



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0099537
(43) 공개일자 2013년09월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C10G 3/00 (2006.01) B09B 3/00 (2006.01)
B01D 35/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0021127
(22) 출원일자 2012년02월29일
심사청구일자 2012년02월29일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
(72) 발명자
김승욱
서울특별시 노원구 공릉동 737, 삼익아파트
104-905
한성욱
서울특별시 성북구 길음1동 대우푸르지오아파트
209동 1503호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인다나

전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 면 부스러기로부터 바이오연료의 제조방법

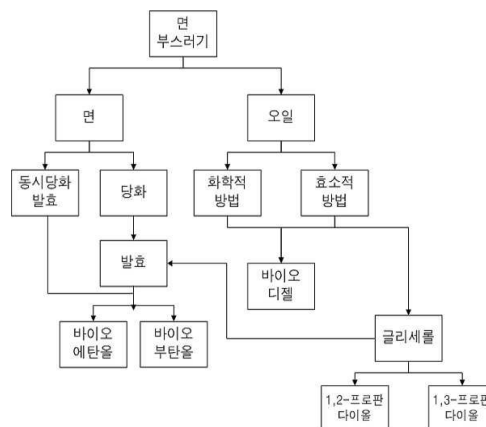
(57) 요약

본 발명은 면 부스러기로부터 바이오연료를 제조하는 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 기름에 튀겨진 면 생산 공정 시 생기는 부스러기의 음식물 쓰레기로의 처분이 아닌 바이오연료로 전환시키기 위한 것이다.

즉, 본 발명은 면에 남아있는 오일을 추출하여 화학적, 효소적 공정을 이용하여 바이오디젤로 생산함과 동시에 오일을 제거한 면을 사용하여 당화, 발효 공정을 거쳐 바이오에탄올을 생산한다.

따라서, 본 발명은 일반 공장에서 폐기 처분하는 면을 이용하여 현재 많이 대두되고 있는 바이오연료를 생성하므로 경제적으로나 환경적으로 뛰어난 효과가 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

박철환

서울특별시 노원구 월계동 447-1 광운대학교

이자현

서울특별시 구로구 고척2동 대우아파트 110동 403호

양효광

서울특별시 성북구 안암동5가 고려대학교 제2공학관 252B

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20110031360

부처명 한국연구재단

연구사업명 (원천)글로벌프론티어

연구과제명 바이오매스의 바이오디젤 및 고부가가치 화학물질 생산을 위한 전환기술 개발

주관기관 한국과학기술원

연구기간 2011.08.22 ~ 2012.08.31

특허청구의 범위

청구항 1

면 부스러기를 오일과 오일이 제거된 면으로 분리하는 제 1 단계;
상기 오일로 바이오디젤을 제조하는 제 2 단계; 및
상기 오일이 제거된 면으로 바이오에탄올을 제조하는 제 3 단계;
를 포함하는 바이오연료의 제조방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 제 1 단계는
면 부스러기를 물에 넣고 1차 열 처리하고 반죽 및 헥산 투입으로 오일이 제거된 면(고체성분), 및 물, 오일과 헥산을 포함하는 액체성분을 분리하는 단계
상기 분리된 액체성분은 증 분리와 2차 열 처리를 통해 오일만을 분리하는 단계; 및
상기 분리된 고체성분을 건조하고, 분쇄하는 단계
를 포함하는 바이오연료의 제조방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
상기 제 2 단계는
상기 오일을 알코올과 촉매를 사용하여 바이오디젤을 제조하는 단계인 바이오연료의 제조방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
상기 제 3 단계는
상기 오일이 제거된 면은 당화 및 발효를 거쳐 바이오에탄올을 제조하는 단계인 바이오연료의 제조방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
상기 면은 기름에 튀겨진 면인 것을 특징으로 하는 바이오연료의 제조방법.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 1차 열 처리는 100 내지 120 ℃에서 10 내지 40분간 실시하는 바이오연료의 제조방법.

청구항 7

제 2 항에 있어서,

상기 2차 열 처리는 50 내지 70 ℃에서 50 내지 180 분간을 실시하는 바이오연료의 제조방법.

청구항 8

면 부스러기와 물을 혼합 및 열 처리하는 제1가열기;

상기 제1가열기에서 생성된 혼합물에서 오일을 제거하기 위해 반죽하고 헥산으로 물 함유 오일을 녹이는 반죽기;

상기 반죽기에서 면, 물 함유 오일과 헥산을 헥산, 물과 오일을 포함하는 액체 성분, 및 고체성분(오일이 제거된 면)을 분리하는 필터;

상기 필터를 통해 분리된 고체 성분인 오일이 제거된 면에서 액체 성분이 모두 제거되도록 건조시키는 건조기;

상기 건조기에서 건조된 면을 분쇄시키는 분쇄기;

상기 필터를 통해 분리된 액체 성분은 증분리와 열 처리를 통해 물과 헥산을 제거시키는 제2가열기; 및

상기 제2가열기로부터 분리된 오일이 저장되는 오일탱크;

를 포함하는 바이오연료의 제조장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 면 부스러기로부터 바이오연료의 제조방법 및 바이오연료의 제조장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 바이오연료는 사용하면 재생이 불가능한 화석계 연료와는 달리 바이오연료의 원료인 바이오매스는 재생성을 가지므로 자원의 고갈 문제가 없다는 장점을 가지고 있다. 또한, 연료를 사용하면서 발생하는 이산화탄소 또한 바이오매스가 자라는 과정에서 재흡수되므로 이산화탄소 배출 효과가 매우 낮다는 장점도 있다.

[0003] 바이오연료의 생산 원료인 바이오매스는 유기성 폐기물, 농임산 부산물과 에너지 생산 목적으로 경작된 에너지 작물 등으로 매우 다양하다. 이러한 바이오매스는 각각 다른 물리화학적 특성을 가지므로 원료 특성에 맞는 에너지 전환 기술이 적용되어야만 에너지 생산 효율을 높일 수 있다.

[0004] 특히, 바이오에너지 기술에서는 다른 신재생 에너지원이 생산하지 못하는 수송용 연료를 생산할 수 있어 다른 재생에너지원과 보완 관계를 갖는다. 그 중 바이오디젤과 바이오에탄올은 전세계적으로 많은 연구를 하고 있고, 다양한 바이오매스와 연구방법을 개발하여 생산을 하고 있다.

[0005] 그 중 면은 생산 당시 기름에 밀가루를 튀겨낸 제품으로 세계적으로 생산량이 800억개(라면기준)나 되는 엄청난 시장을 가지고 있다. 하지만 이 면을 생산하면서 발생하는 면 부스러기 경우에는 전부 쓰레기로 버려지고 있다. 세계적으로 라면 생산량이 증가하는 추세이며 그에 따른 쓰레기로 버려지던 면 부스러기 또한 많은 양이 발생할 것이다. 여기서 면이 함유하고 있는 오일을 분리하고 분리된 오일을 이용하여 화학적인 방법을 이용하여 바이오디젤을 생산할 수 있다.

[0006] 바이오디젤 생산에서의 화학적인 방법은 현재 많은 기업에서 황산(H_2SO_4), 수산화칼륨(KOH)를 촉매로 바이오디젤을 생산하고 있다. 이에 면에서 추출한 오일을 화학적인 방법을 이용하여 쉽게 바이오디젤로 전환시킬 수 있다

[비특허문헌 1].

[0007] 또한, 효소적 방법인 리파아제(lipase)를 촉매로 이용하는 효소공정의 개발을 진행하고 있다[비특허문헌 1]. 리파아제는 엔진 자체의 부식성을 방지하고, 생산공정 중 화학공정과 달리 분리정제 공정을 단순화시킬 수 있다. 그리고 낮은 온도와 간단한 공정으로 진행되기 때문에 에너지 소모를 크게 줄일 수 있다. 공정에서 유기 용매를 사용하지 않기 때문에 환경문제도 발생되지 않으며, 부산물로 얻어지는 글리세롤의 정제가 쉬어 이를 제품화하여 바이오디젤의 생산 단가를 낮출 수 있다. 특히 폐유를 이용함에 있어서 간단한 고형물 제거만 하면 폐유를 이용하는데 있어서도 효소공정은 화학공정에 비해 훨씬 유리하다.

[0008] 바이오에탄올의 경우에는 고유가와 지구온난화의 공포 속에서 세계 주요국들은 석유의존도를 낮추기 위해 대체 에너지 개발에 전력투구하고 있다. 특히, 휘발유의 대체연료인 바이오에탄올의 보급이 급진전되는 추세다. 바이오에탄올은 사탕수수, 옥수수 등 식물에서 추출한 연료로, 휘발유와 혼합하거나 단독으로 자동차연료로 투입될 수 있어 바이오디젤과 더불어 대표적인 재생자원 에너지로 각광받고 있다. 특히, 최근 농업폐기물이나 폐목재 등 비(非)식용 식물원료에서 에탄올을 추출해 생산단가를 획기적으로 낮출 수 있는 ‘셀룰로오스 에탄올’ 기술 [비특허문헌 2]이 상용화되기 시작하면서 에탄올의 투자가치가 더욱 높아졌다.

선행기술문헌

비특허문헌

[0009] (비특허문헌 0001) Dennis Y.C. Leung et al., "A review on biodiesel production using catalyzed transesterification", Applied Energy, 87, 1083-1095, 2010

(비특허문헌 0002) 고정화 Pichia stipitis를 이용한 글루코오스/자일로오스 혼합당으로부터 에탄올 생산. KSBB. 2010.25:351~356

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 이에, 본 발명자들은 면 부스러기에서 오일을 추출하여 바이오디젤 생산공정에 적용하고, 면의 주 물질인 탄수화물을 이용하여 바이오에탄올로의 공정을 개발함으로써 본 발명을 완성하였다.

[0011] 따라서, 본 발명은 면 생산 공정에서 버려지는 면 부스러기를 이용하여 면에 함유하고 있는 오일을 분리하고 분리된 오일과 면을 이용하여 바이오연료인 바이오디젤 및 바이오에탄올을 생산하는 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기 과제를 해결하기 위한 수단으로서, 본 발명은

[0013] 면 부스러기를 오일과 오일이 제거된 면으로 분리하는 제 1 단계;

[0014] 상기 오일로 바이오디젤을 제조하는 제 2 단계; 및

[0015] 상기 오일이 제거된 면으로 바이오에탄올을 제조하는 제 3 단계;

[0016] 를 포함하는 바이오연료의 제조방법을 제공한다.

[0017] 또한, 상기 과제를 해결하기 위한 다른 수단으로서, 본 발명은

[0018] 면 부스러기와 물을 혼합 및 열 처리하는 제1가열기;

[0019] 상기 제1가열기에서 생성된 혼합물에서 오일을 제거하기 위해 반죽하고 헥산으로 물 함유 오일을 녹이는

반죽기;

- [0020] 상기 반죽기에서 먼, 물 함유 오일과 핵산을 핵산, 물과 오일을 포함하는 액체 성분, 및 고체성분(오일이 제거된 먼)을 분리하는 필터;
- [0021] 상기 필터를 통해 분리된 고체 성분인 오일이 제거된 면에서 액체 성분이 모두 제거되도록 건조시키는 건조기;
- [0022] 상기 건조기에서 건조된 면을 분쇄시키는 분쇄기;
- [0023] 상기 필터를 통해 분리된 액체 성분은 층 분리와 열 처리를 통해 물과 핵산을 제거시키는 제2가열기; 및
- [0024] 상기 제2가열기로부터 분리된 오일이 저장되는 오일탱크;
- [0025] 를 포함하는 바이오연료의 제조장치를 제공한다.

발명의 효과

- [0026] 본 발명은 먼을 사용하여 분리공정을 거쳐 오일과 먼을 분리하여 바이오 연료인 바이오디젤과 바이오에탄올을 생산하는 공정을 개발하여 현재 대두되고 있는 에너지 문제에 많은 기여를 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1 은 본 발명에 따른 바이오연료 제조방법을 나타낸 개요도이다.
- 도 2 는 본 발명에 따른 바이오연료 제조장치를 개략적으로 보여주는 도면이다.
- 도 3 은 본 발명의 먼으로부터 추출 분리된 오일을 이용하여 화학적, 효소적 방법으로 바이오디젤 생산을 나타내는 그래프이다.
- 도 4 는 본 발명에 따른 바이오에탄올의 생산을 위해 먼으로부터 글루코오스 생산을 나타내는 그래프이다.
- 도 5 는 본 발명의 바이오에탄올 생산량을 나타내는 그래프이다[- ●-: 글루코오스 함량, -○-: 에탄올 생산량].

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 본 발명은
- [0029] 먼 부스러기를 오일과 오일이 제거된 먼으로 분리하는 제 1 단계;
- [0030] 상기 오일로 바이오디젤을 제조하는 제 2 단계; 및
- [0031] 상기 오일이 제거된 먼으로 바이오에탄올을 제조하는 제 3 단계;
- [0032] 를 포함하는 바이오연료의 제조방법에 관한 것이다.
- [0033] 더욱 상세하게는, 본 발명은
- [0034] 먼 부스러기를 물에 넣고 1차 열 처리하고 반죽 및 핵산 투입으로 오일이 제거된 먼(고체성분), 및 물, 오일과 핵산을 포함하는 액체성분을 분리하는 단계
- [0035] 상기 분리된 액체성분은 층 분리와 2차 열 처리를 통해 오일만을 분리하는 단계;
- [0036] 상기 분리된 고체성분을 건조하고, 분쇄하는 단계
- [0037] 상기 오일을 알코올과 촉매를 사용하여 바이오디젤을 제조하는 단계;
- [0038] 상기 오일이 제거된 먼은 당화 및 발효를 거쳐 바이오에탄올을 제조하는 단계
- [0039] 를 포함하는 바이오연료의 제조방법을 특징으로 한다.
- [0040] 또한, 본 발명은

- [0041] 면 부스러기와 물을 혼합 및 열 처리하는 제1가열기;
- [0042] 상기 제1가열기에서 생성된 혼합물에서 오일을 제거하기 위해 반죽하고 헥산으로 물 함유 오일을 녹이는 반죽기;
- [0043] 상기 반죽기에서 면, 물 함유 오일과 헥산을 헥산, 물과 오일을 포함하는 액체 성분, 및 고체성분(오일이 제거된 면)을 분리하는 필터;
- [0044] 상기 필터를 통해 분리된 고체 성분인 오일이 제거된 면에서 액체 성분이 모두 제거되도록 건조시키는 건조기;
- [0045] 상기 건조기에서 건조된 면을 분쇄시키는 분쇄기;
- [0046] 상기 필터를 통해 분리된 액체 성분은 층 분리와 열 처리를 통해 물과 헥산을 제거시키는 제2가열기; 및
- [0047] 상기 제2가열기로부터 분리된 오일이 저장되는 오일탱크;
- [0048] 를 포함하는 바이오연료의 제조장치를 또 다른 특징으로 한다.
- [0049] 이하, 본 발명의 바이오연료 제조방법을 도 2의 바이오연료 제조장치를 이용하여 보다 구체적으로 설명한다.
- [0050] 본 발명에서 면에 함유되어 있는 오일을 분리하기 위해, 제1가열기(10)에 튀겨진 면 부스러기와 물을 혼합하고 10분 내지 40분 동안 가열 해준다. 이때, 면은 물 1L당 150 ~ 250 g 정도로 넣어주고, 온도는 100℃ 내지 120℃로 물이 끓을 수 있는 온도에 범위를 둔다. 그러면 튀겨진 면은 물에 불어 면에 함유되어 있는 오일을 분리할 수 있다. 상기 면은 기름에 튀겨진 모든 면을 포함한다.
- [0051] 제1가열기에 있는 모든 것을 반죽기(20)에 넣고 헥산을 300 ml 내지 600 ml 넣어준다. 면에 함유된 오일은 1차적으로 제 1가열기에서 분리가 되긴 하지만, 면 안에 남아있는 오일을 제거하기 위해 면 안에 있는 오일까지 헥산을 이용해 녹여준다.
- [0052] 반죽된 면과 물, 오일이 녹은 헥산을 필터(30)에서 각각 분리하고, 반죽된 면은 건조기(50)로 보내 40℃ 내지 60℃에서 10시간 내지 15시간 동안 건조시켜 면이 함유하고 있는 모든 수분을 제거한다. 또한, 물과 오일이 녹은 헥산은 층 분리를 이용하여 상층만 분리해 제2가열기(40)에서 온도 50℃ 내지 70℃에서 50 내지 180분 동안 가열을 하여 헥산을 제거한다. 제거된 헥산은 재사용할 수 있어 별도의 용기에 보관한다. 헥산이 모두 제거된 오일은 저장탱크(80)에 보관한다.
- [0053] 건조기(50)에서 건조된 면은 분쇄기(60)를 이용하여 고휘 분말을 만들어준다. 분쇄된 고휘 분말의 경우는 저장용기(70)에 보관한다.
- [0054] 오일탱크(80)에 보관된 오일은 면 부스러기 100 g 기준 2 ml 내지 5ml의 오일을 추출할 수 있다. 또한, 저장용기(70)에 있는 면의 고휘 분말은 면 부스러기 100 g 기준 95% 이상의 회수율을 보여준다. 이렇게 분리되고 처리된 모든 것을 바이오연료로 재사용될 수 있다.
- [0055] 오일탱크(80)에 보관된 오일을 이용하여 본 발명의 바이오디젤 제조방법에서는 오일과 알코올을 기질로 사용한다. 바이오디젤(biodiesel)은 식용 또는 비식용의 동물성 또는 식물성 유지, 바람직하게는 식물성 유지를 원료로 하여 만든 연료를 의미한다.
- [0056] 3가의 지방산(fatty acid)에 글리세롤(glycerol)이 결합한 트리글리세라이드와 알코올로부터 글리세롤과 지방산 메틸에스테르를 만들어 내는 트랜스에스테르화(transesterification) 반응 시 제조되는 지방산 메틸에스테르(FAME)가 바이오디젤이다.
- [0057] 바이오디젤은 생분해가능하고(biodegradable), 무해하며(nontoxic), 발암성 공해물질인 황이나 방향족 화합물을 포함하지 않는다는 장점이 있다. 또한, 바이오디젤인 지방산 메틸에스테르는 분자 내에 10% 이상의 산소를 포함할 수 있으므로, 값비싼 산소첨가제를 첨가하지 않아도, 완전 연소를 도와서 분진 또는 일산화탄소의 방출이 감소시킨다는 장점이 있다.
- [0058] 본 발명의 바이오디젤 제조방법에서 기질로 사용되는 오일은 통상적으로 바이오디젤의 생산에 사용될 수 있는 모든 식용 또는 비식용 유지가 될 수 있으며, 바람직하게는 비식용의 식물성 유지 및 폐유를 포함한다.
- [0059] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 팜유, 대두유, 카놀라유, 옥수수유, 해바라기유 또는 상기 유지의 폐유일 수 있

다.

- [0060] 본 발명의 상기 오일과 사용되는 알코올의 경우는 에탄올 또는 메탄올을 사용할 수 있다. 또한 상기 오일과 알코올의 사용량은 바이오디젤 제조 공정에 사용되는 바에 따라 혼합하여 사용할 수 있다. 예를 들어, 오일과 알코올은 1:3 내지 1:10의 몰 비, 바람직하게는 1:4 내지 1:6의 몰 비로 사용될 수 있으나, 이에 제한된 것은 아니다.
- [0061] 화학적 공정에서 사용한 촉매로는 황산(H_2SO_4) 또는 수산화칼륨(KOH)이며, 사용된 양은 오일 50 g 기준으로 0.1 g 내지 0.3 g 이다. 반응 온도는 50℃ 내지 70℃, 반응 시간은 1시간 30분 내지 3시간이다. 반응 후 화학적 공정은 90% 이상의 바이오디젤 전환률을 보여 주었다.
- [0062] 또한, 효소공정은 촉매는 통상적인 바이오디젤 생산용 효소라면 모두 사용 가능하다. 본 발명에서는 노보자임 435(Novozyme 435)을 사용하였다. 사용된 양은 오일 2 g 기준으로 0.1 g 내지 0.3g 이다. 반응 온도는 30℃ 내지 50℃, 반응 시간은 24시간 내지 48시간이다. 화학적 공정과 다르게 고정화 효소가 알코올에 저해를 받기 때문에 알코올에 들어가는 총량을 3번으로 나누어 넣어준다.
- [0063] 바이오에탄올은 바이오디젤과 함께 가장 널리 사용되는 바이오연료이다. 바이오디젤이 유지(油脂) 작물에서 식물성 기름을 추출해 만드는 데 반해, 바이오에탄올은 녹말(전분) 작물에서 글루코오스를 얻은 뒤 이를 발효시켜 만든다는 점에서 바이오디젤과 다르다.
- [0064] 대표적인 원료는 사탕수수, 밀, 옥수수, 감자, 보리, 고구마 따위의 녹말 작물이다. 그 밖에 카사바, 벳짚 등 다양한 식물에서도 바이오에탄올을 추출할 수 있다. 바이오매스 안에 있는 탄수화물을 글루코스(포도당)로 전환시킨 뒤, 다시 포도주나 양조 맥주를 발효시키는 것과 비슷한 발효과정을 거쳐 만든다.
- [0065] 본 발명에서 오일이 제거된 면의 경우에는 파쇄하여 가루형 고형물로 만들어주어 알파-아밀라아제(α -amylase)와 글루코아밀라아제(glucoamylase), 아세트산나트륨(Sodium acetate) 용액을 이용하여 당화하여 글루코오스(Glucose)를 분리한다. 분리된 글루코오스를 가지고 바이오에탄올로의 발효를 위해 균주는 통상적으로 에탄올 발효에 사용될 수 있는 균주라면 모두 가능하며, 본 발명에서는 싸카로마이스스 세레비제 K35(*Saccharomyces cerevisiae* K35)를 이용하였다.
- [0066] 상기 당화는 면 고형 분말 5 g 내지 15 g, 알파-아밀라아제 0.1 g 내지 0.5 g, 글루코아밀라아제 0.0005 g 내지 0.001 g와 함께 아세트산나트륨 용액 pH 4 내지 pH 6에 넣어 30 ℃ 내지 40 ℃, 6시간 내지 9시간 동안 실시한다.
- [0067] 상기 당화 후 얻어지는 글루코오스 50 ml 내지 80 ml, 바람직하게는 60ml 내지는 70 ml를 사용하고, 균주는 싸카로마이스스 세레비제 K35(*Saccharomyces cerevisiae* K35) 3 ml 내지는 7 ml를 사용하여 에탄올 발효과정을 거친다. 상기 발효는 20 ℃ 내지 40 ℃에서, 36시간 내지 60시간을 실시한다.
- [0068] 상기와 같은 본 발명의 바이오연료 제조에 따르면, 기름에 튀겨진 버려지는 면 부스러기를 모아 분리공정을 수행함으로써 추출된 오일은 바이오디젤로 탄수화물인 면은 바이오에탄올로 전환시켜 쓰레기를 바이오연료로 사용할 수 있다.
- [0069] 이하, 본 발명에 따르는 실시예를 통하여 본 발명을 보다 상세히 설명하나, 본 발명의 범위가 하기 제시된 실시예에 의해 제한되는 것은 아니다.
- [0070] **실시예 1: 바이오연료 생산**
- [0071] 1) 면과 오일 분리
- [0072] 제 1가열기(10)에서 면 부스러기 200 g을 물 1 L에 넣어주고 100 ℃ 이상으로 30분간 가열하여 오일을 1차적으로 분리하였다.
- [0073] 제1가열기에 있는 모든 것을 반죽기(20)에 넣고 제1가열기에서 분리가 되지 않은 오일을 녹여주기 위해 반죽을 실시하는 동안 헥산을 500 ml 넣어주었다.
- [0074] 반죽기에서 반죽된 면, 물, 오일이 녹은 헥산을 필터(30)에서 각각 분리하고, 반죽된 면은 건조기(50)으로 보내

50 ℃의 온도에서 12시간 동안 건조시켜 면이 함유하고 있는 모든 수분을 제거하였다. 또한, 물과 오일이 녹은 헥산은 층분리를 이용하여 상층만 분리해 제2가열기(40)에서 60 ℃의 온도에서 60분간 가열하여 헥산을 제거하였다.

[0075] 제거된 헥산은 재사용이 가능하므로 별도 용기에 보관하였다.

[0076] 헥산이 제거된 오일 약 6 ml은 오일탱크(80)에 보관하였다.

[0077] 또한, 건조기에서 건조된 면은 분쇄기(60)를 통해 고형 분말로 만들어지며, 이는 저장용기(70)에 보관하였다. 이때, 고형 분말은 98%의 회수율을 보여주었다.

[0078] 2) 오일을 이용한 바이오디젤 생산

[0079] 바이오디젤 생산을 위하여 화학적인 방법으로 상기 1)에서 분리된 오일 50g과 메탄올 18.3 ml, 촉매인 황산 0.2 g, 수산화칼륨 0.2 g을 각각의 반응기 안에 넣어 70℃에서 2시간 동안 반응시켰다.

[0080] 효소적 방법으로는 상기 1)에서 분리된 오일 2 g, 메탄올 0.837 ml, 촉매인 고정화 효소 노보자임 435 0.1 g을 반응기 안에 넣어 온도 35℃에서 36시간 동안 반응시켰다. 이때, 메탄올이 들어가는 총량을 3번 나누어 넣어주었다.

[0081] 3) 면을 이용한 바이오에탄올 생산

[0082] 바이오에탄올 생산을 위하여, 파쇄된 면의 고형 분말 10 g과 알파-아밀라아제(α -amylase) 0.4 g, 글루코아밀라아제(glucoamylase) 0.0008 g, 아세트산나트륨(Sodium acetate) 용액(pH 5) 40 ml으로 당화를 35 ℃에서 7시간 동안 실시하여 글루코오스(Glucose)를 분리하였다. 도 4에 탄수화물인 면으로부터 당화를 하여 글루코오스를 얻는 양을 나타내었다.

[0083] 분리된 글루코오스 60 ml, 균주인 싸카로마이시스 세레비제 K35(*Saccharomyces cerevisiae* K35) 5 ml를 이용하여 에탄올 발효를 30 ℃에서 48시간 실시하였다.

[0084] 실험예 1: 바이오디젤로의 전환율 측정

[0085] 생성된 바이오디젤은 GC(gas chromatography)를 사용하여 바이오디젤의 양을 분석하였다. GC는 영린 ACME 6100 모델을 이용하였고, column은 HP-INNOWAX (19091N-133, 30m X 0.25 μ m)를 사용하였다. 분석은 다음과 같은 조건에서 수행하였다. 인젝터(Injector)는 250 ℃ 이고, 오븐(oven)은 140℃에서 1분 동안 retention하고, 245℃까지는 5℃/min으로 승온하여 10분 동안 retention하였다. 검출기 (Detector)로는 FID를 250℃ 조건에서 사용하였다. 인젝션 볼륨(Injection volume)은 1 μ L로 하였고, 스플릿 비율(split ratio)은 50:1로 하였다. 운반가스(carrier gas)는 헬륨(He)을 사용하였으며 유속은 1 ml/min, 공기 (air)는 280 ml/min 그리고 수소(H₂)는 40 ml/min으로 주입하였다. Make up flow는 헬륨을 사용하였으며, 유속은 30 ml/min으로 하였다. 메틸헵타데카노이트(m-Heptadecanoate)를 헵탄(Heptane)에 녹여 표준물질로 사용하였다. 바이오디젤의 전환율은 EN14103-BD100 FAME 측정표준법으로 계산하였다.

[0086] 그 결과, 90% 이상의 바이오디젤 전환율을 보여 주었다[도 3, 표 1 참조].

표 1

[0087] 화학적, 효소 공정을 이용한 바이오디젤 전환율

구 분	촉 매	전 환 율 (%)
화학적 공정	황 산	91
화학적 공정	수산화칼륨	92
효소 공정	노보자임 435	91

[0088] 실험예 2: 바이오에탄올 생산량 측정

[0089] 에탄올 농도는 Refractive Index Detector (RID- 10A, Shimadzu, Japan)가 탑재된 HPLC(high performance liquid chromatography)를 이용하였고, 컬럼(column)은 Aminex HPX-87H(300 > 7.8 mm, Bio-Rad Laboratories, USA)를 사용하였다. 이때, 컬럼의 온도는 55℃, 이동상 (mobile phase)은 5 mmol H₂SO₄를 사용하였으며, 유속은

0.8 mL/min이었다.

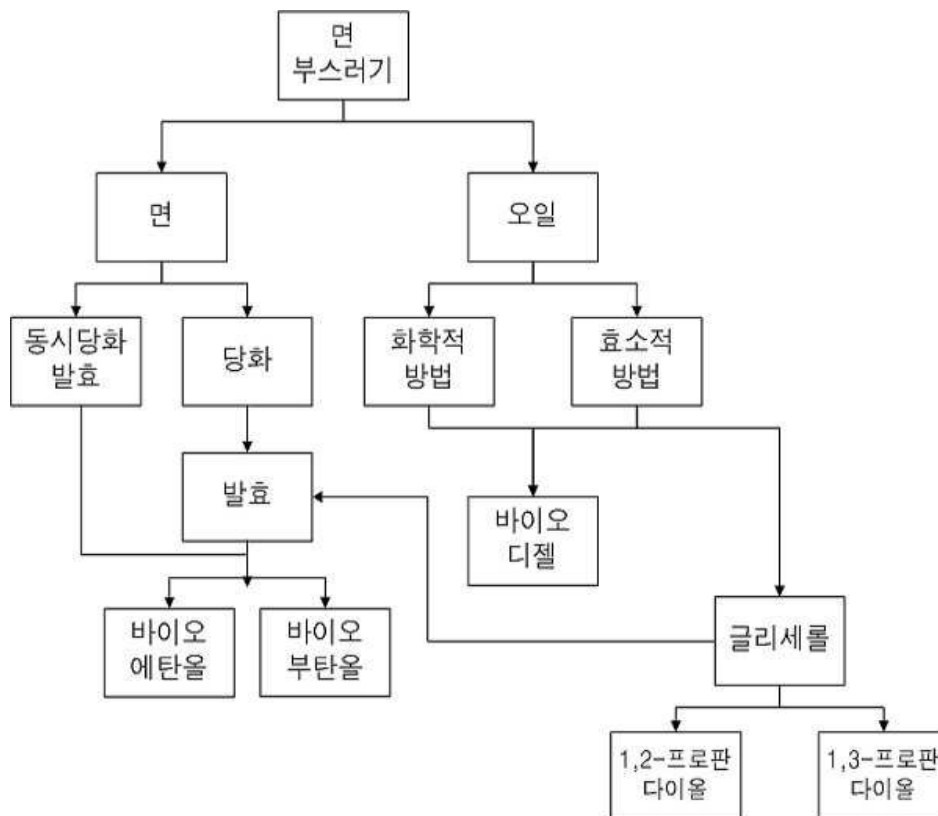
[0090] 도 5에 나타난 바와 같이, 48시간 동안 발효 시 24시간 뒤 글루코오스는 소멸되고, 에탄올은 40g/L가 생성되었다.

부호의 설명

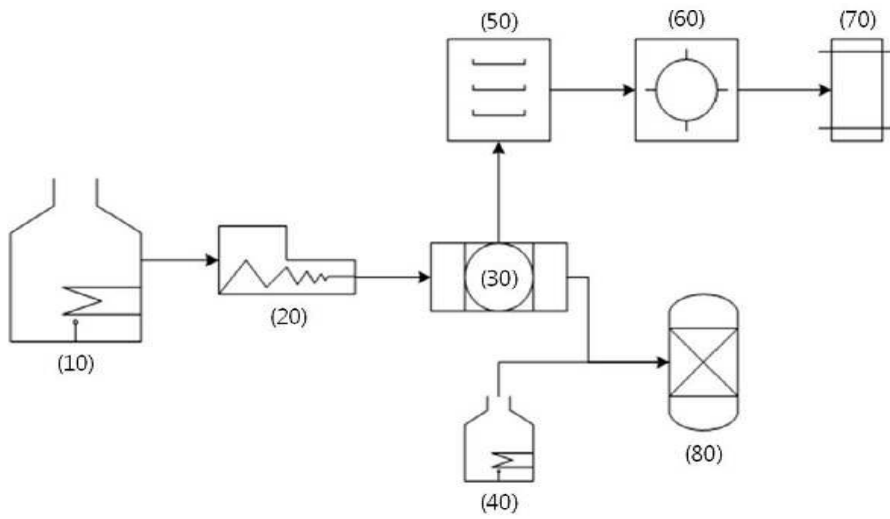
[0091] 10: 제1가열기 20: 반죽기
30: 필터 40: 제2가열기
50: 건조기 60: 분쇄기
70: 저장용기 80: 오일탱크

도면

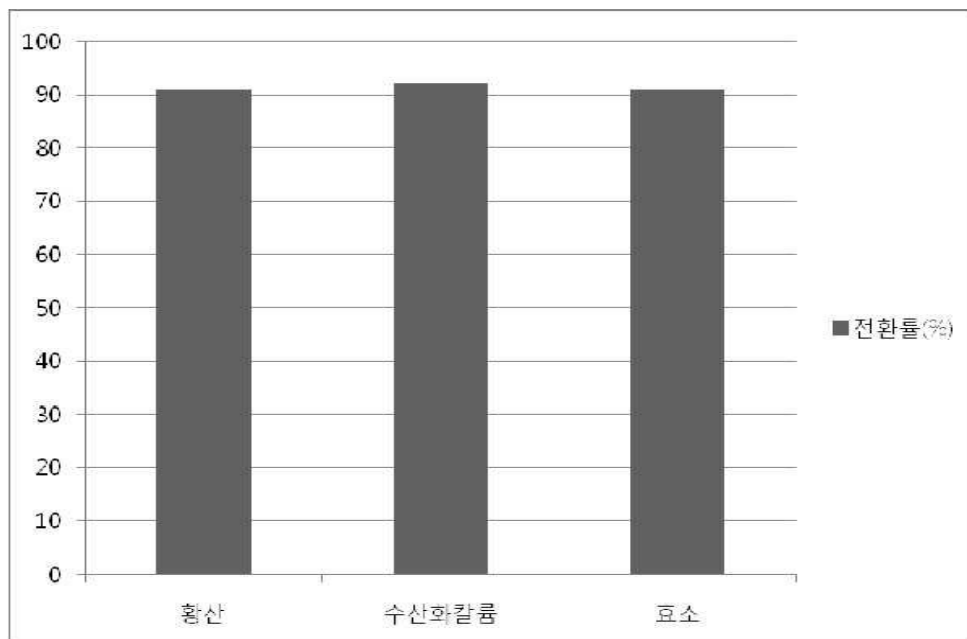
도면1



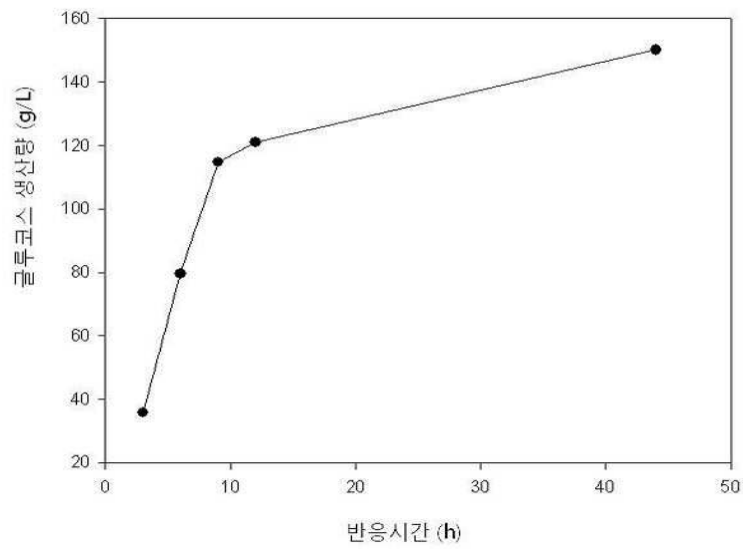
도면2



도면3



도면4



도면5

