(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년02월13일
(11) 등록번호 10-1828552
(24) 등록일자 2018년02월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C12M 1/00 (2006.01) *C12M 1/06* (2006.01)
C12P 19/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C12M 21/12 (2013.01)
C12M 23/58 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0162793
(22) 출원일자 2015년11월19일
심사청구일자 2016년02월04일
(65) 공개번호 10-2017-0058764
(43) 공개일자 2017년05월29일
(56) 선행기술조사문헌
Chem. Eng. Technol, Vol. 32, pp. 517-526 (2009.)*
KR1020130046382 A*
KR1020150117599 A
JP2009296983 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
에스케이이노베이션 주식회사
서울특별시 종로구 종로 26 (서린동)
(72) 발명자
구민수
대전광역시 서구 청사로 281, 203동 402호 (둔산동, 샘머리아파트2단지)
(74) 대리인
이처영, 장제환

전체 청구항 수 : 총 3 항 심사관 : 황상필

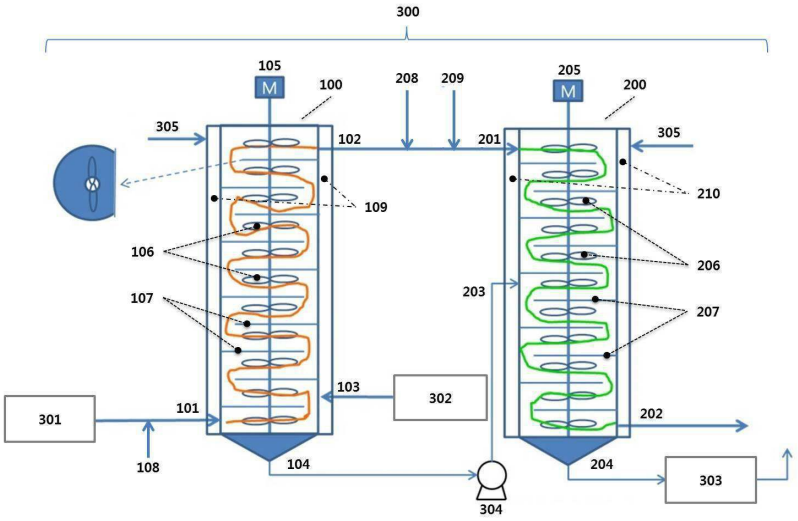
(54) 발명의 명칭 **6탄당과 5탄당의 순차적 발효를 위한 연속발효기**

(57) 요 약

본 발명은 6탄당과 5탄당의 순차적 발효를 위한 연속발효기에 관한 것으로, (a) 6탄당과 5탄당 및 리그닌 함유 당화액 공급수단, 반 이상이 막혀 있는 다수개의 트레이, 상기 각각의 트레이 상부에 위치하는 임펠러, 상기 임펠러 구동수단, 하부에 위치하는 리그닌 배출수단, 발효액 배출수단, 및 온도조절 자켓을 구비하는 6탄당

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



발효기; 및 (b) 상기 6탄당 발효기에서 배출된 발효액 공급수단, 반 이상이 막혀 있는 다수개의 트레이, 상기 각각의 트레이 상부에 위치하는 임펠러, 상기 임펠러 구동수단, 하부에 위치하는 리그닌 배출수단, 발효액 배출수단, 및 온도조절 자켓을 구비하는 5탄당 발효기를 포함하는 것을 특징으로 하는 6탄당과 5탄당의 순차적 발효를 위한 연속발효기에 관한 것이다. 본 발명에 따른 6탄당과 5탄당의 순차적 발효를 위한 연속발효기는 6탄당과 5탄당 분리 발효를 통해서 균주의 최적조건을 다르게 하여 발효 후 잔당을 최소화 할 수 있다. 또한, 리그닌을 발효 전에 분리하여 균주와 당과의 접촉을 증대시켜 발효 시간을 단축할 수 있으며, 이를 통해 생산성이 향상되고 동일 capacity 대비 장비의 크기를 작게 설치할 수 있어 투자비를 절감할 수 있다. 아울러, 연속 운전이 가능하게 되어 기존에 사용하는 회분식 발효기에 비해 사용 대수도 감소하고 장비가 차지하는 면적을 획기적으로 감소시킴으로 인한 경제적 효과도 매우 크다.

(52) CPC특허분류
C12M 27/08 (2013.01)
C12P 19/02 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

(a) (i) 6탄당 발효기의 하단에 구비된 6탄당과 5탄당 및 리그닌 함유 당화액 공급수단; (ii) 0.5~1m의 간격을 두고 서로 엇갈리게 설치되어 있는 반 이상이 막혀 있는 10~60개의 트레이; (iii) 상기 각각의 트레이 상부에 위치하는 임펠러; (iv) 임펠러 구동수단; (v) 하부에 위치하는 리그닌 배출수단; (vi) 발효액 배출수단; (vii) 온도조절 자켓, (viii) pH 조절제 공급수단 및 (ix) 상기 리그닌 배출수단에서 배출된 리그닌을 5탄당 발효기의 중간에 공급하는 수단을 구비하는 바텀-업(bottom-up) 방식의 6탄당 발효기, 및

(b) (i) 5탄당 발효기의 상단에 구비된 상기 6탄당 발효기에서 배출된 발효액 공급수단; (ii) 0.5~1m의 간격을 두고 서로 엇갈리게 설치되어 있는 반 이상이 막혀 있는 10~60개의 트레이; (iii) 상기 각각의 트레이 상부에 위치하는 임펠러; (iv) 임펠러 구동수단; (v) 하부에 위치하는 리그닌 배출수단; (vi) 발효액 배출수단; (vii) 온도조절 자켓, (viii) pH 조절제 공급수단, (ix) 상기 발효액 공급수단에 구비된 5탄당을 추가로 공급하는 수단 및 (x) 상기 리그닌 배출수단에서 배출된 리그닌을 분리하기 위한 수단을 구비하는 탑-다운(top-down) 방식의 5탄당 발효기를 포함하는 6탄당과 5탄당의 순차적 발효를 위한 연속발효기를 이용하되, 6탄당과 5탄당 및 리그닌 함유 당화액은 6탄당 발효기의 하단으로 공급하고, 6탄당 발효기에서 배출된 발효액은 5탄당 발효기의 상단으로 공급되며,

상기 6탄당은 글루코오스(glucose), 갈락토오스(galactose) 및 만노오스(mannose)로 구성된 군에서 선택되는 하나 이상의 당을 포함하고, 상기 5탄당은 자일로스(xylose), 라이보오스(ribose) 및 아라비노오스(arabinose)로 구성된 군에서 선택된 하나 이상의 당을 포함하는 것을 특징으로 하는 6탄당과 5탄당의 순차적 발효를 통한 유용물질의 제조방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 6탄당은 글루코오스(glucose)이고, 5탄당은 자일로스(xylose)인 것을 특징으로 하는 6탄당과 5탄당의 순차

적 발효를 통한 유용물질의 제조방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 유용물질은 에탄올인 것을 특징으로 하는 6탄당과 5탄당의 순차적 발효를 통한 유용물질의 제조방법.

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 6탄당과 5탄당의 순차적 발효를 위한 연속발효기에 관한 것으로, (a) 6탄당과 5탄당 및 리그닌 함유 당화액 공급수단, 반 이상이 막혀 있는 다수개의 트레이, 상기 각각의 트레이 상부에 위치하는 임펠러, 상기 임펠러 구동수단, 하부에 위치하는 리그닌 배출수단, 발효액 배출수단, 및 온도조절 자켓을 구비하는 6탄당 발효기; 및 (b) 상기 6탄당 발효기에서 배출된 발효액 공급수단, 반 이상이 막혀 있는 다수개의 트레이, 상기 각각의 트레이 상부에 위치하는 임펠러, 상기 임펠러 구동수단, 하부에 위치하는 리그닌 배출수단, 발효액 배출수단, 및 온도조절 자켓을 구비하는 5탄당 발효기를 포함하는 것을 특징으로 하는 6탄당과 5탄당의 순차적 발효를 위한 연속발효기에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 현재 인류가 전적으로 의존하고 있는 화석 에너지를 대신할 새로운 대체 에너지로서 바이오연료(Biofuel)가 주목받고 있다. 또한, 재생 가능한 바이오매스로부터 생산되는 바이오 제품(Bio-based product)의 개발에 대한 요구가 지속적으로 증가하고 있다.

[0003] 현재, 바이오매스 자원 중에서도 사탕수수나 옥수수를 원료로 한 바이오에탄올의 제조가 미국이나 브라질 등에서 활발히 행하여지고 있다. 이것은 사탕수수나 옥수수에는 수크로오스나 전분이 풍부하게 함유되어 있고, 이것으로부터 당액을 조제해서 발효하는 것이 용이하기 때문이다. 그러나, 사탕수수나 옥수수는 원래 식료(食料)이고, 이들을 원료로 했을 경우에는 식료나 사료와의 경합을 일으켜서 원료 가격의 고등을 초래한다고 하는 중대한 문제점이 있어, 비식용 바이오매스를 원료로 하기 위한 기술 개발이 진행되고 있다.

[0004] 비식용 바이오매스로서는 목질계 바이오매스가 있으며, 이는 석유 에너지를 대체할 수 있는 바이오 에탄올, 바이오 부탄올 등과 같이 저장 및 수송이 용이한 에너지원 및 열원으로의 이용이 가능할뿐만 아니라 플라스틱 등과 같은 석유 제품의 대체 화학 원료 생산을 위한 재료로서 그 연구 가치가 증가하고 있다. 그러나, 바이오매스로부터 미생물 발효를 통해 여러 가지 바이오 화학 물질 및 소재들을 경제적으로 대량 생산하기 위해서는 6탄당, 5탄당과 같은 발효당을 경제적으로 대량 생산할 수 있도록 하는 기술이 요구된다.

[0005] 목질계 바이오매스는 셀룰로오스(Cellulose), 헤미셀룰로오스(Hemicellulose) 및 리그닌(Lignin)의 세 가지 주요 성분으로 구성되어 있고, 이 중 셀룰로오스와 헤미셀룰로오스는 탄수화물로서 효소 또는 산을 이용하여 당화 과정을 거친 후 미생물 발효를 통해 부가가치가 높은 제품으로 전환될 수 있다. 또한, 목질계 바이오매스로부터 화학 제품 및 바이오 에너지 등의 생산을 위한 공정은 (i) 효소와 미생물의 반응을 저해하는 성분을 제거하고, 셀룰로오스 및 헤미셀룰로오스에 대한 효소의 접근성을 향상시키기 위한 전처리 공정(Pretreatment), (ii) 효소

가수분해를 통해 셀룰로오스 및 헤미셀룰로오스를 발효 가능한 당류로 변환하는 효소 당화 공정(Enzymatic saccharification), (iii) 효모, 박테리아 등을 이용하여 이렇게 생성된 당을 제품으로 전환 시키는 미생물 발효공정(Microbial fermentation)으로 구분할 수 있다.

[0006] 특히, 미생물 발효공정에서 회분식(Batch) 발효기를 사용하는 경우 발효 시간이 길어 연속운전 구현을 위해서는 여러 대의 발효기를 설치해야 하고, 보편적인 발효 균주의 특성상 6탄당을 소모한 후에 5탄당을 소모하는데 이때 각각의 발효 조건에는 차이가 있다. 또한, 회분식 발효의 경우 당화 후 남아있는 리그닌도 함께 발효기에 포함되어 있어 균주와 당과의 접촉을 저해하여 발효 시간이 길어지고 교반(Agitation)을 위한 동력비가 많이 필요한 단점이 있다.

[0007] 한국등록특허공보 제1261560호에는 발효성 당의 제조용 장치 중 연속식 당화 발효기에 대해 개시하고 있으나, 1개의 당화발효기를 이용하기 때문에 각 당의 발효 조건을 충족시키기에는 어려움이 있다.

[0008] 이에, 본 발명자들은 6탄당과 5탄당의 분리 발효를 통해, 균주의 최적 발효조건을 다르게 함으로써, 발효 후 잔당을 최소화할 수 있는 발효시스템을 개발하기 위하여 예의 노력한 결과, bottom-up 방식의 6탄당 발효기와 top-down 방식의 5탄당 발효기를 별도로 설치하고, 각 발효기 내부에 반 이상이 막혀있는 트레이를 배치한 발효시스템을 개발하고, 상기 발효시스템을 이용하여 리그닌 함유 당화액을 공급하면서 발효한 결과, 발효 생산성이 향상되는 것을 확인하고, 본 발명을 완성하게 되었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명의 목적은 6탄당 발효기와 5탄당 발효기를 별도로 설치하고, 각 발효기 내부에 반 이상이 막혀있는 트레이를 배치한 발효시스템을 이용하여 발효 생산성이 향상된 6탄당과 5탄당의 순차적 발효를 위한 연속발효기를 제공하는데 있다.

[0010] 본 발명의 다른 목적은 상기 연속발효기를 이용한 6탄당과 5탄당의 순차적 발효를 통한 유용물질의 제조방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 (a) (i) 6탄당과 5탄당 및 리그닌 함유 당화액 공급수단; (ii) 반 이상이 막혀 있는 다수개의 트레이; (iii) 상기 각각의 트레이 상부에 위치하는 임펠러; (iv) 상기 임펠러 구동수단; (v) 하부에 위치하는 리그닌 배출수단; (vi) 발효액 배출수단; 및 (vii) 온도조절 자켓을 구비하는 6탄당 발효기, 및 (b) (i) 상기 6탄당 발효기에서 배출된 발효액 공급수단; (ii) 반 이상이 막혀 있는 다수개의 트레이; (iii) 상기 각각의 트레이 상부에 위치하는 임펠러; (iv) 상기 임펠러 구동수단; (v) 하부에 위치하는 리그닌 배출수단; (vi) 발효액 배출수단; 및 (vii) 온도조절 자켓을 구비하는 5탄당 발효기를 포함하는 6탄당과 5탄당의 순차적 발효를 위한 연속발효기를 제공한다.

[0012] 본 발명은 또한, 상기 연속발효기를 이용한 6탄당과 5탄당의 순차적 발효를 통한 유용물질의 제조방법을 제공한다.

발명의 효과

[0013] 본 발명에 따른 6탄당과 5탄당의 순차적 발효를 위한 연속발효기는 6탄당과 5탄당 분리 발효를 통해서 균주의 최적조건을 다르게 하여 발효 후 잔당을 최소화 할 수 있다. 또한, 리그닌을 발효 전에 분리하여 균주와 당과의 접촉을 증대시켜 발효 시간을 단축할 수 있으며, 이를 통해 생산성이 향상되고 동일 capacity 대비 장비의 크기를 작게 설치할 수 있어 투자비를 절감할 수 있다. 아울러, 연속 운전이 가능하게 되어 기존에 사용하는 회분식 발효기에 비해 사용 대수도 감소하고 장비가 차지하는 면적을 획기적으로 감소시킴으로 인한 경제적 효과도 매우 크다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 연속발효기의 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 발명은 하기의 설명에 의하여 모두 달성될 수 있다. 하기의 설명은 본 발명의 바람직한 구체적인 예를 기술하는 것으로 이해되어야 하며, 본 발명이 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 첨부된 도면은 이해를 돕기 위한 것으로, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 개별 구성에 관한 세부 사항은 후술하는 관련 기재의 구체적 취지에 의하여 적절히 이해될 수 있다.

[0016] 다른 식으로 정의되지 않는 한, 본 명세서에서 사용된 모든 기술적 및 과학적 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 숙련된 전문가에 의해서 통상적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로, 본 명세서에서 사용된 명명법은 본 기술 분야에서 잘 알려져 있고 통상적으로 사용되는 것이다.

[0018] 미생물 발효공정에서 회분식(Batch) 발효기를 사용하는 경우 발효 시간이 길어 연속운전 구현을 위해서는 여러 대의 발효기를 설치해야 하고, 보편적인 발효 균주의 특성상 6탄당을 소모한 후에 5탄당을 소모하는데 이때 각각의 발효 조건에는 차이가 있다. 또한, 회분식 발효의 경우 당화 후 남아있는 리그닌도 함께 발효기에 포함되어 있어 균주와 당과의 접촉을 저해하여 발효 시간이 길어지고 교반(Agitation)을 위한 동력비가 많이 필요한 단점이 있다.

[0019] 본 발명에서는 6탄당과 5탄당의 분리 발효를 통해, 균주의 최적 발효조건을 다르게 함으로써, 발효 후 잔당을 최소화할 수 있는 발효시스템을 개발하기 위하여, 도 1에 나타낸 바와 같이, bottom-up 방식의 6탄당 발효기와 top-down 방식의 5탄당 발효기를 별도로 설치하고, 각 발효기 내부에 반 이상이 막혀있는 트레이를 배치한 발효시스템을 개발하였으며, 상기 발효시스템을 이용하여 리그닌 함유 당화액을 공급하면서 발효한 결과, 발효 생산성이 향상되는 것을 확인하였다.

[0020] 따라서, 본 발명은 일 관점에서, (a) (i) 6탄당과 5탄당 및 리그닌 함유 당화액 공급수단; (ii) 반 이상이 막혀있는 다수개의 트레이; (iii) 상기 각각의 트레이 상부에 위치하는 임펠러; (iv) 상기 임펠러 구동수단; (v) 하부에 위치하는 리그닌 배출수단; (vi) 발효액 배출수단; 및 (vii) 온도조절 자켓을 구비하는 6탄당 발효기, 및 (b) (i) 상기 6탄당 발효기에서 배출된 발효액 공급수단; (ii) 반 이상이 막혀 있는 다수개의 트레이; (iii) 상기 각각의 트레이 상부에 위치하는 임펠러; (iv) 상기 임펠러 구동수단; (v) 하부에 위치하는 리그닌 배출수단; (vi) 발효액 배출수단; 및 (vii) 온도조절 자켓을 구비하는 5탄당 발효기를 포함하는 6탄당과 5탄당의 순차적 발효를 위한 연속발효기에 관한 것이다.

[0021] 보다 구체적으로, 본 발명은 6탄당과 5탄당 및 리그닌을 함유하는 당화액은 상기 6탄당 발효기의 하단으로 공급되는 것이 바람직하고, 이때 당화액의 리그닌은 발효기 하단으로 가라앉아 하부 트레이에만 고체상태로 존재하게 되어 발효기 상부의 발효 속도를 향상시킬 수 있다.

[0022] 본 발명에 있어서, 6탄당 발효기는 Bottom-up 방식이고, 내부에는 발효기 지름의 반 이상이 막혀져 있는 다수개의 트레이가 엇갈리게 일정 간격으로 설치되어 있으며, 상용공장의 설비 높이가 최대 20~30m 인 것을 고려하여 트레이 개수는 10 ~ 60개이고, 트레이 간 간격은 0.5 ~ 1m인 것이 바람직하다. 발효기의 길이 대 지름 비율(L/D)은 임펠러 지름이 커짐에 따라서 구동부의 Load가 커지는 것을 고려하여 2 이상이 바람직하다. 트레이가 반 이상 막혀져 있는 이유는 당화액이 직접 발효기 하부에서 상부로 올라가는 것을 방지하여 당화액과 균주의 접촉 시간을 증대시켜 발효 시간을 단축시키기 위한 것이고, 발효에 불필요한 리그닌이 쌓이게 하여 임펠러에 의해서 뚫려져 있는 트레이 공간으로 하부로 배출하게 하기 위함이다. 상기 트레이의 간격과 크기는 처리량, 당화액 중 6탄당 및 5탄당의 함량, 균주의 발효 속도에 따라 설계할 수 있다.

[0023] 본 발명에 있어서, 6탄당 발효기 내부에 설치된 트레이 상부에는 임펠러가 위치하게 되는데, 이는 트레이 상부에 침전되어 있는 리그닌을 빈 공간으로 밀어내어 발효기 하단으로 떨어지게 할 수 있도록 각각의 트레이 상부와 밀접하게 설치하는 것이 바람직하다. 트레이와 임펠러의 간격은 1~10mm인 것이 리그닌 제거하는데 효과적이다. 또한, 임펠러 구동수단에 의해 속도를 조절하여 균주의 확산(Distribution) 정도를 조절할 수 있다. 임펠러 구동수단에 의한 임펠러의 회전속도가 낮을 경우 당화액과 균주의 원활한 접촉이 어려울 수 있고, 높을 경우 리그닌이 트레이에 침전되지 않고 당화액과 함께 상부로 이동할 수 있어 오히려 당화액과 균주의 접촉을 방해하게 되므로 5 ~ 60 rpm으로 작동하는 것이 바람직하다. 임펠러 회전속도는 당화액의 공급량과 리그닌의 함량 등 여러 요인에 의해서 결정되어 진다. 아울러, 당화기에서 배출된 당화액 공급수단에 pH 조절제를 추가로 공급하는 수단을 포함할 수 있으며, 상기 pH 조절제는 약산, 강산 또는 약염기, 강염기일 수 있다. 이렇게 pH조절제를 추가하는 것은 당화시의 pH와 6탄당 발효 시의 pH 조건이 다를 수 있기 때문이다. 또한, 발효 균주의 최적 활성을 유지하기 위해서 6탄당 발효기의 온도를 일정하게 유지시켜야 하는데, 자켓을 설치하여 온도를 유지한다. 자켓에 공급되는 열원은 전기 또는 스팀일 수 있다.

[0024] 본 발명에 있어서, 6탄당 발효기에서 배출된 발효액은 5탄당 발효기의 상단으로 공급되는 것이 바람직하고, 발효액은 6탄당 발효기에서 생성된 산물, 5탄당 및 균주를 포함한다. 또한, 6탄당 발효기에서 배출된 발효액 공급수단에 5탄당을 추가로 공급하는 수단을 포함할 수 있으며, 상기 5탄당은 전처리된 액상에 존재하는 5탄당 올리고머의 단량체화 반응으로 생성된 것일 수 있고, 예를 들어 헤미셀룰로오스에서 유래된 올리고머의 분해로 생성된 자일로오스, 라이보오스 또는 아라비노오스일 수 있다. 아울러, 6탄당 발효기에서 배출된 발효액 공급수단에 pH 조절제를 추가로 공급하는 수단을 포함할 수 있으며, 상기 pH 조절제는 약산, 강산 또는 약염기, 강염기일 수 있다. 이렇게 pH조절제를 추가하는 것은 균주가 6탄당 발효 시의 pH 조건과 5탄당 발효 시의 pH 조건이 다를 수 있기 때문이거나 6탄당 발효 산물에 의해서 pH의 변화가 있을 경우에 pH를 조정해 주기 위함이다.

[0025] 또한, 발효 균주의 최적 활성을 유지하기 위해서 5탄당 발효기의 온도를 일정하게 유지시켜야 하는데, 자켓을 설치하여 온도를 유지한다. 자켓에 공급되는 열원은 전기 또는 스팀일 수 있다.

[0026] 본 발명에 있어서, 5탄당 발효기는 Top-down 방식이고, 발효기 내부의 트레이, 임펠러 및 임펠러 구동수단은 6탄당 발효기의 구성과 동일하고, 발효기의 크기에 따라 설치되는 트레이 및 임펠러의 개수가 다를 수 있다.

[0027] 본 발명에 있어서, 6탄당 발효기의 하부에 위치하는 리그닌 배출수단에서 배출된 리그닌을 5탄당 발효기의 중간에 공급하는 수단을 추가로 포함하는 것이 바람직하고, 이는 상기 6탄당 발효기 하단으로 배출된 리그닌은 당을 포함하고 있으므로 이를 5탄당 발효기의 중간에 공급하여 당이 전량 유용물질로 전환할 수 있도록 하며, 리그닌 이송펌프에 의해 공급할 수 있다.

[0028] 본 발명에 있어서, 5탄당 발효기의 하부에 위치하는 리그닌 배출수단에서 배출된 리그닌을 분리하기 위한 수단을 추가로 포함하는 것이 바람직하다. 통상적으로 상업용으로 많이 쓰는 리그닌분리기(Lignin Separator)를 사용할 수 있다.

[0029] 본 발명에 있어서, 6탄당 발효기와 5탄당 발효기의 발효 속도를 고려하여 크기를 다르게 설계할 경우, 발효 효율이 증대될 수 있고 투자비를 절감할 수 있다. 아울러, 6탄당 발효기는 당화액 공급수단의 공급 속도를 조절하여 발효 속도를 조절할 수 있으며, 5탄당 발효기는 발효액 배출수단의 배출 속도를 조절하여 발효 속도 및 잔당의 양을 조절할 수 있다. 또한, 6탄당 발효기와 5탄당 발효기 각각의 온도, pH 등 운전조건을 조절할 수 있어 발효 성능을 향상시키고, 발효 효율이 증가되며, 이에 따라 발효 시간을 단축시킬 수 있다.

[0031] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 상세하게 설명한다.

[0032] 도 1은 일 실시예에 따른 연속발효기(300)의 모식도에 관한 것으로, 당화기(301)로부터 배출되는 당화액을 6탄당 발효기(100) 하단의 당화액 공급수단(101)으로 공급하고, 균주를 seed fermentor(302)로부터 균주 공급수단(103)에 의해 6탄당 발효기에 공급한다. 이때 6탄당 발효기(100)에 공급되는 당화액은 발효기 하단으로 공급되어, 고체상태인 리그닌은 대부분 발효기 하단으로 가라앉게 된다. 또한, 임펠러 구동수단(105)에 의해 임펠러(106)가 구동되며, 일정 간격으로 설치된 트레이(107) 상부에 침전되어 있는 리그닌을 발효기 하단으로 떨어질 수 있도록 트레이 상부와 밀접하게 설치된다. 6탄당 발효의 최적 운전조건을 유지하기 위해서 pH 조절제 공급수단(108)과 온도조절용 자켓(109)을 설치한다. 6탄당 발효기에서 생성된 발효 산물, 5탄당 및 균주를 포함하는 발효액은 배출수단(102)을 통해 6탄당 발효기에서 배출되고, 5탄당 발효기(200) 상단의 발효액 공급수단(201)으로 공급된다. 발효액 공급수단에는 필요에 따라 5탄당 공급수단(208) 또는 pH 조절제 공급수단(209)이 추가될 수 있다. 5탄당 발효기 내 임펠러 구동수단(205), 임펠러(206) 및 트레이(207)은 6탄당 발효기와 동일하게 구성되고, 6탄당 발효기 하단의 리그닌 배출수단(104)에 의해 배출된 리그닌은 리그닌 펌프(304)에 의해 5탄당 발효기 중간의 리그닌 공급수단(203)에 의해 공급되어 리그닌에 일부 포함되어 있는 당을 발효시킬 수 있도록 한다. 5탄당 발효기의 온도를 일정하게 유지하기 위해서 자켓(210)을 설치한다. 마지막으로, 6탄당 발효기에서 생성된 발효 산물 및 5탄당 발효기에서 생성된 발효 산물은 발효액 배출수단(202)에 의해 배출되며, 5탄당 발효기 하단의 리그닌 배출수단(204)에 의해 배출된 리그닌은 리그닌 분리기(303)를 통해 분리될 수 있다.

[0034] 본 발명은 다른 관점에서 상기 연속 발효기를 이용한 6탄당과 5탄당의 순차적 발효를 통한 유용물질의 제조방법에 관한 것이다.

[0035] 보다 구체적으로, 본 발명의 6탄당은 글루코오스(glucose), 갈락토오스(galactose) 및 만노오스(mannose)로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 당을 포함하고, 5탄당은 자일로스(xylose), 라이보오스(ribose) 및 아라비노오스(arabinose)로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 당을 포함하는 것이 바람직하다.

[0036] 본 발명에 있어서, 상기 유용물질은 에탄올, 프로판올, 부탄올, 펜탄올, 헥산올, 부타다이엔 또는 이들이 혼합

물일 수 있으나, 이에 국한되는 것은 아니다.

[0037] 본 발명에 있어서, 6탄당과 5탄당 및 리그닌을 함유하는 당화액은 상기 6탄당 발효기의 하단으로 공급되는 것이 바람직하고, 이때 당화액의 리그닌은 발효기 하단으로 가라앉아 하부 트레이에만 고체상태로 존재하게 되어 발효기 상부의 발효 속도를 향상시킬 수 있다.

[0038] 본 발명에 있어서, 6탄당 발효기에서 배출된 발효액은 5탄당 발효기의 상단으로 공급되는 것이 바람직하고, 발효액은 6탄당 발효기에서 생성된 산물, 5탄당 및 균주를 포함한다. 또한, 6탄당 발효기에서 배출된 발효액 공급수단에 5탄당을 추가로 공급하는 수단을 포함할 수 있으며, 상기 5탄당은 전처리된 액상에 존재하는 5탄당 올리고머의 단량체화 반응으로 생성된 것일 수 있고, 6탄당 발효기에서 배출된 발효액 공급수단에 pH 조절제를 추가로 공급하는 수단을 포함할 수 있다.

[0039] 본 발명에 있어서, 6탄당 발효기의 하부에 위치하는 리그닌 배출수단에서 배출된 리그닌을 5탄당 발효기의 중간에 공급하는 수단을 추가로 포함하는 것이 바람직하고, 상기 6탄당 발효기 하단으로 배출된 리그닌은 당을 포함하고 있으므로 이를 5탄당 발효기의 중간에 공급하여 당이 전량 유용물질로 전환할 수 있도록 하며, 리그닌 이송펌프에 의해 공급할 수 있다.

[0040] 본 발명에 있어서, 5탄당 발효기의 하부에 위치하는 리그닌 배출수단에서 배출된 리그닌을 분리하기 위한 수단을 추가로 포함하는 것이 바람직하다.

[0042] 본 발명에 있어서, '발효'는 효모, 클로스트리디움, 대장균 및 기타 유용물질을 생산할 수 있는 모든 미생물을 상기 발효기에 투입함으로써 이루어질 수 있으며, 발효시 투입되는 구체적인 미생물의 종류에 따라 생산되는 유용물질의 종류가 달라지게 된다.

[0043] 본 발명에 있어서, 유용물질 생산 균주는 탄소원을 발효시켜 유용물질을 생산할 수 있는 미생물을 모두 포함할 수 있다. 예를 들면, 클로스트리디움(Clostridium) 속 균주, 슈도모나스(Pseudomonas) 속 균주, 리조푸스(Rhizopus) 속 균주, 아스퍼질러스(Aspergillus) 속 균주, 코리네박테리움(Corynebacterium) 속 균주, 악티노바실러스 속(Actinobacillus) 속 균주, 이스트(Yeast), 캔디다(Candida) 효모, 피치아(Pichia) 효모, 대장균(E. Coli), 및 유산균(Lactic acid bacteria)으로부터 선택될 수 있으며, 보다 구체적으로, 클로스트리디움 타이로부티리쿰(C. tyrobutyricum), 클로스트리디움 부티리쿰(C. butyricum), 클로스트리디움 아세토부티리쿰(C. acetobutyricum), 슈도모나스 아에루기노사(P. aeruginosa), 슈도모나스 푸티다(P. putida), 슈도모나스 플루오레슨스(P. fluorescens), 리조푸스 아리주스(R. arrhizus), 리조푸스 오리재(R. oryzae), 아스퍼질러스 오리재(A. oryzae), 코리네박테리움 글루타미쿰(C. glutamicum), 락토바실러스 아시도필러스(L. acidophilus) 등을 들 수 있으나, 이에 국한되는 것은 아니다.

[0044] 본 발명에 있어서, '유용물질'은 아미노산, 바이오 폴리머, 바이오 연료, 바이오 Chemicals, Specialty Chemicals, 각종 효소 등이 있으며, 미생물 발효에 얻을 수 있는 물질이라면 이에 국한되는 것은 아니다.

[0045] 목질계 바이오매스의 주요성분은 침엽수와 활엽수, 수종, 수령 등에 따라서 목재를 구성하는 화학성분의 조성과 함량이 다르지만, 일반적으로는 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 리그닌으로 구성되어 있으므로, 일반적으로 리그노셀룰로오즈(lignocellulose)로 통칭하기도 하며, 목질 또는 초본계 바이오매스의 세포벽 주성분인 다당류 셀룰로오스(cellulose)를 포함하기 때문에, 셀룰로오스(cellulose)계 바이오매스라고 부른다.

[0046] 따라서, 본 발명의 '바이오매스'는 셀룰로오스(cellulose)계 바이오매스, 목본계 바이오매스, 리그노셀룰로스계 바이오매스, 목질계 바이오매스와 혼용하여 사용될 수 있다.

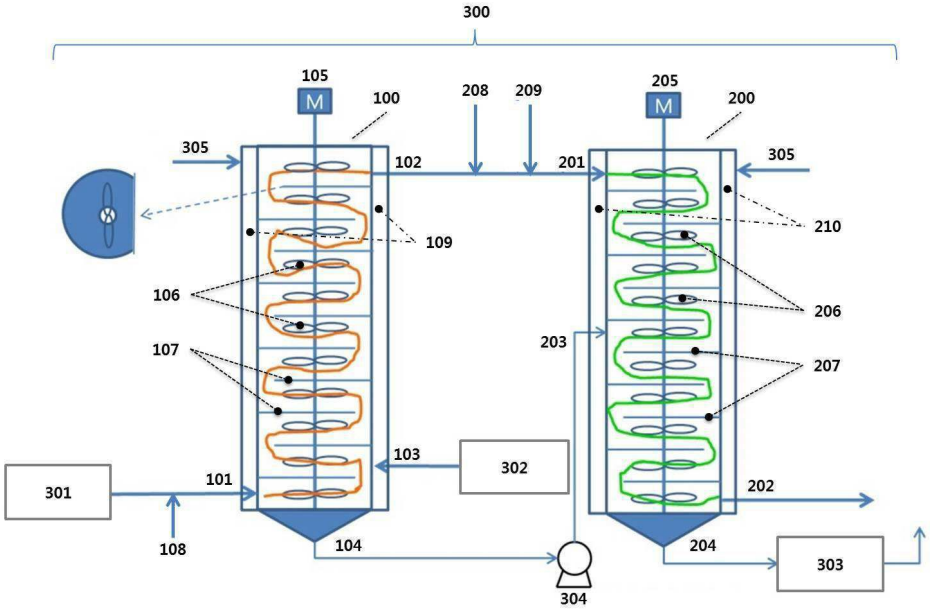
[0047] 본 발명에 따른 바이오매스는 예를 들어, 알곡 및 정제된 전분을 함유하는 전분과 같은 농작물; 예를 들어, 쌀, 밀, 호밀, 귀리, 보리, 유채, 사탕 수수로부터의 대, 개스(bagasse), 지푸라기; 예를 들어, Pinussylvestris, Pinus radiate의 침엽수; 예를 들어, Alix spp. Eucalyptus spp의 활엽수; 예를 들어, 비트(beet), 감자와 같은 구근(tuber); 예를 들어, 쌀, 밀, 호밀, 귀리, 보리, 유채, 사탕수수, 옥수수로부터 온 씨리얼 또는 그와 유사한 것으로부터 유도된 바이오매스를 포함할 수 있다.

[0049] 이상으로 본 발명 내용의 특정한 부분을 상세히 기술하는 바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 이러한 구체적 기술은 단지 바람직한 실시양태일 뿐이며, 이에 의해 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백할 것이다. 따라서, 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항들과 그것들의 등가물에 의하여 정의된다고 할 것이다.

부호의 설명

[0051]

100: 6탄당 발효기
200: 5탄당 발효기
300: 연속발효기
101: 당화액 공급수단
201: 발효액 공급수단
301: 당화기
102: 발효액 배출수단
202: 발효액 배출수단
302: seed fermentor
103: 균주 공급수단
203: 리그닌 공급수단
303: 리그닌 분리기
104: 리그닌 배출수단
204: 리그닌 배출수단
105: 임펠러 구동수단
205: 임펠러 구동수단
106: 임펠러
206: 임펠러
107: 트레이
207: 트레이
108: pH조절제 공급수단
208: 5탄당 공급수단
109: 온도조절 자켓
209: pH조절제 공급수단
210: 온도조절 자켓

도면

도면1