/138368 A1 02/08/2018

(30) 17153818.4 30/01/2017 EP

(45) 25/06/2024 435

(43) 27/04/2020 385

(73) HERBST UMWELTECHNIK GMBH (DE)

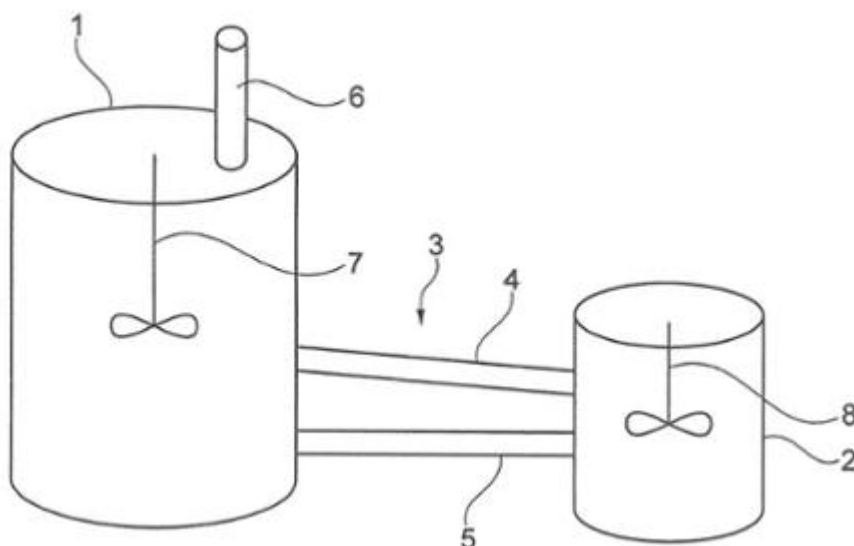
Goerzallee 305e, 14167 Berlin, Germany

(72) SPAHR, Marcel (DE); FECHTER, Leonhard (DE).

(74) Công ty TNHH T&T INVENMARK Sở hữu trí tuệ Quốc tế (T&T INVENMARK CO., LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ HỆ THỐNG THIẾT BỊ ĐỂ SẢN XUẤT KHÍ SINH HỌC

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp và hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học để sản xuất khí sinh học, tốt hơn là từ rơm, trong đó cơ chất được cho lên men trong hai bình phản ứng (1, 2) theo cách tuần hoàn, sao cho quá trình tạo ra metan từ cơ chất chứa xenluloza và/hoặc lignoxenluloza có thể được cải thiện.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp và hệ thống thiết bị để sản xuất khí sinh học.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Khí sinh học được sản xuất trong các hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học được sử dụng, ví dụ, trong nông nghiệp và hầu hết sử dụng cơ chất là phân động vật hoặc cây trồng cung cấp năng lượng. Khí sinh học là sản phẩm trao đổi chất của vi khuẩn và vi sinh vật trong quá trình lên men của vật chất hữu cơ. Khí sinh học là hỗn hợp khí của khí metan (CH_4) và cacbon dioxit (CO_2), với tối đa là 2% hydro sulfua (H_2S) và các khí dạng vết, chẳng hạn như amoniac (NH_3), hydro (H_2), nitơ (N_2) và cacbon monoxit (CO).

Khí sinh học có thể được sản xuất từ hầu hết các vật chất hữu cơ với thành phần cơ bản là chất béo, chất đạm, và hydratcacbon. Rơm (rơm từ lúa mì, rơm từ cây cải dầu, trong số các nguyên liệu thực vật khác) tất cả chúng đều chứa xenluloza và lignoxenluloza rất khó bị phân cắt khi xử lý kỵ khí và vì lý do này, chúng ít được sử dụng hơn hoặc cần phải xử lý sơ bộ. Cụ thể, rơm từ lúa do có hàm lượng lignin và silicat cao nên thường khó bị phân cắt hơn so với các nguyên liệu thô có thể dễ lên men, chẳng hạn như ngô ủ chua và do đó thu được sản lượng khí sinh học thấp hơn trong các hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học thông thường.

EP 2 927 308 A1 đề xuất phương pháp và hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học để sản xuất khí sinh học từ rơm. Ở đây, phương tiện để xử lý sơ bộ rơm được cung cấp để thực hiện việc phân cắt cơ học trước khi rơm được đưa vào thiết bị lên men, trong đó quá trình lên men bằng vi khuẩn kỵ khí diễn ra. Việc xử lý sơ bộ rơm bằng cách nghiền trong máy nghiền búa, như được gợi ý, ví dụ trong EP 2 927 308 A1, rất tốn kém và dẫn đến sự bám dính của khối chất lên men, vì vậy việc thẩm thấu và theo đó là việc tạo thành khí sinh học bị cản trở.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, mục đích của sáng chế là đề xuất một phương pháp cải tiến để sản xuất khí sinh học. Cụ thể, sáng chế có thể dựa trên mục đích cải thiện phương pháp về khía cạnh hiệu quả kinh tế. Hơn nữa, sáng chế cũng có thể dựa trên việc đề xuất phương pháp cải

thiện khả năng sản xuất khí sinh học từ rơm và/hoặc cho phép khí sinh học được sản xuất từ rơm từ lúa. Sáng chế còn có thể có mục đích đề xuất hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học để thực hiện phương pháp này.

Các mục đích của sáng chế đạt được bằng phương pháp theo điểm 1 yêu cầu bảo hộ cũng như bằng hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học có các đặc tính nêu trong các điểm yêu cầu bảo hộ độc lập khác. Các phương án ưu tiên thu được từ các đặc tính được nêu trong các điểm yêu cầu phụ thuộc.

Phương pháp sản xuất khí sinh học được đề xuất bao gồm các bước sau đây. Các bước này không nhất thiết phải được tiến hành theo trình tự được mô tả.

Cơ chất chứa xenluloza và/hoặc chứa lignoxenluloza, chẳng hạn như rơm hoặc rơm từ lúa, ít nhất được đã lên men một phần bằng vi khuẩn có mức độ ưa nhiệt trung bình trong thiết bị phản ứng thứ nhất trong thời gian lưu thứ nhất. Ở đây, nhiệt độ trong thiết bị phản ứng thấp nhất bằng 20°C, tốt hơn nếu thấp nhất là bằng 25°C, tốt hơn nếu thấp nhất là bằng 30°C và/hoặc 55°C, tốt hơn nếu thấp nhất là bằng 43°C, đặc biệt tốt hơn nếu bằng 46°C. Nhiệt độ này có thể được điều chỉnh bằng cách gia nhiệt vật chất bên trong thiết bị phản ứng thứ nhất và/hoặc có thể thiết lập ít nhất là một phần bằng phản ứng tỏa nhiệt của các quá trình trao đổi chất của vi khuẩn khi sản xuất metan. Các vi khuẩn có mức độ ưa nhiệt trung bình thích hợp cho việc sản xuất metan từ axit axetic. Cần lưu ý rằng "vi khuẩn" ở đây phải được hiểu trong bối cảnh rộng. Mặc dù sự khác nhau giữa sinh vật đơn bào và vi khuẩn vẫn là vấn đề khoa học cần tranh luận, tuy nhiên, ở đây cụ thể là, sinh vật đơn bào cũng được hiểu là vi khuẩn. Ở đây, sinh vật đơn bào tốt hơn là có thể thuộc loại *Methanobacteriales*, *Methanococcales*, *Methanomicrobiales*, *Methanocellales*, *Methanosarcinales*, *Methanosarcina*, *Methanococcus*, *Methanobacterium* *Methanobrevibacter*, *Methanothermobacter* và/hoặc *Methanopyrrole*. Vi khuẩn có thể bao gồm sinh vật sinh metan phân hủy axetat cũng như sinh vật sinh metan oxy hóa hydro. Sinh vật sinh metan phân hủy axetat tạo ra metan, ví dụ từ hợp chất chứa nhóm metyl, ví dụ axit axetic, bằng cách tách nhóm metyl và khử nó thành metan. Tuy nhiên, sinh vật sinh metan oxy hóa hydro sẽ khử cacbon dioxit bằng hydro thành metan và nước cũng như bằng cách chuyển hóa axit formic (HCOOH). Thiết bị phản ứng thứ nhất, tốt hơn là được đóng chặt, kín khí để có thể đảm bảo quy trình lên men kỵ khí.

Thời gian lưu thứ nhất là thời gian trong đó cơ chất vẫn còn trong thiết bị phản ứng thứ nhất. Cơ chất có thể vẫn còn trong thiết bị phản ứng thứ nhất trong một mẻ (liên tục)

trong thời gian này, hoặc thời gian lưu thứ nhất cũng có thể được hiểu là thời gian bổ sung mà mô tả thời gian mà một phần cơ chất lưu lại trong thiết bị phản ứng thứ nhất từ điểm thời điểm đưa một phần cơ chất vào hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học trong thời gian thứ nhất đến thời điểm để cho một phần cơ chất ra khỏi hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học. Ở đây, thời gian lưu được ưu tiên là ít nhất 20 ngày, tốt hơn là ít nhất 25 ngày và/hoặc lâu nhất 40 ngày, tốt hơn là lâu nhất 35 ngày. Cơ chất chứa xenluloza và/hoặc chứa lignoxenluloza thường là rơm, tốt hơn là rơm từ lúa. Tuy nhiên, hỗn hợp trộn của cơ chất chứa xenluloza và/hoặc chứa lignoxenluloza và cơ chất dễ lên men, chẳng hạn như, phân (phân lỏng, bùn), phân trộn hoặc chất thải thực phẩm, cũng có thể được sử dụng. Ở đây, tỷ lệ khối lượng của cơ chất chứa xenluloza và/hoặc chứa lignoxenluloza so với tỷ lệ khối lượng của cơ chất dễ lên men m_{IV} có thể ít nhất là $m_{C/LC}/m_{IV} = 50/1$, tốt hơn nếu ít nhất là $m_{C/LC}/m_{IV} = 40/1$, đặc biệt tốt hơn nếu $m_{C/LC}/m_{IV} = 20/1$ theo phần trọng lượng.

Bước tiếp theo của phương pháp là chuyển một phần của cơ chất đã lên men ít nhất là một phần từ thiết bị phản ứng thứ nhất sang thiết bị phản ứng gia nhiệt được thứ hai cùng với vi khuẩn ưa nhiệt độ cao, trong đó các vi khuẩn ưa nhiệt độ cao này thích hợp để phân cắt ít nhất một cơ chất đã lên men một phần. Vi khuẩn ưa nhiệt độ cao phát triển tối ưu ở nhiệt độ lớn hơn 60°C. Ở đây, vi khuẩn ưa nhiệt độ cao tốt hơn là vi khuẩn từ nhóm gồm *Chlostridia*, tốt hơn là *Chlostridium aceticum*, *Chlostridium thermocellum* và/hoặc *Chlostridiumst ecorarium*. Chúng có thể phân cắt lignoxenluloza ít nhất là một phần khi cộng sinh với các loài khác và chuyển hóa nó thành axit hữu cơ thấp hơn và rượu mạch ngắn. Các sản phẩm trung gian này có thể là: axit axetic, axit formic, axit propionic, axit butyric, etanol, butanol và/hoặc butandiol. Sau đó, sản phẩm trung gian này có thể được phân cắt tiếp nhờ vi khuẩn tạo ra axetat thành hydro, cacbon dioxit và chủ yếu là axit axetic. Ở đây, thiết bị phản ứng thứ hai có thể được làm kín khí để quá trình lên men kỵ khí có thể diễn ra dưới điều kiện không có oxy.

Cơ chất đã lên men ít nhất là một phần được ủ trong thời gian lưu thứ hai ở nhiệt độ trong vùng thấp nhất là 55°C, tốt hơn nếu thấp nhất là 60°C, đặc biệt tốt hơn nếu thấp nhất 65°C và/hoặc cao nhất 80°C, tốt hơn là cao nhất 75°C, đặc biệt tốt hơn nếu cao nhất 70°C. Axit axetic ở đây được tạo thành ít nhất là một phần. Thời gian lưu thứ hai của cơ chất trong thiết bị phản ứng thứ hai thường ít nhất là 10 giờ, tốt hơn nếu ít nhất là một ngày và/hoặc nhiều nhất 5 ngày, tốt hơn là ít nhất hai ngày và/hoặc nhiều nhất là ba ngày. Do đó, việc tạo thành các chất kèm theo (phenol, cresol, dimetyl phenol, vanilin) phần lớn

có thể được ức chế. Hơn nữa, các hợp chất sắt có thể trộn lẫn vào thiết bị phản ứng thứ hai. Các hợp chất sắt có thể đã tiếp xúc với cơ chất khi đưa vào thiết bị phản ứng thứ nhất và/hoặc trực tiếp đi vào thiết bị phản ứng ưa nhiệt. Dựa vào nồng độ cao, sản phẩm phản ứng có thể được đưa ra khỏi thiết bị phản ứng ưa nhiệt. Lượng nhỏ/cặn có thể được loại bỏ khỏi hệ thống cùng với các cặn rắn lên men trong quy trình tách. Thời gian lưu thứ hai cũng có thể tính riêng hoặc cộng vào, như với thời gian lưu thứ nhất. Do đó, cơ chất có thể vẫn còn trong thiết bị phản ứng thứ hai trong thời gian lưu thứ hai trong một lần đi vào (liên tục), hoặc tổng các thời gian đơn lẻ mà cơ chất được tiêu thụ trong thiết bị phản ứng thứ hai tương ứng với thời gian lưu thứ hai.

Cơ chất cùng với axit axetic tạo thành được chuyển từ thiết bị phản ứng thứ hai trở lại thiết bị phản ứng thứ nhất. Lignoxenuloza hoặc xenuloza được chứa trong cơ chất đã được phân cắt ít nhất là một phần thành, chẳng hạn như, axit axetic sau khi ủ trong thiết bị phản ứng thứ hai. Lignoxenuloza mà chưa được chuyển hóa thành axit axetic trong thời gian ủ thứ hai bị phân cắt ít nhất là một phần thành các cấu trúc thấp hơn bởi các vi sinh vật. Bùn quay trở lại cùng với axit axetic đã tạo thành được ủ trong thiết bị phản ứng thứ nhất, và cụ thể, axit axetic được chuyển hóa thành metan bởi vi khuẩn có mức độ ưa nhiệt trung bình, như được mô tả ở trên.

Trong bước tiếp theo, khí sinh học chứa metan được tách ra từ thiết bị phản ứng thứ nhất. Ở đây, khí sinh học thường bao gồm 40% đến 60% metan (CH_4), 40% đến 60% cacbon dioxit (CO_2), 100 đến 5000ppm hydro sulfua (H_2S) và các khí vết.

Phương pháp nêu trên còn có ưu điểm là khí sinh học có thể được sản xuất thậm chí với nồng độ amoni nitơ thấp. Trong khi nồng độ amoni nitơ tối thiểu là 1,1-2,5g $\text{NH}_4\text{-N/l}$ được giả định với hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học đã biết thì phương pháp được mô tả ở trên có thể sản xuất khí sinh học với nồng độ thấp nhất là 100mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$, tốt hơn là ít nhất 150mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$, đặc biệt tốt hơn nếu ít nhất là 200mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$ và/hoặc nhiều nhất là 1g $\text{NH}_4\text{-N/l}$, tốt hơn là nhiều nhất là 700mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$, đặc biệt tốt hơn nếu nhiều nhất 400mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$. Hơn nữa, do sự thích nghi của các vi sinh vật với tải lượng N thấp nên ngoài ra không cần thiết phải duy trì nhân tạo nồng độ N, ví dụ bằng cách tải nạp dư phân hoặc thậm chí bổ sung các sản phẩm nitơ hóa học. Tất nhiên, nên tính đến tỷ lệ cacbon so với nitơ. Theo đó, sáng chế cũng có thể được sử dụng trong lĩnh vực trong đó sản lượng phân ít. Ở một nào đó, hợp chất này là thành phần cần thiết cho các hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học thông thường.

Tỷ lệ tạo thành khí sinh học cụ thể của hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học được mô tả hoặc của phương pháp được mô tả, từ rơm từ lúa, có thể ít nhất là 200Nm^3 metan/(t oDM), tốt hơn là, ít nhất 210Nm^3 khí metan/(t oDM) và/hoặc lên tới 250Nm^3 metan/(t oDM), tốt hơn là lên tới 330Nm^3 /(t oDM). Ở đây, thời gian lưu thường tối đa là 30 ngày, trong khi đó với các hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học thông thường, dựa trên thời gian lưu tương đối dài 180 ngày, tạo ra sản lượng thấp tương đương chỉ 210Nm^3 metan/(t oDM).

Cơ chất tiếp nhận tỷ lệ thể tích, nghĩa là tỷ lệ giữa thể tích của cơ chất mà thiết bị phản ứng có thể tiếp nhận được, giữa thiết bị phản ứng thứ hai và thiết bị phản ứng thứ nhất thường $V_2/V_1 =$ khoảng $1/20$, tốt hơn là $V_2/V_1 =$ khoảng $1/6$, đặc biệt tốt hơn nếu $V_2/V_1 =$ khoảng $1/15$. Do đó, thiết bị phản ứng thứ nhất có thể tiếp nhận được 1000m^3 cơ chất, trong khi thiết bị phản ứng thứ hai có thể tiếp nhận 50m^3 cơ chất, đặc biệt tốt hơn là 100m^3 cơ chất. Tỷ lệ ưu tiên của V_2/V_1 có thể được xác định nằm trong khoảng từ $1/6$ đến tối đa là $1/20$.

Tải lượng tính theo thể tích mô tả lượng vật chất hữu cơ khô (oDM) được đo bằng thể tích thiết bị phản ứng theo thời gian và được tính ngày. Tải lượng tính theo thể tích trong thiết bị phản ứng thứ nhất thông thường ít nhất là $2,5 \text{ (kg oDM)/(m}^3\text{d)}$, tốt hơn là ít nhất là $3 \text{ (kg oDM)/(m}^3\text{d)}$, đặc biệt tốt hơn là $3,5 \text{ (kg oDM)/(m}^3\text{d)}$ và/hoặc phần lớn là $5,0 \text{ (kg oDM)/(m}^3\text{d)}$, tốt hơn là tối đa $4,5 \text{ (kg oDM)/(m}^3\text{d)}$.

Tải lượng tính theo thể tích của thiết bị phản ứng thứ hai theo một số ví dụ cao gấp 5 đến 20 lần, tốt hơn là cao gấp 7 đến 13 lần, cụ thể cao hơn 9 đến 11 lần so với tải lượng tính theo thể tích trong thiết bị phản ứng thứ nhất.

Vật chất rắn được nạp dưới dạng rơm, cụ thể rơm từ lúa, vào thiết bị phản ứng, tốt hơn là chiếm ít nhất 10% trọng lượng trong dòng nạp, cụ thể là tốt hơn là từ 20% trọng lượng đến 40% trọng lượng, phần lớn lên tới 70% theo trọng lượng. Tốt hơn là bổ sung vào đó từ 30 đến 90% theo trọng lượng phân, ví dụ phân bò, đặc biệt tốt hơn là 60% trọng lượng. Sản phẩm tái tuần hoàn có thể thêm vào để xử lý chất lỏng thay cho bùn và/hoặc nước, tốt hơn là với lượng nằm trong khoảng từ 5 đến 8% trọng lượng, tốt hơn nữa là từ 10 đến 70% theo trọng lượng. Tổng cộng, tốt hơn là vật chất rắn có thể được thêm vào với lượng lên tới 100%.

Cơ chất có thể được pha trộn, cụ thể pha trộn liên tục trong thiết bị phản ứng thứ nhất và/hoặc thiết bị phản ứng thứ hai nhờ bơm và/hoặc thiết bị khuấy. Điều này có thể có

ưu điểm là ngăn chặn sự lắng đọng và bám dính của cơ chất, để có thể phân bố nhiệt độ và chất dinh dưỡng đồng đều nhất có thể.

Hơn nữa, phương pháp theo sáng chế có thể được thực hiện ít nhất là một phần theo cách tuần hoàn, nghĩa là bước "chuyển một phần cơ chất đã lên men ít nhất là một phần ra khỏi thiết bị phản ứng thứ nhất sang thiết bị phản ứng thứ hai gia nhiệt được cùng với vi khuẩn ưa nhiệt độ cao, trong đó vi khuẩn ưa nhiệt độ cao thích hợp để phân cắt cơ chất đã lên men ít nhất là một phần" và việc "đưa cơ chất cùng với axit axetic ra khỏi thiết bị phản ứng thứ hai trở lại thiết bị phản ứng thứ nhất" có thể được lặp lại. Do đó, việc tuần hoàn của cơ chất có thể được tạo ra và cơ chất có thể được phân cắt thêm sau mỗi lần đi qua thiết bị phản ứng. Các phản ứng trong thiết bị phản ứng có thể ảnh hưởng lẫn nhau, do sản phẩm phản ứng nằm trong thiết bị phản ứng thứ hai (axit axetic) và chất phản ứng nằm trong thiết bị phản ứng thứ nhất. Do đó, việc sản xuất metan trong thiết bị phản ứng thứ nhất trực tiếp chịu trách nhiệm cho việc sản xuất metan, nhưng sự phân hủy xenluloza hoặc lignoxenluloza lại gián tiếp trong thiết bị phản ứng thứ hai. Việc phân hủy thuận lợi thêm nữa, cụ thể là cơ chất lên men khó, chẳng hạn như, lignoxenluloza có thể làm tăng việc sản xuất metan tăng so với việc cơ chất chỉ đi qua thiết bị phản ứng thứ nhất và/hoặc thứ hai.

Cặn lên men mà vẫn còn trong thiết bị phản ứng thứ nhất và không bị phân cắt thêm nữa bất kỳ bởi vi khuẩn sau quy trình lên men trong thiết bị phản ứng thứ nhất có thể được dẫn ra khỏi thiết bị phản ứng thứ nhất và được xả ra ngoài. Có thể xác định được, ví dụ, khi sản lượng khí sinh học giảm qua thiết bị đo lường mà đo sản lượng khí sinh học cao ra sao ở thời điểm hiện tại theo thời gian. Nếu khí sinh học không còn được sản xuất đến mức hợp lý hoặc là chỉ có một lượng nhỏ tiếp tục được sản xuất, thì phần còn lại của cơ chất mà vẫn còn trong thiết bị phản ứng chưa bị phân cắt. Phần còn lại của cơ chất này là cặn lên men. Thời điểm mà cặn lên men được xả ra ngoài cũng có thể được cố định và không được xác định bởi sản lượng khí sinh học. Ví dụ, cặn lên men có thể được xả thường xuyên sau thời gian lưu thứ nhất. Do đó, chất lỏng xử lý tách riêng có thể ít nhất là một phần được nạp lại cho thiết bị phản ứng thứ nhất thông qua ống xả. Ở đây, cặn lên men là phần còn lại của chất lỏng hoặc chất rắn mà vẫn còn sau khi cơ chất đã được lên men. Khi tháo ra ngoài, chất lỏng có thể được tách khỏi cặn rắn lên men và khi đó thu được chất lỏng xử lý. Cặn rắn lên men có thể được đưa ra khỏi hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học và chất lỏng xử lý có thể được đưa đến thiết bị trộn hoặc trực tiếp đến

thiết bị phản ứng thứ nhất. Ông xả có thể dẫn vào thiết bị tháo hoặc từ đó vào thiết bị phản ứng thứ nhất hoặc vào thiết bị trộn. Cơ chất mà được nạp vào thiết bị phản ứng thứ nhất có thể được trộn với chất lỏng xử lý trong thiết bị trộn để thu được ổn định cơ chất đồng nhất hơn và/hoặc có thể được điều chỉnh được hàm lượng chất khô. Ở đây, chất khô là phần cơ chất mà vẫn còn sau khi loại bỏ hoàn toàn nước. Hỗn hợp cơ chất và chất lỏng xử lý có thể được dẫn ngoài thiết bị trộn vào thiết bị phản ứng thứ nhất.

Các chất bất kỳ không mong muốn có thể được đưa ra khỏi thiết bị phản ứng thứ hai. Axit silic có thể xuất hiện dưới dạng sản phẩm không mong muốn khi phân cắt sinh khối. Nó có thể được vào thiết bị phản ứng thứ nhất thông qua thiết bị tuần hoàn và hoạt động dưới dạng chất ức chế quá trình tạo thành metan. Để làm giảm nồng độ axit silic mà ức chế quá trình tạo thành metan và/hoặc nồng độ của chất khác mà có hại đến vi khuẩn, các chất này tốt hơn là có thể được đưa ra khi đã ở trong thiết bị phản ứng thứ hai. Điều này có thể tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình tạo thành metan và có tác động tích cực đến hiệu quả của hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học.

Hơn nữa, như đã đề cập, cơ chất chứa xenluloza có thể bao gồm lignoxenluloza. Ở đây sinh khối giống rơm, ví dụ rơm, cụ thể là rơm lúa mì, cỏ khô, và/hoặc rơm từ lúa và/hoặc nguyên liệu đã ủ chua, tốt hơn là, có thể được sử dụng làm cơ chất. Rơm từ lúa đặc biệt thích hợp, vì chúng có hàm lượng năng lượng cao do chứa lượng lớn lignoxenluloza. Năng lượng này có thể sử dụng được dưới dạng khí sinh học trong thiết bị phản ứng thứ nhất bằng cách phân hủy lignoxenluloza trong thiết bị phản ứng thứ hai. Ở đây, cơ chất được bảo toàn bởi vi khuẩn axit lactic nhờ ủ chua, trong đó vi khuẩn axit lactic chuyển hóa đường trong cơ chất thành axit. Hơn nữa, các hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học cũng có thể được nạp phân hoặc cặn giống phân, tốt hơn là phân gà, phân lợn hoặc phân bò.

Giá trị pH của cơ chất trong thiết bị phản ứng thứ nhất thường nằm trong giá trị pH - trung tính đến phạm vi hơi kiềm, để vi khuẩn có mức độ ưa nhiệt trung bình có thể sống thuận lợi nhất có thể, để tăng cường khả năng tạo thành khí metan. Điều kiện sống thuận lợi thông thường có giá trị độ pH nằm trong khoảng từ 6,6 đến 8,3.

Giá trị pH trong thiết bị phản ứng thứ hai thường là 3,5, tốt hơn nếu ít nhất là 4,5 và/hoặc nhiều nhất 7,5; tốt hơn là nhiều nhất là 6,5. Giá trị pH như vậy có thể khuyến khích quá trình tạo thành axit axetic trong thiết bị phản ứng thứ hai bởi các vi khuẩn ưa nhiệt độ cao. Cuối cùng, metan có thể được tạo thành từ axit axetic trong thiết bị phản

ứng thứ nhất, vì vậy việc tạo thành axit axetic với sản lượng cao hơn sẽ gián tiếp hỗ trợ việc tạo ra metan.

Điều hình, sợi cơ chất có thể được giảm kích thước trước khi đưa cơ chất vào thiết bị phản ứng thứ nhất. Sợi cơ chất có thể được xử lý sơ bộ cơ khí bằng cách cắt. Ở đây, rơm từ lúa thường được cắt thành sợi có chiều dài 40mm, tất nhiên các chiều dài khác, tốt hơn là ngắn hơn 60mm, có thể chấp nhận được cho rơm từ lúa cũng như cho sợi cơ chất khác. Việc giảm kích thước như vậy có thể có ưu điểm ở chỗ là các sợi cơ chất không thể quấn vào thiết bị khuấy hoặc rôto của bơm và theo đó, không ảnh hưởng tới chức năng của chúng.

Cơ chất, cụ thể là rơm, phân, và dịch nổi có thể được phối trộn trước khi được đưa vào thiết bị phản ứng thứ nhất. Tuy nhiên, rơm từ lúa cũng có thể được đưa vào thiết bị phản ứng thứ nhất mà không trộn với phân, chất lỏng xử lý và/hoặc sinh khối khác. Điều này có ưu điểm là sự nóng lên bên trong do oxy hòa tan trong hỗn hợp do quy trình hô hấp và tạo thành metan sau thời gian lưu nhất định và tổn thất năng lượng có thể được ngăn chặn. Hơn nữa, thùng cung cấp thường không thể làm mát được nên việc vi sinh vật không bị vô hoạt có thể diễn ra do nguyên nhân này. Tốt hơn là, rơm từ lúa tốt hơn là về cơ bản đã được sấy khô, giảm kích thước bằng cách cơ học, và khối nguyên liệu đã ở trạng thái rời lỏng. Rơm từ lúa có thể được đưa vào thiết bị phản ứng thứ nhất bằng thiết bị cấp liệu dạng vít. Sinh khối khác (bùn và/hoặc nguyên liệu đã ủ chua) có thể được đưa vào thiết bị phản ứng thứ nhất đồng thời, ví dụ bằng bơm. Sáng chế đề cập đến hệ thống khí sinh học để sản xuất khí sinh học, bao gồm thiết bị phản ứng thứ nhất, thiết bị phản ứng thứ hai và thiết bị tuần hoàn. Ở đây, thiết bị phản ứng thứ nhất bao gồm vi khuẩn có mức độ ưa nhiệt trung bình thích hợp để sản xuất metan từ axit axetic, hydro và cacbon dioxid. Thiết bị phản ứng thứ hai là thiết bị gia nhiệt được và bao gồm vi khuẩn có mức độ ưa nhiệt độ trung bình thích hợp cho việc lên men kỵ khí ít nhất là một phần cơ chất chứa xenluloza, tốt hơn là cơ chất chứa lignoxenluloza thành axit axetic. Thiết bị tuần hoàn để tuần hoàn sinh khối giữa thiết bị phản ứng thứ nhất và thiết bị phản ứng thứ hai bao gồm thiết bị vận chuyển và ít nhất một ống nối nối thiết bị phản ứng thứ nhất và thiết bị phản ứng thứ hai. Thiết bị vận chuyển được tạo cấu hình để vận chuyển cơ chất thông qua các ống nối từ thiết bị phản ứng thứ nhất vào thiết bị phản ứng thứ hai cũng như từ thiết bị phản ứng thứ hai về thiết bị phản ứng thứ nhất. Ở đây, thiết bị tuần hoàn có thể bao

gồm bơm để bơm cơ chất từ thiết bị phản ứng khác. Ở đây, bơm có thể bao gồm bơm vít lệch tâm.

Ông nói để vận chuyển hoặc phân phối cơ chất từ thiết bị phản ứng thứ nhất vào thiết bị phản ứng thứ hai có thể bao gồm thiết bị sục khí. Điều này có thể thuận lợi, do các chủng vi khuẩn kỵ khí của thiết bị phản ứng thứ nhất bị tiêu diệt hoặc vô hoạt ít nhất là một phần. Theo một số phương án, van, tốt hơn là van một chiều, và bơm được cung cấp trong ống nối ở phía trước và phía sau thiết bị sục khí. Khi, ví dụ, van đóng nằm sau thiết bị sục khí, cơ chất có thể được bơm bằng bơm ra khỏi thiết bị phản ứng thứ nhất qua van được mở nằm phía trước thiết bị sục khí, vào thiết bị sục khí và được sục khí ở đây. Thiết bị sục khí tùy ý có thể nằm ở mức cao hơn so với lối ra của ống nối ra khỏi thiết bị phản ứng thứ nhất, do đó bơm sẽ bơm cơ chất lên phía trước (ví dụ: theo hướng ngược với trọng lực) theo cách sao cho cơ chất chịu áp lực do phương trình Bernoulli. Điều này có thể được thực hiện bằng cách bơm cơ chất vào thiết bị sục khí dạng cột dọc. Van nằm ở phía trước của thiết bị sục khí sẽ đóng sau khi sục khí hoặc sau khi thiết bị sục khí được nạp đầy. Van nằm ở phía sau thiết bị sục khí sẽ mở sau khi sục khí. Theo các phương án này, trong đó cơ chất phải chịu áp lực, cơ chất sẽ chảy vào thiết bị phản ứng thứ hai do chênh lệch áp suất và xu hướng này của cơ chất tạo ra sự bù áp suất khi van thứ hai mở. Các phương án khác cũng có thể bao gồm việc bơm cơ chất từ ngoài thiết bị sục khí vào thiết bị phản ứng thứ hai bằng bơm khác nữa.

Theo một số phương án, thiết bị phản ứng thứ hai có thể bao gồm ống nạp khác. Ví dụ, cơ chất dễ lên men có thể được đưa trực tiếp vào thiết bị phản ứng thứ hai qua ống nạp này, để tối ưu hóa quy trình lên men diễn ra ở đó và/hoặc để điều chỉnh tỷ lệ cơ chất khó lên men và cơ chất dễ lên men. Do đó, khuyến khích là giá trị pH nằm trong khoảng axit. Theo đó, việc thêm các hóa chất thường không cần đến.

Hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học có thể còn bao gồm thiết bị tháo ra ngoài để tách chất lỏng xử lý khi tháo cạn lên men ra ngoài. Ở đây, thiết bị phản ứng thứ nhất có thể được nối đến thiết bị tháo thông qua ống xả, để dẫn cạn lên men ra khỏi thiết bị này. Ống xả có thể được thiết kế ví dụ như ống dẫn cứng hoặc ống mềm. Ngoài ra, việc bơm cạn lên men vào một thùng chứa bổ sung cũng có thể được thực hiện.

Cạn lên men là phần còn lại của cơ chất mà sau khi lên men trong thiết bị phản ứng thứ nhất và/hoặc thiết bị phản ứng thứ hai về cơ bản không còn tiếp tục bị phân cắt bởi các vi khuẩn ưa nhiệt trung bình và/hoặc ưa nhiệt độ cao.

Các hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học có thể bao gồm thiết bị trộn được bố trí ở phía trước thiết bị phản ứng thứ nhất và được nối với thiết bị phản ứng thứ nhất bằng ống nạp. Do đó, cơ chất có thể được trộn với chất lỏng xử lý sao cho có thể điều chỉnh được hàm lượng chất khô của cơ chất mà có thể nạp được thông qua ống nạp đến thiết bị phản ứng thứ nhất. Ở đây, hàm lượng chất khô thông thường là 8%, tốt hơn là 12% và/hoặc nhiều nhất là 30%, tốt hơn là nhiều nhất 20%.

Các hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học có thể còn bao gồm thiết bị đưa trở lại để đưa chất lỏng xử lý trở lại thiết bị phản ứng thứ nhất. Chất lỏng xử lý có thể được dẫn vào thiết bị trộn và/hoặc thiết bị phản ứng thứ nhất và do đó có thể trộn lẫn với cơ chất cần lên men. Ở đây, chất lỏng xử lý có thể hóa lỏng và đồng hóa các chất khó lên men nhiều nhất có thể, để các vi khuẩn có tiếp cận tốt hơn với bề mặt và hỗ trợ quá trình lên men.

Theo một số phương án, ống nối giữa thiết bị phản ứng thứ nhất và thiết bị phản ứng thứ hai bao gồm cụm van hai chiều và/hoặc thiết bị sục khí. Ngoài ra, hoặc theo cách khác, thiết bị tuần hoàn cũng có thể bao gồm hai ống nối giữa thiết bị phản ứng thứ nhất và thiết bị phản ứng thứ hai. Sự tuần hoàn của cơ chất giữa thiết bị phản ứng thứ nhất và thiết bị phản ứng thứ hai có thể được tạo ra. Cơ chất không thể hoặc khó chuyển hóa thành khí metan bởi vi khuẩn có mức độ ưa nhiệt trung bình sẽ được phân cắt thêm trong thiết bị phản ứng thứ hai. Ở đây, cụ thể là cơ chất chứa lignoxenluloza được phân cắt tiếp trong thiết bị phản ứng thứ hai. Sau khi phân hủy, tốt hơn là cơ chất chứa lignoxenluloza được dẫn thông qua các ống nối trở lại thiết bị phản ứng thứ nhất, để lên men ít nhất là một phần thành metan ở đó. Chu trình này có thể được lặp thường xuyên nếu mong muốn.

Thiết bị tuần hoàn có thể bao gồm bơm, chẳng hạn như bơm vít lệch tâm, để vận chuyển cơ chất. Tất nhiên, hệ thống bơm bất kỳ khác thích hợp cho việc vận chuyển ít nhất là sinh khối nhớt, như bơm quay cũng có thể được sử dụng. Việc sử dụng bơm nhu động rất thích hợp cho xử lý bùn từ rơm từ lúa.

Các hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học có thể cũng bao gồm ít nhất một thiết bị khuấy và/hoặc bơm để pha trộn cơ chất trong thiết bị phản ứng thứ nhất và/hoặc thiết bị phản ứng thứ hai. Thiết bị khuấy có thể là máy khuấy, như máy khuấy trung tâm, máy khuấy mô tơ nhúng chìm và/hoặc máy khuấy mái chèo. Tất nhiên, thiết bị khuấy khác cũng có thể được sử dụng. Ở đây, đặc điểm dòng chảy của cơ chất hoặc của sinh khối có

thể được cải thiện một cách thuận lợi, thành phần gần như không đổi của sinh khối được đảm bảo và theo đó quy trình lên men được cải thiện.

Thiết bị phản ứng thứ nhất là có thể gia nhiệt được để nhiệt độ thấp nhất là 30°C, tốt hơn là thấp nhất 35°C, đặc biệt tốt hơn nếu thấp nhất là 40°C. Thiết bị phản ứng thứ hai là có thể gia nhiệt được để nhiệt độ thấp nhất là 55°C, tốt hơn nếu thấp nhất là 60°C, cụ thể tốt hơn nếu thấp nhất là 65°C có thể được thiết lập.

Trong phương án khác, hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học có thể bao gồm thiết bị xử lý sơ bộ để làm giảm kích thước sợi của cơ chất. Trong đó, sợi cơ chất có thể được cắt với chiều dài sợi điều chỉnh được, tốt hơn là tối đa 40mm, do đó có thể thực hiện được việc phối trộn đồng đều cơ chất bằng cách hoặc máy khuấy và việc các sợi cơ chất quấn xung quanh cánh khuấy hoặc hiện tượng tắc ống dẫn hoặc bơm do các sợi cơ chất bám dính hoặc kết chặt có thể khắc phục được.

Tốt hơn là, thiết bị phản ứng thứ hai bao gồm các vi khuẩn được chọn từ nhóm *Clostridium spp.*, tốt hơn là *Clostridium aceticum*, *Clostridium thermocellum* và/hoặc *Clostridium stecorarium* và/hoặc *Thermotogaceae*.

Theo một số phương án, việc cấy vi khuẩn ưa nhiệt độ cao vào thiết bị phản ứng chứa vi khuẩn ưa nhiệt độ cao được thực hiện trước lần nạp cơ chất đầu tiên. Chúng cấy có thể được lấy, ví dụ, từ thiết bị phản ứng chứa vi khuẩn ưa nhiệt độ cao đã có theo các điểm yêu cầu bảo hộ của các bằng sáng chế được mô tả ở đây (cái gọi là bùn kích hoạt). Hơn nữa, việc nhân giống các vi sinh vật ưa nhiệt độ cao bằng cách bổ sung chất thải từ động vật và/hoặc sinh khối từ quy trình phân giải kỵ khí/hiếu khí (quá trình thối rữa, ủ phân, hô hấp) cũng có thể được thực hiện trong thiết bị phản ứng thứ hai.

Các hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học được mô tả ở trên có thể được sử dụng để thực hiện phương pháp đã mô tả. Các đặc tính của phương pháp theo sáng chế có thể được áp dụng cho hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học và các đặc tính của hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học cũng được áp dụng cho phương pháp theo sáng chế.

Trong các hệ thống xử lý sinh học hiện có, không thể loại trừ các chất dễ lên men (hexoza, tinh bột) được chuyển hóa bởi các quy trình hô hấp (hiếu khí) thành cacbon dioxid. Sự tạo thành metan có năng lượng cao có thể không diễn ra do các chất này. Điều này tránh được trong phương pháp theo sáng chế, do khối nguyên liệu mới đầu tiên là bị phân cắt/lên men kỵ khí. Quá trình hô hấp hiếu khí không xảy ra. Nó chỉ là các chất khó phân hủy (tốt hơn là xenluloza, hemixenluloza, lignoxenluloza và/hoặc sáp) khả dụng đối

với các vi sinh vật để tạo thành các axit hữu cơ và các rượu. Lượng nhiệt được nạp vào là giống như khi so với các hệ thống hiện có. Lượng năng lượng nhiều hơn cần nạp sẽ không xảy ra.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1a là sơ đồ thể hiện hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học;

Fig.b là sơ đồ thể hiện hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học bao gồm thiết bị sục khí;

Fig.2a là sơ đồ thể hiện hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học bao gồm cụm van hai chiều;

Fig.2b là sơ đồ thể hiện hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học bao gồm cụm van hai chiều và thiết bị sục khí;

Fig.3 là sơ đồ thể hiện hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học bao gồm thiết bị tháo;

Fig.4 là sơ đồ thể hiện hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học bao gồm thiết bị trộn, thiết bị giảm kích thước và thiết bị tháo; và

Fig.5 là sơ đồ thể hiện phương pháp sản xuất khí sinh học.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1a thể hiện hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học bao gồm thiết bị phản ứng thứ nhất 1 và thiết bị phản ứng thứ hai 2. Thiết bị phản ứng thứ nhất chứa vi khuẩn có mức độ ưa nhiệt trung bình và cơ chất chứa xenluloza và lignoxenluloza, trong đó cơ chất chứa xenluloza và lignoxenluloza bao gồm rơm từ lúa, rơm từ lúa ủ chua và phân gà. Trong ví dụ được thể hiện, thiết bị phản ứng thứ nhất 1 là thiết bị phản ứng gia nhiệt được và các chất trong thiết bị phản ứng thứ nhất 1 này được gia nhiệt đến nhiệt độ 33°C. Tuy nhiên, cũng cho phép là trường hợp thiết bị phản ứng thứ nhất 1 là thiết bị không thể gia nhiệt được và nhiệt độ nằm trong khoảng từ 20°C đến 40°C được thiết lập do quy trình lên men tỏa nhiệt bởi vi khuẩn có mức độ ưa nhiệt trung bình có mặt trong thiết bị này. Vi khuẩn có mức độ ưa nhiệt trung bình trong ví dụ này là sinh vật đơn bào, và cụ thể là *Methanobacteriales*, *Methanococcales*, *Methanomicrobiales*, *Methanocellales* thích hợp để sản xuất metan từ axit axetic. Cơ chất chứa trong thiết bị phản ứng thứ nhất 1 lưu lại trong, chẳng hạn như, 30 ngày trong thiết bị phản ứng thứ nhất 1 và lên men ít nhất là một phần, vì thế metan được tạo ra. Một phần của cơ chất đã lên men ít nhất là một phần được

dẫn ra ngoài thiết bị phản ứng thứ nhất 1 vào thiết bị phản ứng thứ hai 2 bằng thiết bị tuần hoàn 3. Thiết bị tuần hoàn này bao gồm ống nối thứ nhất 4 và ống nối thứ hai 5, trong đó cơ chất đã lên men ít nhất là một phần được vận chuyển thông qua ống nối thứ nhất 4 từ thiết bị phản ứng thứ nhất 1 vào thiết bị phản ứng thứ hai 2 bằng bơm, tốt hơn là bơm trực vít lệch tâm. Thiết bị phản ứng thứ hai 2 là thiết bị gia nhiệt được và các chất bên trong thiết bị phản ứng thứ hai 2 được gia nhiệt đến nhiệt độ 68°C. Vi khuẩn ưa nhiệt độ cao, ví dụ *Clostridia*, tốt hơn là *Clostridium aceticum*, *Clostridium thermocellum* và/hoặc *Clostridium stecorarium* ở trong thiết bị phản ứng thứ hai 2. Vi khuẩn ưa nhiệt độ cao thích hợp để phân cắt thêm cơ chất đã lên men ít nhất là một phần, cụ thể là lignoxenluloza. Để thực hiện việc này, cơ chất đã lên men ít nhất là một phần trong thiết bị phản ứng thứ hai lưu lại trong thiết bị phản ứng thứ hai với thời gian lưu tối đa là 3 ngày. Tại đây, lignoxenluloza được chuyển hóa ít nhất là một phần thành axetat, butanol và các axit/rượu khác bởi vi khuẩn ưa nhiệt độ cao. Cơ chất cùng với axit axetic được dẫn trở lại từ thiết bị phản ứng thứ hai 2 vào thiết bị phản ứng thứ nhất 1 thông qua ống nối thứ hai 5 bằng bơm trực vít lệch tâm. Cơ chất cùng với axit axetic được ủ trong thiết bị phản ứng thứ nhất 1 bởi vi khuẩn có mức độ ưa nhiệt trung bình và khí sinh học chứa metan với lượng ít nhất là 50% metan, 30% cacbon dioxit, 1000ppm hydro sulfua và khí thải xuất hiện. Khí sinh học ít nhất này được tách ra ít nhất là một phần và chuyển ra khỏi thiết bị phản ứng thứ nhất 1 thông qua thiết bị xả 6, nghĩa là ống dẫn khí. Phần còn lại, cơ chất đã lên men ít nhất là một phần được chuyển lại vào thiết bị phản ứng thứ hai 2 qua ống nối thứ nhất 4 và tiếp tục bị phân cắt, để sau thời gian lưu thêm 5 ngày trong thiết bị phản ứng thứ hai 2 được dẫn lại vào thiết bị phản ứng thứ nhất 1 thông qua ống dẫn thứ hai 5 và được ủ ở đây một lần nữa. Do đó, cơ chất này được lên men và tiếp tục được phân cắt trong thiết bị phản ứng thứ nhất 1 cũng như trong thiết bị phản ứng thứ hai 2. Việc tuần hoàn cơ chất được lặp thường xuyên cho đến khi gần như không có hoặc chỉ rất ít khí sinh học còn có thể thu được từ cơ chất.

Khi chuyển cơ chất đã lên men ít nhất là một phần thêm nữa từ thiết bị phản ứng thứ nhất 1 vào thiết bị phản ứng thứ hai 2, hầu hết vi khuẩn có mức độ ưa nhiệt trung bình đã chết trong thiết bị phản ứng thứ hai 2 do nhiệt độ hoạt động cao. Các vi khuẩn ưa nhiệt độ cao chết trong thiết bị phản ứng thứ nhất, ít nhất là phần lớn, khi đi qua ống nối thứ hai 5 vào thiết bị phản ứng thứ nhất 1, do nhiệt độ thấp. Thiết bị phản ứng thứ nhất 1 cũng như thiết bị phản ứng thứ hai 2 đều có thiết bị khuấy 7, 8, trong đó thiết bị khuấy thứ nhất

7 tiếp tục pha trộn các chất trong thiết bị phản ứng thứ nhất 1 và thiết bị khuấy thứ hai 8 trộn các chất trong thiết bị phản ứng thứ hai 2 để ngăn cản sự lắng đọng và bám dính của các chất này và giữ cho cơ chất ở trạng thái đồng nhất nhất có thể. Trong thiết bị phản ứng thứ nhất, lượng cơ chất tính theo phần trọng lượng lớn gấp hai mươi lần so với lượng cơ chất trong thiết bị phản ứng thứ hai 2.

Fig.1b thể hiện hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học về cơ bản tương ứng với Fig.1a, nhưng bao gồm thiết bị sục khí 28 trong ống nổi 4. Van một chiều 29 và bơm 30 được bố trí ở phía trước của thiết bị sục khí 28. Van một chiều khác 30' được bố trí ở phía sau của thiết bị sục khí. Bơm 30 bơm cơ chất ra khỏi thiết bị phản ứng thứ nhất 1 vào thiết bị sục khí khi van 29 mở và van 31 đóng. Sau đó, van 29 được đóng lại. Cơ chất được sục khí trong thiết bị sục khí. Ở đây, vi khuẩn kỵ khí chiếm ưu thế từ thiết bị phản ứng thứ nhất 1 mà nằm trong cơ chất cần được sục khí sẽ bị vô hoạt hoặc tiêu diệt bởi việc sục khí. Sau đó, van 31 được mở và cơ chất đã sục khí được dẫn vào thiết bị phản ứng thứ hai 2. Do đó, thành công chủ yếu là ngăn ngừa sự tạo thành metan diễn ra trong thiết bị phản ứng thứ hai 2. Việc không sục khí cần thiết cho cơ chất trong khi dẫn trở lại từ thiết bị phản ứng thứ hai 2 vào thiết bị phản ứng thứ nhất 1 do các vi khuẩn trong thiết bị phản ứng 2, chủ yếu là *Clostridia*, bị vô hoạt hoặc tiêu diệt do chênh lệch nhiệt độ giữa thiết bị phản ứng thứ hai 2 và thiết bị phản ứng thứ nhất 1, vì các vi khuẩn này đòi hỏi nhiệt độ cao hơn, tương ứng với nhiệt độ trong thiết bị phản ứng 2, để sống sót và/hoặc chuyển hóa chủ động.

Thiết bị phản ứng thứ hai trên Fig.1b còn bao gồm ống nạp 32. Cơ chất dễ lên men có thể được trộn lẫn với các chất trong thiết bị phản ứng bằng ống nạp 32.

Fig.2a thể hiện một phương án ví dụ khác về hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học trên Fig.1, trong đó bơm 9 để trộn cơ chất được sử dụng trong thiết bị phản ứng thứ nhất. Các chất bên trong thiết bị phản ứng thứ hai 2 được khuấy kỹ bằng thiết bị khuấy 8. Do đó, sự kết hợp của thiết bị khuấy 8 và/hoặc bơm 9 trong thiết bị phản ứng thứ nhất 1 và/hoặc thiết bị phản ứng thứ hai 2 cũng chấp nhận được cho hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học. Cụ thể, điều này có thể hỗ trợ cho khả năng lựa chọn thiết bị trộn mà tốn ít chi phí và tiết kiệm năng lượng nhiều nhất có thể theo kích thước của các thiết bị phản ứng, để làm giảm chi phí sản xuất và chi phí vận hành hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học.

Fig.2b thể hiện hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học về cơ bản tương ứng với hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học trên Fig.2a, nhưng bao gồm ống nổi 10 được cung cấp

bổ sung thiết bị sục khí 28, hai bơm 30 và hai van hai chiều 11. Cơ chất có thể được bơm từ thiết bị phản ứng thứ nhất vào thiết bị phản ứng thứ hai 2 và ngược lại bằng cách mở và đóng van 11 tương ứng. Tốt hơn là, cơ chất sục khí khi được bơm từ thiết bị phản ứng thứ nhất 1 vào thiết bị phản ứng thứ hai 2. Để thực hiện việc này, van hai chiều 11 (tương tự như van một chiều trên Fig.1b) ở phía dưới của thiết bị sục khí đầu tiên được đóng và cơ chất được bơm từ thiết bị phản ứng thứ nhất 1 vào thiết bị sục khí 28. Van hai chiều 11 ở phía trước của thiết bị sục khí 28 sau đó được đóng và cơ chất sục khí trong thiết bị sục khí 28. Van hai chiều 11' ở phía dưới của thiết bị sục khí được mở sau quy trình sục khí, vì thế mà cơ chất được dẫn vào thiết bị phản ứng thứ hai 2. Van hai chiều 11 và 11' có thể được mở theo cách để cơ chất chỉ có thể chảy theo hướng của thiết bị phản ứng thứ nhất 1, để đưa cơ chất từ thiết bị phản ứng thứ hai 2 trở lại thiết bị phản ứng thứ nhất, để cho phép tuần hoàn. Bơm khác 30' được cung cấp để thực hiện việc này, bơm khác này sẽ bơm cơ chất ra khỏi thiết bị phản ứng thứ hai 2 vào thiết bị phản ứng thứ nhất 1. Hơn nữa, một van khác sẽ được đóng khi việc đưa trở lại có thể được cung cấp trên thiết bị sục khí 28, vì thế cơ chất không nhất thiết phải được sục khí thêm nữa khi được nạp trở lại vào thiết bị phản ứng thứ nhất. Van như vậy không được thể hiện trên Fig.2b nhưng có thể tùy ý được bổ sung.

Các chất bên trong thiết bị phản ứng thứ nhất có giá trị pH là 7. Các chất bên trong thiết bị phản ứng thứ hai 2 có giá trị pH là 5,5. Các giá trị pH này tương ứng với các giá trị pH được ưu tiên của các vi khuẩn được đưa vào thiết bị phản ứng thứ nhất 1 và thiết bị phản ứng thứ hai 2.

Trên Fig.2, thiết bị phản ứng thứ nhất 1 có thể tích lớn hơn hai mươi lần so với thể tích của thiết bị phản ứng thứ hai 2. Thiết bị phản ứng thứ nhất 1 và thứ hai 2 trên Fig.2a và Fig.2b được nối với thiết bị tuần hoàn 3, trong đó thiết bị tuần hoàn bao gồm thiết bị vận chuyển hoặc phân phối dưới dạng bơm vít lệch tâm và ống nối 10 có cụm van hai chiều 11. Hướng dòng chảy xuyên suốt của cơ chất có thể được thiết lập thông qua cụm van hai chiều 11, để dòng cơ chất từ thiết bị phản ứng thứ nhất 1 vào thiết bị phản ứng thứ hai 2, cũng như dòng cơ chất từ thiết bị phản ứng thứ hai 2 vào thiết bị phản ứng thứ nhất 1 có thể chạy qua ống nối 10. Như đã được mô tả và thể hiện trên Fig.1a và Fig.1b, khí sinh học có thể được tách ra và dẫn ra ngoài thông qua thiết bị xả 6. Tất nhiên, sự tuần hoàn của cơ chất có thể được tạo ra bằng cách chuyển cơ chất ra ngoài thiết bị phản ứng, ví dụ thiết bị phản ứng thứ nhất 1, vào thùng chứa trung gian và từ thùng chứa trung gian

vào các bộ phận khác, ví dụ thiết bị phản ứng thứ hai 2. Điều này có ưu điểm ví dụ thiết bị phản ứng thứ nhất và thiết bị phản ứng thứ hai được lắp đặt xa nhau theo vị trí và ống nối dài với đường dẫn phức tạp được sử dụng.

Hơn nữa, thời gian lưu có thể hiệu quả đối với các thể tích thiết bị phản ứng nêu trên. Thiết bị phản ứng thứ nhất có thể tích lớn hơn hai mươi lần so với thể tích của thiết bị phản ứng thứ hai. Do đó, chỉ một phần cơ chất trong thiết bị phản ứng thứ nhất có thể được đưa vào thiết bị phản ứng thứ hai, trong ví dụ này là một phần hai mươi. Do toàn bộ các chất trong thiết bị phản ứng thứ nhất phải chạy qua thiết bị phản ứng thứ hai và được ủ trong thiết bị phản ứng thứ hai trong 2,5 ngày mỗi lần, thời gian lưu thứ nhất trong thiết bị phản ứng thứ nhất là 50 ngày. Cơ chất ví dụ dưới dạng cặn lên men sau đó được dẫn ra khỏi thiết bị phản ứng thứ nhất sau 50 ngày.

Fig.3 thể hiện hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học với thiết bị tháo ra ngoài 12 mà được nối với thiết bị phản ứng thứ nhất 1 thông qua ống xả 13. Cặn lên men mà phát sinh sau quy trình lên men trong thiết bị phản ứng thứ nhất 1 và/hoặc thiết bị phản ứng thứ hai 2 sau đó được dẫn qua ống xả 13 vào thiết bị tháo 12. Điều này có thể được thực hiện, ví dụ tại thời điểm khi việc sản xuất khí sinh học giảm bớt và thể tích dòng chảy trong thiết bị xả 6 giảm dưới giá trị giới hạn đo được, ví dụ giảm 5-10% dưới giá trị của dòng chảy theo thể tích trước đó của khí sinh học [$\text{Nm}^3/\text{giờ}$]. Tất nhiên, cặn lên men có thể cũng được xả ra khỏi thiết bị phản ứng thứ nhất vào thiết bị tháo sau thời gian lưu thứ nhất, ở đây ví dụ sau 50 ngày. Ở đó, chất lỏng xử lý được tách ra khỏi cặn lên men. Chất lỏng xử lý này được dẫn ít nhất là một phần vào trong thiết bị phản ứng thứ nhất thông qua thiết bị đưa trở lại 14 và được trộn với cơ chất ở đó bằng thiết bị khuấy 7. Do đó, có thể ngăn ngừa được việc kết tụ của cơ chất và điều chỉnh được tỷ lệ giữa hàm lượng của cơ chất so với hàm lượng chất khô của cơ chất. Cặn lên men rắn, nghĩa là cặn lên men đã tháo ra ngoài có thể tiếp tục được xả ra khỏi thiết bị tháo 12 thông qua bộ phận xả 15, ví dụ ống. Cơ chất đã lên men ít nhất là một phần được trộn kỹ (pha trộn) trong thiết bị phản ứng thứ hai 2 bằng bơm 16, tốt hơn là một cách liên tục.

Hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học tương ứng với hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học trên Fig.2a được thể hiện trên Fig.4. Tuy nhiên, hệ thống này còn bao gồm các bộ phận như, ví dụ thiết bị tháo 12, thiết bị trộn 16, thiết bị xử lý sơ bộ 17, và thiết bị xả axit silicic 20. Trước khi cơ chất được nạp vào thiết bị phản ứng 1, nó được làm giảm kích thước trong thiết bị xử lý sơ bộ 17 đến chiều dài sợi, tốt hơn là 40mm, tốt hơn là bằng máy

cắt cơ học hoặc máy nghiền cắt. Sợi cơ chất, cụ thể là rơm từ lúa và rơm từ lúa mì đã làm giảm kích thước xuống 40mm được dẫn qua ống 18 vào thiết bị trộn. Thiết bị tháo 12 cũng được cung cấp trên Fig.3. Thiết bị này sẽ dẫn chất lỏng xử lý đã tách đi qua thiết bị đưa trở lại 14 vào thiết bị trộn 16. Cơ chất đã giảm kích thước và chất lỏng xử lý được trộn trong thiết bị trộn 16 trước khi được dẫn tiếp vào trong thiết bị phản ứng thứ nhất 1 thông qua ống nạp 19. Trong các ví dụ được thể hiện, ngoài cơ chất đã giảm kích thước và chất lỏng xử lý, không có thêm chất nào được nạp vào thiết bị trộn 16. Tất nhiên, thành phần khác tạo nên cơ chất, ví dụ phân, có thể được dẫn vào thiết bị trộn 16 qua ống dẫn bổ sung.

Hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học được thể hiện trên Fig.4 còn bao gồm thiết bị xả axit silicic 20. Tốt hơn là, thiết bị này được lắp trên thiết bị phản ứng thứ hai 2, sao cho axit silicic được sinh ra một phần do *Clostridia* khi phân hủy lignoxenluloza và có thể hoạt động để ức chế việc tạo thành metan, có thể được đưa ra trước khi chuyển tiếp cơ chất vào thiết bị phản ứng thứ nhất 1. Do đó, sẽ thành công trong việc tạo thành metan mà không bị ức chế trong thiết bị phản ứng thứ nhất bởi vi khuẩn có mức độ ưa nhiệt trung bình và có thể cải thiện hiệu quả của hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học. Axit silicic có thể được tách ra, ví dụ bằng bộ lọc silicat và bộ lọc axit silicic hoặc cũng được tách ra khỏi pha lỏng bằng các phản ứng kết tủa trước đó, và sau đó xả khỏi thiết bị phản ứng thứ hai 2.

Fig.5 là sơ đồ thể hiện trình tự ví dụ của phương pháp sản xuất khí sinh học bằng hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học đã mô tả. Trong bước thứ nhất 21, đầu tiên cơ chất chứa xenluloza, chứa rơm từ lúa và phân bò được lên men ít nhất là một phần trong thiết bị phản ứng thứ nhất ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 30 đến 48°C trong thời gian lưu thứ nhất là 30 ngày. Vi khuẩn có mức độ ưa nhiệt trung bình có thể chuyển hóa cơ chất chứa trong thiết bị phản ứng thứ nhất.

Trong bước thứ hai 22, cơ chất đã lên men ít nhất là một phần được dẫn ra khỏi thiết bị phản ứng thứ nhất sang thiết bị phản ứng thứ hai. Thiết bị phản ứng thứ hai được gia nhiệt và các chất bên trong nó có nhiệt độ 68°C. Vi khuẩn ưa nhiệt độ cao, thích hợp để phân cắt cơ chất đã lên men ít nhất là một phần, cụ thể là lignoxenluloza, nằm trong thiết bị phản ứng thứ hai.

Trong bước thứ ba 23, *Hyperthermophils* ủ cơ chất đã lên men ít nhất là một phần trong thiết bị phản ứng thứ hai với thời gian lưu, tốt hơn là trong 2 ngày. Vi khuẩn ưa

hiệt độ cao, cụ thể vi khuẩn chi *Clostridia*, ở đây sẽ phân cắt cơ chất đã phân hủy một phần, cụ thể là xenluloza và lignoxenluloza và tốt hơn là tạo ra axit axetic, ngoài các axit hữu cơ khác.

Cơ chất đã lên men ít nhất là một phần được dẫn ra khỏi thiết bị phản ứng thứ hai đi vào thiết bị phản ứng thứ nhất trong bước thứ tư 24.

Trong bước thứ năm 25, cơ chất đã dẫn trở lại được ủ với các vi khuẩn có mức độ ưa nhiệt trung bình trong thiết bị phản ứng thứ nhất. Ở đây, khí sinh học chứa metan sinh ra ít nhất là một phần, và được tách ra và dẫn ra khỏi thiết bị phản ứng thứ nhất trong bước thứ sáu 26.

Cơ chất còn lại, đã bị phân hủy ít nhất là một phần tiếp tục được đưa trở lại vào thiết bị phản ứng thứ hai và các bước 22, 23, 24, 25 và 26 đã mô tả ở trên được lặp lại, sao cho vòng lặp 27 được tạo ra. Các bước từ 22 đến 26 được lặp lại cho đến khi hầu như không có khí sinh học chứa metan có thể được chiết ra, ví dụ sau lần lặp thứ ba. Cặn lên men có thể được xả ra sau đó, hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học được nạp mới bằng cơ chất và phương pháp lại được thực hiện một lần nữa.

Tất nhiên, các bước - cụ thể là ủ trong thiết bị phản ứng thứ nhất và thứ hai, nghĩa là các bước 21, 23 và 25 - một phần cũng có thể xảy ra cùng một lúc. Hơn nữa, có thể chấp nhận được nếu quá trình tuần hoàn cơ chất diễn ra, cơ chất cần ủ và khí metan được xả ra, một cách liên tục. Do đó, tất cả các bước từ 21 đến 26 có thể cũng có thể xảy ra cách nhau một khoảng thời gian (gọi là phương pháp nạp gián đoạn).

Thành phần của một cơ chất điển hình trong thiết bị phản ứng thứ nhất và trong thiết bị phản ứng thứ hai trong quá trình thực hiện phương pháp được giải thích chi tiết hơn dưới đây trong các phương án ví dụ. Tất nhiên, các chi tiết được nêu rõ ở đây cũng có thể khác nhau trong các phương án ví dụ khác.

Một phương án ví dụ khác được giải thích chi tiết hơn dưới đây. Các thao tác cố định được giả định khi xem xét phương pháp này. Ở thời điểm bắt đầu phương pháp, thiết bị phản ứng thứ nhất bao gồm hàm lượng, ví dụ 3000m³ cơ chất. Các vi sinh vật cần cho quy trình sản xuất khí sinh học nằm trong trong đó. Nhiệt độ từ 40 đến 48°C được đảm bảo thông qua nguồn nhiệt. Cơ chất được trộn ngất bằng máy khuấy và/hoặc thiết bị trộn và khí sinh học được tạo thành được dẫn ra khỏi pha lỏng. Tiếp tục tiến hành phân phối thêm huyền phù chứa sinh khối/vi khuẩn tiếp tục được sản xuất.

Hằng ngày, 100 tấn cơ chất được nạp để vào thiết bị phản ứng thứ nhất. Việc nạp chất rắn ở đây có thể là 14 tấn cho mỗi lần nạp. Chất rắn này bao gồm 60-65% khối lượng khô (DM%) rơm từ lúa trong hỗn hợp (với hàm lượng 15% nước), 20-25 DM% phân bò, 10-20 DM% dòng tuần hoàn với vi khuẩn có mức độ ưa nhiệt trung bình. Xấp xỉ 100 tấn cơ chất/bùn với tỷ lệ khối lượng khô là 10-12% (DM%) được nạp vào thiết bị phản ứng thứ hai khi bắt đầu khoảng thời gian quan sát sau khi chuyển lần thứ nhất. Phần chất rắn này có thể bao gồm ví dụ 60-65% DM rơm từ lúa, 25% DM% trọng lượng phân bò. Phần còn lại phần bao gồm cặn của dòng một đường cũng như của các chất vô cơ, cũng như các chất ngoại lai khác. Bất kể 10 tấn chất rắn, dòng nạp bao gồm lên đến 90 tấn nước.

Lên đến 30% khối lượng khô được phân cắt thành các thành phần hòa tan trong thời gian lưu, ví dụ 3 ngày trong thiết bị phản ứng thứ hai. Điều này thường được thực hiện nhờ khả năng hoạt động của các vi khuẩn ưa nhiệt độ cao mà có thể được nuôi cấy ở nhiệt độ 55- 80°C. Nhiệt độ tối ưu phụ thuộc vào việc bổ sung của cơ chất và thành phần của nó. Ở đây, lên đến 10g/l axit axetic có thể tích lũy trong quy trình phân cắt, và chúng được dẫn trở lại vào thiết bị phản ứng thứ nhất 1 và chuyển hóa thành khí sinh học.

Ngoài các khía cạnh nêu trên, sáng chế còn bao gồm các khía cạnh sau đây:

1. Phương pháp sản xuất khí sinh học bao gồm các bước sau đây:

- lên men ít nhất là một phần cơ chất chứa xenluloza trong thời gian lưu thứ nhất ở nhiệt độ nằm trong vùng từ 20°C đến 50°C trong thiết bị phản ứng thứ nhất (1) bằng vi khuẩn có mức độ ưa nhiệt trung bình mà thích hợp để sản xuất metan từ axit axetic,

- chuyển một phần của cơ chất đã lên men ít nhất là một phần ra khỏi thiết bị phản ứng thứ nhất sang thiết bị phản ứng thứ hai gia nhiệt (2) chứa vi khuẩn ưa nhiệt độ cao, trong đó vi khuẩn ưa nhiệt độ cao này thích hợp để phân cắt cơ chất đã lên men ít nhất là một phần,

- ủ cơ chất đã lên men ít nhất là một phần ở nhiệt độ nằm trong vùng từ 55°C đến 80°C trong thời gian lưu thứ hai, trong đó axit axetic được tạo thành ít nhất là một phần,

- đưa cơ chất cùng với axit axetic từ thiết bị phản ứng thứ hai (2) trở lại thiết bị phản ứng thứ nhất (1),

- ủ cơ chất với axit axetic trong thiết bị phản ứng thứ nhất (1),

- tách khí sinh học chứa metan ra khỏi thiết bị phản ứng thứ nhất (1).

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó cơ chất được trộn trong thiết bị phản ứng thứ nhất (1) và/hoặc thiết bị phản ứng thứ hai (2) bằng bơm (9, 16) và/hoặc thiết bị khuấy (7, 8).

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó các bước sau đây:

chuyển một phần cơ chất đã lên men ít nhất là một phần ra khỏi thiết bị phản ứng thứ nhất (1) sang thiết bị phản ứng thứ hai gia nhiệt được (2) có vi khuẩn ưa nhiệt độ cao, trong đó vi khuẩn ưa nhiệt độ cao này thích hợp để phân cắt cơ chất đã lên men ít nhất là một phần, và

đưa cơ chất cùng với axit axetic từ thiết bị phản ứng thứ hai (2) trở lại thiết bị phản ứng thứ nhất (1),

được lặp lại ít nhất một lần.

4. Phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh 1, 2, hoặc 3, trong đó cặn lên men mà còn lại trong thiết bị phản ứng thứ nhất (1) và sau quá trình lên men trong thiết bị phản ứng thứ nhất (1) về cơ bản không tiếp tục bị phân cắt bởi các vi khuẩn có mức độ ưa nhiệt trung bình được dẫn ra khỏi thiết bị phản ứng thứ nhất (1) và tháo ra ngoài, trong đó chất lỏng xử lý đã tách tương ứng ít nhất được đưa ít nhất một phần trở lại thiết bị phản ứng thứ nhất (1) thông qua ống xả (14).

5. Phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 1 đến 4, khác biệt ở chỗ, vi khuẩn có mức độ ưa nhiệt trung bình được lựa chọn từ nhóm sinh vật đơn bào, *Methanobacteriale*, *Methanococcale*, *Methanomicrobiale*, *Methanocellale*, *Methanosarcinale*, *Methanosarcina*, *Methanococcus*, *Methanobacterium*, *Methanobrevibacter*, *Methanothermobacter* và/hoặc *Methanopyrale*.

6. Phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 1 đến 5, khác biệt ở chỗ, vi khuẩn ưa nhiệt độ cao được lựa chọn từ nhóm *Clostridia*, *Chlostridium aceticum*, *Chlostridium thermocellum* và/hoặc *Chlostridiumst ecorarium*.

7. Phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 1 đến 6, trong đó các chất trong thiết bị phản ứng thứ nhất (1) cũng được gia nhiệt.

8. Phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 1 đến 7, trong đó axit silicic được đưa ra khỏi thiết bị phản ứng thứ hai (2) để làm giảm nồng độ axit silicic mà ức chế sự tạo thành metan.

9. Phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 1 đến 8, khác biệt ở chỗ, cơ chất chứa xenluloza bao gồm lignoxenluloza.

10. Phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 1 đến 9, khác biệt ở chỗ, cơ chất chứa xenluloza bao gồm rom, cụ thể là rom từ lúa.

11. Phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 1 đến 10, khác biệt ở

chỗ, giá trị pH của cơ chất trong thiết bị phản ứng thứ nhất (1) nằm trong vùng pH trung tính đến hơi kiềm và tốt hơn là giá trị pH này ít nhất là 6,6, ít nhất là 6,8 và/hoặc nhiều nhất là 8,3, nhiều nhất là 8,0.

12. Phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 1 đến 11, khác biệt ở chỗ, giá trị pH của cơ chất trong thiết bị phản ứng thứ hai (2) ít nhất là 4,5 và/hoặc nhiều nhất là 6,5.

13. Phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 1 đến 12, trong đó sợi cơ chất được giảm kích thước trước khi đưa cơ chất vào thiết bị phản ứng thứ nhất (1).

14. Hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học để sản xuất khí sinh học bao gồm:

- thiết bị phản ứng thứ nhất (1) bao gồm vi khuẩn có mức độ ưa nhiệt trung bình thích hợp để sản xuất metan từ axit axetic, hydro và cacbon dioxit,

- thiết bị phản ứng thứ hai gia nhiệt được (2) bao gồm vi khuẩn ưa nhiệt độ cao thích hợp cho quá trình lên men kỵ khí cơ chất chứa xenluloza thành axit axetic,

- thiết bị tuần hoàn (3) để tuần hoàn sinh khối giữa thiết bị phản ứng thứ nhất (1) và thiết bị phản ứng thứ hai (2), trong đó thiết bị tuần hoàn (3) bao gồm thiết bị vận chuyển và ít nhất một ống nối (4, 5) mà nối liền thiết bị phản ứng thứ nhất (1) với thiết bị phản ứng thứ hai (2) và thiết bị vận chuyển được tạo cấu hình để vận chuyển cơ chất thông qua ống nối (4, 5) từ thiết bị phản ứng thứ nhất (1) vào thiết bị phản ứng thứ hai (2) cũng như từ thiết bị phản ứng thứ hai (2) vào thiết bị phản ứng thứ nhất (1).

15. Hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học theo khía cạnh 14, khác biệt bởi, thiết bị tháo ra ngoài (12) để tách chất lỏng xử lý khi tháo ra ngoài cặn lên men mà về cơ bản không còn bị vi khuẩn có mức độ ưa nhiệt trung bình phân cắt sau khi lên men trong thiết bị phản ứng thứ nhất (1), trong đó thiết bị phản ứng thứ nhất (1) được nối với thiết bị tháo (12) thông qua ống xả (13), để xả cặn lên men này.

16. Hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học theo khía cạnh 14 hoặc 15, khác biệt bởi, thiết bị trộn (16) được bố trí ở phía trước của thiết bị phản ứng thứ nhất (1) và được nối với thiết bị phản ứng thứ nhất (1) bằng ống nạp (19), để trộn cơ chất với chất lỏng xử lý theo cách sao cho có thể điều chỉnh được hàm lượng chất khô của cơ chất có thể được nạp qua ống nạp (19) vào thiết bị phản ứng thứ nhất (1).

17. Hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học theo khía cạnh 14 hoặc 15, khi hai khía cạnh này phụ thuộc vào khía cạnh 13, khác biệt bởi thiết bị đưa trở lại (14) dùng để đưa chất lỏng xử lý trở lại thiết bị phản ứng thứ nhất (1).

18. Hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 14 đến 17, trong đó ống nổi (4, 5) bao gồm van hai chiều (11) và/hoặc thiết bị tuần hoàn bao gồm hai ống nổi (4, 5) giữa thiết bị phản ứng thứ nhất (1) và thiết bị phản ứng thứ hai (2).

19. Hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 14 đến 18, khác biệt ở chỗ, thiết bị tuần hoàn (3) bao gồm bơm để cung cấp cơ chất.

20. Hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 14 đến 19, khác biệt ở chỗ, ít nhất một thiết bị khuấy (7, 8) và/hoặc bơm (9, 16) để trộn cơ chất trong thiết bị phản ứng thứ nhất (1) và/hoặc thiết bị phản ứng thứ hai (2).

21. Hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 14 đến 20, khác biệt ở chỗ, thiết bị phản ứng thứ nhất (1) gia nhiệt được theo cách sao cho nhiệt độ thấp nhất là 30°C có thể được thiết lập; và/hoặc

thiết bị phản ứng thứ hai (2) được gia nhiệt theo cách sao cho nhiệt độ thấp nhất là 65°C có thể được thiết lập.

22. Hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 14 đến 21, trong đó hệ thống này bao gồm thiết bị xử lý sơ bộ (17) để giảm kích thước của sợi cơ chất.

23. Hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 14 đến 22, khác biệt ở chỗ, ống nổi (4) để cung cấp cơ chất từ thiết bị phản ứng thứ nhất (1) vào thiết bị phản ứng thứ hai (2) bao gồm thiết bị sục khí (28).

24. Hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 14 đến 22, khác biệt ở chỗ, thiết bị phản ứng thứ hai (2) bao gồm ống nạp (32) để nạp chất dễ lên men.

25. Hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 14 đến 24, khác biệt ở chỗ, thiết bị phản ứng thứ hai (2) bao gồm vi khuẩn được chọn từ nhóm *Chlostridia*, *Chlostridium aceticum*, *Chlostridium thermocellum* và/hoặc *Chlostridiumst corarium*.

26. Sử dụng hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 14 đến 25 để thực hiện phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 1 đến 11.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất khí sinh học, phương pháp này bao gồm các bước sau đây:

lên men ít nhất là một phần cơ chất chứa xenluloza trong thời gian lưu thứ nhất ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 20°C đến 55°C trong thiết bị phản ứng thứ nhất (1) bằng vi khuẩn có mức độ ưa nhiệt trung bình thích hợp để sản xuất metan từ axit axetic,

chuyển một phần cơ chất đã lên men ít nhất là một phần ra khỏi thiết bị phản ứng thứ nhất (1) sang thiết bị phản ứng gia nhiệt được thứ hai (2) cùng với vi khuẩn ưa nhiệt độ cao, trong đó vi khuẩn ưa nhiệt độ cao thích hợp để phân cắt cơ chất đã lên men ít nhất là một phần,

ủ cơ chất đã lên men ít nhất là một phần ở nhiệt độ trong khoảng từ 55°C đến 80°C trong thời gian lưu thứ hai, trong đó axit axetic được tạo thành ít nhất là một phần,

đưa cơ chất cùng với axit axetic ra khỏi thiết bị phản ứng thứ hai (2) trở lại thiết bị phản ứng thứ nhất (1),

ủ cơ chất với axit axetic trong thiết bị phản ứng thứ nhất (1),

tách khí sinh học chứa khí metan ra khỏi thiết bị phản ứng thứ nhất (1), trong đó bước chuyển một phần cơ chất đã lên men ít nhất là một phần từ thiết bị phản ứng thứ nhất (1) sang thiết bị phản ứng gia nhiệt được thứ hai (2) bao gồm công đoạn chuyển một phần cơ chất đã lên men ít nhất là một phần ra khỏi thiết bị phản ứng thứ nhất (1) sang thiết bị sục khí để làm vô hoạt vi khuẩn kỵ khí.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó cơ chất chứa xenluloza có nồng độ amoni nitơ ít nhất là 100mg NH₄-N/l, tốt hơn nếu ít nhất là 150mg NH₄-N/l, đặc biệt tốt hơn nếu ít nhất là 200mg NH₄-N/l và/hoặc nhiều nhất là 1g NH₄-N/l, tốt hơn nếu nhiều nhất là 700mg NH₄-N/l, đặc biệt tốt hơn nếu nhiều nhất là 400mg NH₄-N/l.

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó các bước:

chuyển một phần cơ chất đã lên men ít nhất là một phần ra khỏi thiết bị phản ứng thứ nhất (1) sang thiết bị phản ứng có thể gia nhiệt thứ hai (2) cùng với vi khuẩn ưa nhiệt độ cao, trong đó vi khuẩn ưa nhiệt độ cao thích hợp để phân cắt cơ chất đã lên men ít nhất là một phần, và

đưa cơ chất cùng với axit axetic ra khỏi thiết bị phản ứng thứ hai (2) trở lại thiết bị phản ứng thứ nhất (1)

được lặp lại ít nhất một lần.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó cặn lên men còn lại trong thiết bị phản ứng thứ nhất (1) và sau quá trình lên men trong thiết bị phản ứng thứ nhất (1) về cơ bản không bị phân cắt tiếp bởi vi khuẩn có mức độ ưa nhiệt trung bình được dẫn ra khỏi thiết bị phản ứng thứ nhất (1) và tháo ra, trong đó chất lỏng xử lý đã tách tương ứng được đưa trở lại ít nhất là một phần vào thiết bị phản ứng thứ nhất (1) thông qua ống xả (14).

5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, khác biệt ở chỗ, vi khuẩn có mức độ ưa nhiệt trung bình được lựa chọn từ nhóm gồm sinh vật đơn bào và tốt hơn là *Methanobacteriale*, *Methanococcale*, *Methanomicrobiale*, *Methanocellale*, *Methanosarcinale*, *Methanosarcina*, *Methanococcus*, *Methanobacterium* *Methanobrevibacter*, *Methanothermobacter* và/hoặc *Methanopyrale*, và/hoặc ở chỗ

vi khuẩn ưa nhiệt cao được lựa chọn từ nhóm gồm *Clostridiaceae* và/hoặc *Thermotogaceae*, tốt hơn là *Chlostridium aceticum*, *Chlostridium thermocellum*, *Clostridium* và/hoặc *Clostridium stecorarium* và/hoặc *Thermotogales*.

6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, khác biệt ở chỗ, cơ chất chứa xenluloza bao gồm lignoxenluloza, và/hoặc ở chỗ

cơ chất chứa lignoxenluloza bao gồm rơm, cụ thể là rơm từ lúa.

7. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, khác biệt ở chỗ, giá trị pH của cơ chất trong thiết bị phản ứng thứ nhất (1) nằm trong khoảng từ trung tính đến kiềm yếu; và/hoặc ở chỗ

giá trị pH của cơ chất trong thiết bị phản ứng thứ hai (2) ít nhất là 4,0 và/hoặc cao nhất là 6,5.

8. Hệ thống khí sinh học để sản xuất khí sinh học, hệ thống này bao gồm:

thiết bị phản ứng thứ nhất (1) bao gồm vi khuẩn có mức độ ưa nhiệt trung bình thích hợp để sản xuất metan từ axit axetic, hydro và cacbon dioxit,

thiết bị phản ứng có thể gia nhiệt thứ hai (2) bao gồm vi khuẩn ưa nhiệt độ cao thích hợp cho tốt hơn là quá trình lên men kỵ khí của cơ chất chứa xenluloza thành axit axetic,

thiết bị tuần hoàn (3) để tạo ra sự tuần hoàn sinh khối giữa thiết bị phản ứng thứ nhất (1) và thiết bị phản ứng thứ hai (2), trong đó thiết bị tuần hoàn (3) bao gồm thiết bị vận chuyển và ít nhất một ống nối (4, 5) nối thiết bị phản ứng thứ nhất (1) với thiết bị phản ứng thứ hai (2) và thiết bị vận chuyển được tạo cấu hình để vận chuyển cơ chất qua ống nối (4, 5) từ thiết bị phản ứng thứ nhất (1) sang thiết bị phản ứng thứ hai (2) cũng như từ thiết bị phản ứng thứ hai (2) sang thiết bị phản ứng thứ nhất (1),

khác biệt ở chỗ,

ống nối (4) bao gồm thiết bị súc khí (28) để vận chuyển cơ chất từ thiết bị phản ứng thứ nhất (1) sang thiết bị phản ứng thứ hai (2).

9. Hệ thống khí sinh học theo điểm 8, khác biệt ở chỗ, thiết bị tháo (12) để tách chất lỏng xử lý trong khi tháo cạn lên men về cơ bản không bị phân cắt tiếp bởi các vi khuẩn có mức độ ưa nhiệt trung bình sau quá trình lên men trong thiết bị phản ứng thứ nhất (1), trong đó thiết bị phản ứng thứ nhất (1) được nối với thiết bị tháo (12) thông qua ống xả (13), để xả cạn lên men.

10. Hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học theo điểm 8 hoặc 9, khác biệt ở chỗ, thiết bị trộn (16) được bố trí phía trước thiết bị phản ứng thứ nhất (1) và được nối với thiết bị phản ứng thứ nhất (1) bằng ống nạp (19), để trộn cơ chất với chất lỏng xử lý sao cho có thể điều chỉnh hàm lượng chất khô của cơ chất có thể nạp được thông qua ống nạp (19) vào thiết bị phản ứng thứ nhất (1).

11. Hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học theo điểm 9 hoặc 10, khác biệt ở chỗ, thiết bị đưa trở lại (14) là dùng để đưa chất lỏng xử lý trở lại thiết bị phản ứng thứ nhất (1).

12. Hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 8 đến 11, khác biệt ở chỗ, ống nối (4, 5) bao gồm van hai chiều (11) và/hoặc ở chỗ thiết bị tuần hoàn

bao gồm hai ống nối (4, 5) giữa thiết bị phản ứng thứ nhất (1) và thiết bị phản ứng thứ hai (2).

13. Hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 8 đến 12, khác biệt ở chỗ, thiết bị tuần hoàn (3) bao gồm ít nhất một bơm để vận chuyển cơ chất; và/hoặc ở chỗ

hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học này bao gồm ít nhất một thiết bị khuấy (7, 8) và/hoặc bơm (9, 16) để trộn cơ chất trong thiết bị phản ứng thứ nhất (1) và/hoặc thiết bị phản ứng thứ hai (2).

14. Hệ thống thiết bị sản xuất khí sinh học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 9 đến 13, khác biệt ở chỗ, thiết bị phản ứng thứ nhất (1) là có thể gia nhiệt được sao cho nhiệt độ thấp nhất 30°C có thể được thiết lập; và/hoặc ở chỗ

thiết bị phản ứng thứ hai (2) là có thể gia nhiệt được sao cho nhiệt độ thấp nhất là 65°C có thể được thiết lập.

1/5

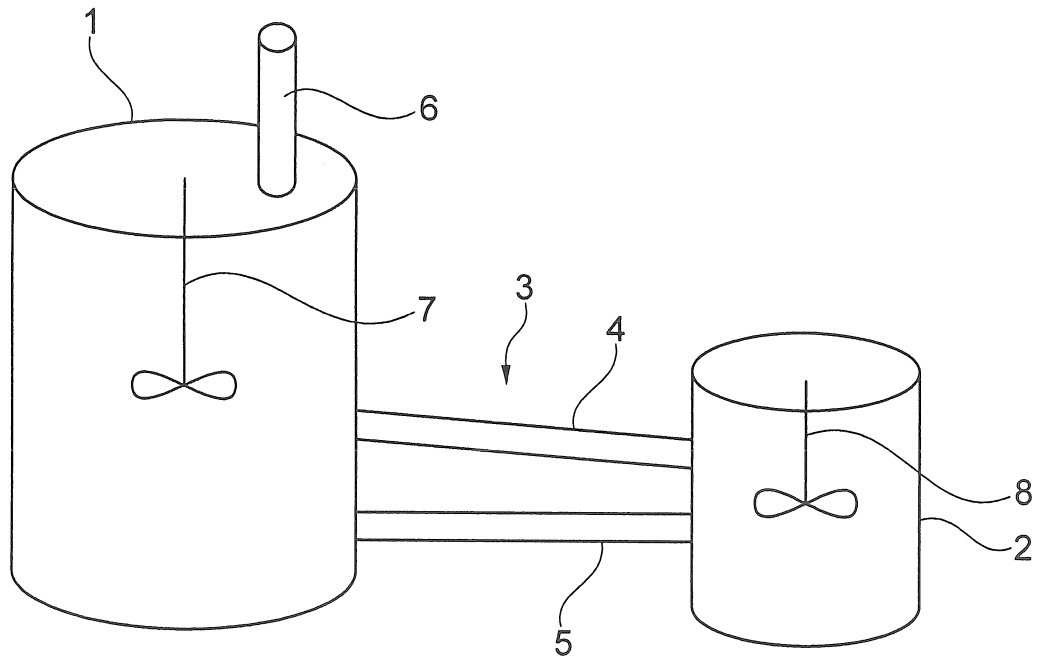


Fig. 1a

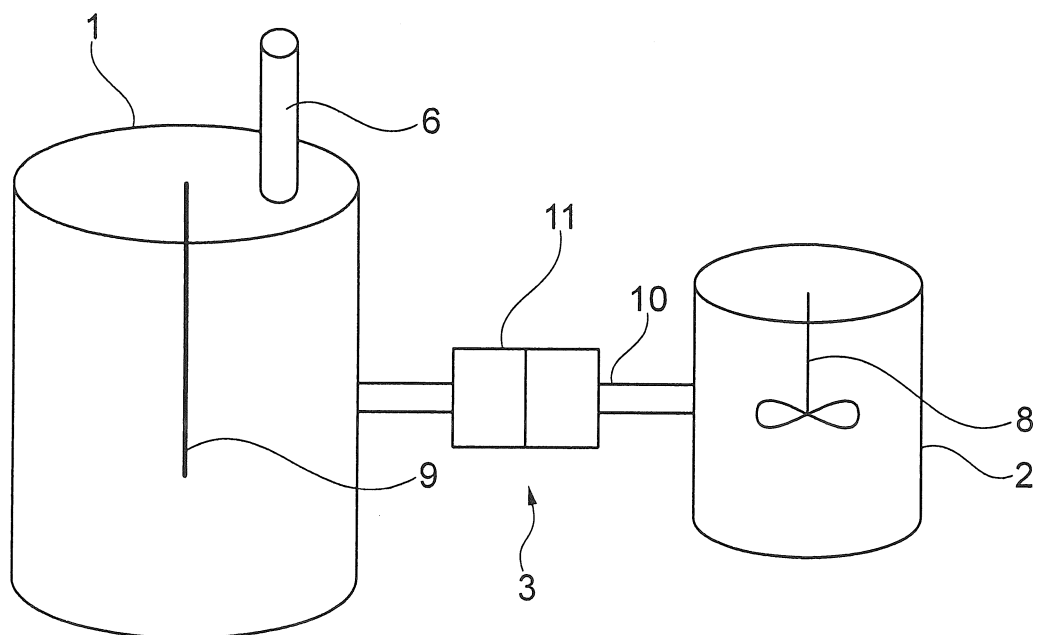


Fig. 2a

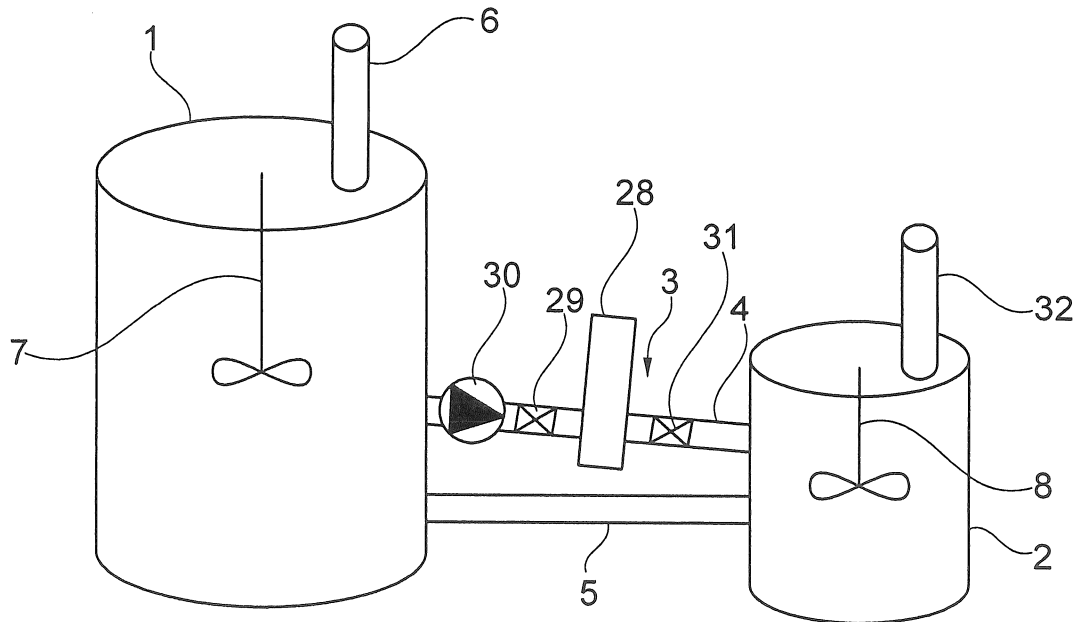


Fig. 1b

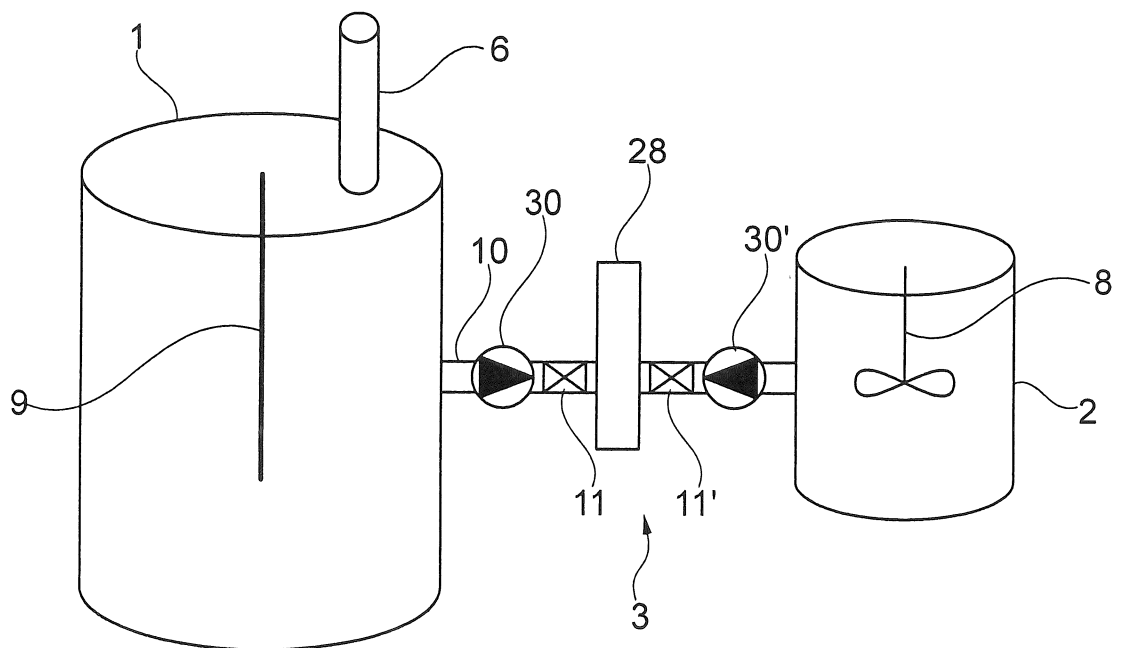


Fig. 2b

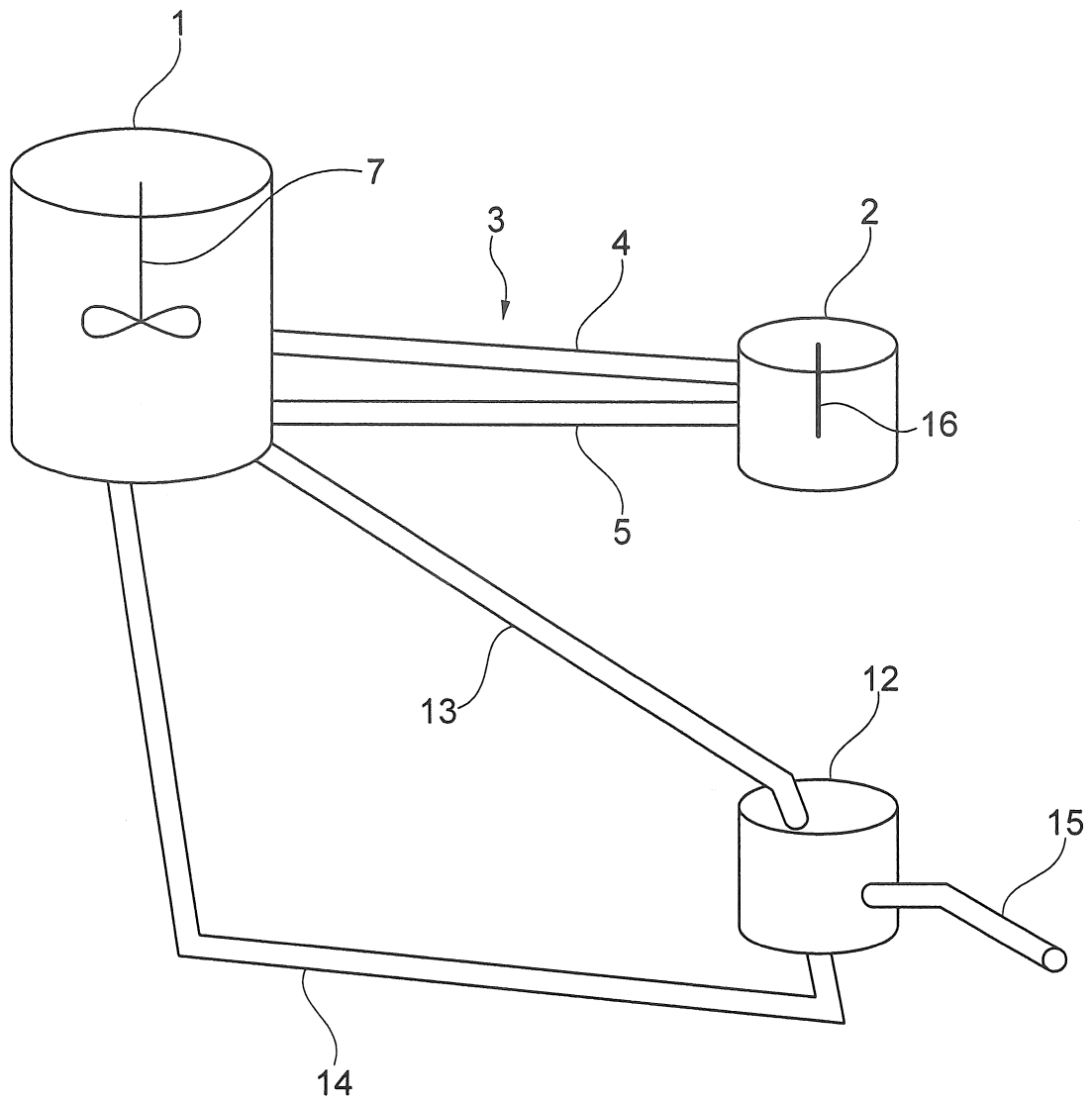


Fig. 3

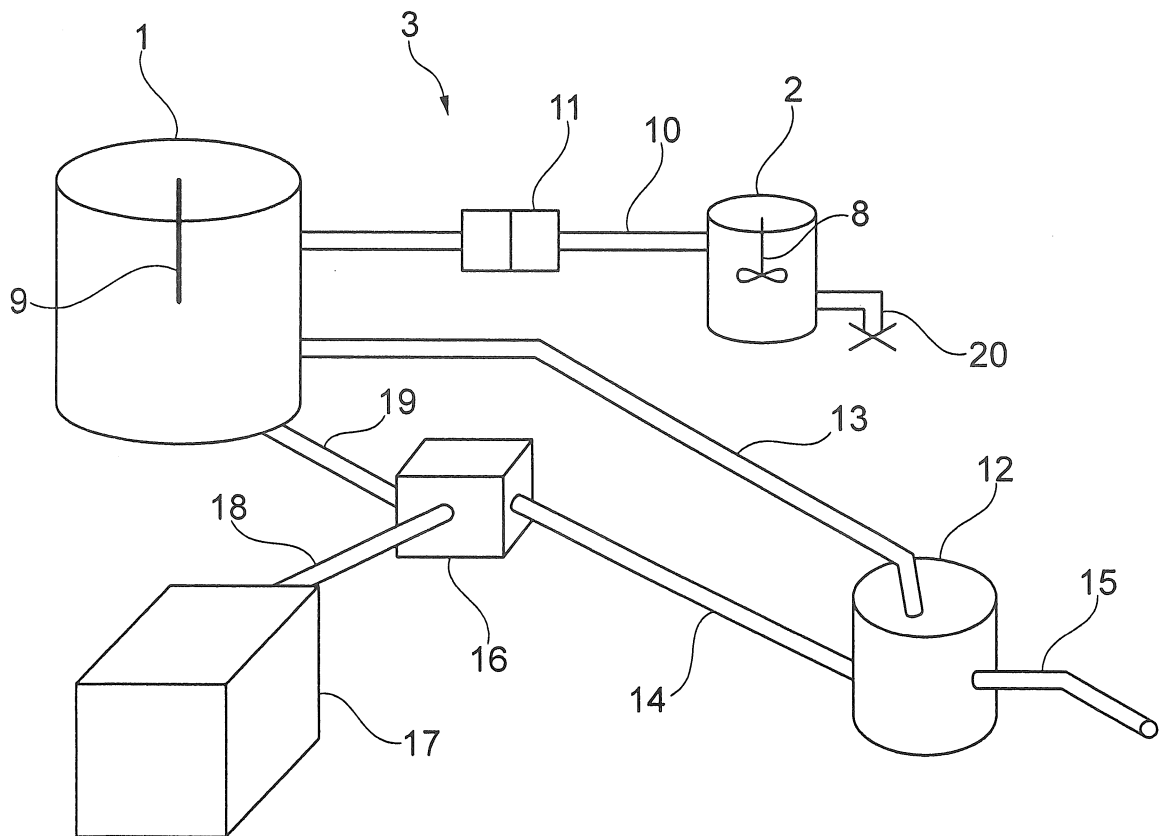


Fig. 4

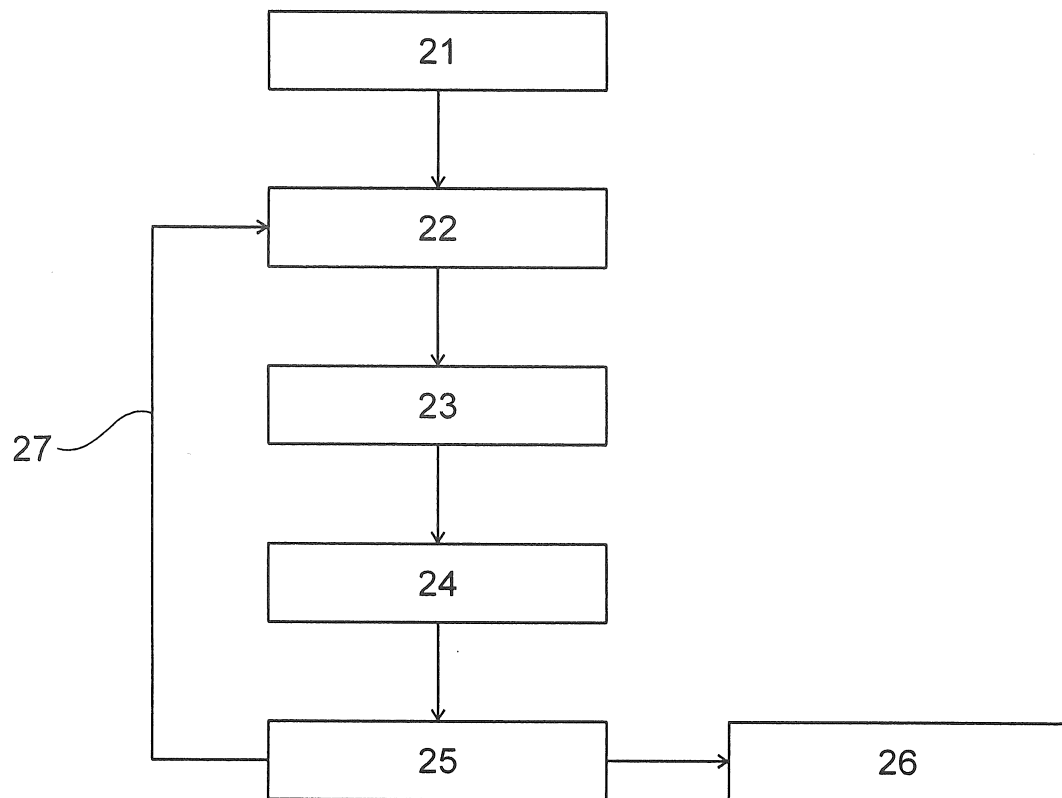


Fig. 5