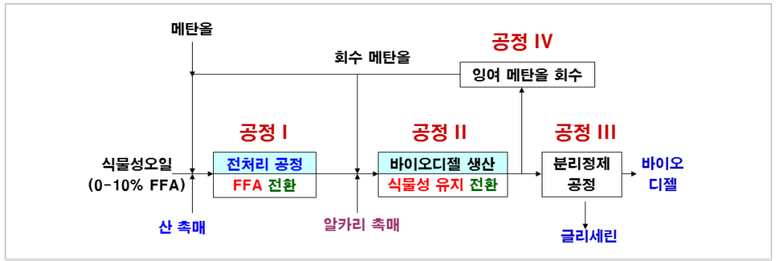
21

고효율 모듈화
연속식 바이오디젤 생산 기술

연구책임자
기후변화연구본부
바이오자원순환연구실
이진석 김덕근

기존 공정 대비 투자비와 운전비가 20% 이상 절감되고 바이오디젤 품질 안정성이 확보된 연속식 바이오디젤 생산 기술로, 중소규모(2-10만톤/년) 바이오디젤 플랜트 건설에 필요한 유동성과 확장성 높은 바이오디젤 생산 공정 설계 기술.

기술의 구성도/개념도



고효율 모듈화 연속식 바이오디젤 생산 공정

- 원료 오일의 정제 전처리, 고속 바이오디젤 생산, 분리정제 공정을 개별적으로 모듈화하여 제작/이동/건설/확장이 용이한 연속식 모듈화 바이오디젤 공정

기술의 주요 내용 및 특징

- 저가 원료유(FFA 10% 이하)의 고체 산촉매에 의한 연속 전처리 공정 모듈화 (원료유의 불순물을 물리/화학적으로 연속 제거전환을 통한 고품질 원료유화)
- 단단계 반응 기술에 의한 고효율 연속 바이오디젤 생산 공정의 모듈화 기술 (수율 98% 이상, 에너지소비량 20% 이상 절감, 바이오디젤의 고속 합성)
- 정제 공정 모듈화 및 표준 설계 기술 (최종 제품 바이오디젤 순도 96.5% 이상)

기술의 적용처

응용분야	적용제품
저가 원료유 정제 전처리 바이오디젤 생산/정제 바이오디젤 플랜트 바이오중유 제조 유화 및 첨가제 제조	고가 원료유 및 그 설비 고품질 바이오디젤 바이오디젤 생산 플랜트 바이오중유 및 제조 설비 반응중간체 제조 반응기

문의
한국에너지기술연구원
기술사업화실

TEL
042-860-3384

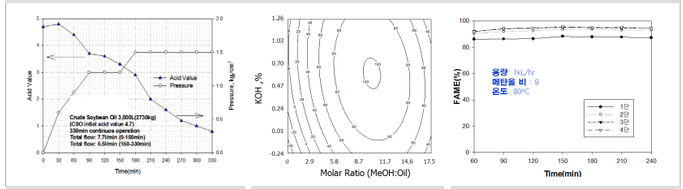
E-mail
kier-tlo@kier.re.kr

기술의 비교우위성/기존 기술 대비 차별성

기존 기술	본 기술
◦ 기존 유리지방산의 제거 전처리 기술은 중화 또는 Na_2SO_4을 사용함에 따라 폐기물 발생 및 수율 저하 발생 ◦ 바이오디젤 생산 반응기로 회분식, 2단 이상의 CSTR, PFR 등을 이용함에 따라 설비비 증가 ◦ 메탄올 회수시 에너지 과다소비 및 모듈화 플랜트 설계 기술 미확보	◦ 본 기술은 고체 산촉매를 적용해 폐기물 발생 없고 수율 증대가 가능 ◦ 단 단계 하이브리드 반응기를 적용해 고속 바이오디젤 생산과 설비비 절감 가능 ◦ 메탄올 회수 최적화를 통한 수율 제고 및 에너지 절감이 가능하며, 파일롯 공정 운전으로 모듈화 설계 기술 확보

실험 및 실증 데이터

고효율 모듈화 연속식 전처리, 바이오디젤 생산, 분리정제 파일롯 공정



파일롯 연속식 전처리 | 바이오디젤 합성 최적화 | 고속 바이오디젤 생산

- 고체 산촉매 전처리를 통한 폐식용유 및 대두원유의 산가 1이하 저감(FFA 0.5%)
- 바이오디젤 합성 반응조건 최적화 및 바이오디젤 연속식 파일럿 생산
- 메탄올 회수, 세정공정 운전조건 최적화를 통한 고품질 바이오디젤의 연속식 생산 운전조건 및 모듈화 공정 기술 확보

기술의 성숙도

[TRL5: 확정된 소재/부품/시스템시작품 제작 및 성능 평가]
~ [TRL6: 파일롯 규모 시작품 제작 및 성능 평가]

- 현재 5,000톤/년급 바이오디젤 모듈화 공정 운전 기술 확보
- 원료 다변화 및 장기안정성 평가를 통한 준상용급 실증 및 사업화 진행
- 수송/발전 연료 생산의 다양한 적용 분야 확대 개발 중

지식재산권 현황

순번	발명의 명칭	출원번호	출원일자	등록번호	등록일자
1	유사다단 CSTR 반응기 및 연속식 메탄올 회수 장치를 이용한 단일단계 연속식 바이오디젤 제조 방법 및 그 장치	10-2007-0132017	2007.12.17	10-0928463	2009.11.18
외 3건					

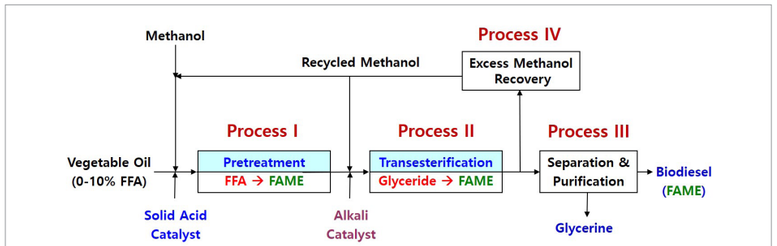
21

High-efficiency Modular Continuous Biodiesel Production Technology

Principal researcher
Biomass and Waste Energy Laboratory of the Climate Change Research Division
Lee Jin-Suk
Kim Deog-Keun

Continuous biodiesel production technology that can reduce investment and operation costs by more than 20% compared to existing processes while ensuring quality stability. Biodiesel production process design technology with the required level of flexibility and expandability to construct small- and medium-scale biodiesel plants (2-10 thousand tons/year).

Structural Diagram/Conceptual Diagram



High-efficiency Modular Continuous Biodiesel Production Technology

- Continuous modular biodiesel production process that modularizes each of its sub-processes, including oil purification and pretreatment, high-speed biodiesel production, and separation and refinement

Description and Characteristics of Technology

- Modularization of the continuous pretreatment process of low-cost raw oil (FFA: 10% or below) using solid acid catalysts (impurities in raw oil physically/chemically removed through a continuous refinement and conversion process, thereby improving the quality of the oil)
- Modularization of the high-efficiency continuous biodiesel production process by single-stage reaction technology (yield of 98% or above, energy consumption reduced by more than 20%, and high-speed biodiesel synthesis)
- Modularization of the refinement process and standard design technology (purity of final biodiesel products: 96.5% or above)

Scope of Application

Application Fields	Products
Refinement and pretreatment of low-cost raw oil, Production/refinement of biodiesel, Biodiesel plants, Bio-fuel oil production, Production of emulsions and additives	High-cost raw oil and its facilities, High-quality biodiesel Biodiesel production plants, Bio-fuel oil and its production facilities, Reactors for producing reaction intermediates

Inquiries
Business Development Team of the Korea Institute of Energy Research

Tel
042-860-3384

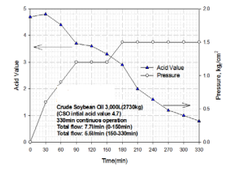
E-mail
kier-tlo@kier.re.kr

Comparative advantages of technology / Differentiation from existing technologies

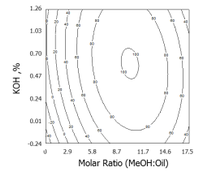
Conventional Technology	Present Technology
◦ The existing method for refining and pretreating free fatty acid use neutralizing reactions or Na_2SO_4, thereby generating waste and decreasing the yield. ◦ For biodiesel production, batch reactors or two (or more) stage CSTR or PFR are used, increasing facility costs. ◦ Energy is excessively consumed when recovering methanol, and modular plant design technology is not available.	◦ The concerned technology uses solid acid catalysts, and thus waste is not generated, and the yield is improved. ◦ Single-step hybrid reactors are applied, thereby allowing high-speed biodiesel production and reducing facility costs. ◦ The yield can be improved, and energy consumption can be reduced through the optimization of the methanol recovery process, and the modular design technology has been achieved through pilot process operations.

Experimental and empirical data

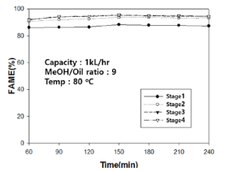
High-efficiency modular continuous pretreatment, biodiesel production, and pilot separation and refinement processes



Pilot continuous pretreatment



Optimization of biodiesel synthesis



High-speed biodiesel production

»» The acid value of waste cooking oil and soybean oil is reduced to 1 or below (FFA 0.5%) through the pretreatment process using solid acid catalysts.

»» Optimization of biodiesel synthesis reaction conditions and continuous pilot production of biodiesel

»» Continuous production operation conditions and modularization process technology achieved through the optimization of methanol recovery and washing operation conditions

Maturity level of technology

[TRL 5: Prototype manufacturing and performance evaluation of confirmed materials/components/systems]

~ [TRL 6: Manufacturing and performance evaluation of pilot-scale prototypes]

- Modular biodiesel production technology with a capacity of 5,000 tons/year has been achieved.
- Semi-commercial demonstration and commercialization are underway through the diversification of raw materials and long-term stability assessment.
- The scope of application is currently expanding to various fields, including the production of transport fuels/power generation fuels.

Current status of intellectual property rights

No.	Title of Invention	Application Number	Application Date	Registration Number	Registration Date
1	Single stage biodiesel production method by pseudo-multi-stage continuous stirred tank reactor and continuous methanol recovery equipment and apparatus thereof	10-2007-0132017	2007.12.17	10-0928463	2009.11.18

and other 3 patents