



25<sup>th</sup> ANNIVERSARY  
Going World Class  
NARESUAN UNIVERSITY

# คาร์บอนกัมมันต์

A c t i v a t e d C a r b o n



สัมฤทธิ์ ไม้พวง



สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร

Naresuan University Publishing House

[www.nupress.grad.nu.ac.th](http://www.nupress.grad.nu.ac.th)

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ  
National Library of Thailand Cataloging in Publication Data

สัมฤทธิ์ ไม้พวง

คาร์บอนกัมมันต์— พืชโลก: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2558.

188 หน้า.

1. คาร์บอนกัมมันต์. I. ชื่อเรื่อง.

662.93

ISBN 978-616-7902-24-1

สพ. 005

คาร์บอนกัมมันต์

สัมฤทธิ์ ไม้พวง



สงวนลิขสิทธิ์โดยสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร

พิมพ์ครั้งที่ 1 กันยายน พ.ศ.2558 จำนวนพิมพ์ 500 เล่ม ราคา 290 บาท

การผลิตและการลอกเลียนหนังสือเล่มนี้ไม่ว่ารูปแบบใดทั้งสิ้น  
ต้องได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร

**ผู้จัดพิมพ์**

สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร

**มีวางจำหน่ายที่**

1. ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อาคารวิทยิตติ์ ชั้น 14 ซอยจุฬาลงกรณ์ 64 ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

สาขา ศาลาพระแก้ว กรุงเทพฯ โทร. 0-2218-7000-3

สยามสแควร์ กรุงเทพฯ โทร. 0-2218-9881, 0-2255-4433

มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก โทร. 0-5526-0162-5

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา โทร. 044-216131-2

มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี โทร. 0-3839-4855-9

โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า (ร.ร.จปร.) จังหวัดนครนายก โทร. 037-393-023, 037-393-036

จัดสรรจามจุรี กรุงเทพฯ โทร. 0-2160-5301

รัตนธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี โทร. 0-2950-5408-9

มหาวิทยาลัยพะเยา โทร. 0-5446-6799, 0-5446-6800

ย่อยคณะครุศาสตร์จุฬาฯ โทร. 0-2218-3979

2. เสี่ยงทิพย์บุ๊คเซ็นเตอร์ 108/3-5 ถนนเอกาทศรถ ตำบลในเมือง อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก 65000 โทร. 0-5525-8862

สาขา มหาวิทยาลัยนเรศวร อาคารขวัญเมือง จังหวัดพิษณุโลก โทร. 0-5526-1616

ศูนย์การเรียนรู้พัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเทศบาลนครพิษณุโลก ถนนขุนพิเรนทรเทพ

จังหวัดพิษณุโลก โทร. 084-814-7800

3. ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อาคารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถนนงามวงศ์วาน

แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทร. 0-2579-0113

4. ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ อาคารอเนกประสงค์ ชั้น 1 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ถนนพระจันทร์

แขวงพระบรมมหาราชวัง เขตพระนคร กรุงเทพฯ 10200 โทร. 0-2613-3899, 0-2623-6493

สาขา ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ โทร. 0-5394-4990-1

ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา โทร. 0-7428-2980, 0-74282981

5. ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยขอนแก่น 123 หมู่ 16 ถนนมิตรภาพ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000

โทร. 0-4320-2842

**กองบรรณาธิการ** กองบรรณาธิการจัดทำเอกสารสิ่งพิมพ์ทางวิชาการของสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร

**ออกแบบปก** สรญา แสงเย็นพันธ์

**พิมพ์ที่** รัตนสุวรรณการพิมพ์ 3 30-31 ถนนพญาไท อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000 โทร. 0-5525-8101

## คำนำ

หนังสือคาร์บอนกัมมันต์นี้ ได้รวบรวมและเรียบเรียงข้อมูลจากฐานข้อมูลวารสารการวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับคาร์บอนกัมมันต์ ซึ่งได้มีการศึกษาวิจัยกันอย่างแพร่หลายและเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว อีกทั้งคาร์บอนกัมมันต์เป็นสารดูดซับที่มีการใช้กันอย่างกว้างสำหรับการดูดซับทั้งในวิทยาศาสตร์และของเหลว เพื่อบำบัดและทำบริสุทธิ์ก๊าซและน้ำ เช่นเดียวกับการใช้ในอุตสาหกรรมการแยกและการทำบริสุทธิ์ทางเคมี จึงมีการผลิตเป็นปริมาณมากในโลก

หนังสือเล่มนี้ได้เน้นรายละเอียดไปที่การผลิต สมบัติ และการนำไปใช้ประโยชน์ของคาร์บอนกัมมันต์ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการวิจัยและนำไปใช้ในทางปฏิบัติได้

สำหรับการผลิตคาร์บอนกัมมันต์ ได้กล่าวถึงกระบวนการผลิตตั้งแต่การเตรียมวัตถุดิบ การคาร์บอนไนเซชัน กระบวนการกระตุ้น การล้าง การดัดแปร และการฟื้นฟูสภาพ โดยเฉพาะการกระตุ้นที่เป็นปัจจัยสำคัญ ในการทำให้เกิดโครงสร้างรูพรุนในคาร์บอนกัมมันต์ ซึ่งมีทั้งวิธีทางกายภาพ วิธีทางเคมี และวิธีผสมทางกายภาพและเคมี ตั้งแต่ระดับห้องปฏิบัติการจนถึงระดับการผลิตในเชิงอุตสาหกรรม

เกี่ยวกับสมบัติของคาร์บอนกัมมันต์ ได้เน้นไปที่สมบัติทางกายภาพและทางเคมี เช่น โครงสร้างรูพรุน องค์ประกอบ เคมีพื้นผิว การดูดซับ ของคาร์บอนกัมมันต์ที่กระตุ้นด้วยวิธีและวัตถุดิบต่างๆ รวมทั้งวิธีการวิเคราะห์หรือการตรวจวัดด้วยเครื่องมือต่างๆ

ในส่วนของการนำไปใช้ประโยชน์ของคาร์บอนกัมมันต์ จะเน้นไปที่การนำไปใช้เป็นสารดูดซับเป็นหลัก ทั้งการดูดซับในวิทยาศาสตร์และของเหลว การกักเก็บ การทำบริสุทธิ์และการแยก เป็นต้น

ผู้เขียนหวังว่าผู้อ่านจะได้รับความรู้เกี่ยวกับกระบวนการผลิต สมบัติและการวิเคราะห์ และประโยชน์ของคาร์บอนกัมมันต์ สำหรับเป็นแนวทางในการนำไปศึกษาวิจัยและใช้ในการผลิตจริง หากหนังสือเล่มนี้มีข้อบกพร่องประการใด ก็ขออภัยมา ณ โอกาสนี้

รองศาสตราจารย์ ดร.สัมฤทธิ์ ไม้พวง

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณผู้ร่วมงานในคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้บริการและอำนวยความสะดวกในการเขียนและจัดทำหนังสือเล่มนี้ให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย

ขอขอบคุณสำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวรที่บริการฐานข้อมูลในการค้นคว้าเอกสารทางวารสารการวิจัยและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ขอขอบคุณนิสิต เจ้าหน้าที่และอาจารย์ที่ร่วมงานในการศึกษาวิจัยและให้ข้อมูลทางวิชาการที่ใช้ในการเขียนหนังสือเล่มนี้

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรสวรรค์ อมรศักดิ์ชัย ที่ช่วยจัดรูปเล่ม

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และมหาวิทยาลัยนเรศวรที่มีนโยบายสนับสนุนและส่งเสริมในการเขียนหนังสือของคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยนเรศวร

ขอขอบคุณครอบครัวที่เป็นกำลังใจในการทำงานและการเขียนหนังสือเล่มนี้ จนลุล่วงไปด้วยดี

รองศาสตราจารย์ ดร.สัมฤทธิ์ ไม้พวง



# สารบัญ

|                                            | หน้า |
|--------------------------------------------|------|
| คำนำ                                       | ก    |
| กิตติกรรมประกาศ                            | ข    |
| สารบัญ                                     | ค    |
| 1. บทนำ                                    | 1    |
| 1.1 ลักษณะทั่วไปของคาร์บอนกัมมันต์         | 1    |
| 1.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตคาร์บอนกัมมันต์ | 1    |
| 1.3 ชนิดของคาร์บอนกัมมันต์                 | 2    |
| 1.3.1 คาร์บอนกัมมันต์ผง                    | 3    |
| 1.3.2 คาร์บอนกัมมันต์เกล็ด                 | 4    |
| 1.3.3 โยคาร์บอนกัมมันต์                    | 6    |
| เอกสารอ้างอิง                              | 7    |
| 2. การผลิตคาร์บอนกัมมันต์                  | 11   |
| 2.1 การเตรียมวัตถุดิบ                      | 12   |
| 2.2 การคาร์บอนไนเซชัน                      | 12   |
| 2.3 การกระตุ้น                             | 14   |
| 2.3.1 การกระตุ้นทางความร้อนหรือทางกายภาพ   | 15   |
| (1) การกระตุ้นด้วยไอน้ำ                    | 16   |
| (2) การกระตุ้นด้วยคาร์บอนไดออกไซด์         | 20   |
| (3) การกระตุ้นด้วยออกซิเจน                 | 23   |
| (4) การกระตุ้นด้วยอากาศ                    | 24   |
| 2.3.2 การกระตุ้นทางเคมี                    | 24   |
| (1) การกระตุ้นด้วยสังกะสีคลอไรด์           | 25   |
| (2) การกระตุ้นด้วยกรดฟอสฟอริก              | 27   |
| (3) การกระตุ้นด้วยกรดไนตริก                | 31   |
| (4) การกระตุ้นด้วยโพแทสเซียมคาร์บอเนต      | 31   |
| (5) การกระตุ้นด้วยแอมโมเนียมคลอไรด์        | 32   |
| (6) การกระตุ้นด้วยกรดซัลฟิวริก             | 32   |
| (7) การกระตุ้นด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์     | 33   |
| (8) การกระตุ้นด้วยโซเดียมคาร์บอเนต         | 37   |
| (9) การกระตุ้นด้วย NaOH                    | 37   |
| 2.3.3 การกระตุ้นผสมทางกายภาพและทางเคมี     | 38   |

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| 2.4 การล้างคาร์บอนกัมมันต์เพื่อเพิ่มความบริสุทธิ์ | 39 |
| 2.5 การผลิตคาร์บอนกัมมันต์เกล็ด                   | 40 |
| 2.6 การผลิตคาร์บอนกัมมันต์ผง                      | 41 |
| 2.7 การตัดแปรรูปคาร์บอนกัมมันต์                   | 42 |
| 2.7.1 การตัดแปรรูปด้วยกรด                         | 42 |
| 2.7.2 การตัดแปรรูปด้วยเบส                         | 43 |
| 2.7.3 การตัดแปรรูปด้วยเกลือโลหะ                   | 44 |
| 2.8 การฟื้นฟูสภาพคาร์บอนกัมมันต์ที่หมดสภาพแล้ว    | 45 |
| 2.8.1 การฟื้นฟูสภาพทางความร้อน                    | 45 |
| 2.8.2 การฟื้นฟูสภาพทางความร้อนด้วยไมโครเวฟ        | 46 |
| 2.8.3 การฟื้นฟูสภาพด้วยไอน้ำ                      | 47 |
| 2.8.4 การฟื้นฟูสภาพด้วยตัวทำละลาย                 | 47 |
| 2.8.5 การฟื้นฟูสภาพทางเคมี                        | 48 |
| 2.8.6 การฟื้นฟูสภาพทางไฟฟ้าเคมี                   | 49 |
| 2.8.7 การฟื้นฟูสภาพทางชีวภาพ                      | 49 |
| 2.9 การผลิตคาร์บอนกัมมันต์ในระดับอุตสาหกรรม       | 50 |
| 2.9.1 การเตรียมวัตถุดิบ                           | 51 |
| 2.9.2 การไพโรไลซิส/การกระตุ้น                     | 51 |
| 2.9.3 การคืนกลับน้ำล้างและกรด                     | 52 |
| 2.9.4 การอบแห้ง/การร่อนและการเก็บรักษา            | 52 |
| 2.10 การคำนวณต้นทุนการผลิตคาร์บอนกัมมันต์         | 52 |
| เอกสารอ้างอิง                                     | 54 |
| 3. สมบัติคาร์บอนกัมมันต์                          | 71 |
| 3.1 สมบัติทางกายภาพของคาร์บอนกัมมันต์             | 71 |
| 3.1.1 ความหนาแน่น                                 | 71 |
| 3.1.1.1 ความหนาแน่นรวม                            | 71 |
| 3.1.1.2 ความหนาแน่นจริง                           | 73 |
| 3.1.1.3 ความหนาแน่นปรากฏ                          | 73 |
| 3.1.2 ความแข็ง                                    | 74 |
| 3.1.2.1 ความแข็งเชิงกล                            | 74 |
| 3.1.2.2 ค่าการสึก                                 | 74 |

|                                                           | หน้า |
|-----------------------------------------------------------|------|
| (ก) การทดสอบสมบัติการสึกตามมาตรฐานอุตสาหกรรม              | 75   |
| (ข) การทดสอบการสึกแบบเปียก                                | 75   |
| 3.1.3 ขนาดอนุภาค                                          | 75   |
| 3.1.4 การกระจายขนาดอนุภาค                                 | 76   |
| 3.1.5 โครงสร้างรูพรุน                                     | 76   |
| 3.1.6 พื้นที่ผิว                                          | 78   |
| 3.1.7 การวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด | 79   |
| 3.2 สมบัติทางเคมีของคาร์บอนกัมมันต์                       | 83   |
| 3.2.1 ร้อยละผลผลิต                                        | 83   |
| 3.2.2 ปริมาณองค์ประกอบธาตุในคาร์บอนกัมมันต์               | 85   |
| 3.2.2.1 การวิเคราะห์โดยประมาณ                             | 85   |
| (1) การวิเคราะห์หาปริมาณสารระเหย                          | 85   |
| (2) การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น                          | 86   |
| (3) วิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (ร้อยละเถ้า)                    | 86   |
| (4) การหาปริมาณคาร์บอนคงตัว                               | 88   |
| 3.2.2.2 การวิเคราะห์ธาตุโดยใช้เครื่องวิเคราะห์ธาตุ CHNS   | 88   |
| 3.2.3 ความเป็นกรด-เบส ของคาร์บอนกัมมันต์                  | 89   |
| 3.2.3.1 การวัด pH ของคาร์บอนกัมมันต์                      | 90   |
| 3.2.3.2 การไทเทรตด้วยกรด-เบส                              | 91   |
| 3.2.3.3 การไทเทรตโดยการวัดศักย์ไฟฟ้า                      | 91   |
| 3.2.4 เคมีพื้นผิวของคาร์บอนกัมมันต์                       | 92   |
| 3.2.5 สภาพไม่ชอบน้ำของพื้นผิว                             | 93   |
| 3.2.6 ความจุการแลกเปลี่ยนไอออนบวก                         | 93   |
| 3.2.7 การดูดซับและการวัดการดูดซับ                         | 94   |
| 3.2.8 ความจุการดูดซับ                                     | 95   |
| 3.2.8.1 การดูดซับบิวเทน                                   | 96   |
| 3.2.8.2 การดูดซับไอโอดีน                                  | 96   |
| 3.2.8.3 เลขกากน้ำตาล                                      | 98   |
| 3.2.8.4 การดูดซับเมทิลีนบลู                               | 98   |
| 3.2.8.5 การดูดซับฟีนอล                                    | 99   |
| 3.2.8.6 การดูดซับไฮโดรเจน                                 | 100  |

|                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| (1) การวัดการดูดซับไฮโดรเจนโดยเทคนิคทางปริมาตร               | 100 |
| (2) การวัดการดูดซับไฮโดรเจนทางน้ำหนัก                        | 100 |
| 3.2.9 การทดสอบความเสถียรทางเคมี                              | 100 |
| 3.2.10 หมู่ฟังก์ชันพื้นผิวของคาร์บอนกัมมันต์                 | 100 |
| 3.2.10.1 หมู่ฟังก์ชันที่มีออกซิเจน                           | 100 |
| การไทเทรตแบบ Boehm                                           | 101 |
| 3.2.10.2 หมู่ฟังก์ชันที่มีไนโตรเจน                           | 102 |
| 3.2.10.3 สารเชิงซ้อนไฮโดรเจน-คาร์บอน                         | 103 |
| 3.2.10.4 อะตอมอื่นๆ บนพื้นผิวคาร์บอน                         | 103 |
| (1) กำมะถัน                                                  | 103 |
| (2) ฟอสฟอรัส                                                 | 103 |
| (3) ฮาโลเจน                                                  | 104 |
| (4) โบรอน                                                    | 104 |
| 3.2.11 สมบัติทางไฟฟ้าเคมี                                    | 104 |
| 3.3 การวิเคราะห์ด้วย Fourier Transform Infrared Spectroscopy | 105 |
| 3.3.1 การกระตุ้นด้วย CO <sub>2</sub>                         | 107 |
| 3.3.2 การกระตุ้นด้วยไอน้ำ                                    | 108 |
| 3.3.3 การกระตุ้นภายใต้สุญญากาศ                               | 108 |
| 3.3.4 กระตุ้นด้วยกรดฟอสฟอริก                                 | 108 |
| 3.3.5 การกระตุ้นด้วย KOH                                     | 111 |
| 3.3.6 การกระตุ้นด้วย ZnCl <sub>2</sub>                       | 111 |
| 3.3.7 คาร์บอนกัมมันต์ล้างด้วยกรด                             | 111 |
| 3.4 รูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ของคาร์บอนกัมมันต์          | 112 |
| เอกสารอ้างอิง                                                | 115 |
| 4. ประโยชน์ของคาร์บอนกัมมันต์                                | 121 |
| 4.1 การใช้คาร์บอนกัมมันต์ในวัฏภาคของเหลว                     | 121 |
| 4.1.1 การใช้คาร์บอนกัมมันต์ในการผลิตน้ำดื่ม                  | 121 |
| 4.1.2 การใช้คาร์บอนกัมมันต์ในการบำบัดน้ำ                     | 122 |
| 4.1.3 การใช้คาร์บอนกัมมันต์ในการดูดซับโลหะ                   | 124 |
| กลไกการยึดเหนี่ยวไอออนโลหะ                                   | 124 |
| 4.1.3.1 การดูดซับ Cr(VI)                                     | 127 |
| 4.1.3.2 การดูดซับปรอท                                        | 128 |

|                                                         | หน้า |
|---------------------------------------------------------|------|
| 4.1.3.3 การดูดซับตะกั่ว                                 | 129  |
| 4.1.3.4 การดูดซับแพลทินัม                               | 129  |
| 4.1.3.5 การดูดซับแคดเมียม                               | 130  |
| 4.1.4 การใช้คาร์บอนกัมมันต์ในการดูดซับสารอินทรีย์       | 131  |
| 4.2 การใช้คาร์บอนกัมมันต์ในวัฏภาคก๊าซ                   | 132  |
| 4.2.1 การบำบัดก๊าซ                                      | 132  |
| 4.2.2 กระบวนการ Thief                                   | 133  |
| 4.3 การเร่งปฏิกิริยาของคาร์บอนกัมมันต์                  | 133  |
| 4.3.1 การผลิตไฮโดรเจนจากซูโครส                          | 134  |
| 4.3.2 การผลิตไฮโดรเจนจากมีเทน                           | 134  |
| 4.3.3 การผลิตไฮโดรเจนจากน้ำมันดิน                       | 136  |
| 4.3.4 การผลิตไฮโดรเจนจากการดไฮโดรไอโอติก                | 137  |
| 4.3.5 การผลิตไฮโดรเจนจากปฏิกิริยาการแปรสภาพเป็นก๊าซ     | 137  |
| 4.3.6 การผลิตก๊าซสังเคราะห์                             | 138  |
| 4.3.7 การผลิตไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์                       | 139  |
| 4.3.8 การสลายเซลลูโลส                                   | 140  |
| 4.3.9 การผลิตไบโอดีเซล                                  | 140  |
| 4.3.10 การผลิตน้ำมันไพโรไลซิส                           | 141  |
| 4.3.11 ปฏิกิริยาเฟนตัน                                  | 141  |
| 4.4 การใช้คาร์บอนกัมมันต์กักเก็บไฮโดรเจน                | 143  |
| 4.4.1 ผลของพื้นที่ผิว                                   | 143  |
| 4.4.2 ผลของขนาดรูพรุน                                   | 143  |
| 4.4.3 ผลของความดันในระบบการดูดซับ                       | 143  |
| 4.4.4 ผลของอุณหภูมิในระบบการดูดซับ                      | 144  |
| 4.4.5 ผลของการเสริมโลหะในคาร์บอนกัมมันต์                | 144  |
| 4.5 การใช้คาร์บอนกัมมันต์ในการแยกสารด้วยกระบวนการดูดซับ | 144  |
| 4.6 การใช้คาร์บอนกัมมันต์เป็นตะแกรงโมเลกุล              | 145  |
| 4.7 การใช้ผงคาร์บอนกัมมันต์ตรวจลายนิ้วมือแฝง            | 145  |
| เอกสารอ้างอิง                                           | 146  |
| ดัชนีคำ                                                 | 157  |



# 1 บทนำ

## 1.1 ลักษณะทั่วไปของคาร์บอนกัมมันต์

คาร์บอนกัมมันต์ หรือถ่านกัมมันต์ (activated carbon หรือ activated charcoal) เป็นสารคาร์บอนที่มีโครงสร้างรูพรุนและพื้นที่ผิวจำเพาะภายในสูง ประกอบด้วยธาตุคาร์บอนเป็นหลัก (ร้อยละ 87 ถึง 97) และมีธาตุอื่นๆ เป็นองค์ประกอบอยู่บ้าง เช่น ออกซิเจน ไฮโดรเจน กำมะถัน และไนโตรเจน รวมทั้งสารประกอบต่างๆ ที่มีอยู่เดิมในวัตถุดิบตั้งต้นที่ใช้ในการผลิตหรือสารที่เติมเข้าไปในระหว่างกระบวนการผลิต (DiPanfilo and Egiebor, 1996; Prahas, et al., 2008; Olorundare, et al., 2012) โดยคาร์บอนกัมมันต์อาจมีแร่ธาตุที่ไร้ประโยชน์เป็นองค์ประกอบในปริมาณร้อยละ 1 ถึง 20 ซึ่งสารเหล่านี้ปกติจะถูกขจัดออกไปและยังคงอยู่ในรูปของเถ้าประมาณร้อยละ 0.1-0.2 (Cheung, et al., 2012) ทั้งนี้คาร์บอนกัมมันต์มีความสามารถในการดูดซับสารต่างๆ ทำให้สามารถกักเก็บโมเลกุลต่างๆ ในพื้นผิวภายในได้ จึงทำให้คาร์บอนกัมมันต์เป็นสารดูดซับที่ใช้งานอย่างแพร่หลาย โดยปกติปริมาตรรูพรุนรวมของคาร์บอนกัมมันต์มีมากกว่า  $0.2 \text{ cm}^3/\text{g}$  และบางชนิดมีมากกว่า  $1 \text{ cm}^3/\text{g}$  มีพื้นที่ผิวจำเพาะภายในมากกว่า  $400 \text{ m}^2/\text{g}$  และบางชนิดอาจมีได้ถึง  $1000\text{-}2500 \text{ m}^2/\text{g}$  และมีความกว้างรูพรุนอยู่ในช่วง 0.3 นาโนเมตรถึงหลายพันนาโนเมตร (Choma and Jaroniec, 2006)

คาร์บอนกัมมันต์ได้ใช้เป็นสารดูดซับทั้งในวิทยาศาสตร์และของเหลว เช่น ฟอกสีในอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาล (Menéndez-Díaz and Martín-Gullón, 2006) ใช้ในกระบวนการบำบัดหรือทำบริสุทธิ์สารละลายน้ำต่างๆ เช่น การขจัดสารมลพิษอินทรีย์ สี สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย และโลหะหนัก (Dias, et al., 2007)

## 1.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตคาร์บอนกัมมันต์

เพราะว่าคาร์บอนกัมมันต์เป็นวัสดุคาร์บอนที่มีโครงสร้างไม่เป็นระเบียบที่ต่างจากแกรไฟต์ ดังนั้นวัสดุของแข็งคาร์บอนทั้งหลายสามารถเปลี่ยนไปเป็นคาร์บอนกัมมันต์ได้ เช่น ชีวมวล เซลลูโลส พืช ลิกไนต์และถ่านหิน เป็นต้น ซึ่งคาร์บอนกัมมันต์ทางการค้าเป็นสารดูดซับที่มีการใช้มากสำหรับขจัดโมเลกุลสารมลพิษขนาดเล็กจากอากาศของเหลวและก๊าซ แต่เหตุผลสำคัญที่มีการใช้คาร์บอนกัมมันต์อย่างกว้างขวางจะเกี่ยวกับราคาเป็นสำคัญ โดยเฉพาะทางเลือกในการใช้วัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตคาร์บอนกัมมันต์จากวัตถุดิบธรรมชาติที่มีราคาถูกและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นวัตถุดิบประเภทที่ดีทางเคมีวัสดุในปัจจุบัน โดยมุ่งไปที่ชีวมวล เช่น แกลบข้าว (Ahmedna, et al., 2000) ซึ่งได้สารคาร์บอนที่มีราคาถูกและยั่งยืน มีโครงสร้างนาโนของซีกา มีกลไกการผลิตที่รวดเร็วและมีความจุในการดูดซับที่เหมาะสม สามารถนำมาฟื้นฟูสภาพใหม่ได้และนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง เช่น เป็นตัวเร่งเสริมเป็นขั้วไฟฟ้า ตัวเก็บประจุ และการกักเก็บก๊าซ (Chen, et al., 2011) นอกจากนี้วัสดุของเหลือทิ้งจากการเกษตรหรือผลผลิตพลอยได้ทางการเกษตรอีกมากมายที่เป็นวัตถุดิบตั้งต้นสำหรับการผลิตคาร์บอนกัมมันต์ ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าเพิ่มให้กับชีวมวลที่เป็นของเหลือทิ้ง เช่น เมล็ดพุทรา (Omri,