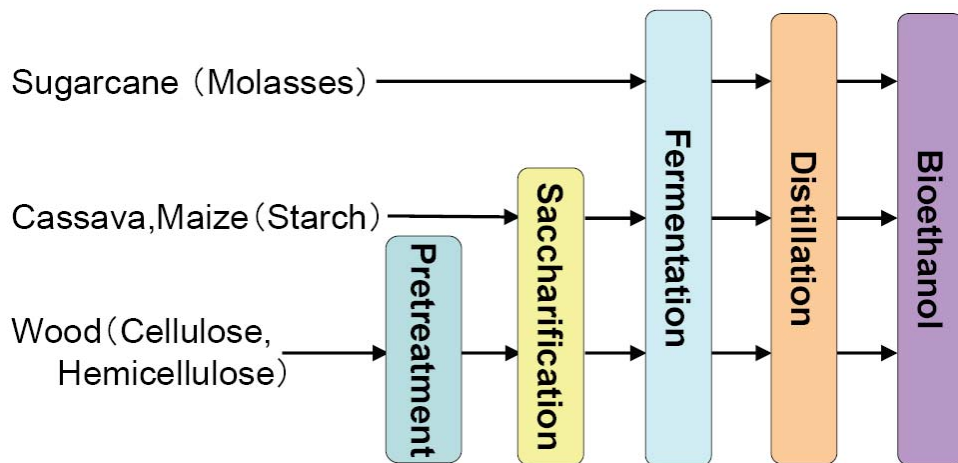


## 제2장 세계 바이오에탄올의 보급동향 분석

### 1. 바이오에탄올의 개관

- 바이오에탄올은 당의 고분자인 당질계, 전분질계 또는 섬유소계 바이오매스를 원료로 생물공정에 의해 바이오에탄올을 생산함.



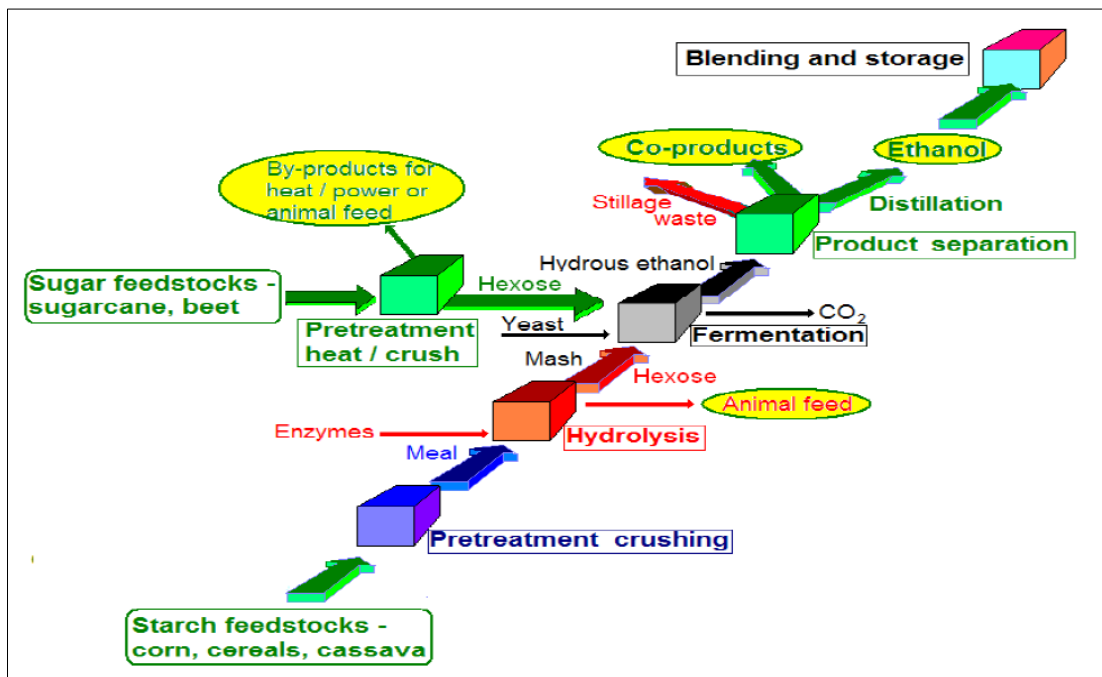
<그림 2-1> 원료별 바이오에탄올 생산기술 개념도

- 사탕수수, 옥수수, 사탕무와 밀 등의 당질계 및 전분질계 바이오매스로부터 바이오에탄올을 생산하는 공정은 전통적인 발효 기술을 적용하며 현재 가동 중인 모든 상용화 공정은 이런 원료를 사용하고 있음.
- 수확된 사탕수수는 세척, 파쇄, 착즙과정을 걸쳐 당질계 주스로 가공되며, 이를 효모에 의해 발효하여 바이오에탄올을 제조함(발효과정을 거치지 않고 설탕으로 제조 가능).
- 이 과정에서 탈수 하지 않은 경우에는 수분을 포함한 함수에탄올이 탈수를 하는 경우에는 수분을 포함하지 않는 무수에탄올이 제조되며, 무수에탄올은 휘발유 혼합연료로 사용되고 함수에탄올은 에탄올 전용차량의 연료로 사용됨.
- 세척, 파쇄과정에서 발생한 부산물은 보일러의 연료로 사용되어 에탄

- 을 생산에 필요한 스팀 또는 전기를 생산함
- 주요 생산국인 미국에서는 주로 옥수수로부터, 브라질은 사탕수수로부터 바이오에탄올을 생산하고 있음.
  - 바이오에탄올은 휘발유에 저함량 혼합 (10% 이하)하여 일반 차량에 사용하거나 고함량 혼합 (85% 또는 이상)하여 전용 차량(Flexible fuel Vehicle, FFV)에 사용함.
  - 또한 유럽에서는 에탄올을 isobutylene과 반응시켜 ETBE로 가공하여 MTBE 대신 함 산소첨가제로 사용하고 있음.
  - 유럽에서 수송부문에서 소비되는 바이오에탄올의 75%가 ETBE 형태로 사용됨.
  - 목질섬유소계 에탄올은 바이오에탄올 생산량이 급격하게 늘어나면서 원료인 곡물 가격의 폭등 문제로 원료 수급 안정성에 대한 우려가 증가함에 따라 이에 대한 바람직한 대안으로 세계적으로 활발히 연구 개발되고 있는 실정임.
  - 옥수수는 전분을 많이 포함하고 있어서 쉽게 당으로 전환이 가능하나, 목질섬유소계 원료는 리그닌(Lignin), 셀룰로오스(Cellulose) 및 헤미 셀룰로오스(Hemicellulose) 등으로 구성되어 있어서 이들의 선택적 분리 분해 등의 전처리 및 당화기술, 헤미 셀룰로스 유래의 목당(xylose) 등의 펜토스류(pentose)를 효율적으로 에탄올로 변환하는 미생물의 탐색 또는 육종기술의 곤란성이 아직까지 기술적인 문제점으로 남아 있으며, 상업적으로 적용할 수 있는 생산 경제성 또한 극복해야할 숙제로 남아 있는 실정임



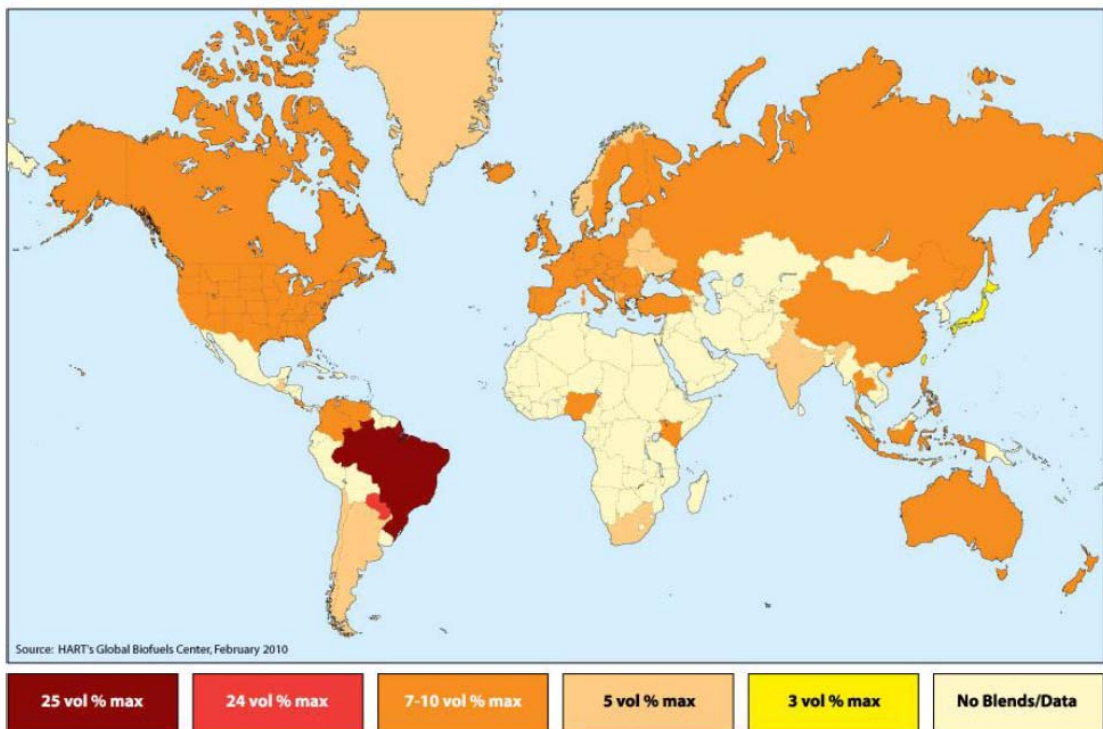
<그림 2-2> 바이오에탄올의 제조원료



<그림 2-3> 1세대 바이오에탄올의 생산을 위한 생물학적 전환과정

## 2. 세계 바이오에탄올의 의무혼합 보급비율

- 2010년 현재 전 세계적으로 바이오에탄올은 E2 ~ E25 수준으로 의무혼합 중에 있음.
  - 미국은 각 주별로 차이는 있으나, 최대 E10까지 의무혼합 중이며, 남미는 브라질 E25, 아르헨티나 E5, 콜롬비아 E10, 코스타리카 E7 등으로 E5 ~ E25 수준으로 의무혼합 보급 중에 있음.
  - 또한 유럽은 독일 최소 E2.8, 프랑스 E7 등의 수준으로 의무혼합 중이며, 아시아는 중국(9성), 인도 및 필리핀 등이 E10 수준으로 의무혼합 보급 중에 있음.



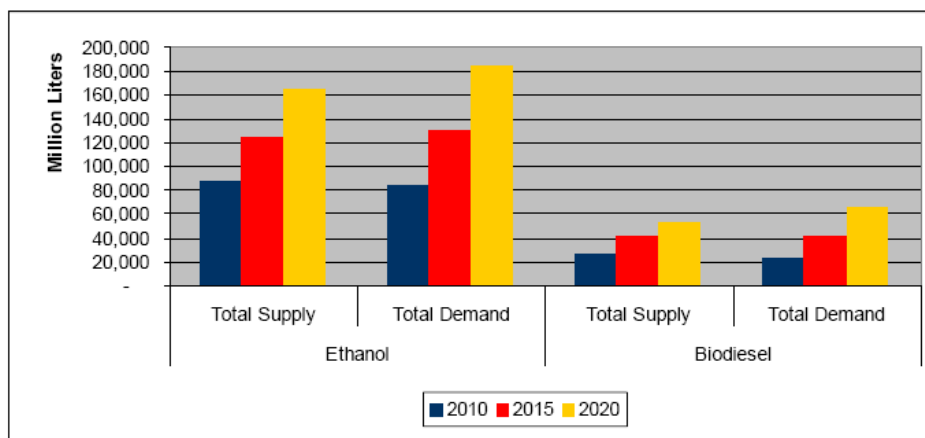
<그림 2-4> 세계 바이오디젤 의무혼합 보급비율

<표 2-1> 세계 주요국 바이오에탄올 의무혼합 비율 현황

| 구 분               | 국가    | 혼합비율(%)    | 시행연도 |
|-------------------|-------|------------|------|
| 북미주<br>(E2 ~ E10) | 미국    | 하와이 E10    | 2008 |
|                   |       | 미네소타 E20   | 2013 |
|                   |       | 미쥬리 E10    | 2008 |
|                   |       | 워싱턴 E2     | 2008 |
|                   |       | 오레곤 E10    | 2008 |
|                   |       | 로스엔젤로스 E2  | 2015 |
|                   | 캐나다   | 전체 E5      | 2010 |
|                   |       | 퀘벡 E5      | 2012 |
|                   |       | 온타리오 E10   | 2010 |
| 남미주<br>(E5 ~ E25) | 브라질   | 전체 E25     | 2002 |
|                   | 아르헨티나 | E5         | 2010 |
|                   | 콜롬비아  | E10        | 2006 |
|                   | 코스타리카 | E7         | 2010 |
|                   |       | E10        | 2011 |
|                   | 에콰도르  | E10        | 2008 |
|                   | 파라과이  | 전체 E18~E25 | 1997 |
|                   | 페루    | E7.8       | 2010 |
| 우루과이              | E5    | 2014       |      |
| 유럽<br>(E2.8 ~ E7) | 독일    | E2.8(최소)   | 2010 |
|                   | 프랑스   | E7         | 2010 |
|                   | 오스트리아 | E3.4       | 2010 |
|                   | 루마니아  | E4         | 2010 |
|                   | 스페인   | E3.9(최소)   | 2010 |
|                   | 노르웨이  | E3.5       | 2010 |
|                   | 네덜란드  | E3.5       | 2010 |
|                   | 헝가리   | E4.4       | 2010 |
| 아시아<br>(E10)      | 필리핀   | E10        | 2011 |
|                   | 중국    | E10(9성)    | 2010 |
|                   | 인도    | E10        | 2008 |
|                   | 태국    | E10        | 2007 |

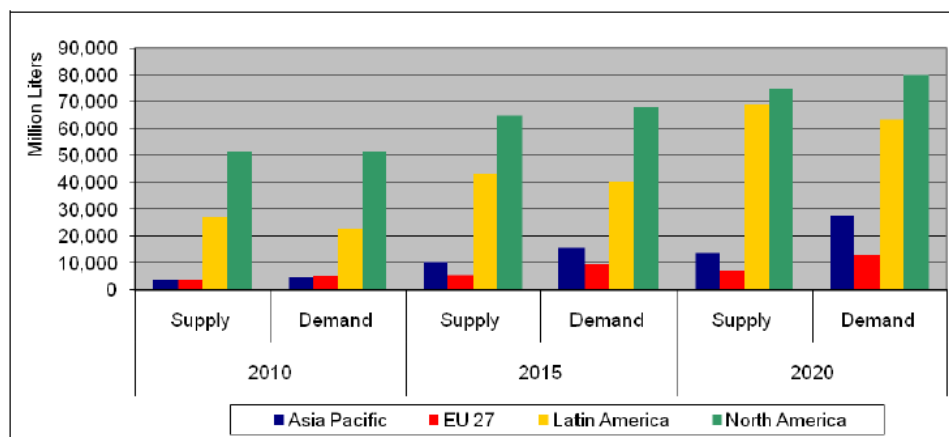
### 3. 세계 바이오에탄올의 공급 및 수요분석

- 2010년 전세계 에탄올 공급은 수요보다 약 20억 리터(5억 2800만 갤런) 많을 것으로 예상되지만, 주로 정부 의무규정에 의해 창출되는 수요는 2015년과 2020년이 되면 공급을 초과하게 될 것임
  - 2015년에는 전세계 공급에서 약 55억 리터(14억 5000만 갤런)의 잠재적 순 부족분이 발생할 것으로 예상되며, 이 부족분은 2020년에 190억 리터(50억 갤런)까지 증가할 것임.
  
- 지역적 관점에서 보면 에탄올 수요는 북미 지역(미국 연방 재생연료 표준(RFS2) 및 캘리포니아 저탄소연료표준(LCFS) 프로그램에 의해)과 남미(국내용 및 전세계 수출용으로 브라질 에탄올 수요가 급격히 성장)에서 가장 빨리 증가하고 있음.
  - 이 밖에도 중국, 일본, 독일, 영국 같은 국가에서 에탄올 수요가 크게 늘 것이며, 예를 들어 중국과 일본은 2020년까지 재생 바이오에탄올 수요 요구를 충족하기 위해서는 130억 9,000만 리터(36억 7000만 갤런)를 수입해야 할 것으로 예측하고 있음.



<그림 2-5> 세계 에탄올 및 바이오디젤 수요와 공급(2010-2020)

- 지역별 에탄올 공급과 수요는 그림에 나타나 있다. 서반구가 전세계 에탄올 생산과 소비를 계속 좌우할 것이라는 사실은 분명 놀라운 일은 아님.
- 그러나 공급과 수요는 아시아 태평양 지역에서 증가할 것이고, 2020년에는 전세계 공급의 10% 이상을, 그리고 전세계 소비의 거의 20%를 차지할 것이다. EU지역 에탄올 공급은 전통적으로 생산능력의 50%만 사용하였으므로 꽤 적당한 수준임.
- EU의 에탄올 생산자들은 재생 에너지원 지침(COM/2008/19)(RED)에 따른 온실 가스(GHG) 배출 목표치를 충족하는데 어려움을 겪을 수 있으며, 그럼에도 불구하고, EU에서는 공급과 수요가 모두 계속 증가할 것으로 보임.



<그림 2-6> 기간별 바이오에탄올 수요와 공급(2010-2020)

- 브라질은 현재 세계 최고의 에탄올 수출국이며, 이 지위는 계속 유지될 것이다. 국내시장과 수출시장에 공급할 수 있는 브라질 국내 생산능력은 계속 증가하고 있음.
- 2020년에 들어서면 전세계 시장에 최소 132억 리터(35억 갤런)를 공급할 수 있는 위치를 차지할 것이고, 이러한 양을 공급할 수 있는 경쟁자는 미국(특히 캘리포니아), EU-27, 일본, 중국이 될 것임.

- 실제로, 조사기관의 공급과 수요 분석에 따르면 대부분의 국가들은 2020년에 잠재적 공급 부족 상태가 되거나 내부 수요를 충족할 정도의 생산 능력만을 생산할 수 있게 될 것이임.
  - 태국만이 5억 8600만 리터(1억 5480만 갤런)의 아주 작은 초과 공급량을 보유 할 것으로 예상되는데, 이는 지역 내에 수출될 수 있을 것으로 예상하고 있으며, 콜롬비아는 2020년에 약간의 초과 공급을 할 수 있을 또 다른 국가이지만, 이는 에탄올 정책이 어떻게 전개되느냐 하는 데에 크게 의존하고 있다. 현재 콜롬비아에서는 E10을 계속 이행하고 있으며, 정부는 내년에 E20을 이행하고 혼합연료자동차(FFV)를 요구하는 등 야심찬 프로그램에 착수하였음.
  
- 작년에 인도가 에탄올 수출국이 될 가능성이 있다는 점에 주목하였지만 그 가능성은 점차 낮아지고 있다. 오히려 인도는 자체 내부 바이오연료 의무규정을 성공적으로 이행하기 위해 생산규모를 늘려야 하는 입장임.
  
- 한편, 중국과 일본 외에도 다른 국가들이 수요 요건을 충족하기 위해 에탄올을 수입할 필요가 있을 것이며, 이러한 국가들 대부분은 EU-27에 있으며, 독일, 영국, 프랑스, 네덜란드, 이탈리아, 핀란드가 포함됨.
  - 이러한 국가들은 수요 요건을 충족하기 위해 총 88억 리터(23억 갤런)의 수입량이 필요할 것이다. 이들 국가의 대부분은 EU의 RED 정책에 따라 정해진 목표량을 충족하기 위해 브라질로부터의 에탄올 수입에 의존하고 있다. 그 밖의 수입국에는 필리핀, 대만, 미국이 포함될 것으로 예상되는데, 이 나라들은 주로 RFS2와 LCFS 목표량을 충족하기 위해 수입이 필요할 것이다.