

해외보고서 요약



---

# 2016 IRENA 바이오연료 보고서

BOOSTING BIOFUELS  
Sustainable Paths  
to Greater Energy Security

---

출처: 국제재생에너지기구  
(IRENA)

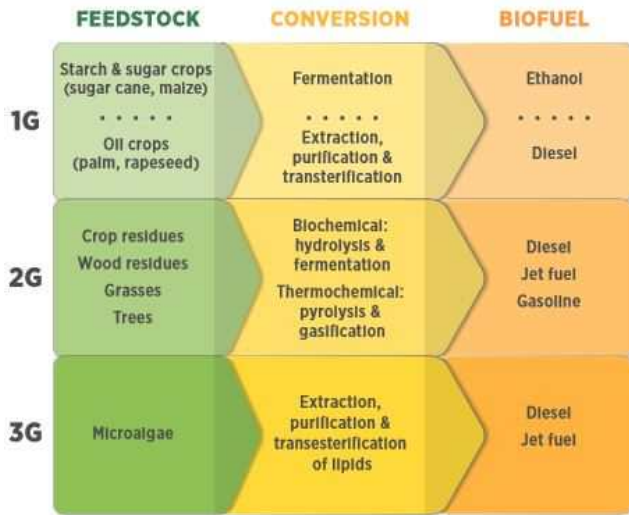
## 목 차

- 1. 개요
- 2. 농업부산물과 바이오연료
- 3. 농업생산량 개선과 바이오연료
- 4. 목초지와 바이오연료
- 5. 음식물 쓰레기와 바이오연료
- 6. 삼림 개발과 바이오연료
- 7. 녹조와 바이오연료
- 8. 지속 가능한 바이오연료 개발

**BOOSTING B**  
Sustainable Pat  
to Greater Enerq

## 1. 개요

- 국제재생에너지기구(IRENA)가 2016년 작성한 본 보고서는 향후 바이오연료 확보 기술의 발전전망을 다루고 있음.



<그림 1> 1세대~3세대 바이오연료 개발

- 오늘날 대부분의 바이오연료는 농업에서 생산된 곡물을 주 재료로 삼으며 1세대 바이오연료는 곡물 안의 당이나 녹말을 에탄올로, 지방질을 디젤로 바꾸는 방식으로 얻어짐.
- 2014년 한 해 950억 리터의 에탄올과 3백억 리터의 디젤이 이러한 방식으로 생산되었으며 화석 연료식 디젤 생산량의 1.5% 차지함.
- 2세대 바이오연료는 삼림이나 농장의 식물성 부산물에 함유된 섬유소(lignocellulos)를 사용 하는데 이들 부산물은 번식력이 높으며, 탄소포집율이 높고, 식용 작물을 기르기에 적합한 지대에서도 잘 자랄 수 있음.
- 3세대 바이오연료는 녹조에서 추출되며, 아직 개발 초기단계로 비용 대비 효율성이 낮음. 이들 2, 3세대 바이오 연료는 아직 기술적 개발의 여지와 경제적/환경적 측면에서의 잠재적 효용이 기대되기에 많은 국가에서 연구 중임.
- 바이오연료는 식량으로 쓰일 곡물을 에너지원으로 사용한다거나 온실 효과를 가속한다는 이유 등으로 비난을 받았으나 일부 작물(옥수수

등)은 연료 생산 후에도 식재료 가공이 가능한 단백질이 남아있으며, 또 다른 작물(설탕수수, 잔디 등)은 상당량의 이산화탄소를 토양에 포집할 수 있음. 또한 작물 생산량 제고, 목초지 사용, 삼림/농장의 식물성 부산물 사용 등으로 이러한 문제를 해결할 수 있음.

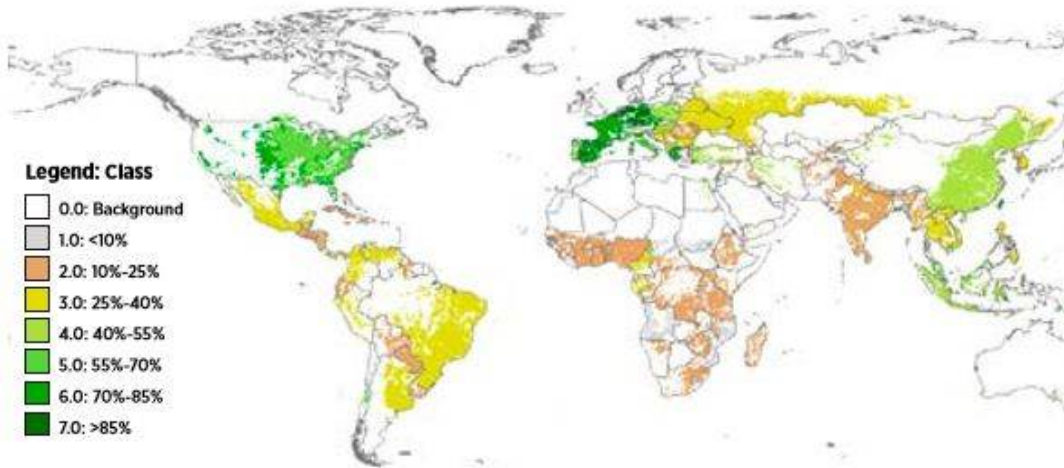
## 2. 농업부산물과 바이오연료

- 식량생산과 바이오연료 생산이 상충되는 목표로 보이더라도, 이 둘을 동시에 성장시킬 방법은 존재하며 인구증가에 따른 영양수요의 증가는 동시에 농업부산물의 증가를 의미함.
- 2010년 한 해 전 세계에서 생산된 농업부산물을 에너지로 환산하면 약 161 EJ(1 Exajoule = 278 TWh)에 이르며 세계 식량 공급의 추이를 볼 때 2050년에는 79~128 EJ의 에너지를 농업부산물에서 얻을 수 있을 것으로 예상됨.
- 그러나 이들 대부분은 동물의 사료로 쓰이고 2010년에는 19 EJ 상당의 농업부산물이 사료로 쓰였음. 육류 소비 추이를 볼 때 2050년에는 33 EJ 상당의 부산물이 사료로 쓰일 것으로 보임.
- 국가 단위의 바이오에너지 정책과 그에 따라 농업부산물 수거에 경제적 보상이 주어진다면 농업부산물을 이용한 바이오연료 생산은 좀 더 안정적인 공급을 보장하는 에너지원이 될 것임.

## 3. 농업생산량 개선과 바이오연료

- 단위면적 당 농업생산량 개선은 식량증가에 80% 가량 기여 하지만 생산량이 낮은 국가의 농업 종사자들에게 새로운 기술을 이전한다면 이 비중은 더욱 커질 수 있음. 또한 단위면적 당 농업생산량 개선은 농지사용 감소와 바이오연료 원료 증가를 뜻함.
- 2010년 기준 4.2 톤/헥타르의 평균 생산량은 2050년에 5.1 톤/헥타르로 상승할 것으로 예측되지만 작종 별 생산량 추이를 적용한다면 이는 6.6 톤/헥타르까지 상승할 수 있음.
- 현재 생산량 기준에서 식량 수요에 맞추려면 1,079 Mha가 경작지로 사용되어야 하지만, 생산량 개선을 통해 이를 839 Mha까지 줄일 수

있으며, 그 중 240 Mha에서 나오는 생산물은 바이오연료로 쓰일 수 있음. 옥수수나 팜유 등 1세대 연료는 29 EJ, 잔디나 잔가지 등 2세대 연료는 14 EJ까지 생산될 것으로 예측됨.



<그림 2> 2000년도 세계 단위면적 당 옥수수 생산량 분포도

#### 4. 목초지와 바이오연료

- 2000년도 한 해 7 Gton의 바이오매스가 가축 사료로 쓰였고 그 중 3.8 Gton이 방목지에서 생산되었음. 목초지의 생산성이 개선되어 헥타르 당 10 ton이 생산된다면 방목지는 380 Mha로 충분할 것으로 보임.
- 전 세계 1,330 Mha의 방목지에서 이를 제외하면 950 Mha가 바이오연료 생산을 위해 쓰일 수 있으며, 2050년까지 150 GJ/Ha의 생산량이 달성된다면 57 EJ 상당의 2세대 연료를 얻을 수 있을 것임.

#### 5. 음식물 쓰레기와 바이오연료

- 대량의 식량이 생산과 유통단계에서 소실되며 소비 단계에서 낭비된다. 연간 13억 톤에 이르며, 이는 전체 식량 생산량의 1/3에 이룸.
- 직접 소비되는 곡물의 경우 단위면적 당 생산량으로 나누어 확보할 수 있는 농지 면적을 구하며, 유류 및 육류 자원의 경우 가축 종당 곡물 소비량을 반영하여 농지 면적 계산이 가능함.



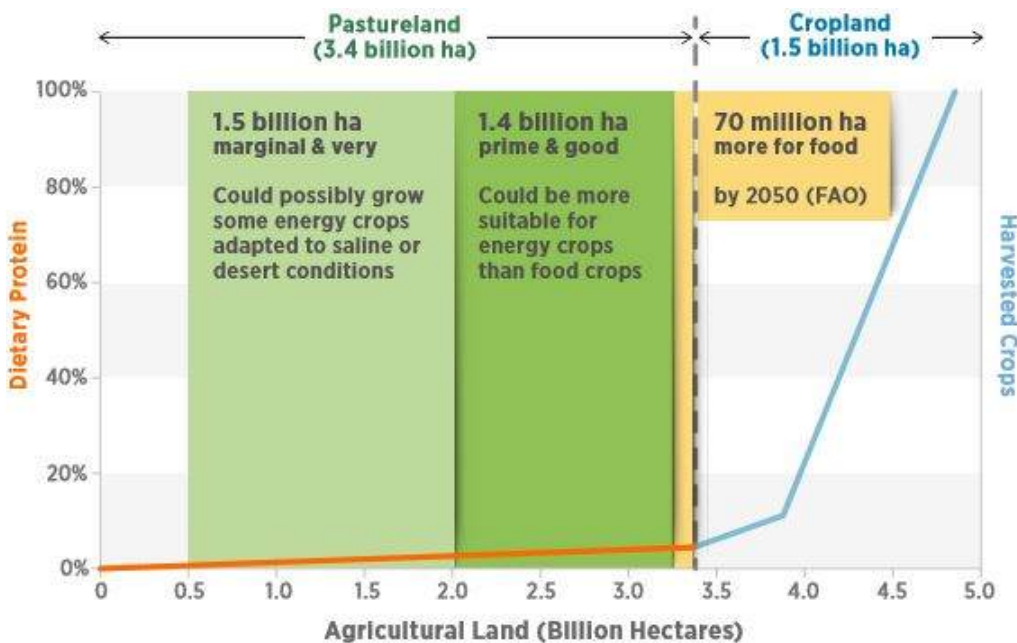
- 2050년까지 식자원 관리를 통해 442 Mha의 농지가 직접 농작물 소비로부터 확보가 가능하며, 유류 및 육류 식자원 소비로부터 340 Mha의 농지가 확보 가능함. 이는 117 EJ 상당의 바이오연료 확보가 가능하다는 뜻이며, 세계 교통부문 연료 소비량의 2/5에 해당하는 양임.

## 6. 삼림 개발과 바이오연료

- 삼림의 경우 첫째로 전통적 난방 및 조리를 위한 목재 사용, 두 번째

Region	All Stages Combined	Agricultural Production	Post-harvest Handling & Storage	Processing and Packaging	Distribution: Supermarket Retail	Consumption
Europe	74	13	5	16	8	32
Africa	67	25	12	15	11	4
Asia	224	48	36	50	39	51
OECD Pacific	23	3	1	5	4	10
North America	70	13	3	16	7	31
South America	94	26	8	24	17	19
<b>World</b>	<b>553</b>	<b>129</b>	<b>65</b>	<b>126</b>	<b>87</b>	<b>147</b>

<표 1> 부문/대륙 별 최선의 식자원 관리를 통해 확보할 수 있는 농경지 면적 (단위: Mha)로 좀 더 철저한 부산물 수거, 세 번째로 더 높은 목재생산량을 통해



<그림 3> 세계 등급 별 목초지 면적

바이오연료를 확보할 수 있음.

- 전통적인 난방 및 조리방식의 효율개선을 통해 현재 10%에서 향후 60%까지 에너지 효율을 재고할 수 있으며 이는 연간 17 EJ 가량의 에너지를 다른 용도로 사용할 수 있음.
- 목재 채집 중 발생하는 잔여물을 전부 수거한다면 30 EJ 가량의 에너지를 확보할 수 있음.
- 26억 Ha의 삼림에서 89억 m<sup>3</sup> 가량의 목재가 생산되는데 이를 모두 수확한다면 103 EJ에 해당하는 에너지를 얻을 수 있음. 면적 당 목재 생산이 좀 더 효율적으로 개선되면 9 EJ를 추가로 얻을 수 있을 것임.

## 7. 녹조와 바이오연료

- 2015년 기준 제트유 가격은 리터당 0.48 달러인 반면 녹조에서 얻은 제트유는 10.99 달러로 아직 녹조에서 얻는 바이오연료는 생산단가가 너무 높음. 하지만 미래 기술 발전을 통해 이를 1.2 달러까지 낮출 수 있으리라 예측됨.

## 8. 지속 가능한 바이오연료 개발

- 얼마만큼의 바이오에너지가 앞으로 추가적으로 확보될지 정확히 알기는 어려우나 바이오에너지 생산을 지속적으로 확장하여 식량과 연료를 동시에 높은 수준으로 생산할 수 있을 것으로 보임
- 여타 기술발전을 통해 좀 더 효율적으로 토지를 사용한다면 연료의 안정적 생산량과 낮은 단가를 얻을 수 있을 것으로 예상됨.

※ 동 보고서는 요약 및 번역본입니다. 상세 내용은 원문을 참조하십시오. 원문은 [http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA\\_Boosting\\_Biofuels\\_2016.pdf](http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_Boosting_Biofuels_2016.pdf) 에 있습니다.



해외발간보고서 요약분석

---

2016 IRENA 바이오연료 보고서

발행일 : 2017년 02월 21일

발행처 : 한국환경산업기술원

---