



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년09월11일
(11) 등록번호 10-1775852
(24) 등록일자 2017년08월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C12M 1/00 (2006.01) B01J 20/20 (2017.01)
B01J 20/34 (2006.01) C12M 1/12 (2006.01)
C12M 1/34 (2006.01) C12P 13/00 (2006.01)
C12P 7/04 (2006.01) C12P 7/06 (2006.01)

(52) CPC특허분류
C12M 21/12 (2013.01)
B01J 20/20 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0182177

(22) 출원일자 2016년12월29일

심사청구일자 2016년12월29일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020160049728 A*

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

경상대학교산학협력단

경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)

(72) 발명자

서동철

경상남도 진주시 진주대로542번길 19-11 (가좌동)
301호

김성현

경상남도 사천시 용현면 개재길 51

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

원성수, 박중경

전체 청구항 수 : 총 4 항

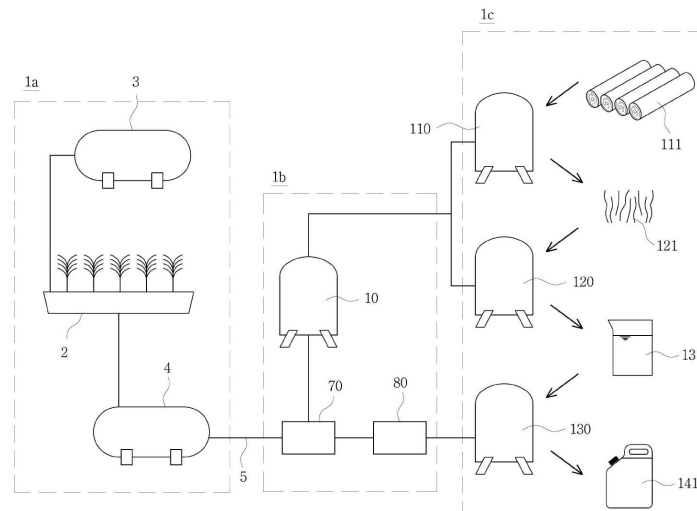
심사관 : 황상필

(54) 발명의 명칭 폐양액을 이용한 바이오화합물 생산 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명에 따른 폐양액을 이용한 바이오화합물 생산장치는 식물재배시설에서 배출되는 폐양액을 저장하는 폐양액 저장부, 당질계, 전분질계, 목질계, 또는 조류(algae)계 중 적어도 어느 하나의 바이오매스로부터 추출된 당 또는 C1 가스 공급원으로부터 공급되는 C1 가스를 미생물로 발효시켜 바이오화합물을 생산하는 바이오화합물 생산부, 및 상기 미생물에 의한 당의 발효 또는 C1 가스의 발효와, 미생물의 증식에 필요한 용수 및 영양성분의 공급원으로서 상기 폐양액을 바이오화합물 생산부로 공급하는 폐양액 공급부를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

대표도



(52) CPC특허분류

B01J 20/3483 (2013.01)

C12M 37/02 (2013.01)

C12M 41/32 (2013.01)

C12P 13/001 (2013.01)

C12P 7/04 (2013.01)

C12P 7/06 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR101399129 B1*

KR101317699 B1

KR1020130073930 A

KR1020160049728 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(72) 발명자

우지은

경상남도 사천시 향촌2길 15-31, 202호 (향촌동,
경상향촌마을)

장유신

경상남도 사천시 서포면 중촌안길 128

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NRF-2015M3D3A1A01064918

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 원천기술개발사업-C1 가스 리파이너리 사업

연구과제명 Non-acetogen 기반 CO 가스 활용 바이오부탄올 제조 균주 개발

기 여 율 4/5

주관기관 경상대학교 산학협력단

연구기간 2015.09.17 ~ 2021.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2014R1A1A2007515

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 기본연구지원사업

연구과제명 질소와 인 동시처리를 위한 활성 바이오차와 황산화탈질균 활용 고효율 Hybrid형 인공습
지 하수처리시스템 개발

기 여 율 1/5

주관기관 경상대학교 산학협력단

연구기간 2014.06.01 ~ 2017.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

식물재배시설에서 배출되는 폐양액을 저장하는 폐양액 저장부;

당질계, 전분질계, 목질계, 또는 조류(algae)계 중 적어도 어느 하나의 바이오매스로부터 추출된 당을 미생물로 발효시켜 바이오화합물을 생산하는 바이오화합물 생산부;

상기 폐양액 저장부에 저장된 폐양액을 상기 바이오화합물 생산부로 공급하는 폐양액 공급부; 및

상기 바이오화합물 생산부에서 상기 바이오매스로부터 당을 추출하는 과정에서 배출되는 바이오매스 찌꺼기를 이용하여 바이오차를 생산하는 바이오차 생산부를 포함하여 구성되되,

상기 바이오화합물 생산부는 폐양액 공급부로부터 공급되는 폐양액에 포함된 물과 영양성분을, 상기 미생물에 의한 당의 발효와, 상기 미생물의 증식에 필요한 용수 및 영양성분의 공급원으로 재활용하고,

상기 폐양액 공급부는, 상기 폐양액 저장부로부터 폐양액을 상기 바이오화합물 생산부로 공급하는 폐양액 공급관과, 상기 폐양액 공급관의 중도에 설치되어 상기 바이오차 생산부에서 생산된 바이오차를 이용하여 상기 폐양액에 포함된 고형질, 농약성분, 또는 병원균을 흡착하여 제거하는 필터장치를 포함하여 구성되며,

상기 바이오차 생산부는 바이오매스 찌꺼기를 이용하여 바이오차를 생산하는 제1챔버, 상기 제1챔버의 내부에 바이오차를 생산하기 위한 열을 공급하는 히터, 및 상기 바이오차를 생산한 후 제1챔버에 잔류하는 잔열을 내부로 유동시켜 상기 필터장치에서 사용된 바이오차를 재가열하여 흡착력을 복원시키는 제2챔버를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 폐양액을 이용한 바이오화합물 생산장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 폐양액 공급부는 폐양액 공급관의 중도에 설치되어 상기 필터장치를 경유한 폐양액에 포함된 영양성분의 농도를 상기 당의 발효 및 미생물의 증식에 필요한 농도로 조절하여 상기 바이오화합물 생산부로 공급하는 농도 조절장치를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 폐양액을 이용한 바이오화합물 생산장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 영양성분은 질소(N), 인(P), 철(Fe), 아연(Zn), 마그네슘(Mg) 중 적어도 어느 하나인 것을 특징으로 하는 폐양액을 이용한 바이오화합물 생산장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 농도조절장치는 폐양액에 포함된 질소와 인의 농도를 측정하는 농도측정모듈과, 상기 측정된 질소와 인의 농도 중 어느 하나가 미리 설정된 농도 미만일 경우 질소나 인을 추가로 공급하여 폐양액에 포함된 질소와 인의

농도를 상기 미리 설정된 농도로 조절하는 영양성분 추가모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는 폐양액을 이용한 바이오화합물 생산장치.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 폐양액을 이용한 바이오화합물 생산 장치 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 구체적으로는 식물재배시설에서 배출되고 질소, 인, 및 미량원소(철, 아연, 마그네슘 등)를 포함하는 폐양액을 바이오화합물 생산부에 공급하여 바이오매스에서 추출된 당 또는 C1 가스(메탄, 일산화탄소, 이산화탄소 등) 공급원으로부터 공급되는 C1 가스를 미생물에 의해 발효시키는 공정과 상기 미생물의 증식에 필요한 용수 및 영양성분의 공급원으로 이용함으로써 유기물이 거의 포함되지 않아서 생물학적 정화처리가 곤란한 폐양액을 효과적으로 처리할 수 있을 뿐만 아니라, 바이오화합물의 생산 비용을 획기적으로 저감할 수 있는 폐양액을 이용한 바이오화합물 생산 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 수경재배는 식물의 생육에 필요한 영양분을 녹인 양액만으로 식물을 재배하는 방법으로, 현재는 일반 작물뿐만 아니라 화훼 작물 또는 과수 등의 대형 작물도 이 방법으로 재배되고 있다.

[0003] 이러한 수경재배에 이용되는 양액은 작물 각각의 표준적 생육을 도와주는 영양소와 양액의 EC가 일정하게 유지되도록 조절되며, 작물이 놓이는 재배용 베드에 일정한 간격으로 공급된다.

[0004] 그러나, 식물재배에 사용된 후 시설에서 배출되는 폐양액의 경우 식물 성장을 저해하는 각종 병원균에 오염되어 있을 뿐만 아니라 유기물이 거의 포함되지 않아서 생물학적 정화처리가 곤란하기 때문에 수자원 및 토양의 오염원으로 작용하여 새로운 환경문제를 야기하는 문제점이 있다.

[0005] 이를 해결하기 위하여 하기 [문헌 1] 등에서는 폐양액을 살균처리하여 재사용하는 장치에 관한 내용이 개시되어 있으나, 이 경우에도 살균장치를 설치하는데 필요한 공간과 비용이 과다할 뿐만 아니라 살균처리가 완벽하지 않을 경우 식물재배에 막대한 손해를 발생시킬 위험성이 있기 때문에 국내 식물재배시설의 경우 폐양액의 재사용 비율이 5%에 불과하고 대부분이 방류에 의존하고 있기 때문에 수자원과 토양의 오염을 발생시키고 있어서 폐양액의 효율적인 처리방안이 시급하게 요구되는 실정이다.

[0006] 한편, 최근 이슈가 되고 있는 온실가스 저감의 한 방안으로서 종래 석탄이나 석유와 같은 화석연료를 이용하여 생산하는 에탄올, 부탄올, 다이올, 다이아민 등과 같은 플라스틱 생산을 위한 전구체를 바이오매스 또는 C1 가스(메탄, 일산화탄소, 이산화탄소 등)로부터 생화학적 방법에 의하여 대체 생산하는 바이오화학 기술이 주목받

고 있는데, 이러한 바이오화학 기술의 경우 생산공정이 친환경적이라는 장점에도 불구하고 생산공정에 소요되는 비용으로 인하여 종래 화석 연료와 대비할 때 경제성이 낮기 때문에 활발한 보급이 저해되는 문제점이 있다.

[0007] [문헌 1] 한국등록실용신안 제20-0436646호(2007. 9. 27. 공고)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상술한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 목적은 식물재배시설에서 배출되고 질소, 인, 및 미량원소(철, 아연, 마그네슘 등)를 포함하는 폐양액을 바이오화합물 생산부에 공급하여 바이오매스에서 추출된 당 또는 C1 가스 공급원으로부터 공급되는 C1 가스를 미생물에 의해 발효시키는 공정과 상기 미생물의 증식에 필요한 용수 및 영양성분의 공급원으로 이용함으로써 유기물이 거의 포함되지 않아서 생물학적 정화처리가 곤란한 폐양액을 효과적으로 처리할 수 있을 뿐만 아니라, 바이오화합물의 생산 비용을 획기적으로 저감할 수 있는 폐양액을 이용한 바이오화합물 생산 장치 및 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 폐양액을 이용한 바이오화합물 생산 장치는 식물재배시설에서 배출되는 폐양액을 저장하는 폐양액 저장부, 당질계, 전분질계, 목질계, 또는 조류(algae)계 중 적어도 어느 하나의 바이오매스로부터 추출된 당, 또는 C1 가스 공급원으로부터 공급되는 C1 가스를 미생물로 발효시켜 바이오화합물을 생산하는 바이오화합물 생산부, 및 상기 미생물에 의한 당의 발효 또는 C1 가스의 발효와, 상기 미생물의 증식에 필요한 용수 및 영양성분의 공급원으로서 상기 폐양액을 바이오화합물 생산부로 공급하는 폐양액 공급부를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0010] 또한, 상기 폐양액 공급부는, 상기 폐양액 저장부로부터 폐양액을 상기 바이오화합물 생산부로 공급하는 폐양액 공급관과, 상기 폐양액 공급관의 중도에 설치되어 폐양액에 포함된 고형질, 농약성분, 또는 병원균을 제거하기 위한 필터장치를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0011] 또한, 상기 바이오화합물 생산부에서 바이오매스로부터 추출된 당을 발효시켜 바이오화합물을 생산하는 경우, 상기 바이오매스로부터 당을 추출하는 과정에서 배출되는 바이오매스 찌꺼기를 이용하여 바이오차를 생산하는 바이오차 생산부를 더 포함하고, 상기 필터장치는 바이오차 생산부에서 생산된 바이오차를 이용하여 상기 폐양액에 포함된 고형질, 농약성분, 또는 병원균을 흡착하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 또한, 상기 바이오차 생산부는 바이오매스 찌꺼기를 이용하여 바이오차를 생산하는 제1챔버, 상기 제1챔버의 내부에 바이오차를 생산하기 위한 열을 공급하는 히터, 및 상기 바이오차를 생산한 후 제1챔버에 잔류하는 잔열을 내부로 유동시켜 상기 필터장치에서 사용된 바이오차를 재가열하여 흡착력을 복원시키는 제2챔버를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한, 상기 폐양액 공급부는 폐양액 공급관의 중도에 설치되어 상기 필터장치를 경유한 폐양액에 포함된 영양성분의 농도를 상기 당의 발효 및 미생물의 증식에 필요한 농도로 조절하여 상기 바이오화합물 생산부로 공급하는 농도조절장치를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 상기 영양성분은 질소(N), 인(P), 철(Fe), 아연(Zn), 마그네슘(Mg) 중 적어도 어느 하나인 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 상기 농도조절장치는 폐양액에 포함된 질소와 인의 농도를 측정하는 농도측정모듈과, 상기 측정된 질소와 인의 농도 중 어느 하나가 미리 설정된 농도 미만일 경우 질소나 인을 추가로 공급하여 폐양액에 포함된 질소와 인의 농도를 상기 미리 설정된 농도로 조절하는 영양성분 추가모듈을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한, 본 발명에 따른 폐양액을 이용한 바이오화합물 생산방법은 당질계, 전분질계, 목질계, 또는 조류(algae)계 중 적어도 어느 하나의 바이오매스로부터 추출된 당을 발효 반응조에 공급하는 제1단계와, 상기 발효 반응조에 당을 발효시키기 위한 미생물과, 상기 발효공정 및 미생물의 증식에 필요한 용수와 영양성분을 공급하여 상기 당을 발효시켜 바이오화합물을 생산하는 제2단계를 포함하되, 상기 용수와 영양성분은 식물재배시설에서 배출되는 폐양액으로 공급되고, 상기 영양성분은 질소(N), 인(P), 철(Fe), 아연(Zn), 마그네슘(Mg) 중 적어도 어느 하나인 것을 특징으로 한다.

[0017] 또한, 본 발명에 따른 폐양액을 이용한 바이오화합물 생산방법은 C1 가스 공급원으로부터 C1 가스를 발효 반응

조에 공급하는 제1단계와, 상기 발효 반응조에 C1 가스를 발효시키기 위한 미생물과, 상기 발효공정 및 미생물의 증식에 필요한 용수와 영양성분을 공급하여 상기 C1 가스를 발효시켜 바이오화합물을 생산하는 제2단계를 포함하되, 상기 용수와 영양성분은 식물재배시설에서 배출되는 폐양액으로 공급되고, 상기 영양성분은 질소(N), 인(P), 철(Fe), 아연(Zn), 마그네슘(Mg) 중 적어도 어느 하나인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0018] 본 발명에 따른 폐양액을 이용한 바이오화합물 생산 장치 및 방법은 식물재배시설에서 배출되는 폐양액을 바이오화합물 생산부의 발효 반응조에 공급하여 질소, 인, 및 미량원소(철, 아연, 마그네슘 등)를 포함하는 상기 폐양액을 바이오매스에서 추출된 당 또는 C1 가스 공급원으로부터 공급되는 C1 가스를 미생물에 의해 발효시키는 공정과 상기 미생물의 증식에 필요한 용수 및 영양성분의 공급원으로 이용함으로써 유기물이 거의 포함되지 않아서 생물학적 정화처리가 곤란한 폐양액을 효과적으로 처리할 수 있는 장점이 있다.
- [0019] 또한, 본 발명에 따른 폐양액을 이용한 바이오화합물 생산 장치 및 방법은 종래 바이오매스로부터 추출된 당 또는 C1 가스 공급원으로부터 공급되는 C1 가스를 발효시키는 공정에서 필요한 용수 공급원, 질소 공급원, 인 공급원, 및 철, 아연, 마그네슘 등과 같은 미량원소 공급원을 폐양액으로 대체함으로써 바이오화합물의 생산 비용을 획기적으로 저감할 수 있기 때문에 종래 바이오화합물 생산기술의 가장 큰 문제점인 경제성을 현저히 향상시킬 수 있는 장점이 있다.
- [0020] 또한, 본 발명에 따른 폐양액을 이용한 바이오화합물 생산 장치 및 방법은 바이오매스로부터 당을 추출하는 과정에서 배출되는 바이오매스 찌꺼기를 이용하여 바이오차를 생산하고 이를 폐양액의 필터링에 재활용함으로써 자원의 활용을 또는 순환율을 크게 향상시킬 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도1은 본 발명의 일실시예에 따른 폐양액을 이용한 바이오화합물 생산장치의 전체 구성을 나타낸 도면,
도2는 도1에 적용된 바이오차 생산부의 구성을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 이용하여 상세히 설명하기로 한다.
- [0023] 도1은 본 발명의 일실시예에 따른 폐양액을 이용한 바이오화합물 생산장치의 전체 구성을 나타낸 도면이고, 도2는 도1에 적용된 바이오차 생산부의 구성을 설명하기 위한 도면이다.
- [0024] 일반적으로 양액재배시설에서 배출되는 폐양액의 경우 유기물은 거의 포함되어 있지 않기 때문에 생물학적 정화처리가 곤란하지만, 질소(N), 인(P)과 같은 영양성분과 철(Fe), 아연(Zn), 마그네슘(Mg)과 같은 미량원소가 포함되어 있다.
- [0025] 한편, 바이오에탄올, 바이오부탄올 등과 같은 바이오화합물의 생산공정에서 바이오매스로부터 추출한 당이나 C1 가스(메탄, 일산화탄소, 이산화탄소 등과 같이 탄소의 갯수가 1개인 가스)공급원으로부터 공급되는 C1 가스를 미생물에 의해 발효시킬 경우 상기 발효공정과 미생물의 증식에 필요한 물과 영양성분을 별도로 공급해야 하는데, 이러한 영양성분 중 탄소는 바이오매스 또는 C1 가스 공급원으로부터 공급되기 때문에 단백질이나 핵산의 합성에 필요한 질소, 인 등의 영양성분을 공급하게 된다.
- [0026] 본 발명은 이와 같은 폐양액의 영양성분 조성과 바이오화합물 생산공정 중 발효공정의 특성에 착안하여 생물학적 처리가 곤란한 폐양액을, 상기 바이오화합물 생산공정 중 발효공정에서 요구되는 용수와 영양성분의 공급원으로 재활용함으로써 폐양액을 효율적으로 처리함과 동시에 바이오화합물의 생산비용을 현저히 저감시키는 것을 특징으로 한다.
- [0027] 이를 위하여 본 발명에 따른 폐양액을 이용한 바이오화합물 생산장치는 크게 양액을 이용하여 식물을 재배하는 식물재배시설부(1a), 바이오매스(biomass, 111) 또는 C1 가스를 이용하여 바이오화합물을 생산하는 바이오화합물 생산부(1c), 및 상기 식물재배시설부(1a)에서 배출되는 폐양액을 상기 바이오화합물 생산부(1c)로 공급하는 폐양액 공급부(1b)를 포함하여 구성된다.
- [0028] 또한, 상기 식물재배시설부(1a)는 양액을 이용하여 각종 식물을 재배하는 식물재배시설(2), 상기 식물재배시설(2)에 양액을 공급하는 양액 공급조(3), 상기 식물재배시설(2)에서 배출되는 폐양액을 수집하여 저장하는 폐양

액 저장조(4)를 포함하여 구성된다.

- [0029] 이때, 상기 식물재배시설(2)은 일예로서 수경재배시설이나 식물공장 등이 될 수 있으나 이에 한정되지 아니하며, 양액을 이용하여 식물을 재배하는 시설이면 가정용이든 사업용이든 그 규모에 관계없이 모두 포함된다.
- [0030] 또한, 상기 양액 공급조(3)와 폐양액 저장조(4)는 통상의 저장 탱크 형태로 구성될 수 있으며, 각각 공급되는 양액과 배출되는 폐양액의 양을 조절할 수 있도록 유량조절장치(미도시)가 설치되어 있는 것이 바람직하다.
- [0031] 한편, 상기 바이오화합물 생산부(1c)는 당질계, 전분질계, 목질계, 또는 조류(algae)계 중 적어도 어느 하나의 바이오매스(111)로부터 추출된 당을 미생물로 발효시키거나 C1 가스 공급원(미도시)으로부터 공급되는 C1 가스를 미생물로 발효시켜 에탄올, 부탄올, 다이올, 다이아민 등과 같은 바이오화합물을 생산하기 위한 설비이다.
- [0032] 본 실시예에서는 설명의 편의를 위하여 이하에서 상기 바이오화합물 생산부(1c)는 목질계 바이오매스(111)를 이용하여 바이오화합물을 생산하는 설비이고 상기 바이오화합물은 바이오에탄올일 경우를 일예로서 설명하나 이에 한정되지 아니하며, 본 발명에 따른 폐양액을 이용한 바이오화합물 생산장치의 경우 상기 바이오화합물 생산부는 다른 종류의 바이오매스를 이용하는 경우뿐만 아니라 C1 가스로부터 바이오화합물을 생산하는 설비를 모두 포함하는 개념이다.
- [0033] 본 실시예의 경우, 상기 바이오화합물 생산부(1c)는 바이오매스(111)를 전처리하기 위한 전처리조(110), 상기 전처리조(110)에서 추출된 당화합물(121)로부터 당을 추출하는 당화 반응조(120), 및 상기 당화 반응조(120)에서 추출된 당을 미생물로 발효시켜 바이오화합물(본 실시예의 경우 바이오에탄올)을 생산하는 발효 반응조(130)를 포함하여 그외 바이오에탄올을 고순도로 정제하고 농축하는 설비를 더 구비할 수 있다.
- [0034] 상기 전처리조(110)는 본 실시예의 경우 목질계 탄소원으로부터 셀룰로스(cellulose), 헤미셀룰로스(hemicellulose)와 같은 섬유소 형태의 당화합물(121)을 추출하는 반응을 수행하게 된다.
- [0035] 이러한 전처리 공정은 목질계 바이오매스를 당화시키기 위한 필수공정으로써, 원료를 절단하여 크기를 줄이고 결정성을 감소시켜, 바이오매스의 단위 면적당 효소의 흡착율을 높임으로써, 섬유소의 반응성 증가에 의해 효소가수분해 능력을 증가시키는 공정이다.
- [0036] 이러한 전처리 공정은 일반적으로 목질계 바이오매스의 종류에 따라 증기 폭쇄법, 알칼리 처리법, 이산화황 처리법, 과산화수소 처리법, 초임계 암모니아 처리법, 약산 추출처리법, 암모니아 동결 폭쇄법 등 다양한 물리/화학적 방법 중 어느 하나 또는 이들을 조합하여 수행될 수 있다.
- [0037] 또한, 상기 당화 반응조(120)는 산이나 효소를 이용하여 당화합물(121)을 가수분해하여 5탄당이나 6탄당과 같은 당추출물(131)을 추출하는 당화 반응을 수행하게 되는데, 이 경우 당화 효소로는 목질계 탄소원의 종류에 따라 다양하게 선택될 수 있으며 일예로서 셀룰레이즈(cellulase), 펙티네이즈(pectinase), 베타-글루코시데이즈(beta-glucosidase), 폴리갈락트로네이즈(polygalactronase), 셀로비오즈(cellobiase), 자이라네이즈(xylanase) 및 퍼옥시데이즈(oxidase)를 포함하는 군으로부터 선택되는 하나 이상을 사용할 수 있다.
- [0038] 또한, 상기 당화 공정은 일예로서 pH 4.5 ~ 5.5, 온도 30 ~ 40℃의 조건하에서 12 내지 96시간 동안 진행될 수 있는데, 당화 작용을 중재하는 효소의 활성을 위해 상기 당화 온도와 pH값은 적절히 선택될 수 있다.
- [0039] 또한, 상기 발효 반응조(130)는 상기 당추출물(131)을 미생물로 발효시켜 바이오화합물(141)을 생산시키는 반응을 수행하는 것으로 본 실시예의 경우 발효 반응과 함께 발효에 사용되는 미생물의 증식을 위한 배지로서의 기능도 수행하게 된다.
- [0040] 또한, 상기 발효 공정은 일예로서 대기압 하에서 30 ~ 40℃의 온도 조건으로, 6 ~ 12시간 동안 수행할 수 있는데, 이때 사용되는 미생물은 사카로마이세스 세레비지에(saccharomyces cerevisiae), 사카로마이세스 베야누스(Saccharomyces bayanus), 에스체리치아 콜라이(escherichia coli), 지모모나스 모빌리스(Zymomonas mobilis)를 포함하는 군으로부터 선택되는 하나 이상을 사용할 수 있다.
- [0041] 또한, 상기 폐양액 공급부(1b)는 폐양액 저장조(4)에 저장된 폐양액을 상기 바이오화합물 생산부(1c)의 발효 반응조(130)에 공급하게 되는데, 이 경우 상기 폐양액은 미생물에 의한 당의 발효와 미생물의 증식에 필요한 용수, 및 영양성분의 공급원으로 기능하게 되는데 구체적으로는 질소의 경우 단백질의 구성요소로 사용되고 인의 경우 핵산의 구성요소로 사용되며 철, 아연, 마그네슘과 같은 미량원소는 발효반응을 활성화하는 기능을 수행하게 된다,

- [0042] 이를 위하여 상기 폐양액 공급부(1b)는 상기 폐양액 저장조(4)로부터 폐양액을 상기 바이오화합물 생산부(1b)의 발효 반응조(130)로 공급하는 폐양액 공급관(5), 상기 폐양액 공급관(5)의 중도에 설치된 필터장치(70), 상기 필터장치(70)의 후방에서 상기 폐양액 공급관(5)의 중도에 설치된 농도조절장치(80), 및 상기 바이오화합물 생산부(1c)에서 배출되는 바이오매스 찌꺼기를 이용하여 바이오차를 생산하는 바이오차 생산용 챔버부(10)를 포함하여 구성된다.
- [0043] 이때, 상기 폐양액 공급관(5)은 통상의 파이프 형태로 구성되며 중도 일측에는 폐양액을 유동시키기 위한 펌프(미도시)와, 유동되는 폐양액의 유량을 조절하기 위한 유량조절밸브(미도시) 등이 더 구비될 수 있다.
- [0044] 또한, 상기 필터장치(70)는 폐양액에 포함된 부유물과 같은 고형질, 잔류 농약 성분, 또는 병원균을 제거하기 위한 것으로서 활성탄 여과, 한외 여과 등과 같이 통상의 여과장치를 이용하여 바람직하게 구성될 수 있으나, 본 실시예에서는 일례로서 상기 필터장치는 후술하는 바와 같이 챔버부(10)에서 생산되는 바이오차(biochar)를 이용하여 상기 폐양액에 포함된 고형질, 농약성분, 또는 병원균 등을 흡착하도록 구성하였다.
- [0045] 또한, 상기 농도조절장치(80)는 필터장치(70)를 경유한 폐양액에 포함된 영양성분의 농도를 상기 당의 발효 및 미생물의 증식에 필요한 농도로 조절하여 상기 바이오화합물 생산부(1b)(구체적으로는, 발효 반응조(130))로 공급하는 기능을 수행한다.
- [0046] 이를 위하여, 상기 농도조절장치(80)는 폐양액에 포함된 질소와 인의 농도를 측정하는 농도측정모듈(미도시)과, 상기 측정된 질소와 인의 농도 중 어느 하나가 미리 설정된 농도 미만일 경우 질소나 인을 추가로 공급하여 폐양액에 포함된 질소와 인의 농도를 상기 미리 설정된 농도로 조절하는 영양성분 추가모듈(미도시)을 포함하여 구성된다.
- [0047] 본 실시예에서 상술한 바와 같이 농도조절장치(80)는 일례로서 질소나 인 중 어느 하나의 농도가 기준 농도 미만인 경우에 이를 보충하도록 구성되고 기준 농도를 초과하는 경우에 대해서는 별다른 조치를 하지 않는 것으로 구성하였는데, 이는 일반적으로 폐양액의 경우 과도하게 영양성분이 포함되어 있는 경우가 흔하지 않을 뿐만 아니라 미생물의 증식에 있어서 영양의 과소공급이 문제가 되지 과잉공급의 경우 별 문제가 발생되지 않기 때문이다.
- [0048] 다만, 필요에 따라서는 상기 농도조절장치(80)는 폐양액에 포함된 영양성분의 농도가 미리 설정된 기준 농도의 범위를 유지할 수 있도록 상기 영양성분 추가모듈(미도시)이 영양성분(본 실시예의 경우 질소나 인)이나 물을 선택적으로 추가하도록 구성될 수도 있으며, 필요에 따라서는 미량원소의 농도도 조절할 수 있도록 구성될 수도 있다.
- [0049] 또한, 본 실시예에서는 영양성분 추가모듈(미도시)에 의하여 영양성분의 농도를 조절하는 경우를 일례로서 설명하였으나 이에 한정되지 아니하며, 필요에 따라서는 가열히터와 같은 농축장치(미도시)에 의하여 물의 양을 줄여줌으로써 영양성분의 농도를 조절하도록 구성될 수도 있다.
- [0050] 본 실시예의 경우 일례로서 상기 기준 농도는 질소(N)의 경우 0.5~8 g/L 수준, 인(P)의 경우 2~8 g/L 수준으로 설정하였으며, 필요에 따라서는 상기 미량원소 각각의 농도도 철(Fe) 0.1~10 mg/L, 아연(Zn) 0.1~10 mg/L, 마그네슘(Mg) 1~50 mg/L 수준으로 조절되는 것이 바람직하다.
- [0051]
- [0052] 한편, 상기 바이오차 생산용 챔버부(10)는 바이오화합물 생산부(1c)에서 바이오매스로부터 당을 추출하는 과정에서 배출되는 바이오매스 찌꺼기를 이용하여 바이오차를 생산하기 위한 것으로서, 상기 챔버부(10)의 내부에 열을 공급하는 히터부(60), 및 상기 챔버부(10)의 내부에 물을 공급하는 물공급부(30)를 포함하여 구성된다.
- [0053] 또한, 상기 챔버부(10)는 일례로서 상기 바이오화합물 생산부(1c)에서 배출되는 바이오매스 찌꺼기가 내부에 수용되는 내부 챔버(12), 상기 내부 챔버(12)의 외부를 둘러싸는 외부 챔버(11), 상기 내부 챔버와 외부 챔버 사이에 개재되는 보온층(13)으로 구성된다.
- [0054] 이때, 상기 내부 챔버(12)는 스테인레스 스틸과 같은 금속성 재질 또는 내열성 플라스틱 재질 등으로 구성될 수 있으며, 상기 보온층(13)은 후술하는 히터부(60)를 보호하고 온도의 항상성을 유지할 수 있도록 내화벽돌과 같은 보온성 재질로 구성되는 것이 바람직하다.
- [0055] 또한, 상기 외부 챔버(11)는 전술한 내부 챔버 및 보온층(13)에서 발생된 열이 외부로 전달되는 것을 방지하기 위하여 절연성 재질로 이루어지는 것이 바람직하다.

- [0056] 본 실시예에서는 상기 챔버부(10)가 3개의 층으로 구성된 경우를 일례로서 설명하였으나 이에 한정되지 아니하며, 필요에 따라서는 동일한 기능을 수행하는 범위내에서는 단일층 또는 2개의 층 등으로 다양하게 구성될 수도 있다.
- [0057] 또한, 도2에서는 명확히 표현되지는 않았으나 상기 챔버부(10)는 바이오매스 찌꺼기의 유입 및 바이오차의 유출이 용이할 수 있도록 외부에서 개폐가능한 구조로 구성되는 것이 더욱 바람직하다.
- [0058] 또한, 상기 챔버부(10)에는 외측에서 상기 외부 챔버(11)와 보온층(13)을 관통하여 상기 내부 챔버(12)의 내부(14)에 설치되어 후술하는 바와 같이 물을 내부 챔버(12)의 내부에 공급하는 공급관(50)을 더 구비하며, 상기 공급관(50)의 내부 챔버(12)측 단부에는 공급되는 물을 바이오차의 표면에 균일하게 분사하기 위한 복수의 노즐장치(51)가 설치된다.
- [0059] 또한, 상기 히터부(60)는 내부 챔버(12)의 내부에 열을 전달하여 상술한 바와 같이 내부 챔버(12)에 수용된 바이오매스를 약 600 내지 900℃의 온도에서 바이오차로 열분해하기 위한 것으로서 열선과 같은 통상의 발열수단 등으로 바람직하게 구현될 수 있는데, 내부 챔버(12) 내부의 온도조절이 용이하도록 하기 위하여 발열량 제어가능하도록 구성되는 것이 바람직하다.
- [0060] 또한, 본 실시예에서는 상기 히터부(60)가 보온층(13)의 내부에 설치되는 경우를 일례로서 설명하였으나 이에 한정되지 아니하며, 필요에 따라서는 내부 챔버(12)의 내부(14)에 직접 설치되도록 구성될 수도 있다.
- [0061] 또한, 상기 물공급부(30)는 내부 챔버(12)에 물을 공급하여 상술한 바와 같이 열분해된 바이오차의 비표면적을 증가시켜 바이오차를 물리적으로 활성화시키기 위한 것으로서, 챔버부(10)의 외측에 설치된 물저장조(32), 상기 물저장조와 공급관(50)을 연결하는 물공급관(31), 및 상기 물공급관(31)의 중도에 설치되어 물저장조(32)의 물을 내부 챔버(12)로 공급하거나 차단하는 물공급밸브(33)를 포함하여 구성된다.
- [0062] 이때, 상기 물공급밸브(33)는 기계식 수동밸브로 구성될 수 있으나, 제어부(미도시)의 제어동작에 의하여 작동되는 전자식 밸브로 구성될 수도 있다.
- [0063] 또한, 상기 물공급부(30)는 물을 일정한 압력으로 공급하기 위한 컴프레서(compressor)와 같은 가압장치(미도시)를 더 구비할 수 있으며, 이는 후술하는 질소공급부(20)의 경우에도 마찬가지이다.
- [0064] 한편, 상술한 바이오매스 찌꺼기의 열분해 과정은 공기 중의 산소가 차단된 혐기성 조건에서 이루어지는 것이 바람직한데, 이를 위하여 본 발명에 따른 여과용 바이오차의 제조장치는 상기 내부 챔버(12)의 내부(14)에 질소를 공급하기 위한 질소공급부(20) 또는 상기 내부 챔버(12)의 내부(14)를 진공처리하기 위한 진공펌프부(24)를 더 구비할 수 있다.
- [0065] 이때, 상기 질소공급부(20)와 진공펌프부(24)는 어느 하나가 설치될 수도 있으나, 본 실시예에서와 같이 2개 모두 설치될 수도 있다.
- [0066] 또한, 본 실시예에서와 같이 2개 모두 설치된 경우 상기 진공펌프부(24)를 이용하여 내부 챔버(12)의 내부(14)를 먼저 진공시킨 후 질소공급부(20)에 의하여 질소를 공급할 수도 있으며, 필요에 따라서는 진공펌프부(24)를 동작시키면서 내부 챔버(12)의 내부(14)에 질소를 공급할 수도 있다.
- [0067] 한편, 상기 질소공급부(20)는 챔버부(10)의 외측에 설치된 질소저장조(22), 상기 질소저장조(22)를 내부 챔버(12)의 내부(14) 또는 공급관(50)과 연결하는 질소공급관(21), 및 상기 질소공급관(21)의 중도에 설치되어 질소저장조(22)의 질소를 내부 챔버(12)로 공급하거나 차단하는 질소공급밸브(23)를 포함하여 구성된다.
- [0068] 또한, 상기 진공펌프부(24)는 진공관(23)을 통하여 내부 챔버(12)의 내부(14)와 연결되도록 구성된다.
- [0069] 또한, 상기 챔버부(10)의 일측에는 상기 바이오차를 생산한 후 챔버부(10)에 잔류하는 잔열을 내부(65a)로 유동시켜 상기 필터장치(70)에서 사용된 바이오차를 재가열하는 재가열 챔버부(65)를 더 포함할 수 있는데, 상기 재가열 챔버부(65)는 잔열공급관(65c)에 의해 상기 챔버부(10)의 내부(14)와 연결되어 챔버부(10)의 잔열이 재가열 챔버부의 내부(65a)로 공급될 수 있도록 구성된다.
- [0070] 이때, 상기 잔열공급관(65c)은 열손실을 최소화하기 위하여 단열관으로 이루어지는 것이 바람직하며, 도2에는 단일관 형태로 도시되었으나 챔버부(10)와 재가열 챔버부(65)의 내부 공기가 순환될 수 있도록 순환관 형태로 구성되는 것이 더욱 바람직하다.
- [0071] 또한, 상기 잔열공급관(65c)의 중도에는 잔열의 유동을 제어하기 위한 제어밸브(65d) 및/또는 펌프(미도시)가

설치될 수 있으며, 상기 재가열 챔버부(65)의 내부(65a)로 유입되는 잔열공급관(65c)의 일측 단부(65b)는 공급되는 잔열이 고르게 전달될 수 있도록 복수의 노즐 형태로 구성되는 것이 바람직하다.

[0072] 상기와 같은 구성에 의하여 상기 필터장치(70)에서 장시간 사용되어 불순물 등의 흡착력(또는 여과능력)이 저하된 바이오차는 상기 재가열 챔버부(65)에서 약 200℃ 내외의 온도로 재가열될 경우 바이오차의 미세 기공을 막고 있는 오염물질들이 연소되어 제거됨으로써 흡착력이 복원되어 재사용이 가능해지게 된다.

[0073] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명에 따른 폐양액을 이용한 바이오화합물 생산장치는 식물재배시설에서 배출되는 폐양액을 바이오화합물 생산부의 발효 반응조에 공급하여 질소, 인, 및 미량원소(철, 아연, 마그네슘 등) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 상기 폐양액을 바이오매스에서 추출된 당을 미생물에 의해 발효시키는 공정과 상기 미생물의 증식에 필요한 용수 및 영양성분의 공급원으로 이용함으로써 유기물이 거의 포함되지 않아서 생물학적 정화처리가 곤란한 폐양액을 효과적으로 처리할 수 있는 장점이 있다.

[0074] 또한, 본 발명에 따른 폐양액을 이용한 바이오화합물 생산장치는 종래 바이오매스로부터 추출된 당을 발효시키는 공정에서 필요한 용수 공급원, 질소 공급원, 인 공급원, 및 철, 아연, 마그네슘 등과 같은 미량원소 공급원을 폐양액으로 대체함으로써 바이오화합물의 생산 비용을 획기적으로 저감할 수 있기 때문에 종래 바이오화합물 생산기술의 가장 큰 문제점인 경제성을 현저히 향상시킬 수 있는 장점이 있다.

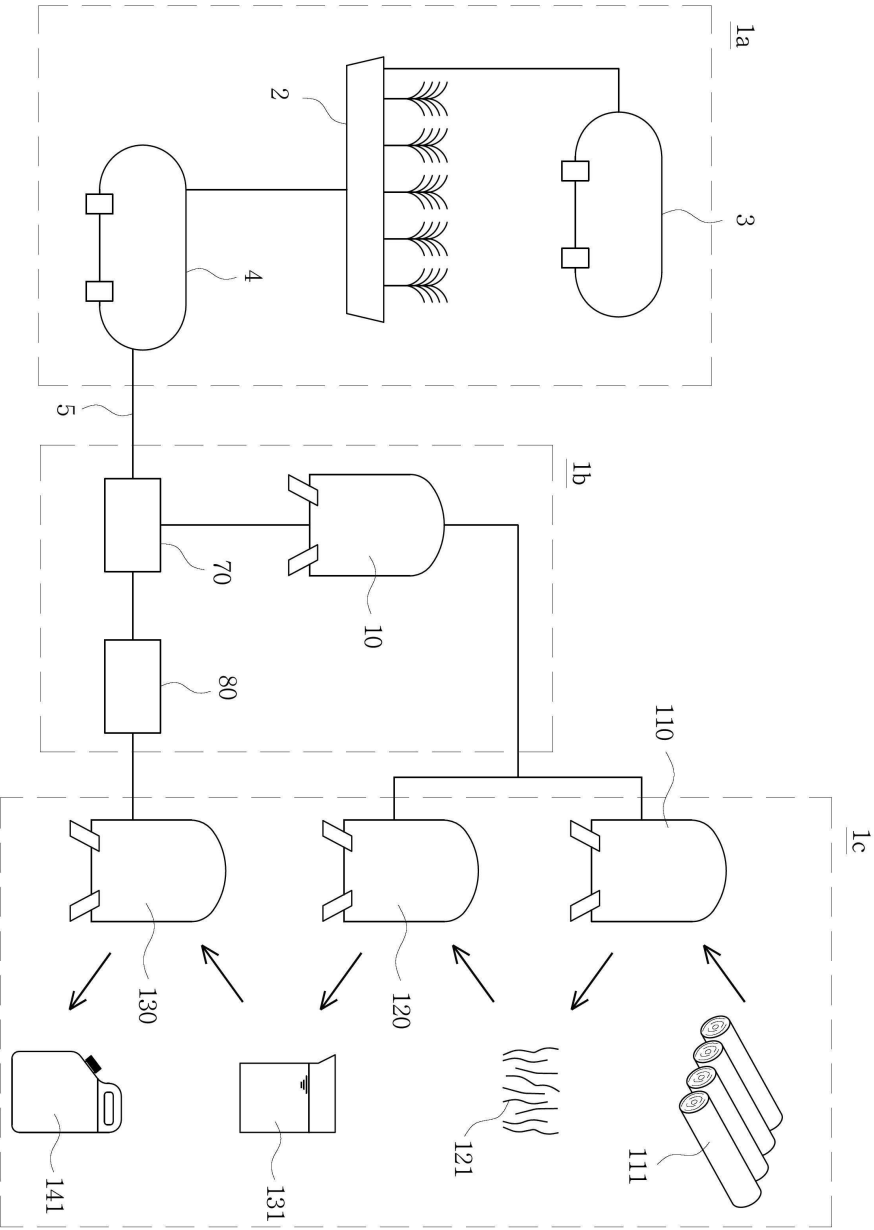
[0075] 또한, 본 발명에 따른 폐양액을 이용한 바이오화합물 생산장치는 바이오매스로부터 당을 추출하는 과정에서 배출되는 바이오매스 찌꺼기를 이용하여 바이오차를 생산하고 이를 폐양액의 필터링에 재활용함으로써 자원의 활용율 또는 순환율을 크게 향상시킬 수 있는 장점이 있다.

부호의 설명

[0076] 1a : 식물재배시설부 1b : 폐양액 공급부
1c : 바이오화합물 생산부 4 : 폐양액 저장조
70 : 필터장치 80 : 농도조절장치
110 : 전처리조 120 : 당화 반응조
130 : 발효 반응조

도면

도면1



도면2

