

# 현대 식품시스템과 녹색환경

## Up-to-Date Food Systems and Green Environments

이창용\*  
Chang Yong Lee

경희대학교 식품공학과 & 코넬대학교 식품공학과  
Department of Food Science and Biotechnology, Kyung Hee University  
& Department of Food Science and Technology, Cornell University

### I. 서론

현대식 방법으로 농산물을 생산하고 가공하며 저장하고 운송한 다음 판매과정을 거쳐 조리 되어 준비된 음식이 식탁에 오를 때까지 소비하는 총 에너지량은 수십 년 전과 비교할 때 상당히 증가하고 있다. 특히 개발도상국인들의 생활수준 향상과 식생활 변화로 인해 부가적으로 요구되는 대량의 에너지는 전 세계적으로 많은 나라의 짐이 되고 국가안전을 불안하게 하며 또 이에 따르는 세계적인 환경오염에도 큰 영향을 주고 있다. 지난 수십 년 간 풍부한 화석연료를 자원으로 한 에너지를 개발국에서는 저렴하게 그리고 여유있게 이용하여 왔다. 그러나 최근 세계인구의 약 37-40%를 차지하는 중국과 인도를 비롯한 여러 개발도상국의 대량의 에너지 요구와 국제간의 정치분규로 인한 원유가 상승 그리고 에탄올 생산을 위한 곡류 이용으로 국제 곡류 가격 인상이 직접 세계 다수국의 안전과 식량공급에 위협을 주고 있다. 이 사실은 2008년 전후 수개국에서 일어난 식량 파동을 한 예로 볼 수 있었다. 우리나라의 현대 농식품 생산, 가공, 저장 및 외국산 가공 식품 수입 분배 등 일괄 식품 시스템도 화석연료에

절대 의존하는 미국과 기타 개발국의 식품시스템과 유사한 위치에 있으므로, 에너지 절약과 환경보호로 녹색 운동에 참여하기 위하여서는 국가차원에서 새로운 정책을 세우고 또 국민 개개인이 참여하여야 할 몇 가지를 미국의 통계를 이용하여 여기에 논하려 한다.

### II. 본론

현대 산업화한 식품가공 방법은 예전에 비하여 매우 기계화 되고, 다양성의 다수의 제품이 개발됨과 동시에 편리성을 위한 복잡한 포장으로 가공법이 복잡하며, 동시에 장거리 운반이 필요하기 때문에 이 현대 식품생산 시스템에 소요되는 에너지는 일반 산업계 에너지 소비량에 못지않게 큰 비중을 차지하고 있다. 미국의 식품산업계에서 소모하는 에너지는 미국 전 에너지 사용량의 약 10%가 된다고 2000년도에 보고되었다. 여기에서 논하는 에너지는 원유, 천연가스, 및 석탄을 태워서 얻는 화석연료 총 에너지로, 중요한 문제는 이 에너지를 생산하기 위하여 화석연료를 태울 때 생산되는 부산물인 이산화탄소 (carbon dioxide, CO<sub>2</sub>)와 아산화질소 (nitrous oxide, NO)가 지

Corresponding author: Chang Yong Lee  
Department of Food Science and Biotechnology, Kyung Hee University  
Seocheon-dong, Giheung-gu, Yongin 446-701, Korea  
Tel: +82-31-201-2662  
Fax: +82-31-204-8116  
e-mail: cyll@cornell.edu

구 온화를 일으키는 온실가스 (greenhouse gas)로 이들이 계속 증가되고 있기 때문이다.

오늘날 많은 개발국에서는 주로 석탄과 원유를 주 에너지 자원으로 태워서 에너지를 얻기 때문에 1세기 전 보다 대기에 이산화탄소 가스양이 약 35% 증가 되었고, 아산화질소 가스도 18% 이상 증가 하였다고 한다. 동시에 이들 가스와 함께 나오는 부산물 sulfur oxide, nitrogen oxide는 소위 산성비 (acid rain)의 원인이 되며, 탄화수소는 nitrogen oxide와 반응하여 연무 (smog)를 생산한다. 그 뿐만 아니라 화석연료를 태울 때 각종 부산물이 직접 인체 건강에도 유해 한 것으로 알려졌다. 즉 nitrogen oxide는 폐에 유독한 가스이고 유연 (soot)이나 먼지 같은 미세 고형물이 기관지염의 원인이 되며, 부정맥 또는 심장병의 원인이 되기도 한다.

우리나라와 같이 자국 연료자원이 부족하여 주로 외국의 화석연료에 의존하는 나라에서는 화석연료가 그 국가 정치, 경제 안전에 큰 요소가 된다. 최근 미국의 통계에 의하면 2004년도 미국 전체 원유 소비량의 거의 60%가 외국에서 수입한 원유에 의존 하였다고 한다. 그러므로 앞으로 수 세기 내의 세계 원유 매장량의 고갈 문제를 예비 한다든지 또는 국제 정세 변화로 원유 생산량의 변동이 있을 때, 또는 개발도상 국가들의 급격한 원유 소비량 증가에 의한 공급과동이 있을 때 어떻게 대응 할 것이냐에 대한 많은 경제학자나 정치인들의 중요한 논의 과제로 되어있으나 이에 대한 예측이 석연치 않은 현실이기도 하다. 미국이 현 에너지소비 상태를 계속 유지한다면 앞으로 외국에 의존하는 화석연료량은 계속 증가될 것으로, 현실의 미국인 생활의 전반적인 에너지 소비습관이 변화하지 않고서는 장래 미국의 정치 경제 안전과 국민 생활의 직접 위협이 초래될 것이라는 경고를 자주 뉴스미디어에서 보고되고 있다.

지난 2005년의 한 보고에 의하면 미국의 현대 식품시스템이 소비하는 에너지는 프랑스 전국이 1년에 사용하는 총 에너지 양과 비슷한 대량의 에너지를 사용하였다고 한다. 오늘날 미국 농가에서 농산물을 재배·생산하기 위하여 소비하는 에너지양이 전 식품 시스템이 소비하는 총 에너지의 약 5분의 1을 차지하고, 그 에너지양의 28%는 비료 생산 과정에 소모 되었다고 하였다. 이와 관련된 중요한 사실은 전 세계 질소비료 소비량이 1950년대 이래 고도로 증가하여 최근 대량의 에너지를 소비하고 있다는

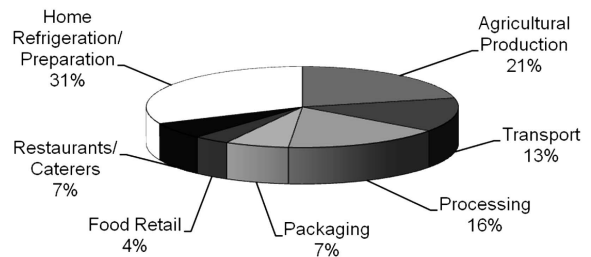
것이다. 즉 중국의 질소 비료 소비량은 2004년에 4천만 톤이 넘었으며 그 후 매년 계속 증가하여 오늘날 세계 제 1위를 차지하고, 제 2위인 미국은 1989년 이래 매년 1천 9백만 톤 선을 유지하나, 인도는 1998년 이후 급 증가 하여 매년 1천6백만 톤으로 세계 제 3위를 차지하고 있다. 이런 막대량의 질소 비료 생산 증가는 곧 에너지의 대량 소비를 초래하는 것이다. 그러므로 만일 국제간의 충돌로 원유가의 상승을 일으키면 질소비료가의 상승을 초래할 것이고 동시에 국제 식량가의 상승을 초래하는 연쇄작용을 유도하여 많은 나라의 식량안보를 위협하게 되는 원인이 될 수 있다.

오늘날 미국에서는 효율적인 농장 관리로 에너지 소비량을 감소하는 방향으로 추진하고 있으나, 농산품이 일단 농장을 떠나서 식품이 소비자의 식탁에 도달할 때까지 소비되는 에너지량은 계속 증가 되고 있다. 아래 그림 1에서 보는 바와 같이 2005년도 보고에 의하면 미국의 현대 식품시스템이 소비하는 전 에너지양의 21%가 농산물 생산과정에 소비되고 14%는 운반과정에서, 16%는 가공과정에서, 7%는 포장에, 4%는 판매과정에, 7%는 음식점에서, 그리고 나머지 32%는 가정에서 요리 준비하고 저장하는데 에너지를 소모한다고 한다.

지난 40-50년 전의 이와 같은 통계수치가 있다면 아마 가공·포장·운반에 필요한 에너지 할당이 오늘날에 비하여 매우 나졌으리라고 추정된다. 식품 생산에 필요한 에너지는 국가 차원에서 매우 중요하고 대량이 필요하기 때문에 화석 연료 소비량을 신중히 고려할 필요가 있다. 이와 관련되어 신중히 생각 하여야 할 것은 식품 생산을 위하여

United States Food System Energy Use

Total = 10.25 Quadrillion Btu



Source: Heller and Keoleian

그림 1. United States Food System Energy Use

투입한 에너지로 얼마의 식품 에너지를 생산할 수 있는 효율도가 중요한 척도가 되기 때문이다. 미국 Johns Hopkins 대학교의 2002년 연구 보고에 의하면 현대 산업 기계화한 미국 농산물 생산 시스템이 평균 3 Kcal의 에너지를 투입하여 불과 1 Kcal의 식품 에너지를 생산한다고 하였다. 이는 1Kcal 에너지를 투입하여 2 Kcal 이상의 식품 에너지를 생산 하였던 1950-60년과 아주 대조적인 사실이기도하다. 오늘날 전 세계에서 판매되는 식품 중 가공식품이 4분의 3을 차지하며, 1 lb (약 453.592 g)의 냉동과채를 생산하기 위하여 825 Kcal의 에너지가 소모되고, 또 559 Kcal의 에너지가 포장, 운반, 저장에 소모된다고 한다. 1 lb 통조림된 과채를 생산하기 위하여 가공하는데 216 Kcal가 필요하나, 이를 담은 금속통을 제조하는데 무려 1,006 Kcal가 소모된다고 Cornell 대학교 Pimentel 교수가 보고하였다. 1 lb의 breakfast cereal을 생산하는데 필요한 7,126 Kcal는 cereal 자체가 생산할 수 있는 열량의 거의 5배가 된다. 더욱 심한 경우는 곡물 사료로 사육한 가축의 경우 35 Kcal 에너지를 사용하여 불과 1 Kcal의 소고기 에너지를 산출하는 경우도 있으니 현대 산업화된 농산물 생산이 얼마나 에너지를 낭비하는 시스템임을 증거 하여 주고 있다. 여기에서 식품 가공에 필요한 에너지를 가산한다면 평균 7-10 Kcal의 에너지를 생산과정에 투입하여 불과 1 Kcal 식품 에너지를 생산한다고 Michigan 대학교 연구진이 보고한 바 있다. 이러한 비효율적인 현대식품시스템은 비능률적인 농산물 생산 과정에서부터 시작하여, 다양성 가공식품을 위한 추가가공도 필요 이상의 편리를 위한 포장 및 저장으로 대량의 에너지를 추가 소비하기 때문이며, 특히 편리한 현대 운반 시설과 작물수확 후의 생리학 발전으로 신선한 과채를 수천 마일 항공이나, 선박, 기차, 트럭으로 운반 하는데 이에 막대한 양의 에너지가 소비되고 있는 현대식품시스템을 생각해 보아야 한다.

#### 농장에서의 농산물 생산에 필요한 에너지:

현대 농장에서 소비하는 화석연료의 대부분은 농산물의 운반이나 농기구이용에 필요한 에너지가 아니라 앞에 지적한 농화학물질, 즉 인공 화학 비료와 살충제-제초제 생산에 대량의 에너지를 소비 하고 있다. 공기 중의 질소와 자연가스(화석연료)로부터 질소 비료를 합성 하는데 많은 에너지가 필요하다. 한 보고에 의하면 1 ac 당 농지에 5.5

gal 화석 연료가 소비된다고 하였다. 그러므로 만일 화학 비료 대신 가축 사육에서 생산되는 가축분비 유기비료를 대용하다면 에너지 소모를 삭감할 수 있을 것으로 보겠으나, 현대 산업화된 농업 시스템에는 이것 역시 불가하다는 것이다. 즉 현대 시스템에서는 가축 사육이 지역적으로 한 사육장에 수천-수만의 가축을 집중사육하기 때문에 그 지역에서 생산되는 유기비료를 장거리 떨어진 다른 농장으로 운반 하려면 또한 대량의 에너지가 필요하기 때문에 이것 역시 비효율적이고, 동시에 현대식 사육장이 동물 부산물을 적절히 처리하지 못해 대량으로 축적된 가축 폐기물이 그 지역에 심한 환경오염을 일으키고 있다.

#### 식품가공, 포장, 저장에 필요한 에너지:

앞에서 지적한대로 식품가공과 포장에 사용되는 에너지가 전 식품생산 시스템에 필요한 에너지의 23%를 차지한다고 하였다. 그리고 31%는 소비 가정에서 요리나 냉동에 필요한 에너지로 소비한다. 전통으로 식품가공은 식품의 부패를 방지하고 안전성을 유지하며 품질을 높여 장기간 저장하여 분배의 편리를 도모하는 것이 주목적이나, 오늘날은 편리와 안위를 위주로 하는 개발국의 현대 생활은 좀 지나치다고 생각할 정도의 다양한 편리식품을 생산하고 포장하여 소비자의 인기를 끌어 각종 가공식품을 시판하고 있다. 신선한 야채나 간단히 가공된 곡류는 포장이 간단하여 에너지 소모가 적고 특히 대량으로 판매될 때 포장이 간단하여 낭비를 감소 할 수 있다. 그러나 가공식품을 일인 일회용으로 개별 포장한 것은 중복된 포장을 하게 되어 몇 배의 에너지가 소모되고, 결국 사용 후 폐기물이 된 포장물은 쓰레기 매립지의 환경 오염물질로 축적이 되니 또한 이를 처리하기 위하여 추가의 에너지가 소비된다. 최근 저자가 일시 귀국하여 일반 가정이나 음식점에서 관찰한 몇 가지 중 두 가지를 예로 보면, 우리 기호에 맞게 준비한 서너 장의 조그마한 김을 단장하게 포장하여 편리하게 음식점이나 가정에서 사용하도록 제품하여 판매하는 것을 보았고, 또 1회용 커피나 기타 음료를 간편하게 사용하도록 제품한 것을 보고 우리 국민의 뛰어난 재주에 대하여 감탄한바 있으나, 반면으로는 이런 편리제품들을 포장제조 운반하고 판매하기 위하여서는 포장내의 식품 자체보다 더 고가의 에너지를 대량 소비하였고 또 일차 상용 후 그 포장폐기물이 환경 오염물이 된다는 것을 한번 생각해 볼 때 의아스러운 생각을 하게 되었

다. 현실의 우리의 편리와 안위만을 위하여 에너지를 그렇게까지 낭비하고 환경을 오염시키고 동시에 제한된 에너지 자원을 우리 후세에게 남겨줄 것이 얼마 있을까 하는 생각도 한번 해 볼 필요가 있다고 본다.

#### 식품운반에 필요한 에너지:

현대 산업화된 농식품 시스템은 위에 지적한 바와 같이 특정국가(또는 지역)에서 대량 집중 생산하기 때문에 지역적 특성을 갖게 되었다. 즉 국제적으로 값이 싼 옥수수, 밀, 쌀, 콩은 미국이나 캐나다에서, 값이 싼 소고기는 미국이나 호주, 값이 싼 와인은 유럽이나 남미의 여러 나라, 값이 싼 설탕이나 오렌지는 브라질... 등등으로 이들 농산 식품은 오늘날 온 세계 각국으로 운송 분배되고 있다. 최근의 한 보고에 의하면 미국에서 일반 국민이 섭취하는 식품이 평균 1,500 마일 운송 되었다고 한다. 현재 우리나라 슈퍼마켓의 가공식품 중 외국에서 직접·간접으로 수백, 수천 마일 운반되어 가공되거나 또는 직접 판매되고 있다.

특히 근년에는 신선한 야채나 과일을 비롯한 각종 식품이 세계 모든 지역으로 단시일 내에 운반 되고 있다. 저가의 화석연료를 이용하여 개방된 세계시장을 향해 각종의 신선한 야채와 과일을 계절의 제한 없이 어느 때나 어느 지역으로 쉽게 운반 되어 판매 소비되고 있는 현대 개발국의 식품은 농가에서 가정에 이르기까지 평균 2,500-4,000 km의 장거리로 운반되고 있다고 한다. 그러므로 식품을 트럭으로 운반하면 기차로 운반하는 것보다 10배의 에너지를 더 소모하고, 냉동장치의 항공기로 운반하면 선박으로 운반 하는 것보다 60배의 에너지를 더 소모 한다고 하니 우리가 매일 무심코 즐기는 수입된 식품을 섭취할 때 그 식품이 소비한 상당량의 에너지와 그로 인한 추가 환경오염을 생각해 볼 필요가 있다고 본다.

화석연료 에너지는 우리 인간생활 모든 분야에 절대 필요한 것으로 활용되거나 재생 할 수 없는 자원으로 특히 지난 30-40년간 소수의 개발국가들이 상당량을 소비하여 왔고, 근년에는 개발도상국의 요구가 급격하게 증가함으로 인하여 세계적인 식량난과 국가안전에 위협을 주고 있다. 그러므로 현대의 농산물 생산-가공-포장-저장-운반-분배-조리 등 전반 식품생산 시스템의 개선 방향 압력을 가하게 되고 있는 현실이니 이에 대한 시급한 대책이 요구되고 있다.

앞에 설명한 현대식품 시스템의 여러 과정 중 화석 연료 소비가 급증하는 특정 과정 대하여 정부는 새로운 식품 시스템개발을 장려하여 한국 농업의 지속 유지와 국내 식품산업을 보호하고 에너지 낭비를 방지하는 녹색 정책을 세워야 할 것이다. 즉 친환경 농업을 장려하여 에너지 소모를 저하시키고, 일반 가정이나, 분배 판매상이나, 가공업자나, 농민들이 사용하는 모든 가전품이나 각종 기계를 저에너지 개선품으로 대용하도록 추가 정책을 세워서 전반적인 식품시스템의 에너지 절약을 모색하여야 할 것이다. 식품 분배에 있어서도 현대식 식품시스템은 한 지역이 중심이 된 중앙분배시스템 (Central Distribution System)을 개조하여 지역 농업을 장려하고 농산물이 생산지역에서 직접 소비자에게 분배 될 수 있는 소위 농촌 시장 시스템 (Farmers' Markets System)을 보호 장려하여 농산물 운반에 사용되는 에너지도 절약 할 수 있는 정부의 정책이 필요하다고 본다. 우리 마을, 우리 지역, 우리 농식품을 애용하는 계몽과 교육을 시행한다면 지역 농업개발과 국가 수익에 큰 혜택이 있으리라고 믿는다.

### III. 맺음말

인간생활의 만사가 어느 한계를 벗어나면 부작용이 생긴다는 옛 말이 여기 현대식품 시스템에도 적용된다고 본다. 현대 식품 생산 시스템에 지나친 편리와 안위를 추구하는 필요 이상의 식품 포장을 자제하여야 하고 고도의 중복된 가공식품 생산을 삼가야 하며, 동시에 폐기물의 재생을 위한 고안을 세워 전반적인 에너지 절약을 시행하는 녹색 환경을 추구하여야 한다. 그렇게 함으로서 우리나라가 외국 화석연료에 절대 의존으로부터 벗어날 것이며, 장래 국가 경제 발전과 국민식량 안보 및 건강에 대비가 될 것이다. 동시에 식품가격이 다소 비싸다고 하여도 국내산 식품을 받아들이는 애국적인 소비자의 아량과 교육도 필요하다. 특히 우리나라의 전통식품은 생산 제조 과정에 에너지 효율성이 높고 동시에 환경 오염률이 낮아 자동적으로 녹색 환경 운동에 참여될 뿐만 아니라 전통 식품 자체가 우리가 알고 있는 현대의 기능성 식품으로 건강에 유익하니 일석 삼조의 특혜를 가지고 있는 자랑스러운 전통 식품임을 자부하고 오늘날 문제가 많은 현대 서구식 식이법을 삼가는 것도 녹색환경에 유익하다고 생각된다.