

**TỔNG LUẬN THÁNG 03/2010**

**"NGUỒN PHÉ THẢI NÔNG NGHIỆP  
RƠM RA VÀ KINH NGHIỆM THẾ GIỚI  
VỀ XỬ LÝ VÀ TẬN DỤNG"**

CỤC THÔNG TIN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ QUỐC GIA

**Địa chỉ:** 24, Lý Thường Kiệt. Tel: 8262718, Fax: 9349127

**Ban Biên tập:** TS. **Tạ Bá Hưng** (Trưởng ban), TS. **Phùng Minh Lai** (Phó trưởng ban), **Kiều Gia Như**, **Đặng Bảo Hà**, **Nguyễn Mạnh Quân**

---

MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
<b>LỜI GIỚI THIỆU</b>	<b>1</b>
<b>I. NGUỒN PHÉ THẢI NÔNG NGHIỆP RƠM RẠ, KHÁI QUÁT VỀ CÁC PHƯƠNG THỨC XỬ LÝ VÀ TẬN DỤNG</b>	<b>2</b>
1. Thành phần của rơm rạ và vấn đề ô nhiễm môi trường do đốt rơm rạ ngoài trời	2
2. Các phương thức xử lý và tận dụng nguồn rơm rạ	3
3. Các ứng dụng rơm rạ trong sản xuất công nghiệp	5
<b>II. KHÁI QUÁT CÁC CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT NHIÊN LIỆU SINH HỌC TỪ NGUỒN NGUYÊN LIỆU RƠM RẠ</b>	<b>11</b>
1. Rơm rạ - nguồn sinh khối sản xuất năng lượng	11
2. Các công nghệ sản xuất năng lượng từ nguồn sinh khối rơm rạ	13
3. Hiệu quả kinh tế của việc ứng dụng các công nghệ năng lượng	20
<b>III. KINH NGHIỆM CỦA MỘT SỐ NƯỚC VỀ XỬ LÝ RƠM RẠ VÀ TẬN DỤNG LÀM NGUỒN NGUYÊN LIỆU SẢN XUẤT NĂNG LƯỢNG</b>	<b>22</b>
1. Mỹ	22
2. Trung Quốc	28
3. Nhật Bản	35
4. Thái Lan	38
5. Sử dụng rơm rạ tại Việt Nam	41
<b>KẾT LUẬN</b>	<b>46</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b>	<b>48</b>

## LỜI GIỚI THIỆU

Rơm rạ là nguồn phế thải trong nông nghiệp, bao gồm phần thân và cành lá của cây lúa, sau khi đã tuốt hạt lúa. Rơm rạ chiếm khoảng một nửa sản lượng của cây ngũ cốc, như lúa mạch, lúa mì và lúa gạo. Trong trường hợp ở nước ta, thì rơm rạ chủ yếu phát sinh từ cây lúa nước và được đề cập chủ yếu đến trong tài liệu này. Đã có lúc rơm rạ được coi là một loại sản phẩm phụ hữu ích thu hoạch được, nhưng do nhu cầu về lương thực mà sản lượng lúa ngày càng gia tăng, cùng với đó là nguồn rơm rạ không thể tận dụng hết, nên rơm rạ đã trở thành một nguồn phế thải khó xử lý trong nông nghiệp.

Mặc dù nguồn phụ phẩm này có chứa các vật chất có thể mang lại lợi ích cho xã hội, song giá trị thực của nó thường bị bỏ qua do chi phí quá lớn cho các công đoạn thu thập, vận chuyển và các công nghệ xử lý để có thể sử dụng một cách hữu ích. Việc đốt ngoài trời nguồn phế thải này đang gây ra các vấn đề môi trường, làm ảnh hưởng đến sức khỏe con người và đồng thời cũng là một sự thất thoát nguồn tài nguyên. Nếu nguồn phế thải này có thể tận dụng để tăng cường cho sản xuất lương thực hay sản xuất nhiên liệu sinh học thì chúng sẽ không còn là nguồn phế thải nữa mà trở thành nguồn nguyên liệu mới.

Trong những năm gần đây trước thực trạng giá dầu mỏ tăng cao và mối đe dọa biến đổi khí hậu do hiệu ứng khí nhà kính, nhiều nước trên thế giới đã tập trung sự chú ý vào sản xuất nhiên liệu sinh học để thay thế cho nhiên liệu hóa thạch. Các công nghệ sản xuất nhiên liệu sinh học thế hệ thứ hai (tức là sản xuất năng lượng từ các nguồn sinh khối) đang được coi là một giải pháp để đáp ứng nhu cầu về nhiên liệu trong khi không đe dọa đến các nguồn cung ứng lương thực và đến sự đa dạng sinh học. Thông qua tổng quan mang tiêu đề: "**Nguồn phế thải nông nghiệp rơm rạ và kinh nghiệm thế giới về xử lý và tận dụng**" chúng tôi hy vọng có thể cung cấp cho độc giả một cách nhìn khái quát về khả năng ứng dụng các công nghệ hiện đại và kinh nghiệm của các nước trong việc tận dụng phế thải nông nghiệp rơm rạ như một nguồn nguyên liệu tái tạo để sản xuất nhiên liệu sinh học.

Xin chân trọng giới thiệu cùng độc giả.

**CỤC THÔNG TIN KH&CN QUỐC GIA**

# I. NGUỒN PHÉ THẢI NÔNG NGHIỆP RƠM RẠ, KHÁI QUÁT VỀ CÁC PHƯƠNG THỨC XỬ LÝ VÀ TẬN DỤNG

## 1. Thành phần của rơm rạ và vấn đề ô nhiễm môi trường do đốt rơm rạ ngoài trời

Với sự gia tăng sản lượng lúa gạo và đẩy mạnh trồng trọt, việc quản lý các sản phẩm phụ của cây lúa đang trở thành một vấn đề nhưng cũng có thể mở ra một cơ hội. Trong các hệ thống trồng lúa truyền thống, rơm rạ thường được chuyển dời ra khỏi các cánh đồng khi thu hoạch lúa và người dân thường đem về nhà đánh đống để đun nấu hoặc làm thức ăn cho gia súc, trong thời gian gần đây do lượng phế thải quá lớn, người dân không sử dụng hết nên rơm rạ được đốt ngay ngoài đồng ruộng. Việc đốt rơm rạ trên đồng vẫn còn thực hiện ở nhiều nước và ngày càng trở nên không thể chấp nhận do các nguy cơ đối với môi trường và sức khỏe.

Theo đánh giá của một số công trình nghiên cứu, trung bình hàng năm ở châu Á tổng cộng có 730 Tg (1 teragram =  $10^{12}$  gram) lượng sinh khối được xử lý bằng cách đốt ngoài trời (open field burning), trong đó có 250 Tg có nguồn gốc từ nông nghiệp. Việc đốt ngoài trời các phế thải từ cây trồng là một hoạt động theo truyền thống của con người nhằm chuẩn bị đất trồng cho vụ mùa sau, loại trừ những đầu mẩu dư thừa, cỏ dại và giải phóng các chất dinh dưỡng cho chu kỳ trồng trọt sau. Việc đốt rơm rạ ngoài trời là một thực tiễn phổ biến ở những nơi có thời gian ngắn để chuẩn bị đất trồng cho vụ mùa sau.

Tại thời điểm thu hoạch, hàm lượng ẩm của rơm rạ thường cao tới 60%, tuy nhiên trong điều kiện thời tiết khô hanh rơm rạ có thể trở nên khô nhanh đạt đến trạng thái độ ẩm cân bằng vào khoảng 10-12%. Rơm rạ, có hàm lượng tro cao (trên 22%) và lượng protein thấp. Các thành phần hydrate cacbon chính của rơm rạ gồm liexenluloza (37,4%), hemicellulose (bán xenluloza - 44,9%), linhin (4,9%) và hàm lượng tro silica (silic dioxyt) cao (9-14%), chính điều này gây cản trở việc sử dụng loại phế thải này một cách kinh tế. Thành phần Liexenluloza trong rơm rạ khó hủy về mặt sinh học, vì vậy để xử lý đòi hỏi phải có bước tiền xử lý. Có thể tiến hành tiền xử lý rơm rạ bằng các phương pháp cơ học như xay, nghiền để làm giảm kích thước, hoặc xử lý nhiệt hoặc bằng hóa chất như sử dụng các axit hay bazơ thường có thể cải thiện được khả năng phân hủy.

Việc đốt ngoài trời là một quá trình đốt không kiểm soát, trong đó dioxit cacbon ( $\text{CO}_2$ ), sản phẩm chủ yếu trong quá trình đốt được giải phóng vào khí quyển cùng với cacbon monoxide (CO), khí methane ( $\text{CH}_4$ ), các oxit nito ( $\text{NO}_x$ ) và một lượng tương đối nhỏ dioxit sulphur ( $\text{SO}_2$ ). Tại châu Á dựa trên các công trình nghiên cứu cho thấy, hàng năm nguồn phát xạ do đốt sinh khối ngoài trời ước tính đạt 0,37 Tg  $\text{SO}_2$ , 2,8 Tg  $\text{NO}_x$ , 1100 Tg  $\text{CO}_2$ , 67 Tg CO và 3,1 Tg methane ( $\text{CH}_4$ ). Riêng lượng phát xạ từ việc đốt phế thải cây trồng theo ước tính đạt: 0,10 Tg  $\text{SO}_2$ , 0,96 Tg  $\text{NO}_x$ , 379 Tg  $\text{CO}_2$ , 23 Tg CO và 0,68 Tg  $\text{CH}_4$ .

Từ lâu những người dân ở vùng nông thôn thường hay sử dụng rơm rạ để đun nấu mặc dù với số lượng không nhiều, gần đây do sản lượng lúa gia tăng kéo theo lượng phế thải từ rơm rạ, việc đốt rơm rạ ngoài trời trên đồng ruộng và dùng để đun nấu đều có thể dẫn đến phát xạ các khí gây ô nhiễm môi trường. Một phần rơm rạ còn sót lại một cách không kiểm soát trên đồng ruộng và chưa đốt hết dần dần sẽ được cày lấp vào trong đất để làm phân bón cho vụ mùa sau. Tỷ lệ phân hủy kỵ khí của chúng phụ thuộc vào hàm lượng ẩm trong đất hay độ ướt của đất trong vụ mùa sắp tới, điều này ảnh hưởng trực tiếp đến khối lượng CH<sub>4</sub> được giải phóng ra từ quá trình này. Mặc dù việc rơm được trộn vào với đất có thể cung cấp một nguồn chất dinh dưỡng cho vụ mùa sau, nhưng nó cũng có thể dẫn đến một số bệnh cho cây và thường ảnh hưởng đến sản lượng do tác động bất lợi ngắn hạn của sự bất ổn định hàm lượng nitơ. Đây là một trong những nguyên nhân giải thích tại sao việc đốt rơm rạ trên đồng ruộng lại thường được tiến hành để xử lý nguồn phế thải này.

Trong những năm gần đây, thực tiễn cho thấy việc đốt cháy ngoài trời các phế thải từ cây trồng góp phần làm phát xạ các chất gây ô nhiễm không khí, điều này có thể dẫn đến những tác động nguy hại đến sức khỏe con người, trong đó có các chất như polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), cũng như polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs), và polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) được coi là các dẫn xuất dioxin mang tính độc hại cao. Các chất gây ô nhiễm không khí này mang tính độc hại nghiêm trọng và đáng chú ý là có tiềm năng gây ung thư. Ô nhiễm không khí không chỉ gây ảnh hưởng đến sức khỏe con người và môi trường mà còn tác động gián tiếp đến nền kinh tế của một nước. Chính vì vậy mà cộng đồng quốc tế đã bắt đầu chú ý đến việc tìm kiếm các phương pháp xử lý và tận dụng rơm rạ theo cách an toàn, thân thiện môi trường nhằm giúp làm giảm được khối lượng rơm rạ đốt ở ngoài trời trên đồng ruộng.

## **2. Các phương thức xử lý và tận dụng nguồn rơm rạ:**

### ***Các phương pháp tận dụng cổ truyền:***

Theo các dữ liệu thu thập được, các sử dụng sản phẩm phụ rơm rạ theo truyền thống chủ yếu bao gồm sử dụng để làm củi đốt, làm vật liệu xây dựng, nuôi gia súc và trồng nấm.

- Lợp nhà: Ở nông thôn, trước đây người nông dân hay sử dụng rơm rạ cũng như lau sậy hay các loại vật liệu tương tự để làm các tấm lợp mái nhà nhẹ và không thấm nước. Loại rơm để sử dụng cho mục đích này thường được trồng riêng và thu hoạch bằng tay hoặc bằng máy gặt bó.

- Làm mũ, dép, xăng đan, bện dây thừng: Người ta có thể tạo ra nhiều kiểu mũ được bện từ rơm rạ. Tại Anh, vài trăm năm trước đây, các mũ bện từ rơm rạ đã rất phổ biến. Người Nhật, Triều Tiên có truyền thống sử dụng rơm rạ để làm dép, xăng đan, đồ thủ công mỹ nghệ. Tại một số nơi thuộc Đức, như vùng Black Forest và Hunsruck, người ta thường đi dép rơm trong nhà hoặc tại lễ hội.

- Tại nhiều nơi trên thế giới, rơm rạ cho đến nay vẫn được sử dụng để làm đệm giường nằm cho con người và làm ổ cho vật nuôi. Nó thường được sử dụng để làm ổ cho các loại súc vật như trâu bò (tức là loại động vật nhai lại) và cả ngựa. Nó cũng có thể sử dụng để làm ổ cho các loài động vật nhỏ, nhưng điều này thường dẫn đến gây thương tổn cho các con vật ở miệng, mũi và mắt do những sợi rơm rất sắc dễ cứa.

- Làm thức ăn cho động vật: Rơm rạ có thể được sử dụng như một thành phần thức ăn thô nuôi gia súc để đảm bảo một lượng năng lượng trong thời gian ngắn. Rơm rạ có một hàm lượng năng lượng và dinh dưỡng có thể tiêu hóa được. Lượng nhiệt được sinh ra trong ruột của các con vật ăn cỏ, vì vậy việc tiêu hóa rơm rạ có thể hữu ích trong việc duy trì nhiệt độ cơ thể trong thời tiết mùa đông lạnh. Do mối nguy hiểm của sự cọ sát mạnh và hàm lượng dinh dưỡng thấp, nên việc sử dụng rơm rạ làm thức ăn chỉ nên giới hạn ở một phần của chế độ ăn cho gia súc.

- Trồng nấm: Việc trồng các loại nấm ăn được bằng các phụ phẩm nông nghiệp như rơm rạ là một quá trình có giá trị gia tăng nhằm chuyển hóa loại nguyên liệu này từ chỗ được coi là phế thải thành thức ăn cho người. Trồng nấm được coi là một trong những phương pháp sinh học tận dụng nguồn rơm rạ có hiệu quả nhất bởi nguồn đầu mẩu rơm rạ có thể dùng quay vòng lại được. Nấm rất giàu protein và là loại thực phẩm ăn ngon. Sản lượng trồng nấm tại các nước trồng lúa liên tục gia tăng trong những năm gần đây. Các kết quả nghiên cứu cho thấy việc trồng nấm bằng rơm rạ kết hợp với hạt bông mang lại hiệu quả chuyển hóa sinh học cao nhất, đạt 12,82% (được xác định bằng tỷ lệ phần trăm chuyển hóa chất nền thành thân cây nấm trên cơ sở trọng lượng khô). Hàm lượng protein trong nấm đạt từ 26,3 - 36,7%. Trồng nấm là một trong những phương pháp thay thế để giảm nhẹ các vấn đề ô nhiễm môi trường liên quan đến các phương pháp xử lý hiện nay như đốt ngoài trời hay cho cây xới với đất. Trồng nấm trên nền rơm rạ còn mang lại những biện pháp khuyến khích kinh tế đối với nghề nông, coi nguồn phế thải như một nguồn nguyên liệu có giá trị và có thể phát triển các cơ sở kinh doanh sử dụng chúng để sản xuất các loại nấm giàu chất dinh dưỡng. Với hiệu suất chuyển hóa sinh học 10% và 90% hàm lượng ẩm ở nấm tươi, một tấn rơm rạ khô có thể cho sản lượng khoảng 1000 kg nấm sò. Vì vậy việc trồng nấm có thể trở thành một nghề nông mang lại lợi nhuận cao, có thể tạo ra thực phẩm từ rơm rạ và giúp thanh toán loại phế thải này theo cách thân thiện môi trường.

Rơm rạ còn có thể tận dụng trong nhiều lĩnh vực ứng dụng khác nhau, ví dụ như trong ngành hóa chất rơm rạ được sử dụng làm nguyên liệu thô để sản xuất các sản phẩm hóa chất. Trong lĩnh vực công nghiệp và xây dựng, rơm rạ có thể tận dụng cho một loạt các ứng dụng như làm các vật liệu xây dựng như tấm lợp nhà, cách nhiệt, panen tường hay làm giấy, ... Bảng 1 và 2 dưới đây cho thấy các lĩnh vực tận dụng rơm rạ khác nhau, như trong lĩnh vực nông nghiệp, ngành hóa chất, công nghiệp và xây dựng.

**Bảng 1: Ứng dụng rơm rạ trong nông nghiệp**

Phủ đất	Phủ một lớp vật liệu chết (không hoạt động) lên bề mặt đất
Phân ủ	Quá trình phân giải để khôi phục một phần các chất dinh dưỡng và thành phần hữu cơ
Lót ổ cho gia súc	Phổ biến trong chăn nuôi gia súc
Chất nền trong trồng trọt	Các khối kiến rơm rạ có thể sử dụng trong sản xuất nhiều loại cây trồng, dưa chuột, cà chua, cây cảnh, ...
Chống sương giá	Thường được ứng dụng kết hợp với phương pháp phủ đất và phân ủ trong khí hậu giá rét.
Nuôi giun (Worm farming)	Sử dụng làm phương tiện nuôi giun
Gieo hạt trong nước	Rơm rạ nghiền sợi được sử dụng trong gieo hạt nước - một quy trình gieo trồng dọc theo các bờ dốc đứng nhằm chống xói mòn.
Trồng cây cảnh	Rơm thô hoặc nghiền đều có thể sử dụng trong nghề trồng cây cảnh
Làm ổ gia cầm	Ổ gia cầm bằng rơm có thể sử dụng trong hệ thống ổ rấp nổi
Trộn bùn thải	Làm vật mang trong ủ và phân hủy bùn cống.

**Bảng 2: Ứng dụng rơm rạ trong lĩnh vực hóa chất**

Quy trình xử lý	Sản phẩm
Thủy phân	Pentoza, glucoza và linhin, các thành phần tan trong nước.
Các quá trình nhiệt phân	Khí tổng hợp
Xử lý kết hợp	Tấm xơ ép và alcohol.
Hòa tan xenluloza nhớt	Sợi nhân tạo tổng hợp
Linhin bột	Chất keo dán
Thủy phân axit - lên men	Glucoza, xenlobioza hay xiro xyloza
Lên men vi sinh	Protein đơn bào (Single cell protein - SCP)
Quá trình Gulf đường hóa song song và lên men (SSF)	Sản xuất ethanol
Metan hóa hay nịnh yếm khí	Metan và cacbon dioxit cùng với các khí khác.

### 3. Các ứng dụng rơm rạ trong sản xuất công nghiệp

Các phương pháp xử lý đối với nguồn phế thải nông nghiệp là rơm rạ đang gây ra những mối lo ngại về môi trường. Việc xử lý rơm rạ bằng cách đốt ngoài trời, ngay trên đồng có thể gây nên vấn đề ô nhiễm không khí, ảnh hưởng đến sức khỏe người

dân. Nhiều nước như Mỹ đã ban hành Luật hạn chế đốt rơm rạ, điều này đặt ra yêu cầu đối với những người trồng lúa là phải tìm ra các phương pháp thay thế thân thiện với môi trường để xử lý và tận dụng rơm rạ. Mặt khác, nhiều công trình nghiên cứu và kinh nghiệm thực tiễn cho thấy nếu không xử lý hết các phế thải rơm rạ trên cánh đồng, và để sót lại trên đất với liều lượng lớn có khả năng làm giảm sản lượng cây trồng, tăng các bệnh ở lá và suy thoái độ màu mỡ của đất. Chính vì vậy mà các công nghệ xử lý và tận dụng một cách kinh tế nguồn sản phẩm phụ nông nghiệp này cần được nghiên cứu và phát triển. Sản xuất năng lượng từ nguồn phế thải rơm rạ đã được nhiều nước và người trồng lúa chú ý đến như một phương pháp thay thế khả thi. Hàm lượng năng lượng của rơm rạ đạt khoảng 6533 kJ/kg, đối với các nước sản xuất lúa gạo lớn, thì tổng nhiệt lượng hàm chứa trong rơm rạ là khá lớn, vì vậy việc coi rơm rạ như một nguồn nguyên liệu tái tạo để sản xuất năng lượng là điều hoàn toàn thực tế.

Những sử dụng tiềm năng nhất của rơm rạ có thể xếp theo nhóm như sử dụng năng lượng, chế tạo và xây dựng, giảm ô nhiễm môi trường hay chăn nuôi gia súc. Thí dụ, các sản phẩm năng lượng có thể gồm ethanol, methane, nhiệt cho sản xuất điện và sản xuất khí ga từ quá trình khí hóa. Trong lĩnh vực sản xuất gồm một loạt các loại ván ép, nhựa gia cường sợi/chất thải, bột giấy và các sản phẩm sợi/xi măng. Ứng dụng trong giảm nhẹ ô nhiễm môi trường gồm sử dụng rơm rạ để kiểm soát xói mòn ở những khu vực xây dựng hay làm phục hồi những vùng bùn bị cháy.

Tuy có nhiều tiềm năng, nhưng cho đến nay việc khai thác sử dụng rơm rạ vẫn còn rất hạn chế. Các nguyên nhân chủ yếu liên quan là: 1) các trở ngại về vấn đề kỹ thuật; 2) tính khả thi về kinh tế, nhất là liên quan đến các vấn đề thu hoạch, vận chuyển và bảo quản.

Dưới đây là một số kỹ thuật sản xuất các sản phẩm sử dụng rơm rạ:

### **Sản xuất năng lượng**

#### *Nhiên liệu sinh khối rắn*

Việc sử dụng rơm làm nhiên liệu sinh khối đóng bánh gồm 2 công đoạn chính: chuẩn bị nguyên liệu và đóng bánh nhiên liệu.

Thiết bị chuẩn bị nguyên liệu là máy băm rơm có thể kiểm soát kích cỡ rơm băm. Máy được thiết kế gồm 1 mô tơ, hệ thống truyền, một bộ dao cắt và lưới sàng. Nguyên tắc hoạt động của máy như sau: (1) rơm được cắt thành những mẩu nhỏ ở cửa vào bởi các lưỡi dao gắn trên một trục dao quay; (2) sau đó những mẩu rơm này được băm nát tại khe giữa bánh dao ở thành trong của thùng và lưỡi dao gắn trên trục dao quay, (3) rơm sau khi băm, có kích thước nhỏ hơn cỡ mắt sàng, đi qua sàng; (4) rơm băm có kích cỡ như mong muốn được chuyển ra cửa thoát ở dưới đáy máy. Lưu lượng trung



binh (kg/phút) tùy thuộc vào tốc độ quay của dao. Thí dụ với sàng 10mm, lưu lượng tăng từ 2,31 lên 2,5kg/phút, khi tốc độ qua tăng từ 620 lên 980 vòng/phút.

Cả rơm và trấu được phơi khô ngoài trời trong 2 tuần, rơm khô với kích thước dài 70-104cm được băm thành những mẩu có kích thước 10-5mm, 5-2mm hay dưới 2mm, sau đó trấu và rơm đã băm nhỏ được nghiền thành bột với kích cỡ mắt lưới 40 và 60.

#### *Đóng bánh nhiên liệu*

Một khuôn đúc bằng thép không gỉ được sử dụng để đóng bánh sinh khối với kích thước 40 mm (dài) × 40 mm (rộng) × 35 mm (cao). Một máy ép nóng với sức ép tối đa nhiên liệu rắn (100khf/cm<sup>2</sup>) khả năng gia nhiệt tối đa (200°C), và tốc độ gia tăng áp lực (8kgf/cm<sup>2</sup>/phút) được sử dụng để chuẩn bị nhiên liệu rắn. Ngoài ra, các bề mặt trên và dưới của máy ép nóng rộng 30 x 30 cm<sup>2</sup>. Quy trình chuẩn bị nhiên liệu rắn như sau: (1) Khối hỗn hợp rơm đã được băm và trấu được cân lên, sau đó; (2) chúng được trộn lẫn với nhau và cho vào phần dưới của khuôn đúc; (3) tiếp theo phần trên và dưới của khuôn được ghép lại với nhau và khuôn được đặt vào khoảng giữa tấm trên và tấm dưới của máy ép nóng; (4) hỗn hợp trong khuôn đúc được ép thành bánh sinh khối bằng cách di chuyển tấm dưới của máy ép đi lên trên thông qua một giá thủy lực cho đến khi áp lực đạt 83,7kgf/cm<sup>2</sup>; (5) các tấm trên và dưới của máy ép nóng được làm nóng tới nhiệt độ đặt sẵn bằng một thiết bị gia nhiệt chạy điện, và nhiệt độ này được duy trì trong 10 phút; (6) sau khi nhiệt độ của khuôn hạ xuống bằng nhiệt độ phòng, khuôn được mở ra và bánh sinh khối được lấy ra khỏi khuôn.

#### *Sản xuất nhiên liệu sinh học*

Hiện nay trước tình trạng nguồn trữ lượng dầu mỏ đang dần cạn kiệt, giá dầu mỏ ngày càng leo thang, việc sử dụng rơm rạ như một nguồn năng lượng trung tính cacbon để sản xuất nhiên liệu sinh học đang ngày càng gia tăng nhanh chóng. Và thu hút được sự chú ý đặc biệt của nhiều quốc gia sản xuất lúa gạo trên thế giới. Đây là một xu thế mới, đáng chú ý trong lĩnh vực xử lý và tận dụng nguồn rơm rạ, sẽ được đề cập chi tiết ở phần hai của tài liệu.

#### **Sản xuất bột giấy**

Rơm rạ được phơi khô đến mức độ nhất định. Sau khi được kiểm tra đảm bảo độ ẩm, rơm rạ được cho vào máy nghiền thành những mẩu có kích thước 4-6cm, không lẫn các tạp chất như sạn, cát và bụi; sau đó tiếp tục được nghiền thô và nghiền mịn.

Các tính chất hóa học của rơm được xác định theo các tiêu chuẩn Tappi tương ứng cho các thành phần khác nhau, ví dụ như: T-222 đối với lignin, T-203 OS-61 đối với  $\alpha$ -cellulose, T-257 đối với khả năng hòa tan trong nước nóng, T-212 đối với khả năng

hòa tan trong NaOH 1%, T-204 đối với khả năng chiết xuất ethanol–benzene và T-211 đối với tro.

Nguyên liệu chuẩn bị được nấu trong nồi phản ứng và được khuấy đều liên tục dưới sự kiểm soát nhiệt độ và áp suất.

Rơm rạ được cho vào trong nồi nấu cùng với các chất phản ứng truyền thống (soda, soda–antraquinone, soda–parabenzquinone, hydroxide kali và quy trình Kraft) và thành bột giấy bằng cách sử dụng nồng độ chất phản ứng, nhiệt độ, thời gian nấu và tỷ lệ chất rắn/lỏng xác định. Sau khi thành bột giấy, vật liệu nấu được rửa để loại bỏ nước thải và tạo sợi trong một máy nghiền thái ở tốc độ 1200 vòng/phút trong thời gian 30 phút. Sau đó bột giấy được đập trong máy lọc tinh và vật liệu sợi được đi qua một sàng có kích thước khe 0,16mm để loại bỏ những thành phần không nấu. Cuối cùng bột giấy được vắt khô trong máy li tâm để đạt tới độ ẩm 10% ở nhiệt độ thường.

#### *Giấy và bột giấy hòa tan*

Bột giấy được sử dụng để làm giấy và các sản phẩm xenlulo có nhiều ứng dụng công nghiệp. Dự án nghiên cứu làm giấy và bột giấy từ rơm rạ của Mỹ đã sản xuất ra được giấy và bột giấy hòa tan có độ dai cao bất thường nhưng lực chịu xé không tốt.

Bột giấy làm từ rơm có hàm lượng alpha-cellulose và mức polyme hóa tương đương với bột giấy sản xuất từ gỗ. Bột giấy hòa tan thường được làm từ gỗ và có nhiều ứng dụng khác nhau trong công nghiệp, gồm sản xuất sợi nhân tạo và các dẫn xuất xenlulo. Các dẫn xuất xenlulo được sử dụng trong nhiều ngành công nghiệp như thực phẩm, chất tẩy rửa và dệt.

Các kết quả phân tích giấy và bột giấy làm từ rơm rạ theo quy trình này cho thấy rơm rạ có thể là một nguồn xenlulo thay thế hiệu quả để sản xuất giấy và bột giấy.

#### **Tấm panel bằng rơm ép**

Các tấm panel rơm ép không có gì mới lạ. Quy trình sản xuất panel “sợi nông nghiệp ép” được sáng chế ra năm 1935 ở Thụy Điển bởi Theodor Dieden, sau đó được phát triển thành sản phẩm thương mại ở Anh dưới tên gọi Stramit vào cuối những năm 1940. Do sáng chế đã hết thời hạn bảo hộ công nghệ nên hàng loạt công ty sử dụng quy trình Stramit đã mọc lên trên toàn cầu. Các nhà sản xuất Stramit phát triển mạnh mẽ ở một số nước châu Âu và Ôxtraylia, và Công ty Stramit Industries, Ltd. của Anh tuyên bố rằng trên 250.000 ngôi nhà đã được xây dựng có sử dụng các tấm panel này.

Tất cả các sản phẩm sử dụng công nghệ Stramit cơ bản đều khai thác một tính chất thú vị của rơm là khi rơm được ép dưới nhiệt độ cao (khoảng 200°C), các sợi rơm sẽ gắn kết với nhau mà không cần đến chất keo dính.

Các tấm panel Stramit có chiều dày từ 50 đến 100 mm, và được phủ bên ngoài bằng giấy kraft trọng lượng cao (tương tự giấy sử dụng để dán tường). Do không sử dụng keo dính để liên kết các sợi rơm nên bề mặt của tấm panel cần được bảo vệ cẩn thận. Các tấm panel Stramit chủ yếu được sử dụng cho những ứng dụng trong nhà, như làm các hệ thống vách ngăn hoàn chỉnh.

Một số công ty còn theo đuổi ý tưởng dán vài panel loại Stramit với nhau, cùng với bảo vệ bề mặt, và sử dụng các tấm panel này làm các vách kết cấu cách ly có thể sử dụng như lớp tường bên ngoài các ngôi nhà.

### ***Thức ăn công nghiệp chăn nuôi gia súc***

Những thử nghiệm để xác định giá trị của rơm làm thức ăn chăn nuôi được tiến hành bởi Cục Khoa học Động vật của Mỹ. Những nghiên cứu này tập trung vào giá trị của rơm trong hỗn hợp thức ăn cho bò và cừu và liệu giá trị thức ăn có được cải thiện bằng cách xử lý rơm bằng amonia ( $\text{NH}_3$ ) và xút hydroxit natri ( $\text{NaOH}$ ).

Các kết quả cho thấy rơm nhất thiết phải được bổ sung với các thức ăn khác, ngay cả khi được sử dụng với tỷ lệ thấp cho gia súc. Trong rơm có quá thấp năng lượng cho tiêu hóa, protein thô, can-xi và photpho để cho sử dụng độc lập. Nó cũng có ít cô-ban, đồng, mangan, và sunfur, cho thấy khả năng không đủ cung cấp các khoáng chất này trong thức ăn.

Rơm khác với phần lớn các chất xơ khác, nó có hàm lượng lignin tương đối thấp và hàm lượng silic khá cao. Giống lignin, silic không có giá trị dinh dưỡng và có thể ảnh hưởng đến tiêu hóa.

### ***Xử lý rơm***

Giá trị làm thức ăn của rơm cải thiện đáng kể khi nó được xử lý bằng hydroxide natri hay ammonia, cả hai đều cải thiện khả năng tiêu hóa xenlulo, chiếm tới 35-40% rơm.

Tuy nhiên, việc sử dụng rơm làm thức ăn chăn nuôi trong thực tế vẫn còn vấp phải vấn đề kinh tế. Rơm không xử lý có giá trị hạn chế trong cung cấp năng lượng cho gia súc, còn rơm được xử lý cải thiện được đáng kể giá trị thức ăn nhưng không thể cạnh tranh được với các loại thức ăn chăn nuôi khác về giá cả.

### ***Chi phí vận chuyển***

Chi phí cho đóng kiện và vận chuyển loại vật liệu có giá trị thấp này từ đồng ruộng tới những vùng chăn nuôi chắc chắn là vấn đề đáng cân nhắc, ngay cả khi rơm rạ có tiềm năng kinh tế để làm thức ăn chăn nuôi.

### ***Ván ép***

Một thí nghiệm sử dụng khoảng 1,5 tấn rom cùng với gỗ băm để làm ván ép cho thấy rom là loại vật liệu khó xử lý, nhưng loại ván mật độ trung bình (MDF) cũng được sản xuất thành công với hỗn hợp 50/50 giữa rom và gỗ băm. Rom được chặt thành những mẩu ngắn và được sàng để loại bỏ bụi và tạp chất. Sau đó chúng được trộn lẫn với gỗ băm và được xử lý bằng máy làm tinh bằng hơi nước áp suất cao được thiết kế cho ván gỗ băm. Sau đó sợi được sấy khô và gia công thành các tấm panel ván ép MDF.

### ***Keo dính***

Một số loại keo dính được thử nghiệm trong chế tạo các tấm panel ván ép. Các tấm ván sử dụng keo Isocyanate có các tính chất chung tốt hơn cả. Nghiên cứu kết luận rằng các tấm panel có độ bền cao thích hợp làm vách nhà và các biển chỉ dẫn trên đường có thể được sản xuất từ hỗn hợp rom rạ/gỗ và keo isocyanate.

### ***Khí hóa để sản xuất năng lượng***

Khí hóa là một quá trình hóa nhiệt cần thiết để chuyển hóa rom rạ thành loại nhiên liệu khí có thể sử dụng thay thế khí tự nhiên và diesel. Khí hóa tầng sôi đã được nghiên cứu từ năm 1981 và là phương pháp sản xuất khí có đơn vị nhiệt lượng thấp từ rom rạ. Hệ thống này sử dụng một tầng cát bên trong một lò phản ứng hình trụ lót gạch chịu lửa. Nhiên liệu (rom rạ) được phun vào cát tầng sôi do không khí bơm từ dưới. Lượng không khí này chỉ cung cấp 1/5 đến 2/5 lượng khí cần để cháy hết.

Rom rạ được xử lý qua máy nghiền kiểu búa đập trước khi đi vào hệ thống nạo nhiên liệu. Hệ thống này có thể chuyển hóa 250 đến 500 kg rom mỗi giờ thành khí máy phát nóng thô chiếm 60 đến 65% năng lượng trong nhiên liệu thô.

Khí máy phát là hỗn hợp các khí đốt cháy được là carbon dioxide, hydro, methane, và một lượng nhỏ các khí cacbon cao hơn. Nó cũng chứa hơi nước và khí nitơ. Các khí cháy này chiếm khoảng 25 đến 40 thể tích của toàn thể các loại khí. Lượng khí này phụ thuộc vào loại nhiên liệu được sử dụng để khí hóa.

Thiết bị thử nghiệm đã hoạt động khoảng 400 giờ sử dụng 8 loại phế thải cây trồng khác nhau, trong đó có khoảng 60% là rom rạ. Hệ thống khí nóng này được nghiên cứu cho hoạt động của động cơ.

Qua kiểm tra, các kết quả hoạt động, Ủy ban nghiên cứu lúa của Mỹ kết luận rằng nghiên cứu đã chứng minh khả năng kỹ thuật chuyển hóa rom rạ thành khí máy phát sử dụng được.

### ***Chuyển hóa thành ri đường và protein men***

Ri đường và protein men đã được sản xuất từ rom rạ trong phòng thí nghiệm. Quy trình thành công nhất đã sản xuất được 25 gam đường từ 100 gam rom rạ. Đường này được sử dụng làm men thực phẩm. Protein men đơn bào này tương đương với các nguồn protein khác khi men được sử dụng cho chuột với tỷ lệ 50% tổng số nguồn protein. Nếu dùng riêng thì protein men đơn bào này có giá trị dinh dưỡng thấp hơn.

## **II. KHÁI QUÁT CÁC CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT NHIÊN LIỆU SINH HỌC TỪ NGUỒN NGUYÊN LIỆU RƠM RẠ**

### **1. Rơm rạ - nguồn sinh khối sản xuất năng lượng**

Rơm rạ là loại phế thải nông nghiệp chủ yếu để lại trên các cánh đồng trồng lúa, phát sinh với khối lượng lớn tại các nước trồng lúa châu Á. Về lý thuyết, một khối lượng tổng tương đương 668 tấn có thể sản sinh ra được 187 galong ethanol sinh học, nếu như có công nghệ. Tuy nhiên, một tỷ lệ ngày càng gia tăng nguồn rơm rạ này đang được xử lý bằng cách đốt trên các cánh đồng. Sự lãng phí năng lượng này dường như là bất lực trước giá nhiên liệu leo cao và yêu cầu đặt ra ngày càng gay gắt đối với việc giảm phát thải khí nhà kính cũng như ô nhiễm không khí. Do sự thay đổi khí hậu đang được thừa nhận một cách rộng rãi như một mối đe dọa đối với phát triển, vì vậy mối quan tâm ngày càng tăng đối với việc sử dụng thay thế các phế thải nông nghiệp cho các ứng dụng năng lượng. Ngược lại với việc sử dụng cây lương thực (như ngô), việc sử dụng các phụ phẩm nông nghiệp để sản xuất nhiên liệu sinh học có thể tạo ra một nguồn năng lượng tái tạo trong khi có thể tránh được các nguy cơ đối với an ninh lương thực.

Từ thu hoạch lúa, có hai loại phế thải chính có tiềm năng sản xuất năng lượng đó là rơm rạ và trấu. Mặc dù công nghệ sử dụng vỏ trấu của hạt lúa đã được ứng dụng tại nhiều nước châu Á, nhưng rơm rạ cho đến nay vẫn còn ít được sử dụng như một nguồn năng lượng tái tạo. Một trong những nguyên nhân chính vỏ trấu được ưu dùng hơn là do nó dễ thu mua hơn, bởi dễ thu gom từ các nhà máy xay xát. Tuy nhiên, trong trường hợp rơm rạ, việc thu thập tốn nhiều công sức và chỉ có vào mùa thu hoạch. Công việc cung ứng có thể được cải thiện bằng cách đóng rơm thành kiện, nhưng thiết bị cần thiết đắt tiền và việc mua nó là không kinh tế đối với hầu hết người nông dân trồng lúa. Vì vậy các công nghệ sử dụng rơm rạ để sản xuất năng lượng cần phải đặc biệt hiệu quả để có thể bù đắp cho các chi phí cao trong việc thu thập nguyên liệu.

### *Tiềm năng năng lượng sinh học thế giới*

Theo ước tính của Tổ chức Nông lương thế giới (FAO), mỗi năm có khoảng 3 tỷ tấn phế thải nông nghiệp phát sinh trên phạm vi toàn thế giới, trong đó các phế thải từ cây lúa chiếm một sản lượng lớn nhất tới 863 triệu tấn. Phế thải từ cây lúa mì và ngô tương ứng là 754 và 591 triệu tấn. Bảng 3 cho thấy tiềm năng năng lượng sinh học của thế giới (vào thời điểm năm 2000). Giá trị được ước tính dựa trên cơ sở sản lượng phế thải được nhân với hệ số chuyển hóa năng lượng, và các yếu tố liên quan. Phế thải từ cây lúa cho thấy có tiềm năng năng lượng lớn nhất: 3,4 EJ, tiếp theo là bã mía và phế thải từ cây lúa mì là 3,3 EJ.

**Bảng 3 : Tiềm năng năng lượng sinh học từ các phế thải nông nghiệp**

	<i>Tiềm năng năng lượng (PJ/năm)</i>
Phế thải từ cây lúa nước	3.407
Phế thải từ cây lúa mì	3.299
Phế thải từ cây ngô	2.614
Phế thải từ cây thân rễ	407
Phế thải từ cây mía	1.550
Tổng số	11.277

*Nguồn: FAO statistical Database, 2000.*

Phần tiếp theo của tài liệu sẽ mang đến một cái nhìn khái quát về các công nghệ sẵn có cho các ứng dụng năng lượng của rơm rạ, hiện trạng phát triển của công nghệ và các vấn đề khó khăn trong sử dụng chúng. Kèm theo là đánh giá tổng quan về chất lượng của rơm rạ tác động đến hiệu suất công nghệ.

### **Chất lượng rơm rạ**

Thành phần hóa học của nguyên liệu ảnh hưởng chủ yếu đến hiệu suất của việc sản xuất năng lượng sinh học. Bảng 3 cho thấy các tính chất hóa học của rơm lúa nước, vỏ trấu và so sánh với rơm lúa mì nhằm làm rõ những khác biệt về nguyên liệu đầu vào. Chất lượng để làm nguyên liệu của rơm rạ thấp được quyết định chủ yếu bởi hàm lượng tro cao (10-17%) nếu so với rơm lúa mì (khoảng 3%) và hàm lượng dioxit silic trong tro cũng cao ( $\text{SiO}_2$  là 75% trong lúa nước và 55% trong lúa mì). Mặt khác, sử dụng rơm rạ lúa nước để làm nguồn nguyên liệu cũng có một lợi thế đó là tổng hàm

lượng kiềm tương đối thấp ( $\text{Na}_2\text{O}$  và  $\text{K}_2\text{O}$  chiếm <15% trong tổng lượng tro), trong khi đối với lúa mì hàm lượng kiềm trong tro >25%.

Tuy nhiên, chất lượng của rơm rạ khác nhau đáng kể giữa các mùa cũng như giữa các vùng. Nếu trồng lúa gặp mưa nhiều, thì kiềm và các hỗn hợp kiềm được ngâm chiết và điều này cải thiện chất lượng của nguyên liệu. Ngoài ra, hàm lượng ẩm cần phải <10% đối với công nghệ đốt, đây là công nghệ hoàn thiện nhất ở khía cạnh sản xuất năng lượng. Vỏ trấu cũng có chất lượng làm nguyên liệu thấp, chủ yếu là do hàm lượng dioxit silic rất cao, nhưng nó có lợi thế là tính đồng đều về kích thước. Như vậy việc sử dụng ưu tiên của loại nguyên liệu này để sản xuất năng lượng sinh học liên quan đến hai yếu tố, đó là chất lượng và tính sẵn có của nguyên liệu.

## **2. Các công nghệ sản xuất năng lượng từ nguồn sinh khối rơm rạ**

Việc vận chuyển sinh khối là một trong những yếu tố chi phí chủ yếu đối với việc sử dụng như một nguồn năng lượng tái tạo. Các hệ thống năng lượng phi tập trung hóa mang lại một cơ hội để sử dụng sinh khối trong việc đáp ứng các yêu cầu năng lượng của địa phương, như để đun nấu và sản xuất điện. Ngược lại với rơm rạ, việc sử dụng vỏ trấu để sản xuất năng lượng được hiện thực hóa nhanh hơn. Một yếu tố quan trọng đó là các nhà máy xay xát gạo có thể sử dụng vỏ trấu để đáp ứng các yêu cầu năng lượng của chính họ. Như một phương pháp thay thế, một nhà xay xát gạo có thể bán vỏ trấu cho nhà vận hành nhà máy điện. Việc tuyên truyền rộng rãi về sử dụng vỏ trấu để sản xuất năng lượng được thúc đẩy nhanh bởi các nhà cung cấp năng lượng, những người có giao dịch với một số lượng tương đối nhỏ các nhà xay xát gạo để cung ứng vỏ trấu, đây là một nhiệm vụ dễ dàng hơn so với việc giao dịch với hàng nghìn hộ nông dân để được cung ứng rơm rạ. Một xu thế mới gần đây là chính các nhà xay xát gạo lại sản xuất luôn cả điện và bán điện cho một mạng lưới điện. Đây được coi là một phương án lựa chọn tối ưu nhất về vấn đề cung ứng và vận chuyển.

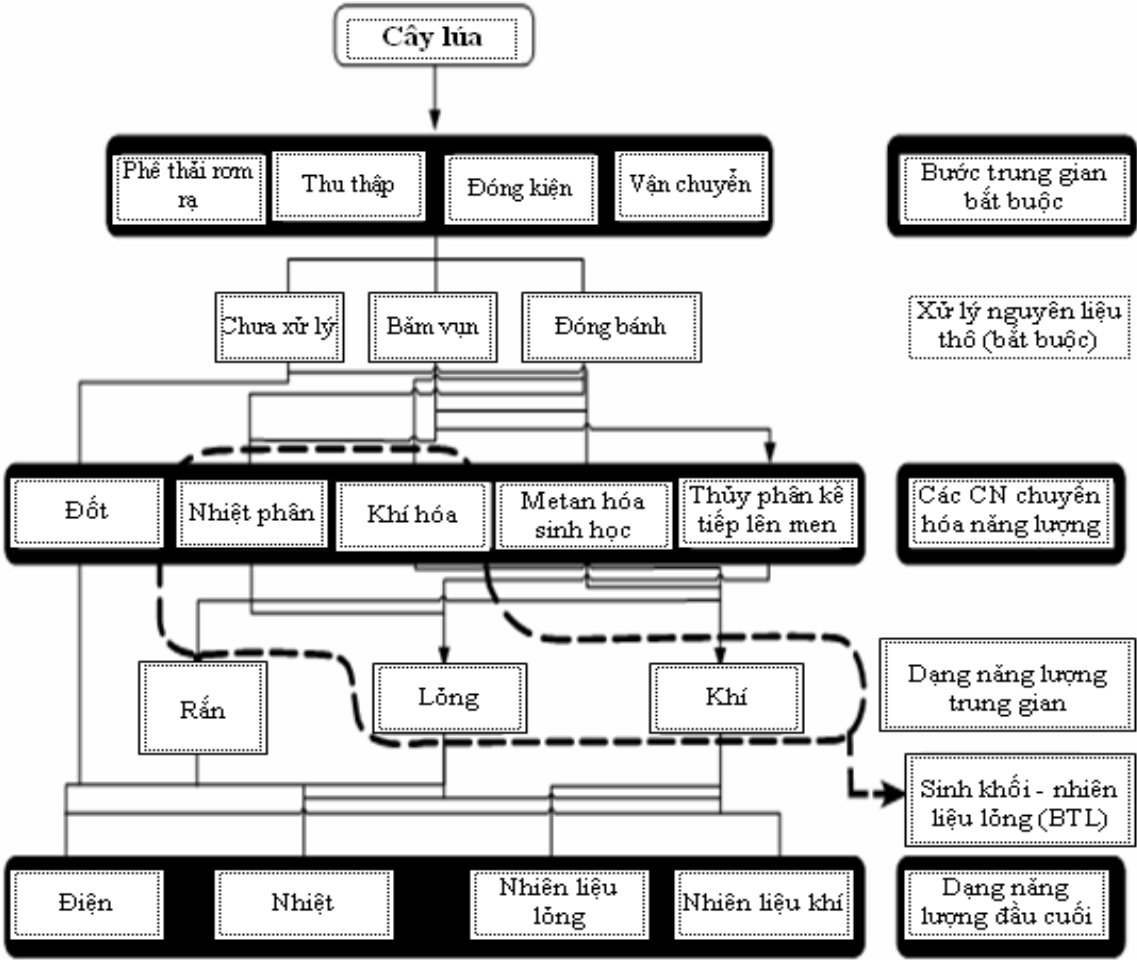
Chi phí vận chuyển rơm rạ là trở ngại chủ yếu trong việc sử dụng chúng làm nguyên liệu sản xuất năng lượng. Nếu theo quy tắc "ngón tay cái", thì khoảng cách vận chuyển với bán kính xa hơn 25-50 km (phụ thuộc vào cơ sở hạ tầng của địa phương) là không kinh tế. Đối với khoảng cách dài hơn, có thể đóng rơm thành kiện hoặc ép thành bánh ngay trên đồng, rồi vận chuyển đến nơi sử dụng. Tuy nhiên, khâu thu thập nguyên liệu trong dây chuyền cung ứng phức tạp hơn ở trường hợp rơm rạ.

Về nguyên lý có năm công nghệ chuyển hóa năng lượng khác nhau được ứng dụng cho rơm rạ, tuy nhiên mới chỉ có công nghệ đốt hiện nay đã được thương mại hóa và sử dụng đại trà, còn các công nghệ khác hoặc là đang ở giai đoạn bảo hộ sáng chế hoặc vẫn còn ở giai đoạn triển khai R-D.

Tuân theo quy luật chung về sử dụng năng lượng, mỗi một công đoạn trong dây chuyền sẽ tiêu thụ hết một lượng năng lượng nhất định và như vậy làm giảm khối lượng năng lượng thực của sản phẩm cuối cùng. Phần tiếp theo mô tả các nguyên lý của công nghệ chuyển hóa năng lượng, các kinh nghiệm và các khó khăn về kỹ thuật trong việc sử dụng rơm rạ.

**Đốt nhiệt**

Rơm rạ có thể sử dụng riêng hoặc trộn lẫn với các nguyên liệu sinh khối khác trong quá trình đốt trực tiếp. Trong công nghệ này, các nồi hơi đốt được sử dụng kết hợp với các tuabin hơi để sản xuất điện và nhiệt. Hàm lượng năng lượng của rơm rạ vào khoảng 14 MJ/kg ở độ ẩm là 10%. Trong quy trình đốt nhiệt, không khí được phun vào trong buồng đốt để đảm bảo sinh khối cháy hoàn toàn trong buồng đốt.



Hình 1: Các công nghệ chuyển hóa năng lượng đối với rơm rạ



Công nghệ tăng hóa lỏng là một phương pháp đốt cháy trực tiếp, trong đó nhiên liệu rắn được đốt cháy ở thể vẩn (suspension) bằng nguồn cung cấp không khí bơm vào trong buồng đốt để đạt được sự cháy hoàn toàn. Một tỷ lệ không khí - nhiên liệu thích hợp được duy trì và nếu thiếu nguồn cung cấp không khí đầy đủ thì hoạt động nồi hơi sẽ gặp phải nhiều vấn đề.

Trong quy trình đốt rơm rạ ở nhiệt độ cao, kali được chuyển hóa và kết hợp với các vật liệu kiềm thổ khác như canxi. Đến lượt mình, hợp chất này lại phản ứng với các vật liệu silicat dẫn đến việc hình thành các cấu trúc nung kết chặt trên vỉ và tường của lò nung. Các hợp chất kiềm thổ còn đóng vai trò quan trọng trong việc hình thành các xỉ và các chất cặn. Điều này có nghĩa là các nhiên liệu với hàm lượng kiềm thấp hơn thì sẽ ít khó khăn hơn khi đốt cháy trong nồi hơi. Các sản phẩm phụ gồm có tro bay và tro cặn đáy, có giá trị kinh tế và có thể sử dụng trong ngành sản xuất xi măng và/hoặc gạch, xây dựng đường xá và đê kè, ...

*Dưới đây là các vấn đề kỹ thuật thường gặp và các biện pháp khắc phục:*

(1) Nếu không được xử lý thì rơm rạ, giống như các nhiên liệu thảo mộc khác, là loại nhiên liệu không đáp ứng được các hệ thống nhiệt độ cao và hiệu suất cao do hàm lượng cao của dioxit silic và các kim loại kiềm trong tro của chúng. Việc kết hợp các thành phần vô cơ nhanh chóng gây ra tắc nghẽn nghiêm trọng trong hầu hết nồi hơi và lò đốt cháy. Sự gây tắc nghẽn này đã ngăn cản sử dụng rơm rạ ở quy mô lớn trong các nồi hơi đốt bằng sinh khối. Xử lý ngâm rơm để loại bỏ kali và clo sẽ cải thiện đáng kể giá trị nhiên liệu của rơm cho các hệ thống đốt. 2 nguyên tố này dễ dàng bị trôi theo nước ngâm. Quá trình này có thể thực hiện theo 2 cách chính: 1) rửa bằng nước mưa bằng cách để rơm ở ngoài đồng cho các nguyên tố này kết tủa tự nhiên, sau đó thu hoạch, và 2) thu hoạch rơm sau đó xử lý thông qua quy trình công nghiệp. Nhà máy hoạt động thử nghiệm cho thấy rằng hỗn hợp rơm rạ sau khi được xử lý ngâm chiết có chất lượng tương đương với trấu, và không cần phải thay đổi nhiều khi sử dụng rơm rạ được xử lý cùng với trấu.

(2) Hàm lượng kiềm của rơm rạ thường cao và các hợp chất này có đặc tính nóng chảy ở nhiệt độ tương đối thấp và tạo thành các chất lắng cặn kiềm. Biện pháp khắc phục là phải nâng điểm nóng chảy của tro bằng việc bổ sung thêm đá vôi. Điều này còn có thể gián tiếp làm giảm lượng phát xạ các khí lưu huỳnh (đặc biệt là SO<sub>2</sub>).

(3) Hàm lượng kiềm của rơm rạ cao ở nhiệt độ cao dẫn đến gia tăng sự ăn mòn và phát sinh các vấn đề kết vảy ở lò đun quá nhiệt. Mặc dù vấn đề này không thể tránh được hoàn toàn, nhưng ảnh hưởng bất lợi của nó có thể giảm nhẹ bằng cách kiểm soát nhiệt độ nồi hơi và tạo một lớp phủ đặc biệt trên bề mặt của lò đun quá nhiệt. Ngoài ra,

có thể ngâm chiết kiềm và các hợp chất kiềm khi rơm rạ để dưới mưa trên các cánh đồng. Điều này có thể cải thiện được chất lượng của nguyên liệu do có thể nâng được nhiệt độ nóng chảy của tro.

(4) Hàm lượng dioxit silic của tro rơm rạ vào khoảng 75% và có điểm nhiệt độ nóng chảy thấp. Việc bổ sung thêm đá vôi lên trên via lò, kiểm soát nhiệt độ bên trong nồi hơi là biện pháp cần thiết để tránh sự nung chảy dioxit silic ( $\text{SiO}_2$ ).

Chất lượng của sản phẩm phụ có thể không tốt nếu rơm rạ được đốt kết hợp trong các nhà máy điện đốt than, vì tro thu được có thể không thích hợp cho việc sản xuất xi măng.

### **Than hóa**

Than hóa là một phương pháp chuyển đổi nhiệt trong đó than củi (char) - sản phẩm đầu ra của quy trình được sản xuất bằng cách đốt nóng các nhiên liệu có chứa cacbon dưới điều kiện luồng không khí hạn chế. Nhưng quy trình này giải phóng khí phát xạ có hại đối với môi trường. Có thể đạt được sản phẩm than với chất lượng cao trong một lò nung khi nhiệt độ của nó được duy trì ở 450-500°C. Trong trường hợp tốt nhất than củi có thể có hàm lượng cacbon cao hơn 70%, hàm lượng thành phần bay hơi là 25% hoặc thấp hơn và lượng tro có thể vào khoảng 5%.

Quy trình than hóa có thể lựa chọn để thay thế cho việc đốt ngoài trời tại những nơi có việc vận chuyển rơm rạ không kinh tế và địa điểm sử dụng ở cách xa hơn 50 km. Khi rơm rạ trải qua quá trình cacbon hóa, sản phẩm là than và thường được gọi là than sinh khối (biochar). Loại sản phẩm này có thể có tỷ lệ cacbon thấp hơn khi rơm rạ có hàm lượng tro cao (10-17%). Khi đó than sinh khối có thể sử dụng bằng cách trộn lẫn vào trong đất đóng vai trò như một chất điều hòa của đất bằng cách cải thiện cấu trúc và tình trạng màu mỡ của đất cũng như là một cách tiêu tán cacbon bởi vì cacbon ổn định trong than. Nhưng trước khi làm như vậy, cần tính toán sự cân đối về phát xạ cacbon giữa quá trình than hóa với việc đốt ngoài trời nhằm đảm bảo ổn định hóa một lượng cacbon ở một mức độ ổn định thông qua quá trình than hóa.

Kinh nghiệm từ việc sử dụng bã cây mía, một loại nguyên liệu cũng có mật độ thấp và sau khi than hóa thu được sản phẩm than dạng bột có thể trộn lẫn với một chất liên kết thích hợp và được định hình bằng khuôn để tạo thành than bánh. Sau đó than bánh được phơi khô dưới ánh nắng mặt trời trước khi được sử dụng làm nhiên liệu. Khả năng sử dụng rơm rạ theo cách tương tự không thể loại trừ bởi nó cũng là một nguồn phế thải trên đồng ruộng.

### **Nhiệt phân**

Công nghệ này là một phương pháp chuyển đổi hóa - nhiệt trong đó nhiên liệu có chứa cacbon có thể dễ dàng chuyển hóa thành khí, chất lỏng, than hay một hỗn hợp

của ba loại này. Nhiệt phân là một quy trình trong đó sinh khối được nung nóng trong môi trường không có không khí ở nhiệt độ khoảng 500°C. Tỷ lệ thay đổi nhiệt độ và thời gian của quá trình có thể điều khiển các thành phần khác nhau của khí và than trong hỗn hợp sản phẩm. Quy trình nhiệt phân chậm có thể nâng cao sản lượng than, đó là một sự chuyển hóa sang một dạng cacbon ổn định và hàm lượng linhin cao hơn sẽ làm tăng tỷ lệ thu hồi cacbon. Về khía cạnh này, rơm rạ là một nguồn nguyên liệu tiềm năng do có hàm lượng linhin cao 22,3% (hemicellulose - 35,7%, cellulose - 32,0% và chất chiết từ nước - 10%). Quá trình nhiệt phân nhanh được tiến hành để nâng cao sản xuất nhiên liệu lỏng (ví dụ như dầu sinh học). Các sản phẩm phụ của quá trình nhiệt phân (chất lỏng và khí) được sử dụng để đáp ứng các yêu cầu về năng lượng của quy trình hoặc dùng để tạo ra thêm năng lượng. Từ triển vọng này, thậm chí than (củi) cũng có thể sử dụng như một loại nhiên liệu. Quá trình nhiệt phân cần một nguồn nhiệt bên ngoài, đó cũng có thể là các chất khí được giải phóng ra ngay trong quá trình. Việc sử dụng các loại khí giải phóng ra ngay trong quá trình nhiệt phân có thể cải thiện được cân bằng năng lượng cũng như sự cân bằng cacbon, tuy nhiên sự phân tích này cần nghiên cứu sâu thêm và công nghệ này hiện nay vẫn còn ở giai đoạn tiến hành R-D.

Các kết quả thực nghiệm cho thấy nhiệt độ và áp suất của quy trình nhiệt phân có ảnh hưởng đến sản lượng và thành phần của dầu sinh học, trong đó kích thước hạt cũng có tác động nhỏ đến sản lượng sản phẩm. Các điều kiện tối ưu để tối đa hóa sản lượng dầu sinh học đó là nhiệt độ cực đại là 550°C với tốc độ nhiệt hóa là 5°C/phút và kích thước hạt trong khoảng từ 0,850 mm đến 8,425 mm. Việc sử dụng khí trợ làm không khí quét có thể làm tăng đáng kể sản lượng dầu sinh học, trong khi giảm lượng than và khí. Các nghiên cứu đã chỉ ra sự khác biệt ở sự hình thành khí trong quá trình nhiệt phân các dạng sinh khối khác nhau và điều này được quy cho thành phần hỗn hợp hemicellulose, cellulose và linhin. Một khối lượng nước lớn được tạo ra trong quá trình nhiệt phân do nguyên nhân hàm lượng hemicellulose cao.

Theo một cách tiếp cận khác, trong đó nước và sinh khối được đặt trong một thùng chứa dưới áp suất và có bổ sung thêm một chất xúc tác. Hỗn hợp này được đun nóng lên đến 180°C trong môi trường không có không khí. Sau 12 giờ hỗn hợp được làm lạnh. Sản phẩm đầu ra là một loại bột đen gồm các khối cầu nano than. Tuy nhiên công nghệ này hiện đang còn trong giai đoạn R-D, đòi hỏi cần tiến hành phân tích thêm về sự cân bằng năng lượng và cacbon đối với quá trình này.

Tuy vẫn còn thiếu nhiều dữ liệu liên quan đến quy trình tiền xử lý cần thiết trong quá trình nhiệt phân rơm rạ, nhưng do là loại nguyên liệu mật độ thấp nên rơm rạ cần được ép thành bánh nếu sản phẩm của quá trình nhiệt phân là than.

## **Khí hóa**

Khí hóa là một phương pháp chuyển đổi hóa - nhiệt, trong đó sinh khối rắn được chuyển hóa trực tiếp thành khí. Quy trình này đòi hỏi nhiệt độ cao (khoảng 700°C) với một lượng không khí hoặc oxy có thể điều chỉnh được trong sản phẩm đầu ra hỗn hợp khí, được gọi là khí tổng hợp hay syngas. Có thể sử dụng rơm rạ theo cách trực tiếp trong một buồng khí hóa cùng với các nguyên liệu sinh khối khác để sản xuất syngas. Syngas có thể sử dụng cho các động cơ đốt trong (IC) để sản xuất điện hoặc sử dụng cho các nhà máy tổ hợp nhiệt điện (Combined heat and power plant - CHP) để sản xuất điện cũng như nhiệt. Mặc dù cho đến nay người ta mới chỉ tiến hành các thử nghiệm đối với rơm lúa mì (có hàm lượng tro thấp), đối với rơm rạ được dự kiến cũng có quy trình tương tự. Ở Thái Lan, vỏ trấu đã được sử dụng rất thành công trong các nồi khí hóa tầng hóa lỏng và sau khi khí đã được làm sạch nó có thể sử dụng cho các động cơ IC. Tuy nhiên, vẫn còn tồn tại các vấn đề do hàm lượng hắc ín có trong syngas sạch.

Để vượt qua những khó khăn này trong sử dụng rơm lúa mì, trường Đại học kỹ thuật Đan Mạch (DTU) cùng với các đối tác đã xác định một phương pháp mới khí hóa rơm rạ dùng lò khí hóa tầng hóa lỏng tuần hoàn nhiệt độ thấp (LT-CFB) và khí được sản xuất ra được nạp vào các nồi hơi đốt trực tiếp. Một phương pháp khác đã được thử nghiệm tại DTU đó là sử dụng một hệ thống 50-kW kết hợp với một bước ban đầu của phương pháp nhiệt phân rơm rạ. Than và các sản phẩm nhiệt phân dễ bay hơi được dẫn qua từ trên đỉnh của lò khí hóa để đốt cháy. Kỹ thuật này có thể làm giảm được rất nhiều hàm lượng hắc ín trong khí syngas, cho sản phẩm gần như không chứa hắc ín. Kỹ thuật khí hóa mới này có thể mở ra một cơ hội cho việc sử dụng có hiệu quả các nguyên liệu sinh khối mật độ thấp như rơm rạ.

Để tổng kết những kinh nghiệm về công nghệ với rơm lúa mì ở châu Âu, các vấn đề tương tự có thể phát sinh trong khi đốt cũng có thể quan sát thấy trong quá trình khí hóa, đặc biệt là sự hình thành các chất lắng cặn tính kiềm và tro nóng chảy. Các biện pháp khắc phục vấn đề về kỹ thuật này có thể kiểm soát việc tro bị mềm và nóng chảy hay có thể giữ cho nhiệt độ cực đại trong lò khí hóa thấp hơn điểm mềm hóa của tro.

Ngoài ra, các cách tiếp cận khác tồn tại theo hướng kết hợp khí hóa với sản xuất nhiên liệu lỏng sử dụng phương pháp tổng hợp Fisher-Tropsch. Quy trình này mang tên từ sinh khối đến nhiên liệu lỏng (Biomass to liquid - BtL).

## **Metan hóa sinh học**

Đây là một phương pháp chuyển hóa sinh học trong đó rơm rạ có thể sử dụng riêng hoặc trộn lẫn với chất thải rắn đô thị/công nghiệp hay chất thải lỏng (có khả năng suy

thoái sinh học) và được nạp vào các lò phản ứng sinh học. Khi được trộn với một loại nguyên liệu suy thoái sinh học khác, rơm rạ đóng vai trò như một chất đệm để kiểm soát pH cũng như sự phân rã của vật liệu cellulose, dẫn đến sản xuất khí sinh học (biogas). Biogas có thể sử dụng trực tiếp cho các động cơ IC hay các hệ thống CHP để sản xuất điện và nhiệt. Kể từ năm 2003-04, Viện Nghiên cứu năng lượng tái tạo Sardar Patel (SPRERI) đã tiến hành nghiên cứu về một hệ thống metan hóa sinh học rơm rạ trong cả hai quá trình thủy phân lên men mesophilic (ở nhiệt độ vừa phải) và thermophilic (ở nhiệt độ cao). Sản lượng biogas cao hơn trong quá trình lên men thermophilic, khoảng 340 L/kg (lít/kg) tổng trọng lượng chất rắn. Sản lượng biogas đạt được trong quá trình thủy phân mesophilic đạt 233 L/kg trọng lượng chất khô bổ sung thêm (giá trị calo của biogas là 6-6,5 kWh/m<sup>3</sup>) với tỷ lệ C-N là 30:1, tỷ lệ suy giảm chất rắn dễ bay hơi cực đại là 56%.

Việc nạp liệu sinh khối vào nồi ninh (thùng thủy phân lên men) liên tục hàng ngày là cần thiết để duy trì hoạt tính vi sinh ổn định. Ngoài ra, độ pH và nhiệt độ cần được giảm sát để đạt được hoạt tính vi sinh hiệu quả. Do rơm rạ thường là nguồn nguyên liệu thô và chứa các hợp chất có khả năng phân hủy hạn chế (tỷ lệ C-N rất cao, có thể lên đến 75%), nếu sử dụng riêng nó là một chất nền không tốt.

Do công nghệ này vẫn còn đang trong giai đoạn R-D, nên chưa có dữ liệu về công suất thương mại và giá trị kinh tế của nó.

### **Thủy phân kế tiếp quá trình lên men**

Tại California, nhiều công ty đang nghiên cứu về chuyển đổi sinh học rơm rạ (tức là nguyên liệu lignocellulose) thành ethanol. Công ty Colusa Biomass Energy (CBEC) là một trong số các công ty này hiện đang tiến tới một khái niệm tinh luyện sinh học tích hợp, để có thể sản xuất được khoảng 143.000 L ethanol một ngày. Quy trình này đã được cấp bằng sáng chế. Rơm rạ được thủy phân trước tiên bằng enzym (đôi khi có thể áp dụng axit hoặc bazơ); sau đó cho lên men để sản xuất ethanol.

Trong quá trình này, có thể đạt đến sản lượng ethanol từ 303-379 L/t rơm rạ. Tro và silica (dioxid silic) là các sản phẩm phụ có giá trị thương mại. Theo phân tích về lượng, 1 kg rơm rạ có chứa 390 g cellulose. Khối lượng cellulose này về mặt lý thuyết đủ để sản xuất được từ 220 đến 283 mL ethanol. Tuy nhiên, sản lượng thực tế chỉ đạt 74%, nó có thể sản sinh ra 208 mL ethanol từ hàm lượng cellulose có chứa trong 1 kg rơm rạ. Hãng sản xuất xe hơi hàng đầu Honda đã tuyên bố rằng thế hệ xe hơi tương lai sẽ chạy bằng nhiên liệu sản xuất từ lá cây và rơm rạ. Nhiều tổ chức nghiên cứu trên phạm vi toàn thế giới hiện đang tập trung nghiên cứu công nghệ này.

Tuy nhiên, thách thức nằm ở chỗ quy trình tiền xử lý rơm rạ phải có khả năng sinh lời. Quy trình tiền xử lý này đối với rơm rạ cần các công đoạn băm nhỏ, nổ hơi (steam

explosion) và xử lý enzym. Thông tin về các quy trình này vẫn còn ít bởi nhiều quy trình hiện đã đăng ký bảo hộ sáng chế.

### 3. Hiệu quả kinh tế của việc ứng dụng các công nghệ năng lượng

Bảng 4 dưới đây nêu khái quát về việc ứng dụng và hiệu quả kinh tế của các công nghệ năng lượng dùng nguyên liệu rơm rạ. Sau đây là một số đặc điểm chính:

- Công nghệ đốt đã được thiết kế hoàn chỉnh và các nhà máy điện có công suất trong khoảng từ 5-12 MW có thể xây dựng tại các địa phương nơi có khối lượng rơm rạ sản sinh cao. Tuy công suất hệ thống có nơi có thể đạt đến 24 MW, nhưng an ninh năng lượng vẫn là một vấn đề.

Tại những địa điểm xa, nơi việc vận chuyển rơm rạ phải đi qua quãng đường dài hơn sẽ là một thách thức khá khó khăn, khi đó người nông dân có thể áp dụng một phương pháp dễ dàng thực hiện hơn ngay trên đồng ruộng. Về khía cạnh này, quy trình than hóa (carbonization) là một giải pháp có thể phát triển được. Tuy nhiên, cần tiến hành phân tích sự cân bằng phát xạ cacbon so sánh với việc đốt rơm rạ ngoài trời và các lựa chọn khác.

**Bảng 4: Thành phần và các hỗn hợp chủ yếu của tro trong rơm lúa nước, vỏ trấu và rơm lúa mì**

	<b>Rơm lúa nước</b>	<b>Vỏ trấu</b>	<b>Rơm lúa mì</b>
<i>Phân tích gần đúng (% nhiên liệu khô)</i>			
Cacbon liên kết	15,86	16,22	17,71
Chất bay hơi	65,47	63,52	75,27
Tro	18,67	20,26	7,02
Tổng	100,00	100,00	100,00
<i>Thành phần hỗn hợp của tro (%)</i>			
SiO <sub>2</sub>	74,67	91,42	55,32
CaO	3,01	3,21	6,14
MgO	1,75	<0,01	1,06
Na <sub>2</sub> O	0,96	0,21	1,71
K <sub>2</sub> O	12,30	3,71	25,60

. Do mật độ năng lượng thấp của công nghệ metan hóa sinh học cũng như mật độ khối của rơm rạ, quá trình thủy phân lên men thermophilic có một lợi thế hơn so với thủy phân lên men mesophilic. Tuy nhiên, công nghệ này vẫn còn ở giai đoạn R-D.

. Mặc dù nhu cầu về nhiên liệu lỏng là cao và các nghiên cứu mở rộng hiện đang được tiến hành theo hướng chuyển hóa vật liệu lignocellulose thành nhiên liệu lỏng, thách thức đặt ra đó là đạt được một quy trình tiền xử lý rơm rạ có hiệu quả kinh tế để sản xuất ethanol.

**Bảng 5: Khái quát các công nghệ và hiệu quả kinh tế của việc ứng dụng**

Thông số	Tên công nghệ				
	Đốt nhiệt	Thủy phân	Khí hóa	Metan hóa sinh học	Thủy phân kế tiếp lên men
Năng lượng đầu ra	Điện	Dầu sinh học và/hoặc nhiệt	Syngas Than	Biogas	Ethanol
Phương thức vận hành	Tập trung	Tập trung và phi tập trung	Phi tập trung	Phi tập trung	Tập trung
Ứng dụng	Ứng dụng rộng rãi, đã thương mại hóa, đã kết nối với hệ thống cung cấp điện	Sản xuất than ở quy mô nhỏ	Đáp ứng nhu cầu năng lượng cho một nhà máy nhỏ hoặc vài trăm hộ gia đình	Đáp ứng nhu cầu năng lượng cho dưới 100 hộ gia đình	Thay thế nhiên liệu hóa thạch như xăng và diesel dùng cho động cơ
Giai đoạn triển khai	Thương mại hóa	R-D	R-D	Thực nghiệm ở quy mô nhỏ	Giai đoạn ban đầu; R-D
Công suất đầu ra của các hệ thống hiện tại	Đến 10MW	Vài lít nhiên liệu lỏng hoặc vài kg nhiên liệu rắn	Đến 1 MW	Vài kW	Hàng tấn hoặc lít nhiên liệu lỏng

Tiền xử lý rom rạ làm nguồn nguyên liệu	Đóng kiện	Đóng bánh để sản xuất than; nghiền hoặc xay để sản xuất dầu sinh học	Nên đóng bánh	Không cần xử lý	Chuẩn bị cơ bản - có thể bấm vụn
Hiệu suất tổng của hệ thống	Khoảng 20%	Chưa rõ	20-25%	Chưa rõ	Chưa rõ
Tiêu thụ rom	1,4 kg/kWh	Chưa rõ	1,1-1,5 kg/kWh	Vài kg mỗi ngày	Chưa rõ
Chi phí vận hành và bảo trì	Có khả năng cạnh tranh với giá hiện hành	Vừa phải	Vừa phải đến cao	Có khả năng cạnh tranh với giá hiện hành	Rất cao
Chi phí mặt bằng (xen euro/kWh - 2010)	11-13	Vừa phải	Vừa phải	8 (phế thải sinh học - động cơ IC 500 kW)	Rất cao
Số việc làm được tạo ra (người/TWh)	370-390	Chưa rõ	Chưa rõ	522	Chưa rõ
Mức tiết kiệm thực	Rất cao	Vừa phải	Trên mức vừa phải	Thấp	Rất cao

*Nguồn: Institute for Applied Ecology, 2005*

### **III. KINH NGHIỆM CỦA MỘT SỐ NƯỚC VỀ XỬ LÝ ROM RẠ VÀ TẬN DỤNG LÀM NGUỒN NGUYÊN LIỆU SẢN XUẤT NĂNG LƯỢNG**

#### **1. Mỹ**

*Kế hoạch đa dạng hóa sử dụng rom rạ của Mỹ*

Bang California là nơi sản xuất lúa gạo lớn của nước Mỹ, trong đó 95% lúa được trồng ở Thung lũng Sacramento. Với khoảng 500.000 mẫu đất trồng lúa, hàng năm khu vực này sinh ra trên 1 triệu tấn rom. Sau khi thu hoạch, rom rạ thường được đốt



ngoài đồng sau đó được cày trộn với đất trồng. Tuy nhiên, do vấn đề môi trường, năm 1991 nước Mỹ đã ra một đạo luật hạn chế đốt rơm rạ, buộc các nhà trồng lúa phải dần giảm diện tích đốt rơm theo lịch trình, cụ thể như sau:

<b>Năm</b>	<b>Diện tích được đốt</b>
1992	90%
1993	80%
1994	70%
1995	60%
1996	50%
1997	38%
1998	25%
1999	25%
2000	theo điều kiện

Tuy nhiên, đến năm 1997, mới chỉ có 13.500 tấn rơm được sử dụng ở bên ngoài, khoảng 98% rơm không đốt tiếp tục được cày trở lại đất. Đến năm 2000 cũng chỉ có khoảng 2% rơm rạ được sử dụng thương mại.

Năm 1997, bang này cũng đưa ra Chương trình Tín dụng Thuế Sử dụng Rơm rạ cung cấp tín dụng thuế thu nhập của bang là 15USD khi mua hay sử dụng bên ngoài đồng ruộng cho mỗi tấn rơm thu hoạch ở bang. Ủy ban Tư vấn về thay thế cho đốt rơm của bang cũng đã xác định nhiều tiềm năng sử dụng rơm rạ, từ vật liệu xây dựng đến sản xuất điện và làm thức ăn chăn nuôi. Trong một báo cáo năm 1997, Ủy ban này đã đánh giá tiến bộ và trở ngại về công nghệ, tính khả thi về kinh tế, và thực trạng phát triển thương mại của các sử dụng thay thế. Các trở ngại kỹ thuật để phát triển các sản phẩm từ rơm là hàm lượng silica và tro cao của rơm. Các trở ngại kinh tế gồm chi phí cao cho thiết lập các cơ sở mới, khó khăn trong thu hút các nhà đầu tư và sự không ổn định trong cung ứng và chi phí của nguyên liệu (rơm).

#### **Hiện trạng sử dụng rơm của bang năm 1997**

<b>Dạng sử dụng</b>	<b>Khối lượng ước tính (tấn)</b>
Lót chuồng trại cho gia súc	2665
Thức ăn gia súc	1860
Làm phân bón	1264
Đóng kiện làm vật liệu xây dựng	200
Kiểm soát xói mòn đất	7450
<b>Tổng cộng</b>	<b>13.439</b>

*Mục tiêu sử dụng rơm tại California*

Năm 1997 bang California của Mỹ đã đề ra mục tiêu về sử dụng rơm cho thương mại là 3% sản lượng rơm cho năm 2000 và 21% sản lượng rơm vào năm 2003.

**Bảng 6: Mục tiêu sử dụng rơm rạ vì mục đích thương mại của California**

Loại hình sử dụng	2000		2003	
	Mức thấp	Mức cao	Mức thấp	Mức cao
<b>Năng lượng thay thế</b>				
Khí sinh học bằng kỵ khí	0	0	0	0
Đốt trực tiếp sản xuất điện và nhiệt	0	0	0	0
Ethanol	0	0	0	0
Hóa chất	0	0	0	0
<b>Chế tạo/xây dựng</b>				
Nhà máy giấy/bột giấy	0	0	0	20.000
Ván ép	10.000	20.000	10.000	40.000
Vật liệu hỗn hợp/gạch	0	0	0	0
Kiện rơm làm nhà	200	1000	200	1000
<b>Khắc phục môi trường/ủ phân</b>				
Tấm chống xói lở đất	2000	5000	6000	11.000
Đóng kiện	3000	5000	3000	7000
Phân ủ	0	1000	0	1000
Dùng trong chăn nuôi gia súc				
Thức ăn gia súc trong nước	0	500	50.000	100.000
Thức ăn chăn nuôi xuất khẩu	0	0	30.000	40.000
Lót chuồng trại gia súc	0	200	0	1000
Nhận trợ cấp từ Quỹ lúa gạo	0	20.000	50.000	100.000
Trung bình		34.200		235.350
Tỷ lệ rơm thu hoạch		3%		21%

*Nghiên cứu sử dụng rơm rạ thương mại*

Trong thời gian từ 1979 đến 1983, Ban Nghiên cứu Rơm của Mỹ đã tài trợ cho một số dự án nghiên cứu để tìm ra các giải pháp sử dụng kinh tế đối với rơm rạ. Mục tiêu chính của các dự án này nhằm giảm hay loại trừ việc đốt rơm rạ như là cách thức để

loại bỏ thứ phế thải này. Những giải pháp sử dụng rơm rạ được nghiên cứu bao gồm làm thức ăn cho gia súc, làm ván sợi ép, sản xuất năng lượng, chuyển hóa thành si-rô đường và protein men, và làm bột giấy để làm giấy và các sản phẩm công nghiệp khác.

Tất cả các đề tài nghiên cứu này đều chứng tỏ tính khả thi về mặt kỹ thuật, nhưng đáng tiếc là không đề tài nào cho thấy triển vọng hứa hẹn về mặt kinh tế. So với các chi phí cho các thức ăn chăn nuôi gia súc và các nguyên liệu thô khác cho sản xuất bột giấy và năng lượng, thì rơm rạ không thể cạnh tranh được. Khả năng sẽ chỉ hy vọng vào một thời điểm chi phí sẽ tăng trong sản xuất năng lượng cao và chip gỗ cho sản xuất bột giấy sẽ cải thiện triển vọng sử dụng rơm rạ vào các mục đích này.

### **Kế hoạch đa dạng hóa sử dụng rơm rạ của Mỹ**

#### ***Mục tiêu sử dụng 50% năm 2000***

Do thời gian quá ngắn kể từ khi lập kế hoạch, nên chỉ có một số ít loại hình sử dụng được hướng tới, ví dụ như làm thức ăn và lót chuồng trại cho gia súc, kiểm soát xói lở đất và làm tường cách âm. Hầu hết những loại hình sử dụng khác yêu cầu khoảng 18 tháng xây dựng các cơ sở sản xuất để sử dụng rơm làm nguyên liệu.

#### *Phát triển hạ tầng sử dụng rơm*

Để sử dụng 562.500 tấn rơm sẽ cần đến một khoản vốn thích hợp để phát triển hạ tầng. Các cơ sở chứa rơm sẽ phải được xây dựng, các trang thiết bị thu hoạch rơm phải được trang bị, cũng như cần có các nguồn lực vận tải.

#### *Kiểm soát xói lở*

Hiện tại rơm đã được dùng làm vật liệu kiểm soát xói lở (dưới dạng kiện và rơm rời). Việc phát triển kế hoạch thương mại hướng vào ngành xây dựng sẽ gia tăng sử dụng rơm để kiểm soát xói lở. Do thiếu phương tiện chứa rơm nên thị trường này bị hạn chế do rơm không có quanh năm.

#### *Tường cách âm*

Sở Giao thông California và Ban quản lý chất thải tổng hợp đã có các kế hoạch chế tạo thử tường cách âm.

#### *Lót chuồng trại gia súc*

Năm 1997, có 18 cơ sở chăn nuôi bò sữa mua rơm để lót chuồng trại, dùng 15USD/tấn rơm tính dụng thuế bang để bù cho chi phí vận chuyển rơm. Nhu cầu lót chuồng trại bị hạn chế bởi các điều kiện thời tiết mỗi năm, tức là theo lượng mưa mùa đông (mưa nhiều sẽ tăng nhu cầu rơm).

#### *Thức ăn gia súc*

Loại hình duy nhất để có thể đạt mục tiêu sử dụng 50% sản lượng rơm yêu cầu là làm thức ăn gia súc. Năm 1997, chỉ có 6 cơ sở chăn nuôi mua khoảng 1800 tấn rơm làm

thức ăn gia súc, sử dụng tín dụng thuế Bang là 15USD/tấn để bù cho chi phí vận chuyển. Để tăng số lượng sử dụng này lên 260 lần, 490.000 tấn, tín dụng thuế có thể phải tăng lên 20USD cho mỗi tấn rơm.

Bảng dưới đây tóm tắt dự kiến sử dụng 50% rơm theo các tiếp cận trình bày ở trên. Tuy nhiên, các chuyên gia không tin tưởng tính khả thi của các hướng tiếp cận này, do không thực hiện theo giải pháp lâu dài và thường xuyên việc sử dụng trên nửa triệu tấn rơm hàng năm.

**Bảng 7: Mục tiêu sử dụng 50% rơm rạ thương mại năm 2000**

Loại hình sử dụng rơm	Tấn rơm
Ván ép	20.000
Tường cách âm	3.000
Kiện rơm làm nhà	600
Tấm rơm chống xói lở	3.500
Kiểm soát xói lở: kiện và rơm rời	15.000
Lót chuồng trại gia súc	10.000
Những người nhận tài trợ của Quỹ lúa gạo	20.000
Cộng	72.100
Thức ăn chăn nuôi (cân đối cho đủ 50%)	490.000
Tổng	526.100
Tỷ lệ rơm thu hoạch	50%

### **Mục tiêu sử dụng đạt 50% vào năm 2003**

Do mục tiêu sử dụng đạt 50% sản lượng rơm vào năm 2000 là quá khó và tốn kém, các chuyên gia cho rằng sẽ thực tế hơn nếu đặt mục tiêu này vào năm 2003.

Để đạt mục tiêu đa dạng hóa sử dụng 50% rơm rạ vào năm 2003 Mỹ đã bổ sung thêm một số biện pháp, gồm:

#### *Hạ tầng để sử dụng rơm*

1. Cung cấp các nguồn lực để thực hiện các nghiên cứu sau: ước tính lượng rơm thực tế và khả năng rơm sử dụng bên ngoài đồng ruộng; đánh giá các lựa chọn và chi phí của các phương pháp thu hoạch, chứa và vận chuyển; đánh giá các đặc tính chất lượng rơm tác động bởi các phương pháp thu hoạch.
2. Cung cấp các nguồn lực cho các công việc: xác định các đặc trưng rơm cần cho những nhóm đối tượng sử dụng khác nhau, bao gồm độ dài rơm, chất lượng

rom, kích thước kiện, độ ẩm, yêu cầu kho chứa v.v.; ước tính tiềm năng thị trường rom thứ cấp, thí dụ sử dụng rom chất lượng thấp, rom thải từ những người sử dụng rom khác.

3. Cung cấp tài chính trợ cấp chi phí xây dựng các cơ sở chứa rom trên đất của người trồng lúa, các trung tâm phân phối tập trung và các cơ sở sử dụng đầu cuối. Các khuyến khích tài chính dưới dạng bảo lãnh vay, cho vay lãi suất thấp, rút ngắn khấu hao vốn, tài trợ 50%, hay tín dụng thuế. Hỗ trợ người trồng lúa và những người khác phát triển các loại hình hợp tác xã, các trung tâm mua bán và phân phối rom rạ.

*Những khuyến khích đối với người sử dụng cuối cùng*

1. Cung cấp tài chính cho các doanh nghiệp sử dụng rom rạ. Các khuyến khích tài chính có thể dưới dạng 30% bảo lãnh vay, vay lãi suất thấp, rút ngắn khấu hao vốn đầu tư, hay tài trợ 50%.
2. Cung cấp tài chính cho các dự án nghiên cứu giải quyết các trở ngại kỹ thuật của các loại hình sử dụng rom rạ có thể sử dụng khối lượng lớn (tối thiểu 50.000 tấn).
3. Cung cấp các nguồn lực phát triển Chương trình hỗ trợ kinh doanh rom rạ có thể hướng dẫn các doanh nghiệp sử dụng rom rạ tiềm năng về các chương trình hỗ trợ tài chính và đào tạo của liên bang, bang và khu vực. Thông qua chương trình này, các nhà doanh nghiệp sẽ được hỗ trợ trong các lĩnh vực sau: phân tích thị trường và sản phẩm, ước tính chi phí đầu tư, tìm kiếm các nhà đầu tư và các tài trợ và vốn vay của tư nhân và nhà nước; các quá trình liên quan đến môi trường và xây dựng.

*Những người sử dụng các sản phẩm rom rạ tiềm năng*

1. Các cơ quan của bang sẽ khuyến khích sử dụng và thúc đẩy các sản phẩm rom rạ ở những lĩnh vực thích hợp. Các cơ quan bang có tiềm năng trở thành những người sử dụng và thúc đẩy các sản phẩm rom rạ, như giấy, vật liệu xây dựng, tường cách âm, kiểm soát xói mòn và làm phân bón.
2. Sửa đổi Chương trình Tín dụng Thuế Rơm rạ.

**Bảng 8: Mục tiêu sử dụng rom rạ vào năm 2003 (tấn rom)**

<b>Loại hình sử dụng rom</b>	<b>Mức thấp</b>	<b>Mức cao</b>
Khí sinh học bằng kỵ khí	5000	20.000
Đốt trực tiếp sản xuất điện và nhiệt	0	20.000

Ethanol	20.000	200.000
Hóa chất	0	50.000
<b>Chế tạo/xây dựng</b>		
Giấy/bột giấy	75.000	125.000
Ván ép	30.000	40.000
Vật liệu hỗn hợp/gạch	10.000	60.000
Kiện rom làm nhà	5.000	10.000
Tường cách âm	4000	6.000
<b>Giảm nhẹ tác động môi trường/phân bón</b>		
Tấm chống xói lở	6.000	11.000
Kiện và rom rời	10.000	15.000
Phân bón	4.000	6.000
<b>Sử dụng trong chăn nuôi gia súc</b>		
Thức ăn gia súc trong nước	100.000	200.000
Thức ăn chăn nuôi xuất khẩu	30.000	55.000
Lót chuồng trại gia súc	6.000	10.000
Cộng		567.500
Tỷ lệ rom thu hoạch		50%

## 2. Trung Quốc

### *Các nguồn rom rạ ở Trung Quốc*

Là một nước nông nghiệp lớn, Trung Quốc có nguồn rom rạ dồi dào. Rom rạ chiếm phần lớn nguồn năng lượng sinh khối của Trung Quốc, tới 72,2%. Hiện tại, đốt cháy rom trực tiếp được sử dụng chủ yếu trong sản xuất năng lượng sinh khối ở Trung Quốc, việc này dẫn tới một số vấn đề rắc rối. Một mặt, ở một số vùng thiếu rom sẽ dẫn tới việc đốn những số lượng lớn gỗ để bù vào số lượng rom thiếu, làm gây ra những tổn thất nặng nề cho môi trường sinh thái địa phương. Mặt khác, ở những vùng trù phú, nơi có đủ năng lượng thương mại, thì rom bị loại bỏ, thậm chí được đốt trên đồng, làm phí hoài nguồn nhiên liệu này và gây ô nhiễm môi trường. Vì vậy, ngày càng có sự chú trọng tới việc tận dụng rom với hiệu suất và mức độ hợp lý cao ở Trung Quốc.

Lúa là một trong những cây trồng chính ở miền Trung và Nam Trung Quốc, hằng năm có 230 triệu tấn rom lúa được sản sinh ra. Rom thường được coi là các sản phẩm dư thừa hoặc sản phẩm phụ của việc thu hoạch mùa vụ. Mặc dù đã có một số phương

pháp để tái sử dụng rơm rạ, ví dụ như làm thức ăn cho động vật, nhiên liệu đun nấu, sưởi, làm giấy, một lượng lớn rơm rạ vẫn chưa được sử dụng và đốt trên đồng, gây ra nhiều vấn đề về môi trường và an toàn, ví dụ như ô nhiễm và cháy nổ. Mặt khác, rơm rạ là vật liệu hữu cơ và có thể được sử dụng để sản xuất biogas thông qua phân hủy kỵ khí, vì vậy mang lại một cách mới để tận dụng rơm rạ và giảm thiểu ô nhiễm.

Công nghệ kỵ khí đã được ứng dụng rộng rãi để chuyển hóa nhiều chất thải hữu cơ, nhưng rất ít thử nghiệm được thực hiện để nghiên cứu tiềm năng sử dụng rơm rạ làm nguồn nguyên liệu sản xuất biogas. Lý do chính là vì rơm rạ chứa một tỷ lệ polysaccharides và lignin lớn. Ở Trung Quốc, rơm thường được ước tính theo sản lượng của các cây trồng. Bảng 9 liệt kê các loại rơm chính ở Trung Quốc.

**Bảng 9: Số lượng rơm tính theo các loại cây trồng ở Trung Quốc năm 2002 (đơn vị 10<sup>6</sup> tấn)**

Cây trồng	Sản lượng cây trồng	Hệ số	Sản lượng rơm	Tỉ lệ
Lúa gạo	174,54	0,623	108,74	17,53
Lúa mì	90,29	1,336	108,74	19,45
Ngô	121,31	2	242,62	39,12
Đỗ	22,412	1,5	33,62	5,42
Cây thân củ	36,559	0,5	18,33	2,96
Cây trồng chứa dầu	28,972	2	57,95	9,34
Bông	4,916	3	14,75	2,38
Cây gai dầu	0,964	2,5	2,40	0,38
Cây trồng lấy đường	102,927	0,1	10,29	1,66
Các cây trồng khác	10,941	1	10,94	1,76
Tổng			620,27	100

#### *Tận dụng chính của rơm trong năng lượng sinh khối*

Trung Quốc có nguồn rơm rạ dồi dào, sản lượng của rơm đã tăng đạt tỷ lệ 1,4% hàng năm. Các hướng chính sử dụng rơm ở Trung Quốc là: làm giấy, làm thức ăn cho súc vật, nguồn năng lượng cho nông thôn, và tái chế trên đồng và thu lượm. Vì vậy, nguồn năng lượng chiếm hơn nửa việc sử dụng rơm, thậm chí chiếm 100% ở một số khu vực nông thôn nghèo nàn. Chính phủ Trung Quốc đã đề ra tầm quan trọng của việc phát triển và sử dụng sinh khối như một nguồn năng lượng và đã tiến hành việc

ngiên cứu và phát triển trên phạm vi rộng và lâu dài các công nghệ chuyển hóa năng lượng sinh khối mới nhất thông qua Chương trình Quốc gia về Các dự án Khoa học và Công nghệ cốt lõi từ những năm 1950 và đã thu được những thành công bước đầu trong các lĩnh vực công nghệ: đốt cháy trực tiếp, chuyển hóa sinh hóa và lý hóa, gồm lò cải tiến, biogas, khí hóa và than bánh.

*Những công nghệ này đã được thương mại hóa và trở nên phổ biến ở Trung Quốc.*

- Sản xuất nhiên liệu sinh học từ rơm rạ

Trên lý thuyết, sinh khối có thể được chuyển hóa thành nhiên liệu sinh học với sự hỗ trợ của vi khuẩn làm phân hủy chúng thành các chất hóa học hữu dụng. Một hướng ứng dụng như vậy đã được sử dụng ở hơn 30 nước trên toàn thế giới để giúp chuyển hóa ngô, ri đường và các loại cây trồng khác thành nhiên liệu ethanol, một dạng của nhiên liệu sinh học. Tuy nhiên, các nhà khoa học vẫn chưa tiếp cận tới nguồn rơm rạ để chế tạo nhiên liệu sinh học bởi vì vi khuẩn không thể dễ dàng phân hủy cellulose ở rơm, do các cấu trúc vật lý và hóa học phức tạp tạo nên loại sinh khối này. Hiện giờ, các nhà khoa học Trung Quốc đã phát triển một phương pháp tiên xử lý rơm rạ của cây lúa làm tăng tiềm năng sản xuất nhiên liệu sinh học của nó. Họ trộn rơm với nước kiềm trước khi cho vi khuẩn vào để lên men. Nước kiềm giúp cho rơm có khả năng phân hủy sinh học hơn. Nhà nghiên cứu Xiujin Li của trường đại học Bắc Kinh cho biết, tất cả công đoạn được thực hiện ở nhiệt độ thường mà không cần tăng năng lượng và với lượng nước tối thiểu, đã giúp cho quy trình này trở nên “đơn giản, nhanh, tiết kiệm chi phí và thân với môi trường”.

Kỹ thuật sử dụng nước kiềm này còn cho phép các nhà nghiên cứu nâng sản lượng của biogas, một hỗn hợp của nhiên liệu metan với cacbon điôxit, tới 65%. Ba cơ sở thí điểm sử dụng công nghệ này đã được xây dựng ở Trung Quốc. Kế hoạch là xây dựng các trạm biogas tập trung cho các thị trấn để cung cấp nhiên liệu sinh học cho các hộ gia đình thông qua các đường ống dẫn ngầm dưới đất. Các chất dư thừa của rơm rạ còn lại sẽ được quay trở lại làm phân hữu cơ tươi cho các cánh đồng. Theo nhóm nghiên cứu, cách thức này sẽ khiến cho rơm rạ được tái chế hoàn toàn. Mặc dù cacbon điôxit sẽ được tạo ra trong quy trình này, gây ra hiệu ứng nhà kính, nhưng nhóm nghiên cứu cho rằng cây lúa sẽ hấp thụ lại cacbon điôxit từ không khí trong quá trình sinh trưởng.

- Nhiệt khí hóa rơm rạ:

Nhiệt khí hóa đề cập tới việc chuyển hóa sinh khối lignocellulosic thành khí đốt cháy bằng cách nung nóng nó tới nhiệt độ cao tương đối. Ở một số bộ khí hóa thông thường được sử dụng ở Trung Quốc hiện nay, một số sinh khối được đốt trong không khí để cung cấp nhiệt cần thiết cho việc khí hóa. Những bộ khí hóa thổi khí như vậy



sản sinh ra khí, thường được gọi là “khí than nung” (producer gas) bao gồm chủ yếu là cacbon monoxit và hydro với vai trò là các thành phần phát cháy. Trung Quốc bắt đầu nghiên cứu các công nghệ khí hóa đối với các sản phẩm dư thừa mùa vụ và gỗ thải loại từ thập niên 50 của thế kỷ trước. Đầu những năm 80, các hệ khí hóa dựa trên trấu, sử dụng một bộ khí hóa tầng cố định dòng hút xuống (downdraft fixed-bed gasifier) và một động cơ máy phát do Trung Quốc chế tạo, đã được áp dụng vào công nghiệp chế biến thực phẩm với công suất từ 60 kW tới 160kW. Những hệ thống này sau đó đã ngừng hoạt động do chi phí bảo dưỡng cao và độ tin cậy thấp. Những nỗ lực nghiên cứu lại được tái khởi động vào giữa thập niên 1980 để phát triển các hệ khí hóa đối với rơm rạ để sản xuất khí than nung ở quy mô làng xã một cách tập trung để cung cấp khí thông qua một hệ thống đường ống tới các hộ gia đình sử dụng chủ yếu để nấu nướng. Viện Nghiên cứu Năng lượng tỉnh Sơn Đông (Shandong) đã phát triển các hệ khí hóa tầng cố định dòng hút xuống có khả năng chuyển hóa rơm của cây ngô, cao lương, bông và đậu tương. Hiệu suất khí hóa theo báo cáo đạt từ 72% tới 75% ở các đơn vị sản xuất từ 200 tới 500 m<sup>3</sup>/giờ, đủ lớn để phục vụ cho 200 tới 1000 hộ gia đình. R&D hiện cũng được tiến hành ở các công nghệ khí hóa tiên tiến hơn, bao gồm các công nghệ chuyển nhiệt từ sinh khối một cách không trực tiếp, vì vậy tránh được sự làm loãng ni tơ, để sản sinh ra khí có giá trị nhiệt trung bình (vào khoảng 1/3 giá trị nhiệt của khí tự nhiên). Viện Hàn lâm Các khoa học Môi trường Dalian, Viện Hàn lâm Khoa học Trung Quốc và Viện Chuyển hóa Năng lượng Guangzhou (Quảng Châu) đã thực hiện nhiều nỗ lực. Một số hệ thống thí điểm dựa trên những công nghệ này đã cho thấy có tiềm năng tốt.

Việc tận dụng rơm hiện tại trong lĩnh vực năng lượng sinh khối được thực hiện theo một số khía cạnh sau:

(1) **Đốt cháy trực tiếp:** Đây là cách sử dụng chính và truyền thống của rơm cho năng lượng sinh khối. Với mức tiêu chuẩn sống của nông thôn được tăng lên gần đây, đã có những thay đổi diễn ra trong cơ cấu của năng lượng nông thôn nhưng rơm rạ vẫn là một trong những nguồn nhiên liệu chủ yếu của nông thôn, chiếm tới 33-45% tiêu thụ năng lượng sử dụng để sinh sống và chủ yếu là ở các lò đốt thiếu hiệu quả. Năm 1980, chính phủ Trung Quốc đã khởi động Chương trình Quốc gia về thí điểm lò đốt cải tiến địa phương (NISPCP) trên toàn quốc với mục đích cải thiện hiệu quả năng lượng. Một số cải tiến công nghệ như hình dạng của khoang đốt, kích cỡ cửa tiếp nhiên liệu, lò và hầm tro đều đã đóng góp thành tựu cho thế giới. Hiệu suất của lò cải tiến hiện nay đã đạt hơn 20-25% trong khi các loại lò cũ chỉ đạt 10-12%. Tới cuối năm 2000, hơn 189 triệu hộ nông dân đã thay thế các loại lò cũ của họ bằng lò cải tiến, chiếm tới 78,4% trong các hộ nông thôn.

(2) **Phân hủy kỵ khí** (hay công nghệ biogas) là công nghệ chuyển hóa sinh học được áp dụng rộng rãi ở Trung Quốc, đặc biệt là ở các vùng nông thôn. Tới cuối năm 2000 đã có 7,64 triệu bể biogas ở hộ gia đình. Sản lượng biogas đã tăng từ 31,46 lên 37,49 m<sup>3</sup> trong giai đoạn 2000 tới 2002. Từ giữa thập niên 80 của thế kỷ trước, nông dân bắt đầu xây dựng các bể biogas bằng nguồn tiền của chính mình cộng với một tỷ lệ tài trợ nhỏ của chính phủ. Sau giai đoạn này, hướng dẫn kỹ thuật chuẩn đã được tăng cường. Công nghệ mới và các sản phẩm mới như đèn biogas và đồng hồ đo áp suất bếp lò đã được áp dụng vào hàng trăm nghìn gia đình. Bể phân hủy biogas được sử dụng rộng rãi ở các vùng nông thôn là bể phân hủy biogas thủy lực, chiếm tới 90% và được đánh giá trên toàn thế giới là “Mô hình bể phân hủy biogas của Trung Quốc”. Hiện tại, ở Trung Quốc có các mô hình “4 trong 1”: kết hợp bể chứa biogas, chuồng lợn, nhà kính và nhà vệ sinh (ở miền Bắc), mô hình “3 trong 1” gồm: “Lợn-biogas-trái cây”, hoặc “Lợn-sinh khối-rau”, hoặc “Lợn-sinh khối-hạt” (ở miền Nam).

(3) **Khí hóa rom rạ**: Công nghệ này sử dụng để chiết xuất nhiên liệu khí từ rom trong bộ khí hóa. Từ kế hoạch 5 năm lần thứ 7 tới lần thứ 9, hàng trăm dự án thí điểm khí hóa rom rạ đã được thiết lập và vận hành thành công. Hiện nay, có hơn 40 nhà máy và xí nghiệp cung cấp các phương tiện và dụng cụ khí hóa sinh khối ở Trung Quốc. Tới cuối năm 2000, 388 bộ hệ thống khí hóa rom rạ để cung cấp khí tập trung đã được xây dựng, cung cấp biogas tới 150 triệu mét khối, tiêu thụ  $8,7 \times 10^7$  tấn.

(4) **Than bánh rom**: công nghệ than bánh rom đề cập tới việc nén rom thành bánh trong đó dung lượng độ ẩm đạt 10% ở mọi loại nhiên liệu được thành hình ví dụ như dạng thanh, dạng khối và dạng viên dưới áp lực nhất định (nhiệt hoặc phi nhiệt). Hiện tại, các dạng máy chế tạo than bánh rom chính được phát triển ở Trung Quốc là máy ép pittong và máy ép kiểu vít. Ngoài ra, còn có một dạng máy đóng than bánh nữa là máy ép pittong thủy lực và máy ép cuộn. Nghiên cứu về công nghệ than bánh rom ở Trung Quốc đã được phát triển từ 20 năm trước đây khi Viện Các sản phẩm Lâm nghiệp Công nghiệp hóa tiến hành nghiên cứu về công nghệ than bánh rom sinh khối trong suốt Kế hoạch 5 năm lần thứ 7 của Trung Quốc. Quá trình R&D công nghệ than bánh rom sinh khối có thể được chia làm 3 giai đoạn. Trước năm 1995, tập trung vào phát triển công nghệ cơ bản, từ 1995-2005, công nghệ thế hệ đầu tiên được thực hiện để thúc đẩy ngành công nghiệp quy mô nhỏ. Sau năm 2005, công nghệ này sẽ được cải tiến và nâng cấp để áp dụng vào công nghiệp quy mô lớn.

Than bánh rom rạ có thể góp phần phát triển việc sử dụng rom trong sản xuất năng lượng, cải thiện giá trị phát nhiệt thể tích của một nhiên liệu, làm giảm chi phí vận chuyển và tạo ra điều kiện về nhiên liệu tốt hơn ở các vùng nông thôn. Loại công nghệ này hiện đang được thương mại hóa ở Trung Quốc.

## (5). Các loại khác

a. **Hóa lỏng:** Hóa lỏng sinh khối gồm chuyển hóa sinh hóa để sản xuất ethanol và chuyển hóa hóa nhiệt để sản xuất dầu sinh học. Vào khoảng năm 1990, Trung Quốc bắt đầu tiến hành nghiên cứu và phát triển công nghệ thủy phân để sản xuất ethanol và đã đạt được một số tiến bộ. Công nghệ hóa lỏng rơm rạ hiện đang ở giai đoạn thử nghiệm ở Trung Quốc.

b. **Cacbonat hóa rơm rạ:** Cacbonat hóa rơm rạ là công nghệ đưa sản xuất than bánh rơm vào lò luyện thông qua sự nhiệt phân trong điều kiện cách ly oxi, sau đó thu được than củi dạng khuôn.

c. **Than sinh học:** Được tán nhỏ và sấy khô ở một nhiệt độ nhất định, rơm và than, được trộn với chất sunphua hấp thụ trong máy đồ khuôn, có thể sản sinh ra than sinh học ở áp suất cao. Khi đốt cháy than sinh học, rơm bị đốt cháy trước tạo ra các lỗ rỗng, sau đó quá trình này sẽ làm cho than sinh học cháy hết hoàn toàn. Tuy nhiên, cho tới nay, các trang thiết bị chủ chốt vẫn chưa đáp ứng được nhu cầu thương mại hóa và sản xuất đại trà ở Trung Quốc do trang thiết bị công nghệ này tiêu tốn năng lượng rất cao, có độ tin cậy và ứng dụng thấp, chi phí cho tiền xử lý cao.

### *Dự án năng lượng sinh học quy mô nhỏ ở Trung Quốc*

Mặc dù gần đây, Trung Quốc bắt đầu quan tâm hơn tới việc sản xuất nhiên liệu sinh học quy mô lớn (bioethanol và biodiesel), nhưng nước này vẫn có một lịch sử lâu dài về sản xuất năng lượng sinh học quy mô nhỏ, đặc biệt là ở các vùng nông thôn. Đặc biệt là kể từ cuối thập niên 80 của thế kỷ trước, năng lượng sinh học được xác định là thành phần đóng góp quan trọng và hứa hẹn đối với việc sản xuất năng lượng tái tạo và phát triển nông thôn. Các công nghệ năng lượng sinh học tái tạo được áp dụng rộng rãi từ đầu thập niên 90 trở lại đây gồm phân hủy kỵ khí, khí hóa nhiệt phân, rắn hóa nhiên liệu sinh học, sản xuất ethanol sinh học và động phát diesel sinh học. Do trình độ phát triển kinh tế ở các vùng nông thôn của Trung Quốc, công nghệ khí hóa nhiệt phân là một trong những công nghệ phổ biến hơn cả do tính đơn giản và rẻ của nó. Năm 1997, Trung Quốc đã khởi động một số dự án thí điểm khí hóa ở nông thôn theo một hiệp định kí với Liên minh châu Âu. Năm 1998, khoảng 200 trạm biogas cấp độ làng xã đã được thiết lập ở Trung Quốc và 7 năm sau hơn 1000 trạm đã được xây dựng nhờ sự đầu tư của đất nước, chủ yếu là ở các vùng nông thôn thuộc các tỉnh ven biển đông và đông nam (như Liaoning, Shandong và Zhejiang). Tất cả các trạm được xây dựng bằng nguồn tài trợ của chính quyền tỉnh, làng xã và các tổ chức khác. Mỗi hộ gia đình muốn sử dụng biogas sẽ nộp khoảng 300 NDT để lắp đặt đường ống, lò biogas và đồng hồ đo mức tiêu thụ biogas. Chi phí xây dựng trung bình một trạm với công suất cho 200 hộ gia đình là từ 0,5 tới 2 triệu NDT.

Tuy nhiên, cho tới nay, những dự án nhỏ này chưa phát huy được hết tác dụng và chưa đạt mục tiêu cung cấp năng lượng cho khu vực nông thôn tới năm 2010 từ sinh khí hóa do những nguyên nhân như:

+ Các thiếu sót về mặt hành chính: thiếu sự phối hợp đồng bộ giữa các ban ngành, nhiều ban ngành còn miễn cưỡng giám sát, quản lý các trạm biogas ngoài ra còn thiếu tinh thần trách nhiệm đảm bảo tính hiệu quả của dự án.

+ Các thiếu sót về mặt chính sách: Năm 1986, Ủy ban Kinh tế Nhà nước ban hành Thông tư về việc Cải thiện việc Phát triển Năng lượng ở Nông thôn. Đây là chính sách đầu tiên về phát triển năng lượng tái tạo nhắc tới tầm quan trọng của năng lượng sinh học. Tuy nhiên, sau hơn 20 năm vẫn chưa có một kế hoạch chi tiết nào được thành lập, chưa có các tiêu chuẩn kỹ thuật và hướng dẫn về năng lượng sinh học được đề ra để điều tiết thị trường trang thiết bị cũng như chưa có một mục tiêu định lượng nào được đề xuất.

+ Các thiếu sót về mặt kỹ thuật: Quá chú trọng tới việc giảm chi phí, với trang thiết bị có cơ cấu đơn giản và vận hành cần sức lao động đã để lại nhiều hậu quả: thiết kế các thiết bị tinh lọc không hiệu quả làm gây ra tình trạng tắc nghẽn. Trang thiết bị này không thể xử lý được các nhiên liệu ẩm. Dung lượng caloric do biogas sản sinh ra quá thấp. Trong quá trình xây dựng, thép kém chất lượng được sử dụng nên các cơ sở tích trữ, đường ống bắt đầu hỏng hóc và rò rỉ khí.

+ Thiếu sót về ngân sách.

+ Thiếu sự ủng hộ của cộng đồng.

Xác định được những thiếu sót trên, ngoài những định hướng sửa đổi và tạo thuận lợi về mặt chính sách, ngân sách, một số những định hướng sau đã được Trung Quốc đề ra:

- Nghiên cứu và phổ biến công nghệ cải tiến biogas và lò để đáp ứng những nhu cầu năng lượng của khu vực nông thôn, nhằm nâng cao hiệu suất đốt cháy của lò cải tiến và hiệu suất khí của phân hủy khí rơm rạ, phát triển công nghệ nông nghiệp sinh thái biogas đồng bộ, giảm việc sử dụng củi đốt và nhiên liệu hóa thạch.
- Phổ biến các hệ khí hóa rơm rạ đối với việc cung cấp khí tập trung ở những khu vực trù phú.
- Nghiên cứu công nghệ đốt cháy trực tiếp rơm rạ bằng cách phát triển các nồi hơi buồng đốt trực tiếp rơm rạ và các phương tiện khác để sử dụng với quy mô lớn rơm rạ trong việc sản xuất điện và cung cấp nhiệt.

- Nghiên cứu và phát triển các máy đồ khuôn than sinh học và máy sản xuất than bánh rơm theo các đặc tính của rơm rạ với tiêu chí giảm năng lượng tiêu thụ của máy móc, nâng cao độ tin cậy và khả năng ứng dụng và mức độ thương mại hóa của máy móc.
- Tăng cường hợp tác quốc tế, ứng dụng các công nghệ tiên tiến của nước ngoài vào việc tận dụng rơm rạ để thúc đẩy sử dụng rơm rạ ở Trung Quốc.

### 3. Nhật Bản

Theo khung Nghị định thư Kyoto, Nhật Bản phải giảm lượng phát thải khí nhà kính tới 6% so với tỷ lệ của năm 1990. Do vậy, ngành công nghiệp năng lượng của Nhật Bản sẽ phải tiếp cận tới nguồn năng lượng tái tạo vốn chưa được chú trọng nghiên cứu cùng với các công nghệ bảo tồn năng lượng. Việc sử dụng năng lượng tái tạo hiện tại ở Nhật Bản mới ở tỷ lệ rất thấp. Luật Thúc đẩy Năng lượng mới được sửa đổi vào 25/1/2002 được ban hành để thúc đẩy việc áp dụng những hệ thống mới này. Sử dụng các phế thải dư thừa nông nghiệp lần đầu tiên được đưa ra bàn thảo, nghiên cứu một cách nghiêm túc bắt đầu từ quá trình cấm vận dầu mỏ của thập niên 70 của thế kỷ trước. Tuy nhiên, khi giá dầu giảm sau khi sự cấm vận kết thúc, thì các sản phẩm bã nông nghiệp thải loại bị mất tính cạnh tranh đối với nhiên liệu hóa thạch. Kết quả là, hiện tại chưa có các loại bã nông nghiệp thải loại nào được sử dụng ở Nhật Bản. Bảng 10 cho thấy tiềm năng năng lượng của rất nhiều loại chất dư thừa nông nghiệp ở Nhật bản.

**Bảng 10: Sản lượng các loại sản phẩm phụ nông nghiệp hàng năm (năm 2002)**

	Sản lượng (t/năm)	Tỷ lệ dư (-)	Sản lượng bã dư (t/năm)
Gạo	9.472.000	1,43	13.544.960
Lúa mỳ	688.200	2,53	1.741.146
Lúa mạch	192.200	2,5	490.500
Khoai lang	1.008.000	1,14	1.149.120
Khoai tây	2.844.000	1,14	3.242.160
Đậu tương	235.000	2,14	502.900
Rỉ đường	1.395.000	0,52	725.400
Ngô	5.287.000	1,1	5.815.700
Cây lúa miến (sorghum)	1.625.000	1,57	2.551.250

Tại Nhật Bản, rơm lúa hiện được sử dụng và tiêu hủy theo các cách sau: để cày xới lại vào đất trên đồng 61,5%, làm thức ăn cho động vật 11,6%, làm phân xanh 10,1%, lợp mái cho chuồng nuôi gia súc 6,5%, vật liệu che phủ trên ruộng 4%, đồ thủ công từ rơm 1,3%, các loại khác 0,3%, đốt cháy 4,6%. Chỉ có 4,6%, tỷ lệ tiêu hủy thông qua đốt cháy hiện tại, là có thể được sử dụng làm nguồn năng lượng. Cách chính để phân hủy rơm rạ hiện tại ở Nhật vẫn là bón lại cho đồng.

Để sử dụng rơm rạ làm nguồn năng lượng, chúng phải được bảo quản bên ngoài đồng ruộng và được thu thập với khối lượng thích hợp với quy trình chuyển hóa năng lượng. Hiện tại, 60% rơm rạ được sản xuất ra theo cách cắt khúc tự động bằng các máy gặt liên hợp, được trải lên ruộng và sau đó được cày lấn vào với đất. Khi nông dân muốn thu thập rơm rạ mà không cắt khúc họ phải gắn một thiết bị được gọi là “knotter” lên máy gặt liên hợp để bó rơm lại thành bó và sử dụng máy “roll bailer” để nhặt những bó rơm trên đồng.

### **Các công nghệ chuyển hóa năng lượng đối với rơm rạ**

Các công nghệ chuyển hóa có khả năng áp dụng cho rơm rạ gồm đốt nhiệt trực tiếp, sản xuất nhiệt điện trực tiếp, khí hóa và sản xuất điện (động cơ chạy bằng khí, tuabin hơi, pin nhiên liệu), khí hóa và sản xuất methanol, nhiệt phân nhanh (flash Pyrolysis), axit hydrolysis và lên men ethanol, đốt cùng nguyên liệu khác (co-firing). Chỉ có hai trong số các công nghệ này, nhiệt đốt cháy và sản xuất nhiệt điện trực tiếp là đã được thương mại hóa. Các nồi hơi sôi thông thường và các bình đun nước nóng có khả năng áp dụng công nghệ đốt nhiệt trực tiếp và hệ thống này có thể được sử dụng ở các trường trung học và bệnh viện của Nhật Bản. Quy mô của các nồi đun sôi ở Nhật Bản là 400kg/h hơi. Tuy nhiên, cho tới nay công nghệ này vẫn chưa được áp dụng rộng rãi ở Nhật Bản, do đòi hỏi lượng tiêu thụ rơm rạ rất lớn so với lượng rơm có thể thu hoạch và tích trữ được tại một vùng, ngoài ra khí hậu ôn hòa của Nhật Bản cũng làm hạn chế nhu cầu về nhiệt trực tiếp ngoại trừ một số vùng như Hokkaido. Những công nghệ khác như đốt cháy trực tiếp và phát điện tua bin hơi cũng có khả năng sử dụng rơm rạ, tuy nhiên những công nghệ thông thường này có chi phí cho việc sản xuất rất cao do quy mô quy trình xử lý nhỏ, chi phí cho các thiết bị thu hồi năng lượng cao. Các công nghệ khí hóa và phát điện (bằng động cơ khí, tuabin hơi, pin nhiên liệu) cũng cần phải có những cải tiến về mặt kỹ thuật cũng như giảm chi phí đối với việc sử dụng rơm rạ làm nguồn nhiên liệu.

Công nghệ đốt cùng nguyên liệu khác (co-firing) có đặc điểm là đạt được giá trị nhiệt cao hơn so với giá trị nhiệt của rơm rạ khi được đốt một mình. Tuy nhiên, công nghệ này vẫn cần phải được nghiên cứu sâu hơn ở những khía cạnh như hàm lượng độ ẩm, hàm lượng tro và cần phải phát triển công nghệ tiền xử lý rơm rạ trước khi được đốt trong lò.

## **Các triển vọng sử dụng rơm rạ ngắn hạn và dài hạn**

### **Ngắn hạn**

Để đáp ứng các mục tiêu nghị định thư Kyoto đề ra cho giai đoạn 2008-2012, Chiến lược chính của Nhật Bản sẽ là sử dụng rơm rạ với công nghệ thông thường. Rơm rạ sẽ được sử dụng với mục đích rõ ràng là nhằm làm giảm phát thải cacbon điôxit. Với vai trò là công nghệ thông thường, đốt nóng nhiệt trực tiếp (các nồi đun sôi và cung cấp nước nóng) và sản xuất điện đốt cháy trực tiếp là khả thi.

### **Dài hạn**

Tương lai của việc tận dụng rơm rạ cho tới năm 2050 rất khó dự đoán, xét trên việc nó phụ thuộc nhiều vào chính sách cung cấp gạo của Nhật Bản. Tuy nhiên, có thể cải thiện hiệu suất chuyển hóa của rơm rạ bằng cách phát triển và đưa vào sử dụng những công nghệ đốt co-firing, khí hóa và phát điện. Thách thức đối với việc phát triển những công nghệ này có thể là tán bột đối với co-firing, xử lý hắc ín đối với khí hóa và giảm chi phí sản xuất của pin nhiên liệu đối với việc phát điện.

Gần đây, chính phủ Nhật Bản đã bắt đầu quan tâm nhiều hơn tới việc sử dụng rơm rạ. Năm 2008, chính phủ Nhật Bản đề ra kế hoạch phát triển quy trình sản xuất chi phí thấp ethanol sinh học xenlulo triết xuất từ rơm rạ. Các quan chức của Bộ Nông Lâm Ngư nghiệp cho biết, công nghệ triết xuất ethanol sinh học từ rơm rạ hiện đã có tuy nhiên mới chỉ thành công ở quy mô trong phòng thí nghiệm. Bộ Nông Lâm Ngư nghiệp Nhật Bản dự kiến đưa công nghệ này thành một quy trình mang tính thương mại bằng cách xây dựng một quy trình từ tập hợp, vận chuyển rơm, cho tới sản xuất và sử dụng nhiên liệu tổng hợp được. Nhiên liệu sản xuất ra sẽ được sử dụng cho các phương tiện giao thông và các mục đích sử dụng khác. Quận Akita đã được chọn là nơi để tiến hành dự án thí điểm sử dụng xenlulo nhẹ. Dự án thí điểm này nhằm mục đích thực hiện các xét nghiệm kiểm tra để thiết lập nên công nghệ sản xuất ethanol sinh học từ sinh khối xenlulo nhẹ, ví dụ như rơm rạ và trấu. Nguyên liệu thô để sản xuất ethanol sinh học sẽ là rơm rạ và trấu của xã Ogata, một trong những khu vực trồng lúa gạo hàng đầu ở Nhật Bản. Công ty Akita Agriculture Public sẽ thu thập và vận chuyển nguyên liệu sinh khối, còn Hệ thống Nhà máy Kawasaki của Tập đoàn Công nghiệp Nặng Kawasaki (Kawasaki Heavy Industries Group) sẽ chịu trách nhiệm sản xuất nhiên liệu sinh học và thực hiện các xét nghiệm kiểm tra nhiên liệu sinh học từ giai đoạn tài khóa 2008 tới 2012. Được công bố vào 14/11/2008, hệ thống sản xuất ethanol sinh học đã được lắp đặt ở Tp. Katagami bao gồm các quy trình tiền xử lý, glycation, lên men và chưng cất. Quy trình glycation khai thác một công nghệ sản xuất ethanol sinh học tiên tiến bằng một hệ thống nhiệt mà Kawasaki đồng phát triển cùng với Cơ quan Phát triển Công nghệ Công nghiệp và Năng lượng mới (NEDO). Công suất sản lượng của hệ thống này được dự kiến đạt 200 lít/ngày, với công suất sản

lượng tối đa là 22,5 kilo lít/năm cho 112 ngày vận hành. Bã lên men có thể được sử dụng để làm phân bón.

Tiến tới, chính phủ Nhật Bản còn dự kiến hỗ trợ cho Trung Quốc và Thái Lan trong việc xây dựng các nhà máy nhiên liệu sinh học và tiến hành sản xuất nhiên liệu.

#### **4. Thái Lan**

Hiện nay tại Thái Lan việc sử dụng rơm rạ mang tính thương mại để sản xuất năng lượng vẫn chưa phát triển. Do thiếu các biện pháp khuyến khích, hỗ trợ, nên người nông dân chưa thấy được lợi ích của việc thu gom và sử dụng rơm rạ trong công nghiệp, điều này dẫn đến việc họ thường đốt ngay trên đồng những phế thải nông nghiệp này. Tuy nhiên Thái Lan đã tiến hành nhiều nghiên cứu đánh giá cho thấy có thể sử dụng rơm rạ để tạo ra điện năng, đặc biệt là dùng trong đun nóng các nồi hơi để thay vì dùng các nhiên liệu hoá thạch. Thái Lan cũng đang nghiên cứu các công nghệ sử dụng phụ phẩm nông nghiệp để tạo ra điện năng và dùng trong đốt nóng nồi hơi công nghiệp, các nước đi đầu ở châu Âu trong lĩnh vực này mà Thái Lan tham khảo là Đan Mạch và Anh.

Tại Thái Lan, hàng năm có từ 8-14 triệu tấn chất thải rơm rạ được đốt ngoài đồng sau khi thu hoạch lúa, gây ô nhiễm môi trường. Việc đầu tư cho các phương pháp tận dụng rơm rạ tỏ ra tốn kém và hiệu quả không cao nên phương pháp phổ biến nhất là đốt ngay tại đồng ruộng để chuẩn bị cho canh tác vụ sau. Việc đốt rơm rạ lộ thiên phổ biến nhất ở các vùng thuộc miền Trung nước này. Tuy nhiên, theo các nhà nghiên cứu, nếu được quản lý tốt rơm rạ này có thể là nguồn cung cấp năng lượng đáng kể.

Các nghiên cứu cho thấy, rơm rạ có thể được sử dụng để đốt nóng và sản xuất điện. Tại Thái Lan, chi phí để sản xuất điện từ rơm rạ là từ 1,36 Baht/kWh (với giá rơm rạ từ 930-1500 Baht/tấn) không cạnh tranh so với than (1,07 Baht/kWh), nhưng lại cạnh tranh so với biomass khác (1,27-1,92 Baht/kWh). Tuy nhiên, việc sử dụng rơm rạ cho các nồi hơi công nghiệp lại là lựa chọn linh hoạt và cạnh tranh, với hai phương án: (1) lắp đặt các nồi hơi mới được đốt nóng bằng rơm rạ thay vì bằng dầu hoặc khí gas tự nhiên; (2) chuyển từ dùng than sang dùng rơm rạ đối với các lò hơi hiện có. Dựa trên các đặc điểm, rơm rạ không có nhiều khác biệt trong quy trình vận hành khai thác và phát thải so với rơm lúa mì và vỏ trấu. Theo các chuyên gia, để nhanh chóng sử dụng rơm rạ có hiệu quả, tránh việc đốt ngoài trời gây ô nhiễm hiện nay, thì Chính phủ phải có biện pháp hỗ trợ khuyến khích phát triển, đồng thời phải tổ chức các sự kiện để phổ biến thông tin về khả năng sử dụng rơm rạ cho các ứng dụng công nghiệp và lợi ích đối với môi trường.

Thái Lan cần có những nguồn năng lượng để thay thế năng lượng hoá thạch trong sản xuất điện, đặc biệt là gas chiếm tới 75% sản xuất điện ở nước này. Hiện Thái Lan dựa chủ yếu vào khí gas tự nhiên, Kế hoạch Phát triển Điện năng 2007 của nước này



vẫn tiếp tục xây dựng nhà máy nhiệt điện chạy bằng gas tự nhiên công suất 18.200 MW đến năm 2011. Bên cạnh đó, việc sử dụng biomass cũng được khuyến khích phát triển. Rơm rạ là dạng biomass mới đầy tiềm năng, có thể thay thế một phần gas tự nhiên, đồng thời giảm lượng khí thải đáng kể gây hiệu ứng nhà kính. Các chuyên gia năng lượng cho rằng Chính phủ Thái Lan cần tăng cường hơn nữa các biện pháp khuyến khích sử dụng rơm rạ trong các chương trình sản xuất điện nhỏ ở cấp tỉnh. Tiềm năng sử dụng rơm rạ ở Thái Lan được đánh giá trên 2 cấp độ: Thứ nhất, công suất nhà máy điện từ rơm rạ được xác định trên cơ sở khối lượng rơm rạ hiện thời; Thứ hai, khả năng gây hiệu ứng nhà kính trong trường hợp đốt rơm rạ phế thải ngoài đồng ruộng và tiếp tục sử dụng nhà máy điện chạy bằng khí gas tự nhiên.

Về khối lượng rơm rạ, tỷ lệ rơm rạ còn dư lại sau khi sử dụng (thường bị đốt lộ thiên sau khi thu hoạch) ở Thái Lan là từ 20-40% tổng lượng rơm rạ từ sản xuất lúa. Do các tỉnh thuộc miền Trung Thái Lan thường sản xuất 2-3 vụ mỗi năm và sử dụng máy móc để thu gom và nén gọn rơm rạ, nên vùng này có tiềm năng lớn để tận dụng phế thải rơm rạ. Tại phía Bắc nước này, rơm rạ thường được sử dụng làm thức ăn vật nuôi, do ở vùng này chỉ có một mùa vụ, rơm rạ có thể được dự trữ dùng làm thức ăn gia súc trong mùa khô hoặc phủ dưới đất để giữ ẩm. Do vậy, các nghiên cứu từ trước tới nay, đặc biệt là năm 2007-2008, chủ yếu về cách thức tận dụng rơm rạ để sản xuất năng lượng áp dụng cho khu vực miền Trung Thái Lan. Đối với việc xây dựng một nhà máy điện chạy bằng rơm rạ, bên cạnh những yêu cầu về nhiên liệu, còn có những đòi hỏi khác như trang thiết bị đầu tư mới, công nghệ mới, duy tu và bảo dưỡng, khác với nhà máy điện chạy bằng vỏ trấu hiện có ở nước này. Do vậy, công suất của nhà máy điện chạy bằng rơm rạ phải được đánh giá và so sánh dựa trên những điều kiện hiện thời về phát triển nhà máy điện chạy bằng vỏ trấu.

Xét về mặt hiệu quả kinh tế, việc xây dựng các nhà máy điện chạy bằng rơm rạ phải đặt chính tại những nơi có khối lượng rơm rạ lớn, vì việc vận chuyển sẽ rất tốn kém. Có thể đặt mỗi tỉnh một nhà máy như vậy. Trên thực tế nguồn cung rơm rạ đủ cho các nhà máy điện hoạt động liên tục giữa hai mùa vụ. Công suất chung của các nhà máy điện chạy bằng biomass, kể cả chạy bằng rơm rạ, là khoảng từ 20-28%. Các nhà máy điện chạy bằng vỏ trấu ở nước này cũng có hiệu suất hơn 20%. Việc sản xuất điện từ rơm rạ bao gồm cả việc thu gom và phân phối tới các nhà máy điện để sản xuất. Cơ quan Điện lực Thái Lan (EGAT) đang theo đuổi kế hoạch chiến lược xây dựng các nhà máy điện biomass. Các nhà máy này được đòi hỏi phải hoạt động ít nhất là 80% công suất, 24h mỗi ngày trong ít nhất 346 ngày trong một năm. Cây lúa gồm hạt lúa, phần rơm và rạ (gốc lúa), trong đó chỉ có phần rơm là thường được sử dụng cho nhà máy điện. Rơm được đóng thành kiện, khoảng 35, 47 hoặc 100 cm, nặng trung bình khoảng 15-18kg. Các kiện này được chuyển từ cánh đồng đến nhà máy điện, khoảng cách trong vòng 120km.

Việc đưa vào hoạt động của nhà máy điện từ rơm rạ cũng tạo ra khoảng 2195,9 tấn CO<sub>2</sub> mỗi năm ứng với tổng công suất 147.627 MWh điện được tạo ra mỗi năm. Ngoài ra, việc thu gom rơm rạ và vận chuyển cũng thải ra khoảng 1911,6 tấn CO<sub>2</sub> tương ứng. Để chuyển đổi được 1MWh điện từ rơm rạ, thì nhà máy điện chạy bằng rơm rạ sẽ thải ra khoảng 0,028 tấn CO<sub>2</sub>, so với khoảng 0,78 tấn CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> và N<sub>2</sub>O khi đốt bỏ rơm rạ lộ thiên. Lượng năng lượng được chuyển đổi này từ rơm rạ cũng tránh được 0,5 tấn CO<sub>2</sub> phát thải từ nhà máy điện chạy bằng gas tự nhiên.

Tại Thái Lan, có từ 8-14 triệu tấn chất thải rơm rạ. Nếu 8,5 triệu tấn rơm rạ hàng năm có thể được sử dụng để tạo ra khoảng 786 MW điện, giảm được đáng kể khí gây hiệu ứng nhà kính và thay thế được 1837 triệu m<sup>3</sup> khí gas tự nhiên, tiết kiệm được khoảng 39 triệu USD. Tại miền Trung nước này luôn sẵn có 2,67 triệu tấn rơm rạ có thể tạo ra 157 - 218 MW điện (hiệu suất từ 20-27%), giảm được từ 1,7-2 triệu tấn CO<sub>2</sub> và thay thế được từ 367 - 508 triệu m<sup>3</sup> khí gas tự nhiên. Nếu trong trường hợp có 14 triệu tấn rơm rạ thì có thể tạo ra được 1325 MW điện, thay thế được 1837 triệu m<sup>3</sup> khí.

Tại các tỉnh miền Trung Thái Lan, do có 2 vụ lúa, nên có thể xây dựng các nhà máy điện rơm rạ với công suất từ 0,18 đến 76 MW, phù hợp với chủ trương của Chính phủ nước này là phát triển các nhà máy điện cỡ nhỏ để hoà vào lưới điện quốc gia, thay thế các nhà máy điện chạy bằng năng lượng hoá thạch. Công suất được cho là khả thi nhất cho mỗi vùng cung cấp rơm rạ là dưới 5 MW.

*Bảng 11: Phân loại nhóm tỉnh có tiềm năng sản xuất điện từ rơm rạ (Đánh giá dựa trên hiệu suất nhà máy điện từ rơm rạ là 20%, trường hợp tốt nhất là 27%)*

	Nhận dạng	Công suất cấp tỉnh (MW)	Số tỉnh	Công suất cấp tỉnh cụ thể (MW)	Tổng công suất cấp tỉnh cụ thể (MW)	Tránh được nóng ẩm toàn cầu (Triệu tấn CO <sub>2</sub> mỗi năm)
Nhóm 1	Không có khả năng cung cấp	0	1	0	0	0
Nhóm 2	Nguồn cung rất thấp	<1	6	0.07-0.75	1.6-2.2	0.017-0.02
Nhóm 3	Nguồn cung thấp	>1-10	6	1.3-9.0	20-28	0.22-0.25
Nhóm 4	Nguồn cung cao	>10-20	7	8-20	79-111	0.88-1.00
Nhóm 5	Nguồn cung rất cao	>20	6	16-76	163-225	1.78-2.04
		Tổng	26		263-366	2,9-3,3

Các nghiên cứu về tiềm năng sản xuất điện từ rơm rạ của Thái Lan đã phân theo tiềm năng của các tỉnh về cung cấp rơm rạ. Theo đó, có 5 nhóm có nguồn cung tăng dần. Các tỉnh trong nhóm 1 không có khả năng cung cấp rơm rạ trong cả năm, nhưng có thể hỗ trợ, kể cả tài chính, cho một nhà máy điện rơm rạ ở tỉnh bên cạnh. Các tỉnh trong nhóm 2 (gồm Trat, Chonburi, Samut Songkram, Sa Kaeo, Rayong, và Samut Sakhon), có tiềm năng thấp trong cung cấp rơm rạ cho nhà máy điện cỡ nhỏ, có thể phát triển nhà máy điện quy mô nhỏ, đủ để tự cung cấp điện cho tiêu thụ nội tỉnh. Các tỉnh nhóm 3 (Prachuap Khirikhan, Samut Prakarn, Nakhon Nayok, Bangkok, Prachinburi và Nonthaburi) có nguồn cung thấp cho các nhà máy điện cỡ nhỏ, nhóm này cũng có thể phát triển phát triển nhà máy điện quy mô rất nhỏ, đủ để tự cung cấp điện cho tiêu thụ nội tỉnh. Nhóm 4 (gồm các tỉnh Saraburi, Kanchanaburi, Phetchaburi, Pathumthani, Ratchaburi, Lopburi và Ang Thong) có tiềm năng lớn để xây dựng nhiều nhà máy điện chạy bằng rơm rạ cỡ nhỏ, hoặc các tỉnh có ít tiềm năng hơn trong nhóm này có thể hợp tác phát triển các nhà máy điện loại này cỡ nhỏ để giảm chi phí cho mỗi MW. Nhóm 5 (gồm các tỉnh Chachoengsao, Singburi, Nakhon Pathom, Ayutthaya, Chainat và Suphanburi) có tiềm năng sản xuất điện từ rơm rạ lớn, có thể sản xuất thương mại. Mỗi tỉnh trong nhóm này có thể xây dựng riêng hơn một nhà máy điện loại này cỡ nhỏ. Với việc xây dựng các nhà máy điện rơm rạ, các tỉnh tại miền Trung nước này có thể tránh được từ 0,75 – 1,18 tấn CO<sub>2</sub> tương đương mỗi năm. Tuy nhiên, các kế hoạch xây dựng các nhà máy điện này vẫn phải đảm bảo hiệu quả kinh tế.

Nghiên cứu trên cho thấy rằng nhà máy điện rơm rạ có thể là một lựa chọn cho sản xuất điện, cũng như cần được hỗ trợ phát triển, thay vì đốt bỏ rơm rạ ngoài đồng gây ô nhiễm cho khu vực và góp phần gây hiệu ứng nhà kính. Đốt từ 8,5 – 14,3 tấn rơm rạ mỗi năm có thể tạo ra từ 5-8,6 triệu tấn CO<sub>2</sub>. Với tổng công suất các nhà máy điện rơm rạ từ 786-1325 MW thì có thể tránh được từ 7,8 - 13,2 triệu tấn CO<sub>2</sub> mỗi năm, đồng thời thay thế được từ 1 - 1,8 tỷ m<sup>3</sup> khí gas tự nhiên (tương đương từ 4-7% lượng khí đốt cần thiết cho tạo ra 18.200 MW điện theo như Kế hoạch Phát triển Điện năng 2007 của Thái Lan).

## **5. Sử dụng rơm rạ tại Việt Nam**

Ở nước ta sản xuất lúa hàng năm đã tạo ra vài chục triệu tấn rơm rạ. Riêng tại khu vực Đồng bằng sông Cửu Long mỗi năm cũng có tới 15 triệu tấn rơm. Tuy nhiên, loại phế thải nông nghiệp này thường được nông dân đốt gây lãng phí và làm ô nhiễm môi trường. Hiện nay, cùng với việc ứng dụng các tiến bộ khoa học vào sản xuất, nhiều loại máy móc được đưa vào gặt và tuốt lúa. Sau khi gặt xong nông dân đã tuốt lúa

ngay tại đồng ruộng nên giảm được nhiều công sức trong việc vận chuyển lúa (chưa tuốt) về nhà tuốt. Vì thế, rơm rạ phần lớn để lại ngoài đồng ruộng (chỉ một phần nhỏ được nông dân đưa về nhà để làm thức ăn cho gia súc về mùa đông). Phần rơm rạ ngoài đồng ruộng lại được người dân đốt thành tro. Đây là một việc làm gây hại cho môi trường và ảnh hưởng trực tiếp tới sức khỏe của người dân. Theo các chuyên gia y tế, mù bụi ro đốt rơm rạ gây ra (đã từng xảy ra vào tháng 6/2009 tại Hà Nội) gây ô nhiễm không khí rất có hại đối với sức khỏe con người, nhất là đối với trẻ em, người già và người mắc bệnh đường hô hấp.

Trước đây, thu hoạch xong, người nông dân thường thu gom rơm rạ để sử dụng cho chăn nuôi, làm chất đốt, nhưng mấy năm gần đây, nông dân không sử dụng vào những việc đó mà thường đốt ngay tại ruộng, vừa đỡ công vận chuyển vừa để tăng chất màu cho đất. Do đốt ngay khi vừa tuốt lúa lấy hạt, rơm còn tươi nên khói mù mịn. Thậm chí, việc đốt này còn không có lợi cho đồng ruộng bởi khi đốt rơm rạ, các chất hữu cơ trong rơm rạ và trong đất do nhiệt độ cao đã biến thành các chất vô cơ. Đốt rơm rạ còn làm cho đồng ruộng bị khô, chai cứng do một lượng nước khá lớn bị bốc hơi trong quá trình rơm rạ cháy, trong khi đó tình hình thiếu nước cho sản xuất thường xuyên xảy ra.

Như vậy đốt rơm rạ là điều nên tránh và nên khuyến cáo bà con sử dụng rơm rạ cho việc trồng nấm rơm, dự trữ làm thức ăn gia súc, ủ gốc trồng màu... Trong trường hợp khó vận chuyển và cất giữ có thể vận động tập thể mua máy đóng bánh rơm của một số xí nghiệp đã khuyến cáo rất có hiệu quả trong việc ép rơm rạ thành bánh giúp cho việc vận chuyển và bảo quản rơm rạ được dễ dàng. Từ đó có thể sử dụng rơm rạ cho nhiều mục đích khác. Máy ép rơm đã được sản xuất và đưa vào sử dụng ở các tỉnh An Giang, Đồng Tháp, TP. Hồ Chí Minh... Việc dùng rơm rạ cho mục đích làm giấy, sản xuất ethanol chưa được áp dụng ở nước ta.

### ***Sử dụng rơm để trồng nấm rơm***

Nấm rơm là thực phẩm rất được người dân các nước châu Á ưa chuộng và được trồng phổ biến ở các vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới. Ở Việt Nam, nấm rơm được trồng trên nhiều loại nguyên liệu khác nhau như lục bình, bã mía, rơm rạ,... nhưng nguyên liệu phổ biến nhất hiện nay mà người trồng nấm sử dụng vẫn là rơm rạ. Nấm rơm có thể được trồng ở nhiều nơi trồng khác nhau, từ nơi có nhiều ánh sáng mặt trời (trồng ngoài trời), đến nơi không chịu ảnh hưởng trực tiếp của ánh sáng mặt trời (trồng trong nhà). Phổ biến nhất hiện nay là trồng nấm rơm ngoài trời, tận dụng diện tích đất trống của nông hộ để đắp mô trồng nấm.

Nấm rơm là một loại thực phẩm có nhiều chất dinh dưỡng với hàm lượng protein cao (2,66 - 5,05%) và 19 acid amin (trong đó có 8 loại acid amin không thay thế), không làm tăng lượng cholesterol trong máu. Ngoài giá trị dinh dưỡng, nấm rơm có

thành phần chất xơ tương đối cao và thành phần lipid thấp nên có khả năng phòng trừ bệnh về huyết áp, chống béo phì, xơ cứng động mạch, chữa bệnh đường ruột...

Trồng nấm rơm được xem là một nghề mang lại hiệu quả kinh tế cao tại các tỉnh miền Nam nước ta. Sản lượng nấm rơm tăng theo cấp số nhân qua các năm. Từ năm 1990 mới đạt được vài trăm tấn/năm, đến năm 2003 đã đạt được trên 40.000 tấn/năm,... Và hiện nay mỗi năm cả nước sản xuất được khoảng 100.000 tấn nấm nguyên liệu. Các tỉnh phía Nam đã và đang sản xuất nấm rơm muối đóng hộp với sản lượng hàng nghìn tấn trên năm và xuất khẩu. Thị trường tiêu thụ nấm ăn lớn nhất hiện nay là Mỹ, Nhật Bản, Đài Loan/Trung Quốc và các nước châu Âu. Mức tiêu thụ bình quân tính theo đầu người của châu Âu và châu Mỹ là 2-3 kg/năm; ở Nhật, Úc khoảng 4 kg/năm... Bên cạnh đó ngay ở thị trường trong nước, lượng nấm tiêu thụ cũng vài chục nghìn tấn/năm.

Ở nước ta, Đồng bằng sông Cửu Long có tiềm năng to lớn để phát triển nghề nấm. Đồng bằng sông Cửu Long cung ứng phần lớn nấm rơm cho cả nước, là khu vực có đủ các điều kiện để phát triển mạnh nghề trồng nấm rơm như:

- Điều kiện tự nhiên: các tỉnh phía Nam có sự chênh lệch về nhiệt độ giữa tháng nóng và tháng lạnh là không lớn lắm nên có thể trồng nấm rơm quanh năm.
- Bình quân 1 tấn lúa sẽ có được khoảng 1,2 tấn nguyên liệu trồng nấm (rơm, rạ). Nếu kể đến các phế phẩm khác như: hạt cưa, lục bình, bã mía,... thì khu vực sẽ có nguồn nguyên liệu rất lớn để trồng nấm rơm.
- Trồng nấm không cần nhiều diện tích, chủ yếu là tận dụng những khoảng trống quanh nhà để chắt nấm như: sân vườn, mái hiên,...
- Tận dụng thời gian nhàn rỗi trong sản xuất nông nghiệp, đặc biệt là vào mùa lũ, thời gian nhàn rỗi của nông dân là rất nhiều, lại không có việc làm để tạo thu nhập ngoài việc giăng câu, giăng lưới. Bên cạnh đó, việc trồng nấm rơm không đòi hỏi kỹ thuật phức tạp nên các lao động phụ cũng có thể tham gia trồng nấm rơm.
- Chi phí đầu tư cho việc trồng nấm thấp, chi phí tính trên 100m<sup>2</sup> khoảng 256.000 đồng, lợi nhuận thu được khoảng 950.000 đồng (Vũ Thị Phương Huệ, 2005) và vòng quay vốn nhanh nên có thể áp dụng được đối với nhiều hộ gia đình.
- Tạo thêm nguồn thực phẩm và đem lại hiệu quả kinh tế. Trồng nấm rơm không những mang lại hiệu quả kinh tế cho nông hộ, cho xã hội mà còn giải quyết được nguồn thực phẩm còn đang thiếu ở nước ta (Trung tâm UNESCO, 2004).

Các địa phương phía Nam phát triển nấm rơm nhiều nhất là Phú Yên, đã trồng nấm rơm theo quy trình mới, hiệu quả kinh tế cao của Trung tâm Công nghệ sinh học Việt

Nam lần đầu tiên được triển khai đại trà tại huyện Sơn Hòa bước đầu đã được nông dân đón nhận. Diện tích trồng nấm rơm ở An Giang sẽ tăng gấp năm lần theo khuôn khổ Đề án phát triển nghề trồng nấm rơm và phương án hỗ trợ tín dụng phát triển trồng nấm rơm giai đoạn 2006 - 2010 của tỉnh An Giang, năm 2006, Chi cục Hợp tác xã và Phát triển nông thôn tỉnh đã cùng các doanh nghiệp đầu tư xây dựng 11 cơ sở sơ chế và tiêu thụ nấm. Ngoài ra còn có các địa phương khác cũng phát triển trồng nấm như Sóc Trăng (trồng nấm rơm ở Sóc Trăng đã đem lại thu nhập khá cao cho người nông dân bởi giá trị kinh tế xuất khẩu của nó), Long An, Tiền Giang, Đồng Tháp (với làng nấm Tân Hòa nổi tiếng).

Tại miền Bắc, nhiều địa phương cũng thành công với việc trồng nấm rơm như: xã Nghĩa Thái, huyện Nghĩa Hưng (Nam Định), xã Khánh Trung, huyện Yên Khánh (Ninh Bình), với sự hỗ trợ của Trung tâm Công nghệ Sinh học thực vật - Viện Di truyền Nông nghiệp Việt Nam. UBND tỉnh Ninh Bình đã có Quyết định số 1297, phê duyệt dự án "Xây dựng trung tâm sản xuất giống và chế biến nấm xuất khẩu Hương Nam...". Tại tỉnh Bắc Ninh, nông dân đã tận dụng rơm, rạ để sản xuất nấm thực phẩm. Trung tâm Thông tin và ứng dụng tiến bộ KH&CN (Sở KH&CN tỉnh Bắc Ninh) đã phối hợp với Phòng Nông nghiệp và PTNT Yên Phong xây dựng mô hình sản xuất nấm ăn (nấm mỡ và nấm sò) tại một số hộ nông dân ở các xã trên địa bàn huyện, bước đầu được đánh giá là phù hợp và đem lại hiệu quả kinh tế cao.

Mặc dù phong trào trồng nấm ăn và nấm dược liệu đã phát triển ở hơn 40 tỉnh, thành phố trong cả nước nhưng sản lượng nấm mới đạt khoảng 200 nghìn tấn/năm. Để đạt được một triệu tấn nấm hàng hóa/năm vào năm 2010 và các năm tiếp theo (bằng sản lượng nấm của tỉnh Phúc Kiến, Trung Quốc) như mục tiêu của ngành nông nghiệp và phát triển nông thôn đề ra, chúng ta phải giải quyết nhiều việc. Trước hết xác định trồng nấm đã và đang trở thành nghề chính ở các địa phương thuần nông, từ đó mục tiêu và kế hoạch phát triển sản xuất nấm được đưa vào chương trình kinh tế - xã hội hằng năm của chính quyền các cấp. Cần được triển khai cụ thể, giúp người nông dân dễ tiếp nhận. Có cơ chế, chính sách hỗ trợ về giống và giao quyền sử dụng đất một cách hợp lý, tạo điều kiện cho người dân được vay vốn thuận lợi, nhằm khuyến khích việc mở rộng quy mô trang trại, gia trại và hợp tác xã chuyên canh sản xuất nấm hàng hóa ở nông thôn.

### ***Sử dụng rơm rạ để sản xuất phân hữu cơ vi sinh***

Hiện nay tại nhiều tỉnh thành trong cả nước đã ứng dụng công nghệ vi sinh phân hủy rơm rạ để làm phân bón. Chẳng hạn, tại tỉnh Quảng Nam, người dân đã ứng dụng công nghệ vi sinh phân hủy rơm rạ để làm phân bón ở Hội An. Kết quả sử dụng phân hữu cơ vi sinh từ phế phẩm nông nghiệp đã cho thấy cây phát triển tốt hơn so với mẫu đối chứng về mật độ gieo trồng, bộ lá xanh, mượt, cây cao, chắc khỏe và đặc biệt là đã hạn chế được nấm bệnh cho cây trồng.

Tại Hải Dương, huyện Bình Giang đã kết hợp với công ty cổ phần công nghệ sinh học Fitohocmon và Công ty TNHH NAB đã thử nghiệm thành công mô hình xử lý rơm rạ ủ làm phân hữu cơ vi sinh phục vụ cho sản xuất lúa gạo an toàn tại xã Nhân Quyền và xã Thái Hòa, huyện Bình Giang với 280 tấn rơm rạ xử lý. Huyện Bình Giang là huyện trọng điểm sản xuất lúa của tỉnh Hải Dương với diện tích gieo cấy là 12.600 ha/ năm lượng rơm rạ sau khi thu hoạch là rất lớn. Nếu dùng men vi sinh tạo ra nguồn phân ủ thì giảm được một lượng chi phí lớn đầu vào cho nông dân và cải tạo đất giảm thiểu ô nhiễm môi trường. Đồng thời tạo ra một sản phẩm nông nghiệp an toàn cho sức khỏe cộng đồng, hướng tới một thương hiệu gạo an toàn chất lượng. Rơm rạ sau thu hoạch được các hộ nông dân thu gom tập kết vào mộ địa điểm thuận lợi cho việc ủ hoặc thu gom về tại các gia đình. Việc dùng men vi sinh xử lý rơm rạ làm phân hữu cơ phục vụ cho sản xuất lúa gạo an toàn đã tận dụng toàn bộ lượng rơm rạ của nông nghiệp sau mỗi vụ thu hoạch lúa cùng với chế phẩm sinh học tạo ra nguồn phân ủ bón lót cho cây trồng, cải tạo đất, đảm bảo năng suất cây trồng, tạo ra sản phẩm lúa an toàn ít tồn dư hoặc không còn tồn dư các hóa chất độc hại trong sản phẩm lúa, góp phần bảo vệ môi trường, bảo vệ sức khỏe cộng đồng.

Để sử dụng rơm rạ thành phân bón cho đồng ruộng, Viện Công nghệ Sinh học (Viện Khoa học Công nghệ Việt Nam) đã áp dụng thành công phương pháp sản xuất phân bón từ rơm rạ tại ruộng bằng công nghệ vi sinh. Đây là một giải pháp thiết thực, hữu ích và hiệu quả kinh tế cao. Công nghệ này đã được triển khai thành công trên diện rộng ở các tỉnh phía Bắc từ năm 2004 đến nay. Áp dụng phương pháp này không chỉ giúp cho đồng ruộng tăng được độ phì nhiêu rất nhiều, giảm chi phí đầu tư, tăng thêm lợi nhuận trong sản xuất lúa mà còn giải quyết được vấn đề ô nhiễm môi trường từ rơm rạ.

Phương pháp xử lý rơm rạ thành phân bón hữu cơ như sau: Sau vụ gặt, nông dân chỉ cần thu gom rơm rạ vào một góc ruộng, hòa chế phẩm vi sinh (sản phẩm vi sinh do Viện Công nghệ sinh học cung cấp) cùng với nước và phân NPK rồi tưới lên rơm rạ. Sau khi tưới chế phẩm sinh học che phủ rơm rạ bằng nilon hoặc lấy bùn trát kín thành đồng lớn, chỉ sau 17- 25 ngày rơm rạ sẽ mủn ra và trở thành một loại phân bón rất tốt cho cây trồng. Số phân này chúng ta chỉ cần san ra tại ruộng để tăng độ phì cho diện tích ruộng đó, không cần phải vận chuyển xa. Dùng bón lót trước khi trồng cây, loại phân này giúp giảm từ 20-30% lượng phân hóa học và làm tăng năng suất cây trồng từ 5-7%.

Hàng năm, nông dân đổ xuống đồng ruộng lượng lớn phân hoá học, thuốc bảo vệ thực vật làm cho cấu trúc đất bị thay đổi. Nếu cứ tiếp tục như vậy, đồng ruộng sẽ mất dần độ phì nhiêu, môi trường ô nhiễm, sức khỏe con người bị ảnh hưởng. Do vậy, việc sử dụng rơm, rạ làm phân bón hữu cơ có ý nghĩa rất lớn về mặt kinh tế, xã hội.

### ***Một số ứng dụng khác trong sử dụng rơm rạ ở nước ta***

Ngoài dùng rơm rạ trồng nấm rơm, sản xuất phân bón hữu cơ, rơm rạ cũng có thể được sử dụng để làm vật liệu xây dựng, đệm lót, tránh va đập cho các sản phẩm nông nghiệp và gôm sứ... trong quá trình vận chuyển. Tại xã Mỹ Yên, Long Hiệp (huyện Bến Lức, Long An), rơm đang được các chủ vựa thu mua từ những cánh đồng lúa mùa ở các xã Long Khê, Long Định, Phước Lý, Phước Toàn, Phước Vân... (thuộc các huyện Bến Lức, Cần Đức, Cần Giuộc) để cung cấp cho các vựa dưa, trái cây, xí nghiệp thủy tinh, các trang trại nuôi bò, xuất khẩu...

Rơm rạ cũng có thể được sử dụng để sản xuất bê tông siêu nhẹ và rẻ. Ông Trần Văn Lượng (Nhật Tựu, Kim Bảng, Hà Nam) đã nghiên cứu thành công công nghệ sản xuất bê tông siêu nhẹ theo một quy trình riêng. Theo đó, nguyên liệu làm bê tông là hóa chất (làm từ nhựa thông, keo da trâu được nấu và cô đặc từ da trâu), xi măng PC40, cát hoặc xỉ than, mùn cưa hoặc trấu bồi rơm rạ, lõi bắp ngô... Các nguyên liệu này trộn với dung dịch tạo bọt và nước để tạo thành vữa bê tông nhẹ. Cách làm này vừa tận thu được các sản phẩm phế thải của nông nghiệp, sạch môi trường sống vừa hạ giá thành sản phẩm (có giá từ 900.000 - 950.000đ/m<sup>3</sup>. Trong khi đó, giá nhập ngoại là từ 1,3 - 1,8 triệu đồng/m<sup>3</sup>). Qua thử nghiệm cho thấy, loại bê tông siêu nhẹ này có ưu điểm cách nhiệt, cách âm tốt, không gây tải trọng ngang, không thấm nước, không dẫn điện, khả năng chống cháy cao... Ngoài ra, loại bê tông nhẹ này giúp giảm khoảng 25 - 30% chi phí xây dựng so với các vật liệu khác, giảm 20 - 50% kết cấu móng ban đầu, giảm 70% lượng vữa xây so với gạch thông thường... Các loại này có thể dùng để xây vách ngăn, chống nóng cho nhà...

Theo các phân tích trên đây cho thấy, nguồn phế phẩm rơm rạ ở nước ta chủ yếu vẫn được xử lý bằng cách đốt ngoài đồng, bên cạnh đó là việc sử dụng để trồng nấm cũng khá phát triển. Do có nhiều nguyên nhân còn tồn tại, như thiếu kinh phí, thiếu công nghệ, thiếu các biện pháp khuyến khích tài chính nên rơm rạ ở nước ta chưa được chú trọng sử dụng như một nguồn nguyên liệu để sản xuất nhiên liệu sinh học.

### **KẾT LUẬN**

Trồng nấm được coi là một trong những phương pháp sinh học tận dụng nguồn rơm rạ có hiệu quả nhất bởi nguồn đầu mẩu rơm rạ có thể dùng quay vòng lại được. Nấm rất giàu protein và là loại thực phẩm ăn ngon. Sản lượng trồng nấm tại các nước trồng lúa liên tục gia tăng trong những năm gần đây. Việc trồng nấm từ rơm rạ đã được thế giới khuyến cáo như một trong những phương pháp thay thế để giảm nhẹ các vấn đề ô nhiễm môi trường liên quan đến các phương pháp xử lý hiện nay như đốt ngoài trời hay cây xới với đất. Trồng nấm trên nền rơm rạ còn mang lại những biện pháp khuyến khích kinh tế đối với nghề nông, coi nguồn phế thải như một nguồn nguyên liệu có giá



trị và có thể phát triển các cơ sở kinh doanh sử dụng chúng để sản xuất các loại nấm giàu chất dinh dưỡng và giúp thanh toán loại phế thải này theo cách thân thiện môi trường. Tuy nhiên phương pháp này không thể tận dụng được với số lượng lớn nguồn phế thải rơm rạ phát sinh.

Việc sử dụng rơm rạ cho các ứng dụng năng lượng là phương pháp tối ưu nhất và có thể thực hiện được, mặc dù ngoại trừ công nghệ đốt các công nghệ tiên tiến sản xuất nhiên liệu từ rơm rạ hoặc vẫn còn trong giai đoạn R-D hoặc là đang được bảo hộ sáng chế, việc sử dụng các công nghệ đòi hỏi tập trung đầu tư nghiên cứu. Đối với công nghệ đốt, vẫn còn tồn tại nhiều khó khăn về mặt kỹ thuật trong sử dụng rơm rạ. Dù vậy, các vấn đề này có thể vượt qua bằng cách dùng các biện pháp bổ sung. Tuy nhiên, thách thức chủ yếu là làm sao để đáp ứng nguồn cung nguyên liệu rơm rạ phục vụ cho sự vận hành liên tục của nhà máy, đó là những khó khăn lớn về cung ứng hậu cần. Như vậy, quá trình đốt kết hợp (co-combustion) có một cơ hội tốt hơn đối với việc sử dụng rơm rạ. Công nghệ metan hóa sinh học hiện vẫn đang trong giai đoạn R-D và các khía cạnh kinh tế hiện vẫn chưa rõ ràng. Khả năng ứng dụng rơm rạ để sản xuất năng lượng có thể sẽ không kinh tế nếu vấn đề cung ứng hậu cần không được tổ chức tốt. Như vậy, những ước tính về mặt lý thuyết trong sản xuất năng lượng sẽ vẫn chỉ là giấc mơ.

Cách tiếp cận thực tế nhất sẽ là triển khai các giải pháp công nghệ cho ứng dụng cụ thể, chẳng hạn như nếu có thể thu thập nguồn rơm rạ trong vòng bán kính khoảng 25-50 km, có thể áp dụng công nghệ đốt trực tiếp, và nguồn rơm rạ nên đóng thành kiện ngay trên đồng trước khi vận chuyển. Một số nước sản xuất lúa gạo ở châu Á đã có những kinh nghiệm khá thành công trong việc đóng kiện rơm rạ ngay trên đồng trước khi vận chuyển cho những ứng dụng khác nhau. Hoặc cũng có thể thực hiện công nghệ than hóa ở một quy mô nhỏ. Ở đây cần có sự nghiên cứu kỹ càng, đánh giá xem liệu việc áp dụng than sinh khối hay than củi cây xới vào đất có mang lại nhiều ích lợi hơn không so với việc sử dụng chúng để làm nguồn năng lượng. Do than sinh khối (biochar) hay than củi có hàm lượng năng lượng vào khoảng 30 MJ/kg, vì vậy việc phân tích đánh giá sự cân bằng giữa năng lượng và cacbon là điều cần thiết. Trong ứng dụng công nghệ đốt, có những chi phí phát sinh cho các công đoạn bổ sung như thu thập, vận chuyển, và duy trì (bảo dưỡng), việc bổ sung thêm đá vôi vận hành có hiệu suất thấp hơn. Vì vậy, thông qua các chính sách, chính phủ các nước cần tạo ra các biện pháp hỗ trợ, nhằm khuyến khích nghiên cứu và ứng dụng thành công các công nghệ, tạo ra các biện pháp khuyến khích về mặt tài chính để trang trải các rủi ro trong việc sử dụng rơm rạ cho các ứng dụng năng lượng.

Bằng cách thực hiện các biện pháp như vậy, chính phủ các nước mới có thể thuyết phục được người nông dân không đốt rơm rạ ngoài trời, thực thi được các quy định về chống ô nhiễm môi trường và tận dụng được nguồn nguyên liệu này.

***Biên soạn: Phòng Phân tích Thông tin***

## TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Butchaiah Gadde, Sebastien Bonnet, Christoph Menke, Savitri Garivait: **Air pollutant emissions from rice straw open field burning in India, Thailand and the Philippines.** Environmental Pollution 157 (2009), Elsevier.
2. Parameswaran Binod, Raveendran Sindhu, Reeta Rani Singhania, Surender Vikram: **Bioethanol production from rice straw: An overview.** Centre for Biofuels, National Institute for Interdisciplinary Science and Technology, CSIR, Trivandrum 695 019, India, 9/2009.
3. Buljit Buragohain, Pinakeswar Mahanta, Vijayanand S. Moholkar: **Biomass gasification for decentralized power generation: The Indian perspective.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier, 2010.
4. Maria Iranzo, Jose V. Cañizares, Luis Roca-Perez: **Characteristics of rice straw and sewage sludge as composting materials in Valencia (Spain).** Bioresource Technology 95 (2004) 107–112, Elsevier.
5. Butchaiah Gadde, Christoph Menke, Werner Siemers, and Suneerat Pipatmanomai: **Technologies for energy use of rice straw: a review.** International Rice Research Institute, 2/2007.
6. Ruihong Zhang, Xiujin Li, J.G. Fadel: **Oyster mushroom cultivation with rice and wheat straw.** Bioresource Technology 82 (2002) 277-284. Elsevier.
7. National Renewable Energy Laboratory: **Gridley Ethanol Demonstration Project Utilizing Biomass Gasification Technology: Pilot Plant Gasifier and Syngas Conversion Testing.** NREL, 2/2005.
8. Tritib Suramaythangkoor, Shabbir H. Gheewala: **Potential alternatives of heat and power technology application using rice straw in Thailand.** Applied Energy, 87 (2010). Elsevier.
9. Chengying Yu, Hong Liu, Yidong Xing, N.S. Manukovsky: **Bioconversion of rice straw into a soil-like substrate.** Acta Astronautica 63 (2008), ScienceDirect.
10. Chuen-Shii Chou, Sheau-Horng Lin, Wen-Chung Lu: **Preparation and characterization of solid biomass fuel made from rice straw and rice bran.** Fuel Processing Technology, 90 (2009), Elsevier.
11. Kiran L. Kadama, Loyd H. Forrest, W. Alan Jacobson: **Rice straw as a lignocellulosic resource: collection, processing, transportation, and environmental aspects.** Biomass and Bioenergy 18 (2000). Pergamon.
12. United Nations Conference on Trade and Development: **Biofuel production technologies: status, prospects and implications for trade and development.** New York and Geneva, 2008.
13. Yanfeng He, Yunzhi Pang, Yanping Liu: **Physicochemical Characterization of Rice Straw Pretreated with Sodium Hydroxide in the Solid State for Enhancing Biogas Production.** Energy & Fuels 2008.
14. Rajeev K. Sukumaran, Vikram Joshua Surender, Raveendran Sindhu: **Lignocellulosic ethanol in India: Prospects, challenges and feedstock availability.** Bioresource Technology, Elsevier 2009.
15. Li Jingjing, Zhuang Xing, Pat DeLaquil: **Biomass energy in China and its potential. Energy for Sustainable Development, Volume V, No. 4, 12/2001.**
16. Yukihiro Matsumura, Tomoaki Minowab, Hiromi Yamamoto: **Amount, availability, and potential use of rice straw (agricultural residue) biomass as an energy resource in Japan.** Biomass and Bioenergy 29 (2005), Elsevier.
17. Alejandro Rodriguez, Ana Moral, Luis Serrano: **Rice straw pulp obtained by using various methods.** Bioresource Technology 99 (2008), Elsevier.
18. Jingyi Han, Arthur P.J. Mol, Yonglong Lu: **Small-scale bioenergy projects in rural China: Lessons to be learnt.** Energy Policy 36 (2008), Elsevier.
19. Báo Lao động, 5/01/2010.
20. Báo điện tử Bắc Ninh, 11/12/2009.
21. Sở KH&CN Hải Dương, 11/06/2009.
22. Báo Khoa học Đời Sống, 23/12/2009.
23. Dẫn đàn các Nhà báo Môi trường Việt Nam  
([http://www.vfej.vn/vn/chi\\_tiet/21560/phan\\_huu\\_co\\_tu\\_rom\\_ra](http://www.vfej.vn/vn/chi_tiet/21560/phan_huu_co_tu_rom_ra))
24. <http://www.kinhtenongthon.com.vn/printContent.aspx?ID=13534>.