

## CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT THAN HOẠT TÍNH TỪ TRÁU

Trịnh Văn Dũng, Cao Thị Nhung, Bùi Xuân Hòa  
Phạm Thị Bình, Nguyễn Thị Diễm Phúc

Khoa CN Hóa học & Dầu khí, Trường ĐH Bách khoa, ĐHQG TP. HCM

### TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu thực nghiệm công nghệ sản xuất than hoạt tính từ trấu. Nhiệt độ cacbon hóa trấu thích hợp trong khoảng  $450^{\circ}\text{C} \div 520^{\circ}\text{C}$ . Than trấu được hoạt hóa bằng hơi nước trên  $700^{\circ}\text{C}$ , với tỷ lệ hơi/than  $0,09 \div 0,3$  trong khoảng  $1,0 \div 2,0$  giờ. Than hoạt tính trấu thu được có bề mặt riêng  $276,68 \text{ m}^2/\text{g}$ . Kết quả thực nghiệm sẽ là cơ sở để xây dựng qui trình công nghệ sản xuất than hoạt tính trấu trong nước.

### ABSTRACT

This study presents experimental research results of producing activated carbon from rice husk. Rice husk is carbonized at  $450 \div 520^{\circ}\text{C}$ , after that the product of this process is activated by over heated at above  $700^{\circ}\text{C}$  in 1,0 to 2,0 Hours. The mass ratio of steam and raw material is in the range  $0,09 \div 0,3$ . The surface area of obtained activated carbon is  $276,68 \text{ m}^2/\text{g}$ . They are fundamental steps to build a manufacturing technological process of domestic rice husk activated carbon production .

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Than hoạt tính chính là cacbon cấu trúc xốp đặc biệt, có bề mặt riêng lớn. Vì vậy, nó tính chất hấp phụ (hút giữ) chọn lọc các chất khí, chất màu, mùi ...Than hoạt tính được sử dụng để tẩy màu, khử mùi, làm sạch khí, làm chất mang chất xúc tác, thậm chí làm chất xúc tác ... Ở nước ta, hiện nay lượng than hoạt tính cần dùng trong công nghiệp rất lớn và ngày càng tăng (ngành bột ngọt: khoảng 500 tấn/năm, ngành đường: khoảng 400 tấn/năm, ngành dầu thực vật: khoảng 100 tấn/năm ...). Đó là chưa kể đến nhu cầu về than hoạt tính dùng cho xuất khẩu.

Nguyên liệu để sản xuất than hoạt tính có nhiều nguồn gốc khác nhau như: mùn cưa, sọ dừa, trấu ... Trong đó, nguyên liệu có nguồn gốc nông nghiệp, rẻ tiền như trấu lại rất dồi dào. Quá trình sản xuất than hoạt tính gồm hai bước cơ bản: cacbon hóa nguyên liệu để tạo than, sau đó hoạt hóa than để thu than hoạt tính. Tùy theo nguồn nguyên liệu mà chế độ công nghệ của hai giai đoạn này là hoàn toàn khác nhau. Để có thể đưa ra một qui trình công

nghệ sản xuất than hoạt tính từ trấu, tận dụng nguồn nguyên liệu rẻ tiền này, việc nghiên cứu chế độ công nghệ của hai đoạn trên đối với trấu là rất cần thiết.

### 2. THIẾT BỊ, NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

#### 2.1 Thiết bị thí nghiệm:

Thiết bị cacbon hóa và hoạt hóa là thiết bị tự chế tạo từ thép hợp kim chịu nhiệt có đường kính 200mm, chiều cao 200 mm. Ngoài ra còn lò đốt, lò hơi, lò nung có cảm biến và bộ phận ổn định nhiệt độ tự động. Cùng với những dụng cụ đo và phân tích khác như: đồng hồ, lưu lượng kế, nhiệt kế, máy so màu ...

#### 2.2 Nguyên liệu và hóa chất:

Trấu được mua từ Tiền giang về, lấy mẫu đi phân tích thành phần, làm cơ sở so sánh và đánh giá. Kết quả phân tích nêu trong bảng 1.

Bảng 1: Thành phần trấu Tiền gang dùng trong thí nghiệm

| Tên chất<br>Nguồn trấu, % | Carbon                        | Hydro | Oxy  | Nitơ | Lưu huỳnh | SiO <sub>2</sub> | Ẩm   |
|---------------------------|-------------------------------|-------|------|------|-----------|------------------|------|
| Tiền gang                 | 37,13                         | 4,12  | 31,6 | 0,36 | 0,05      | 17,75            | 9,0  |
| Theo <sup>[1]</sup>       | Hợp chất chứa C, N, O - 69,39 |       |      |      |           | 19,6             | 11,0 |

### 2.3 Phương pháp nghiên cứu:

#### a) Cacbon hóa trấu:

Thực nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng đồng thời của các yếu tố ảnh hưởng lên hiệu suất cacbon hóa được tiến hành theo qui hoạch trực giao với hai biến: nhiệt độ và thời gian cacbon hóa, được nêu trong bảng 2.

#### b) Hoạt hóa than trấu:

Để sản xuất than sạch dùng trong công nghiệp thực phẩm và xử lý chất thải (khí và nước thải) nên không dùng phương pháp hóa học để hoạt hóa. Thực nghiệm hoạt hóa than được tiến hành bằng hơi nước quá nhiệt. Tiến hành khảo sát ảnh hưởng của ba yếu tố lên quá trình hoạt hóa là: nhiệt độ, tỷ lệ hơi nước và thời gian.

#### c) Xác định các đặc tính của than hoạt tính trấu:

Bề mặt riêng là một đặc tính quan trọng của than hoạt tính, được xác định bằng phương pháp BET trên máy CHEMBET 3000, số liệu được xử lý bằng phần mềm Quanta Chrome.

Đo độ hấp phụ màu của mẫu than hoạt tính bằng phương pháp hấp phụ dung dịch xanh Metylen trên máy so màu.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN:

### 3.1 Khảo sát quá trình cacbon hóa trấu:

Cacbon hóa chính là quá trình nhiệt phân trấu trong điều kiện không có oxy, đây là một trong hai giai đoạn tiên quyết quan trọng để sản xuất than hoạt tính. Quá trình này nhằm loại bỏ hơi nước, các chất hữu cơ dễ bay hơi, tạo lỗ xốp sơ cấp, thom hóa sợi cacbon hay hình thành các lớp graphit. Thực nghiệm xác định chế độ công nghệ thích hợp cho quá trình cacbon hóa nhằm khảo sát sự phụ thuộc giữa

hiệu suất tạo than vào nhiệt độ và thời gian. Kết quả thực nghiệm thu được trong bảng 2, biến đổi số liệu thực nghiệm bằng phương pháp bình phương cực tiểu thu được phương trình hồi qui (1).

Các thí nghiệm 1 ÷ 9 dùng để lập phương trình hồi qui, còn 10 ÷ 13 xác định phương sai tái sinh để kiểm tra mức có nghĩa của các hệ số phương trình hồi qui theo chuẩn số Student. Kết quả loại các hệ số  $b_2$ ,  $b_{22}$  và  $b_{12}$ .

Kiểm tra tính tương hợp của mô hình vừa nhận được với mức có nghĩa 5%, bằng chuẩn số Fisher. Kết quả thu được phương trình hồi qui:

$$y = 35,766 - 3,9183 \cdot x_1 + 1,2276 \cdot x_1^2 \quad (1)$$

Từ phương trình nhận được (1) ta thấy rằng:

- Nhiệt độ là yếu tố ảnh hưởng lớn và quyết định hiệu suất cacbon hóa, do khi thay đổi nhiệt độ thì thời gian cacbon hóa cũng thay đổi theo, hay nói cách khác thời gian cacbon hóa phụ thuộc vào nhiệt độ;
- Khi nhiệt độ tăng thì hiệu suất cacbon hóa biến đổi qua cực tiểu, vì khi nhiệt độ tăng ban đầu sẽ làm tăng sự bay hơi của các hợp chất dễ bay hơi như hơi nước, CO và CO<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub>COOH ... (trong khoảng 240 ÷ 400<sup>0</sup>C). Nhưng khi tăng nhiệt độ đến giới hạn nào đó (trên 400<sup>0</sup>C) sẽ xảy ra hiện tượng nhiệt phân các hợp chất chứa cacbon tạo thành cacbon nên hiệu suất tăng lên.

Dùng hàm Solver xác định điều kiện tối ưu khi cacbon hóa đạt hiệu suất 32,64% tại 509,6<sup>0</sup>C ứng với  $x_1 = 1,596$  (hiệu suất cacbon hóa từ than gỗ<sup>[3]</sup> 27 ÷ 36%).

Bảng 2: Kết quả thực nghiệm, cùng với kết quả tính toán các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất thu hồi than từ trấu.

| N <sub>0</sub>                 | Biến thực |       | Biến mã hóa    |                |                |                             |                             |                               | Hiệu suất,<br>% |
|--------------------------------|-----------|-------|----------------|----------------|----------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------|
|                                | t, °C     | τ, °C | x <sub>0</sub> | x <sub>1</sub> | x <sub>2</sub> | x <sub>1</sub> <sup>2</sup> | x <sub>2</sub> <sup>2</sup> | x <sub>1</sub> x <sub>2</sub> |                 |
| 1                              | 350       | 30    | +              | -              | -              | +                           | +                           | +                             | 40,6            |
| 2                              | 450       | 30    | +              | +              | -              | +                           | +                           | -                             | 34,1            |
| 3                              | 350       | 50    | +              | -              | +              | +                           | +                           | -                             | 41,5            |
| 4                              | 450       | 50    | +              | +              | +              | +                           | +                           | +                             | 33,2            |
| 5                              | 400       | 28    | +              | 0              | -1,414         | 0                           | 2                           | 0                             | 34,9            |
| 6                              | 400       | 52    | +              | 0              | 1,414          | 0                           | 2                           | 0                             | 32,8            |
| 7                              | 339       | 40    | +              | -1,414         | 0              | 2                           | 0                           | 0                             | 43,2            |
| 8                              | 461       | 40    | +              | 1,414          | 0              | 2                           | 0                           | 0                             | 31,5            |
| 9                              | 400       | 40    | +              | 0              | 0              | 0                           | 0                           | 0                             | 36,4            |
| 10                             | 400       | 40    | +              | 0              | 0              | 0                           | 0                           | 0                             | 35,8            |
| 11                             | 400       | 40    | +              | 0              | 0              | 0                           | 0                           | 0                             | 34,9            |
| 12                             | 400       | 40    | +              | 0              | 0              | 0                           | 0                           | 0                             | 35,6            |
| 13                             | 400       | 40    | +              | 0              | 0              | 0                           | 0                           | 0                             | 36,1            |
| Hệ số hồi qui b <sub>i</sub> : |           |       | 35,766         | -3,9183        | -0,3765        | 1,2276                      | -0,5149                     | -0,45                         | = $\hat{y}$     |

Bảng 3: Bề mặt riêng của sản phẩm xác định theo phương pháp BET

| Loại SP<br>Thông số             | Trước<br>hoạt hóa | Sau<br>hoạt hóa | Theo <sup>[5]</sup>      |        |
|---------------------------------|-------------------|-----------------|--------------------------|--------|
|                                 |                   |                 | Than trấu <sup>(*)</sup> | Sọ dừa |
| Bề mặt riêng, m <sup>2</sup> /g | 36,43             | 276,86          | 216,1-445,5              | 631,3  |

### 3.2 Khảo sát quá trình hoạt hóa than trấu:

Hoạt hóa than trấu là giai đoạn quan trọng nhất của quá trình sản xuất than hoạt tính vì giai đoạn này làm tăng độ xốp và bề mặt riêng của sản phẩm. Thực nghiệm được tiến hành bằng hơi nước quá nhiệt 3,0 atm ở nhiệt độ 600 ÷ 800 °C, hàm lượng hơi 9,3 ÷ 27,7 %, thời gian 1,0 ÷ 2,0 giờ. Sản phẩm thu được đưa đi xác định bề mặt riêng theo phương pháp BET, và đo độ hấp phụ dung dịch xanh Metylen. Kết quả cho thấy sản phẩm có chất lượng khá tốt (xem bảng 3)

Kết quả thu được cho thấy:

- Nhiệt độ tăng thì tốc độ chất lượng sản phẩm tăng do khi nhiệt độ tăng sẽ làm

tăng tốc độ phản ứng giữa hơi nước với mạng cacbon, làm tăng độ xốp sản phẩm nên tăng độ hấp phụ;

- Tỷ lệ hơi nước đưa vào hoạt hóa có ảnh hưởng làm thay đổi độ hấp phụ của sản phẩm qua cực đại do phản ứng hoạt hóa than xảy ra do hơi nước được hấp phụ bề mặt, hình thành và phân hủy phức chất bề mặt. Vì vậy, ban đầu chúng tỷ lệ với hàm lượng hơi nước, sau khi đạt bão hòa sẽ là cản trở sự hấp phụ của các sản phẩm CO, CO<sub>2</sub> hay H<sub>2</sub> nên tốc độ giảm;

Khi hoạt hóa bề mặt riêng của sản phẩm tăng lên rõ rệt, đến 7,6 lần. Nhưng so với <sup>[5]</sup> thì vẫn còn thấp chỉ chiếm trên 60% so với loại tốt nhất. Điều đó có thể do <sup>[5]</sup> hoạt hóa than trấu từ

than thô có  $a = 147,4 \text{ m}^2/\text{g}$  và thực hiện bằng phương pháp hóa học.

Transition, Issues and Prospect for Asia 14-16  
January 2004,20 – 53.

#### 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ:

- Để sản xuất than hoạt tính trấu sạch, có chất lượng tốt dùng trong xử lý môi trường hoàn toàn có thể thực hiện được bằng hơi nước quá nhiệt;
- Nhiệt độ cacbon hóa trấu thích hợp  $450 \text{ }^\circ\text{C} \div 520 \text{ }^\circ\text{C}$ , trong khoảng  $35 \div 40$  phút;
- Hoạt hóa than trấu cần được tiến hành trên  $700 \text{ }^\circ\text{C}$ , với tỷ lệ hơi nước và thời gian phù hợp tùy theo nhiệt độ quá nhiệt của hơi sử dụng. Chế độ hoạt hóa cần được khảo sát thêm trong khoảng nhiệt độ rộng và cao hơn.

#### Tài liệu tham khảo

[1] Vũ Quốc Trung, Lê Thế Ngọc *Sổ tay bảo quản lương thực*, NXB: KH – KT, Hà nội 1999, 310 tr.

[2] Milan Smisek, Slavø Cerny *Active Carbon Manufacture, Properties and Application*, Elsevier Publishing Com. Amster – New York, 1970

[3] Lartey R.B., Francis A., Nketia K.S., *Developing National Capability for Manufacture of Activated Carbon from Agricultural wastes*, Reprinted with GhIE permission by the African Technology Forum.

[4] Chipofyya V.H., Mc Connachie G.L., *Characterisation of activated Carbon Produce from Agricultural waste Material for taste and odour removal in drinking water supplies*, 1st WARFSA/WaterNet Symposium: Sustainable Use of Water Resources, Maputo, 1-2 November 2000.

[5] In O Kim, Chan Seong Cheong *Bảng sáng chế số S – 425/92 (12.1994/a1) của Korea Institute of Science and Technology*, bản dịch của Cục sở hữu công nghiệp

[6] Thipwimon Chungsangunsiti, Shabbir H. gheewalai, and suthum Patumsawad, *Environmental Assessment of Electricity Production from rice Husk: A case study in Thailand, Electricity Supply Industry in*