

필리핀·태국·인도 바이오에탄올 산업 동향과 시사점

김 학 수 *

1. 필리핀의 바이오에탄올 산업

1.1. 바이오에탄올 원료 작물

필리핀은 사탕수수와 설탕 가공에서 나오는 부산물인 당밀을 사용하여 바이오에탄올을 생산한다. 쌀, 옥수수와 다른 곡물로 생산을 할 수도 있으나 자국의 식량안보차원에서 이들 작물로 바이오에탄올을 생산하는 것은 제한하고 있다. 또한 증가하는 바이오에탄올의 소비 증가에 대응하기 위해 보완적인 공급 원료로 단수수와 목질계 원료를 사용한 바이오 에탄올 생산기술 개발에 노력하고 있다.

1.2. 필리핀의 사탕수수 생산 동향

<표 1>을 보면 2016/17 수확연도(2016.9월~2017.8월) 기준 사탕수수 생산량은 생육시기의 양호한 기상여건과 생산 면적의 증가로 전년보다 1.1% 증가 한 2,350만 톤을 기록하였다. 사탕수수 생산면적은 2015/16년 41만 2,000ha 보다 소폭 증가한 41만 9,000ha이었다. 생산 지역별로는 Negros 섬지역이 전체 사탕수수 생산량의 57%를 차지하며, 이어 Mindanao 지역 19%, Luzon 지역 14%, Panay 지역 6% 그리고 Eastern Visayas 지역에서 4%가 생산되었다. 약 90%의 사탕수수를 원료로 한 설탕원료 생산은 4개소의 설탕 생산자 연합과 3개소의 설탕가공협회 들에 의해 이루어진다. 그 속에는 점유율 60%를 차지하는 24개의 설탕원료 가공공장과 점유율 73%를 차지하는 11개의 설탕 정제공장들이 포함되어 있다.

필리핀의 설탕산업을 관장하는 설탕관리청(Sugar Regulatory Administration, SRA)¹⁾에

* 미국곡물협회 한국사무소 대표 (haksoo7@korea.com).

따르면 필리핀에는 6만 5,000여 사탕수수 생산농가가 있으며, 그 중 80%가 5ha 미만의 영세농이고, 1%만이 100ha 이상의 대규모 농장이다. 규모에 따라 단위당 생산량에도 차이가 큰데, 100ha 이상의 대규모 농장에서의 ha 당 7.34톤을 생산하는 반면 5ha 미만의 소규모 농가에서는 ha당 5.03톤을 생산한다. 최근에는 기후적인 여건이외에도 수확 노동력 부족이 사탕수수 생산에 영향을 미치고 있다.

<표 1> 사탕수수 및 설탕 원료생산 추이

구분	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17
사탕수수 생산량(천톤)	25,930	24,300	25,000	24,853	23,384	23,254	23,500
생산면적(천ha)	395.6	420.8	423.5	423.3	416.9	411.5	419.2
설탕원료 생산량(천톤)	2,399.1	2,240.0	2,360.0	2,462	2,324	2,239	2,250

주: USDA GAIN Report Philippines Sugar Annual 자료를 바탕으로 저자 작성.

필리핀의 설탕업계는 인구증가와 식품가공 산업의 빠른 성장세에 힘입어 설탕과 설탕 대체제의 수요가 지속적으로 증가할 것으로 전망하고 있다. <표 2>에 따르면 바이오에탄올 생산에 사용된 공급 원료별 소비 추이를 볼 수 있는데, 당밀의 바이오에탄올 원료 사용은 국제시장의 설탕가격에 따른 설탕업계의 수익구조에 따라 영향을 받고 있다. 최근에는 사탕수수보다 당밀의 사용 비중이 높아지고 있는데 업계에서는 이러한 추세는 향후 수년간 계속 될 것으로 전망하고 있다.

<표 2> 바이오에탄올 사용원료별 소비 추이

구분	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
사탕수수(천톤)	308	154	0	480	500	600	277	50	40
당 밀(천톤)	12	0	16	18	150	300	612	900	1,100

주: USDA GAIN Report Philippines Biofuels Situation and Outlook 자료를 바탕으로 저자 작성

1.3. 바이오에탄올 생산촉진 정책

<표 3>에서 보는 바와 같이 필리핀 정부는 1979년 사탕수수 에탄올의 생산과 연료 사용을 촉진하는 Alcogas프로그램²⁾을 시행하였으나, 1986년 마르코스 정부의 출범과 함께 Alcogas

1) 필리핀 농무부 산하의 설탕산업의 발전과 성장을 관장하는 기관으로 SRA로 불림.

2) 1980년대 필리핀 정부가 추진한 석유의존도를 낮추고, 바이오연료 생산촉진을 위해 PNO-ALCOHOL CORPORATION

프로그램을 종료한 바 있다. 20여년이 경과한 후 필리핀 정부는 에너지 자급과 기후변화에 적극 대처하고 농어지역의 경제 개발을 위해 2006년 바이오연료법³⁾을 입안하였으며, 수차례의 개정과 보완을 거쳐 현재는 2016년에 발효된 2016 바이오 연료법(Biofuels Act 또는 Republic Act (RA) 9367)을 시행하고 있다. 이 법은 필리핀을 동남아시아 국가들 중에서 첫 번째로 바이오연료를 입법화한 국가로 만들어 주었다.

필리핀 에너지부(DOE)가 주도하는 바이오 연료 전략은 필리핀의 산업전반에 안전하고, 지속가능하며, 저렴하고 환경 친화적인 에너지를 보급하기 위한 필리핀 에너지 기본계획(Philippines Energy Plan, PEP)을 근거로 만들어진 국가 바이오연료 계획인 NBP(National Biofuels Plan)에 잘 나타나 있다. NBP에서는 NBB(National Biofuels Board)⁴⁾의 단기, 중기 및 장기 바이오에탄올 공급계획을 제시한다. PEP와 NBP는 정기적으로 검토되며 현실을 반영하여 조정될 수 있다. 2016 바이오 연료법은 ① 수입 원유에 대한 의존도를 줄이기 위해 토착적이고 재생가능한 청정에너지의 개발과 사용을 촉진하고, ② 유독성 물질과 온실가스 배출 완화, ③ 농촌지역 고용 및 소득 증대, ④ 국가의 자연 생태계, 생물 다양성 및 식량 보호에 해를 주지 않으면서 대안적이고 재생가능한 청정에너지의 이용가능성을 보장한다는 내용을 담고 있다. 또한 DOE는 바이오 연료의 기술 연료 품질에 관한 표준 및 지침을 수립하고(바이오 연료 혼합 가솔린 및 디젤) 연료 및 연료 관련 제품이 국가 표준을 준수하는지 관리를 총괄한다.

바이오 연료법은 환경자연자원부(Department of Environment and Natural Resources, DENR)의 모니터링과 평가에 따라 바이오 연료 생산에 사용되는 오페수가 필리핀의 청정수법에 부합해야 한다고 규정하고 있으며, 바이오에탄올에 대한 투자 장려를 위해 재정 인센티브가 제공되는데, 바이오 연료 공급과 원료 생산에 종사하는 기업은 농업관련 시설 및 설비 투자에 대해 부가가치세(VAT)를 면제받을 수 있다. 또한 2013년 이후 최대 4년까지만 바이오에탄올 수입을 허용하도록 했지만 불충분한 국내 생산으로 수입을 허용하고 있다.

2016년 7월에 취임한 로드리고 두테르테 대통령은 공식적으로 환경문제보다 앞서 경제 발전에 우선순위를 두고 있지만 2017년 2월 파리 협약에 서명하고 2030년까지 탄소배출량

(PNOC-AC)과 PHILIPPINE NATIONAL ALCOHOL COMMISSION (PNAC)이 추진한 정책임.

3) 수입 원유에 대한 의존도를 줄이기 위한 토착 신재생 에너지 개발, 사용 및 온실가스 배출 감소 및 국가의 자연 생태계, 생물 다양성 및 식량 보호에 해를 끼치지 않는 대체 가능한 청정에너지의 이용을 목적으로 함.

4) 바이오연료 정책의 영향이 균형 잡힌 경제 성장의 목표와 일치하도록 보장하는 모니터링 및 자문기구

을 70% 감축하겠다고 약속한 바 있다. 따라서 필리핀 정부는 PEP 하에서 2030년까지 재생 에너지 용량을 3배로 늘린다는 목표로 의욕적으로 추진하고 있다.

최근 수년간 필리핀의 바이오에탄올 업계는 정부의 바이오연료정책에 의해 만들어진 안정적인 수요와 적극적인 인센티브 정책에 힘입어 아시아 국가 중 가장 성공적인 바이오에탄올 산업국가로 자리를 잡고 있다. 이에 힘입어 필리핀의 바이오에탄올 공급량은 2009년 2,300만 리터에서 2016년 2만 3,000만 리터로 약 10배 증가되었으며, 전체 에탄올 소비량의 절반 수준으로 바이오에탄올 수입량을 감소시켰다.

환경측면에서도 필리핀의 에탄올 생산정책은 성공한 정책으로 볼 수 있는데, 필리핀대학의 정책 보고서에 따르면 바이오에탄올 법이 발효된 이래 필리핀은 약 1,000만 톤의 온실가스를 감축했으며 2016년 한해에만 약 200만 톤을 감축시켰다고 평가했다. 또한 미국, 일본 등 선진국과 같이 자동차의 노킹 방지용 첨가제인 MTBE(Methyl Tert-Butyl Ether)가 함유된 연료가 유출될 경우 지하수를 오염시킨다는 점을 고려하여 MTBE의 사용을 완전히 중단시키기도 했다.

<표 3> 필리핀의 바이오에탄올 정책 역사

년도	주요 내용
1914년	미국인이 운영하는 설탕과 코코넛 플랜테이션인 Canlubang Sugar Estate에서 에탄올이 최초로 엔진연료로 사용
1922년	마닐라에 The Philippine Motor Alcohol Corp. 설립
1931년	20%의 에탄올과 5%의 등유가 혼합된 'Gasonol'이 상업적으로 판매
1937년	필리핀에서 75백만 리터의 순수 에탄올연료가 자동차, 버스, 트럭 그리고 기관차 등 광범위한 운송 수단에 사용
1950년대	2차 세계대전으로 바이오에탄올 생산이 중단되었다가 50년대에 생산이 30 백만 리터로 회복
1972년	Philippine National Oil Corporation (PNOC) 설립
1973-1974년	OPEC의 석유 금수조치 기간 중 필리핀은 95%의 에너지를 석유에서 조달
1976년	PNOC Alcogas 도로주행테스트 등 실증 실험 실시
1979년	에너지청 (DOE) 과 필리핀설탕위원회 (PHILSUCOM)가 주도하는 Alcogas 특별위원회 설치하고 Alcogas Program 시행
1980년	Negros 섬 Occidental 주 지역 Alcogas 에탄올 15% 혼합 시행
1981년	Negros 섬 다른 지역에 확대 실시
1982년	Iloilo, Capiz, Aklan, Antique 지역에 Alcogas 시행
1983년	석유가격이 6개월 동안 4배로 폭등, 에탄올 혼합 20%로 확대 및 가격 보조 시행
1986년	미르코그 정부 출범과 함께 Alcogas Program 종료

주: Ethanol in the Philippines A Policy Paper 자료를 바탕으로 저자 작성.

그러나 필리핀정부가 추가적으로 혼합 비율을 높이는 데에는 몇 가지 장애요인이 대두되고 있다. 불충분한 국내의 원료 작물의 공급과 높은 국내 에탄올 가격이 가장 큰 장애요인 중의 하나이고, 새로운 에탄올 시설과 유통인프라에 대한 부적합한 투자, 조세정책 및 기타 석유 화석 연료 대비 바이오연료에 대한 지원 부족 등이 대두되고 있다.

1.4. 에탄올 유통 상황

필리핀 DOE에 따르면, 2017년 현재 11개의 에탄올 생산시설이 가동 중에 있으며, 지속적인 에탄올 연료의 소비 증가로 2009년 이래 지속적으로 신규 시설이 증가하고 있다. 최근 생산시설의 증가는 기존의 음용알코올 생산시설을 연료 에탄올 생산시설로 바꾸는 방식이 일반적이다. 이는 새로운 시설을 짓는 것에 비해 저렴하며, 단지 2~3개월 이면 바이오에탄올 생산이 가능하기 때문이다.

<표 4> 에탄올 생산 시설현황 (개소, 백만리터)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
시설 수	2	3	3	4	4	8	8	10	11	13
생산 능력	49	79	79	133	133	222	222	282	322	397
가동률 (%)	47	13	5	26	54	52	76	82	85	71

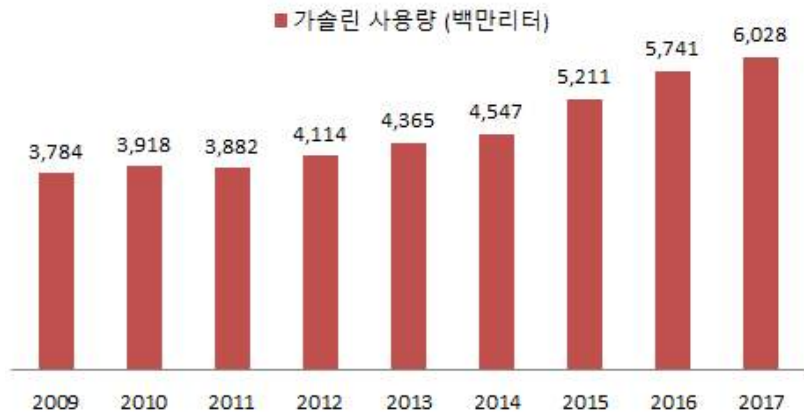
주: USDA GAIN Report Philippines Biofuels Situation and Outlook 자료를 바탕으로 저자 작성.

2017년 평균 에탄올 생산시설의 가동률은 약 85%에 달하는데, 현재 계획 중인 7,500만 리터 용량의 두 개의 에탄올 공장이 추가로 가동되면 2018년에는 전체 시설은 13개소, 총 생산능력은 3만 9,700만 리터에 이를 전망이다. 현재 가동 중인 11개의 에탄올 생산시설 중 6개소는 루손 (Luzon) 섬에 위치하고 나머지 5개는 비사야스 (Visayas) 지역에 소재하고 있다.

1.5. 에탄올 생산 현황

<그림 1>을 보면 필리핀의 가솔린 사용량은 경제발전과 중산층 증가에 따른 차량 증가의 영향으로 지속적인 증가세를 보이고 있으며 2017년에는 2016년 보다 약 5% 증가한 60억 2,800만 리터를 소비하고 있다.

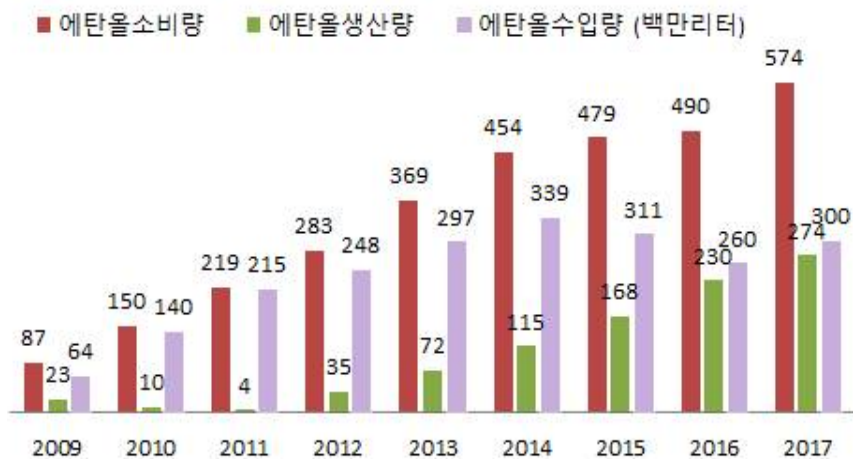
<그림 1> 필리핀의 가솔린 사용량 추이



자료: USDA GAIN Report Philippines Biofuels Situation and Outlook 자료를 바탕으로 저자 작성,

<그림 2>의 필리핀 연료용 에탄올의 수급상황을 보면 가솔린 사용량의 증가세와 정부의 지원정책에 힘입어 2009년 이래 꾸준한 증가세를 보여 주고 있는데, 2009년 8,700만 리터에서 2017년 5억 7,400만 리터로 8년 동안 소비량이 6.6배 증가하였다. 아울러 국내산 바이오에탄올 생산량도 2009년 2,300만 리터에서 2017년 2억 7,400만 리터로 약 10배 증가하였으며, 바이오에탄올 수입량은 2014년 3억 3,900만 리터로 최고치를 기록한 후 국내 바이오에탄올의 생산 증가로 최근 수년간 감소세를 보이다 2017년에는 3억 리터를 수입하였다.

<그림 2> 필리핀 연료용 에탄올 수급 추이



주: USDA GAIN Report Philippines Biofuels Situation and Outlook 자료를 바탕으로 저자 작성,

현재의 바이오에탄올의 국내 생산 규모를 감안하면 2020년까지는 연료용 바이오에탄올의 수입규모는 점진적으로 증가할 전망이다. <표 5>의 필리핀 정부 자료를 인용한 USDA GAIN Report에 따르면 2017년 및 2018년 평균 혼합비율은 거의 10% 수준에 이르고 있을 것을 알 수 있다.

<표 5> 바이오에탄올 혼합비율 추이(백만 리터)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
연료에탄올 소비량	87	150	219	283	369	454	479	490	574	605
가솔린 소비량	3,784	3,918	3,882	4,114	4,365	4,547	5,211	5,741	6,028	6,329
혼합비(%)	2.30	3.83	5.64	6.88	8.45	9.98	9.19	8.54	9.52	9.56

주: USDA GAIN Report Philippines Biofuels Situation and Outlook 자료를 바탕으로 저자 작성.

1.6. 필리핀의 바이오에탄올 산업의 전망

필리핀 정부는 에너지법을 통해 2020년에 에탄올 의무혼합량을 20%까지 높이려는 의욕적인 계획을 가지고 있다. <표 2>의 가솔린 소비량 기준으로는 2020년 20% 혼합목표를 달성하기 위해서는 약 14억 리터의 에탄올이 필요하고 생산능력을 현 수준인 4억 리터 수준에서 변화가 없다고 할 경우 수입규모는 현재의 3억 리터에서 7억 리터까지 크게 늘어야 하는 상황이다.

<표 6> 가솔린 연료 사용 전망 (백만 리터)

2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
6,329	6,645	6,978	7,327	7,693	8,078	8,481	8,906	9,351	9,818

주: USDA GAIN Report Philippines Biofuels Situation and Outlook 자료를 바탕으로 저자 작성.

필리핀의 경우 지속적인 경제 성장과 중산층의 비중 확대에 따른 자동차 보급 확대가 예상되고, 현재 인구가 밀집된 대도시 지역의 대기환경의 악화를 개선할 대안의 하나로 지속적인 바이오에탄올 연료의 보급 확대정책의 시행이 요구되는 만큼 지속적인 바이오에탄올 산업의 발전이 예상된다.

2. 태국의 바이오에탄올 산업

2.1. 바이오에탄올 원료 작물

태국은 바이오에탄올 생산 원료로 사탕수수, 설탕가공에서 얻어지는 부산물인 당밀과 카사바 뿌리를 사용하고 있다. 태국 정부와 업계는 셀룰로오스 계와 같은 2세대 바이오에탄올과 조류를 사용한 3세대 바이오에탄올의 연구개발에 적극적이거나 아직 상업화단계에 이르지 못하고 있다.

2.2. 태국의 사탕수수 생산 동향

<표 7>에 따르면 2017/18년 태국의 사탕수수 생산량은 양호한 기상여건과 생산면적 증가에 힘입어 2016/17년 보다 12.1% 증가한 1억 500만 톤이 될 것으로 전망된다. 최근 증가한 설탕 가공시설도 생산량 증가에 기여하기도 했는데, 2017/18년 기간 중 설탕가공시설은 54개소로 2015/16년에 비해 2개 시설이 증가하였다. 한편 2016/17년에는 생육기의 건조한 기후의 영향으로 전년대비 1.4% 감소한 9,370만 톤이 생산되었다.

<표 7> 사탕수수 생산 추이 (단위: 천 톤, 천ha)

구분	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18
생산량	95,700	100,500	100,750	105,800	104,600	95,047	93,700	105,000
생산면적	1,200	1,280	1,361	1,411	1,460	1,470	1,425	1,540
에탄올가공 사용량	300	500	750	800	800	1,407	1,000	1,000

주: USDA GAIN Report Thailand Sugar Annual 자료를 바탕으로 저자 작성.

2017/18년 에탄올 생산을 위한 사탕수수의 소비량은 2016/17년과 같은 100만 톤으로 추산되는데, 이는 2015/16년 대비 28.9% 감소한 수준으로 국제 설탕가격의 상승에 따라 보다 많은 사탕수수가 수출용 설탕 생산에 투입되었기 때문이다. <표 8>의 바이오에탄올 원료별 사용추이에 따르면 사탕수수를 사용한 에탄올 생산량은 전체 에탄올 생산량의 5%에 불과하다. 약 65%는 설탕 가공부산물인 당밀로 만들어지며, 30%는 카사바를 원료로 생산된다. 당밀의 원료사용량이 2015년 이후 감소세를 보이는 것은 사탕수수의 생산량

감소에 기인한 것이다. 그리고 최근 카사바 원료 생산시설 확충으로 카사바 원료 사용량이 증가하고 있다.

<표 8> 바이오에탄올 원료별 사용 추이 (1,000 MT)

구 분	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
사탕수수	160	480	486	654	760	882	915	787	730
당밀	1,287	1,100	1,415	1,418	2,615	2,895	3,166	3,067	2,914
카사바	557	925	650	465	1,670	1,864	2,166	3,014	3,859

주: USDA GAIN Report Thailand Sugar Annual 자료를 바탕으로 저자 작성.

2.3. 바이오에탄올 생산촉진 정책

태국정부는 석유수입의존도를 낮추고, 에너지 안보를 강화할 뿐만 아니라 대체에너지 산업의 발전을 촉진시키기 위해 2008년 대체에너지 개발 5개년 계획인 Alternative Energy Development Plan(AEDP) 2008-2012을 시행하였다. 이 계획은 향후 15년간의 국가 신재생 에너지 계획을 포함하고 있으며, 2022년까지 국가 에너지 수요의 20%⁵⁾를 대체 에너지로 공급하며, 그 중 4.1%를 바이오 연료로 대체한다는 계획을 담고 있다.

AEDP에 따르면 15개년 에탄올 개발계획을 통한 단기, 중기, 장기 에너지 바이오 에탄올 생산 목표를 제시하고 있는데, 단기인 2011년까지는 1일 300만 리터, 중기인 2016년까지는 620만 리터, 장기인 22년까지는 900만 리터로 설정하고 있다. 태국 정부는 AEDP의 목적 달성을 위해 공급과 수요측면의 지원책을 시행하고 있다. 생산측면에는 카사바와 사탕수수와 같은 대체연료 원료의 생산 증가와 새로운 원료 개발에 대한 지원과 연구투자를 확대하며, 공급측면에서는 2012년 10월까지 옥탄가 91 E10연료의 판매 중단,⁶⁾ E20연료에 대한 보조금 지원 및 E20판매 주유소를 확대 지원을 포함 하고 있다. 아울러 자동차 생산업체에 대하여 E20, E85 및 가변연료 차량(Flex-fuel vehicles)에 대한 소비세 감액 조치와 바이오에탄올 연료의 소비 촉진을 위한 대 소비자 홍보 강화 정책도 포함하고 있다.

이어 2015년 10월에는 태국의 국가 에너지 계획(2015 ~ 2036) 또는 태국의 종합 에너지

5) 동 목표는 2011년 12월 개정안을 통해 25%로 확대됨.

6) 옥탄가 91 E10 연료는 에탄올이 10% 혼합된 연료로 전체 연료 소비량의 40%를 차지하는 주 연료로 에너지 청은 바이오에탄올 연료 소비를 배가하기 위한 대책으로 옥탄가 91 E10 연료의 판매를 중단하여 E20 연료의 판매 확대를 추진 중임.

계획(TIEB 2015)이 승인되었는데, TIEB 2015에는 대체 에너지개발계획(AEDP), 전력개발계획(PDP), 에너지효율개발계획(EEDP), 석유개발계획(ODP) 및 가스개발계획(GDP)은 물론 2015년 유엔 기후변화 회의(COP 21)에서 태국이 이행해야 할 온실가스 감축에 관한 제반 사항을 반영하였다.

TIEB 2015의 결과로 AEDP 2012(2012-2021)는 새로운 AEDP 2015(2015-2036)로 대체되었으며, AEDP 2012와 AEDP 2015는 모두 환경보호보다는 국가 에너지 안보와 국내 경제 발전을 목표로 하고 있으며, 개정된 AEDP 2015는 기존의 계획 기간을 10년에서 20년으로 연장하고 모든 국가 에너지 계획을 통합 관리할 수 있게 했다. AEDP 2015는 전체 에너지 소비의 30%가 2036년까지 재생 가능 에너지에서 나올 것이라는 포괄적인 목표를 설정하였으며, 바이오 연료의 비율은 2015년 연료 에너지 사용량의 7%에서 2036년까지 25%까지 확대하였다. 이에 따라 바이오에탄올 소비목표도 2015년 11억 8,000리터에서 2036년 41억 리터로 대폭 확대되었다.

2.4. 에탄올 유통 상황

2017년 현재 태국에는 23개의 에탄올 생산시설이 가동 중에 있으며, 2009년 이래 지속적으로 신규시설이 증가하고 있다. 2017년 초에는 2개의 새로운 카사바 원료 에탄올 생산 시설이 가동을 시작하였는데, 생산능력 기준으로 보면 전체 에탄올 생산능력은 18억 리터로 당밀 원료 에탄올이 10억 리터(56%), 사탕수수 원료 에탄올이 1억 리터(5%), 카사바 원료 에탄올이 7억 리터(39%)를 차지하게 되었다.

<표 9> 에탄올 생산 시설현황 (개소, 백만리터)

구 분	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
시설 수	11	19	19	19	21	21	21	21	23	23
생산 능력	581	977	977	977	1,307	1,472	1,472	1,472	1,815	1,815
가동률 (%)	80	53	63	81	80	73	81	88	76	83

주: USDA GAIN Report Thailand biofuels Annual 자료를 바탕으로 저자 작성,

바이오에탄올 혼합연료는 정부의 석유기금 성격인 State Oil Fund를 활용한 E20와 E85 연료를 중심으로 한 적극적인 가격보조 정책에 힘입어 E20와 E85 연료가 전체 가솔린 연료

소비량의 95%를 차지하고 있다. 현재 E20와 E85 연료 가격은 고급가솔린 연료에 비해 30~40%가 저렴하고, E10은 약 20%정도 저렴하다. 바이오 에탄올 혼합연료 판매 주유소는 지속 증가 추세에 있으며, 2017년 4월 현재 태국 전역에 E20 주유소가 3,396개소, E85는 1,000개소로 전년 동기 대비 각각 10%와 20% 증가하였다.

<표 10> 바이오에탄올 혼합비율 추이 (백만 리터)

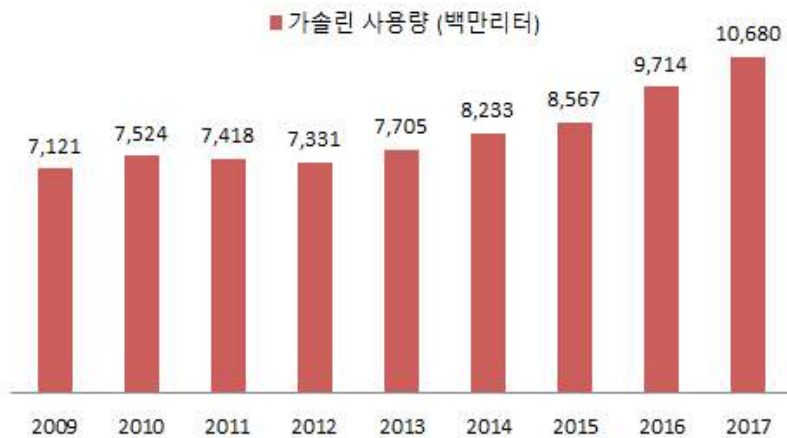
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
연료에탄올 소비량	457	453	450	509	949	1,053	1,179	1,280	1,360	1,460
가솔린 소비량	7,524	7,418	7,331	7,705	8,233	8,567	9,714	10,680	11,200	11,800
혼합비 (%)	6	6	6	7	12	12	12	12	12	12

주: USDA GAIN Report Thailand biofuels Annual 자료를 바탕으로 저자 작성.

2.5. 에탄올 생산 현황

태국 정부는 현행 AEDP 2015 기준계획의 2036년 바이오에탄올 생산목표를 41억 리터에서 26억 리터로 조정하는 것을 검토하고 있다. 그 이유는 바이오에탄올 생산의 주원료인 당밀과 카사바의 원료생산 계획이 차질을 빚고 있기 때문이다. 또한 제한된 원료공급으로 당초 에탄올 소비 증대 계획의 일환으로 2018년 1월부터 의욕적으로 추진하려던 옥탄가 91 E10

<그림 3> 태국의 가솔린 사용량 추이



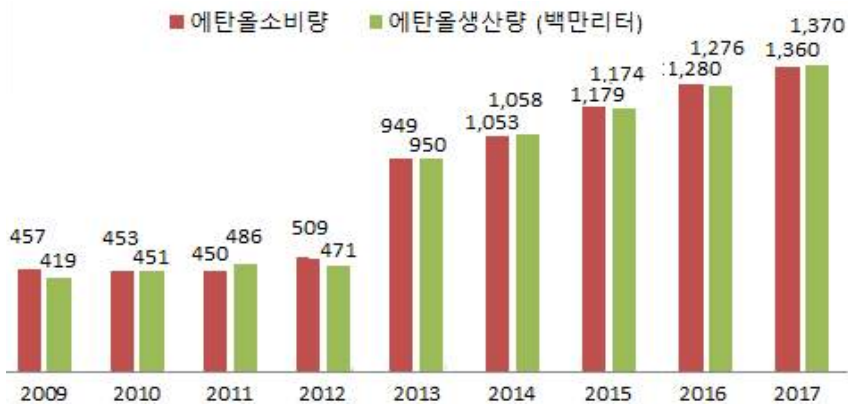
주: USDA GAIN Report Thailand biofuels Annual 자료를 바탕으로 저자 작성.

연료의 판매 중단계획을 연기한 바 있다. 옥탄가 91 E10 연료는 전체 에탄올 혼합연료의 40%를 차지하는 대표적인 연료로 에너지 청은 바이오에탄올 연료 소비를 배가하기 위한 대책으로 옥탄가 91 E10 연료의 판매를 중단하여 E20 연료의 판매를 확대하기 위해 추진해 왔다.

<그림 4>의 태국의 연료용 에탄올 생산량을 보면 2017년에는 13.7억 리터로 전년대비 7.4% 증가했는데, 주된 사유는 2017년 초에 2개의 새로운 카사바 원료 에탄올 생산시설이 가동하기 시작했기 때문이다. 2개의 새로운 에탄올 시설은 전체 에탄올 생산 능력을 25% 증가시킬 것으로 전망하고 있다. 전체 생산량 13.7억 리터 중 약 60%인 8억 2,000리터는 당밀원료 에탄올에서, 35%인 4억 8,000리터는 카사바 원료에서, 나머지 5%인 7,000리터는 사탕수수 원료에서 생산되었다.

2018년 연료에탄올 생산은 15억 리터에 이를 전망인데, 이는 2017년 보다 8% 증가한 것이다. 2017/18년 사탕수수 생산이 1억 500만 톤으로 증가함에 따라 당밀생산이 증가하여 2017년 보다 29%가 증가한 380만 톤의 당밀로 9억 리터의 에탄올이 생산될 것으로 전망했다. 또한 현재 1개소인 사탕수수 원료 에탄올 공장은 완전 가동상태로 매년 약 100만 톤의 사탕수수를 사용하여 약 7,000만 리터의 에탄올 생산이 예상되고 카사바 원료 에탄올은 2017년 보다 17%가 감소한 320만 톤의 카사바를 사용하여 5억 리터의 에탄올을 생산 할 것으로 전망하고 있다.

<그림 4> 태국의 연료용 바이오에탄올 수급 추이



주: USDA GAIN Report Thailand biofuels Annual 자료를 바탕으로 저자 작성.

2.6. 태국의 바이오에탄올 산업의 전망

태국 정부는 E20와 E85의 소비를 촉진하기 위해 E20와 E85에 대한 가격보조 정책을 지속할 계획이며, 비록 에탄올 생산원료의 공급부족으로 2018년에는 옥탄가 91 E10 연료의 판매 중단을 추진하지 않을 것으로 보이나, 에너지청의 연구 결과에 따르면 옥탄가 91 E10 연료의 판매를 중단할 경우 옥탄가 91 E10 연료 소비자의 50%는 E20 연료를 사용 할 것으로 전망되고 있다. 결국 이 경우 바이오에탄올의 소비는 연간 17억 리터에 이를 것으로 추산되며, 매년 약 3억 3,000만 리터의 추가적인 바이오 에탄올 생산이 요구된다. 결국 태국의 에너지 안보 강화와 자국의 바이오 에탄올 산업의 확대는 목표 달성 시점의 문제이지 큰 기조는 변하지 않을 것으로 전망된다.

<표 11> 가솔린 연료사용전망 (백만리터)

2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
11,800	12,400	13,000	13,650	14,330	15,050	15,800	16,600	17,430	18,300

주: USDA GAIN Report Thailand biofuels Annual 자료를 바탕으로 저자 작성,

3. 인도의 바이오에탄올 산업

3.1. 바이오에탄올 원료 작물

인도는 바이오에탄올 생산원료로 설탕 가공 부산물인 당밀만을 사용할 수 있도록 허용하고 있다. 당밀은 사탕수수 생산량과 설탕의 국제 시장가격 추이에 영향을 받고 있어 안정적인 원료 공급에 어려움을 겪고 있다. 인도 정부는 2015년 6월 연합내각에서 사탕수수나 사탕수수 원액을 에탄올 생산에 사용할 수 없도록 했다. 반면 비식용원료인 셀룰로오스계 에탄올과 같은 2세대 에탄올의 생산과 공급을 허용하고 있어 2세대 바이오에탄올에 대한 연구 개발이 활발하게 진행되고 있다.

3.2. 인도의 사탕수수 생산 동향

<표 12>에 따르면 2017년에는 기상연건의 호조와 재배면적의 증가 (2016년 450만 ha보다 증가한 470만 ha)로 사탕수수 생산량은 전년 보다 15% 증가한 3억 3,000만 톤을 기록했다.

단위당 수확량도 ha당 70톤으로 전년도 64톤 대비 9.3% 증가 했다. 매년 생산량의 30%~40%가 연료용 에탄올과 음용 및 산업용 알코올 생산에 사용되며, 그 중 35%~45%가 연료용 바이오에탄올 생산에 사용된다. 2009년 인도 정부의 바이오에탄올 연료에 대한 소비촉진 정책 시행 후 연료용 바이오에탄올 생산비중이 20% 미만에서 많이 증가하고 있는 상황이다.

<표 12> 사탕수수 생산 추이 (단위: 천 톤, 천ha)

구 분	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18
생 산 량	342,380	347,870	341,200	346,810	350,810	348,450	288,000	330,000
생산면적	4,940	5,090	5,060	5,120	5,030	4,960	4,500	4,700
에탄올가공사용량 ⁷⁾	102,380	87,870	89,700	104,810	105,460	110,450	98,000	110,000

주: USDA GAIN Report India Sugar Annual 자료를 바탕으로 저자 작성.

바이오에탄올의 주원료인 당밀의 소비 추이는 2009년 이후 지속적으로 증가하고 있으나, 원료 작물인 사탕수수의 생산에 의존하고 있어 불안정한 수급 상황을 보여 주고 있다.

<표 13> 바이오에탄올 사용원료 별 소비 추이 (1,000 MT)

구 분	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
당밀	417	208	1,521	1,271	1,592	1,458	2,854	4,625	2,917

주: USDA GAIN Report India Biofuel Annual 자료를 바탕으로 저자 작성.

3.3. 바이오에탄올 생산촉진 정책

2009년 12월에 승인된 인도의 바이오연료정책(National Policy on Biofuels)은 정해진 시기의 수요에 부응하여 최소 수준의 바이오에탄올을 공급하는 계획을 제시하고 있다. 이 계획에는 2017년에 바이오에탄올과 바이오디젤 모두 20%의 혼합비율을 달성한다는 의욕적인 목표를 포함하고 있다. 이 정책의 목적은 운송부문에 가솔린과 디젤유의 대체연료인 바이오에탄올과 바이오디젤을 핵심연료로 부각시켜, 인도의 에너지 안보와 기후변화협약

7) 에탄올 가공사용량에는 음용과 산업용 에탄올 생산에 사용된 사탕수수를 포함하며, 연료용 바이오에탄올의 비중은 전체 에탄올 생산량의 35%~45%를 차지함.

의무이행은 물론 새로운 일자리의 창출 및 지속가능한 환경을 선도한다는 것이다. 인도 정부는 이러한 대체연료의 생산과 사용 확대를 통해 2022년까지 석유수입량을 10% 포인트 줄인다는 목표도 제시했다.

과거에도 인도정부는 EBP(Ethanol Blending Programme)의 실행을 구체화하기 위해 사탕 수수를 재배하는 모든 주에서 유통되는 가솔린에 에탄올 10%를 혼합하는 의무제를 권장하였는데, 이는 에탄올 생산이 과잉인 주가 부족한 주에 연료용 에탄올을 공급하게 함으로써 국가 전체 바이오에탄올 혼합목표인 5%를 달성하기 위한 시도였다. 특히 바이오에탄올 연료에 대한 소비세면제와 준정부 기관인 OMC가 고정가격으로 독점 공급하는 가격제도와 같은 정책결정은 2016년 3.3%의 높은 혼합비율을 달성하는데 기여했다고 평가된다. 정부는 이러한 정책을 통해 석유 수입을 감축시켜 약 3억 5,000만 달러의 외화를 절감했다는 분석을 하기도 했다. 아울러 인도 정부는 비식용 원료인 셀룰로오스계 에탄올과 같은 2세대 에탄올의 생산과 공급을 허용하였으며, 이를 지원하기 위해 석유·천연가스부 (MoPNG)에 바이오 연료 운영위원회(Steering Committee)와 실무그룹(Working Group)을 구성 및 운영하고 있다.

<표 14> 인도의 주요 바이오에탄올 정책도입 상황

년도	주요 내용
2003년	MoPNG 9개주와 5개 연방직할령에 5% 에탄올 혼합의무제 시행
2006년	인도정부 20개주와 4개 연방직할령에 5% 에탄올 혼합의무제 확대
2008년	연방내각에서 국가바이오연료정책 (NBP) 승인, 인도 모든 주에 5% 에탄올 혼합의무제 시행
2010년	인도정부 바이오에탄올 공급가 고정가격제 시행
2012년	OMC 10억리터의 에탄올 조달 목표 수립하였으나 에탄올 공급부족으로 305백만리터 만 조달
2014년	인도 정부 EBP 목표를 5%에서 10%로 상향 조정 검토 및 OMC를 통한 에탄올 공급 가격 통제 정책 시행
2015년	가솔린 혼합용에탄올에 소비세 면제
2017년	현재까지의 상황 고려시 5%의 혼합목표 (17억리터)의 달성 가능성은 있으나 10% 혼합은 현실성이 없는 것을 보여 줌

주: USDA GAIN Report India Biofuel Annual 자료를 바탕으로 저자 직접 작성.

3.4. 에탄올 유통 상황

인도에는 연간 약 45억 리터의 정류된 정신(알코올)을 생산할 수 있는 약 330개의 증류소가 있다. 이 중 약 162개 증류소가 22억 리터 이상의 음용 및 산업용 에탄올을 생산할 수 있다. 그 중에서 연료용 바이오에탄올 생산 비중은 최근 40%~50%를 차지하고 있다.

<표 15> 에탄올 생산 시설현황 (개소, 백만 리터)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
생산시설 수	115	115	115	115	115	115	160	161	161	162
생산 능력	1,500	1,500	1,500	2,000	2,000	2,000	2,100	2,210	2,215	2,300

주: USDA GAIN Report India Biofuel Annual 자료를 바탕으로 저자 작성,

<표 16>에 따르면 전체 바이오에탄올 생산은 2015년 약 23억 리터로 최고치를 기록한 후 최근 3년 간 하락세에 있다. 주된 이유는 원료 작물인 사탕수수 원료의 생산이 감소하였기 때문인데, 지속적으로 증가하는 소비량을 충족시키기 위해 해외로부터의 수입량은 지속적으로 증가하고 있는 것을 볼 수 있다.

<표 16> 에탄올 생산 및 사용 추이 (단위: 백만 리터)

구 분	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
전기 이월	453	100	113	31	58	58	74	59	94	65
에탄올 생산량	1,073	1,522	1,681	2,154	2,057	2,002	2,292	2,061	1,651	1,894
수입량	278	144	61	5	108	194	203	400	500	600
수출량	14	53	119	177	233	180	165	136	100	120
에탄올소비량	1,690	1,600	1,705	1,955	1,932	2,000	2,345	2,290	2,080	2,420
연료용소비량	100	50	365	305	382	350	685	1,110	700	850
이월재고	100	113	31	58	58	74	59	94	65	19

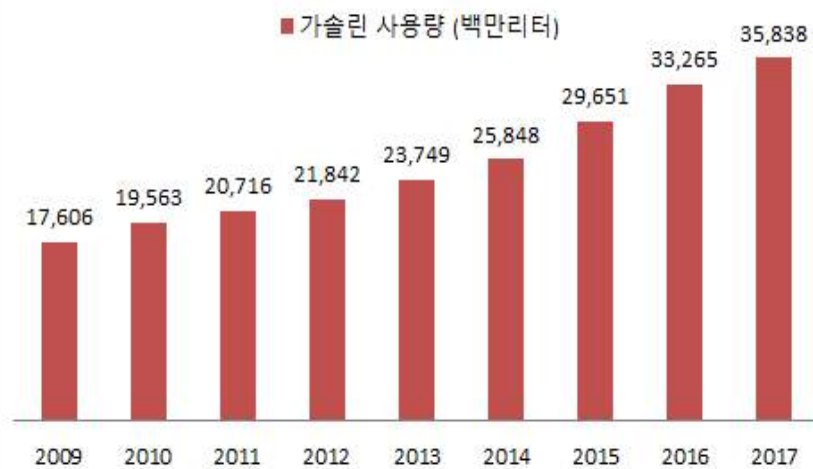
주: USDA GAIN Report India Biofuel Annual 자료를 바탕으로 저자 작성,

3.5. 에탄올 생산 현황

인도는 2017년에 약 16억 5,100만 리터의 에탄올을 생산하였으며 그중 약 42.3%인 7억 리터가 연료용 바이오에탄올에 사용되었다. 이는 2016년 11억 1,000리터에 비해 약 36.9%

가 감소하였는데, 특히 남부와 서부 주의 사탕수수의 작황 부진에 따라 당밀 생산이 감소하였기 때문이다. 현재의 연료용 에탄올 수급 상황을 감안할 경우 5%의 바이오에탄올 혼합 목표 달성이 어렵지 않아 보이지만, 10%의 목표 달성은 상당한 어려움이 있을 것으로 판단된다.

<그림 5> 인도의 가솔린 사용량 변화 추이



주: USDA GAIN Report India Biofuel Annual 2017 자료를 바탕으로 저자 직접 작성.

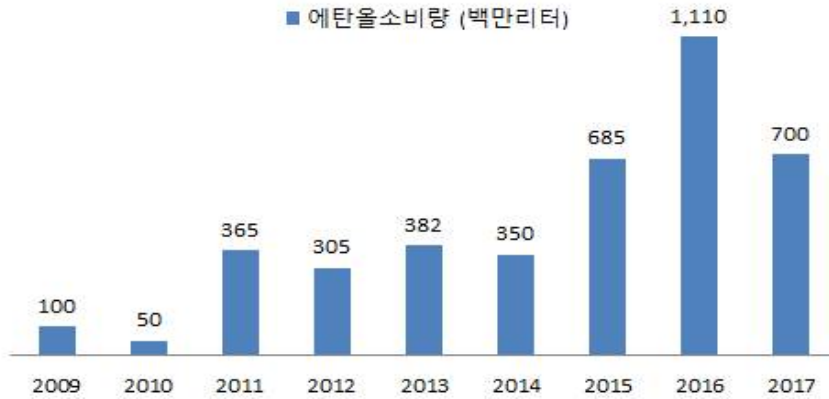
<표 17>의 바이오에탄올 혼합비율 추이를 보면 2016년 혼합비율은 국가 평균 3.3%로 최고치를 기록하였다. 이는 휘발유 가격에 비해 상당히 저렴한 에탄올 혼합연료 가격과 2014년부터 시행된 연료용 에탄올 공급기관인 OMC의 가격 통제정책의 결과라고 할 수 있다.

<표 17> 바이오에탄올 혼합비율 추이 (백만 리터)

구 분	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
연료에탄올 소비량	100	50	365	305	382	350	685	1,100	700	850
가솔린 소비량	17,606	19,563	20,716	21,842	23,749	25,848	29,651	33,265	35,838	38,610
혼합비 (%)	0.6	0.3	1.8	1.4	1.6	1.4	2.3	3.3	2.0	2.2

주: USDA GAIN Report India Biofuel Annual (2017).

<그림 6> 인도의 에탄올 사용량 변화 추이



주: USDA GAIN Report India Biofuel Annual 2017 자료를 바탕으로 저자 직접 작성.

3.6. 인도의 바이오에탄올 산업의 전망

인도는 연평균 7% 이상의 경제성장을 지속하고 있으며, 급속하게 확대되는 중산층 인구와 이에 따른 자동차 보급의 확대로 향후 가솔린 연료의 소비가 지속적으로 증가할 전망이다. 아울러 대도시를 중심으로 대기 환경오염 문제가 현 정부의 새로운 현안으로 대두되어 바이오 에탄올의 소비도 계속 증가할 것으로 예상된다. 특히 2세대와 3세대 바이오에탄올 개발에 대한 정부와 업계의 의지가 강해 향후 바이오에탄올 산업의 지속적인 확대 발전이 기대된다.

<표 18> 가솔린 연료사용 전망 (백만 리터)

2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
38,610	41,596	44,814	48,280	52,014	56,038	60,372	65,042	70,073

주: USDA GAIN Report India Biofuel Annual 자료를 바탕으로 저자 작성.

4. 시사점

바이오에탄올 산업은 필리핀, 태국, 인도 등 아시아 지역 국가들이 연료에너지 안보확보, 기후변화 대응, 환경개선을 위한 대안으로 정부가 앞장서서 육성하고 있는 정부 주도의 미래형 산업이다. 본 자료에서와 같이 필리핀, 태국, 인도 등 바이오에탄올 산업화 국가들은

자국의 경제상황과 산업여건에 따라 각기 다른 정책 목표를 설정하고, 동 산업의 지속적인 확대 발전을 위해 다양한 지원책을 강구하고 있다.

이 글에서 다루지는 않았지만 중국은 대기 환경 개선과 해묵은 옥수수 재고의 수급문제 해소 등을 위해 2020년 전국적으로 E10 의무 혼합제를 추진하고 있고, 일본도 이미 2009년부터 청정한 환경을 위해 연료의 옥탄가 향상제로 MTBE 대신 바이오에탄올을 기반으로 하는 ETBE(Ethyl Tertiary Butyl Ether)⁸⁾를 사용토록 하고 있고, 그 외에도 베트남, 인도네시아 등 많은 주변국들이 바이오에탄올 산업의 기반 구축과 발전을 위해 기술 개발과 투자에 적극적으로 나서고 있는 상황이다.

그러나 이들 국가가 추구하는 공통적인 목표는 세 가지로 정리할 수 있다. 첫째는 연료에너지의 안보 확보, 둘째는 온실가스 감축 의무이행과 도시지역의 대기환경의 질 개선, 그리고 셋째는 바이오에탄올 연관산업을 통한 농업의 지속적인 발전이다.

이러한 목표는 우리나라도 간과할 수 없는 목표이다. 100%의 원유를 해외로부터 수입에 의존하고 있는 국가로 국제 원유가격이 폭등할 때 마다 안정적인 조달과 연료 가격의 안정화에 큰 어려움을 겪고 있는 것은 부정할 수 없는 현실이기 때문이다. 최근 미세먼지 문제, 대기오염 등의 문제로 국민들의 삶의 질이 위협 받고 있는 상황에서 우리 정부나 관련업계도 바이오에탄올이 청정한 환경을 제공할 수 있는 중요한 대안의 하나라는 점을 간과해서는 안 될 것이다. 물론 우리나라는 경쟁력 있는 원료 작물이 없어 바이오에탄올에 대한 연구가 미흡하고 산업화가 매우 제한적으로 진행되고 있다는 점은 이해가 된다. 그러나 석유 의존적인 연료에너지의 다양화, 갈수록 악화되는 자동차에서 배출 되는 초미세먼지 문제를 비롯한 대기 환경의 문제의 개선책으로 바이오에탄올 산업에 대한 연구 개발을 활성화할 필요성이 크다고 본다. 아울러 미국, 필리핀, 인도, 태국 등 바이오 에탄올의 산업화가 진전된 국가들과의 교류와 협력을 통해 비식용 원료를 이용한 셀룰로오스계나 해조류를 이용한 2세대와 3세대 에탄올의 연구개발에 적극적으로 참여하여 한국이 향후 바이오에탄올 산업분야의 아웃사이드가 되지 않기를 기대해 본다.

8) 연료의 옥탄가 향상제로 사용되며 MTBE는 메탄올을 원료로 만들어 지는 반면 ETBE는 바이오에탄올을 원료로 만들어짐. 가솔린에 첨가된 MTBE의 유해성분이 지하로 누출되어 지하수를 오염시키는 문제가 발생함에 따라 2004년과 2005년 캘리포니아와 뉴욕주에서 사용을 금지한 이래 많은 국가에서 MTBE의 사용을 규제하고 있음.

참고문헌

- Rex B. Demafelis 외. 2017. Ethanol In The Philippines: Injecting Octain In The Bioeconomy. University of the Philippines Los Banos Foundation.
- Amit Aradhey. 2015. India Biofuels Annual 2015. USDA Foregin Agricultural Service. (https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_New%20Delhi_India_7-1-2015.pdf). 검색일: 2018.02.18.
- Amit Aradhey. 2017. India Biofuels Annual 2017. USDA Foregin Agricultural Service. (https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_New%20Delhi_India_6-27-2017.pdf). 검색일: 2018.02.18.
- Amit Aradhey. 2017. India Sugar Annual 2017. USDA Foregin Agricultural Service. (https://gain.fas.usda.gov/.../Sugar%20Annual_New%20Delhi_India_4-10-2017.pdf). 검색일: 2018.02.18.
- Amit Aradhey. 2014. India Sugar Annual 2014. USDA Foregin Agricultural Service. (https://gain.fas.usda.gov/.../Sugar%20Annual_New%20Delhi_India_4-25-2014.pdf). 검색일: 2018.02.18.
- Sakchai Preechajan. 2017. Thailand Biofuels Annual 2017. USDA Foregin Agricultural Service. (https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Bangkok_Thailand_6-23-2017.pdf). 검색일: 2018.02.20.
- Sakchai Preechajan. 2016. Thailand Biofuels Annual 2016. USDA Foregin Agricultural Service. (https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Bangkok_Thailand_7-22-2016.pdf). 검색일: 2018.02.20.
- Sakchai Preechajan. 2014. Thailand Biofuels Annual 2014. USDA Foregin Agricultural Service. (https://gain.fas.usda.gov/.../Biofuels%20Annual_Bangkok_Thailand_6-23-2017.pdf). 검색일: 2018.02.20.
- Ponnarong Prasertsri. 2017. Thailand Sugar Annual 2017. USDA Foregin Agricultural Service. (<https://www.fas.usda.gov/data/thailand-sugar-annual-1>). 검색일: 2018.02.25.

- Ponnarong Prasertsri. 2014. Thailand Sugar Annual 2014. USDA Foreign Agricultural Service.
(www.thecropsite.com/reports/?id=3735). 검색일: 2018.02.25.
- Pia A. Ang. 2017. Philippines Sugar Annual Situation and Outlook. USDA Foreign Agricultural Service.
(<https://www.fas.usda.gov/data/philippines-sugar-annual-0>). 검색일: 2018.02.25.
- Pia A. Ang. 2016. Philippines Sugar Annual Situation and Outlook. USDA Foreign Agricultural Service.
(<https://www.fas.usda.gov/data/philippines-sugar-annual-1>). 검색일: 2018.02.25.
- Pia A. Ang. 2013. Philippines Sugar Annual Situation and Outlook. USDA Foreign Agricultural Service.
(www.thecropsite.com/reports/?id=1956). 검색일: 2018.02.25.
- Perfacto Corpuz. 2017. Philippines Biofuels Annual 2017. USDA Foreign Agricultural Service.
(https://gain.fas.usda.gov/.../Biofuels%20Annual_Manila_Philippines_10-18-2017.pdf). 검색일: 2018.02.25.
- Perfacto Corpuz. 2014. Philippines Biofuels Situation and Outlook. USDA Foreign Agricultural Service.
(https://gain.fas.usda.gov/.../Biofuels%20Annual_Manila_Philippines_10-22-2014.pdf). 검색일: 2018.02.25.
- S. Kumar. 2013. An Assessment of Thailand's Biofuel Development. MDPI AG.
(www.mdpi.com/2071-1050/5/4/1577/pdf-vor). 검색일: 2018.03.02.

참고사이트

- USDA FAS (www.fas.usda.gov)
 Sugar Regulatory Administration (www.sra.gov.ph)
 U.S. Grains Council (www.grains.org)