

미국, 바이오에탄올 생산현황(2)

신 용 광*

미국의 바이오 에탄올 생산은 국제원유가격 상승과 환경 문제가 대두되면서 연방정부나 주 정부차원의 지원을 받아 추진하고 있다. 또한 잉여 농산물의 처리를 위한 해결책으로도 주목받고 있다. 미국의 바이오 에탄올 생산현황을 브라질과 비교하여 정리하고 바이오 에탄올 생산이 식량이나 사료 수급 등에 미치는 영향 등을 검토하여 2회에 걸쳐 정리하였다.

4. 미네소타주의 옥수수 생산과 에탄올 공장 실태

4.1. 미네소타주의 옥수수 및 에탄올 생산현황

미네소타주의 옥수수 생산지역은 중부~남부지역에 집중된다. 북부는 삼림지대이며 북서부는 비트와 밀의 윤작지대, 중부~남동부는 낙농지대이다.

미네소타주의 경종작물 가운데 옥수수가 최대의 수입액(약 13억 달러)이며 옥수수 생산량은 10억 부셸(bushel)로 이 가운데 2억 부셸이 에탄올 생산전용(0.5억 부셸이 가공전용)이다. 나머지 5억 부셸은 수출용이며 3억 부셸은 사료용이다.

* 한국농촌경제연구원 ykshin22@krei.re.kr 02-3299-4333

옥수수를 생산하는 농가는 대두와 윤작하는 농가가 많다. 옥수수와 대두의 작부 면적은 가격에 따라 농가가 결정하기 때문에 경합관계에 있다.

에탄올용 생산이 증가하고 있음에도 불구하고 옥수수의 농가수취 가격은 1.5 달러/부셸 정도로 1940년 이후 거의 변함이 없다. 옥수수가 에탄올 원료로 사용되면서 가축 사료용 옥수수에 영향을 미치고는 있지만 농가수취가격은 오히려 하락하는 경향에 있다.

미네소타주의 수로로서 중요한 위치를 차지하는 미시시피강이 겨울이 되면 얼기 때문에 수송이 곤란하다. 이 때문에 시카고의 곡물 시세등과 비교하여 20~30% 정도 가격을 싸게 판매된다. 따라서 생산자는 수입을 늘리기 위하여 에탄올 생산으로 전환하게 된다.

4.2. 미네소타주에 있어서의 에탄올 지원책

현재 미네소타주에서는 E10의 사용이 의무화 되어 있으며 2013년까지 E20의 사용을 의무화한다는 방침이 정해져 있지만 E20의 사용은 미국 환경보호청(EPA)에 의한 환경 기준에 맞추어 승인이 필요하며 현재에는 EPA와 함께 필요한 조사를 실시하고 있는 단계이다. 바이오 디젤에 대해서는 다른 주들보다 앞서 2005년 11월부터 2%의 혼합이 의무화되었으며 B20나 B100의 규격에 대응한 주유소도 있다.

주 정부에 의한 지원정책으로는 1994년부터 10년간 연간 1,500만 갤런을 상한으로 갤런당 20센트의 보조금을 지출하는 제도가 있었지만 지금은 종료된 상황이다(제도 종료후에도 해당기간에 준공된 공장은 현재까지 보조를 받을 수 있다).

4.3. 미네소타주의 에탄올 공장 분포

미네소타주의 에탄올 공장은 중부~남부의 옥수수 생산지역에 집중하고 있다<그림 5>.

그림 5 미네소타주의 에탄올 공장



2006년 4월 현재 16곳의 에탄올 공장(1공장이 건설중)이 조업중이며, 연간 5억 5,000만 갤런의 에탄올을 제조하고 있다. 바이오에탄올 제조방법은 Wetmill 방식이 1곳이며 나머지는 Drymill방식이다.

4.4. 사례 공장의 개요

바이오에탄올 생산공장의 사례로 Bushmill Ethanol Inc.를 소개한다. 이 공장은 농가 소유의 협동조합 공장으로 Fagan사가 건설한 공장이다.

표 3 Bushmills Ethanol Inc, Atwater 공장(MN주)

시설	- 2006년 1월 에탄올 생산개시 - 연간 353일, 24시간가동 - 종업원 32인
제조법	- Drymill 방식
에탄올 생산	- 원료 : 1,700부셀/년, 10%는 회원(450호, 4개월 평균 가격으로 지불) - 생산량 : 4,900만갤런/년
제품의 수송수단	- 철도와 트럭 각각 50%의 비율
공장의 에너지원	- 천연가스
기타	- 공장까지의 수송비는 농가부담 - 옥수수 대금은 회원 농가에서 구입한 경우 4개월간의 평균값을 계산하여 지불

해당 공장은 농가 소유이지만 General Manager와 공장 책임자는 카나그아와 ADM(Archer Daniels Midland) 출신이다. 3년 전부터 Atwater시에 공장 건설을 예정하였지만 당시에는 투자가가 없어 고전하였다. 현재에는 신설 공장의 수요가 많아 공장 건설을 위해서는 3년을 기다려야 한다. 바이오에탄올 공장의 증가와 더불어 원료인 옥수수의 조달이 어려워지고 있지만 해당 공장은 2009년까지 원료조달 계약(회원분)이 완료되어 있다.

바이오에탄올 생산의 생산비는 약 35%가 원료비, 약 20%가 에너지비, 인건비 등의 기타비용이 20% 미만이며 이익은 약 30%가 발생하고 있다. 바이오에탄올을 제조한지 얼마 되지 않은 상태에서 30% 정도의 이익을 확보하고 있다.

바이오에탄올은 생산자 협동조직인 RPMG(Renewable Products Marketing Group)에서 판매하고 있다. 에탄올의 수송은 철도와 트럭이 반반이지만, 철도 수송은 화차의 수, 수송처가 한정되기 때문에 파이프라인의 건설 가능성을 검토하고 있다. 하지만 정유업계의 반대가 예상된다.

5. 사료와의 경합 관계 및 수출에의 영향

5.1. 옥수수 생산의 확대

미국은 세계 최대의 옥수수 생산국이며 소비국이기도 하다. 주된 생산지로서는 미국 중서부의 콘 벨트 지대로 불리는 지역으로 일리노이, 인디애나, 오하이오, 미시간, 위스콘신, 아이오와, 미저리, 미네소타, 네브래스카, 사우스다코타 등이다.

옥수수의 생산량은 한발이나 고온 등의 영향을 받아 일시적으로 감소할 경우도 있지만 중장기적으로는 수요증가에 따른 대두나 밀 등의 전작이

증가하고 있고 옥수수 단수 증가 등의 생산성 향상으로 인하여 옥수수의 전체 생산량은 증가하는 추세이다.

5.2. 에탄올용 옥수수가 증가 경향

미국내에서 사료작물 생산량의 90%(이 가운데 50%가 국내 가축 사료용으로 소비)를 옥수수가 차지하고 있다.

USDA에 의한 옥수수 수요예측(수요에는 수출을 포함)에 의하면 수입이 증가하지 않는 가운데 생산량의 증가로 인하여 공급량이 증가하고 있다. 반면에 에탄올 및 수출용 수요가 증가하지만 2007/08연도에는 에탄올용이 수출용을 상회하였으며 사료용 수요가 감소하고 있다<표 4>.

재고율이 상당히 낮은 수준으로 한발 등의 이상 기상이 발생하면 공급 불안이 발생할 우려가 있다(공급 불안정성과 취약성 확대).

표 4 USDA에 의한 옥수수 수요예측

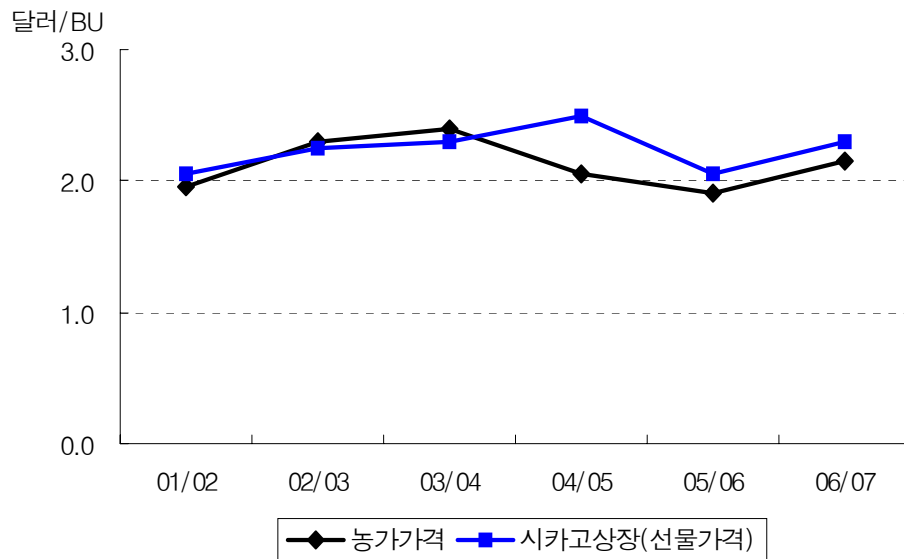
단위 : 100만 부셸

	2004년도(a)	내역(%)	2012년도(b)	내역(%)	b/a
기수재고	958	7	1,039	8	1.08
생산량	11,807	92	12,315	92	1.04
수입량	11	7	10	0	0.91
공급량	12,776	100	13,364	100	1.05
사료용	6,164	68	5,850	48	0.95
식량, 전분	1,363	92	1,460	92	1.04
연료용	1,323	2	2,745	22	2.07
수출량	1,814	17	2,226	18	1.23
수요량	10,664	100	12,280	100	1.15
기말재고	2,112	-	1,084	-	0.51
재고율	19.8	-	8.8	-	-

5.3. 중장기적으로 옥수수 가격은 상승

미국의 옥수수 농가수취 가격은 재고량 때문에 1~2년 정도는 약간 하락 경향이지만, 연료용 에탄올의 수요 증가로 인하여 중장기적으로는 상승할 것으로 예측되고 있다<그림 6>. 농가도 축산용뿐만 아니라 에탄올이라는 새로운 안정적인 수요가 발생하였기 때문에 급하게 판매할 필요가 없게 되었으며 이 또한 가격상승의 한 요인이다.

그림 6 사료용 옥수수의 가격의 추이



에탄올 생산에 옥수수가 이용됨으로써 사료와의 경합이나 수출용에 대한 영향이 우려되고 있다. 이 점에 대하여 현지에서 설문조사를 실시하였지만 미국의 에탄올 관계자에 의하면 다음과 같이 낙관적인 전망을 제시하고 있다<표 4>.

표 5 에탄올 수요증가에 대비한 옥수수 확보나 가격에 대한 관계자의 전망

RFA	- 옥수수의 수요는 사료용이 가장 큰 점유율을 차지하며 전통적으로 중요한 고객이기 때문에 사료용 공급이 줄어들지 않을 것이다.
USDA 에탄올 담당분석관	- 가격이 상승하면 생산은 증가한다. 에탄올수요가 증가하여 옥수수 수급밸런스는 단기적으로 변동할 수 있지만 중장기적으로 생산량의 증가로 인하여 밸런스를 유지할 것이다. 옥수수 가격 자체가 상승할지라도 DDGS의 공급증가와 대두가격의 하락으로 사료전체 가격은 변함이 없을 것이다. - 옥수수의 수량증대로 인하여 수급밸런스가 유지될 것이다. 기술 진보나 윤작체계의 변화로 증산이 가능하다. 더욱이 CRP(농지환경 보전) 프로그램으로부터 농지로 복귀할 수도 있다.

한편 리히트씨의 기사에 의하면 에탄올용 옥수수 수요 증가에 따른 축산업의 영향을 우려하는 내용이 소개되고 있다.

이 가운데에는 DDGS의 증가로 인하여 단백질원을 염가로 공급한다는 환영과 더불어 옥수수에 대한 에탄올 수요의 증대로 인하여 소, 돼지, 가금용 사료비용이 향후 2년간에 60~70% 상승할 가능성에 대한 지적도 있었다. 또한 DDGS는 섬유질이 많지만 리진이 적기 때문에 돼지사료로 적절하지 않아 단위동물 사료용 옥수수 확보 경쟁이 심화될 것을 우려하는 지적도 있다.

옥수수 수출에 미치는 영향에 대해서도 미국의 옥수수 생산자는 국내용 사료 생산량은 확보하지만 에탄올 수요를 조달하기 위하여 수출용 옥수수를 감소시킬 가능성이 지적되고 있다. 이 기사에서는 일본, 캐나다, 대만은 다소 높은 가격으로도 미국산 옥수수를 계속 구입하지만 개발도상국들은 라틴 아메리카(멕시코, 아르헨티나, 브라질)로 구입처를 전환할 가능성도 지적하고 있다.

6. 에탄올 생산이 식량과 환경에 미치는 영향

6.1. 식량 생산에의 영향(식량 vs.연료)

이미 전술한 사료용 옥수수에 대한 영향 이외에도 최근 식량으로 공급할 농산물이 연료로 이용되는 것을 우려하는 의견도 있다.

대표적인 의견은 Earth Policy Institute 이사장인 Lester Brown씨의 의견으로 연료용 수요는 곡물 가격의 상승을 유발하여 식비지출이 절반이상인 20억 명의 식생활에 영향을 미친다는 의견이다.

이와 반대로 곡물 메이저인 ADM사의 Andreas 회장은 기아는 식량 생산에 대한 투자가 부족한 것이 원인이며 농산물 가격상승은 개발도상국의 농촌에 이익을 가져온다. 가격의 상승은 생산을 자극해 공급을 증가시키기 때문에 에탄올 생산에 의한 개발도상국의 식량공급이나 가격상승을 염려하는 것은 빗나간 화살이라는 반론이다.

중도적인 의견으로는 FAO의 Gustavo Best씨의 의견이다. 에너지용 작물 재배는 소규모 농가의 새로운 수입 기회를 높이고 빈곤 지역의 발전에 공헌하는 반면에 식량안전보장의 위기를 가져올 수도 있다는 의견이다.

또한 식량 vs. 연료의 직접적인 경합 문제뿐만 아니라 작물을 원료로 한 각종 제품이나 기타 작물에 대한 영향도 우려된다. <표 6>은 바이오 연료용 작물과 이를 원료로 하는 제품을 제시한 표이다. 예를 들어 사탕수수를 이용한 에탄올 생산이 증가하면 설탕가격에 영향을 미치기 때문에 경우에 따라서는 최종 제품인 음료, 과자 등의 가격에도 영향을 미칠 수 있다.

표 6 바이오 연료와 식료와의 관계(Food vs Fuel)

바이오연료	원료작물	경합관계의 중간생산물	최종제품
에탄올	사탕수수	사탕	음료, 과자, 유제품 등
	사료용 옥수수	사료, 전분, 이성화당(HFCS)	축산물, 전분제품, 음료 등
	카사바(cassava)	전분	전분제품(당화용, 면류, 조미료 등)
	소맥	사료, 소맥분	빵, 파스타 등
디젤	대두	사료	대두유, 두부 등, 축산물
	채종	사료	채종유, 마가린, 마요네즈 등

현재 실제로 발생한 사례로는 사탕수수를 이용한 에탄올 생산이 설탕 가격에 미치는 영향 이외에도 EU에서는 바이오 디젤용의 유채가 증가하여 유채유나 마가린 산업에 영향을 미치는 사례가 발생하고 있다.

또한 브라질에서는 에탄올 원료로서 사탕수수의 생산이 확대됨으로써 오렌지 가격이 상대적으로 낮아져 오렌지 생산에서 사탕수수 생산으로 전작하는 사례가 발생하고 있다. 이는 바이오에탄올 생산이 간접적으로 경합작물이나 이를 이용한 제품에 영향을 미치는 것을 의미한다.

에탄올 생산이 각종 농산물이나 식량제품에 미치는 영향은 광범위하게 발생할 가능성이 높기 때문에 에탄올 생산이 농산물 생산량이나 가격, 중간생산물 및 최종제품에 미치는 영향을 종합적으로 분석하고 정리하는 것은 에너지정책의 추진과 식량안전보장의 측면에서도 의의가 있다.

6.2. 개발도상국의 빈곤·기아 문제에 미치는 영향

세계의 기아 인구는 여전히 약 8억 2천만 명이며(1996년은 8억명) 유엔이 설정한 밀레니엄 개발목표인 2015년까지 10년간 기아인구를 절반으로 줄인다는 목표는 달성될 것 가능성이 희박하다.

개발도상국의 빈곤과 기아문제는 내란, 정치적 문제, 기상 변화, 농산물의 생산기술이나 생산물의 분배문제 등 다양한 요인에서 기인하기 때문에 이를 해결하는 것은 어려운 과제이다.

개발도상국에 대한 선진국의 농업 분야 지원도 줄어들고 있다. 구체적으로는 DAC(OECD 개발원조 위원회) 가맹국에 의한 ODA 가운데 농업분야에 대한 지원액이 해마다 감소하여 1983년의 11.4%가 2003년에는 3.2%까지 하락하고 있다. 더욱이 세계로부터의 식량원조물자도 2001년의 1,100만 톤에서 2004년의 750만 톤으로 감소한 상황이다.

또한 세계식량계획(WFP)에서 식량의 원조대상이 곡류(옥수수, 펄 밀렛(pearl millet), 밀, 쌀), 두류, 식물유, 설탕, 소금, 곡물혼합 식량, 고칼로리 비스킷, 빵이기 때문에 바이오 에탄올이나 바이오 디젤의 원료와 경합하는 작물이 많다. 더욱이 사탕수수나 옥수수는 궁핍한 아프리카 국가들을 포함한 많은 개발도상국에서 재배되기 때문에 식량생산과 지속적인 농업·농촌 개발의 측면에서도 중요한 발작물이다.

이상과 같은 사실을 정리하는 것만으로도 바이오 연료를 추진하려는 움직임에 대하여 비판적인 입장을 취하는 것도 이상하지 않다.

그러나 재생가능한 바이오 연료의 생산과 이용은 원유가격과의 경제원리에 따라 추진되는 것이 아니라 지구규모의 환경문제를 해결하기 위하여 필요하다. 개발도상국의 농촌도 ADM나 FAO의 담당관의 견해와 같이 생산물을 비식용으로 판매할 수 있는 판로가 있다는 것은 일반적으로 가격 측면에서 유리해져 농가의 수취가격이 상승하고 식부면적과 생산량도 증가한다. 또한 공장이 생기면 취업 기회도 늘어나는 장점이 예상된다. 그 결과 농가 수입이 증가하고 농촌 개발에도 이바지할 수가 있다.

단 바이오 연료의 생산이 무질서하게 개발도상국에서 추진되고 선진국

의 공급도 식량 공급을 고려하지 않으면 다시 말하면 식량안전보장의 관점이 균형 있게 고려되지 않으면 빈곤과 기아문제는 더욱 악화되는 사태를 초래할 수도 있다. 결론적으로 바이오연료의 생산 및 이용과 개발도상국의 지속적인 농업·농촌 개발을 통한 식량안전보장의 관계를 균형 있게 추진하는 것이 중요하다.

6.3. 공급의 불안정성

바이오 에탄올의 세계시장 공급원은 브라질이 유일하다. 브라질에서 2005년과 같은 한발의 피해가 발생할 경우 즉시 공급량이 감소하여 가격 상승이 발생하기 쉬운 시장 구조가 형성되어 있다. 이러한 구조는 설탕도 동일한 구조이며 세계 제2위의 수출국인 EU가 설탕제도의 개혁으로 인하여 세계 제2위의 수입국으로 바뀌면서 브라질에 대한 의존도가 더욱 더 높아지는 불안정한 시장구조와 유사하다.

브라질조차도 에탄올 정책은 내수를 중시하는 정책이며 국내 소비에 대한 대응이 먼저이며 수출은 후순위이다. 다시 말하면 만약 원유가격이 상승할 경우 국내용을 증가시키고 수출량을 감소시킬 가능성도 배제할 수 없다. 또한 원료용 옥수수는 천수재배가 이루어지기 때문에 한발이 발생할 경우 생산량이 큰 폭으로 감소하여 에탄올공급의 불안정성을 초래할 수 있으며 대부분의 공장들이 설탕을 동시에 생산하기 때문에 설탕의 국제가격에 미치는 영향도 고려할 필요가 있다. 더욱이 바이오 에탄올을 생산하기 위한 공장의 신설 속도와 사탕수수 작부면적 확대(원료 확보), 수송 인프라 등이 조화롭게 추진되지 않을 경우 국내외에 수요를 조달하는 에탄올의 안정적인 공급이 어려워질 수도 있다.

6.4. 환경에 대한 염려

그린피스의 보고에 의하면 국제기업이 아마존을 개발하여 대두생산 기지를 만든 것이 열대 우림의 파괴로 이어졌으며 이 문제가 유럽에서 사회적으로 이슈화되었다. 이는 사료용 대두 수출에 대한 보고서이지만 바이오

디젤에도 같은 문제가 발생할 수 있다. 이와 같이 경작 가능한 대규모의 미이용 농지를 보유한 브라질조차도 인프라 문제로 아마존에서 발생하는 환경파괴에 대한 우려를 불식시킬 수 없다.

미국에서는 에탄올 수요에 대응하기 위하여 환경보전 지역인 CRP 프로그램하의 환경보전지(1,568만 에이커)에 옥수수를 재배할 수도 있지만 USDA의 담당관은 이것이야말로 환경에 악영향 미칠 수도 있다고 지적하고 있다. 미국은 브라질과 달리 미이용상태의 경작가능지역이 적기 때문에 환경측면에서 보호해야 할 토지에 대한 압력이 보다 강할 수 있다.

이러한 가운데 2006년 10월 11일에 미국의 농무부 장관과 에너지부 장관은 총액 1,750만 달러를 바이오 연료용 작물에 대한 조사연구에 투자하기로 결정하였다. 여기에는 새로운 바이오 연료용 원료(특히 셀룰로오스 원료)에 대한 조사연구비 등이 포함되어 있다.

7. 결론

미국은 2005년 8월 8일에 가결된 포괄에너지법에 의하여 재생가능연료의 사용량을 2012년까지 75억 갤런까지 확대할 예정이다. RFA는 2008년에 목표를 앞당겨서 달성할 수 있을 것으로 전망하고 있다. 더욱이 2025년까지 중동에서 수입되는 석유의 75%를 에탄올로 대체할 것으로 전망되며 에탄올 생산은 금후에도 지속적으로 확대될 것으로 판단된다.

또한 옥수수를 원료로 하는 바이오 에탄올 생산의 증가로 인하여 사료 원료나 식량 생산에 미치는 영향은 바이오 에탄올 생산을 확대하기 위한 투자가 활발하게 진행되는 상황에서는 분명한 견해를 제시하기가 어렵다. 사료 원료에 대해서는 종전 사료용으로 이용된 옥수수가 감소할 우려도 지적되지만 부산물(DDGS등)의 공급으로 상충될 것이란 견해도 있다.

식량 vs. 연료 문제, 특히 바이오 연료와 빈곤·기아의 관계는 현재까지 바이오 연료 추진파와 반대파 각각의 의견이 있을 뿐이다. 브라질의 에탄올 공급의 안정성(사탕수수의 작부면적이나 수량 동향을 포함), 개발도상국의 에탄올 생산에 대한 기술이전이나 공장건설 등에 대한 투자 동향을 고려하지 않으면 식량에 미치는 영향을 이야기하기 어렵다. 다만 현재까지 에탄올 생산의 주원료는 사탕수수와 옥수수 등과 같이 개발도상국에서도 중요한 작물인 점을 고려할 때 향후의 에탄올 수요가 세계적으로 더욱 더 증대할 것이며 식량과 경합관계에 있는 원료이용에 대한 반대파의 의견도 더욱 강해질 것이다.

바이오 에탄올의 세계적인 수급 구조는 이미 언급한 바와 같이 불안정한 상태이다. 사탕수수, 옥수수나 다른 곡류에 대한 한발 등의 이상 기후의 영향이 매년 보고되고 있다. 미국, 브라질은 공장에 대한 시설투자가 활발하지만 수송 인프라 문제, 미국에서는 주유소 정비 등의 과제가 있다. 또한 바이오 에탄올은 생산 진흥, 혼합연료 등에 대한 세금우대정책이 없이는 안정적인 공급을 지속하는 것이 어렵다는 사실은 미국, 브라질의 선진 사례를 봐도 명백하다.

미국의 바이오 에탄올 생산에는, (1)원료를 분해하는 효소·효모의 가격 저하, 유전자 공학 기술의 발전에 의한 새로운 에탄올의 효율적인 생산 진흥이 필요하고, (2)농업·축산 폐기물을 에탄올 생산에 이용함으로써 식량이나 환경 문제를 줄이며, (3)장기적으로는 옥수수 이외에 셀룰로오스 원료 등의 기타 바이오매스(biomass)를 이용한 에탄올 생산, 식량이나 환경문제의 관점도 고려할 필요가 있다. 이러한 바이오 에탄올 생산은 미국뿐만 아니라 세계 농업의 근본적인 변화를 초래할 가능성이 높다.

참고자료

<http://lin.lin.go.jp/alic/month/fore/2006/dec/spe-02.htm> 발췌정리