

## 동물성 유지를 이용한 바이오디젤 생산의 반응조건

<sup>1,2</sup>양희승 · <sup>2</sup>정귀택 · <sup>1,2</sup>박석환 · <sup>1,2</sup>박재희 · † <sup>1,3,4,5,6</sup>박돈희  
전남대학교 <sup>1</sup>생명과학기술학부, <sup>2</sup>공업기술연구소, <sup>3</sup>촉매연구소, <sup>4</sup>생물공학연구소, <sup>5</sup>생물산업기술연구소, <sup>6</sup>기능성식품연구센터  
(접수 : 2007. 3. 6., 게재승인 : 2007. 8. 16.)

## Reaction Condition for Biodiesel Production from Animal Fats

Hee-Seung Yang<sup>1,2</sup>, Gwi-Taek Jeong<sup>2</sup>, Suk-Hwan Park<sup>1,2</sup>, Jae-Hee Park<sup>1,2</sup>, and Don-Hee Park<sup>† 1,3,4,5,6</sup>  
<sup>1</sup>School of Biological Sciences and Technology, <sup>2</sup>Engineering Research Institute, <sup>3</sup>Research Institute for Catalysis,  
<sup>4</sup>Biotechnology Research Institute, <sup>5</sup>Institute of Bioindustrial Technology, <sup>6</sup>Functional Food Research Center,  
Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea  
(Received : 2007. 3. 6., Accepted : 2007. 8. 16.)

The high cost and lack of vegetable oil are limiting the expansion of biodiesel production. The purpose of research was to investigate the potential of animal fats as biodiesel feedstock. In this paper, transesterification using alkali catalyst and methanol was performed to reaction. we carried out experiments that it was changed variables as reaction temperature, methanol molar ratio, catalyst types, amount of catalyst and reaction time. The optimum reaction condition for biodiesel production was reaction temperature 65°C, potassium hydroxide 1.0% (w/w), oil to methanol molar ratio 1:15 and reaction time 20 min. In this reaction condition, the contents of fatty acid methyl ester was reached to about 98.7%. Also, properties of biodiesel were measured to correspond to domestic quality standard of acid values, density and viscosity.

**Key Words** : Biodiesel, animal fat, transesterification, fatty acid methyl ester, lard

### 서론

동·식물성 유지로부터 생산되는 바이오디젤은 수송용 연료로 사용하고 있는 대체에너지 자원 중의 하나이다. 바이오디젤은 페트로 디젤과 비교하여 불 때, 생분해 특성이 있으며, 배기가스 중의 황산화물의 배출이 없는 등의 장점이 있다. 또한, 적절한 점도와 끓는점, 높은 세탄가, 그리고 사용의 편리성으로 인하여 대체에너지 자원으로써 많은 연구 및 실용화가 진행되고 있다(1, 2).

동·식물성 유지는 3개의 지방산과 1개의 글리세롤로 구성된 트리글리세라이드로 이루어져 있으며, 유지에 따라 함유된 지방산의 종류 및 구성비가 다르게 나타난다(3). 또한, 이를 이용하여 생산한 바이오디젤 중의 지방산 메틸에스테르의 종류와 구성비도 다양하게 나타난다(Table 1). 팜유와 같은 일부 식물유를 제외한 식물성 유지는 탄소 이중결합을 가진 올레익산이나 리놀레익산과 같은 불포화 지방

산이 다량 함유되어 있고, 스테아릭산이나 팔미틱산과 같은 포화 지방산은 소량 함유되어 있기 때문에 동물성 유지에 비해 상대적으로 덜 경화되는 특징이 있다. 반대로 동물성 유지는 식물성 유지에 비해 스테아릭산이나 팔미틱산과 같은 포화지방산을 많이 함유하고 있기 때문에 실온에서 쉽게 경화되는 성질을 갖고 있지만, 산화에 대한 안정성이 식물성에 비해 높게 나타나며, 높은 발열량과 세탄가를 보여 불완전 연소율이 낮다는 장점이 있다(4). 일반 디젤 엔진에서 가공하지 않은 유지를 직접 사용하는 것은 페트로 디젤에 비해 낮은 휘발성과 저온에서 응고되는 현상을 보이며, 엔진의 폭연현상이나 연료분사장치 내부에서 소음을 일으키고, 오일링의 점착, 식물성 유지인 경우에는 불포화지방산의 반응 특성으로 인한 탄소의 축적 등이 발생하여 장기간 사용 하게 되면, 엔진에 심각한 문제를 야기시키는 문제점이 있다. 따라서 동·식물성 유지를 페트로 디젤의 대체에너지로 사용하기 위해서는 페트로 디젤과 유사한 특성을 지니도록 그 구조를 변화시켜야 한다(5, 6).

바이오디젤은 유지를 구성하는 트리글리세라이드로부터 알코올과 반응하여 유도되는 긴 사슬의 지방산 알킬에스테르로 이루어져 있으며, 산업자원부 고시 제2006-37호에 의하면 지방산 알킬에스테르의 함량이 96.5% 이상인 것을 바이오디젤이라 정의하고 있다. 지방산 글리세린에스테르

† Corresponding Author : School of Biological Sciences and Technology, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

Tel : +82-62-530-1841, Fax : +82-62-530-1909

E-mail : dhpark@chonnam.ac.kr

보다 지방산 알킬에스테르가 비교적 점도가 낮고 디젤 엔진에서의 연소 특성이 보다 더 우수하므로, 지방산의 글리세린에스테르를 화학촉매 혹은 효소촉매를 이용해서 알코올과 반응시켜 지방산 알킬에스테르로 전환을 유도하는 전이에스테르화 반응을 통해 일반적으로 바이오디젤을 생산하고 있다(7).

**Table 1.** Composition of fatty acid methyl ester of biodiesel derived from various oils and fat

| Oil or Fat | Fatty acid methyl ester contents (wt%) |                          |                         |                       |                          |                           |
|------------|--|--------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------|
|            | Lauric acid ME (C14:0)                 | Palmitic acid ME (C16:0) | Stearic acid ME (C18:0) | Oleic acid ME (C18:1) | Linoleic acid ME (C18:2) | Linolenic acid ME (C18:3) |
| Soybean    | 0.1                                    | 10.4                     | 4.4                     | 23.2                  | 53.5                     | 8.4                       |
| Corn       | 0.1                                    | 12.9                     | 2.2                     | 29.5                  | 53.3                     | 1.9                       |
| Olive      | 0.1                                    | 8.6                      | 2.6                     | 76.5                  | 11.2                     | 1.0                       |
| Palm       | 1.2                                    | 37.4                     | 5.6                     | 43.5                  | 11.3                     | 1.0                       |
| Cottonseed | 1.0                                    | 19.8                     | 2.5                     | 18.3                  | 57.4                     | 1.0                       |
| Rapeseed   | 0.1                                    | 0.1                      | 4.8                     | 57.9                  | 23.4                     | 11.0                      |
| Lard       | 2.0                                    | 26.4                     | 12.1                    | 44.7                  | 12.7                     | 2.0                       |

전이에스테르화 반응의 메커니즘을 살펴보면, 트리글리세라이드 1 몰과 3 몰의 알코올에 촉매를 첨가하고 에너지를 가하게 되면, 지방산 알킬에스테르와 글리세린이 생성되는 반응이다. 알칼리 촉매를 이용한 전이에스테르화 반응의 경우 유지에 존재하는 유리지방산과 알칼리 촉매가 반응을 하게 되어 염을 생성하는 비누화 반응에 유의해야 하며, 이와 같은 문제점은 원료유지 중의 유리지방산 함량을 낮추는 등의 전처리 방법을 통해 해결할 수 있다고 보고되고 있다(8). 이와 같은 전이에스테르화 방법은 바이오디젤의 대량생산을 가능하게 했으며, 이를 통해 생산된 바이오디젤은 세계적으로 그 사용량이 증가하고 있다. 하지만 현재 바이오디젤의 생산 원료는 식물성 오일에 집중되어 있으며, 원료의 공급과 가격상승 등의 이유로 증가하는 바이오디젤 수요량을 충족시키기가 어려울 것으로 예상되어, 새로운 원료 유지의 중요성이 점차 부각되고 있다(9). 원료 유지로써 많은 물질들이 연구되고 있으며, 우지 (beef tallow)나 돈지 (lard)와 같은 동물성 유지에 대한 연구도 진행되고 있다. 동물성 유지를 원료로 사용하여 바이오디젤을 생산할 경우 저온에서의 필터막힘점이 높다는 점이 문제시 되고 있지만, 이 문제점은 페트로 디젤과의 혼합비 조절이나 결정화를 억제하는 첨가제를 통해서 저온 필터막힘점을 낮출 수 있다고 보고되고 있으며, 이러한 보완 기술을 바탕으로 동물성 유지를 원료로 하는 바이오디젤 생산이 점차 확대될 것으로 보인다(10, 11).

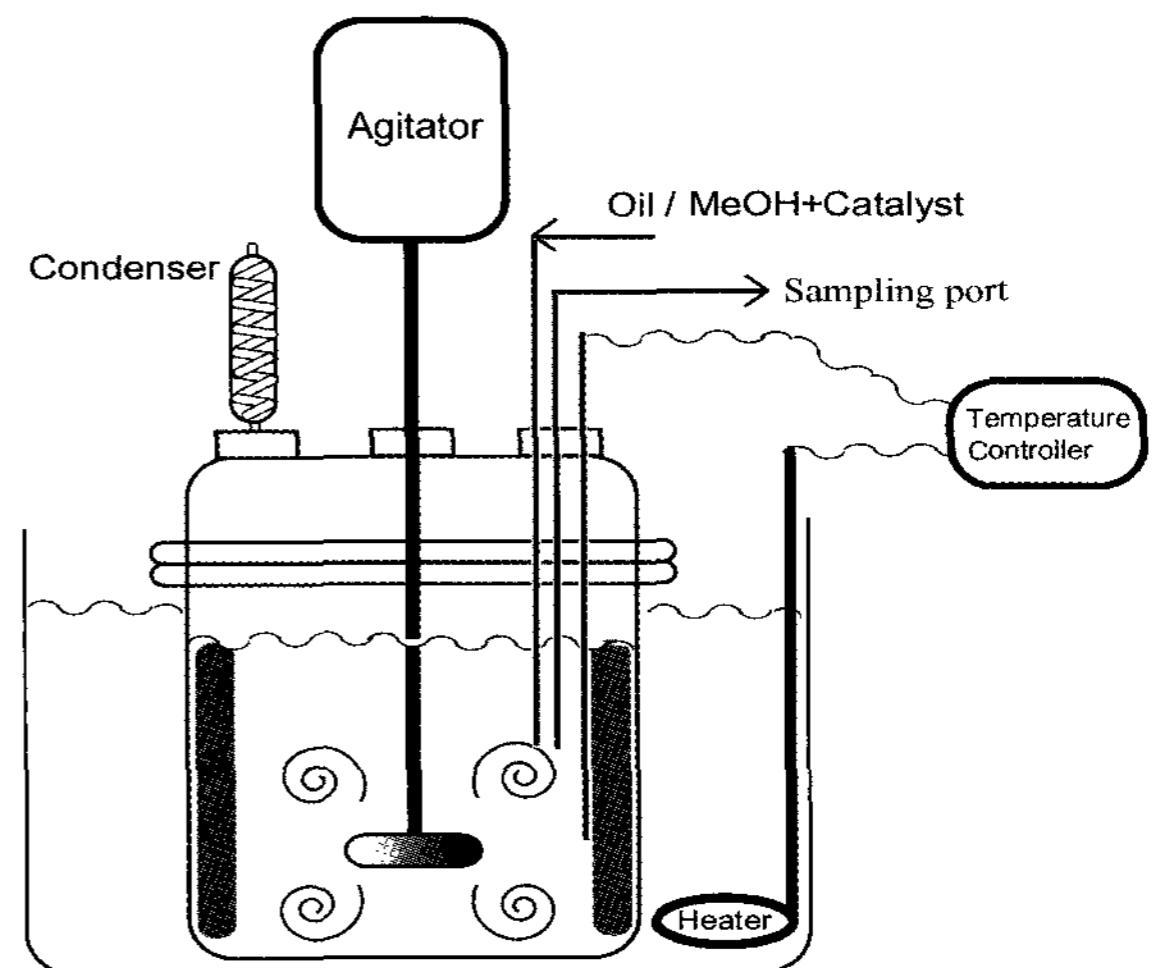
본 연구에서는 동물성 유지인 돈지 (lard)를 원료로 하여 메탄올과 알칼리 촉매를 사용한 전이에스테르화 반응의 최적 조건을 조사하였다.

### 재료 및 방법

#### 실험 재료

본 실험에 사용한 원료 유지는 정제된 돈지 (lard)는 청

일식품 (Korea)의 제품을 사용하였다. 무수 메탄올 (순도 99.8%), 알칼리 촉매로는 KOH (순도 85%), NaOH (순도 95%)는 덕산화학 (Korea) 제품을 사용하였다, CH<sub>3</sub>ONa (순도 95%)는 대정금속화학 (Korea)을 사용하였으며, 중화제로 덕산화학 (Korea)의 2 N-HCl을 사용하였다. 무수 황산나트륨 (순도 99%)은 덕산화학 제품을 사용하여 시료의 수분제거에 이용하였다. 지방산 메틸에스테르의 정량분석을 위한 표준물질을 제조하기 위해서 헥산 (순도 99%)과 메틸 헵타디카노에이트 (순도 99%)는 Sigma-Aldrich사 (USA)의 제품을 사용하였다. 가스크로마토그래피에 사용된 초고순도 헬륨, 수소, 공기는 Praxair Korea 제품 (Korea)을 사용하였다.



**Figure 1.** Scheme of experimental equipment for transesterification.

#### 알칼리 촉매에 의한 전이에스테르화 반응

알칼리 촉매에 의한 전이에스테르화반응을 수행하기 위하여 Fig. 1과 같이 가열 자켓, 온도 컨트롤러, 임펠러가 장착된 교반기와 방해판이 설치되어 있는 1 L 규모의 회분식 반응기를 사용하였다. 반응은 원료유지 400g을 기준으로 설정된 실험조건에 따라 반응온도, 반응시간, 촉매의 첨가량, 메탄올의 첨가량 등을 설정하여 실험을 수행하였다. 반응에 사용한 알칼리 촉매로는 KOH, NaOH, CH<sub>3</sub>ONa를 사용하였고, 알코올은 메탄올을 사용하였다. 반응에서 촉매의 첨가량 (0.5~4%), 유지에 대한 메탄올의 물 비(1 : 3~1 : 20), 반응온도 (40~70°C), 그리고 반응시간 (5~30분)을 변수로 설정하고 실험을 실시하여 이들 인자가 반응에 미치는 영향을 검토하였다.

#### 지방산 메틸에스테르의 함량 분석

설정된 시간에 채취한 시료는 5 mL씩 채취하여 중화제로 염산을 첨가한 후 교반하여 반응을 중지시켰다. 반응이 정지된 시료는 10분 동안 원심분리를 시킨 후 오일 층만을 시험관에 채집하였다. 채집한 오일 층은 메탄올을 제거하고, 무수 황산나트륨을 첨가하여 수분을 제거한 후 가스크로마토그래피의 분석시료로 사용하였다. 채취한 시료를 분석하기 위하여 가스크로마토그래피 (DS6200, Donam Instrument

Inc., Korea)를 사용하였으며, 컬럼은 HP-INNOWAX (30 m × 0.32 mm × 0.5 μm, Agilent Technologies, USA), 검출기는 불꽃이온화 검출기, 운반 가스로는 초고순도 헬륨을 사용하였으며, 오븐 온도는 210°C, 주입기 온도 250°C, 검출기 온도 250°C의 조건에서 분석하였다. 지방산 메틸에스테르의 정량 분석을 위해 메틸 헵타디카노에이트 (순도 99%)를 내부 표준물질로 사용하였으며, 헥산 (순도 99%)을 용매로 사용하여 10 mg/mL 농도로 내부 표준용액을 제조하여 분석에 사용하였다. 분석 원리는 KS H ISO 5508(12)에 기초한 내부표준법으로 지방산 메틸에스테르를 정량하였다.

원료유지와 바이오디젤의 물성을 측정하기 위해서 KS M ISO 6618(13)과 KS M 2002(14) 실험방법을 통하여 산가와 밀도를 측정하였으며, 유지의 점도는 40°C에서 Viscometer (DV-II+Pro, Brookfield engineering laboratories, Inc., MA, USA)를 사용하여 측정하였다.

### 결과 및 고찰

#### 반응온도에 의한 영향

동물성 유지를 이용한 바이오디젤 생산에 있어 반응온도에 의한 영향을 알아보기 위하여 돈지 400 g을 기준으로 유지에 대한 메탄올의 몰 비 (1 : 15), KOH 첨가량을 1.0% (w/w)로 하고, 반응온도를 40°C, 50°C, 55°C, 60°C, 65°C, 70°C로 하여 30분 동안 반응하여 얻은 실험결과를 Fig. 2에 나타내었다.

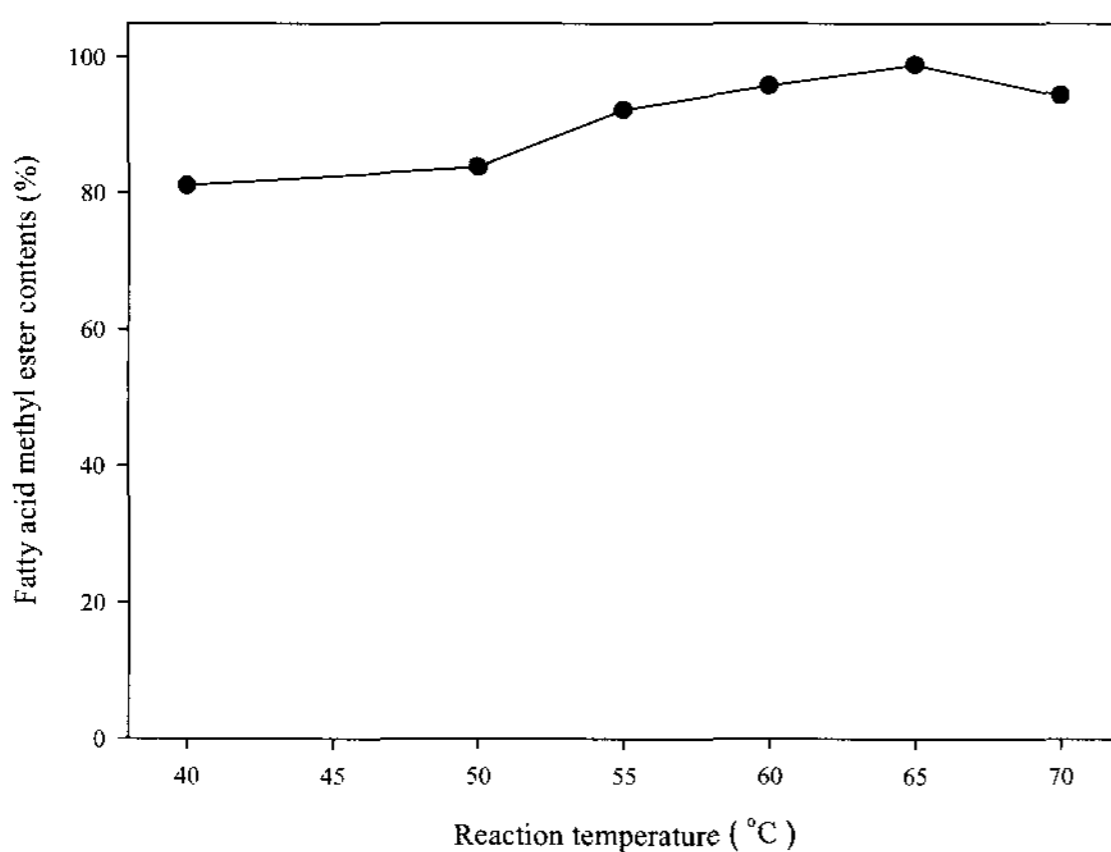


Figure 2. Effect of reaction temperature on fatty acid methyl esters content. Lard 400 g, reaction temperature 40°C, 50°C, 55°C, 60°C, 65°C, 70°C, KOH 1.0% (w/w), oil to methanol molar ratio 1 : 15 and reaction time 30 min.

반응온도 40°C에서 지방산 메틸에스테르 함량은 81.1%였으며, 50°C에서 83.8%, 55°C에서 92.2%, 60°C에서는 95.8%, 65°C는 98.9%였고, 70°C에서는 94.4%로 분석되었다. 반응온도 70°C에서 지방산 메틸에스테르의 함량이 감소하는 원인은 과잉 에너지의 공급으로 인한 비누화 반응의 촉진과 지방산 메틸에스테르가 모노글리세라이드, 다이글리세라이드, 트리글리세라이드로 전환하는 역반응의 발생으로 인한 수율 감소인 것으로 판단된다. Vicente 등(15)은 해바라기 씨

기름을 원료로 바이오디젤 생산조건의 최적화를 위하여 반응표면분석법을 통해 반응온도가 지방산 메틸에스테르의 수율에 미치는 영향을 연구에서 낮은 반응온도에서는 알칼리 촉매가 비누화되는 반응과 지방산 메틸에스테르가 모노글리세라이드, 다이글리세라이드, 트리글리세라이드로 전환되는 역반응의 정도가 약하지만, 반응온도가 높을 시에는 비누화 반응과 역반응을 촉진시켜 지방산 메틸에스테르로의 전환 수율을 떨어뜨린다고 보고하였다. 또한, Leung과 Guo(16)는 유채유와 폐식용유로부터 바이오디젤 생산 조건의 최적화에 관한 연구에서 유채유 200 g을 기준으로 NaOH 1.0% (w/w)와 1 : 6 몰 비의 메탄올을 첨가하고, 반응온도 (30~70°C)에서 30분 동안 실험을 수행한 결과 반응온도 70°C에서 90.4%의 지방산 메틸에스테르 함량을 보였고, 반응온도 45°C에서 93.5%로 가장 높은 함량을 나타내었으며, 이유로는 높은 온도에서는 트리글리세라이드가 비누화되는 부가반응이 촉진된다고 보고하였다.

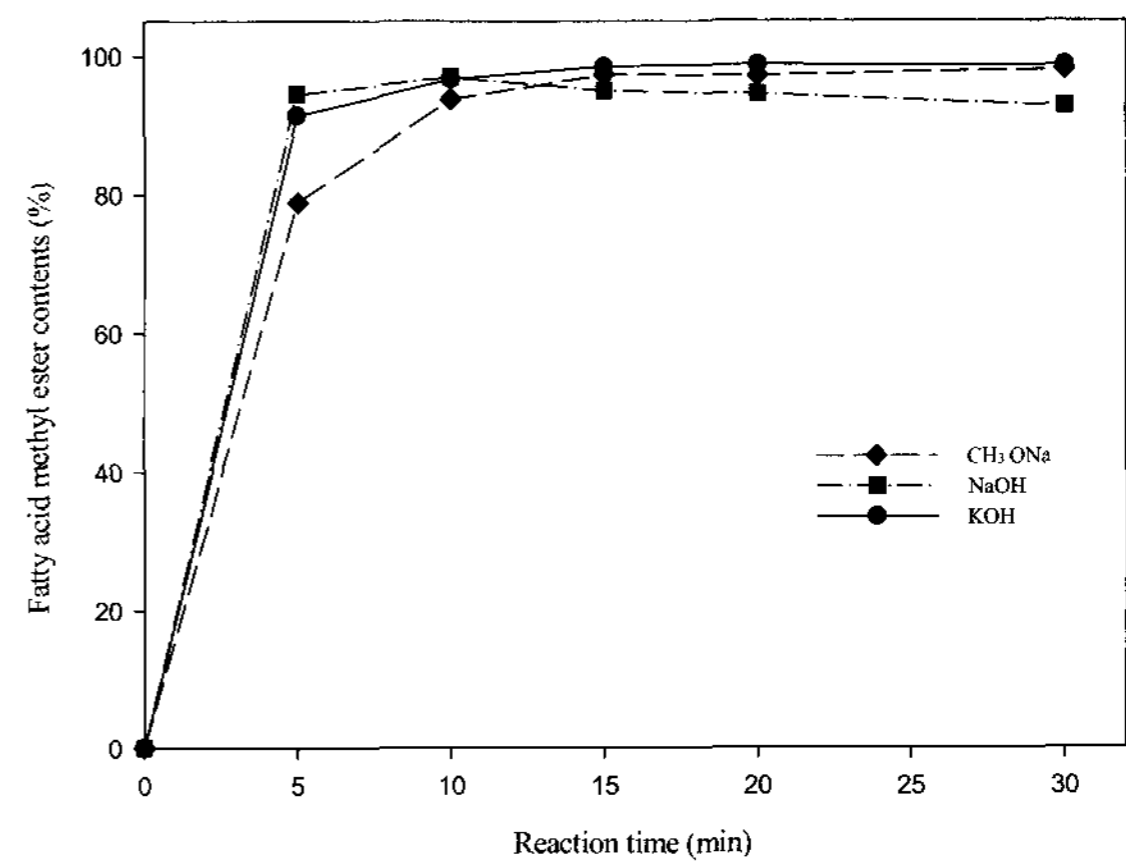
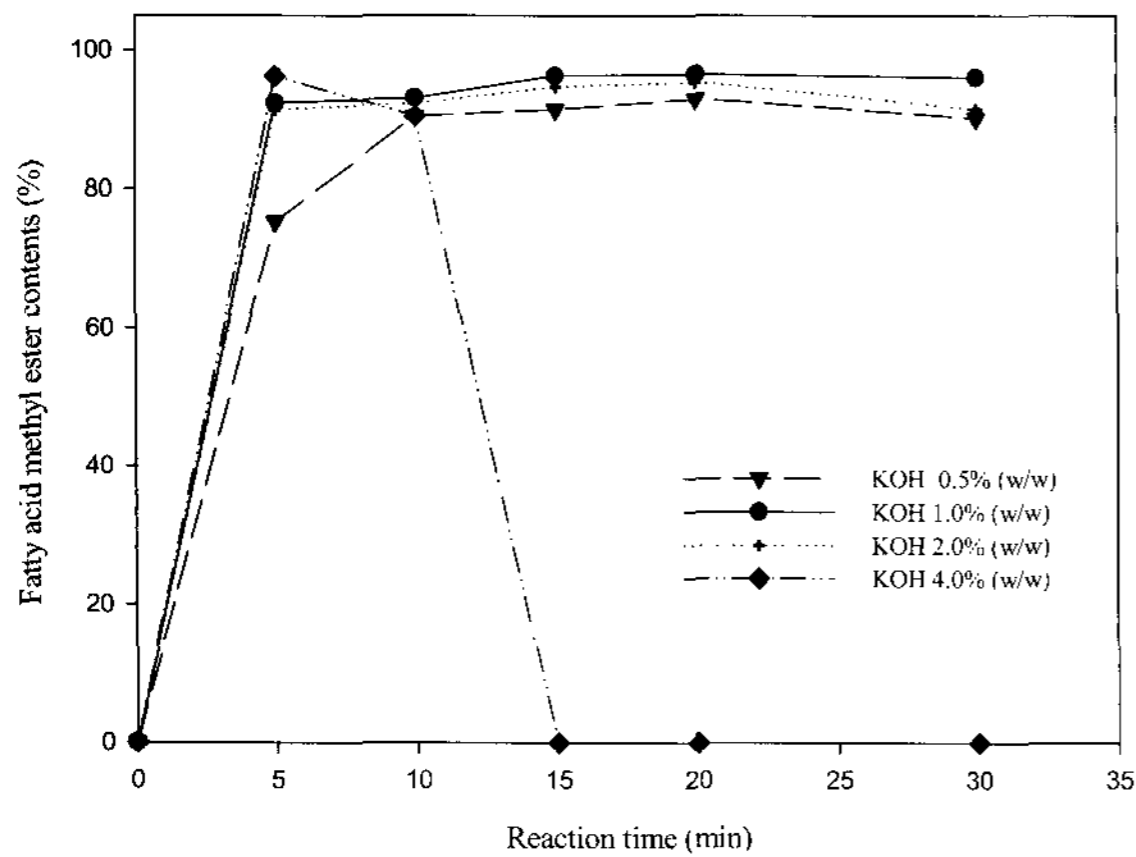


Figure 3. Effect of catalyst type on transesterification of lard. Lard 400 g, 1% (w/w) alkali catalyst (KOH, NaOH and CH<sub>3</sub>ONa), oil to methanol molar ratio 1 : 15, reaction temperature 65°C and reaction time 30 min.

#### 알칼리 촉매의 선택

동물성 유지를 이용한 바이오디젤의 생산에 있어 적절한 알칼리 촉매의 선택을 위하여 돈지 400 g을 기준으로 반응온도 65°C에서 유지 대 메탄올의 몰 비를 1 : 15로 하고, 돈지의 중량 대비 1% (w/w)의 KOH, NaOH, CH<sub>3</sub>ONa를 사용하여 반응시간에 따른 지방산 메틸에스테르의 함량 변화를 Fig. 3에 나타내었다. KOH를 촉매로 사용한 경우에는 반응시간 5분에 지방산 메틸에스테르의 함량이 91.4%, 10분에는 96.6%, 15분에는 98.5%, 20분에는 98.7%로 실험한 알칼리 촉매 중 가장 높게 나타났다. CH<sub>3</sub>ONa의 경우 5분에는 78.9%로 낮은 함량을 보였지만, 10분에는 93.7%, 15분에는 97.3%, 20분에는 97.1%, 30분에는 98.5%로 함량이 증가하는 경향을 보였다. NaOH를 사용한 경우에는 5분에 94.5%, 10분에는 96.9%로 짧은 시간에 높은 지방산 메틸에스테르의 함량을 나타냈지만, 오히려 반응시간이 증가할 경우 15분에는 95.0%, 20분에는 94.5%, 30분에는 92.7%로 지방산 메틸에스테르 함량이 감소하는 경향을

나타내었다. 지방산 메틸에스테르 함량과 반응시간에 비례하여 소비되는 에너지를 고려해 볼 때 KOH를 촉매로 사용하는 것이 적합하다고 판단하여, 이후의 실험에 대해서는 KOH를 알칼리 촉매로 사용하였다.



**Figure 4.** Effect of amount of catalyst on transesterification of lard. Lard 400 g, KOH (0.5%, 1.0%, 2.0% and 4.0% (w/w)), oil to methanol molar ratio 1 : 15, reaction temperature 65°C and reaction time 30 min.

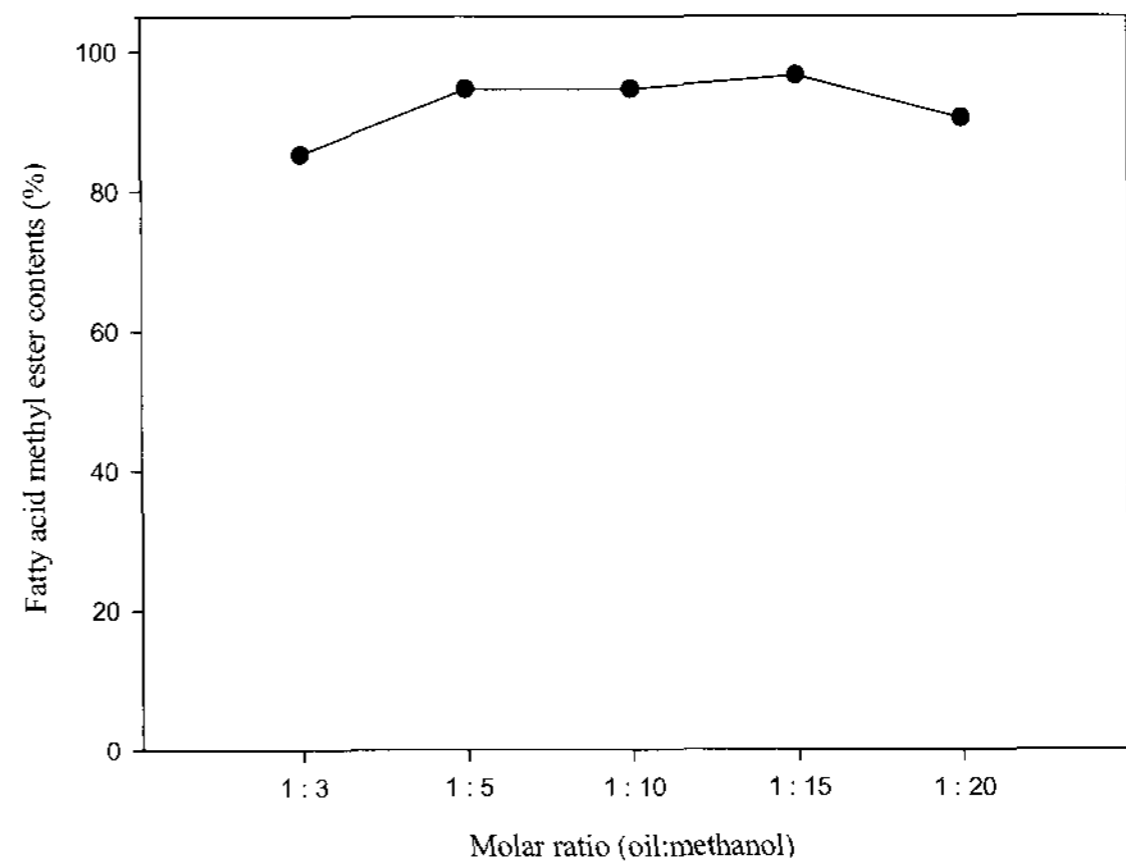
**알칼리 촉매의 첨가량에 따른 영향**

동물성 유지를 이용한 바이오디젤 생산에 있어 알칼리 촉매의 적정 사용량을 알아보기 위하여 돈지 400 g을 기준으로 유지에 대한 메탄올의 몰 비 1 : 15, 반응 온도 65°C, 반응시간 30분의 조건에서 KOH의 첨가량을 0.5% (w/w), 1.0% (w/w), 2.0% (w/w), 4.0% (w/w)로 하여 각각 실험한 결과를 Fig. 4에 나타내었다. KOH를 0.5% (w/w) 첨가한 실험에서 지방산 메틸에스테르의 함량은 93.0%, 1.0% (w/w)를 사용한 경우 96.5%, 2.0% (w/w)를 사용한 경우에는 95.4%로 나타났다. 특히, 4.0% (w/w)의 촉매를 사용한 경우에는 반응시간 5분 경과 후 96.2%의 높은 지방산 메틸에스테르 함량을 나타내었지만, 이후의 반응에서는 중화 반응시 시료가 비누화되어 지방산 메틸에스테르의 함량의 측정이 불가능하였다. 식물성 유지의 경우를 살펴보면, 유채유 200 g을 기준으로 유지와 메탄올의 몰 비 (1 : 7)과 반응온도 70°C에서 NaOH의 첨가량을 0.5%~1.6% (w/w)로 다르게 하여 30분 동안 반응시킨 결과, NaOH를 1.0% (w/w) 사용 시에는 지방산 메틸에스테르의 함량이 98%까지 증가하였지만, 그 이상 사용했을 경우에는 지방산 메틸에스테르의 함량이 20%까지 떨어지며, 많은 양의 비누를 생성한다고 보고하였다(16). 이와 같은 이유는 지나친 알칼리 촉매의 공급은 트리글리세라이드의 비누화 반응을 촉진시켜 많은 양의 염을 생성하도록 유도하기 때문이라고 판단되므로 원료유지의 투입량에 비례한 적절한 양의 촉매투입이 중요하다고 판단된다.

**메탄올 첨가량이 반응에 미치는 영향**

동물성 유지를 이용한 바이오디젤 생산에 있어 메탄올 첨가량이 반응에 미치는 영향을 알아보기 위하여 돈지 400

g을 기준으로 하여 반응 온도 65°C, 반응시간 30분, KOH 첨가량을 1.0% (w/w)로 하고, 유지에 대한 메탄올의 몰 비를 1 : 3, 1 : 5, 1 : 10, 1 : 15, 1 : 20으로 달리하여 각각 실험한 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 유지 1 몰 당 메탄올 3 몰의 반응에서 지방산 메틸에스테르의 함량은 반응시간 30분에서 85.2%, 1 : 5에서는 94.6%, 1 : 10에서 94.6%, 1 : 15에서는 96.5%, 1 : 20에서는 90.4%로 분석되었다. 식물성 유지의 경우 유채유 18 L를 기준으로 1% (w/w)의 KOH와 메탄올을 몰 비를 1 : 6에서 1 : 10으로 증가시키고, 60°C에서 30분 동안 반응시킨 실험에서 지방산 메틸에스테르 함량이 각각 91.2%에서 98.5%로 증가하는 경향을 보인다고 보고하였다(17). 하지만, 폐동물성 유지를 이용하여 바이오디젤로 전환하는 최적조건을 모색하는 실험에서 유지 100 g을 기준으로 하여 2.25 몰의 황산을 촉매로 100%, 150%, 200% 과잉 메탄올을 사용하여 50°C, 70°C, 90°C의 온도에서 2시간 동안 반응시킨 결과, 100%와 200% 과잉의 메탄올을 첨가한 경우에는 지방산 메틸에스테르의 함량이 증가 하였지만, 200% 과잉에서는 오히려 함량이 감소하는 경향을 나타낸다고 보고되었다(18). 이 같은 결과로 볼 때 실제 반응에서는 충분한 반응을 수행하기 위해 이론상의 메탄올의 첨가량인 1 : 3보다 과잉으로 공급하여야 하지만, 지나친 과잉 공급은 메탄올이 미반응 물질로 남아 지방산 메틸에스테르의 분리를 저해하여 오히려 함량을 떨어뜨리게 하므로, 적절한 양의 메탄올을 공급하는 것이 중요하다고 판단된다(15).

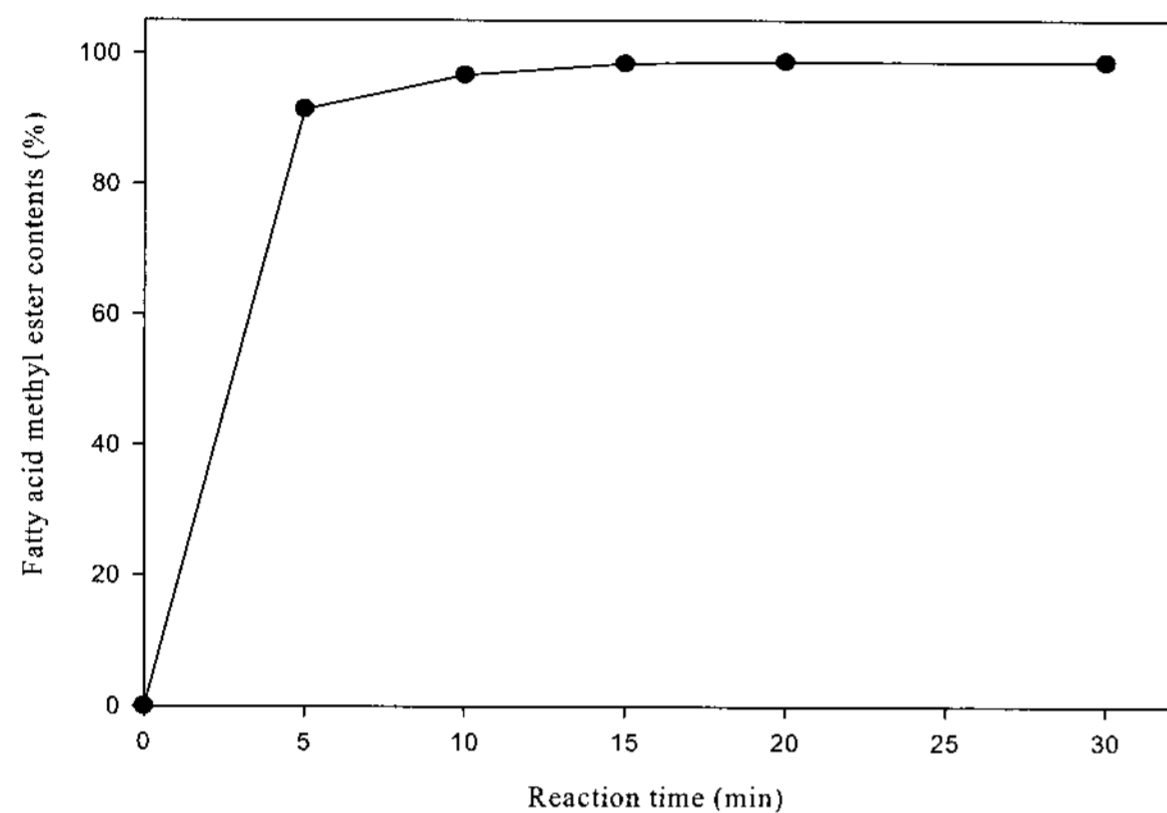


**Figure 5.** Effect of methanol molar ratio on transesterification of lard. Lard 400 g, oil to methanol molar ratio (1 : 3, 1 : 5, 1 : 10, 1 : 15 and 1 : 20), KOH 1.0% (w/w), reaction temperature 65°C and reaction time 30 min.

**반응시간에 의한 영향**

동물성 유지를 이용한 바이오디젤 생산에 있어 반응시간에 의한 영향을 알아보기 위하여 돈지 400 g을 기준으로 유지에 대한 메탄올의 몰 비 1 : 15, KOH 첨가량을 1.0% (w/w), 반응온도 65°C로 하여 반응시간 5분, 10분, 15분, 20분, 30분의 시료를 분석한 실험결과를 Fig. 6에 나타내었다. 반응 시작 5분 경과 후 지방산 메틸에스테르의 함량은 91.4%이었고, 10분에는 96.6%, 15분에는 98.5%, 20분

에는 98.7%, 30분에는 98.6%였다. 반응시간 20분 이후에 지방산 메틸에스테르의 함량이 떨어지는 원인은 반응시간이 길어지면 전이에스테르화 반응의 역반응이 발생하게 된다고 알려져 있으며, 이 에스테르의 손실은 비누화 반응에 의해 염을 생성하여 지방산 메틸에스테르의 함량을 떨어뜨리는 결과를 가져온다고 보고되고 있다(15). 또한, 반응온도가 높을 경우 반응은 좀 더 빠른 시간에 완료되며, 반응온도가 낮을 경우 반응은 좀 더 느리게 완료되므로, 적절한 반응온도와 반응시간의 조절이 중요하다(16).



**Figure 6.** Effect of reaction time on transesterification of lard. Lard 400 g, reaction time (5, 10, 15, 20, 10 min), KOH 1.0% (w/w), oil to methanol molar ratio 1 : 15 and reaction temperature 65°C.

#### 원료유지와 바이오디젤의 물성 비교

원료유지와 바이오디젤의 물성을 Table 2에 나타내었다. 국내 바이오디젤의 품질 규격은 산업자원부 고시 제 2006-37호에 따르면 산가 0.5 (mg KOH/g), 밀도는 860~900 (15°C, kg/m<sup>3</sup>)로 규정되어 있다. 동물성 유지를 이용한 전이에스테르화 반응 후, 산가 0.08 (mg KOH/g), 밀도 865 (15°C, kg/m<sup>3</sup>)로 측정되었으며, 측정된 사항 모두 국내 품질 규격을 만족시키는 결과를 나타내었다. 또한, 원료유지의 점도는 38 (40°C, cp)이었지만, 바이오디젤로 전환을 하면 4.2 (40°C, cp)로 감소하는 것을 알 수 있었다.

**Table 2.** Properties of lard and its biodiesel

| Properties                         | Lard | Biodiesel | Analysis method       |
|------------------------------------|------|-----------|-----------------------|
| Acid value (mg KOH/g)              | 0.67 | 0.08      | KS M ISO 6618 (12)    |
| Density (15°C, kg/m <sup>3</sup> ) | 890  | 865       | KS M 2002 (13)        |
| Viscosity (40°C, cp)               | 38   | 4.2       | Brookfield Viscometer |

#### 요약

동물성 유지로부터 알칼리 촉매를 사용한 전이에스테르화 반응에 있어 적정 반응조건을 탐색한 결과는 다음과 같다. 1 L 규모의 회분식 반응기에서 적정 반응조건은 반응온도 65°C, KOH 1.0% (w/w), 그리고 유지와 메탄올의 몰 비 (1 : 15)의 조건에서 20분 동안 반응 시에 98.9%의 높은 지방산 메틸에스테르 함유량을 얻을 수 있었다. 또한, 생산한 지방산 메틸에스테르의 물성을 분석해 본 결

과, 점도는 4.2 (40°C, cp)로 감소하였으며, 산가 0.08 (mg KOH/g), 밀도 865 (15°C, kg/m<sup>3</sup>)로 국내 바이오 디젤 품질 규격을 만족시키는 결과를 얻었다. 알칼리 촉매를 이용한 동물성 유지의 전이에스테르화에 관한 연구를 통하여 식물성 유지와 더불어 바이오디젤의 원료 유지로써 동물성 유지의 사용 가능성을 확인할 수 있었다.

#### 감사

본 연구는 에너지관리공단의 연구비 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다. 또한 「2단계 BK21 사업」의 지원에 감사드립니다.

#### REFERENCES

1. Van, G. J., B. Shanks, R. Pruszko, D. Clements, and G. Knothe (2004), Biodiesel production technology, *National Renewable Energy Laboratory* 1-4.
2. Fangrui, M. and A. H. Milford (1999), Biodiesel production: a review, *Bioresour. Technol.* **70**, 1-15.
3. Xie, W., X. Huang, and H. Li (2007), Soybean oil methyl esters preparation using NaX zeolites loaded with KOH as a heterogeneous catalyst, *Bioresour. Technol.* **98**, 936-939.
4. Lebedevas, S. and A. Vaicekauskas (2006), Use of waste fats of animal and vegetable origin for the production of biodiesel fuel: Quality, motor properties and emission of harmful components, *Energy & Fuels* **20**, 2274-2280.
5. Canakci, M. (2007), The potential of restaurant waste lipids as biodiesel feedstocks, *Bioresour. Technol.* **98**, 183-190.
6. Altıparmak, D., A. Keskin, A. Koca, and M. Gürü (2007), Alternative fuel properties of tall oil fatty acid methyl ester-diesel fuel blends, *Bioresour. Technol.* **98**, 241-246.
7. Zhanga Y., M. A. Dubéa, D. D. McLean, and M. Katesb, Biodiesel production from waste cooking oil: 1. Process design and technological assessment, *Bioresour. Technol.* **89**(1), 1-16.
8. Wang, Y., S. Ou, P. Liua, and Z. Zhanga (2006), Preparation of biodiesel from waste cooking oil via two-step catalyzed process, *Energy Conversion and Management* **48**, 184-188.
9. Richard, G. N. and D. S. Mark (2006), Energetic and economic feasibility associated with the production, processing and conversion of beef tallow to a substitute diesel fuel, *Biomass and Bioenergy* **30**, 584-591.
10. Huang, C. and D. Wilson (2000), Improving the cold flow properties of biodiesel, 91st American Oil Chemist's Society Annual Meeting 2000, San Diego, USA, 13-16.
11. Kazancev, K., V. Makarevicine, V. Paulauska, and P. Janulis (2006), Cold flow properties of fuel mixtures containing biodiesel derived from animal fatty waste, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* **108**, 753-758.
12. Korean standard association (2003), Animal and vegetable fats and oils analysis by gas chromatography of methyl esters of fatty acids, KS H ISO 5508.
13. Korean standard association (2003), Petroleum products and lubricant determination of acid or base number: colour indicator titration method, KS M ISO 6618.
14. Korean standard association (2006), Crude petroleum and liquid petroleum products laboratory determination of density hydrometer method, KS M 2002.
15. Vicente, G., M. Martínez, and J. Aracil (2006), Optimisation of

- integrated biodiesel production. Part I: A study of the biodiesel purity and yield, *Bioresource Technology* **98**, 1754-1761.
16. Leung, D. and Y. Guo (2006), Transesterification of neat and used frying oil: Optimization for biodiesel production, *Fuel Processing Technology* **87**, 883-890.
  17. Jeong G. T and D. H. Park (2006), Batch (one-and two-stage) production of biodiesel fuel from rapeseed oil, *Applied Biochemistry and Biotechnology* **129-132**, 668-679.
  18. Tashtoush, G. M., M. I. Al-Widyan and M. M. Al-Jarrah (2004), Experiment a study on evaluation and optimization of conversion of waste animal fat into biodiesel, *Energy Conversion and Management* **45**, 2697-2711.