

바이오디젤 원료작물의 기름 및 지방산 특성에 따른 활용방안 고찰

장영석 · 김광수 · 이영화 · 조현준 · 서세정

Review of property and utilization of oil crop for biodiesel

Young-Seok Jang · Kwang-Soo Kim · Yong-Hwa Lee · Hyeon-Jun Cho · Sae-Jung Suh

Received: 3 March 2010 / Accepted: 15 March 2010
© Korean Society for Plant Biotechnology

Abstract The demand for fuel and energy resources continues to grow due to increased consumption and emerging economies in all parts of the world. With this increase in demand, crude oil prices in the international market has jumped dramatically. Global warming, which is a consequence of increasing greenhouse gas (GHG) emissions, has become scientific, social, and political concerns. To cope with global warming and energy crisis, cost-competitive biofuels are urgently needed. In addition, development of an infrastructure, which supplies energy stably and diversifies energy resources, as well as new cost-saving technologies should be developed to reduce the costs of producing biofuels.

Due to high oleic acid content, rapeseed (*Brassica napus* L.) is currently the potential feedstock for biodiesel production in temperate zone region and the production and use of rapeseed oil is already commercialized in Europe. In Korea double-cropping (rice and rapeseed) became more prevalent because it reduces competitions from land constraints. Production of rapeseed as a biodiesel feedstock may reduce the influence of rising oil prices and nation's dependence on imported petroleum and increase job opportunities and farm incomes.

Keywords Biodiesel, oil-crop, Fatty acid

서론

인간은 살아가는 데 필요한 모든 물질과 에너지를 자연으로부터 얻는다. 그와 동시에 살아가는 동안 불가피하게 발생하는 모든 폐기물을 자연에 버린다. 따라서 에너지는 생존의 필수적인 조건이며 모든 인간 활동의 기본적인 핵심으로 조직이나 개인 모두가 에너지를 확보하고 이를 축적하기 위한 활동으로 규정할 수 있는 것이다. 활동하는 모든 것은 에너지를 필요로 하고 활동하지 않는다고 하더라도 존재 자체로서 이미 에너지를 함축하고 있는 것이 우리 우주의 기본원리인 것이다. 살아 움직이는 모든 물체나 사물은 에너지가 다할 경우 바로 정지를 하게 될 것이며 우리 인간사에서는 바로 죽음을 의미한다고 할 수 있을 것이다.

18세기 산업혁명 이후 오늘날까지 인류의 생존을 위한 경제생활의 주 에너지원은 화석연료였다. 화석연료는 에너지 및 연료 그 자체뿐만 아니라 의약품, 농약, 향료, 플라스틱, 고무, 접착제, 합성섬유 등과 같은 다양한 탄소제품의 기본 원료를 제공한다. 그러나 46억 년이라는 지구의 긴 역사에서 보면 일순에 지나지 않는 지난 200여 년간의 화석자원 남용과 소비가 미덕이라는 미명 하에 대량생산, 대량소비 및 대량폐기가 자행된 20세기의 생활양식으로 인하여 이산화탄소 등 온실가스 배출 증가에 따른 기후온난화는 기상이변, 강수량 변화, 사막화, 해수면 상승, 생태계 변화 등을 초래하여 식량공급, 수자원공급, 인류건강 등 경제계와 생태계 등 사회경제적으로 큰 영향을 미침에 따라 자연과 공존하며 안정적으로 발전하자는 '지속 성장 (sustainable development)'의 중요성이 강조되고 있다.

인류가 가진 자원의 유한성과 나날이 심각해져가는 지구환경 오염으로 인해 세계 각국의 에너지 개발 및 확보를 위한 노력은 생존과 직결된 중차대한 문제가 되고 있

Y. S. Jang · K. S. Kim · Y. H. Lee · H. J. Cho · S. J. Suh (✉)
농촌진흥청 국립식량과학원 바이오에너지작물센터
(Bioenergy Crop Research Center, National Institute of Crop
Science, Rural Development Administration, Muan 534-833,
Korea)
e-mail: j570510@korea.kr

다. 자원빈국 중의 한 하나인 우리나라의 경우에도 에너지 대의 의존도를 줄이기 위해 화석연료 위주의 형태에서 대체에너지 개발전략이 절실한 실정이다.

최근 원유 및 석탄 등의 가격 급등에 따른 에너지 비용이 가중되고 있으며 지속적인 상승이 예상되어 기업은 물론 개인들도 에너지 사용에 보다 많은 부담을 가지게 될 것이다. 따라서 에너지를 다양화하고 에너지를 안정적으로 공급하는 체계 구축이 시급하며, 기후변화협약의 규제에 대응하고 기존 에너지원과의 가격경쟁력을 확보하여 차세대 산업으로 성장시키기 위한 기술 확보가 절실한 시점이다.

특히 선진국들은 불안정한 유가에 대응하면서 지구온난화의 주범이 되고 있는 온실효과가스 (GHG: Greenhouse effect Gas) 배출량 감소를 위하여 환경친화적인 신·재생에너지 개발과 보급에 박차를 가하고 있고, 특히 석유 대체연료로서 생물자원을 원료로 하는 바이오연료의 보급을 확대하고 있다.

이와 같은 전 세계적인 추세를 반영하여 정부는 건국 60주년을 맞는 2008년 광복절 경축사에서 새로운 비전의 축으로서 '저탄소 녹색성장 (low carbon, green growth)'을 제시하였고, 이와 관련하여 온실가스와 환경오염을 줄이기 위한 노력의 일환으로 녹색기술 개발과 청정에너지 보급을 통해 새로운 성장동력과 일자리를 창출해 나갈 것을 선포하였다.

녹색성장의 3대 요소는 첫째, 동일한 성장을 하되 에너지와 자원의 사용량은 최소화 하는 것이며, 둘째, 동일한 에너지와 자원을 사용하되 이산화탄소 등 환경부하를 최소화 하는 것이고, 마지막으로 녹색성장을 신성장 동력으로 개발하는 것이다. 특히 녹색성장을 위한 녹색기술을 강조하고 있는데, 녹색기술 (green technology)이란 제품 생산에서 소비까지 경제활동의 전 과정에 걸쳐 에너지 사용을 줄이고, 오염물질 및 폐기물 배출을 최소화하는 기술을 지칭한다.

녹색성장 핵심 10대 추진 방향은 온실가스를 줄이는 정책의 실시, 녹색기술의 새로운 성장동력화, 고도의 융합기술 정책 (우리나라의 강점인 IT, BT, NT 기술 등을 활용한 융합녹색기술의 개발을 촉진하고 이를 수출산업화 함), 새로운 일자리 창출, 기업의 경쟁력 강화정책 추진, 국토 공간구조를 저탄소 녹색성장 구조로 개편, 소비에서 의식주까지 바꾸는 생활혁명, 녹색 교육문화 정책, 환경친화적 세제 개편, 국가브랜드 제고 등이다.

이제 '저탄소 녹색성장'은 기후변화와 고유가 등 에너지 고갈문제가 대두되면서 새로운 국가발전 패러다임으로 자리매김하였고, 농업분야에서도 탄소 배출을 줄이고 에너지를 절감하는 녹색기술이 신성장동력으로 부각되고 있으며, 정부는 2020년까지 우리나라 온실가스 배출량을 원래의 배출전망치 (Business As Usual) 대비 30% 감

축한다는 목표를 확정하였고, 환경부는 2010년 1월 1일부터 시행되는 개정 환경영향평가법 시행령에 의거 환경영향평가 항목에 온실가스를 추가시켰다.

우리나라 에너지 소비는 80년대 후반에 접어들면서 그 증가속도가 빨라졌으며, 97년 외환위기를 계기로 잠시 주춤하다가 다시 증가추세에 있다. 실제 우리나라 에너지 수요 증가는 OECD국가 중 1위를 차지하고 있고, 그 구성성분을 보면 석유에 대한 의존도가 가장 높다. 우리나라는 10대 에너지 소비국이며, 총에너지의 97% (전체 수입액의 27%)를 해외수입에 의존하고 있다.

우리나라의 에너지 수급계획을 살펴보면, 2008년 현재 총수요는 2억 4100만 TOE (석유환산톤, Ton of Oil Equivalent)이며 이중 석유 41.6%, 석탄 27.4%, 원자력 13.5% 순이며 신·재생에너지는 2.2% 차지하고 있다. 2030년 기준으로 우리나라는 화석연료 의존도를 50%이하로 줄이고, 원자력을 약 28% 수준으로 강화하고, 신·재생에너지의 비중을 11.5%로 증가시킬 계획이다.

또한 2007년 우리나라 온실가스 총배출량은 620.0백만t CO₂로 2006년의 602.6백만t CO₂대비 2.9% 증가한 가운데 배출량 증가율은 확대되었다. 2007년 기준 우리나라 전체 배출량 구조는 에너지 (84.7%)와 산업공정 (9.8%)의 비중이 94.6%를 차지하는 가운데 농축산 3.0%, 폐기물 2.5%의 비중으로 나타났다. 부문별로는 에너지부문이 3.9%, 농업부문이 5.3% 증가한 반면 산업공정부문은 4.4%, 폐기물부문은 2.2% 감소했다. 온실가스별로는 총배출량의 89.5%를 차지하는 이산화탄소 (CO₂)가 3.9%, 메탄 (CH₄)이 2.5%, HFCs 20.4%, PFCs는 4.2%, SF₆가 7.8% 증가한 반면 아산화질소 (N₂O)는 37.5% 감소했다.

따라서 기존 화석 연료 감축 및 이로 인한 탄소 배출을 최소화하기 위해서는 신·재생에너지 특히 바이오 연료에 대한 중장기적인 수급정책과 국산 원료 재배기반 확충이 필요하다. 특히 4계절이 뚜렷하고 국토 면적이 적은 우리나라의 지역적 특성에 적합한 에너지원 개발 및 생산 시스템 개발이 요구된다.

「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」에서 말하는 “신·재생에너지”란 기존의 화석연료를 변환시켜 이용하거나 햇빛·물·지열·강수·생물유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지를 말한다 (「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제2조제1호).

종류는 재생에너지 (태양열, 태양광발전, 바이오매스, 풍력, 소수력, 지열, 해양에너지, 폐기물에너지) 8개 분야와 신에너지 (연료전지, 석탄액화가스화, 수소에너지)로 나누며, 이밖에 석유·석탄·원자력 또는 천연가스가 아닌 에너지로서 대통령령에서 정하는 에너지 (현재 대통령령 없음)로 구분한다 (「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제2조제1호, 「신에너지 및 재생에너지 개

발·이용·보급 촉진법 시행령」 제2조 및 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 시행령」.

신·재생에너지 중에서 바이오에너지 이용기술은 바이오매스 (biomass)를 직접연소, 열화학적 변환 및 생물화학적 변환 등을 거쳐 얻어낸 전기·열, 합성가스, 액체연료, 화학연료, 메탄·수소, 등의 에너지를 가리킨다. 원료가 되는 바이오매스는 식물과 미생물의 광합성에 의하여 생성되는 식물체, 균체와 이를 먹고 살아가는 동물체를 포함하는 생물유기체이고, 구체적으로 각종 나무 (목질류), 곡물, 식물, 가축분뇨, 농·임산물과 부산물, 각종 음식물 쓰레기와 산업폐기물 등이 바이오매스에 포함된다.

21세기에는 기후변화의 가속화 현상이 증대될 것으로 전망되고 있다. 특히, 이러한 기상이변이 지속될 경우에는 전 세계적인 식량위기에 직면할 것이라는 경고가 지속적으로 대두되고 있다. 농업은 다른 산업과 달리 원천적으로 기후 변화에 생산성이 크게 좌우되므로 기후변화에 따른 농업환경변화를 정확히 예측하여 효과적으로 대응할 수 있는 전략이 절실히 필요하다.

바이오에너지의 필요성

바이오에너지는 태양에너지를 원천으로 하는 바이오매스 (유기생명체)로부터 얻는 에너지이기에 지구 환경에 추가적인 탄소의 배출 없이 자원의 자연 순환원리를 따르고 있는 친환경에너지로서 기후변화협약에 적극적인 대처 방안이 될 수 있으며, 수입원유에 대한 의존성을 줄여 에너지 공급의 안정성을 확보함은 물론 바이오매스를 생산하는 농업 활동은 침체에 빠진 농업·농촌의 활로도 개척할 수 있는 훌륭한 방법이 될 수 있다.

바이오에너지는 화석연료에 비해 경제성은 낮지만 전기 생산을 주목적으로 하는 다른 신·재생에너지와 달리 열, 전기뿐 만 아니라 기존 수송용 연료와의 직접 호환이 용이해 가장 현실적인 대체에너지로 떠오르고 있다. 바이오에탄올, 바이오디젤은 수송용 액체연료로, 음식쓰레기에서 발생하는 메탄가스 등은 열, 전기 등의 용도로 쓰인다.

바이오에너지의 가치사슬은 자원확보, 공정처리, 활용의 3단계로 구분되며, 농림·에너지·바이오테크·화학·유통산업이 융·복합된 구조이고, 자원 확보단계에서는 농작물 또는 에너지식물의 경작기술, 환경친화적인 수거 및 토양보존 기술, 경제적인 수거·보관 시스템 구축 등이 중요하며, 공정처리는 바이오매스에서 액체 바이오연료를 추출하는 단계로서, 탄수화물의 분해효소 및 발효 미생물 개발 등 바이오테크 기술이 핵심이다. 활용단계에서는 생산된 바이오연료가 에너지용으로 소비되거나, 산업소재용으로 사용하기 위해 추가적인 공정에 투입되며, 핵심 바이오연료인 바이오에탄올 및 기타 부산물을

바이오정유공정 (Biorefinery)에서 처리할 경우 다양한 화학소재의 생산이 가능하다. 문제는 우리나라의 바이오에너지 개발 기술수준과 연구투자가 선진국들에 비해 취약한 상황이며, 식물자원도 매우 부족한 상태라는 것이다.

바이오연료의 대표적인 특성은 ‘탄소 중립’ (Carbon Neutral)이라는 점이다. 바이오연료도 연소를 시키면 대기 중에 온실가스인 이산화탄소를 배출한다. 그런 점에서는 지구 온난화의 원인으로 비난을 받고 있는 화석연료와 크게 다르지 않다. 그런데 바이오연료에 들어 있는 탄소는 기껏해야 한해 전에 대기 중에서 흡수했던 것이다. 바이오연료의 생산이 정상 궤도에 오르게 되면 바이오연료의 생산과 소비가 함께 진행된다. 그렇게 되면 바이오연료의 소비에 의해 방출되는 이산화탄소의 대부분을 바이오연료의 생산 과정에서 다시 흡수하게 된다. 다시 말해서 지구 온난화에 대한 걱정을 상당 부분 털 수 있다는 것이 바로 탄소 중립의 의미다.

바이오매스를 에너지로 변환시키면 최종적으로 나오는 CO₂, H₂O, 유기비료 등은 공기, 물, 토양 등을 통하여 생물체에 스며들어 자연에서 순환함으로써 공기 중의 농도를 증가시키지 않으며, 따라서 바이오매스 에너지 이용은 온실가스 감축에 크게 기여할 수 있다.

그렇다고 바이오연료가 모든 면에서 완벽한 정말 이상적인 대체연료인 것은 절대 아니다. 우선 바이오연료의 탄소 중립성도 완벽한 것은 아니다. 물론 바이오연료는 녹색식물이 광합성으로 흡수한 이산화탄소의 일부를 사용한다. 다시 말해서 바이오연료로 전환되는 탄소는 100% 대기 중에 있던 탄소에서 유래된 것은 분명한 사실이다. 그러나 바이오연료의 원료작물을 바이오연료로 전환시키는 과정이 그렇게 단순한 것은 아니다. 상당한 양의 추가적인 에너지가 필요하고, 그런 에너지까지 고려하면 탄소 중립적 특성은 상당히 줄어드는 것이 사실이다.

현실적으로 활용이 가능한 바이오연료는 ‘바이오에탄올’과 ‘바이오디젤’이 있다. 모두가 재배가 가능한 식물을 원료로 한 것으로 수송용 석유 연료를 대체할 수 있는 ‘대체 연료’이고, 이미 상당한 부분 실용화가 되어 있는 상태다. 브라질은 이미 오래 전부터 ‘가소올’이라는 이름으로 바이오 에탄올을 대량으로 사용해왔고, 미국도 작년년부터 적극적으로 바이오 에탄올을 보급하고 있다. 바이오디젤은 독일을 비롯한 유럽에서 적극적으로 활용해왔던 대체 연료다.

우선 바이오에탄올은 옥수수나 사탕수수에 들어 있는 당 (糖)을 산소가 없는 상태에서 효모와 같은 미생물로 발효시켜 얻어지는 에탄올을 연료로 사용하겠다는 것이다. 기본적으로 술을 만들 때 사용한 것과 똑같은 발효 공정으로 최대 농도가 25% 정도의 에탄올 수용액이 얻어진다. 맛이나 품질이 낮다는 점을 빼고 나면 막걸리 원액과 조금도 다를 것이 없는 수용액이다. 발

효를 시키는 과정에서는 다른 미생물 공정과 마찬가지로 적당한 온도만 유지시켜주면 되기 때문에 특별히 많은 양의 에너지가 필요하지 않는다. 발효 과정에서 방출되는 열을 쓸모없이 빠져나가지 않도록 보온만 잘 해주어도 발효에 필요한 적정 온도를 유지할 수 있다. 막걸리 제조 과정을 살펴보면 쉽게 이해할 수 있는 일이다.

그런데 발효를 통해 생산된 에탄올을 연료로 사용하려면 상당한 양의 에너지를 이용해서 수분을 제거해야 한다. 발효액을 높은 온도로 가열해서 물과 에탄올을 분리하는 증류 공정을 거쳐야 한다. 전통 소주나 위스키를 만드는 것과 똑같은 과정이다. 증류 과정을 거치면 에탄올의 농도를 96%까지 높일 수 있다. 발효와 증류 과정에서 생기는 부산물의 처리에도 상당한 양의 에너지가 필요하다.

그렇게 농축한 증류 에탄올을 자동차의 연료로 직접 사용할 수도 있다. 그러나 증류 에탄올에서 수분을 완전히 제거한 후에 원유에서 생산한 휘발유의 옥탄값을 증가시키는 첨가제로 사용하는 것이 더 일반적이다. 탄화수소가 주성분인 휘발유가 물과 잘 혼합되지 않기 때문이다. 그런데 증류 바이오 에탄올에서 물을 제거하는 일은 결코 쉽지 않다. 물과 에탄올 혼합 용액의 화학적 특성 때문에 단순한 증류 방법으로는 더 이상의 분리가 어렵기 때문이다. 결국 물 분자를 선택적으로 흡수하는 다공성(多孔性) 제올라이트와 같은 흡착제를 사용해야만 한다.

유럽에서 많이 보급되고 있는 바이오디젤도 사정이 크게 다르지 않다. 바이오디젤은 식용으로 적합하지 않은 식물성이나 동물성 기름에서 생산한 지방산을 알킬 에스터로 전환시킨 것이다. 식물성 기름의 원료로는 유채나 팜을 많이 사용한다. 유채는 클로버나 콩과 식물의 경우처럼 질소 고정 박테리아와 공생하기 때문에 토양을 기름지게 만들어주는 장점도 가지고 있다. 유채를 재배한 토양이 기름지게 되는 소득도 얻게 된다는 뜻이다.

그런데 지방산을 에스터로 전환시키는 과정에서는 식물의 잔해를 발효시켜서 생산한 에탄올이나 석유화학 산업에서 생산한 메탄올을 사용한다. 특히 바이오디젤은 대기 오염의 주범으로 지목되고 있는 황산화물이나 방향족 탄화수소가 적게 들어있고, 비교적 쉽게 연소시킬 수 있다는 장점이 있다. 바이오디젤의 경우에도 원료 자체는 탄소 중립의 특성을 가지고 있다.

더욱이 바이오디젤은 연소 특성이 경유(디젤)와 비슷하기 때문이 다른 대체 연료보다 활용이 더 쉬운 것도 장점이다. 기존의 경유용 엔진에 바이오디젤을 그대로 사용할 수 있고, 저장, 운송 판매 시설까지도 별도의 개조를 하지 않은 상태로 활용이 가능하다. 현재의 경유에 바이오디젤을 5~20% 정도 혼합하면 소비자의 입장에서는 아무런 차이를 느끼지 않고 사용할 수 있다. 그러나 바이오디젤의 생산 과정에서 상당한 양의 추가 에너지가 필

요한 것은 사실이다.

2000~2007년 수송용 바이오에탄올 생산량은 연평균 19% 증가하여 2007년 605억 L에 이르고 있으며 2012년에는 1,493억 L로 증가가 예상되고, 바이오디젤은 같은 기간 연평균 60%씩 증가하여 2007년 102억 L에 달하며 2012년에는 311억 L로 증가가 예상된다. 현재까지 생산되는 바이오에너지는 전 세계적으로 전체 수송연료의 1% 정도를 차지하는 수준이나 2030년에는 최대 5%까지 늘어나게 되고, 수송용 바이오에너지의 수요 증대에 따른 바이오에너지 생산 플랜트 수요 증가로 2030년까지 전 세계 바이오에너지 플랜트 시장 수요는 약 200조원이 될 것으로 전망된다.

2009년 현재 국내에서 바이오디젤은 전체 디젤의 1.5%를 차지하고 있으며, 혼합 비율을 2007년 0.5%를 기준으로 하여 매년 0.5%씩 늘려 2012년에는 3%인 54만kl를 보급할 계획이며, 중장기적으로는 5%대로 끌어 올릴 예정이다. 바이오에탄올의 경우 2006년 바이오에탄올 보급을 위한 실증연구가 시작되었으며 2007년 9월 에탄올 혼합연료의 실차 주행 연구를 착수 하였고, 실제 사용은 2011년 이후에나 가능할 것으로 예상된다.

현재 선진국의 바이오에너지 개발은 농림 부산물을 활용하기 보다는 주산물을 원료로 사용하기 때문에 식량과 에너지의 경합문제가 제기되고 있다. 그럼에도 불구하고 바이오에너지는 재생가능하고 대체에너지의 확보, 환경 개선, 원료 재배농가의 소득창출이라는 긍정적 효과를 지니고 있기 때문에 전 세계적으로 주목을 받고 있다. 그러나 바이오에너지의 생산비가 비싸 경제적 효율성 면에서는 아직 화석연료에 미치지 못하고 있다. 때문에 바이오에너지 선진국들은 사회적 편익을 고려하여 보조금, 세금혜택, 의무구입제도 등 정책적 인센티브를 통해 바이오에너지의 보급을 추진하고 있다.

한편, 바이오에너지 생산을 위한 국가별 노력은 해당 국가의 부존자원과 밀접하게 연관되어 있다. 예를 들어 바이오에탄올의 원료로 미국은 옥수수를, 브라질은 사탕수수를 이용하는 비중이 매우 높고, 독일은 EU국가 중에서 유채씨를 이용해서 바이오디젤을 가장 많이 생산하고 있다. 목재자원이 풍부하여 관련 산업이 발달한 스웨덴과 핀란드는 다른 EU 회원국들과 달리 목재 및 펄프 제지 공정에서 발생하는 바이오매스를 에너지 생산에 많이 이용하고 있다. 우리나라의 바이오에너지 개발 수준은 아직 초기단계에 있다고 할 수 있다. 바이오에탄올은 도입을 위한 검토단계에 있고, 바이오디젤은 2002년 5월부터 4년간의 시범사업을 거쳐 2006년 7월부터 상용화된 상태이다. 그러나 수입 대두유를 주원료로 이용하고 있어 국내의 부존자원 활용이라든가, 농가소득 창출이나 환경문제 해소에 기여하는 정도가 미약한 상태이다.

또한 바이오연료의 원료가 되는 옥수수, 유채, 팜을 대

규모로 경작하는 과정에서 엄청난 양의 물이 소비된다는 것도 문제가 된다. 에너지 공급을 위해 경작이 지나치게 늘어나면 자칫 식수로 사용해야 할 물까지 부족해지는 상황에 이르게 될 수도 있다. 더욱이 원료 작물의 경작에 사용되는 물의 상당한 부분은 자연적인 증발의 과정을 통해 대기 중으로 방출된다. 물이 증발해서 만들어진 수증기도 이산화탄소에 버금가는 온실 효과를 나타낼 뿐만 아니라, 지역의 강수 패턴에도 심각한 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 바이오연료의 원료로 사용하는 작물의 대규모 경작 자체가 환경에 상당한 부담이 될 수 있다는 뜻이다.

그러나 바이오연료의 가장 심각한 문제는 식량이나 사료와의 경쟁이다. 바이오연료의 원료가 되는 작물은 그 자체가 우리의 식량이나 가축의 사료로 사용이 가능한 것이다. 유채와 팥의 경우에는 그 자체를 식용이나 사료용으로 사용하는 경우는 많지 않지만, 그런 작물을 재배하기 위해서는 식용 농작물을 경작해야 할 농경지가 필요하다. 결국 바이오연료의 소비가 늘어나면 그만큼 식량이나 사료로 사용할 수 있는 곡물이나 그런 곡물을 재배할 수 있는 농경지가 줄어들 수밖에 없다.

그런 이유 때문에 발생하는 것이 바로 최근에 가시화되고 있는 애그플레이션 (agflation)이다. 애그플레이션은 농산물의 가격 폭등에 의해 시작되는 심각한 인플레이션을 말한다. 농산물 가격 상승은 단순히 우리의 식생활에만 영향을 미치는 것이 아니다. 옥수수를 비롯한 많은 양의 곡물들이 가축의 사료로 사용되고 있다. 따라서 곡물 가격의 상승은 육류와 유제품의 가격 상승으로 이어진다. 그것으로 끝나는 것도 아니다. 농산물의 가격 폭등은 결국 모든 공산품과 공공요금의 상승으로 이어지게 되고, 궁극적으로 전 세계 경제를 파탄으로 몰아넣는 원인이 될 수 있다.

현재 사용 중인 수송용 바이오연료 곡물원료는 2015년 경 한계에 도달할 것으로 예측되기에 식용원료로부터 바이오연료의 생산은 결과적으로 전반적인 식료품 가격 상승과 식량부족 사태를 초래하므로 생산성과 활용도가 높은 새로운 바이오매스용 소재 식물의 발굴과 개발이 절실히 요구된다.

그렇다면 우리 실정에 맞는 녹색기술에 의한 바이오매스의 효율적인 자원화 방안에는 어떤 것들이 있겠는가. 우리가 주목해야 할 분야는 식량과 경합되지 않는 바이오에너지 원료작물 개발이다. 바이오에너지자원은 재생 가능하고 환경친화적이라는 장점이 있지만 에너지를 얻는 과정에 식용으로 사용되는 곡물을 이용하는 것은 곡물가격 상승이라는 본질적인 문제를 야기한다.

그러므로 고가 (高價)의 곡물위주 바이오에너지 생산 대체원료로서 옥수수, 갈대, 단수수, 양마, 농산부산물 (벼짚, 보릿짚, 옥수수대, 유채대 등) 등 다양한 비식량 바이

오매스작물의 재배와 원료활용에 힘쓸 필요가 있다.

리그노셀룰로오스 기반 바이오매스는 지구상에서 가장 많이 생산되고 순환이 가능한 재생 자원으로 특히 바이오매스 생산성이 높은 초본성 식물의 경우 연간 바이오매스 생산이 가능하고 농지이외의 작물 재배 한계지에서도 생산이 가능하고, 이산화탄소 흡수능이 높아 바이오매스 식물로 각광을 받고 있다.

우리나라의 자연환경은 미생물 다양성이 아주 높고 이러한 미생물을 분리 탐색하는 기술은 이미 세계적인 수준에 도달해 있으므로 많은 신규 미생물로부터 고효율의 리그노셀룰로오스계 바이오매스 분해 효소를 찾아내어 개발할 필요가 있다.

또한 원료확보 차원에서 우리나라는 경작지 면적이 크지 않아 대면적의 바이오매스 작물의 재배에 불리한 국가라고 할 수 있기에, 면적당 바이오매스자원의 밀도를 획기적으로 향상시킬 수 있는 기술이 중요할 것이며, 셀룰로오스계 바이오매스 대량 생산 체계 및 실용화 방안은 현재 진행 중인 4대강유역 개발사업과도 연계하여 시너지 효과를 낼 수 있는 장점이 있다.

국내에서는 수입대두유, 폐식용유 및 일부 국산 유채를 이용한 바이오디젤 생산과 음식물쓰레기를 활용한 메탄가스 생산 등 일부 기술은 상용화 단계에 있지만 바이오연료 등에서는 아직 선진국 대비 기술수준이 77%이고 개발이용이 상대적으로 미흡한 편이다. 이에 따라 바이오에너지 산업분야별 중소기업의 도전영역을 설정, 선택과 집중전략이 필요하다는 지적이다.

기술발전과 효율성 증진 (바이오매스 단수 증가와 바이오매스에서 생산할 수 있는 바이오연료의 양 증가)이 이루어지면 경제적 비용과 환경에 미치는 영향이 점차 줄어들 것이다. 바이오연료의 미래를 결정하는 수익성은 몇 가지 상호 연관된 요인들의 영향을 받는데 가장 중요한 변수는 국제원유 가격이다.

경지면적이라는 제한 때문에 세계 에너지 공급 부문에서 바이오연료가 차지하는 비중은 일정 수준을 넘기 어려울 것이다. 이러한 한계를 극복하기 위해서는 새로운 기술의 개발이 필수적이다. 광범위하게 사용되는 셀룰로오스계 바이오매스를 이용한 경제적인 바이오연료 개발이 상용화된다면 바이오연료의 비중은 현재보다 높아질 것이다.

우리나라의 경우 에너지 소비 양상을 볼 때 바이오연료의 파급효과가 적지 않으며, 차세대 원료를 바탕으로 한 바이오연료 시장의 잠재력이 매우 크다는 점을 감안한다면 보다 적극적인 바이오연료 정책이 필요하다.

농촌진흥청에서는 국내 바이오에너지 관련 생산기술 R&D 수준을 2007년 40~75%에서 2020년 90% 이상 달성하여 2013년까지 수송용 바이오에너지, 바이오가스, 펠릿 및 바이오오일 등 관련 연료작물 개발 90%와 생산 공정

기술 40% 수준이상 확립에 노력할 것이다. 농림수산물 부에서도 바이오디젤 보급 단기목표로 2012년에 54만 kl를 보급할 계획이며, 여기에 필요한 원료를 확보하고자 2011년에 45천 ha 규모의 동절기 유채 재배를 계획하고 있다.

바이오에너지 국내외 기술동향

미국은 바이오에너지의 주원료가 옥수수이며 최근 고구마로 검토 중이며, 에탄올 생산량은 '90년대에 34억 L에서 '07년에는 250억 L까지 증가하였고, 비식용 셀룰로오스계 작물을 이용한 에탄올 생산을 추진하기 위해 저가의 셀룰라아제 생산기술, 전처리, 고효율 미생물 개발에 주력하고 있다. 또한 식물, 해조류를 이용한 열분해, 고압의 수소화 등으로 고체 바이오매스 연료에서 직접적으로 바이오연료를 생산하는 기술을 개발 중이다.

브라질은 세계에서 바이오에탄올 상용화율이 가장 높은 브라질은 사탕수수를 주원료로 바이오에탄올을 연간 245억 L를 생산하며 미국에 이어 세계 제2위 수준이다. 1980년대부터 브라질내 절반 이상의 차량이 95% 에탄올(E95)로 운행되며, 현재 브라질 내 가변연료차량(FFV)이 전체 차량의 50% 이상이고, 25% 이상의 무수에탄올 배합을 의무화하고 있다.

일본은 Cool Earth를 기치로 바이오매스 일본 종합전략을 수립하여 다양한 종류의 바이오매스를 이용한 친환경 에너지 기술을 개발하고 있으며, 300개 지역에 바이오매스 타운 건설 계획 공표하고 곡물이용보다는 자원형, 폐기물 등 이용한 바이오에너지 생산 및 해외 plantation을 통한 에너지 작물 확보 및 생산기술 개발 연구에 박차를 가하고 있다.

중국은 옥수수, 밀, 카사바, 고구마를 이용해 바이오에탄올을 생산하고 있는데, 생산량이 '03년에 28백만L에서 '07년 1,840백만L로 급속히 증가하는 추세이다.

독일은 초본계, 목질계 및 폐기물 이용한 다양한 바이오에너지 생산 연구를 추진하고 있으며, 특히 유채를 중심으로 하는 바이오디젤 생산 체제 구축 및 바이오디젤용 다수성 유채 품종 개발 연구는 세계적인 수준이며, 2010년까지 총에너지 소비의 약 9% 수준의 바이오에너지 공급 확대를 위한 연구개발과 기술보급에 총력을 기울이고 있다.

유럽은 억새, 스위치그래스, 코드그래스, 코끼리 풀 등 섬유질계 바이오에너지용 원료작물 품종개발 및 육종기술 개발과 생산, 수거 시스템 개발을 통해 가격 경쟁력 있는 원료 확보에 주력하고 있는데, 특히 1934년부터 일본 등 동아시아에서 억새 유전자원을 수집하여 고생산성 C4 비식량 바이오에너지 자원으로 'LOTTUM' 등 3배체 개량억새 (*Miscanthus X giganteus*)를 다수 육성하였다.

Cellulosic 바이오매스로부터 바이오에탄올을 생산하는 분야에서 애로 기술은 ①저가의 셀룰라아제 생산 기술 ②셀룰로오스 등의 분리를 위한 전처리 ③고효율 발효 미생물 개발 등이다. 이러한 애로 기술 가운데 저가의 셀룰라아제 생산 기술은 미국의 효소 전문회사인 Genencor Inc와 덴마크 Novozymes Inc에서 미국 에너지성의 연구비 지원을 받아 셀룰라아제 생산비용을 기존대비 1/10이하로 낮추는데 성공하였다.

미국의 환경보호국 (Environmental Protection Agency, EPA)은 당류, 셀룰로오스와 같은 바이오매스로부터 바이오부탄올을 생산하는 방법을 개발코자 오하이오대학과 The Consortium for Plant Biotechnology Reserach project, CPBR)을 수행한 결과 부탄올 생산을 위한 2단계 발효공정 (1단계는 butyric acid bacterium가 glucose와 xylose를 부티르산으로 전환시키고, 2단계 바이오반응기에서 *Clostridium tyrobutyricum*에 의해서 부티르산을 부탄올로 전환)을 연구하였다.

수송용 바이오에너지 가운데 국내 에서 상용화가 가장 빠른 바이오디젤 (세부기술인 전처리, 전환기술, 물성향상)이 74%로 가장 높은 수준이었고, 에너지용으로는 현재 실증연구 중이나, 주정생산으로 이미 기술이 상용화된 바이오에탄올 (세부기술인 전처리/당화, 발효기술, 정제기술)은 65%로 비교적 높은 수준으로 나타났다.

차세대 바이오연료로 연구되고 있는 바이오부탄올과 BtL (Biomass to Liquid) 연료에 대하여는 바이오부탄올은 미국이, BtL은 유럽을 중심으로 상용화를 추진 중에 있는 기술로 선진국을 100%로 비교해볼 때 국내 기술수준은 43%로 초반의 기술수준을 보이고 있으며, 국내의 경우 실증실 수준이거나 저용량 pilot plant에 머물고 있다.

국내에서 바이오디젤의 원료인 기름작물 (유채)과 바이오에탄올의 원료인 전분작물 (보리, 밀, 옥수수, 고구마 등)의 품종개량, 최대생산 기술 등은 선진국과 대등하며, 비식량 cellulosic 바이오매스 작물인 초본류 (억새, 갈대, 부들, 대마, 모시 등)은 일부는 품종개량이 이루어졌지만 아직은 자원수집 및 원료작물로서의 특성 평가 중에 있다.

전분을 원료로 한 바이오에탄올 생산 공정은 이미 세계적인 수준이나 cellulosic계인 바이오매스 작물 및 농림부산물 (벼짚, 보릿짚, 옥수수대 등)을 원료로한 바이오에탄올 생산 공정은 현재 전처리, 당화 및 발효에 필요한 원천기술을 개발 중이며, 실험실내에서 소규모 pilot plant를 운전 중에 있다.

바이오에너지 기술은 2000년대 중반 급격히 논문 발표가 증가하여 2000년대 후반에는 1500편 이상의 SCI급 논문이 발표되고 있다.

바이오에너지 기술은 미국, 중국, 일본, 브라질, 인도의 논문 발표가 활발히 진행되었으며 한국의 경우 157편의

표 1 국내 바이오에너지 원료 및 생산 공정기술 개발 수준

	종류	기술수준	비교
바이오매스 작물	품종개량	60%	벼, 맥류, 유채 등의 작물 육종기술은 확보
	유전자발굴	90%	환경내성 및 생산성 증대 유전자 발굴
	형질전환	60%	벼, 유채, 포플라 형질전환 기술 확보
바이오매스 활용	효소발굴 및 개량	90%	미생물유전체, 메타게놈 기술 확보
	재조합 생산	80%	다양한 발현시스템의 체계적 통합 및 활용 필요
	당화기술	60%	성뮤질계 당화기술 경험 부족
	발효기술	90%	발효기술 확보
	바이오연료 정제	80%	주정 정제 경험 보유

자료 : 농림수산 바이오매스 활용계획, 2009

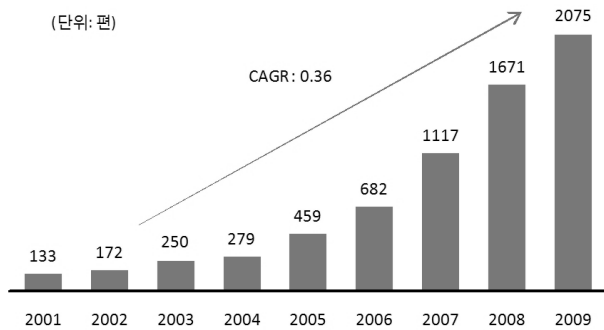


그림 1. 바이오에너지 기술의 연도별 논문 발표 현황 (특허청, 2009)

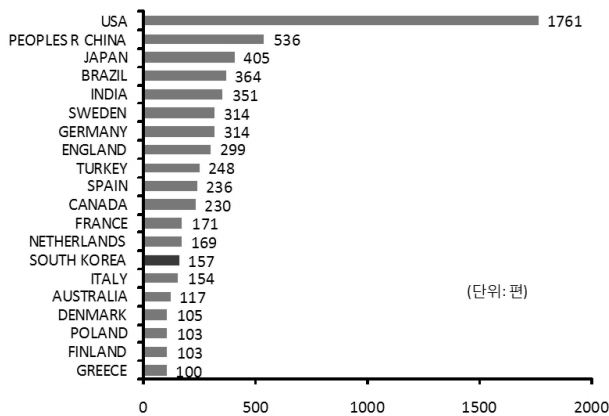


그림 2. 바이오에너지 기술의 국가별 논문 발표 현황 (특허청, 2009)

논문발표로 총 7,133편의 논문 중 약 2.2%의 논문을 발표하였다.

바이오에너지 기술 관련 논문은 미국 농무성, 중국 과학대학, 인도 기술 연구소 등의 논문 발표가 활발하였다.

바이오에너지 기술 관련 특허는 2001년부터 특허출원이 나오기 시작하였으며, 2009년 현재 386건의 특허가 출원되었다.

바이오에너지 기술 특허는 대부분 많은 기관에서 한건 이상씩 특허를 출원하였고, 브라질과 일본 TOYOTA, SONY 등에서 출원되었으며 대부분 바이오연료 회사에

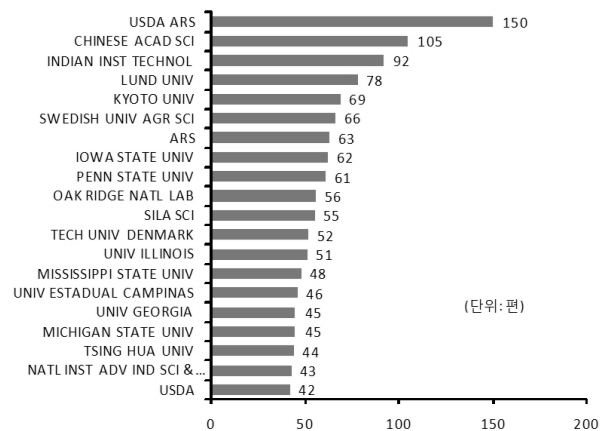


그림 3. 바이오에너지 기술의 기관별 논문 발표 현황 (특허청, 2009)

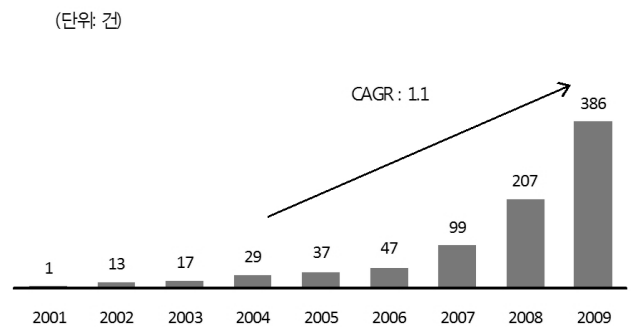


그림 4. 바이오에너지 기술의 연도별 특허출원 현황 (특허청, 2009)
주) 2008년 이후 출원된 특허수는 아직 공개되지 않은 특허 때문에 증가할 수 있음

서 특허 출원하였다.

바이오에너지 기술 관련 특허를 가장 많이 출원한 국가는 미국이며, 일본에서 출원이 증가하였고, 한국은 19건 (2.2%)의 특허를 출원하여 5위에 랭크되었다.

바이오에너지 기술 관련 특허는 미국에 가장 많은 398건의 특허가 출원되었으며 전체 특허의 약 47.6%를 차지한 것으로 볼 때, 미국과 유럽에 바이오에너지 시장이 활성화 되어있는 것으로 분석되었다.

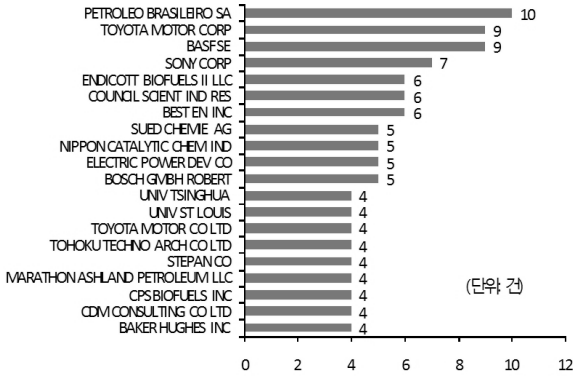


그림 5. 바이오에너지 기술의 기관별 특허출원 현황 (특허청 2009)

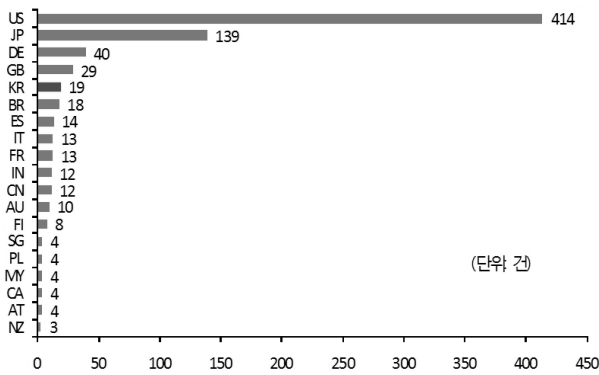


그림 6. 바이오에너지 기술의 국가별 특허출원 현황 (특허청 2009)

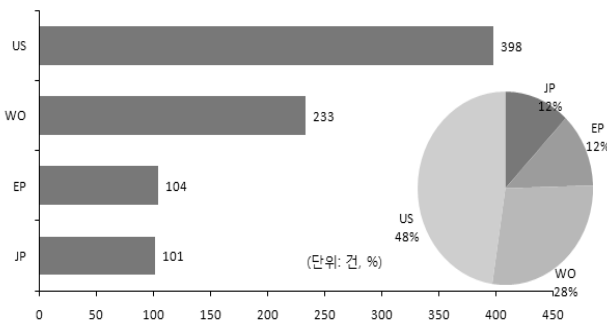


그림 7. 바이오에너지 기술의 국가별 특허출원 현황 (특허청 2009) 주) 패밀리특허를 모두 포함한 데이터

바이오에너지 기술의 특허를 특허지형도로 나타내면 바이오매스를 이용한 바이오에너지전환기술, 이산화탄소 포집을 위한 연소 장치 제반기술, 해양조류를 이용한 바이오에너지 기술, 미생물 발효공정을 이용한 바이오에너지 분야에 특허 출원이 활발하다.

바이오에너지 소재의 특허출원과 논문발표 현황을 국가별로 랭크하면 미국과 독일, 일본의 경우 가장 특허출원과 논문발표가 활발한 것으로 분석되었고, 한국의 경우 바이오에너지 소재 관련 특허출원이 논문 발표보다 활발히 진행되고 있으며, 브라질, 영국, 스페인도 상위권

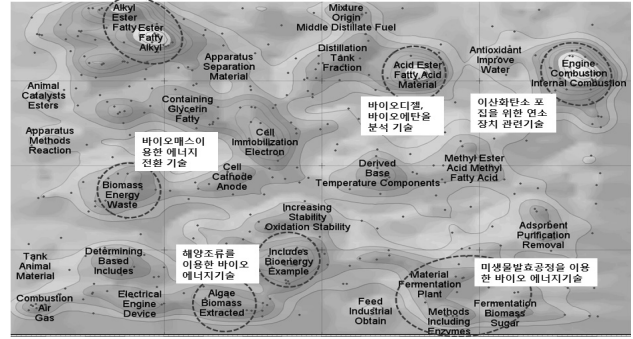


그림 8. 바이오에너지 기술의 Landscape 분석 (특허청 2009) 주) Thomson Reuters 社 Aureka 9.2의 Thememap 기능 활용

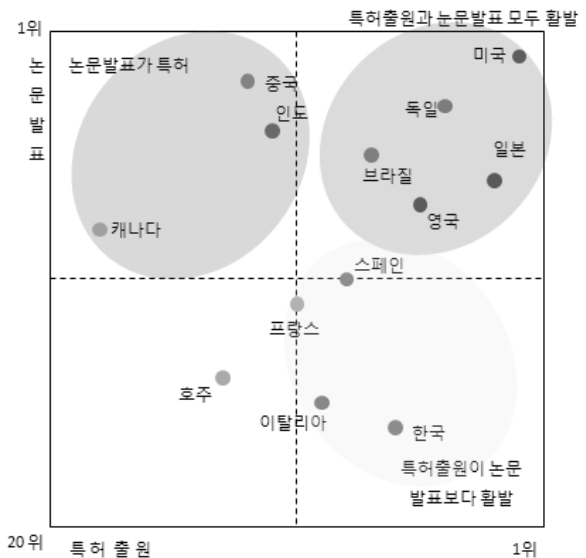


그림 9. 바이오에너지 관련 기술의 국가별 특허 및 논문 분야 위치 분석 (특허청 2009)

에 랭크되어 바이오에너지 관련 기술 개발이 활발히 진행되었다. 캐나다, 중국, 인도의 경우 논문발표가 특허출원보다 활발히 진행되고 있는 경향이였다.

바이오에너지 기술은 매년 재생산이 가능한 자원이라는 점과 원료작물 생산에 재배되는 최적품종을 개발할 수 있는 기술이나 인프라가 갖추어져 있고, 정부의 녹색 기술을 바탕으로 저탄소 녹색성장 정책의 강력한 추진을 바탕으로 에너지 자급률 제고 및 농작물 수요 증가를 통한 새로운 농가소득창출에 기회가 될 수 있다. 한편 바이오에너지 원료작물의 생산에 필요한 재배면적이 늘어나면서 대규모의 경작지가 특정 작물로 편중됨에 따라 산림훼손이나 생태계의 교란의 우려가 상존한다. 식량작물 위주의 바이오에너지 원료사용과 바이오매스 자원의 생산으로 식량작물과의 경합이 원인이 되어 식량수급의 불균형을 초래하여 곡물가격의 폭등이나 저개발국의 기아를 심화시킬 수 있다.

표 2 바이오에너지 분야 SWOT 분석

SWOT 전략	사업성공을 위한 필요요소
SO (강점과 기회)	<ul style="list-style-type: none"> · 바이오매스 자원의 다양화와 연료의 안정적 공급을 위한 최적 품종 개발과 작부체계 확립(강점) · 고집적 BT 기술 이용 고효율 바이오원료 생산 및 바이오연료 산업의 원천기술 확보(기회) · 다양한 분야 농업전문가 확보(강점) · 정부의 녹색기술을 바탕으로 저탄소 녹색성장 정책의 강력한 추진 (기회) · 에너지 자급률 제고 및 농작물 수요 증가를 통한 새로운 농가 소득 창출(기회)
ST (강점과 위협)	<ul style="list-style-type: none"> · 화석연료 대체 에너지 필요성 대두(강점) · 식량작물 위주의 바이오에너지 원료사용에 따른 식량수급 불 균형 초래 및 낮은 식량자급률(위협) · 산림훼손, 작부체계 변화 등 생태계 교란 우려(위협) · 지구온난화로 인한 기상재해 빈발(위협) · BT기술 이용 바이오연료 GMO작물 생산에 따른 재배환경의 안정성 문제 대두(위협)
WO (약점과 기회)	<ul style="list-style-type: none"> · 시장요구에 부응하는 정교한 바이오에너지 생산 기술의 취약(약점) · 원료의 수확, 수집, 운반, 저장 등의 체계적인 기술개발이 미흡(약점) · 저비용, 고효율 바이오연료 생산 공정기술 개발 투자 미흡(약점) · 유희지 및 겨울철 토지 이용도 미흡으로 활용도 제고(기회) · 비식량 셀룰로오스계 바이오매스 자원 활용 비중이 낮음으로 연구 필요성 대두(기회)
WT (약점과 위협)	<ul style="list-style-type: none"> · 원료수급의 안정적 확보에 어려움이 많고 원료 생산에 많은 경지가 필요(약점) · 제한된 국토 면적으로 탄소시장에서의 국내기업의 탄소배출권 거래 실적이 저조할 우려 있음(약점) · 고비용 저활용성의 바이오매스 자원이 많음(약점) · 한정된 바이오매스 자원 활용의 경쟁이 초래될 수 있음(위협)

바이오디젤의 개요 및 주요 물질

식물성 유지를 차량연료로 사용하려는 개념은 이미 100년 이전에 루돌프 디젤 (Rudolf Diesel)박사에 의해 선보였으나, 석유산업의 출현과 대량생산 체계의 확립 등을 통해 품질 좋은 경유가 대량 유통되면서 가격 경쟁력에서 밀려 식물성유지의 연료사용은 급감하였다.

그러다 1973년 오일쇼크 이후, 오스트리아에서 식물유를 디젤연료로 사용할 수 없을까 하여 처음으로 검토되었다. 그 후 1991년 오스트리아규격협회에 의해 세계 최초로 바이오디젤 연료의 규격이 발표되기에 이르렀다. 그 후 프랑스, 독일, 체코 등에서도 바이오디젤 연료의 기술적 사양, 품질기준이 발표되었는데, 여기서 바이오디젤이라고 하는 것은 지방산메틸에스테르 (또는 FAME : Fatty Acid Methyl Ester)로 규격화되었다.

바이오디젤은 식물성 油脂 (쌀겨, 폐식용유, 대두유, 유채유 등)와 알코올을 반응시켜 만든 脂肪酸 메틸에스테르 (fatty acid methyl esters)로서 순도가 95% 이상인 것을 말한다. 바이오디젤 혼합유 (이하 “BD20”이라 함)라 함은 석유제품인 자동차용 경유 (이하 “경유”라 함) 80%와 바이오디젤 20%를 혼합하여, 경유를 대체하여 사용할 수 있는 연료를 말한다 (산업자원부 고시 제2002-54호).

바이오디젤은 대두유와 같은 식물성 기름, 사용한 식용유, 동물성 지방 등을 화학적인 전환을 통해 생산한 청정연소가 가능한 석유계 디젤의 대체 연료이다. 이러한 점에서 바이오디젤은 유기물로 만들어진다는 점을 제외

하면 석유정제를 통해 생산되는 경유와 크게 다르지 않지만 바이오디젤은 11% (무게기준)의 산소를 함유하며, 황성분과 아로마틱 탄화수소 (aromatic hydrocarbon)를 포함하고 있지 않다 (OECD/IEA, Bus Systems for the Future : Achieving Sustainable Transport Worldwide, 2002, p80). 동시에 환경적으로 안전한 생물분해성 연료로서 기존의 석유에서 추출되는 경유에 비해 생산 시 대기오염이 현저히 낮은 상태인 것으로 알려져 있으며, 황산화물도 20% 정도 절감되는 것으로 보고되고 있다.

바이오디젤의 원료는 모든 유지식물 또는 동물성 지방으로 바이오디젤용 식물성 유지는 각국의 주요 산물이나 지역특성에 따라 결정된다. 유럽은 주로 겨울에는 유채, 여름에는 해바라기를 사용하며 미국, 브라질은 대두, 말레이시아는 팜유를 사용한다. 현재까지는 바이오디젤용 유지는 대부분이 유채이며 (75% 이상), 이는 유럽이 바이오디젤 정책에 선도에 있다는 것을 의미하며 동시에 바이오디젤의 보급을 지속적으로 확대시키기 위해서는 원료를 확보하는 정책이 매우 중요함을 암시해주는 것이다.

바이오디젤 생산 반응은 가역반응이고 부산물로서 글리세린이 생성된다. 반응에 사용되는 알코올은 모든 종류의 알코올 사용이 가능하지만 경제적 요인 때문에 가장 저렴한 메탄올이 주로 사용된다. 이러한 바이오디젤의 반응특성 때문에 생산한 바이오디젤은 다양한 불순물 (미 반응 기름, 알코올, 촉매 및 글리세린)이 포함될 수 있다. 이러한 불순물이 미량 포함되어 있어도 첨단 디젤

엔진에서 연료로 사용 시 큰 문제를 발생할 수 있으므로 엄격한 품질 기준이 요구된다. 또한 원료로 사용되는 식물성기름은 다양한 조성을 가져 그로부터 생산한 바이오디젤도 각각 다른 조성을 가지며 그 결과 다른 물리적 특성을 갖는다. 이러한 물리적 특성의 차이는 각각 다른 연료 성능을 나타내므로 차량연료로 사용 시 주의가 필요하다.

바이오 디젤의 혼합 정도에 따라 BD-5 (5% 혼합), BD-20 (20% 혼합), BD-30 (30% 혼합), BD-100 (순 바이오 디젤)로 제품이 나누어진다. 독일에서는 BD-100이 시중에 시판돼 대량 보급되는 등 보편화돼 있다. 프랑스는 공공기관의 바이오 디젤 사용을 의무화할 정도로 정부가 적극 지원에 나서고 있다. 현재 우리나라에서 바이오 디젤 (20%)와 경유 (80%)를 혼합한 BD-20의 시범보급사업을 추진 중이다.

바이오디젤 품질의 경우 국내에서는 차량에 장착되는 디젤엔진이 첨단 고압 분사 방식인 CRDI (Common Driect Rail Injection) 분사장치를 채택함에 따라 더욱 문제가 되고 있다. 국내에서 생산되는 바이오디젤은 주로 대두 (수입 콩) 기름을 주원료로 하고 있다. 대두를 원료로 한 바이오디젤은 유채나 팜의 식물성기름으로부터 생산한 바이오디젤에 비해 산화안정성이 낮다. 산화안정성이 낮은 바이오디젤을 차량연료로 사용할 경우 침전물과 유기산의 생성으로 연료계 필터의 막힘 현상 또는 연료계 부품의 부식 문제가 발생할 수 있다. 따라서 품질 기준에 맞는 산화안정성을 확보하기 위해 첨가제의 투여가 필요하다. 유럽에서는 유럽 바이오디젤 품질기준인 EN14214를 충족하는 바이오디젤에 대해서도 차량의 경우 5% 이내 혼합에 대해서만 수리 보증을 하도록 규정하고 있다.

바이오디젤의 보급을 늘리기 위해서는 정유사에서 보급하는 경유 중 바이오디젤 함량을 5%까지 단계적으로 높여갈 필요가 있다. 또한 CRDI 연료분사 장치가 채택되지 않은 디젤엔진의 경우 차량의 정비가 원활하게 이루어지고 있는 지자체 및 운수업체들의 대형 디젤 차량과 중저속으로 운전되는 기관차, 선박, 농기계 등은 BD20의 사용을 적극적으로 추진할 필요가 있다.

바이오디젤의 수송연료로 사용 시 문제가 되는 주요 물성에는 필터막힘점 (Cold Filter Plugging Point, CFPP, 저

온유동성)이 있는데, 필터막힘점은 연료 중 왁스 성분이 고형화되어 연료필터를 막기 시작하는 온도이다. 일반적으로 바이오디젤은 경유에 비해 CFPP가 높아 겨울철 사용에 특히 취약한 문제가 있다. 이러한 바이오디젤의 CFPP는 바이오디젤 생산에 사용한 원료에 따라 달라지며 유채의 경우 -20℃로 가장 우수하지만 팜유의 경우 12℃로 매우 열악하다.

출력의 경우, 순수한 바이오디젤의 잠재 발열량은 생산에 사용된 원료에 따라 달라지며 경유에 비해 1~10% 가량 낮다. 따라서 일반경유에 바이오디젤을 혼합하면 혼합비에 따라 연료의 에너지 함량도 비례하여 낮아지게 된다. 그러나 바이오디젤의 사용에 따른 출력저하 문제가 바이오디젤의 낮은 열량 때문인지 아니면 사용 바이오디젤의 낮은 품질에 의한 연료 필터 오염문제 때문인지 구별할 필요는 있다.

바이오디젤의 순도는 바이오디젤 보급을 확대하는데 중요한 문제이다. 저품질의 바이오디젤을 연료로 사용할 경우, 연료 필터 막힘 등의 문제가 발생한다. 특히 바이오디젤 생산 부산물인 글리세린은 미량 포함되어 있어도 연료 필터 막힘을 유발하므로 특히 품질 기준 이하로 유지하는 것이 좋다.

저장안정성은 산화안정성을 의미하며 이러한 안정성은 노출온도에 따라 달라지며 온도가 높아질 경우 급속하게 낮아진다. 저장 안정성이 낮은 바이오디젤을 연료로 사용할 경우 유기산이 생성되어 연료계 부품의 부식 문제를 야기한다. 식물성 기름으로부터 생산되는 바이오디젤은 다양한 지방산이 포함되어 있으며 이들의 일부는 산화에 안정성이 높은 포화지방산인데 비해 다른 성분은 안정성이 낮은 불포화지방산이다.

현재 국내 바이오디젤 품질 기준에서는 유럽의 가속

표 3 주요 바이오디젤의 저온유동성

바이오디젤 (메탄올 사용 생산)	필터 막힘 점, °C
유채 바이오디젤	-20
대두 바이오디젤	-3
팜 바이오디젤	12

자료 : 산업자원부 연구보고서 (2007)

표 4 바이오디젤의 주요성분 지방산 및 산화 안정성

	성분	산화안정성
포화지방산	Palmitic acid (C 16:0)	매우안정
	Stearic acid (C 18:0)	
	Oleic acid (C 18:1)	안정
불포화지방산	Linoleic acid (C 18:2)	불안정
	Linolenic acid (C 18:2)	매우 불안정

자료 : 산업자원부 연구보고서 (2007)

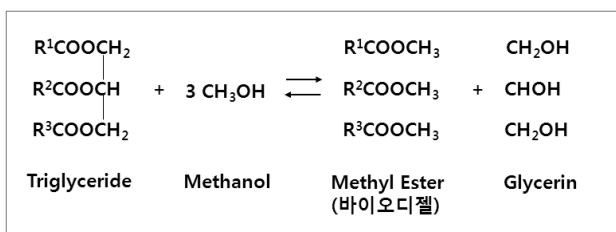


그림 10. 바이오디젤 합성 트랜스에스테르 반응

노화 실험 조건을 준용하였을 때 6시간 이상을 가져야 하는 것으로 규정하고 있다. 이러한 품질 기준은 자동차에 대해 마련된 것으로 중저속으로 운전되는 기관차, 선박, 농기계 등에 대한 유효성 여부에 대한 검증 연구가 필요하다.

유효성의 경우, 일반 디젤연료의 유효성을 높이기 위해 1% 이하의 첨가제를 사용하고 있다. 이러한 유효 첨가제는 초 저유황의 경우 유효성이 더욱 낮아 펌프 및 분사 장치의 마모를 촉진하므로 유효성 향상 첨가제의 적용이 더욱 필요하다.

바이오디젤 원료작물의 기름 및 지방산 특성

바이오디젤의 원료가 되는 식물의 지방산은 대륙이나 기후대별로 다양하게 분포되어 있으며, 종 (Species, 種)에 따라 그 조성이 다양하고, 조성의 다양성은 탄소사슬 길이, 이중결합의 수, 이중결합의 위치와 배열에 따라 결정되어진다.

지방산은 크게 이중결합이 없는 포화지방산 (saturated fatty acid)과 이중결합이 있는 불포화지방산 (unsaturated fatty acid)으로 나뉜다. 포화지방산은 탄소수가 증가함에 따라 물에 녹기 어려우며, 녹는점은 탄소수의 증가에 따라 상승하는 경향이 있다. 포화지방산 중에서 천연유지에 가장 많이 존재하는 것은 stearic acid (18:0)와 palmitic acid (16:0)이다. 또 최근에는 어떤 해산물 유지에서 탄소수가 홀수 개인 C₁₅, C₁₇, C₁₉, C₂₁ 등의 포화지방산들이 발견되고 있다.

탄소와 탄소가 연속적으로 결합되며 말단 탄소원자에는 카르복시기 (-COOH)가 결합되어 있으며, 포화지방산 (saturated fatty acids, SFA)은 탄소간의 결합이 단일결합만으로 구성한다.

표 5 주요 바이오디젤의 산화 안정성

바이오디젤	산화 안정성, 시간
유채 바이오디젤	7
대두 바이오디젤	4
팜 바이오디젤	11
국내 바이오디젤 품질 기준	6 이상

자료 : 산업자원부 연구보고서 (2007)

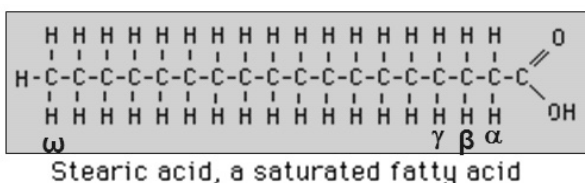


그림 11. Stearic acid 분자구조

자연계에 존재하는 불포화지방산은 거의 모두가 이중결합을 가진 것이며 매우 드물게 삼중결합 (triple bond)을 가진 것도 발견됨, 분자 중에 이중결합이 1개에서부터 5개 또는 그 이상 있는 것도 발견 된다. 불포화지방산 중 대표적인 oleic acid는 탄소수가 18개이며 9번 탄소에 이중결합을 한 개 가지고 있다. 지방산 분자 중에 이중결합이 하나 있을 때마다 cis형과 trans형의 두 개의 입체 이성질체 (geometrical isomers)가 존재할 수 있다. 예를 들면 oleic acid는 cis형이고 elaidic acid는 trans형이다.

Linoleic acid는 탄소수가 18개이며 9, 12의 위치에 2개의 이중결합이 있으며, linolenic acid는 역시 탄소수가 18개이며 9, 12, 15의 위치에 3개의 이중결합이 있다. Arichidonic acid는 탄소수가 20개이며 5, 8, 11, 14의 위치에 이중결합이 4개 있다. 이상의 linoleic, linolenic, arachidonic acid의 이중결합은 oleic acid의 경우와 마찬가지로 모두 cis형이다. 천연에 존재하는 불포화지방산은 안정한 trans형이 아니고 대부분 불안정한 cis형이다. 그러나 마가린, 쇼트닝과 같은 천연유지를 수소 첨가시킨 제품은 그의 제조 중 일부가 trans형으로 전환되어 trans형의 지방산을 함유한다. 일반적으로 trans형 지방산의 녹는점은 cis형 보다 높다.

표 6 포화 지방산의 표기 및 분자량

학술명	일반명	일반 표기	분자량	융점 (°C)
Butanoic acid	Butyric acid	4:0	88.1	-7.9
Pentanoic	Valeric	5:0		
Hexanoic	Caproic	6:0	116.1	-3.4
Octanoic	Caprylic	8:0	144.2	16.7
Nonanoic	Pelargonic	9:0	158.2	
Decanoic	Capric	10:0	172.3	31.6
Dodecanoic	Lauric	12:0	200.3	44.2
Tetradecanoic	Myristic	14:0	228.4	53.9
Hexadecanoic	Palmitic	16:0	256.4	63.1
Heptadecanoic	Margaric(daturic)	17:0	270.4	61.3
Octadecanoic	Stearic	18:0	284.4	69.6
Eicosanoic	Arachidic	20:0	412.5	75.3
Docosanoic	Behenic	22:0	340.5	79.9
Tetracosanoic	Lignoceric	24:0	368.6	84.2
Hexacosanoic	Cerotic	26:0	396.7	
Heptacosanoic	Carboceric	27:0	410.7	
Octacosanoic	Montanic	28:0	424.8	
Triacosanoic	Melissic	30:0	452.9	
Dotriacontanoic	Lanceroic	32:0	481.0	
Tritriacontanoic	Ceromelissic(psylic)	33:0	495.0	
tetratriacontanoic	Geddic	34:0	509.1	
Pentatriacontanoic	Ceroplastic	35:0	423.1	

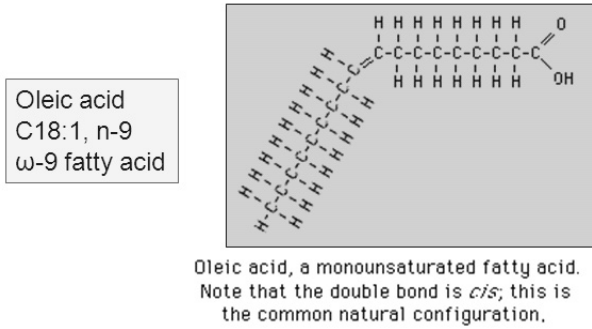


그림 12. 단일불포화지방산인 oleic acid 분자구조

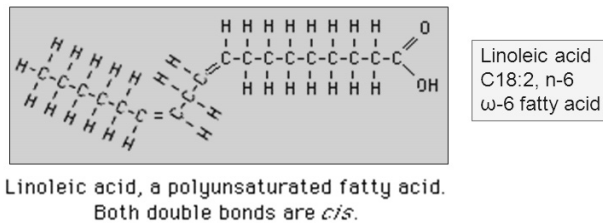


그림 13. 다중불포화지방산인 linoleic acid 분자구조

한편, 이중결합을 2개 이상 가진 지방산들은 모두 안정한 공액형 이중결합 (conjugated double bond)을 하고 있지 않고, 독립형 이중결합 (isolated double bond), 즉 비공액형 이중 결합 (nonconjugated double bond)을 하고 있는 점도 주목할 만하다. 그러나 eleostearic acid (9, 11, 13-octadecatrienoic acid)와 licanic acid (4-keto-9, 11, 13-octadecatrienoic acid)의 이중결합은 공액형 이중결합으로 되어 있다.

단일불포화지방산 (monounsaturated fatty acids, MUFA)은 이중결합이 한 개 존재 하고, 다중불포화지방산 (polyunsaturated fatty acids, PUFA): 이중결합이 두 개 이상 이 있는 것을 말하며 탄소의 수, 이중결합의 수와 위치는 지방산의 물리화학적 성질을 결정한다.

자연계에 존재하는 식물 지방은 글리세롤 (Glycerol)의 세 에스테르 위치에 지방산이 결합되어 있는 트리글리세롤 (Triacylglycerol)로 존재한다. 글리세롤의 제1탄소 (sn-1-position)와 제3탄소 (sn-3-position)의 위치에는 포화지방산이 위치하며, 제2탄소 (sn-2-position)의 위치에 불포화지방산이 위치하는 것으로 알려져 있다. 포화지방산과 불포화지방산은 탄소사슬길기와 이중결합수에 따라 각 각의 화학적·물리적 특성이 결정되어진다. 따라서 식물 종마다 갖는 특이적 지방산 조성으로 인하여 종 특이적 기름의 물성 (物性)이 다르고, 이로 인하여 바이오디젤의 물성 (物性)이 결정되어 진다.

트리글리세라이드 (triglyceride)에 메칠을 촉매로 첨가하여 메칠에스터화 반응을 거치면 지방산의 종류에 따라 융점이 달라지는데 oleic acid의 경우 메칠에스터화 반응이

표 7 단일 불포화 지방산의 표기 및 분자량

학술명	일반명	일반표기	분자량	융점
cis-4-decenoic acid	Obtusilic acid	10:1(n-6)	170.3	
cis-9-decenoic	Caprolic	10:1(n-1)	170.3	
cis-5-lauroic	Laurolic	12:1(n-7)	198.4	
cis-4-dodecenoic	Linderic	12:1(n-8)	198.4	
cis-9-tetradecenoic	Myrisroleic	14:1(n-5)	226.4	
cis-5-tetradecenoic	Physeteric	14:1(n-9)	226.4	
cis-4-tetradecenoic	Tsuzuic	14:1(n-10)	226.4	
cis-9-hexadecenoic	Palmitoleic	16:1(n-7)	254.4	0.5
cis-6-octadecenoic	Petroselinic	18:1(n-12)	282.4	30.0
cis-9-octadecenoic	Oleic	18:1(n-9)	282.4	16.2
cis-11-octadecenoic	Vaccenic(asclepic)	18:1(n-7)	282.4	39.0
cis-9-eicosenoic	Gadoleic	20:1(n-11)	310.5	25.0
cis-11-eicosenoic	Gondoic	20:1(n-9)	310.5	
cis-11-docosenoic	Cetoleic	22:1(n-11)	338.6	
cis-11-docosenoic	Erucic	22:1(n-9)	338.6	33.4
cis-15-tetracosenoic	Nervonic	24:1(n-9)	366.6	39.0

표 8 다중 불포화 지방산의 표기 및 분자량

체계적 명명	일반명	일반표기	분자량	융점
9,12-octadecadienoic	Linoleic	18:2(n-6)	280.4	-5.0
6,9,12-octadecadienoic	γ-linolenic	18:3(n-6)	278.4	-
8,11,14-eicosatrienoic	dihomo-γ-linolenic	20:3(n-6)	306.5	-
5,8,11,14-eicosatetraenoic	Arachidonic	20:4(n-6)	304.5	-50.0
7,10,13,16-docosatetraenoic	-	22:4(n-6)	332.6	-
4,7,10,13,16-docosapentaenoic	-	22:5(n-6)	330.6	-
9,12,15-octadecatrienoic	α-linolenic	18:3(n-3)	278.4	-11.0
6,9,12,15-octadecatraenoic	Stearidonic	18:4(n-3)	276.4	-57.0
8,11,14,17-eicosatetraenoic	-	20:4(n-3)	304.5	-
5,8,11,14,17-eicosapentaenoic	EPA	20:5(n-3)	302.5	-54.0
7,10,13,16,19-docosapentaenoic	DPA	22:5(n-3)	330.6	-
4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic	DHA	22:6(n-3)	328.6	-44.0
5,8,11-eicosatrienoic	Mead acid	20:3(n-9)	306.6	-

전에는 융점이 상온 (16.3°C)이지만 에스테르화반응 이후에는 -19.9°C로 융점이 낮아진다. 식물성기름으로부터 바이오디젤을 생산할 때 아주 중요한 요소가 되는데 온대지방에서 BD100을 사용할 경우 팜유는 융점이 상온인 5.2°C가 되어 온대지방에서 겨울철 기온이 영하로 내려갈 때 기름이 굳어져 엔진에 분사가 되지 않으므로 굳지 않도록 첨가제를 사용해야 한다. 따라서 oleic acid가 많이 함유된 지방산조성을 갖는 기름작물이 유리하다.

요오드화지수 (Iodine value; IV)는 지질 (lipid) 내의 불포화도의 척도로서, 지방100g에 첨가되어지는 요오드 (Iodine)

표 9 지방산과 지방산 메칠에스터에 대한 융점, 끓는점 및 구조식

지방산명	탄소수 이중결합수	화학적 구조	지방산		메칠에스터	
			융점 (°C)	끓는점 (°C)	융점 (°C)	끓는점 (°C)
Caprylic	C8	CH ₃ (CH ₂) ₆ COOH	16.5	239	-40	193
Capric	C10	CH ₃ (CH ₂) ₈ COOH	31.3	269	-18	224
Lauric	C12	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH	43.6	304	5.2	262
Myristic	C14	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ COOH	58.0	332	19	295
Palmitic	C16:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH	62.9	349	30	415
Palmitoleic	C16:1	CH ₃ (CH ₂) ₅ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH	33.0	-	0	-
Stearic	C18:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH	69.9	371	39.1	442
Oleic	C18:1	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH	16.3	-	-19.9	-
Linoleic	C18:2	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH=CHCH ₂ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH	-5.0	-	-3.5	-
Linolenic	C18:2	CH ₃ (CH ₂) ₂ CH=CHCH ₂ CH=CHCH ₂ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH	-11.0	-	-	-
Arachidic	C20:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₈ COOH	75.2	-	50	-
Eicosenoic	C20:1	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH=CH(CH ₂) ₉ COOH	23.0	-	-15	-
Behenic	C22:0	CH ₃ (CH ₂) ₂₀ COOH	80.0	-	54	-
Erucic	C22:1	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH=CH(CH ₂) ₁₁ COOH	34.0	-	-	-

표 10 동·식물성유지의 에스터에 대한 융점 및 요오드가

Type of Oil	Melting Range deg C			Iodine number	Cetane number
	Oil / Fat	Methyl Ester	Ethyl Ester		
Rapeseed oil, h. eruc.	5	0	-2	97 to 105	55
Rapeseed oil, i. eruc.	-5	-10	-12	110 to 115	58
Sunflower oil	-18	-12	-14	125 to 135	52
Olive oil	-12	-6	-8	77 to 94	60
Soybean oil	-12	-10	-12	125 to 140	53
Cotton seed oil	0	-5	-8	100 to 115	55
Corn oil	-5	-10	-12	115 to 124	53
Coconut oil	20 to 24	-9	-6	8 to 10	70
Palm kernel oil	20 to 26	-8	-8	12 to 18	70
Palm oil	30 to 38	14	10	44 to 58	65
Palm oleine	20 to 25	5	3	85 to 95	65
Palm stearine	35 to 40	21	18	20 to 45	85
Tallow	35 to 40	16	12	50 to 60	75
Lard	32 to 36	14	10	60 to 70	65

의 그래프로 나타낸다. 이것은 불포화된 탄소 간 결합이 할로젠족 (여기서는 요오드를 가리킴)과 반응하는 능력을 측정하는 것으로서, 불포화된 지방산의 농도를 측정하는 유용한 지수이다. 따라서 포화지방산의 경우 요오드화지수가 0값을 가지며, 불포화지방산의 경우 이중결

합 수에 따라 요오드화지수가 결정된다.

포화지방산의 연소열 (Heat of combustion)은 탄소길이가 길수록 증가되며, 불포화지방산의 연소열은 포화지방산보다 약간 낮은 편이다. 따라서 탄소길이가 긴 포화지방산일수록 기름내 높은 에너지를 내포하고 있다. 기름

의 융점 (Melting point)은 액체로 존재하는 온도를 의미한다. 일반적으로 포화지방산은 탄소사슬길이간 결합력이 강하여 높은 융점을 가지며, 불포화지방산은 이중결합으로 인하여 탄소사슬이 꺾이는 부분 (kick)이 있어 상대적으로 결합력이 느슨하여 낮은 융점을 가진다. 따라서 불포화지방산을 많이 함유한 식물의 기름의 경우 실온에서 액체로 존재한다.

산화안정성 (Oxidative stability)은 지질내의 자동산화 (Auto oxidation)가 일어나는 정도를 나타내는 척도로서, 음식물의 산패원인이 되는 주요한 원인이 된다. 지질 산성화는 lipoygenase라는 효소에 의하여 자동산화과정 (Auto oxidation), 전파과정 (Propagation), 종결과정 (Termination)을 거쳐 발생한다. 지질 내 자가 산화과정은 다가불포화지방산 (Polyunsaturated fatty acid;PUFAs)내에 있는 메틸렌 (Methylene)으로 연결되어 있는 이중결합을 포함하고 있는 지방산에서 퍼옥실자유기 (Peroxyl free radical)등과 같은 자유기 (Free radical)가 유리되어 나오면서 결과적으로 황폐화하는 효과를 가지는 연쇄 반응이다. 따라서 linoleic acid (18:3)가 linoleic acid (18:2)보다 산소와의 반응이 더 잘 일어나고, oleic acid (18:1)는 불포화지방산 중 상대적으로 산화안정성이 높다. 또한 산화안정성이 높은 포화

지방산에 있어 cis-isomer가 trans-isomer보다 산화안정성이 낮은 특성을 갖는다. 식물 내 지방산 조성 함량에 따른 산화안정성을 비교하면 Fig. 4와 같다. 지질 내 산화안정성을 검정하기 위해 이차지질 산화물을 측정하는 Thiobarbituric acid (TBA) 검정법 및 산성화된 식물성 기름 내에 있는 카르보닐화합물을 측정하여 나타내는 Anisidine value 등이 있다.

점성 (Viscosity)은 유체의 움직임에 대한 저항을 의미하는 것으로서 분자 간 내부 마찰력에 대한 간접적 척도이기도 하다. 탄소사슬길이가 길수록 점성은 높아지고, 불포화도와 온도가 높을수록 점성은 낮아진다.

결과적으로 식물성기름은 지방산 메틸에스테르 반응을 거쳐 생산되는 바이오디젤의 원료가 되는데, 연료의 품질은 지방산조성에 의해 결정된다. 온대지방에서 겨울철 바이오디젤 연료로 이상적인 지방산조성은 CFPP (cold filter plugging point, 저온유동점)과 관련하여 포화도도 낮고, 불포화도도 중간인 것이 좋다. 이를 만족하기 위해서는 이중결합이 1개있는 단일불포화지방산 (monounsaturated fatty acids)이 많아야 한다. 그러나 열대지방의 경우에는 연중기온이 영하로 내려가지 않기 때문에 굳이 지방산조성과 관계없이 기름함량이 높은 식물이 효과적이다.

표 11 지방산별 대표적인 기름 동·식물

학술명	일반명	일반표기	동·식물유
Butanoic acid	Butyric acid	4:0	butterfat
Hexanoic	Caproic	6:0	butterfat
Octanoic	Caprylic	8:0	coconut oil
Decanoic	Capric	10:0	coconut oil
Dodecanoic	Lauric	12:0	coconut oil
Tetradecanoic	Myristic	14:0	palm kernel oil
Hexadecanoic	Palmitic	16:0	palm oil
cis-9-hexadecenoic	Palmitoleic	16:1(n-7)	animal fats
Octadecanoic	Stearic	18:0	animal fats
cis-9-octadecenoic	Oleic	18:1(n-9)	olive oil
cis-11-octadecenoic	Vaccenic(asclepic)	18:1(n-7)	butterfat
9,12-octadecadienoic	Linoleic	18:2(n-6)	grape seed oil
9,12,15-octadecatrienoic	α -linolenic	18:3(n-3)	flaxseed oil
6,9,12-octadecadienoic	γ -linolenic	18:3(n-6)	borage oil
Eicosanoic	Arachidic	20:0	peanut oil
cis-9-eicosenoic	Gadoleic	20:1(n-11)	fish oil
5,8,11,14-eicosatetraenoic	Arachidonic	20:4(n-6)	liver fats
5,8,11,14,17-eicosapentaenoic	EPA	20:5(n-3)	fish oil
Docosanoic	Behenic	22:0	rapeseed oil
cis-11-docosenoic	Erucic	22:1(n-9)	rapeseed oil
4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic	DHA	22:6(n-3)	fish oil
Tetracosanoic	Lignoceric	24:0	small amount in most fats

표 6-1 식용기름 식물의 지방산 조성

Carbon No. (Common name)	Almond	Avocado	Black surrant	Borage	Brazil nut
C4:0(Butyric acid)	-	-	-	-	-
C8:0(Carprylic acid)	-	-	-	-	-
C10:0(Capric acid)	-	-	-	-	-
C12:0(Lauric acid)	-	-	-	-	0.2
C14:0(Myristic acid)	-	-	-	-	0.2
C16:0(Palmitic acid)	7.5	19.5	7.0	12.5	13.0
C16:1(Palmitoleic acid)	1.0	7.5	-	-	0.2
C17:0(Margaric acid)	-	-	-	-	-
C18:0(Stearic acid)	1.5	1.0	1.5	5.0	11.0
C18:1(Petroselinic acid)	-	-	-	-	-
C18:1(Oleic acid)	71.4	57.1	11.2	17.5	39.2
C18:1-OH(ricinoleic acid)	-	-	-	-	-
C18:2(Linoleic acid)	18.5	12.3	43.2	37.4	36.1
C18:2(Octadecenoic acid)	-	-	-	-	-
C18:3(Linolenic acid)	-	2.5	36.5	21.5	-
C18:3(Elеostearic acid)	-	-	-	-	-
C18:3 (conjugated)	-	-	-	-	-
C20:0(Arachdic acid)	-	-	-	-	-
C20:1(Eicosenoic acid)	-	-	0.5	3.0	-
C20:3(Eicosatrienoic acid)	-	-	-	-	-
C20:4(Arachidonic acid)	-	-	-	-	-
C20:5(Eicosapentaenoic acid)	-	-	-	-	-
C22:0(Behenic acid)	-	-	-	3.0	-
C22:1(Erucic acid)	-	-	-	-	-
C22:6(Docosahexaenoic acid)	-	-	-	-	-
C24:0(Lignoceric acid)	-	-	-	-	-
C24:1(Nervonic acid)	-	-	-	-	-
Total	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9

표 6-2 식용기름 식물의 지방산 조성

Carbon No. (Common name)	Cabbage	Calendula	Camelina	Cashew nut	Castor bean
C4:0(Butyric acid)	-	-	-	-	-
C8:0(Carprylic acid)	-	-	-	-	-
C10:0(Capric acid)	-	-	-	-	-
C12:0(Lauric acid)	-	-	-	-	-
C14:0(Myristic acid)	-	-	-	-	-
C16:0(Palmitic acid)	2.3	2.0	5.3	9.0	1.4
C16:1(Palmitoleic acid)	-	0.1	-	0.3	-
C17:0(Margaric acid)	-	-	-	0.1	-
C18:0(Stearic acid)	0.6	2.0	3.0	9.0	1.8
C18:1(Petroselinic acid)	-	-	-	-	-
C18:1(Oleic acid)	6.5	3.0	18.7	57.0	4.5
C18:1-OH(ricinoleic acid)	-	-	-	-	81.2
C18:2(Linoleic acid)	17.5	27.5	23.0	22.5	5.8
C18:2(Octadecenoic acid)	-	-	-	-	-
C18:3(Linolenic acid)	10.9	0.8	34.4	1.3	5.2
C18:3(Elеostearic acid)	-	-	-	-	-
C18:3 (conjugated)	-	64.0	-	-	-
C20:0(Arachdic acid)	-	0.3	1.4	0.6	-
C20:1(Eicosenoic acid)	3.9	0.2	11.6	0.1	-
C20:3(Eicosatrienoic acid)	-	-	-	-	-
C20:4(Arachidonic acid)	-	-	-	-	-
C20:5(Eicosapentaenoic acid)	-	-	-	-	-
C22:0(Behenic acid)	-	-	-	-	-
C22:1(Erucic acid)	58.2	-	2.5	-	-
C22:6(Docosahexaenoic acid)	-	-	-	-	-
C24:0(Lignoceric acid)	-	-	-	-	-
C24:1(Nervonic acid)	-	-	-	-	-
Total	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9

표 6-3 식용기름 식물의 지방산 조성

Carbon No. (Common name)	Chinese cabbage	Cocoa (cacao)	Coconut	Coffee	Coriander
C4:0(Butyric acid)	-	-	-	-	-
C8:0(Carprylic acid)	-	-	9.5	-	-
C10:0(Capric acid)	-	-	7.5	-	-
C12:0(Lauric acid)	-	-	46.2	-	-
C14:0(Myristic acid)	-	-	16.2	0.2	-
C16:0(Palmitic acid)	2.4	27.5	7.5	33.3	3.5
C16:1(Palmitoleic acid)	-	-	1.5	-	-
C17:0(Margaric acid)	-	-	-	-	-
C18:0(Stearic acid)	1.1	34.5	2.5	7.3	5.4
C18:1(Petroselinic acid)	-	-	-	-	74.6
C18:1(Oleic acid)	13.9	34.1	7.5	6.6	4.9
C18:1-OH(ricinoleic acid)	-	-	-	-	-
C18:2(Linoleic acid)	13.5	3.5	1.5	47.7	10.9
C18:2(Octadecenoic acid)	-	-	-	-	-
C18:3(Linolenic acid)	9.3	-	-	1.7	0.6
C18:3(Eleostearic acid)	-	-	-	-	-
C18:3 (conjugated)	-	-	-	-	-
C20:0(Arachdic acid)	-	0.3	-	2.5	-
C20:1(Eicosenoic acid)	8.4	-	-	-	-
C20:3(Eicosatrienoic acid)	-	-	-	-	-
C20:4(Arachidonic acid)	-	-	-	-	-
C20:5(Eicosapentaenoic acid)	-	-	-	-	-
C22:0(Behenic acid)	0.7	-	-	0.4	-
C22:1(Erucic acid)	50.6	-	-	-	-
C22:6(Docosahexaenoic acid)	-	-	-	-	-
C24:0(Lignoceric acid)	-	-	-	0.2	-
C24:1(Nervonic acid)	-	-	-	-	-
Total	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9

표 6-4 식용기름 식물의 지방산 조성

Carbon No. (Common name)	Corn (maize)	Cotton	Cuphea-1	Cuphea-2	Eruca
C4:0(Butyric acid)	-	-	-	-	-
C8:0(Carprylic acid)	-	-	65.1	0.3	-
C10:0(Capric acid)	-	-	23.7	19.6	-
C12:0(Lauric acid)	-	-	10.9	67.9	-
C14:0(Myristic acid)	-	1.5	0.2	12.1	-
C16:0(Palmitic acid)	10.5	19.5	-	-	5.1
C16:1(Palmitoleic acid)	0.5	-	-	-	-
C17:0(Margaric acid)	-	-	-	-	-
C18:0(Stearic acid)	2.5	2.0	-	-	1.3
C18:1(Petroselinic acid)	-	-	-	-	-
C18:1(Oleic acid)	27.4	31.5	-	-	18.4
C18:1-OH(ricinoleic acid)	-	-	-	-	-
C18:2(Linoleic acid)	57.0	42.9	-	-	8.3
C18:2(Octadecenoic acid)	-	-	-	-	-
C18:3(Linolenic acid)	0.5	-	-	-	14.7
C18:3(Eleostearic acid)	-	-	-	-	-
C18:3 (conjugated)	-	-	-	-	-
C20:0(Arachdic acid)	0.5	-	-	-	-
C20:1(Eicosenoic acid)	0.5	-	-	-	-
C20:3(Eicosatrienoic acid)	-	-	-	-	-
C20:4(Arachidonic acid)	-	-	-	-	-
C20:5(Eicosapentaenoic acid)	-	-	-	-	-
C22:0(Behenic acid)	0.5	2.5	-	-	-
C22:1(Erucic acid)	-	-	-	-	44.7
C22:6(Docosahexaenoic acid)	-	-	-	-	-
C24:0(Lignoceric acid)	-	-	-	-	-
C24:1(Nervonic acid)	-	-	-	-	-
Total	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9

표 6-5 식용기름 식물의 지방산 조성

Carbon No. (Common name)	Euphorbia	Evening primrose	Hazelnut	Hemp	Jatropha
C4:0(Butyric acid)	-	-	-	-	-
C8:0(Carprylic acid)	-	-	-	-	-
C10:0(Capric acid)	-	-	-	-	-
C12:0(Lauric acid)	-	-	-	-	-
C14:0(Myristic acid)	-	-	-	-	0.4
C16:0(Palmitic acid)	5.0	7.0	7.5	6.5	16.2
C16:1(Palmitoleic acid)	-	-	-	0.1	1.5
C17:0(Margaric acid)	-	-	-	-	-
C18:0(Stearic acid)	2.0	1.5	2.5	2.5	6.5
C18:1(Petroselinic acid)	-	-	-	-	-
C18:1(Oleic acid)	25.5	10.5	72.8	10.5	42.6
C18:1-OH(ricinoleic acid)	-	-	-	-	-
C18:2(Linoleic acid)	12.4	72.6	16.5	56.2	31.3
C18:2(Octadecenoic acid)	54.0	-	-	-	-
C18:3(Linolenic acid)	1.0	8.3	0.6	23.1	1.2
C18:3(Elеostearic acid)	-	-	-	-	-
C18:3 (conjugated)	-	-	-	-	-
C20:0(Arachdic acid)	-	-	-	0.4	0.2
C20:1(Eicosenoic acid)	-	-	-	0.4	-
C20:3(Eicosatrienoic acid)	-	-	-	-	-
C20:4(Arachidonic acid)	-	-	-	-	-
C20:5(Eicosapentaenoic acid)	-	-	-	-	-
C22:0(Behenic acid)	-	-	-	0.1	-
C22:1(Erucic acid)	-	-	-	-	-
C22:6(Docosahexaenoic acid)	-	-	-	-	-
C24:0(Lignoceric acid)	-	-	-	0.1	-
C24:1(Nervonic acid)	-	-	-	-	-
Total	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9

표 6-6 식용기름 식물의 지방산 조성

Carbon No. (Common name)	Jjoba	Kenaf	Linseed	Lupine	Macadamia nut
C4:0(Butyric acid)	-	-	-	-	-
C8:0(Carprylic acid)	-	-	-	-	-
C10:0(Capric acid)	-	-	-	-	-
C12:0(Lauric acid)	-	-	-	-	0.6
C14:0(Myristic acid)	-	0.1	0.2	0.2	0.7
C16:0(Palmitic acid)	3.0	22.6	6.8	14.0	6.2
C16:1(Palmitoleic acid)	1.0	0.3	-	0.1	19.3
C17:0(Margaric acid)	-	-	-	-	-
C18:0(Stearic acid)	1.0	4.2	0.5	5.1	2.3
C18:1(Petroselinic acid)	-	-	-	-	-
C18:1(Oleic acid)	5.0	36.8	18.7	31.5	67.1
C18:1-OH(ricinoleic acid)	-	-	-	-	-
C18:2(Linoleic acid)	5.0	33.4	19.2	40.8	2.0
C18:2(Octadecenoic acid)	-	-	-	-	-
C18:3(Linolenic acid)	1.0	0.8	54.5	4.6	-
C18:3(Elеostearic acid)	-	-	-	-	-
C18:3 (conjugated)	-	-	-	-	-
C20:0(Arachdic acid)	0.5	0.7	-	0.8	1.7
C20:1(Eicosenoic acid)	68.0	-	-	0.2	-
C20:3(Eicosatrienoic acid)	-	-	-	-	-
C20:4(Arachidonic acid)	-	-	-	0.1	-
C20:5(Eicosapentaenoic acid)	-	-	-	-	-
C22:0(Behenic acid)	0.4	0.4	-	2.1	-
C22:1(Erucic acid)	10.0	-	-	-	-
C22:6(Docosahexaenoic acid)	-	-	-	-	-
C24:0(Lignoceric acid)	5.0	0.1	-	0.4	-
C24:1(Nervonic acid)	-	0.5	-	-	-
Total	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9

표 6-7 식용기름 식물의 지방산 조성

Carbon No. (Common name)	Mustard seed	Oats	Oil palm	Olive	Opium poppy
C4:0(Butyric acid)	-	-	-	-	-
C8:0(Carprylic acid)	-	-	-	-	-
C10:0(Capric acid)	-	-	-	-	-
C12:0(Lauric acid)	-	-	48.2	-	-
C14:0(Myristic acid)	-	-	16.2	-	-
C16:0(Palmitic acid)	3.5	18.5	8.4	8.7	10.0
C16:1(Palmitoleic acid)	-	-	-	2.5	-
C17:0(Margaric acid)	-	-	-	-	-
C18:0(Stearic acid)	1.1	2.3	2.5	3.5	1.5
C18:1(Petroselinic acid)	-	-	-	-	-
C18:1(Oleic acid)	11.5	39.3	22.3	76.8	15.5
C18:1-OH(ricinoleic acid)	-	-	-	-	-
C18:2(Linoleic acid)	19.8	37.2	2.3	5.4	71.4
C18:2(Octadecenoic acid)	-	-	-	-	-
C18:3(Linolenic acid)	10.2	1.3	-	1.5	1.5
C18:3(Eleostearic acid)	-	-	-	-	-
C18:3 (conjugated)	-	-	-	-	-
C20:0(Arachdic acid)	-	0.7	-	0.5	-
C20:1(Eicosenoic acid)	6.8	-	-	0.5	-
C20:3(Eicosatrienoic acid)	-	-	-	-	-
C20:4(Arachidonic acid)	-	-	-	-	-
C20:5(Eicosapentaenoic acid)	-	-	-	-	-
C22:0(Behenic acid)	-	0.6	-	0.5	-
C22:1(Erucic acid)	47.0	-	-	-	-
C22:6(Docosahexaenoic acid)	-	-	-	-	-
C24:0(Lignoceric acid)	-	-	-	-	-
C24:1(Nervonic acid)	-	-	-	-	-
Total	99.9		99.9	99.9	99.9

표 6-8 식용기름 식물의 지방산 조성

Carbon No. (Common name)	Peanut	Pecan nut	Perilla	Pumpkin seed	Radish
C4:0(Butyric acid)	-	-	-	-	-
C8:0(Carprylic acid)	-	-	-	-	-
C10:0(Capric acid)	-	-	-	-	-
C12:0(Lauric acid)	-	-	-	-	-
C14:0(Myristic acid)	-	-	-	-	-
C16:0(Palmitic acid)	10.5	4.6	6.1	13.3	5.5
C16:1(Palmitoleic acid)	0.3	0.1	-	-	-
C17:0(Margaric acid)	-	0.1	-	-	-
C18:0(Stearic acid)	2.5	1.8	1.5	8.0	2.1
C18:1(Petroselinic acid)	-	-	-	-	-
C18:1(Oleic acid)	57.8	40.6	18.7	29.6	21.8
C18:1-OH(ricinoleic acid)	-	-	-	-	-
C18:2(Linoleic acid)	28.5	50.3	20.3	47.1	15.3
C18:2(Octadecenoic acid)	-	-	-	-	-
C18:3(Linolenic acid)	0.3	0.7	53.3	1.9	11.4
C18:3(Eleostearic acid)	-	-	-	-	-
C18:3 (conjugated)	-	-	-	-	-
C20:0(Arachdic acid)	-	-	-	-	-
C20:1(Eicosenoic acid)	-	1.2	-	-	10.4
C20:3(Eicosatrienoic acid)	-	-	-	-	-
C20:4(Arachidonic acid)	-	-	-	-	-
C20:5(Eicosapentaenoic acid)	-	-	-	-	-
C22:0(Behenic acid)	-	0.2	-	-	0.7
C22:1(Erucic acid)	-	0.3	-	-	32.7
C22:6(Docosahexaenoic acid)	-	-	-	-	-
C24:0(Lignoceric acid)	-	-	-	-	-
C24:1(Nervonic acid)	-	-	-	-	-
Total	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9

표 6-9 식용기름 식물의 지방산 조성

Carbon No. (Common name)	Rapeseed (Low eru.)	Rapeseed (High eru.)	Rice bran	Safflower	Sesame
C4:0(Butyric acid)	-	-	-	-	-
C8:0(Carprylic acid)	-	-	-	-	-
C10:0(Capric acid)	-	-	-	-	-
C12:0(Lauric acid)	-	-	-	-	-
C14:0(Myristic acid)	-	-	-	-	-
C16:0(Palmitic acid)	4.2	2.3	14.7	5.3	9.5
C16:1(Palmitoleic acid)	-	-	-	-	0.3
C17:0(Margaric acid)	-	-	-	-	-
C18:0(Stearic acid)	1.6	1.5	1.0	2.2	4.5
C18:1(Petroselinic acid)	-	-	-	-	-
C18:1(Oleic acid)	63.4	9.5	37.7	76.3	40.7
C18:1-OH(ricinoleic acid)	-	-	-	-	-
C18:2(Linoleic acid)	21.2	11.9	43.5	16.1	42.5
C18:2(Octadecenoic acid)	-	-	-	-	-
C18:3(Linolenic acid)	8.7	8.6	3.0	-	0.5
C18:3(Eleostearic acid)	-	-	-	-	-
C18:3 (conjugated)	-	-	-	-	-
C20:0(Arachdic acid)	-	-	-	-	1.0
C20:1(Eicosenoic acid)	0.8	7.7	-	-	0.4
C20:3(Eicosatrienoic acid)	-	-	-	-	-
C20:4(Arachidonic acid)	-	-	-	-	-
C20:5(Eicosapentaenoic acid)	-	-	-	-	-
C22:0(Behenic acid)	-	-	-	-	0.5
C22:1(Erucic acid)	-	58.5	-	-	-
C22:6(Docosahexaenoic acid)	-	-	-	-	-
C24:0(Lignoceric acid)	-	-	-	-	-
C24:1(Nervonic acid)	-	-	-	-	-
Total	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9

표 6-10 식용기름 식물의 지방산 조성

Carbon No. (Common name)	Soybean	Sunflower	Tung oil	Walnut	Wheat germ
C4:0(Butyric acid)	-	-	-	-	-
C8:0(Carprylic acid)	-	-	-	-	-
C10:0(Capric acid)	-	-	-	-	-
C12:0(Lauric acid)	-	-	-	-	-
C14:0(Myristic acid)	0.3	-	-	-	-
C16:0(Palmitic acid)	11.6	6.5	5.5	7.0	15.0
C16:1(Palmitoleic acid)	-	-	-	-	-
C17:0(Margaric acid)	-	-	-	-	-
C18:0(Stearic acid)	4.5	4.6	-	1.5	1.0
C18:1(Petroselinic acid)	-	-	-	-	-
C18:1(Oleic acid)	27.5	18.7	4.0	17.5	16.5
C18:1-OH(ricinoleic acid)	-	-	-	-	-
C18:2(Linoleic acid)	50.5	69.3	8.4	60.4	59.9
C18:2(Octadecenoic acid)	-	-	-	-	-
C18:3(Linolenic acid)	5.5	0.3	-	13.5	7.5
C18:3(Eleostearic acid)	-	-	82.0	-	-
C18:3 (conjugated)	-	-	-	-	-
C20:0(Arachdic acid)	-	0.5	-	-	-
C20:1(Eicosenoic acid)	-	-	-	-	-
C20:3(Eicosatrienoic acid)	-	-	-	-	-
C20:4(Arachidonic acid)	-	-	-	-	-
C20:5(Eicosapentaenoic acid)	-	-	-	-	-
C22:0(Behenic acid)	-	-	-	-	-
C22:1(Erucic acid)	-	-	-	-	-
C22:6(Docosahexaenoic acid)	-	-	-	-	-
C24:0(Lignoceric acid)	-	-	-	-	-
C24:1(Nervonic acid)	-	-	-	-	-
Total	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9

맺음말

최근 석유 값이 폭등으로 경제적 타격이 가중되고 있다. 뿐만 아니라 서민가계에도 많은 부담으로 이어지고 있다. 이로 인해 대체에너지 개발에 대한 관심도 높다. 수소연료에서 태양열에너지 등 자연에서 얻는 에너지들이 다양하게 개발되고 있다.

그러나 이들 에너지들이 석유처럼 대중적인 에너지로 만들기까지는 여러 가지 난제들이 쌓여 있다.

우선 가격의 경쟁력에서부터 이를 쉽게 이용할 수 있는 여러 가지 시설 등이 갖춰져야 한다. 그러나 이런 저렴한 가격이나 누구나 손쉽게 이용할 수 있는 시설들이 종합적으로 갖춰지기까지는 더 많은 노력과 시간이 필요하다. 그래서 또 다른 대안으로 제시되고 있는 것이 바이오디젤이다. 각종 식물의 씨에서 얻어지는 기름을 이용한 에너지활용이다.

예를 들면 해바라기, 코코넛, 사탕수수, 옥수수, 콩, 유채 씨 등에서 추출한 기름에 메탄올(알코올의 일종)과 촉매제를 함께 섞어 만들면 좋은 에너지가 만들어 진다. 이 에너지는 기존 자동차의 엔진에 사용해도 문제가 없다는 것으로 유럽에서는 디젤엔진에 사용하고 있다. 특히 바이오디젤 에너지는 기존 자동차의 엔진에 그대로 사용할 수 있는 장점이 있을 뿐만 아니라 고성능 고옥탄가연료를 발생한다는 것이다. 또 이들의 에너지는 사람이 자유자재로 농경지에서 생산량을 만들어 낼 수 있어 한정된 양만 있는 석유와는 차이가 있다. 바이오연료는 온실가스 등을 크게 줄일 수 있는 공해 없는 깨끗한 연료이다. 즉 생산량에 따라 풍부한 에너지를 얻을 수 있다.

그러나 한편에서는 석유만큼 저렴한 가격과 많은 양을 만들어 낼 수 있을지에 대해서는 의문시되고 있는 것도 사실이다. 그럼에도 불구하고 이의 에너지에 대해서는 많은 장점이 있을 뿐만 아니라 제주에서도 생산할 수 있는 품종으로 관심을 갖지 않을 수 없다. 실제 제주는 유채의 고장이고 유채 꽃 관광과 함께 바이오디젤 에너지로 활용할 수 있는 방안 연구도 필요하다고 여겨진다.

특히 과거 석유가 없었던 시절에는 동백 열매 씨 기름이 석유대용으로 사용했던 추억이 있다. 우리 조상들의 이런 지혜들이 어찌면 오늘날 훌륭한 에너지원으로 발전시킬 수 있는 획기적인 전환이 이뤄지질 수도 있지 않은가.

세계 각국에서는 유채 씨를 에너지원으로 보기 시작했다. 유럽에서는 실제 유채 씨 기름을 이용한 차량운행도 실시되고 있다. 즉 조금 더 있으면 차량용 기름으로 휘발유 사용량을 앞지를 것이라는 시각도 있다. 이처럼 바이오디젤 에너지원이 우리 가까이에서도 얼마든지 찾을 수 있다. 그것을 어떻게 개발하고 대중화시키느냐 만이 남은 과제이다.

유럽의 경우 바이오디젤 원료 및 공업적 원료로서 식물성 유지확보에 많은 정책적 배려를 하고 있다. 식용 식물성유지의 과잉생산에 따른 폭락과 미국과의 무역마찰을 피하기 위해 농업의 재편을 시도하고 있으며, BHA (Blair House Agreement)를 미국과 맺고 우루과이라운드에 입각한 국산 보조프로그램에 관련된 문제를 해결하였다. BHA에서는 식용유 생산용 농지를 490만ha로 제한하였고, 바이오디젤 등 공업적 이용을 위하여 생산된 유지식물 중에서 유지 추출 후 남은 부산물도 100만톤 이상은 사료용으로 사용하지 못하고 소각 시킬 것에 대한 내용을 담고 있다. 그러나 아직까지 바이오디젤을 생산하려는 계획에 비하여 많은 양의 유지가 부족하기 때문에 유럽은 식용 유지를 위한 농지를 공업용으로 전환하려는 시도, 유전자 조작 식물재배 및 농업 생산기술 개발로 유지 생산 증대와 유채 수출제한 및 대두유를 이용한 바이오디젤 생산기술 개발에 힘쓰고 있다.

미국은 바이오디젤 원료로 현재까지 대두유를 사용하고 있다. 전 세계 대두유생산량의 50% 이상을 차지하고 있는 미국은 유전자조작 콩의 생산량을 60% 이상 높이고 있어 생산량이 증대되고 있다. 따라서 과잉 생산된 대두유의 소비증대 및 석유연료의 수입 감소를 목표로 바이오디젤용 대두유 생산에 높은 관심을 보이고 있다.

현재 국내 바이오디젤용 원료는 대두유가 주종을 이루고 있다. 최근 환경부와 지식경제부 그리고 재정경제부에 의하여 바이오디젤 보급체계가 마련되어 국내외 바이오디젤 보급 및 정책 현황, 바이오디젤 시장이 활성화되자 국내의 원료 수급에 대한 강한 필요성이 대두된 시점으로 판단하고 유희지나 산림 등에서 수급이 가능한 유채나 유지 작목에 대한 관심을 나타내기 시작했다. 특히, 세계무역기구 (WTO) 체제에서 가장 큰 타격을 받고 있는 농업분야는 농산물의 국제경쟁력이 대부분의 작물의 경우 4~10배정도 낮아 좁은 국토에서도 점차적으로 유희지가 증대되고 있고, 2모작이 가능한 지역에서도 경제성이 낮아 토지의 활용도가 급속도로 떨어지고 있다. 또한 제한된 시장에서 대체작물의 증산정책은 관련 농산물의 가격 폭락을 가져와 그 균형을 이루기가 어렵다. 이로 인해 유럽연합 (EU)에서 실행하고 있는 바이오디젤을 생산하기 위한 유지작물의 재배가 유희지의 이용대안으로 고려되어지고 있다.

이는 바이오디젤의 대량수요가 발생하는 유지식물을 경작하여 국제가격으로 수매함으로써 농민과 산업체의 공동이익을 추구할 수 있으며 유채와 같은 겨울재배식물은 현재 겨울재배를 하지 않는 중부 이남의 농지에 2모작으로 다량 재배함으로써 수십만 톤의 바이오디젤 원료 확보와 동시에 에너지원 식물의 재배에 따른 헥타르 (ha) 당 7톤 이상의 이산화탄소 (CO₂)저감을 국가적으로 달성할 수 있는 이점이 있다.

유럽에 비해 아직 시작단계 이기는 하지만 유채재배가 국내에서 가능할 경우 국내에서 원료를 수급하여 바이오디젤을 생산함으로써 해외로 유출되는 외화 없이 에너지 생산이 가능해 지고 농민들의 소득증대와 관상용으로 지역관광 발전에도 크게 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다.

적 요

최근 원유 및 석탄 등의 가격 급등에 따른 에너지 비용이 가중되고 있으며 지속적인 상승이 예상되어 기업은 물론 개인들도 에너지 사용에 보다 많은 부담을 가지게 될 것이다. 따라서 에너지원을 다양화하고 에너지를 안정적으로 공급하는 체계 구축이 시급하며, 기후변화협약의 규제에 대응하고 기존 에너지원과의 가격경쟁력을 확보하여 차세대 산업으로 성장시키기 위한 기술 확보가 절실한 시점이다.

유럽의 경우 바이오디젤 원료 및 공업적 원료로서 식물성 유지확보에 많은 정책적 배려를 하고 있다. 식용 식물성유지의 과잉생산에 따른 폭락과 미국과의 무역마찰을 피하기 위해 농업의 재편을 시도하고 있으며, BHA (Blair House Agreement)를 미국과 맺고 우루과이라운드에 입각한 국산 보조프로그램에 관련된 문제를 해결하였다.

온대지방에서 바이오디젤 연료의 원료로 적합한 유채기름은 이미 유럽에서 상용화가 이루어지고 있으며, 유채기름을 구성하고 있는 지방산 중에서 oleic acid 함량이 높아야 겨울철 저온유동점이 영하로 낮아져 바이오디젤을 자동차연료로 쓰기에 유리하다.

중부 이남의 농지에 2모작으로 유채재배가 국내에서 가능할 경우 바이오디젤 원료확보와 동시에 헥타르 (ha) 당 7톤 이상의 이산화탄소 (CO₂)저감을 주는 효과가 있으며, 농업분야에서 환경 친화적 바이오에너지 생산이 가능해 지고 농민들의 소득증대와 관상용으로 지역관광 발전에도 크게 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다.

사 사

본 논문은 2007년도 농촌진흥청 친환경바이오에너지 연구사업단과 국립식량과학원의 기관고유사업 지원에 의해 이루어졌으며 이에 감사를 드립니다.

인용문헌

강희찬 등 (2006), “바이오연료의 합리적 도입 방안”, 삼성경제연구소, CEO Information 제 577호

- 박현태의 3인 (2008), 농촌경제연구원, “농업부문 바이오매스의 이용활성화를 위한 정책방향과 전략-주요국의 바이오에너지 개발 및 보급동향”
- 배정환 (2006), 바이오연료의 보급전망과 사회적비용, 편익 분석, 에너지경제연구원
- 산업자원부 (2007), “대두 바이오디젤 혼합연료 (BD20)의 기관차 연료로 적용 연구 최종보고서”
- 산업자원부 (2007), “신·재생에너지 RD&D 전략 2030 (수송용 바이오)”
- 에너지경제연구원 (2007), 신재생에너지 바이오에너지 분야-기술 및 시장 동향 분석 보고서, 목질계 바이오에너지 전문위원회
- 지식경제부 (2008), “제 3차 신·재생에너지 보급 기본계획”. 한국공학한림원 (2008), “바이오에너지 기술 실용화 촉진전략”
- 정재훈, 권기선, 장한수 (2008), “수송용 바이오에너지 개발과 미래” 한국미생물생명공학회지, 36(1), 1-5
- Commission of the European Communities (2007), Report on the Progress Made in the Use of Biofuels and Other Renewable Fuels in the Member States of the European Union
- Deog-Keun Kim, Jong-Doo Choi, Ji-Yeon Park, Jin-Suk Lee, Seung-Bin Park and Soon-Chul Park. (2009) Optimization of Pre-treatment of Tropical Crop Oil by Sulfuric Acid and Biodiesel Production. Korean Chem. Eng. Res., 47(6) : 762-767
- EU Biofuels Research Advisory Council (2006), “Biofuels in the European Union, A Vision for 2030 and Beyond”
- Grubb, M, L. Butler and O. Feldman. (2006) Analysis of the Relationship between Growth in Carbon Dioxide Emissions and Growth in Income. Oxbridge Study on CO₂-GDP Relationships, Phase 1 Results, p. 19
- In-Jae Kim, Sang-Young Nam, Min-Ja Kim, Chang-Woo Rho, Tae-Yun, Hong-Sig Kim, Hang-Lin Song, and Heon-Sang Jeong. (2008) Analysis of Crude Fat and Fatty Acid in Collections of *Ricinus communis* L. Korean J. Medicinal Crop Sci.) 16(5) : 301-305
- Jae-Kwan Kim, Myung-Jin Lee, Myung-Gill Kim, Kyung-A Kim, Eun-Mi Park, Young-sug Kim, Hoan-Uck Ko, and Jin-Seok Son. (2006) Quantitative Analysis of Acid Value, Iodine Value and Fatty Acids Content in Sesame Oils by NIRS. J. Fd Hyg. Safety 21(4), 204-212
- Jin-ki Bang, Kwang-Soo Kim, Young-Seok Jang and Young-Bum Kim. (2008) Bioenergy Crop Development and Research Trends. Korean J. Intl. Agri. 20(1) : 24-29
- Jong-Doo Choi, Deog-Keun Kim, Ji-Yeon Park, Young-Woo Rhee* and Jin-Suk Lee. (2008) Optimization of Esterification of Jatropha Oil by Amberlyst-15 and Biodiesel Production. Korean Chem. Eng. Res., 46(1) : 194-199
- Yong-Hwa Lee, Kwang-Soo Kim, Surn-Teh Park, Youn-Hoo Moon, Young-Seok Jang, Sae-Jung Suh. (2009) Recent Studies on Production of Seed Oil for Biodiesel Production. Korean J. Intl. Agri. 21(3) : 177-182
- Young-Seok Jang, In-Hoo Choi, Yong-Bee Oh, Dong-Hee Chong, and Han-Jun (1998) A new early-maturing, flower of large size and the use of sightseeing rapeseed variety “Tammiyuchae”. J. Indus. Crop Sci. 40, 67-70

Sie, S.T. W. Van Beersum and G.W.A. Rijndess. (1966) High-pressure gaschromatography and chromatography With supercritical fluids. I. The effect of pressure on partition coefficients in gas-liquid chromatography with carbon dioxide as a carrier gas, Sep. Sci. 1:459-590

Searchinger, T., R. Heimlich, R. A. Houghton, F. Dong, A. Elobeid, J. Fabiosa, S. Tokgoz, D. Hayes, and T.-H. Yu (2008) Use of U.S. Croplands for Biofuels Increases Greenhouse Gases Through Emissions from Land Use Change. Science 319: 1238-1240