

# Nguồn Năng Lượng Sinh Học và Cơ Hội Phát Triển Nông Thôn

T.S. Trần Văn Đạt  
[tranvandat@excite.com](mailto:tranvandat@excite.com)

Việt Nam, nhất là đồng bằng sông Cửu Long có lợi thế về nông nghiệp, nhưng chưa được phát huy tối đa. Nông thôn có “mỏ dầu” năng lượng sinh học từ lâu, nhưng tiềm năng nơi này chưa biết đến để tận dụng khai thác. Nhiên liệu sinh học không những góp phần đảm bảo an toàn năng lượng trong nước mà còn tạo ra một ngành chế biến mới, sản phẩm mới, và việc làm mới ở nông thôn. Đặc biệt ngành sản xuất này còn **mở ra hướng đi mới nâng cao đời sống thôn xã**, qua hình thành các cụm công nghiệp và đô thị sinh thái khép kín, trong đó các chất thải từ nông nghiệp được dùng chế tạo năng lượng sinh học hoặc chế sản khác, nếu có quy hoạch và được khuyến khích, hỗ trợ thích đáng.

## 1. MỞ ĐẦU

Nhu cầu năng lượng của loài người đã hiện diện cách nay hàng trăm ngàn năm, khi con người biết dùng lửa trong hoạt động hàng ngày để nướng thịt, đuổi thú dữ, đốt rừng làm rẫy. Kể từ đó, nguồn năng lượng từ vật rắn như gỗ cây ngày càng trở nên quan trọng, có hơn hai tỉ người trên thế giới đang dùng chất rắn trong gia đình để nấu nướng và sưởi ấm mùa đông. Vào thế kỷ 19, **gỗ** là nguồn năng lượng làm máy chạy bằng hơi nước phổ thông trong ngành chuyên chở, giúp phát triển mạnh công nghiệp cơ giới. Sau đó, con người chế tạo **máy phát điện** cung cấp nguồn điện năng mới có nhiều công dụng cho đời sống hàng ngày và thay thế dần những máy chạy bằng hơi nước. Khi tìm thấy nguồn  **nhiên liệu trầm tích** như than đá, dầu hỏa và khí đốt, con người tăng tốc sử dụng loại năng lượng không tái tạo này để chạy máy nổ, chủ yếu trong ngành vận tải, nhiệt và điện năng. Loại nhiên liệu thể lỏng (xăng dầu) trở nên thông dụng hơn trong ngành chuyển vận, vì có tỉ trọng năng lượng cao, để sử dụng hơn loại nhiên liệu khí và rắn, và từ đó nguồn năng lượng rắn được sử dụng giảm dần.

Mức cung cầu năng lượng lỏng ngày càng trở nên không bền vững khi dân số thế giới bành trướng không ngừng và các biến cố thường xảy ra, nhất là những nơi sản xuất dầu khí. Trong khi giá dầu thô tăng gia liên tục từ 10 Mỹ kim/thùng trong 1999 lên 20 Mỹ kim trong 2002 và 115 Mỹ kim vào tháng 4/2008. Nếu không có giải pháp kịp thời, sự chênh lệch cung cầu khếch đại và giá nhiên liệu tăng cao sẽ đưa đến các cuộc khủng hoảng tai hại khôn lường. Đó là chưa kể mức cung cầu và giá cả còn bị ảnh hưởng bởi các yếu tố khác, như chính sách năng lượng, chiến tranh ở vùng sản xuất dầu, vấn đề đầu cơ trực lợi, và nguồn năng lượng thiên nhiên không được khai thác kịp thời, bị cạn dần.

Trong bối cảnh đó, nhiều cuộc khủng hoảng năng lượng thế giới không thể tránh được, đã bắt đầu từ nhiều năm qua và còn tiếp tục trong tương lai, đặc biệt đối với các nước tiến bộ và các nước không sản xuất dầu hỏa. Càng trở thành vấn đề sinh tử cho các

nước công nghiệp lớn tùy thuộc hoàn toàn vào nguồn dầu nhập. Cho nên, không ngạc nhiên lắm khi những vùng có nhiều dầu hỏa trên thế giới thường không có được tình trạng yên bình lâu dài. Ngoài ra, các nhiên liệu trầm tích còn thải ra các chất khí nhà kính, như là khí CO<sub>2</sub> trong bầu khí quyển, làm hâm nóng toàn cầu đến mức độ báo động hiện nay.

Do đó, nhiều nước đã và đang tìm kiếm, khai thác các nguồn năng lượng thay thế, như năng lượng nguyên tử, điện năng, hơi nước, thủy triều, sức gió, năng lượng mặt trời, năng lượng sinh học..., với quan tâm đặc biệt đến các **nguồn năng lượng có thể tái tạo** và **thân thiện môi trường**, trong khi tạo ra **cơ hội mới** làm tăng lợi tức nông dân và cải thiện đời sống nông thôn ở các nước đang phát triển. Trong bài tham khảo này, năng lượng sinh học ảnh hưởng trực tiếp đời sống hàng ngày được đề cập đến.

## 2. CÁC LOẠI NĂNG LƯỢNG SINH HỌC

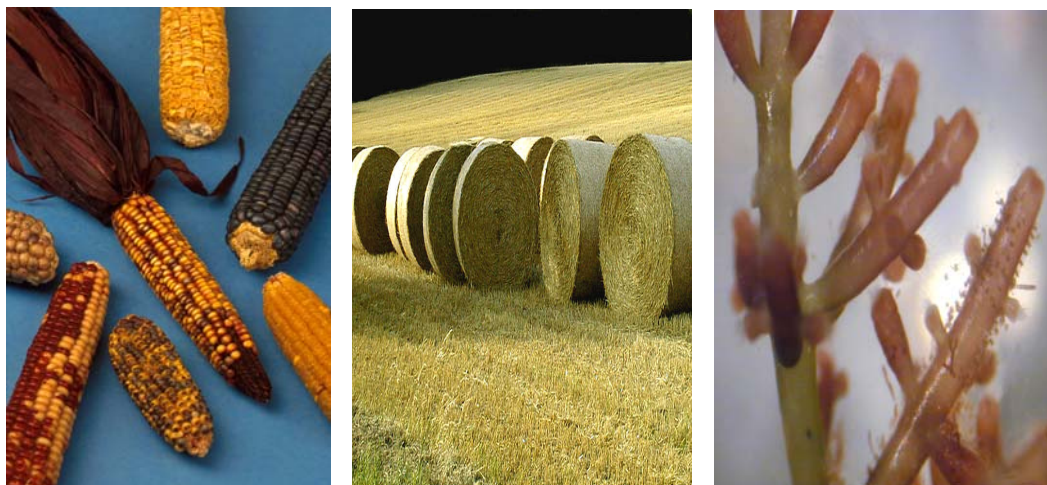
Năng lượng sinh học là loại **có thể tái tạo** và được sản xuất từ nguồn sinh học hay **sinh khối** (biomass) dưới dạng nhiên liệu lỏng, khí và rắn; nhiệt lượng; điện năng; chất hóa học và những vật dụng khác. **Nhiên liệu sinh học lỏng** đã được dùng đến từ thuở ban sơ của nền công nghiệp ô tô. Trong thế kỷ 19, ông Nikolaus August Otto, người Đức, nhà phát minh động cơ (do sức ép đốt cháy bên trong) đã biết dùng chất ethanol để chạy máy. Ông Rudolf Diesel, nhà sáng chế máy Diesel Đức, đã phát họa máy chạy bằng dầu đậu phụng. Ông Henry Ford ở Mỹ sáng chế xe FORD kiểu T dùng nhiên liệu từ cây gai (hemp) trong thời gian từ 1903 đến 1926. Nhưng sau đó dầu hỏa được khám phá, rẽ tiền nên được sử dụng rộng rãi hơn. Tuy nhiên, trong Thế Chiến I, dầu hỏa thiếu hụt trầm trọng, nên có nhiều phát minh dùng nhiên liệu sinh học để thay thế phần nào xăng dầu. Ở Đức, xăng được trộn với rượu làm từ khoai tây, gọi là “*Reichskraftsprit*”. Ở Anh, dầu được trộn với rượu ngũ cốc, có tên *Discol* (National Geographic Magazine, 10-2007).

Trong thời hậu Thế chiến, dầu hỏa là loại nhiên liệu rẽ tiền, được tìm thấy ở Trung Đông và các nơi khác trên thế giới được sử dụng ngày càng tăng, làm giảm tầm mức quan trọng kinh tế của các nhiên liệu sinh học. Sau đó, nhiều cuộc khủng hoảng năng lượng thỉnh thoảng xảy ra làm thiếu hụt xăng dầu, giá cả tăng cao do tác động bên ngoài (chiến tranh, hối đoái thay đổi, chính sách năng lượng...) và nội tại (ảnh hưởng tiêu cực đến môi trường do thải ra nhiều chất khí CO<sub>2</sub>). Từ đầu thế kỷ 21, nhiều nước đã hỗ trợ và tăng mức đầu tư để tái khai thác nguồn nhiên liệu sinh học, đặc biệt ở Brazil, Mỹ, Liên Âu và châu Á. Nhiên liệu sinh học được bắt đầu xem như **phương tiện làm giảm chất khí thoát nhà kính, an ninh năng lượng và góp phần cải tiến nông thôn** đang phát triển mạnh ở nhiều quốc gia; nhưng cũng có nhiều tranh luận về diện cung cấp thực phẩm trên thế giới và vấn đề môi trường.

Nguồn nhiên liệu sinh học được sản xuất từ khối sinh học hay sinh khối, đó là các loài thảo mộc, rong rêu được cấu tạo và phát triển bằng chất hữu cơ, qua hiện tượng quang hợp giữa nước và khí CO<sub>2</sub> trong diệp lục tố dưới năng lượng ánh sáng mặt trời, và có thể tái tạo.

Do đó, năng lượng sinh học thường được sản xuất từ:

- Sản phẩm nông nghiệp: củ, hạt, dầu, mỡ động vật ;
- Các chất thải dư thừa của nông nghiệp (gỗ, rơm...), và
- Các loại bèo, rong rêu.



Hình 1: (a) Bắp ([http://en.wikipedia.org/wiki/Zea\\_mays](http://en.wikipedia.org/wiki/Zea_mays)),  
 (b) Rơm rạ (<http://en.wikipedia.org/wiki/Strohr%C3%A4der>),  
 (c) Rong biển đỏ Laurencia ở Hawaii (<http://en.wikipedia.org/wiki/Algae>)

## 2.1. Nhiên liệu sinh học từ nông sản

Đây là loại nhiên liệu sinh học được sản xuất từ các sản phẩm nông nghiệp như: đường, tinh bột, dầu rau cải và mỡ động vật (heo, cá...) bằng các công nghệ lên men thông thường hay dùng chuyển hóa ester (cho dầu mỡ). Sau đây là các loại nhiên liệu sinh học thường thấy trên thị trường hiện nay:

### 2.1.1. Rượu sinh học

Các loại rượu sinh học phổ thông nhất gồm có rượu butanol, ethanol và propanol, được sản xuất do các vi sinh vật hoặc các giếu tố (enzyme) qua tác động lên men các chất đường, tinh bột và chất mộc cellulose.

**Butanol** được sản xuất do lên men ABE (acetone, butanol, ethanol). Rượu butanol sinh học được xem như loại xăng dầu có thể dùng chạy xe trực tiếp, vì sản xuất nhiều năng lượng, nhưng giá thành sản xuất cao hơn. Hãng Dupont và BP đang nghiên cứu và phát triển loại cồn butanol.

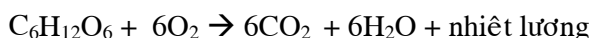
**Ethanol** là loại thông dụng nhất trên thế giới, đặc biệt dùng làm nhiên liệu sinh học cho vận chuyển. Trong năm 2003, độ 5% ethanol trên thế giới là nhiên liệu dùng cho xe ô tô (<http://www.meti.go.jp/report/downloadfiles/g30819b40j.pdf>). Ethanol được sản xuất từ cây mía, bã mía, bắp, thân và hạt lúa miến, củ cải đường, lúa mạch, đại, bố, khoai tây, khoai lang, trái quả, hoa hướng dương, rơm rạ và các loại sinh khối khác. Trước khi lên men, các enzyme được dùng thủy phân các chất tinh bột, chất mộc cellulose thành phân tử đường. Từ đó, chất đường glucose được phân tích thành 2 phân tử: ethanol và carbon dioxide (Wikipedia: ethanol fuel):



Rượu ethanol ( $C_2H_6O$ ) được dùng làm nhiên liệu ô tô sẽ bị đốt cháy với hòa trộn oxygen trong động cơ để sản xuất carbon dioxide, nước và nhiệt lượng:



Tổng hợp hai công thức trên như sau:



Nhiệt lượng dùng chạy máy, còn carbon dioxide là loại khí thải làm hâm nóng bầu không khí.

Quá trình sản xuất rượu ethanol làm nhiên liệu sinh học sạch gồm có 3 giai đoạn:

- (i) **Lên men chất đường với chất men** (microbial yeast). Hiệu năng sản xuất ethanol của mía đường cao gấp 6 lần so với bắp.
- (ii) **Cất rượu:** Rượu ethanol dùng để làm nhiên liệu cho xe ô tô phải chứa rất ít nước bằng phương pháp cất rượu, nhưng rượu thuần chỉ đạt đến giới hạn 95-96%. Loại rượu này có thể dùng chạy máy, nhưng không thể hòa trộn với dầu xăng.
- (iii) **Làm khô:** Đây là phương pháp làm ròng rượu ethanol bằng cách dùng sàng phân tử ZEOCHEM Z3-03, hoặc thêm chất hydrocarbon benzene hoặc dùng chất calcium oxide như là chất làm khô để khử nước trong rượu.

Các loại rượu ethanol có thể dùng riêng rẽ hoặc hòa trộn với xăng dầu, và các nhà chế tạo xe ô tô hiện nay sản xuất nhiều loại xe có thể chạy bằng chất hỗn hợp một cách an toàn. Nếu chỉ dùng ethanol để chạy xe thì độ thuần rượu phải tối thiểu 71% (Aakko and Nylund, 2004). Dĩ nhiên, càng ít chất ethanol và nhiều nước công suất của máy càng giảm. Hơn nữa, rượu ethanol có năng lượng kém hơn xăng dầu. Một cách tổng quát, rượu ethanol khô (không chứa nước) cung cấp 1/3 năng lượng thấp hơn cho mỗi đơn vị thể tích, so với xăng; vì thế cần có bình chứa to hơn và cần rượu ethanol nhiều hơn để xe chạy cùng khoảng cách so với xăng. Rượu ethanol thường có đặc tính **làm xói mòn** các vật chứa trong hệ thống nhiên liệu, từ bình chứa đến bộ phận nổ của đầu máy. Do đó, tùy theo mỗi nước, nhà sản xuất thường hòa trộn rượu ethanol với xăng dầu ở mức độ nào đó. Ở Brazil, xăng trộn với 23% ethanol kể từ 2006, ở Mỹ 10%. Hiện nay, có nhiều loại xe được chế tạo để sử dụng loại xăng trộn này với động cơ có hệ thống vi tính điều khiển pha trộn hiệu quả cao cho các tỉ lệ ethanol/xăng khác nhau, từ 0 đến 100% ethanol.

### 2.1.2. Diesel sinh học

Đây là loại dầu sinh học được dùng nhiều nhất ở Liên Âu, được sản xuất từ các loại dầu hay mỡ bằng cách dùng “transesterification”, có hợp chất tương đương với dầu diesel khoáng chất. Các chất dầu (còn gọi là fatty acid methyl (hay ethyl) ester (FARME)) trộn với sodium hydroxide and methanol (hay ethanol) tạo ra phản ứng hóa học sản xuất dầu diesel sinh học hay glycerol. Một phần glycerol được sản xuất cho mỗi 10 phần dầu diesel sinh học. Các loại xe ô tô có thể chỉ dùng dầu diesel sinh học hay trộn với xăng mà không

có vấn đề gì. Một số hãng xe giới hạn mức hòa trộn 15%, nhưng 5% hỗn hợp được dùng nhiều nhất ở các nước Liên Âu. Ở Mỹ, hơn 80% xe hàng và các xe bus thành phố chạy bằng diesel; do đó, sử dụng dầu diesel sinh học tăng rất nhanh, từ 25 triệu gallon mỗi năm cho đến 2004 tăng lên 1 tỉ triệu gallon vào cuối năm 2006 (Thurmond, 2007).

## 2.2. Nhiên liệu sinh học từ chất thải dư thừa

Hiện nay, các nhà làm chính sách, quản lý môi trường khuyến khích sử dụng các vật liệu phế thải hoặc dư thừa trong nông nghiệp để chế tạo ra các loại nhiên liệu sinh học, vừa có thể thay thế dầu hỏa vừa giảm ô nhiễm môi trường. Nguyên liệu dùng sản xuất loại nhiên liệu này thường gồm các sinh khối phế thải, rơm rạ của lúa gạo, lúa mì, thân bắp, gỗ, các loại cây đặc biệt dùng làm nhiên liệu... qua công nghệ hóa lỏng, gồm cả nhiên liệu sinh học cellulose từ các màu không có thực phẩm. Hiện đang có nhiều công nghệ phát triển loại nhiên liệu này, như hydrogen sinh học, methanol sinh học, diesel hydrogen sinh học, rượu hỗn hợp, diesel gỗ...

**Rượu Ethanol từ chất mộc hay cellulose** được sản xuất từ các hoa màu không còn thực phẩm (rơm rạ, gỗ, thân cây...). Đó là những thành phần chất thải sau khi thu hoạch các bộ phận làm thực phẩm, cho nên sử dụng dầu sinh học làm từ các nguyên liệu này không làm ảnh hưởng đến vấn đề sản xuất thức ăn thế giới. Trái lại, còn giúp giải quyết phần nào ô nhiễm môi trường. Tuy nhiên, quá trình sản xuất rượu ethanol sinh học khó khăn và tốn kém hơn, vì phải thêm công đoạn dùng các giếu tố để tiêu hóa các chất mộc cellulose thành chất đường. Hiện nay, công nghệ sinh học có thể chế tạo các loại giếu tố GM có khả năng phân hóa nhanh các chất mộc cellulose, nhưng một số chuyên gia lo ngại các loại giếu tố này có thể trở thành một loại phá hại môi trường không lường trước được khi chúng lan truyền trong các loài thảo mộc.

## 2.3. Nhiên liệu sinh học từ rong rêu, bèo

Nhiên liệu rong rêu được chế tạo từ các loài rong rêu trong nước, trên đất ẩm. Rong rêu dùng ít nhập lượng trợ nông, nhưng sản xuất nhiều năng lượng (30 lần) hơn thực phẩm gia súc để sản xuất nhiên liệu sinh học. Ngoài ra, loài rong rêu bị thoái hóa sinh học không làm hư hại môi trường xung quanh. Hiện nay rất nhiều giới chú ý đến loại nhiên liệu này vì giá dầu hỏa cao. Theo ước tính của Bộ Năng Lượng Mỹ, nước này cần một diện tích đất đai lớn độ 38.849 km<sup>2</sup> để trồng loại rong thay thế tất cả nhu cầu dầu hỏa hiện nay trong nước (Hartman, 2006).

## 2.4. Khí sinh học (biogas)

Khí sinh học như **methane** được sản xuất bằng qui trình tiêu hóa các chất hữu cơ bằng các loài **vi sinh vật yếm khí**. Loại khí này có thể sản xuất từ các chất thải dễ bị hủy hoại hoặc dùng năng lượng của các màu nuôi các vi sinh vật yếm khí để sản xuất ra chất khí. Chất thải rắn bị tiêu hóa có thể dùng làm nhiên liệu hoặc làm phân mục compost.

**Khí tổng hợp** (syngas) được chế tạo từ các nhiên liệu sinh học bằng các qui trình hỗn hợp như phân giải (pyrolysis), đốt cháy (combustion) và hóa khí (gasification). Nhiên liệu sinh học được biến đổi thành carbon monoxide và năng lượng bằng phân giải, sau đó qua giai đoạn đốt cháy với ít oxy và tiếp theo giai đoạn khí hóa dưới nhiệt độ tối thiểu 700° C để biến đổi chất hữu cơ thành chất khí hydrogen và thêm phân tử carbon. Chất khí

tổng hợp này là một loại nhiên liệu có nhiều hiệu quả đốt cháy trực tiếp trong máy xe so với các nhiên liệu sinh học nguyên thủy, và có nhiều năng lượng chứa trong nhiên liệu. Chất khí tổng hợp có thể dùng để chế tạo ra chất methanol và khí hydrogen, hay được biến đổi qua qui trình Fisher-Tropsch để sản xuất loại xăng tổng hợp thay thế (Wikipedia: Biofuel).

## 2.5. Nhiên liệu sinh học rắn

Chẳng hạn như gỗ, than và các loại phân thú khô mà các nước đang phát triển sử dụng hàng ngày trong công việc nấu nướng hay sưởi ấm.

## 3. CÁC NƯỚC SẢN XUẤT NHIÊN LIỆU SINH HỌC

Các nhiên liệu sinh học hiện đang được nhiều quốc gia chú ý đến như là một giải pháp khả thi để thay thế xăng dầu, vì khủng hoảng năng lượng thường xảy ra, giá cả leo thang không ngừng và hiện tượng hâm nóng toàn cầu đang được khoa học xác nhận. Từ 1970, Bazil là nước có quyết tâm nhiều hơn hết trong chính sách sản xuất rượu ethanol để thay thế phần nào xăng dầu sử dụng trong nước. Sau đó, các nước tiến bộ và các nước đang phát triển tham gia tích cực hơn. Trong năm 2006, 5 nước đứng đầu sản xuất ethanol trên thế giới là Mỹ (4,855 tỉ gallons/year), Brazil (4,491 tỉ gallons/year), Trung Quốc (1,017 tỉ gallons/year), Ấn Độ (0,502 tỉ gallons/year) và Pháp (0,251 tỉ gallons/year). Mỗi gallon bằng 3,785 lít. Sản xuất ethanol tại hai nước Mỹ và Brazil chiếm hơn 90% ethanol thế giới (<http://www.ethanolrfa.org/industry/statistics/#E>).

### 3.1. Brazil

Brazil sản xuất ethanol từ mía đường (Hình 2) nên hiệu năng năng lượng cao hơn so với bắp gấp 6 lần, vì bắp cần thêm giai đoạn phân giải tinh bột thành chất đường trước khi biến chế thành rượu ethanol. Chương trình này được đánh giá thành công và lớn nhất thế giới, nay đã cung cấp được 30% nhu cầu nhiên liệu vận chuyển trong nước. Trước đây, Brazil là một nước nhập khẩu dầu rất lớn, nhưng nay đã tự túc hoàn toàn về năng lượng, nhờ sản xuất ethanol và số dầu mỏ nội địa (Washington Post, 2006). Trong năm 2004, nước này sản xuất 16,4 tỉ lít ethanol trên diện tích 2,7 triệu hecta đất đai, hay độ 4,5% diện tích canh tác của nước này. Trong số này, độ 12,4 tỉ lít ethanol được dùng làm nhiên liệu cho xe ô tô. Hiện nay, tất cả xe sản xuất bản xứ là loại xe dành cho sử dụng xăng pha trộn với ethanol và thích ứng với loại ethanol có chứa nước đến 4,4% (ethanol 95,6%). Trong 2008, Chính phủ mở rộng chương trình sản xuất diesel sinh học phải chứa 2% diesel sinh học, và tăng lên 5% trong 2013.

Tuy nhiên, chương trình sản xuất và tiêu thụ rượu ethanol được thực hiện với bao cấp lớn của nhà nước dưới hình thức (American Council for an Energy-Efficient Economy, 1999):

- Lãi suất thấp cho xây cất các nhà máy nấu rượu,
- Bảo đảm giá thu mua ethanol bởi các công ty dầu quốc doanh với giá hợp lý,
- Giá ethanol ngoài thị trường có sức cạnh tranh cao, và
- Giảm thuế trong thập niên 1980s để khuyến khích loại xe dùng ethanol.

Các biện pháp hỗ trợ giá và bảo đảm nêu trên giảm bớt dần, đến nay đã chấm dứt hoàn toàn và kết quả rất tích cực. Ở tiểu bang São Paulo đã thiết lập thành công một trung tâm nghiên cứu và phát triển trồng mía và sản xuất rượu ethanol hiệu quả cao.



**Hình 2: Mía cây dùng để sản xuất ethanol**  
(<http://en.wikipedia.org/wiki/Sugarcane>)

### 3.2. Hoa Kỳ

Hàng năm Hoa Kỳ tiêu dùng khoảng 142 tỉ gallon xăng dầu và giá cả tăng gia từ độ 30-40 cent trong đầu 1970s lên 3,5 Mỹ kim/gallon trong tháng 3-2008. Nước này hiện tiêu thụ độ 25% tổng số dầu thế giới. Cho nên, họ có nỗ lực lớn nhằm thay thế phần nào loại nhiên liệu chất khoáng này. Hiện nay, hầu hết các loại xe ở nước Mỹ có thể chạy bằng xăng pha trộn với 10% ethanol được chế tạo từ bắp. Một số hãng xe như Ford, Daimler-Chrysler và GM đã bán loại xe có thể dùng xăng trộn với ethanol từ zero đến 85% ethanol (E85). Đến giữa 2006, có đến 6 triệu chiếc xe chạy E85 (America energy, 2006). Trong 2007, thành phố Portland, bang Oregon là thành phố đầu tiên bắt buộc tất cả các loại xe chạy trong giới hạn thành phố phải dùng xăng trộn tối thiểu 10% ethanol (Murphy, 2007)) (Hình 3). Kể từ tháng giêng 2008, các bang Missouri, Minnesota và Hawaii đòi hỏi xe ô tô chạy xăng trộn với ethanol.

Trong 2006, trước Quốc hội lưỡng viện, Tổng Thống George W. Bush tuyên bố Hoa Kỳ “đã nghiện dầu hỏa” nên cần phải thay thế 75% dầu nhập bằng những nguồn năng lượng hữu hiệu khác vào 2025, gồm cả nhiên liệu sinh học. Ngày 19-12-2007, (Energy Independence and Security Act of 2007) đòi hỏi những nhà sản xuất xăng dầu phải dùng ít nhất 36 tỉ gallons nhiên liệu sinh học trong 2022, hay tăng gấp 5 lần mức dùng hiện nay.

Chương trình khuyến khích dùng xăng trộn với ethanol ở Mỹ đang bị chỉ trích vì dựa vào hỗ trợ của nhà nước, làm tiêu thụ nhiều nhiên liệu hơn bình thường. Sự hỗ trợ này đã khuyến khích nông dân biến đổi đất đai trồng bắp để sản xuất ethanol đáng kể và sử dụng nhiều phân hóa học và thuốc sát trùng hơn những đất đai dùng sản xuất các màu khác. Chính phủ Liên bang đã hỗ trợ cho riêng chương trình này 7 tỉ Mỹ kim mỗi năm (tương đương 1,90 Mỹ kim/gallon)! Trong 2007, độ 90% diện tích màu di truyền biến đổi

GM dành cho năng lượng sinh học được trồng ở Mỹ: 7 triệu ha bắp GM cho sản xuất rượu ethanol và 3,4 triệu ha đậu nành dành cho sản xuất dầu diesel sinh học (James, 2007).



**Hình 3: Cây xăng với E 10 (10% Ethanol) ở California**  
([http://en.wikipedia.org/wiki/Ethanol\\_fuel](http://en.wikipedia.org/wiki/Ethanol_fuel))

### 3.3. Liên Âu

Những nước dùng nhiều nhiên liệu ethanol sinh học trong Liên Âu là Đức, Thụy Sĩ, Pháp và Tây Ban Nha. Trong 2006, lục địa này sản xuất loại nhiên liệu sinh học tương đương đến 90% nhu cầu. Đức quốc sản xuất gần 70% nhu cầu, Tây Ban Nha 60% và Thụy Sĩ 50%. Tại Đức quốc có đến 792 trạm xăng có E85, Pháp 131 E85 và với 550 trạm khác đang được xây cất (EUBIA, 2007). Liên Âu đã thông qua luật đòi hỏi các nước hội viên phải sử dụng nhiên liệu không có khoáng chất tối thiểu 5,75% tổng số thể tích nhiên liệu tiêu thụ trong năm 2010 và 10% trong 2020. Do đó, họ có thể thay thế diesel hay xăng bằng bất cứ nguồn nhiên liệu sinh học nào. Hiện nay, có ít trạm xăng E85 ở nhiều nước Liên Âu. Nhiên liệu sinh học bị đánh thuế tương đương với xăng khoáng chất.

### 3.4. Á Châu

**Trung Quốc** có chính sách khuyến khích sử dụng nhiên liệu sinh học tại các vùng sản xuất dư thừa ngũ cốc để giảm bớt dùng xăng dầu. Đầu tiên, nước này chọn năm thành phố thí điểm ở các vùng trung bộ và đông bắc, gồm có Zhengzhou, Luoyang and Nanyang ở tỉnh trung bộ Henan và Harbin, Zhaodong ở tỉnh Heilongjiang ở miền đông bắc. Trong chương trình này, tỉnh Henan đang cố gắng sản xuất nhiên liệu sinh học E10 khắp nơi trong tỉnh, với mục đích làm ổn định giá ngũ cốc, tăng lợi tức nông dân và giảm ô nhiễm môi trường do xăng dầu gây ra. Nước này cũng dự tính dùng E15 trong năm 2010.

**Ấn Độ** phát động chương trình nhiên liệu sinh học với mía đường trên toàn quốc cho E5, và đặt chỉ tiêu tăng lên E10 và sau đó E20. Ấn Độ cũng mở rộng các đồn điền trồng cây jatropha, một loại cây sản xuất dầu để sản xuất diesel sinh học.

**Thái Lan** có một chương trình tham vọng cao khuyến khích dùng xăng trộn với nhiên liệu sinh học 10% ethanol từ 2007. Cũng vậy, kỹ nghệ dầu cọ có kế hoạch sản xuất diesel sinh học ở **Malaysia và Indonesia**.

**Nhật Bản** đang nghiên cứu sử dụng rơm rạ để sản xuất nhiên liệu sinh học.

**Việt Nam** có vài nỗ lực trong sản xuất các loại nhiên liệu sinh học, nhằm thay thế phần nào dầu mỏ và tăng an ninh năng lượng trong nước. Vài dự án thành lập nhà máy sản xuất loại nhiên liệu này đang được xây cất ở tỉnh Quảng Nam, Quảng Ngãi và Đồng Nai. Tại Quảng Nam, chính quyền tỉnh đang hợp tác với Nhật Bản dự trù khai triển xây dựng dự án nhà máy sản xuất rượu ethanol, với tiêu thụ nguyên liệu độ 1 triệu tấn sắn/năm và cần khoảng 300.000 ha đất ở các huyện phía tây của tỉnh để trồng sắn nguyên liệu phục vụ cho nhà máy (Hải - Nguyễn, 2008). Một nhà máy sản xuất bio-ethanol khác tại khu kinh tế Dung Quất, Quảng Ngãi sẽ được xây dựng khai thác bởi công ty Dịch vụ Dầu khí (Petrosetco) và công ty Bronzeoak (Anh) với tổng số vốn đầu tư 2.200 tỉ đồng. Nhà máy có công suất 150 triệu lít ethanol/năm, với nguồn nguyên liệu là sắn lát (A. Phương, 2008).

Đây là một cơ hội tốt cho Việt Nam góp phần vào nỗ lực cải thiện đời sống nông thôn, xóa đói giảm nghèo và thu hẹp khoảng cách đời sống giữa nông thôn và thành thị. Cho nên, cần có một chính sách và quy hoạch quốc gia nhằm vừa hỗ trợ phát triển ngành sản xuất các loại nhiên liệu sinh học, vừa tạo thêm **việc làm ở nông thôn, tăng gia lợi tức nông dân và bảo đảm an ninh năng lượng trong nước**. Tuy nhiên, cần phải nghiên cứu từng vùng sinh thái về đất đai, khí hậu và điều kiện kinh tế-xã hội để khoanh vùng sản xuất nguyên liệu đầy đủ cho các nhà máy nhiên liệu sinh học cũng như bảo đảm giá cả đầu ra. Ở đồng bằng sông Cửu Long, cần khuyến khích nhiều hơn hết về đầu tư sản xuất ethanol dựa vào mía đường, loại rượu ethanol cellulose dựa vào rơm rạ, thân lúa miến, bắp..., hoặc cây kỹ nghệ, cây ăn quả và các loại mỡ động vật như mỡ cá chảng hạn. *Các nhà máy đường hiện hữu cần được thêm chức năng, bằng cách trang bị thêm các công nghệ và thiết bị cần thiết sản xuất ethanol làm nhiên liệu sinh học.*

#### 4. CÂN BẰNG NĂNG LƯỢNG VÀ HIỆU NĂNG SẢN XUẤT ETHANOL

Rượu ethanol chứa năng lượng cho mỗi đơn vị thể tích ít hơn xăng dầu độ 34%, cho nên có thể dùng để chạy một khoảng đường ngắn hơn 34% cho cùng số lượng nhiên liệu sử dụng (EERE, DOE). Đối với loại nhiên liệu hòa trộn E10 (10% ethanol và 90% xăng), ảnh hưởng dùng bioethanol rất ít chỉ 3% hoặc ít hơn. Nhưng nhiên liệu E85 (85% ethanol) có ảnh hưởng nhiều hơn, nghĩa là phải dùng số lượng xăng nhiều hơn để chạy cùng một khoảng đường và phải đổ xăng nhiều lần hơn. Trong tháng 7/2007, tại một trạm xăng ở Mỹ giá E85 là 2,63 Mỹ kim/gallon, hay điều chỉnh cùng năng lượng với xăng là 3,71 Mỹ kim/gallon, so sánh với giá xăng 3,03 Mỹ kim/gallon. Nhiên liệu E85 là loại nhiên liệu được xem là hảo hạng, tương đương với xăng premium ở Mỹ (Bourne and Clark, 2007). Ở Brazil, ethanol (100%) có giá 3,88 đối với 4,91 Mỹ kim cho loại E25. Để cải tiến sử dụng chất nhiên liệu sinh học hiệu quả hơn, cần phải nâng cao mức cân bằng năng lượng và hiệu năng sản xuất nhiên liệu này.

### • Cân bằng năng lượng

Hiện nay, tùy theo điều kiện địa phương, nguồn nguyên liệu dùng để sản xuất nhiên liệu sinh học khác nhau: Brazil sử dụng mía đường, Mỹ dùng bắp, Liên Âu dùng các cây có dầu, Nhật đang chú ý đến rơm rạ... Do đó, sự cân bằng năng lượng giữa đầu vào và đầu ra của sản xuất rượu ethanol khác nhau trong mỗi quốc gia. Tất cả những sinh khối dùng cho sản xuất ethanol sinh học đều trải qua nhiều giai đoạn: canh tác, thu hoạch, sấy và biến chế. Nên cần dùng xăng dầu để cày bừa, chuyên chở; phân hóa học; thuốc sát trùng; thuốc diệt cỏ... để sản xuất nguyên liệu cho rượu ethanol (đầu vào), được đốt cháy trong đầu máy nổ, và tạo ra năng lượng chạy máy (đầu ra).

Nước Mỹ dùng ethanol bắp có năng lượng cân bằng là 1,3, nghĩa là *mỗi đơn vị năng lượng dầu khoáng sản cần thiết để tạo ra 1,3 đơn vị năng lượng từ rượu ethanol*. Brazil sản xuất ethanol mía đường có cân bằng năng lượng 8, Đức sản xuất diesel sinh học 2,5. Còn sản xuất ethanol cellulose có năng lượng cân bằng từ 2 - 36 tùy theo công nghệ áp dụng (Bourne and Clark, 2007). Như vậy, dùng nguyên liệu mía đường có hiệu suất năng lượng cao hơn bắp, vì bắp phải tiêu hủy bớt một số năng lượng cho giai đoạn phân giải chất tinh bột thành đường trước khi tạo ra rượu ethanol.

### • Hiệu năng sản xuất ethanol sinh học

Hiện nay, tất cả các chương trình sản xuất ethanol sinh học thế giới đều được các **chính phủ hỗ trợ tích cực**, vì giá thành sản xuất rất cao, trong khi họ không muốn tùy thuộc hoàn toàn vào loại xăng dầu khoáng chất. Vì vậy, các nhà sản xuất cố gắng cải tiến năng suất ethanol cho mỗi đơn vị bắp hay màu khác, bằng các công nghệ hiệu quả hơn, đồng thời **làm tăng trọng lượng sinh khối** mỗi đơn vị diện tích, qua sử dụng các công nghệ sinh học, lai tạo, và quản lý canh tác hữu hiệu. Nếu được như thế, sản xuất rượu ethanol sẽ có lợi tức kinh tế cao hơn. Ngoài ra, khi giá dầu còn tiếp tục tăng, sử dụng các chất dư thừa cellulose, như rơm rạ, thân cây sau khi thu hoạch có thể được dùng để chế biến rượu ethanol. Các chuyên gia còn để ý đến các loại **cây tăng trưởng nhanh như poplar, cây sử dụng ít đầu vào** (low input) như cỏ switchgrass, sawgrass, miscanthus, lúa miến ngọt, cỏ ngọt (*Stevia sp.*)... để sản xuất nhiên liệu sinh học rẻ tiền.

## 5. CÁC LỢI ÍCH VÀ THÁCH THỨC CỦA NHIÊN LIỆU SINH HỌC

Phát triển nhiên liệu sinh học là một trong các biện pháp tốt không những giúp đối phó với cuộc khủng hoảng năng lượng thế giới mà còn tạo cơ hội hiếm có cho cải tiến đời sống nông thôn; nhưng đồng thời cũng có một số vấn đề tiềm ẩn về khả năng thiếu hụt thực phẩm cho những vùng thiếu đất canh tác, cũng như gây ảnh hưởng môi trường không kém gì các loại xăng dầu trong quá trình sản xuất. Tuy nhiên, các vấn đề này hiện đang còn tranh cãi trên diễn đàn quốc tế. Các chuyên gia tin tưởng rằng công nghệ, kỹ thuật và quản lý sản xuất sẽ giúp giải quyết các khó khăn nêu trên nếu xảy ra.

### 5.1. Giảm bớt đầu nhập

Mục tiêu đầu tiên của các chương trình sản xuất nhiên liệu sinh học là nhằm giảm bớt hoặc không lệ thuộc hoàn toàn vào dầu nhập, và bảo đảm an ninh năng lượng quốc gia. Người ta ước lượng nguồn dầu hỏa thế giới chỉ còn có thể sử dụng trong thế kỷ 21. Hơn

nữa, kinh nghiệm thế giới cho thấy mỗi khi giá dầu tăng cao, vật giá các khâu liên hệ cũng leo thang, ngoại trừ những nước có chính sách hỗ trợ để ổn định giá cả và thị trường. Nguồn nhiên liệu sinh học còn là nhu cầu cấp bách tại các nước đang có nền kinh tế phát triển mạnh như Việt Nam. Tình trạng mất quân bình cung-cầu về năng lượng đang đe dọa sự bành trướng các ngành công nghệ và phát triển kinh tế trong nước.

## 5.2. Tạo việc làm mới và nông sản biến chế mới ở nông thôn

Nhiều nhà nghiên cứu tin rằng nhiên liệu sinh học có thể **làm giảm mức độ nghèo khó ở nông thôn** nếu có quy hoạch và chương trình thực hiện hữu hiệu, vì tạo ra nhiều việc làm với nông sản biến chế mới, mở ra kỷ nguyên kinh tế nông thôn mới, sống động do ảnh hưởng của giá nhiên liệu này. Sản phẩm mới đó có giá trị kinh tế cao hơn các nông sản truyền thống. Nhưng viễn ảnh này sẽ gặp trở ngại nếu không có các chính sách hỗ trợ hợp lý để vượt qua các khó khăn như đã gặp trong nền nông nghiệp truyền thống mang lại nghèo khó cho nông thôn. Hưởng phát triển này có thể đưa đến **thành lập các dự án khu công nghiệp hay đô thị nông thôn khép kín**, trong đó các chất thải từ nông nghiệp được dùng để tạo ra năng lượng sinh học, và đồng thời mang sinh hoạt mới, nếp sống mới đến nông thôn.

## 5.3. Đe dọa nguồn thực phẩm thế giới?

Vấn đề này tùy thuộc vào tình trạng sản xuất thực phẩm dư thừa hay thiếu của mỗi quốc gia. Với nền kinh tế thị trường, giá năng lượng hấp dẫn có thể khuyến khích nông dân dùng đất và nước để sản xuất nguyên liệu cho nhiên liệu sinh học thay vì trồng cây thực phẩm; do đó, có thể làm thiếu nước canh tác và khan hiếm thực phẩm trên thị trường, kéo theo giá cả tăng vọt quá khả năng thu mua của giới nghèo. Đến nay, chỉ có nước Mỹ đang chuyển động mạnh cơ cấu cây trồng, thay thế trồng thực phẩm (bắp và đậu nành) bằng sản xuất nguyên liệu cho ethanol vì giá cả hấp dẫn. *Hy vọng các nước công nghiệp chú trọng vào nông nghiệp sản xuất năng lượng sinh học và dành công việc sản xuất thực phẩm cho các nước đang phát triển nhằm san bằng cách biệt xã hội giữa hai thế giới này trong thời đại toàn cầu hóa hợp lý. Đặc biệt các nước công nghiệp cần giảm bớt bao cấp nông nghiệp to lớn của họ và mở cửa nhập khẩu nông sản từ các nước đang phát triển để nâng cao đời sống nông thôn tại các nước này.*

Sau gần 40 năm, nước Brazil đã đạt đến tự túc nhiên liệu trong nước mà không hề gặp phải tình trạng đói kém, chỉ nhờ vào sản xuất cồn ethanol sinh học. Những nước đông dân và đất khả canh giới hạn như Trung Quốc, Ấn Độ, Indonesia (Java)... có thể quan tâm nhiều hơn về vấn đề sản xuất thực phẩm. Ngoài ra, **phát triển loại ethanol cellulose và các chất thải để sản xuất nhiên liệu sinh học sẽ giúp giải quyết nỗi lo âu thiếu lương thực và vấn đề môi trường trên thế giới.**

**Ở Việt Nam** cũng như Thái Lan, vấn đề sản xuất lương thực tương đối đầy đủ, và lại còn dư thừa để xuất khẩu như lúa gạo, thủy sản, cây ăn quả, cây kỹ nghệ; nhưng nông dân vẫn còn nghèo khó so với thành thị. Cho nên, chỉ cần giảm bớt phân nửa chỉ tiêu số lượng gạo xuất khẩu hàng năm (gần 5 triệu tấn/năm), đất nước có thể để dành ít nhất nửa triệu hecta đất cho các ngành sản xuất khác có lợi ích kinh tế cao hơn, như Trung Quốc đã làm trong gần 4 thập niên qua (giảm độ 7 triệu hecta trồng lúa, từ 36,5 triệu trong 1975 xuống còn 29,4 triệu ha trong 2006). Một nước càng chú trọng nhiều về nông nghiệp,

thành phần nông dân đa số càng nghèo, ngoại trừ ở các nước công nghiệp có chế độ bao cấp lớn!

Ở các **vùng ôn đới**, đất canh tác bị giới hạn vì chỉ canh tác một vụ mỗi năm và mùa đông bị lạnh hoặc tuyết phủ; nhưng **không có giới hạn nhiều ở miền nhiệt đới và cận nhiệt đới** vì nông dân có thể trồng trọt quanh năm.

#### 5.4. Ảnh hưởng môi trường

Các nghiên cứu đầu tiên cho biết các loại nhiên liệu sinh học là loại nhiên liệu thân thiện môi trường. Xăng sản xuất 2,44 CO<sub>2</sub> tương đương kg/l trong khi ethanol chỉ sinh ra 1,94, nên sẽ làm giảm rất nhiều khí thải CO<sub>2</sub> trong bầu khí quyển. Năm 2006, nghiên cứu của trường Đại học California, Berkley ước lượng khí thải nhà kính của ethanol bắp là 13%, sau giảm xuống còn 7,4% thấp hơn so với xăng dầu (Bourne and Clark, 2008). Tạp chí National Geographic ghi nhận 22% ít khí thải CO<sub>2</sub> hơn cho ethanol bắp và 56% cho ethanol mía. Hãng chế tạo xe Ford báo cáo đã sản xuất một loại xe có thể chạy xăng hoặc rượu ethanol hoặc hòa trộn có thể giảm bớt 70% khí thải CO<sub>2</sub> (EUBIA, 2007).

Nhưng vài nghiên cứu gần đây cho kết quả trái ngược, nghĩa là nhiên liệu sinh học cũng sản xuất khí thải nhà kính trong **chu kỳ sản xuất khép kín**. Sản xuất nguyên liệu để tạo ra nhiên liệu sinh học cũng đòi hỏi một số lượng lớn xăng dầu trong hoạt động vận chuyển ở ngoài đồng và hậu thu hoạch. Tháng 10-2007, nhà Nobel hóa học Paul Crutzen đã báo cáo khí thải nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) từ sản xuất dầu hạt cải (rapeseed, họ Mù tạt) và bắp tạo ra chất khí làm ấm trái đất hơn khai thác dầu khoáng, vì quá trình canh tác sản xuất hai màu này cũng dùng nhiều phân hóa học và nhiên liệu chuyên chở trong hoạt động nông nghiệp. Tuy nhiên, nếu **trồng các loại cây và cỏ đòi hỏi ít phân sẽ gây ít ảnh hưởng đến môi trường**. Nhiều nhà nghiên cứu cho biết sử dụng các loại ethanol cellulose làm bằng các chất thải thảo mộc có lợi cho môi trường hơn.

Ở Malaysia và Indonesia, nông dân đã khai phá hàng ngàn hecta rừng nhiệt đới để trồng dầu cọ sản xuất nhiên liệu sinh học và xuất khẩu qua châu Âu, đã làm xáo trộn môi trường thiên nhiên và làm ô nhiễm không khí do tệ nạn đốt phá rừng bừa bãi để khai thác trồng trọt.

## 6. KẾT LUẬN

Nhiều nước đang phát triển trong đó có Việt Nam có lợi thế về nông nghiệp, nhưng chưa được phát huy tối đa. Nông thôn có “mỏ dầu” năng lượng sinh học từ lâu, nhưng tiềm năng của nơi này chưa biết đến để khai thác. Rõ ràng nhiên liệu sinh học rất cần thiết cho những nước thường chịu ảnh hưởng trực tiếp của các cuộc khủng hoảng năng lượng thế giới xảy ra, góp phần đảm bảo an toàn năng lượng trong nước và tạo ra một ngành biến chế mới, loại sản phẩm mới, và việc làm mới ở nông thôn. Đặc biệt ngành sản xuất nhiên liệu sinh học còn **mở ra hướng đi mới có thể nâng cao đời sống thôn xã**, qua hình thành các cụm công nghiệp và đô thị sinh thái, nếu có quy hoạch và được chính phủ khuyến khích và hỗ trợ thích đáng. Các kỹ thuật tân tiến, công nghệ sinh học và quản lý canh tác sẽ giải quyết các khó khăn về thực phẩm, môi trường, và hiệu năng sản xuất nhiên liệu sinh học của từng quốc gia.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO:**

- 1) **A. Phương**, 2008. Xây dựng nhà máy sản xuất nhiên liệu sinh học trị giá 2.200 tỉ đồng (<http://www.sggp.org.vn/trithuccongngh/3008/3/145447/>)
- 2) **Aakko, P. and Nylund, N.**, 2004. Technical view on biofuels for transportation – Focus on ethanol end-use aspects ([http://www.virtual.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2004/Etoh\\_VTT51000\\_03.pdf](http://www.virtual.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2004/Etoh_VTT51000_03.pdf) )
- 3) **American energy**, 2006. The renewable path to energy security (<http://www.images1.americanprogress.org/il80web20037/americanenergynow/AmericanEnergy.pdf>)
- 4) **American Council for an Energy-Efficient Economy**, 1999. Policies for a more sustainable energy future (<http://www.aceee.org/store/proddetail.cfm?>)
- 5) **Bourne, J.K and Clark, R.**, 2007. Green dreams. *National Geographic Magazine*, Oct. 2007, p. 41 (<http://www.magma.nationalgeographic.comngm/2007-10/biofuels/biofuels-interactive.html>)
- 6) **China** promotes ethanol-based fuel in five cities ([http://www.english.people.com.cn/200206/17/en020617\\_98009.shtml](http://www.english.people.com.cn/200206/17/en020617_98009.shtml))
- 7) **Crutzen, P.**, 2007. N<sub>2</sub>O release from agro-biofuel production negates global warming reduction by replacing fossils fuels (<http://www.atmos-chem-phys-discuss.net/7/11191/2007/acpd-711191-2007.html>)
- 8) **EERE, DOE** (Energy Efficiency and Renewable Energy, US Department of Energy). Ethanol Production Plant, Fuel Stock e85, Cellulosic Corn Ethanol, Prices (<http://www.eere.energy.gov/afdc/progs/ddown.cgi?afdc/FAQ/5/0/0/>).
- 9) **Etanol combustível: Balanco E** Perspectivas (<http://www.nipeunicamp.org.br/proalcool/Palestras/16/Antonio%20de%20Padua%2020Rodrigues.ppt>)
- 10) **European Biomass Industry Association** (EUBIA), 2007. Bio-ethanol production and use creating markets for renewable energy technologies ([http://www.eubia.org/fileadmin/template/main/res/pics/projects/RESTMAC\\_-\\_Bioethanol\\_Production\\_Use.pdf](http://www.eubia.org/fileadmin/template/main/res/pics/projects/RESTMAC_-_Bioethanol_Production_Use.pdf), EU, RES Technology Marketing Campaign)
- 11) freetheplant.net (<http://freetheplant.net/>)
- 12) **Hải-Nguyên**, 2008. Quảng Nam: 150 triệu USD đầu tư nhà máy sản xuất cồn ethanol (<http://www.sggp.org.vn/kinhte/3008/3/144991/>)
- 13) **Hartman, A.**, 2006. A promising oil alternative: Algae energy. *Washington Post* (<http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2008/01/03AR2008010303907.html>)
- 14) **Introduction:** The clean tech opportunity ([http://www.cleantech.com/book/Introduction\\_The\\_Clean\\_Tech\\_Revolution.pdf](http://www.cleantech.com/book/Introduction_The_Clean_Tech_Revolution.pdf) p.21 (in Wikipedia).
- 15) **James, C.** 2007. Global status of commercialized Biotech/GM crops: 2007. ISAAA Briefs 37-2007: Executive Summary, ISAAA: Ithaca, N.Y.

(<http://www.isaaa.org/Resources/Publications/briefs/37/executivesummary/default.html>)

- 16) **Murphy, T.**, 2007. In Biodiesel we trust (<http://www.postcardboncities.net/node/192>). *Portland tribune*.
- 17) **National Geographic Magazine**, 2007. *Green Dreams*, Oct 2007 (<http://ngm.nationalgeographic.com/ngm/2007-10/biofuelsbiofuels-p2.html>)
- 18) **Thurmond, W.**, 2007. In the July-August 2007 issue of *The Futurist magazine* (<http://www.wfs.org/futcontja07.htm>)
- 19) **Washington Post**, 2006. New rig brings Brazil oil self-sufficiency (<http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2006/04/21/AR2006042100139.html>)
- 20) **Wikipedia**, 2008. Biofuel ([http://www.en.wikipedia.org/wiki/Ethanol\\_fuel](http://www.en.wikipedia.org/wiki/Ethanol_fuel)).
- 21) **Wikipedia**, 2008. Etahanol fuel ([http://www.en.wikipedia.org/wiki/Ethanol\\_fuel](http://www.en.wikipedia.org/wiki/Ethanol_fuel)).