	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2014-0101135 (43) 공개일자 2014년08월19일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) C12P 7/64 (2006.01) C12P 7/06 (2006.01) C12N 1/20 (2006.01) C12N 9/50 (2006.01) (21) 출원번호 10-2013-0014416 (22) 출원일자 2013년02월08일 심사청구일자 없음		(71) 출원인 연세대학교 원주산학협력단 강원도 원주시 흥업면 연세대길 1 (72) 발명자 전병훈 강원도 원주시 남원로 441, 202동 1201호 (명륜동, 청구아파트) 황재훈 강원도 원주시 흥업면 연세대길 1 연세대학교 환경공학부 이상훈 강원도 원주시 흥업면 연세대길 1 연세대학교 백운관 332호 (74) 대리인 김보민

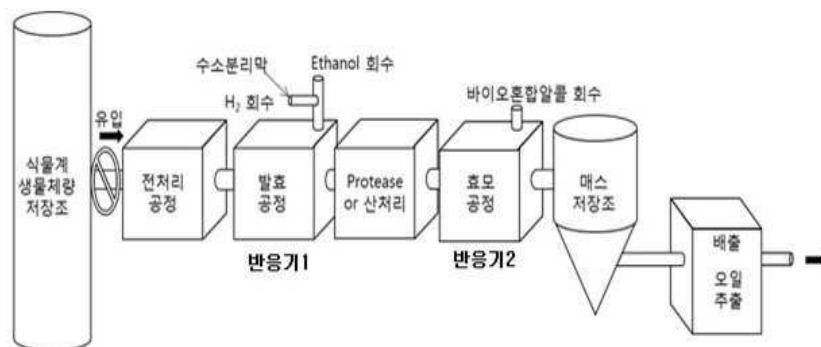
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 식물 바이오매스로부터 에너지를 회수하는 방법

(57) 요약

본 발명은 식물 바이오매스(biomass)을 구성하고 있는 3대 요소인 탄수화물, 단백질 및 지질로부터 에탄올/수소, 바이오 혼합 알코올 및 오일을 단계별로 회수하는, 식물 바이오매스(biomass)로부터 에너지를 회수하는 방법에 관한 것으로, 주요 단계는 발효 균주를 이용하여 탄수화물을 수소와 에탄올로 생산하는 단계, 효모를 이용하여 단백질을 바이오 혼합 알콜(부탄올, 프로판올 및 에탄올)로 생산하는 단계 및 지질로부터 지방산 메틸에스테르(FAMES) 성분을 추출하여 오일을 생산하는 단계이고, 각 단계 앞에는 식물 바이오매스를 발효 균주 및 효모가 분해하기 쉽도록 하는 전처리 단계가 포함되며, 전체 식물 바이오매스의 약 80% 이상을 에너지로 회수할 수 있어 효율적인 에너지 회수가 가능하다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

- 1) 식물 바이오매스를 파쇄하여 탄수화물, 단백질 및 지질이 용출되도록 전처리하는 단계;
- 2) 탄수화물 성분으로부터 혐기 발효 균주 또는 효모를 이용하여 수소 및 에탄올을 생산하는 단계;
- 3) 단백질 성분을 효소 또는 산으로 전처리하는 단계;
- 4) 전처리된 단백질 성분으로부터 효모 또는 박테리아를 이용하여 바이오 혼합 알코올을 생산하는 단계;
- 5) 단계 4) 이후, 잔존하는 식물 바이오매스를 탈수하는 단계; 및
- 6) 탈수된 식물 바이오매스로부터 지질을 추출하고 지방산 메틸에스테르(FAME)를 분리하는 단계;를 포함하는, 식물 바이오매스로부터 에너지를 회수하는 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 식물 바이오매스는 수생 식물 또는 미세 조류인 것을 특징으로 하는, 식물 바이오매스로부터 에너지를 회수하는 방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,

단계 1)의 파쇄는 산 처리 또는 초음파 처리인 것을 특징으로 하는, 식물 바이오매스로부터 에너지를 회수하는 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

단계 2)의 혐기 발효 균주는 클로스트리디움 베이저링키(*Clostridium beijerinckii*), 엔테로박터 에어로게네스(*Enterobacter aerogenes*), 악티노바실러스 종(*Actinobacillus* sp.), 락토바실러스 종(*Lactobacillus* sp.), 바실러스 리체니포르미스(*Bacillus licheniformis*) 및 지모노나스 모빌리스(*Zymomonas mobilis*)로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 하나 이상인 것을 특징으로 하는, 식물 바이오매스로부터 에너지를 회수하는 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,

단계 2)의 효모는 클루이베로마이세스 종(*Kluyveromyces* sp.), 칸디다 종(*Candida* sp.), 사카로마이세스 종(*Saccharomyces* sp.) 및 피키아 스티피티스(*Pichia stipites*)로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 하나 이상인 것을 특징으로 하는, 식물 바이오매스로부터 에너지를 회수하는 방법.

청구항 6

제 1항에 있어서,

단계 2)에서 생산된 수소가 기체 분리막에 의해 포집되어 회수되는 것을 특징으로 하는, 식물 바이오매스로부터

에너지를 회수하는 방법

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 기체 분리막은 니오브합금막인 것을 특징으로 하는, 식물 바이오매스로부터 에너지를 회수하는 방법

청구항 8

제 1항에 있어서,

단계 3)의 효소는 프로테아제(protease)인 것을 특징으로 하는, 식물 바이오매스로부터 에너지를 회수하는 방법

청구항 9

제 1항에 있어서,

단계 4)에서 사용되는 효모는 칸디다 종(*Candida* sp.), 클루이베로마이세스 종(*Kluyveromyces* sp.), 사카로마이세스 세레비시아에(*Saccharomyces cerevisiae*) 및 락토바실러스 종(*Lactobacillus* sp.)으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 하나 이상인 것을 특징으로 하는, 식물 바이오매스로부터 에너지를 회수하는 방법.

청구항 10

제 1항에 있어서,

단계 4)에서 사용되는 박테리아는 프로투스 종(*Protuse* sp.)인 것을 특징으로 하는, 식물 바이오매스로부터 에너지를 회수하는 방법.

청구항 11

제 10항에 있어서,

상기 프로투스 종은 프로투스 미라빌리스(*Protuse mirabilis*)인 것을 특징으로 하는, 식물 바이오매스로부터 에너지를 회수하는 방법.

청구항 12

제 1항에 있어서,

단계 4)에서 생산되는 바이오 혼합 알코올은 부탄올, 프로판올 및 에탄올인 것을 특징으로 하는, 식물 바이오매스로부터 에너지를 회수하는 방법.

청구항 13

제 1항에 있어서,

단계 2) 및 단계 4)는 암반응 조건 하에서 수행되는 것을 특징으로 하는, 식물 바이오매스로부터 에너지를 회수하는 방법.

청구항 14

제 1항에 있어서,

단계 2) 및 단계 4)는 pH 5 내지 6의 조건 하에서 수행되는 것을 특징으로 하는, 식물 바이오매스로부터 에너지를 회수하는 방법.

청구항 15

제 1항에 있어서,

단계 6) 이후, 지방산 메틸에스테르를 오일로 가공하는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는, 식물 바이오매스로부터 에너지를 회수하는 방법.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 방법을 통해 전체 식물 바이오매스에 함유된 탄수화물 성분의 85% 이상을 에너지로 전환하는 것을 특징으로 하는, 식물 바이오매스로부터 에너지를 회수하는 방법.

청구항 17

제1항에 있어서,

상기 방법을 통해 전체 식물 바이오매스에 함유된 단백질 성분의 60% 이상을 에너지로 전환하는 것을 특징으로 하는, 식물 바이오매스로부터 에너지를 회수하는 방법.

청구항 18

제1항에 있어서,

상기 방법을 통해 전체 식물 바이오매스에 함유된 지질 성분의 95% 이상을 에너지로 전환하는 것을 특징으로 하는, 식물 바이오매스로부터 에너지를 회수하는 방법.

청구항 19

제1항에 있어서,

상기 방법을 통해 전체 식물 바이오매스의 80% 이상을 에너지로 전환하는 것을 특징으로 하는, 식물 바이오매스로부터 에너지를 회수하는 방법.

청구항 20

식물 바이오매스로부터 탄수화물, 단백질 및 지질 성분이 용출되도록 전처리하는 장치; 탄수화물 성분으로부터 혐기 발효 균주 또는 효모를 이용하여 수소 및 에탄올을 생산하는 반응기; 단백질 성분을 전처리하는 장치; 전처리된 단백질 성분으로부터 효모 또는 박테리아를 이용하여 바이오 혼합 알코올을 생산하는 반응기; 및 잔존하는 식물 바이오매스를 탈수하고 탈수된 식물 바이오매스로부터 지질을 추출하여 지방산 메틸에스테르(FAME)를 분리하는 장치를 포함하는, 식물 바이오매스를 이용한 에너지 회수 시스템.

청구항 21

식물 바이오매스로부터 탄수화물, 단백질 및 지질 성분이 용출되도록 전처리하는 장치; 탄수화물 성분으로부터 혐기 발효 균주 또는 효모를 이용하여 수소 및 에탄올을 생산하는 반응기; 단백질 성분을 전처리하는 장치; 전처리된 단백질 성분으로부터 효모 또는 박테리아를 이용하여 바이오 혼합 알코올을 생산하는 반응기; 및 잔존하는 식물 바이오매스를 탈수하고 탈수된 식물 바이오매스로부터 지질을 추출하여 지방산 메틸에스테르(FAME)를 분리하는 장치를 포함하는, 식물 바이오매스를 이용한 에너지 회수 장치.

명세서

기술 분야

- [0001] 본 발명은 식물 바이오매스가 지닌 탄수화합물로부터 에너지를 회수하는 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 식물 바이오매스를 구성하고 있는 탄수화물 $[(CH_2O)_n]$, 단백질 $[(NH_2CHR_nCOOH)_n]$ 에 포함된 탄소 성분을 발효 균주 및 효모를 이용하여 에탄올, 수소 및 바이오 혼합 알코올로 회수하고, 지질 $[CH_3(CH_2)_n-COOH]$ 로부터 오일을 회수하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 최근 화석 연료의 고갈과 환경 문제인 지구온난화의 심각성으로 대체에너지 개발 및 연구가 중점적으로 진행되고 있다. 이러한 대체에너지 중 특히, 바이오 에너지는 풍부한 식물 바이오매스(biomass)로부터 대량 확보할 수 있는 장점이 있어 그 중요성이 부각되고 있다. 식물은 광합성을 하며 자연계에 널리 존재할 뿐만 아니라 그 구성 성분이 탄수화물, 단백질 및 지방인 바, 에너지원으로 활용되기 쉽다[K. Anger, N. Laasch, C. Piischel, F. Schorn, Changes in biomass and chemical composition of spider crab (*Hyas araneus*) larvae reared in the laboratory. Ecol. Prog. Ser., 1983, 12, 91-101].
- [0003] 대부분의 바이오 에너지 회수 기술 중 알코올이나 오일은 식물 바이오매스로부터 직접 회수되어 왔고, 바이오 가스(수소 및 메탄)의 경우에는 혐기 발효 공정을 통해 회수되어 왔다[B. Demirel, P. Scherer, O. Yenigun, T. T. Onay, Production of methane and hydrogen from biomass through conventional and high-rate anaerobic digestion processes. Cri. Rev. Environ. Sci. Technol., 2010, 40, 116-146].
- [0004] 그러나 종래의 바이오 알코올 또는 오일 생산은 사탕수수, 옥수수 등 전분계를 매개체로 사용하고 있기 때문에, 식량 이용 등의 문제와 중복되는 부분이 있어 대체 식물 바이오매스를 찾고 있는 실정이다.
- [0005] 또한 종래의 바이오 가스 생산의 경우, 유기성 폐수로부터 메탄 생산에 초점을 두어 많은 연구가 진행되어 왔으나[Y. Mu, H. Yu, G. Wang, Permeabilities of anaerobic CH_4 -producing granules. Wat. Res., 2006, 40, 1811-1815]. 유기성폐수로는 고농도 탄수화물을 확보하지 못하는 단점이 있어 바이오 가스 생산을 위한 대체 물질 확보에 대한 연구가 활발하다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해, 최근에는 미세조류 또는 수생 바이오매스로부터 에너지를 회수에 대한 연구가 진행되고 있다.
- [0006] 바이오매스로부터 에너지를 회수하는 대부분의 연구에서는 발효 공정 방법을 이용한다. 발효 공정 방법은 산 생성 조건인 낮은 pH (5-6)와 짧은 수리학적 체류시간(HRT) 조건 하에서, 혐기 발효 균주를 사용하여 수소와 에탄올을 회수하는 공정이다[H. G. Yu, H. H. P. Fang, Acidogenesis of dairy wastewater at various pH levels. Water Sci Technol. 2002, 45, 201-206]. 혐기 발효 공정은 다량의 유입원을 빠른 시간에 처리할 수 있는 장점이 있고, 다단 에너지를 동시에 생산할 수 있다.
- [0007] 그러나 발효 공정에 유입되는 바이오매스는 박테리아가 쉽게 이용할 수 있도록 그 매개체를 전처리 해야 하는 과정이 필요하다. 식물 바이오매스는 그 표면이 리그닌 성분으로 구성되어 있어 표면이 단단하기 때문에, 파쇄 과정을 거쳐 리그닌 성분을 분해해야 한다. 종래의 전처리 방법은 물리적, 화학적 또는 물리화학적 방법을 이용하는데, 특히 산, 염기 처리 방법을 가장 많이 사용하고 있다[Y. Zheng, Z. Pan, R. Zhang, Overview of biomass pretreatment for cellulosic ethanol production. Int J Agric&Biol Eng., 2009, 2, 51-68]. 전처리 과정을 거친 바이오매스는 내부에 지닌 탄수화물, 단백질 및 지질을 용출하며, 이러한 물질들은 박테리아에 의해 에너지로 전환된다.

- [0008] 한편, 현재까지의 종래 연구는 바이오매스로부터 한 종류의 에너지로 전환하는 것을 목적으로 연구가 진행되어 왔다. 바이오매스로부터 용출된 지질은 오일 생산을 위해 사용된 후 파기되었으며, 탄수화물 역시 에탄올 생산만을 이용한 뒤 파기되었다. 단백질의 경우, 에너지 전환 경로로써 효모에 의해 분해된 아미노산의 일부가 발효 경로에 의해 에탄올로 전환되는 방식으로 이용된다[Y. V. WU, K. R. SEXSON, A. A. LAGODA, Protein-rich alcohol fermentation residues from corn dry-milled fractions. U. S. Dept. of Agric. for Official Use. 5160].
- [0009] 위와 같은 종래의 기술들은 바이오매스로부터 에너지를 회수하는 공정의 관점에서 볼 때, 하나의 에너지 생산 후의 바이오매스의 처리에 있어 한계성을 보인다. 따라서, 이를 대체할 만한 새로운 기술의 필요성이 대두되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명의 목적은 상기한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 조합 공정을 사용하여 식물 바이오매스가 함유하고 있는 탄수화물, 단백질 및 지질로부터 다량의 에너지를 회수하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 1) 식물바이오매스를 파쇄하여 탄수화물, 단백질 및 지질이 용출되도록 전처리하는 단계; 2) 탄수화물 성분으로부터 혐기 발효 균주 또는 효모를 이용하여 수소 및 에탄올을 생산하는 단계; 3) 단백질 성분을 효소 또는 산으로 전처리하는 단계; 4) 전처리된 단백질 성분으로부터 효모 또는 박테리아를 이용하여 바이오 혼합 알코올을 생산하는 단계; 이후, 5) 잔존하는 식물 바이오매스를 탈수하는 단계; 및 6) 탈수된 식물 바이오매스로부터 지질을 추출하고 지방산 메틸에스테르(FAME)를 분리하는 단계;를 포함하는 식물 바이오매스로부터 에너지를 회수하는 방법을 제공한다.
- [0012] 본 발명의 실시예에 의하면, 식물 바이오매스는 수생 식물 또는 미세 조류일 수 있다.
- [0013] 본 발명의 또 다른 실시예에 의하면, 단계 1)의 전처리 공정에 사용되는 방법은 산 처리 또는 초음파 처리일 수 있다.
- [0014] 본 발명의 또 다른 실시예에 의하면, 단계 2)의 혐기 발효 균주는 클로스트리디움 베이저링키(*Clostridium beijerinckii*), 엔테로박터 에어로게네스(*Enterobacter aerogenes*), 악티노바실러스 종(*Actinobacillus* sp.), 락토바실러스 종(*Lactobacillus* sp.), 바실러스 리체니포르미스(*Bacillus licheniformis*) 및 지모노나스 모빌리스(*Zymomonas mobilis*)로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 하나 이상이고, 단계 2)의 효모는 클루이베로마이세스 종(*Kluyveromyces* sp.), 칸디다 종(*Candida* sp.), 사카로마이세스 종(*Saccharomyces* sp.) 및 피키아 스티피티스(*Pichia stipites*)로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 하나 이상일 수 있다.
- [0015] 본 발명의 또 다른 실시예에 의하면, 단계 2)에서 생산된 수소가 기체 분리막에 의해 포집되어 회수될 수 있으며, 기체 분리막으로는 니오브함금박이 사용될 수 있다.
- [0016] 본 발명의 또 다른 실시예에 의하면, 단계 3)의 효소는 프로테아제(protease)일 수 있다.
- [0017] 본 발명의 또 다른 실시예에 의하면, 단계 4)에서 사용되는 효모는 칸디다 종(*Candida* sp.), 클루이베로마이세스 종(*Kluyveromyces* sp.), 사카로마이세스세레비시아에(*Saccharomyces cerevisiae*) 및 락토바실러스 종(*Lactobacillus* sp.)으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 하나 이상이고, 단계 4)에서 사용되는 박테리아는 프로투스 종(*Protuse* sp.), 예를 들어 프로투스 미라빌리스(*Protuse mirabilis*)일 수 있다.
- [0018] 본 발명의 또 다른 실시예에 의하면, 단계 4)에서 생산되는 바이오 혼합 알코올은 부탄올, 프로판올 및 에탄올의 혼합알코올일 수 있다.
- [0019] 본 발명의 또 다른 실시예에 의하면, 단계 2) 및 단계 4)는 암반응, pH 5 내지 6의 조건 하에서 수행될 수 있다.

[0020] 본 발명의 또 다른 실시예에 의하면, 단계 6) 이후, 지방산 메틸에스테르를 오일로 가공하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.

[0021] 본 발명에 따르면, 본 발명은 상기 방법을 통해 식물 전체 바이오매스가 지닌 탄수화물, 단백질, 지질을 각각 85%, 60% 그리고 95% 이상 에너지로 전환하며, 구체적으로 총 바이오매스의 80% 이상을 바이오 에너지로 전환할 수 있다.

[0022] 본 발명은 또한 상기한 목적을 달성하기 위하여, 식물 바이오매스로부터 탄수화물, 단백질 및 지질 성분이 용출되도록 전처리하는 장치; 탄수화물 성분으로부터 혐기 발효 균주 또는 효모를 이용하여 수소 및 에탄올을 생산하는 반응기; 단백질 성분을 전처리하는 장치; 전처리된 단백질 성분으로부터 효모 또는 박테리아를 이용하여 바이오 혼합 알코올을 생산하는 반응기; 및 잔존하는 식물 바이오매스를 탈수하고 탈수된 식물 바이오매스로부터 지질을 추출하여 지방산 메틸에스테르(FAME)를 분리하는 장치를 포함하는, 식물 바이오매스를 이용한 에너지 회수 시스템 및 식물 바이오매스로부터 탄수화물, 단백질 및 지질 성분이 용출되도록 전처리하는 장치; 탄수화물 성분으로부터 혐기 발효 균주 또는 효모를 이용하여 수소 및 에탄올을 생산하는 반응기; 단백질 성분을 전처리하는 장치; 전처리된 단백질 성분으로부터 효모 또는 박테리아를 이용하여 바이오 혼합 알코올을 생산하는 반응기; 및 잔존하는 식물 바이오매스를 탈수하고 탈수된 식물 바이오매스로부터 지질을 추출하여 지방산 메틸에스테르(FAME)를 분리하는 장치를 포함하는, 식물 바이오매스를 이용한 에너지 회수 장치를 제공한다.

발명의 효과

[0023] 본 발명에 따른, 식물 바이오매스로부터 에너지를 회수하는 방법은 식물 바이오매스가 지닌 탄수화물, 단백질 및 지질 모든 성분에서 다단 에너지(수소, 에탄올, 오일)를 회수할 수 있어 에너지 회수율이 크게 향상되는 효과가 있다.

[0024] 또한, 본 발명에 의하면, 식물 바이오매스에 적합한 전처리 단계에 의해 바이오매스로부터 최대량의 성분을 용출시키며, 동시에 발효 단계에 적합한 상태로 유지 가능한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명의 에너지 회수 방법의 플로우 차트를 나타낸 것이다.

도 2는 본 발명의 에너지 회수 방법에 대한 전체적인 흐름을 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 이하 본 발명에 의한 식물 바이오매스로부터 에너지를 회수하는 방법의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참고하여 상세하게 설명한다.

[0027] 도면에 도시된 바에 따르면, 본 발명에 의한 에너지 회수 방법에는 식물 바이오매스를 파쇄하기 위한 전처리 공정이 포함되고, 두 개의 발효 공정이 나란하게 배치되어 반응기 1과 2로 구분되며, 각각의 반응기에서 탄수화물 분해로부터 수소 및 에탄올 회수(반응기 1)와 단백질 분해로부터 바이오 혼합 알코올 회수(반응기 2)가 진행된다. 두 개의 반응기를 거친 바이오매스는 매스저장소인 매스 회수 장치에서 수거되며 바이오매스에 남아 있는 지질 성분을 추출하게 된다. 추출된 지질 성분으로부터 지방산 메틸에스테르(FAME)가 분리되며 이는 배출 튜브로 배출되고, 추가로 지방산 메틸에스테르를 오일로 가공하는 단계를 포함할 수 있다.

[0028] 이어서 상기에서 언급된 각 단계에 대하여 보다 상세하게 설명한다.

[0029] 식물 바이오매스의 전처리 단계는 대표적 화학처리인 산처리나 물리적 처리 중 하나인 초음파 처리로 진행되며, 다음 단계에서 혐기 발효 균주 및 효모가 전처리된 바이오매스를 잘 활용할 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다.

[0030] 본 발명의 두 번째 단계인 혐기 발효단계에서 사용되는 혐기 발효 균주는 하수 종말 처리장의 소화조에서 채취하여 혼합균주를 배양한 뒤 사용한다. 이를 식물바이오매스에 적용함으로써 수소와 에탄올 형태로 에너지를 회수할 수 있다.본 발명에서는 이 단계에서 전체 바이오매스의 50%를 에탄올로 회수하며, 표 1은 본 발명의 두 번째 단계에서 사용되는 혐기 발효 균주 및 효모를 나타낸 것이다.

[0031] 혐기 발효 단계에서 생산된 수소는 기체분리공정에 의해 포집되어 회수하게 된다. 이 공정에 사용되는 분리막은 니오브합금박 재질을 사용하며, 이는 팔라듐합금보다 1/100 가격이 저렴하다.

표 1

[0032] 수소 및 에탄올 생산을 위한 혐기 발효 균주와 효모

혐기 발효 균주	효모
<i>Clostridium beijerinckii</i>	<i>Kluyveromyces</i> sp.
<i>Enterobacteraerogenes</i>	<i>Candida</i> sp.
<i>Actinobacillus</i> sp.	<i>Saccharomyces</i> sp.
<i>Lactobacillus</i> sp.	<i>Pichiastipitis</i>
<i>Bacillus licheniformis</i>	
<i>Zymononasmobilis</i>	

[0033] 본 발명의 네 번째 단계는 본 발명의 두 번째 단계에서 유입된 바이오매스의 단백질 성분을 효모를 이용하여 바이오 혼합 알코올로 전환하는 단계이다. 단백질은 직접적인 바이오 혼합 알코올 전환에 사용하기에는 적합하지 않기 때문에, 네 번째 단계와 두 번째 단계 사이에 효소(프로테아제(protease))또는 산으로 전처리하여 단백질을 아미노 계열 물질로 분해하는 세 번째 단계로 둔다. 본 발명의 네 번째 단계에서는 효모를 주로 사용하나 박테리아를 이용하여 단백질을 분해하기도 한다. 표 2는 본 발명의 네 번째 단계에서 사용되는 효모 및 박테리아를 나타낸 것이다.

표 2

[0034] 단백질로부터 바이오 혼합 알코올을 생산하기 위한 효모 및 박테리아

효모	박테리아
<i>Candida</i> sp.	<i>Protuse mirabilis</i>
<i>Kluyveromyces</i> sp.	<i>Protuses</i> sp.
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	
<i>Lactobacillus</i> sp.	

[0035] 본 발명의 두 번째 및 네 번째 단계가 효율적으로 운영되기 위해서는, 모든 반응기는 암반응 조건과 pH를 5 내지 6으로 조절해야 한다. 또한, 밀폐형 반응기를 제작하여 혐기 조건을 유지해야 한다.

[0036] 본 발명의 다섯 번째 단계는 탄수화물과 단백질이 모두 사용된 지질 성분만을 지닌 바이오매스를매스 저장소 내에 회수하는 구간으로 탈수 단계를 포함한다. 이 단계에서 바이오매스는 건조된 상태로 오일 추출을 위해 보관되며 다음 단계로 보내진다.

[0037] 본 발명의 여섯 번째 단계인 오일 추출 공정은 탈수된 바이오매스로부터 지질을 분리하는 단계로 매스저장소에 서 넘어온 바이오매스에서 1단계로 지질을 추출하고, 지질에 함유된 지방산 메틸에스테르를 분리하여 오일 생산

가능형태로 전환한다. 이후 생산된 오일은 바이오 디젤 에너지원으로 사용된다.

[0038] 이상에서 설명한 단계를 거치게 되면, 전체 식물 바이오매스의 약 80% 이상을 바이오 에너지로 전환한 후, 원활하게 방류할 수 있다.

[0039] 상술한 바와 같이, 본 발명에서는 식물 바이오매스가 다단 반응을 거치면서 전체 바이오매스의 약 80% 이상을 바이오 에너지로 전환할 수 있도록 한다.

[0040] 본 발명의 권리범위는 위에서 설명된 실시예에 한정되지 않고 청구범위에 기재된 바에 의해 정의되며, 본 발명의 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 청구범위에 기재된 권리범위 내에서 다양한 변형과 개작을 할 수 있다는 것은 자명하다.

도면

도면1



도면2

