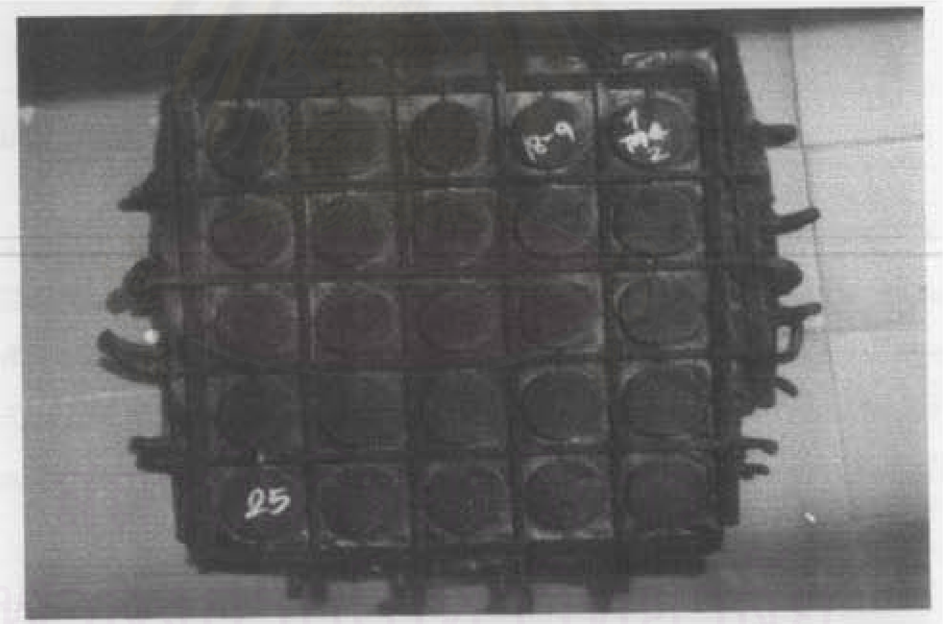
บทที่ 5

ผลการวิจัย

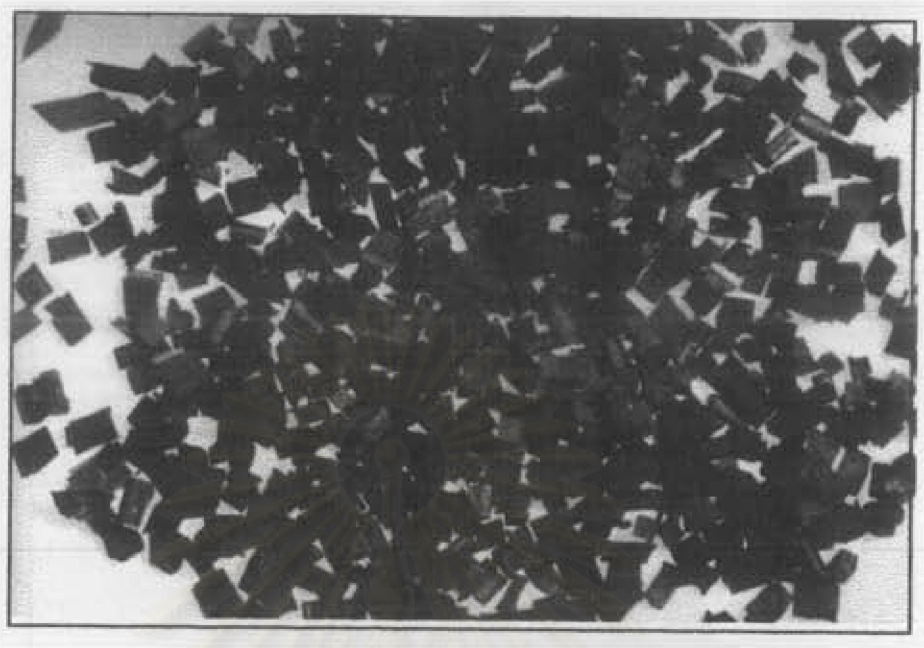
จากการทดลองในห้องปฏิบัติการตามขั้นตอนที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 4 ผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลในการทดลองประกอบด้วย สมบัติของวัตถุดิบ สมบัติของถ่านชาร์ และสมบัติของถ่านกัมมันต์ดังต่อไปนี้

5.1 <u>สมบัติของวัตถุดิบ</u>

<u>ลักษณะของแผ่นยาง และยางที่ถูกตัดเป็นก้อน</u> แผ่นยางที่ใช้ในการทดลอง แสดงไว้ในรูปที่ 5.1 ก และยางที่ถูกตัดเป็นก้อนเพื่อนำไปคาร์บอไนซ์แสดงไว้ในรูปที่ 5.1 ข



<u>รูปที่ 5.1</u> ก) แผ่นยางที่ใช้ในการทดลอง



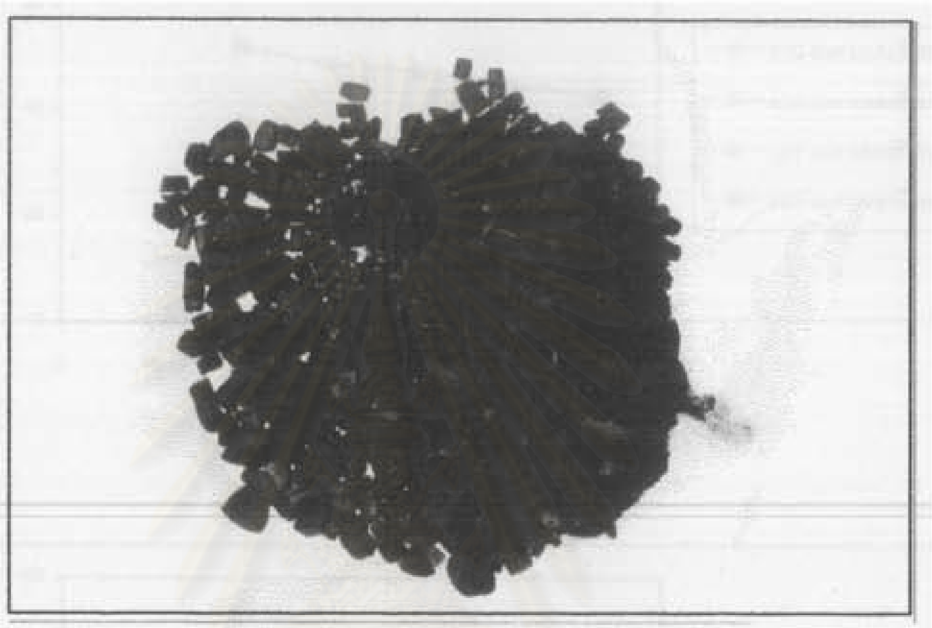
รูปที่ 5.1(ต่อ) ข) ยางที่ตัดเป็นก้อน เพื่อนำไปคาร์บอไนซ์

5.2 กระบวนการคาร์บอไนซ์

นำยางที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการทดลองมาตัดให้เป็นก้อนลูกเต๋า มีขนาดประมาณ 5X 5X5 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ใส่กล่องสแตนเลสปิดฝาแล้วนำไปเผาในเตาเผา การทดลองกำหนดอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการเผา เมื่อได้ผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่าถ่านชาร์ นำไปวิเคราะห์หาปริมาณร้อยละของสารผลิตภัณฑ์ที่ได้ สมบัติต่างๆแบบตัวอย่างแห้งประกอบด้วย ปริมาณสารระเหย (VM) ปริมาณคาร์บอนคงตัว (FC) และปริมาณเถ้า (A) ข้อมูลที่ได้นำมาสร้างกราฟ แสดงความสัมพันธ์ต่างๆ ดังนี้

5.2.1 <u>ลักษณะทั่วไปของถ่านจากยางที่คาร์บอไนซ์</u> (ถ่านชาร์)

ยางที่ถูกคาร์บอไนซ์แล้วจะมีลักษณะแตกต่างจากยางเริ่มต้นคือ มีขนาดเล็กลง เปราะ มีลักษณะคล้ายถ่านทั่วไป นำมาบดได้ง่าย ซึ่งจะเห็นลักษณะของถ่านชาร์จากรูปที่ 5.2

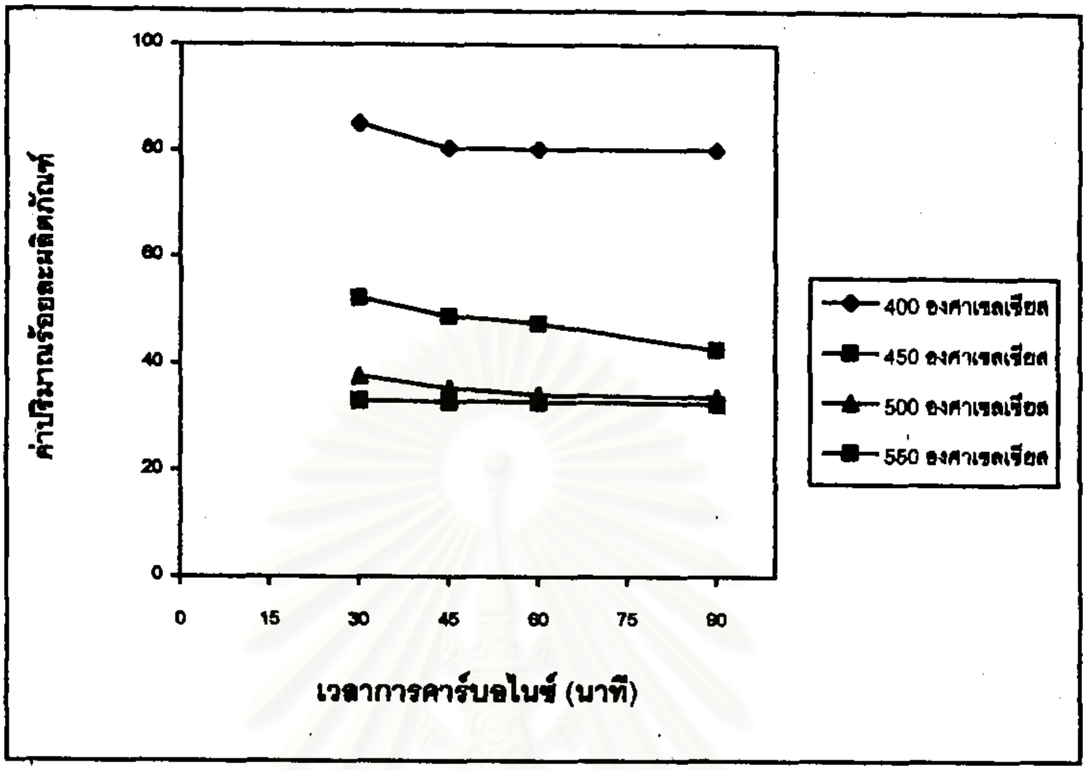


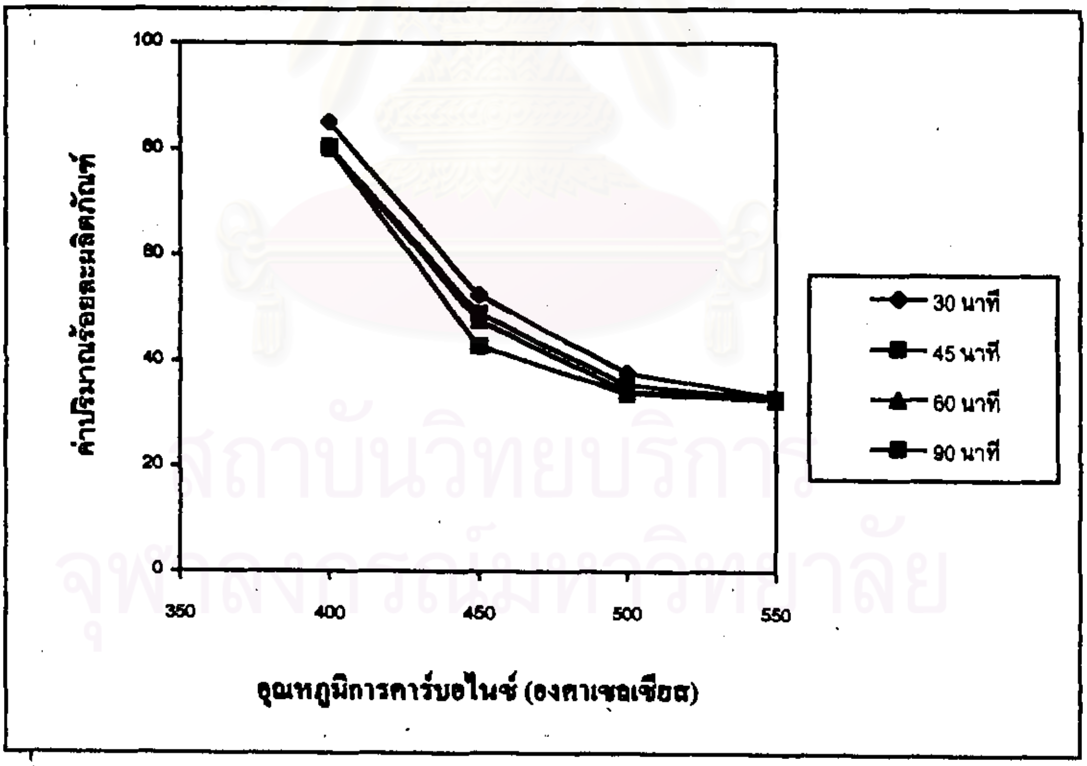
<u>รูปที่ 5.2</u> ถ่านจากยางที่คาร์บอไนซ์ที่ 400 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที

5.2.2 <u>ค่าปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่ได้</u>

ผลของการคาร์บอไนซ์จะทำให้น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ที่ได้ลดน้อยลงไป ปริมาณร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่ได้ แสดงในรูปที่ 5.3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





<u>รูปที่ 5.3</u> ผลของอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการคาร์บอไนซ์ ต่อค่าปริมาณร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่ได้

จากรูปแสดงให้เห็นว่า

- ผลของเวลาในการทดลองคือ 30, 45, 60 และ 90 นาที ที่อุณหภูมิคงที่ จะได้ค่าปริมาณร้อยละของผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างกันมาก โดยที่เวลา 30 นาที ได้ผลิตภัณฑ์ประมาณร้อยละ 80

ที่เวลา 45 นาที ได้ผลิตภัณฑ์ประมาณร้อยละ 45

ที่เวลา 60 นาที ได้ผลิตภัณฑ์ประมาณร้อยละ 35

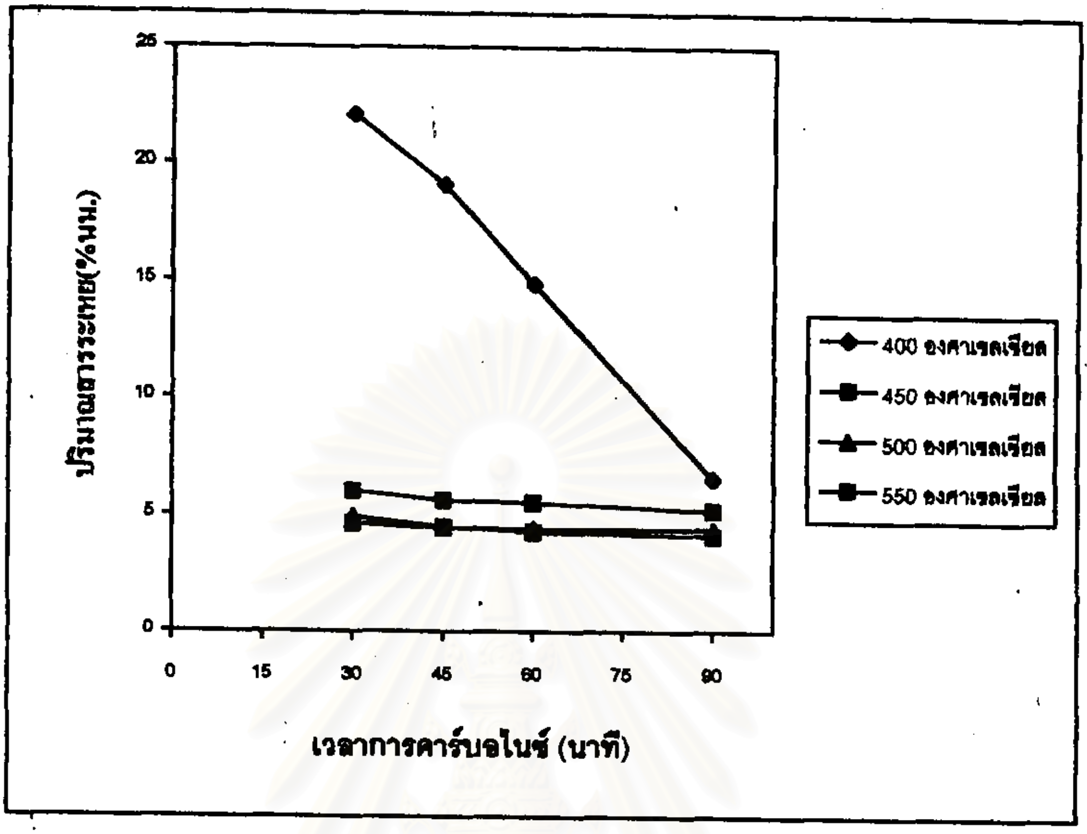
ที่เวลา 90 นาที ได้ผลิตภัณฑ์ประมาณร้อยละ 33

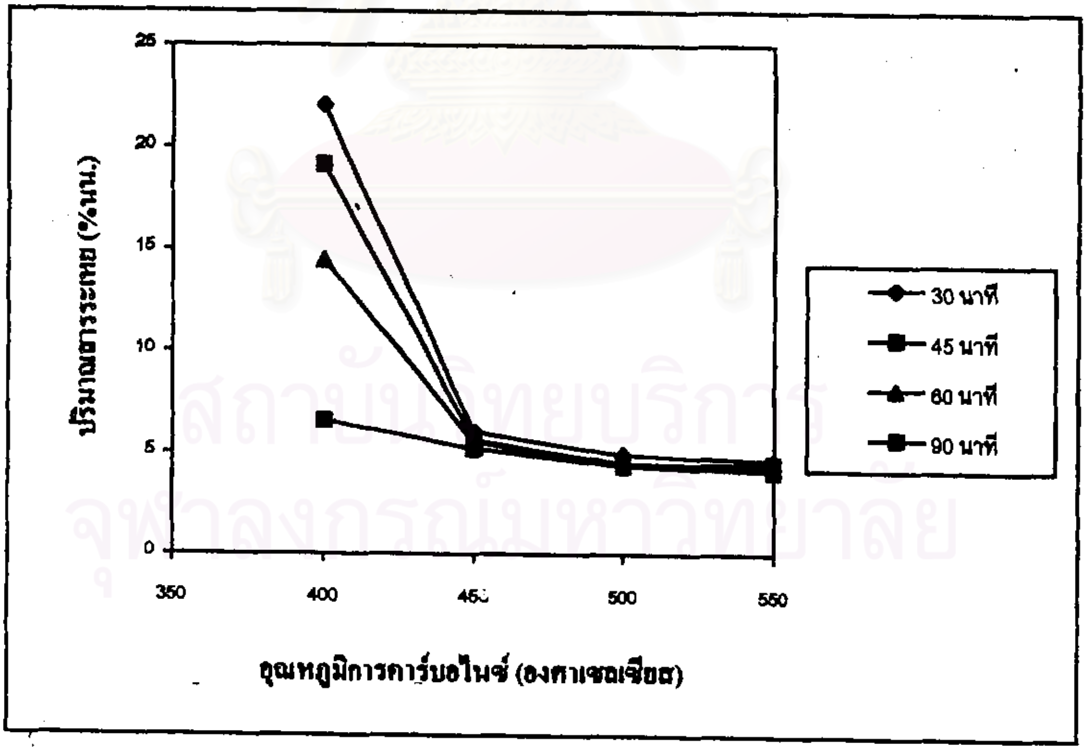
- ผลของอุณหภูมิที่ใช้พบว่า เมื่อใช้อุณหภูมิต่ำผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณมาก แต่เมื่อใช้อุณหภูมิสูงขึ้น จะได้ผลิตภัณฑ์ลดน้อยลงไป อย่างไรก็ตามจากการทดลองในช่วงแรกคือ จากอุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ไปที่ 450 องศาเซลเซียส ปริมาณสารที่สูญเสียไปมีปริมาณมาก แต่ในช่วง 450 องศาเซลเซียส ไปที่ 500 องศาเซลเซียส ปริมาณสูญเสียเริ่มน้อยลง และจาก 500 องศาเซลเซียส ไปที่ 550 องศาเซลเซียสปริมาณการสูญเสียน้อยมาก

5.2.3 <u>ปริมาณสารระเหยในถ่านชาร์</u>

ร้อยละของสารระเหย คิดจากตัวอย่างแห้ง (dry basis) ได้ข้อมูลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 5.4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





<u>รูปที่ 5.4</u> ผลของอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการคาร์บอไนซ์ ต่อค่าปริมาณร้อยละของสารระเหย โดยใช้ตัวอย่างยาง 100 กรัม

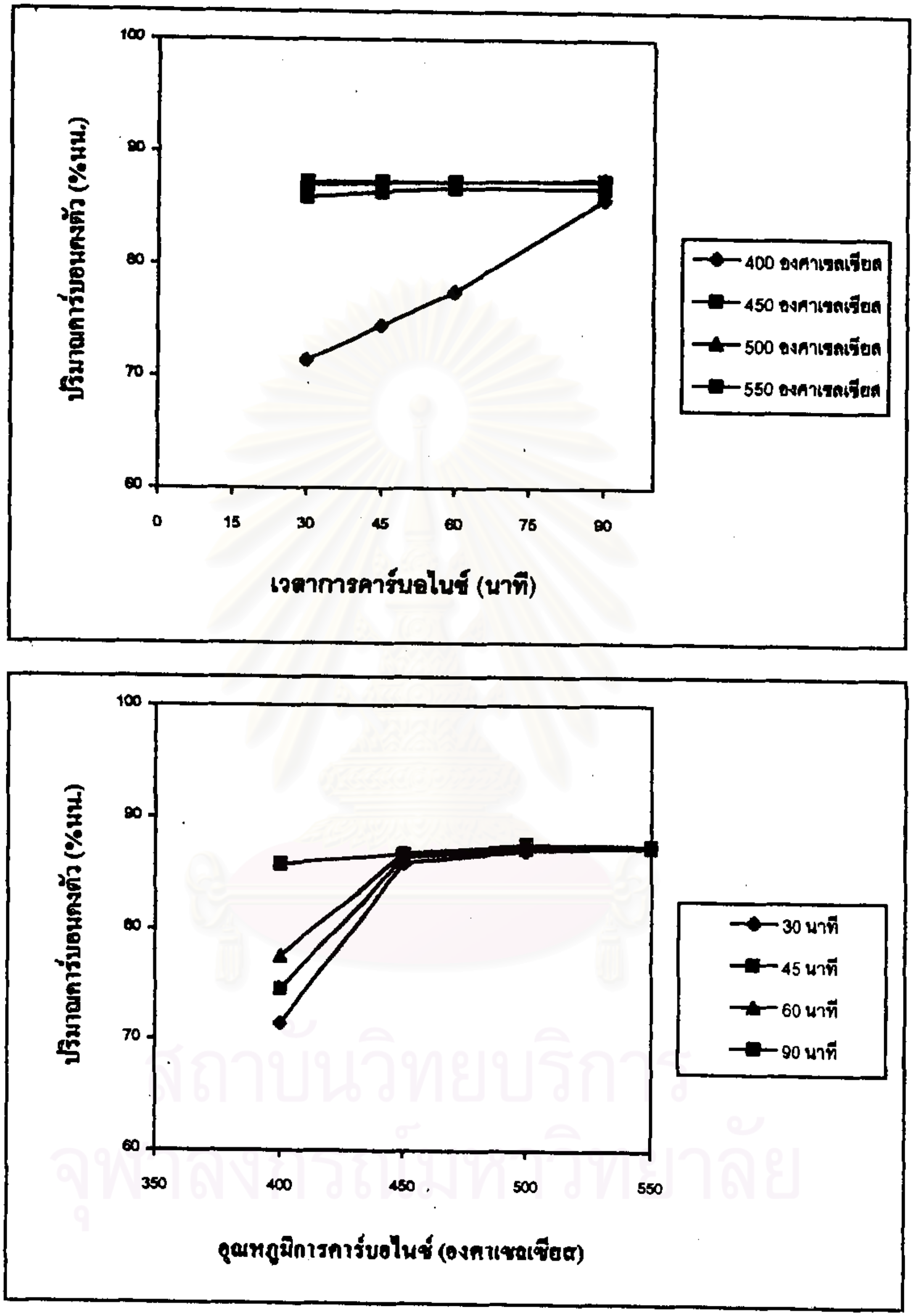
จากรูปแสดงให้เห็นว่า

- ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ในการคาร์บอไนซ์ ปริมาณสารระเหยได้ที่เวลาที่ต่างๆกัน จะมีค่าแตกต่างกันไปถ้าใช้เวลาที่สั้น สารระเหยได้เหลืออยู่มาก แต่ถ้าใช้เวลามาก จะมีสารระเหยลดต่ำลงไป
- ซึ่งปริมาณสารระเหยได้ ที่ได้จากการทดลองอยู่ในช่วงร้อยละ 5-20
- ที่อุณหภูมิ 450,500 และ 550 องศาเซลเซียส จะพบว่าปริมาณสารระเหยที่มีอยู่ในถ่านชาร์เกือบไม่มีความแตกต่างกันและเมื่อใช้เวลา ต่าง ๆ กัน ปริมาณสารระเหยที่อยู่ในเนื้อของสารก็เกือบไม่มีความแตกต่างกัน ปริมาณสารระเหยที่ได้มีประมาณร้อยละ 5 และใกล้เคียงกับปริมาณที่ได้จากการคาร์บอไนซ์ที่ 400 องศาเซลเซียส แต่ใช้เวลา 90 นาที

<u>5.2.4 ปริมาณร้อยละคาร์บอนคงตัว</u>

ในตัวอย่างแห้ง (dry basis) ได้ข้อมูลการทดลองแสดงในรูปที่ 5.5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>รูปที่ 5.5</u> ผลของอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการคาร์บอไนซ์ ต่อค่าปริมาณร้อยละของคาร์บอนคงตัวโดยใช้ตัวอย่างยาง 100 กรัม

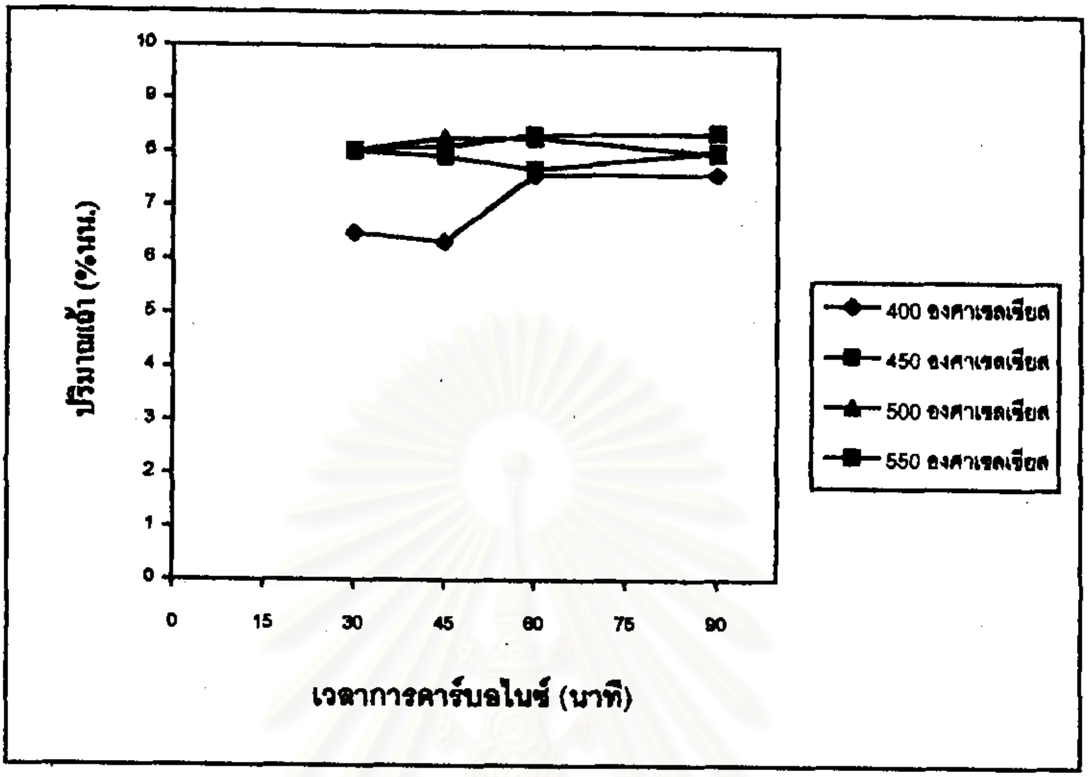
จากเส้นกราฟ ในรูปที่ 5.5 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนคงตัวคล้ายกับ ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารระเหย แต่เป็นไปในแบบที่ตรงกันข้าม ในช่วงอุณหภูมิต่ำ

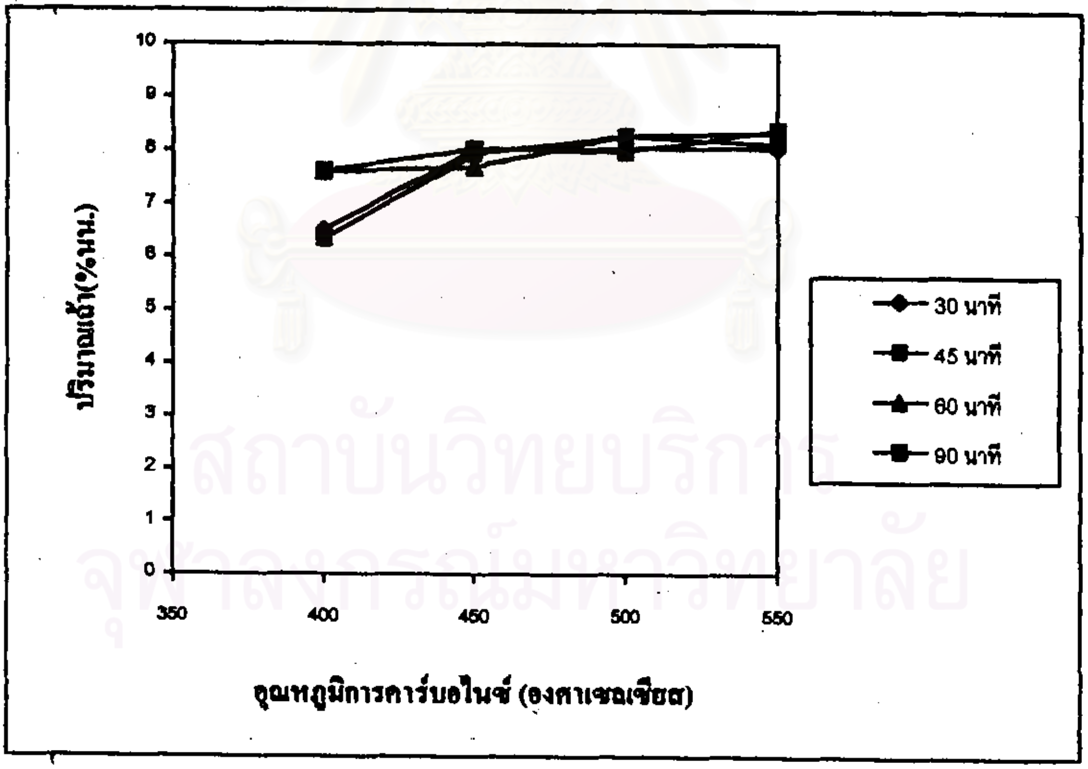
- ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ถ้าใช้เวลาในการคาร์บอไนซ์น้อย ถ่านชาร์ที่ได้จะมีปริมาณคาร์บอนคงตัวต่ำ แต่เมื่อใช้เวลาในการคาร์บอไนซ์เพิ่มมากขึ้น จะได้ปริมาณคาร์บอนคงตัวสูง โดยเมื่อเวลาเปลี่ยนจาก 30 นาที ไปที่ 90 นาที ค่าปริมาณคาร์บอนคงตัวมีค่าเปลี่ยนจากร้อยละ 70 ไปที่ร้อยละ 85
- ที่อุณหภูมิ 450, 500 และ 550 องศาเซลเซียส อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการคาร์บอไนซ์เกือบไม่มีผลต่อปริมาณคาร์บอนคงตัวในถ่านชาร์ โดยคาร์บอนคงตัวจะมีค่าประมาณร้อยละ 85

5.2.5 <u>ปริมาณเถ้า</u>

ปริมาณเถ้าในตัวอย่างแห้งของถ่านชาร์แสดงในรูป 5.6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>รูปที่ 5.6</u> ผลของอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการคาร์บอไนซ์ ต่อค่าปริมาณร้อยละของเถ้าโดยใช้ตัวอย่างยาง 100 กรัม

จากเส้นกราฟ การเปลี่ยนแปลงปริมาณเถ้า ที่อุณหภูมิการคาร์บอไนซ์ 400 องศาเซลเซียส มีค่าเปลี่ยนไปที่ เวลาต่าง ๆ กัน โดยที่เวลา 30 และ 45 นาที ปริมาณเถ้าที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน คือประมาณร้อยละ 6.5 และที่เวลา 60 และ 90 นาที ได้ปริมาณเถ้าใกล้เคียงกันประมาณร้อยละ 8

5.3 <u>ภาวะที่เหมาะสมในการคาร์บอไนซ์ยาง เพื่อนำไปผลิตเป็นถ่านกัมมันต์</u>

การเลือกภาวะที่ใช้ในการคาร์บอไนซ์ยาง จะเลือกจากสมบัติของถ่านชาร์ที่มีความเหมาะสมในการนำไปกระตุ้น คือถ่านที่มีค่าสารระเหยได้ประมาณร้อยละ 20 ดังนั้นจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองในการผลิตถ่านชาร์ พบว่าภาวะที่เหมาะสมคือ การคาร์บอไนซ์ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 30 นาที จะได้ถ่านชาร์ที่มีปริมาณสารระเหยร้อยละ 22.08 สมบัติของถ่านชาร์ที่ภาวะนี้แสดงไว้ในตารางที่ 5.1

<u>ตารางที่ 5.1</u> สมบัติโดยประมาณของถ่านจากยางที่คาร์บอไนซ์ ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที เพื่อนำไปกระตุ้นด้วย $ZnCl_2$

Y (%)	M (%)	Dry basis		
		Ash (%)	vcm (%)	FC (%)
85.13	1.24	6.51	22.08	71.41

5.4 <u>สมบัติของถ่านกัมมันต์ที่ได้จากการกระตุ้นด้วย$ZnCl_2$</u>

ถ่านชาร์ที่ได้จากการคาร์บอไนซ์ [ตามข้อ 5.3] ใช้เป็นวัตถุดิบในการกระตุ้นให้เป็นถ่านกัมมันต์โดยการใช้ $ZnCl_2$ เป็นตัวกระตุ้นมีการศึกษาค่าตัวแปรในการกระตุ้น ต่าง ๆ ดังนี้

- แปรความเข้มข้นของ$ZnCl_2$
- แปรอุณหภูมิที่ใช้ในการกระตุ้น
- แปรเวลาที่ใช้ในการกระตุ้น
- แปรขนาดเริ่มต้นของวัตถุดิบ

นำถ่านที่ผ่านการกระตุ้นแล้วทุกตัวอย่างไปวิเคราะห์ค่าปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ได้ (เทียบกับปริมาณเริ่มต้นคือถ่านชาร์) วิเคราะห์สมบัติของถ่านแบบประมาณ วิเคราะห์ค่าเมทิลีนบลู วิเคราะห์ค่าไอโอดีน และตัวอย่างส่วนหนึ่งได้ส่งไปวิเคราะห์หาค่าต่าง ๆ ประกอบด้วย ค่าพื้นที่ผิวจำเพาะของรูพรุนทั้งหมด ที่สถาบันโลหะและวัสดุ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และค่าปริมาณของสังกะสีตกค้างในถ่านกัมมันต์และใช้ SEM ถ่ายรูปขยายขนาด 10,000 เท่า ที่ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผลการวิเคราะห์นำมาแสดงต่อไป

5.4.1 <u>การแปรความเข้มข้นของ $ZnCl_2$</u>

5.4.1.1 <u>สมบัติของสารละลาย $ZnCl_2$ ที่ใช้ในการทดลอง</u>

สารละลาย $ZnCl_2$ ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วยสารละลาย $ZnCl_2$ ที่มีความเข้มข้นร้อยละโดยน้ำหนัก ตั้งแต่ 30 ถึง 70 ตรวจสอบสมบัติของสารละลายโดยการวัดค่า pH และค่าความถ่วงจำเพาะ ข้อมูลที่ได้ แสดงในตารางที่ 5.2

<u>ตารางที่ 5.2</u> สมบัติของสารละลาย $ZnCl_2$ ที่ใช้ในการทดลอง

ความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ (% นน.)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ความถ่วงจำเพาะ
30	4.52	1.245
40	3.90	1.349
50	3.13	1.473
60	2.35	1.584
70	1.19	1.744

5.4.1.2 <u>สมบัติของถ่านกัมมันต์ที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารละลาย $ZnCl_2$</u>

การทดลองมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ จากร้อยละ 30 ถึง ร้อยละ 70 โดยน้ำหนัก และเปลี่ยน อุณหภูมิที่ใช้กระตุ้น 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง [ได้ข้อมูล

แสดงในตารางที่ 5.3 และใช้อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมง ในการกระตุ้น [ข้อมูลแสดงในตาราง ที่ 5.4] สมบัติของถ่านกัมมันต์ที่ได้ประกอบด้วย ร้อยละของผลิตภัณฑ์ (y)

ค่าความหนาแน่นปรากฎ (BD) ปริมาณเถ้า (ASH) ค่าเมทิลีนบลู ค่าไอโอดีน และพื้นที่ผิวจำเพาะของรูพรุนทั้งหมด ข้อมูลที่ได้ถูกนำมาแสดงเป็นกราฟ แสดงในรูปที่ 5.7 ถึง 5.12

ตารางที่ 5.3 สมบัติของถ่านกัมมันต์ที่ได้จากการกระตุ้นที่ความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ที่ความเข้มข้นต่างๆ ขนาด 2.00 - 2.38 มม. อัตราการไหลของไนโตรเจน 100 มล./นาที อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที

ความเข้มข้น$ZnCl_2$ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	Y (%)	BD (ก/ซีซี)	ASH (%)	MB (มก/ก)	IA (มก/ก)	Surface area ($ม^2$/ก)
30	85.13	0.434	7.51	6.32	126.32	-
40	81.65	0.423	7.48	11.99	128.45	-
50	72.82	0.422	7.94	19.48	131.57	25.46
60	68.47	0.421	7.53	20.44	132.62	33.61
70	68.01	0.420	8.18	22.53	138.46	34.65

ตารางที่ 5.4 สมบัติของถ่านกัมมันต์ที่ได้จากการกระตุ้นที่ความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ที่ความเข้มข้นต่างๆ ขนาด 2.00 - 2.38 มม. อัตราการไหลของไนโตรเจน 100 มล./นาที อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมง

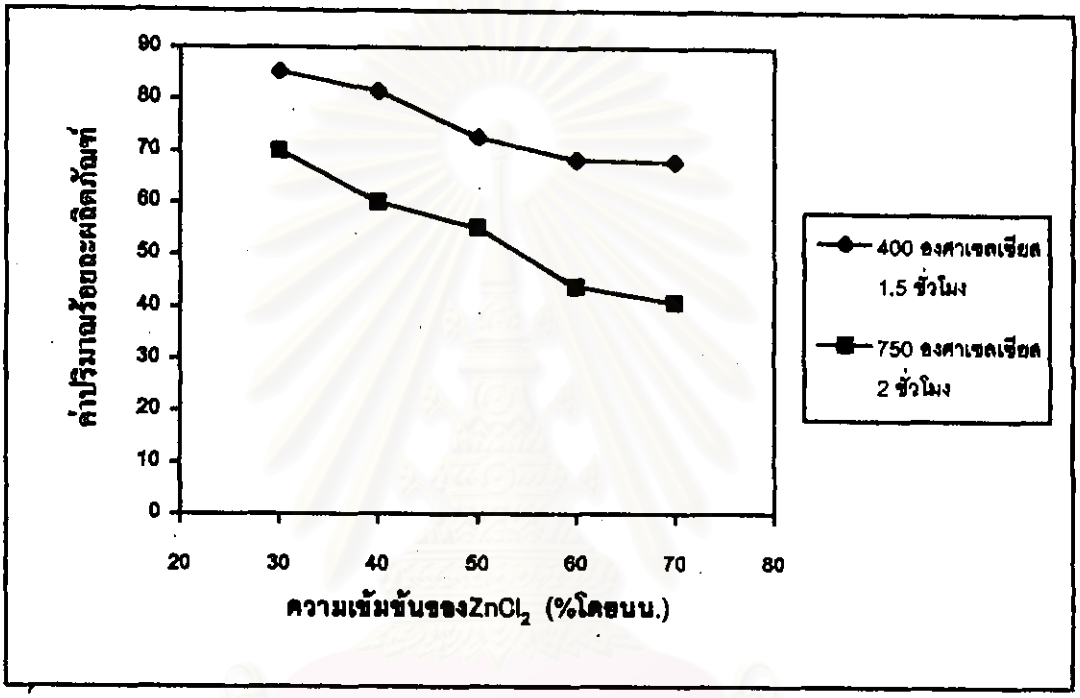
ความเข้มข้น$ZnCl_2$ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	Y (%)	BD (ก/ซีซี)	ASH (%)	MB (มก/ก)	IA (มก/ก)	Surface area ($ม^2$/ก)
30	70.06	0.424	11.26	29.74	142.05	81.69
40	60.07	0.418	10.57	55.72	155.14	181.63
50	55.27	0.417	10.21	59.2	272.7	196.39
60	43.03	0.417	10.38	61.52	311.59	197.71
70	40.92	0.417	10.43	63.63	328.69	204.13

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. <u>ปริมาณร้อยละของผลิตภัณฑ์</u>

รูปที่ 5.7 แสดงถึงค่าร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่ได้ จากรูปแสดงให้เห็นว่า

- เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของปริมาณ$ZnCl_2$ ค่าร้อยละของผลิตภัณฑ์จะลดลง
- การกระตุ้นที่ 400 องศาเซลเซียส จะให้ปริมาณร้อยละของผลิตภัณฑ์สูงกว่าการกระตุ้นที่ 750 องศาเซลเซียส



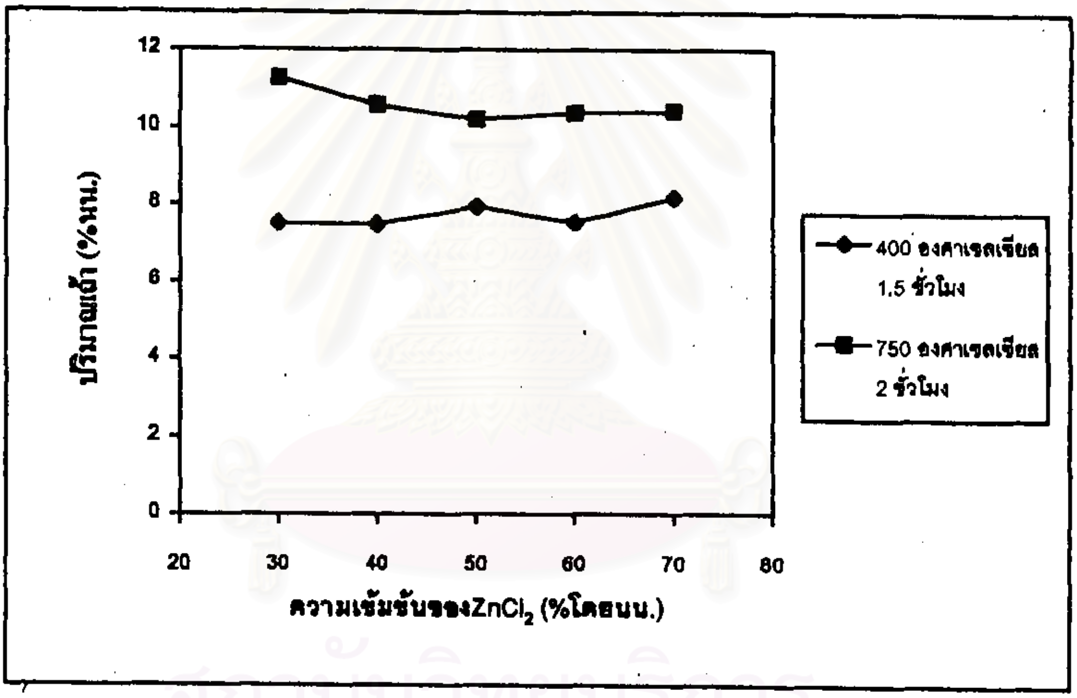
<u>รูปที่ 5.7</u> ผลของความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ ที่ใช้ในการเตรียมถ่านชาร์สำหรับการกระตุ้น ต่อค่าปริมาณร้อยละของผลิตภัณฑ์โดยใช้ตัวอย่างถ่านชาร์ 20 กรัม ขนาด 2.00 – 2.38 มม.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. <u>ปริมาณร้อยละของเถ้า</u>

รูปที่ 5.8 แสดงถึงค่าร้อยละของเถ้าของถ่านกัมมันต์จากรูปแสดงให้เห็นว่า

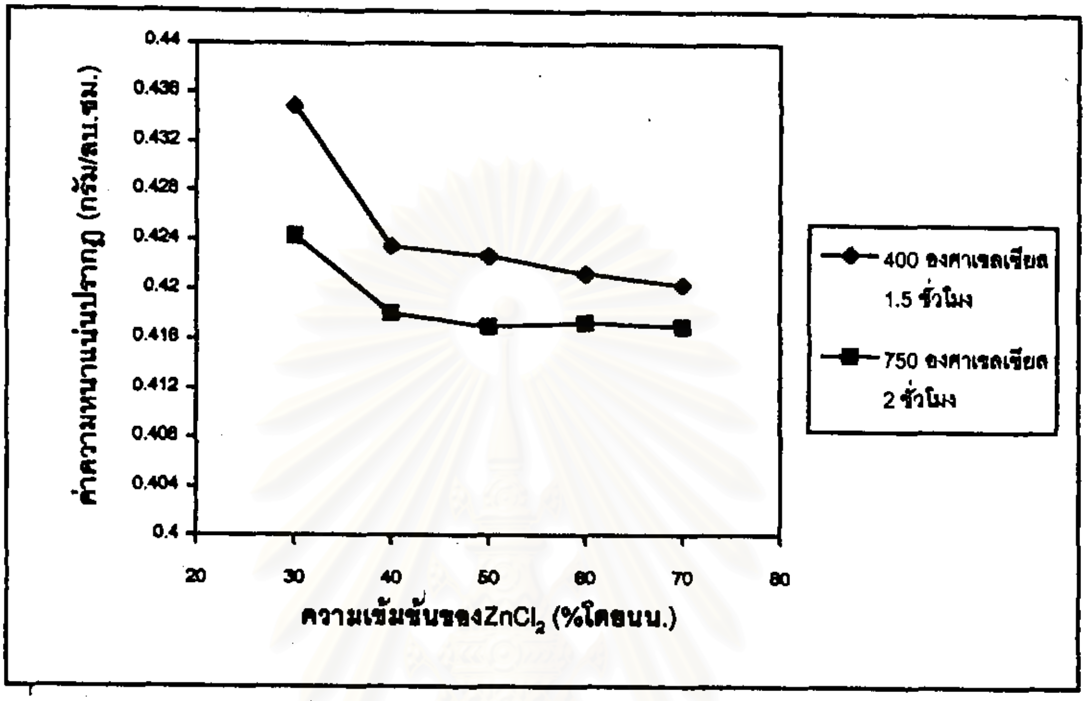
- ปริมาณเถ้าเมื่อเปลี่ยนความเข้มข้นของสารละลาย $ZnCl_2$ ที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส ปริมาณของเถ้ามีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย ในช่วงความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ เพิ่มจาก 30 เป็น 50 แต่ในช่วงความเข้มข้นร้อยละ 50 ถึง 70 ปริมาณของเถ้าเกือบมีค่าคงที่ แต่การกระตุ้นที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ปริมาณของเถ้าเกือบไม่เปลี่ยนไปเมื่อความเข้มข้นเพิ่ม
- ปริมาณเถ้าในถ่านกัมมันต์ เมื่อใช้อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส จะมีค่ามากกว่าใช้การกระตุ้นที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส



<u>รูปที่ 5.8</u> ผลของความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ ที่ใช้ในการเตรียมถ่านชาร์สำหรับการกระตุ้น ต่อปริมาณเถ้า โดยใช้ตัวอย่างถ่านชาร์ 20 กรัม ขนาด 2.00 – 2.38 มม.

3. <u>ค่าความหนาแน่นปรากฏ</u>

รูปที่ 5.9 แสดงถึงค่าความหนาแน่นปรากฏของถ่านกัมมันต์จากรูปแสดงให้เห็นว่า

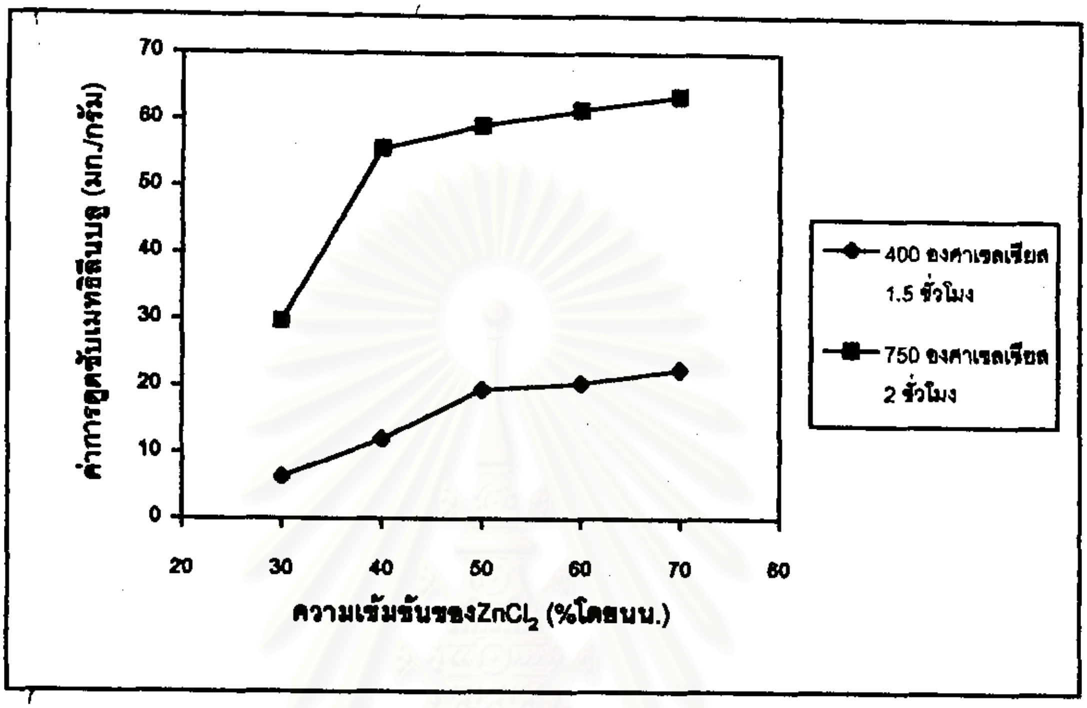


<u>รูปที่ 5.9</u> ผลของความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ ที่ใช้ในการเตรียมถ่านชาร์สำหรับการกระตุ้น ต่อค่าความหนาแน่นปรากฏโดยใช้ตัวอย่างถ่านชาร์ 20 กรัม ขนาด 2.00 – 2.38 มม.

- เมื่อใช้ความเข้มข้นสูงขึ้น ค่าความหนาแน่นปรากฏของถ่านกัมมันต์มีแนวโน้มลดลง โดยในช่วงแรกเมื่อความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ เปลี่ยนจากร้อยละ 30 เป็น 40 ค่าความหนาแน่นปรากฏมีการเปลี่ยนแปลงมากแต่ในช่วงจากร้อยละ 40 ถึง 70 ความหนาแน่นปรากฏมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย ค่าความหนาแน่นปรากฏมีค่าประมาณ 0.42 ในช่วงนี้
- ความหนาแน่นปรากฏเมื่อกระตุ้นที่อุณหภูมิสูง 750 องศาเซลเซียส มีค่าน้อยกว่าการกระตุ้นที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส

4. <u>ค่าการดูดซับเมทิลีนบลู</u>

รูป 5.10 แสดงค่าการดูดซับเมทิลีนบลูจากรูปจะพบว่า

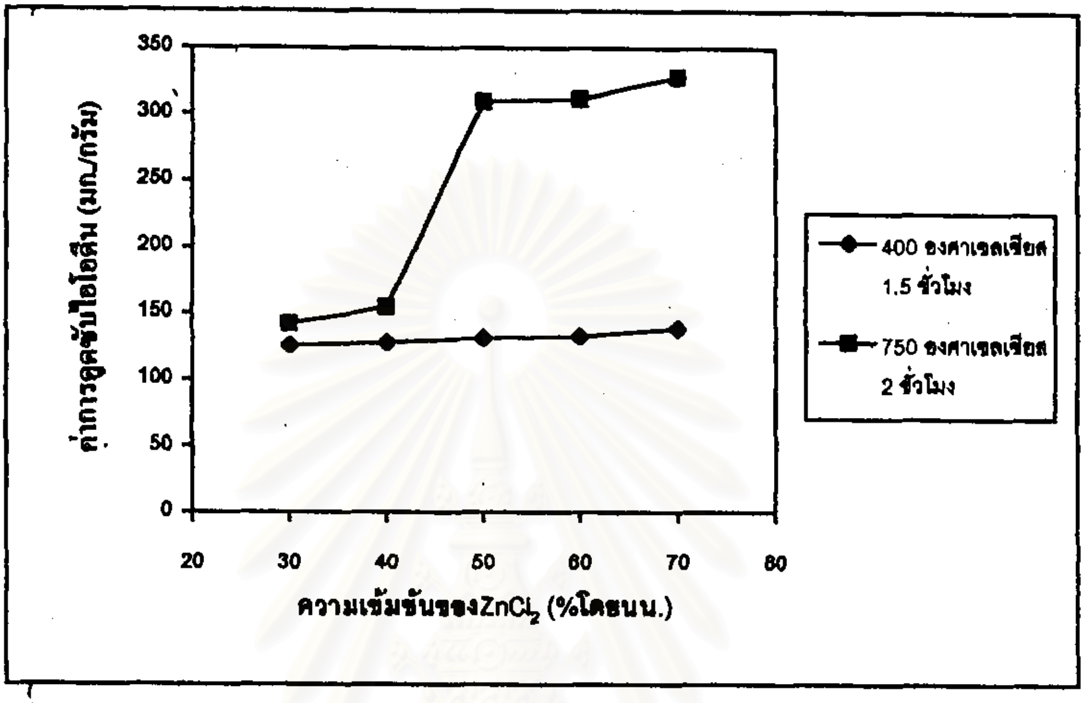


<u>รูปที่ 5.10</u> ผลของความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ ที่ใช้ในการเตรียมถ่านชาร์สำหรับการกระตุ้น ต่อค่าการดูดซับเมทิลีนบลูโดยใช้ตัวอย่างถ่านชาร์ 20 กรัม ขนาด 2.00 – 2.38 มม.

- ที่ความเข้มข้น $ZnCl_2$ ร้อยละ 30 ถึง 40 ค่าเมทิลีนบลูเพิ่มขึ้นสูงมาก แต่ในช่วงความเข้มข้นร้อยละ 40 ถึง 70 ค่าเมทิลีนบลูเพิ่มขึ้น เพียงเล็กน้อย
- ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ค่าการดูดซับเมทิลีนบลูมีค่าต่ำกว่าที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส โดยมีค่าเมทิลีนบลู ในการกระตุ้นที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส มีค่าในช่วงประมาณ 5 - 25 มก./กรัม แต่ที่ 700 องศาเซลเซียส มีค่าประมาณ 30-65 มก./กรัม

5. <u>ค่าการดูดซับไอโอดีน</u>

รูปที่ 5.11 แสดงค่าการดูดซับไอโอดีนที่ความเข้มข้น $ZnCl_2$ ต่าง ๆ จากรูปแสดงให้เห็นว่า

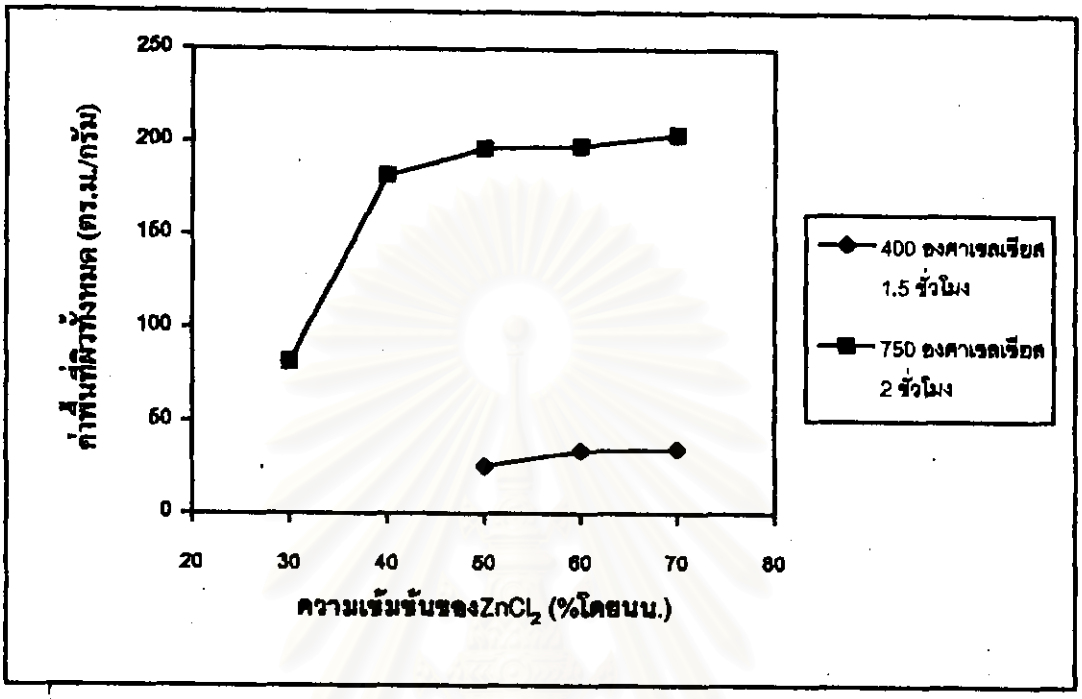


<u>รูปที่ 5.11</u> ผลของความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ ที่ใช้ในการเตรียมถ่านชาร์สำหรับการกระตุ้น ต่อค่าการดูดซับไอโอดีนโดยใช้ตัวอย่างถ่านชาร์ 20 กรัม ขนาด 2.00 – 2.38 มม.

- ที่อุณหภูมิกระตุ้น 400 องศาเซลเซียส เมื่อค่าความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ เปลี่ยนไป ค่าการดูดซับไอโอดีนเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย เปลี่ยนค่าจาก 126.32 ถึง 138.46 มก./กรัม
- ที่อุณหภูมิกระตุ้น 750 องศาเซลเซียส ในช่วงความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ ต่ำร้อยละ 30 ถึง 40 ค่าการดูดซับไอโอดีน มีค่าเพียงประมาณ 150 มก./กรัม แต่เมื่อความเข้มข้นของสารละลายอยู่ในช่วงร้อยละ 50 ถึง 70 ค่าการดูดซับไอโอดีน สูงขึ้นไปเป็นประมาณ 300 มก./กรัม
- เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิ ในการกระตุ้นที่ 400 ถึง 750 องศาเซลเซียส จะพบว่าที่ 400 องศาเซลเซียส จะให้ค่าการดูดซับไอโอดีนต่ำกว่าที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส

6. <u>ค่าพื้นที่ผิวทั้งหมด</u>

รูปที่ 5.12 แสดงค่าพื้นที่ผิวทั้งหมดของถ่านกัมมันต์ที่ได้ จากรูปแสดงให้เห็นว่า



<u>รูปที่ 5.12</u> ผลของความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ ที่ใช้ในการเตรียมถ่านชาร์สำหรับการกระตุ้น ต่อค่าพื้นที่ผิวทั้งหมด โดยใช้ตัวอย่างถ่านชาร์ 20 กรัม ขนาด 2.00 – 2.38 มม.

- เมื่อกระตุ้นถ่านที่ 400 องศาเซลเซียส ที่ความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ ร้อยละ 50 ถึง 70 ให้ค่าพื้นที่ผิวใกล้เคียงกัน แต่มีค่าต่ำมากคือประมาณ 30 ตร.ม./กรัม

- เมื่อกระตุ้นที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส จะให้พื้นที่ผิวสูงขึ้นและเปลี่ยนไปตามความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ คือเมื่อใช้สารละลายมีความเข้มข้นสูงจะให้พื้นที่ผิวที่เพิ่มขึ้น ค่าพื้นที่ผิวมีค่าประมาณ 200 ตร.ม./กรัม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.4.2 ผลของอุณหภูมิที่ใช้กระตุ้นต่อสมบัติของถ่านกัมมันต์

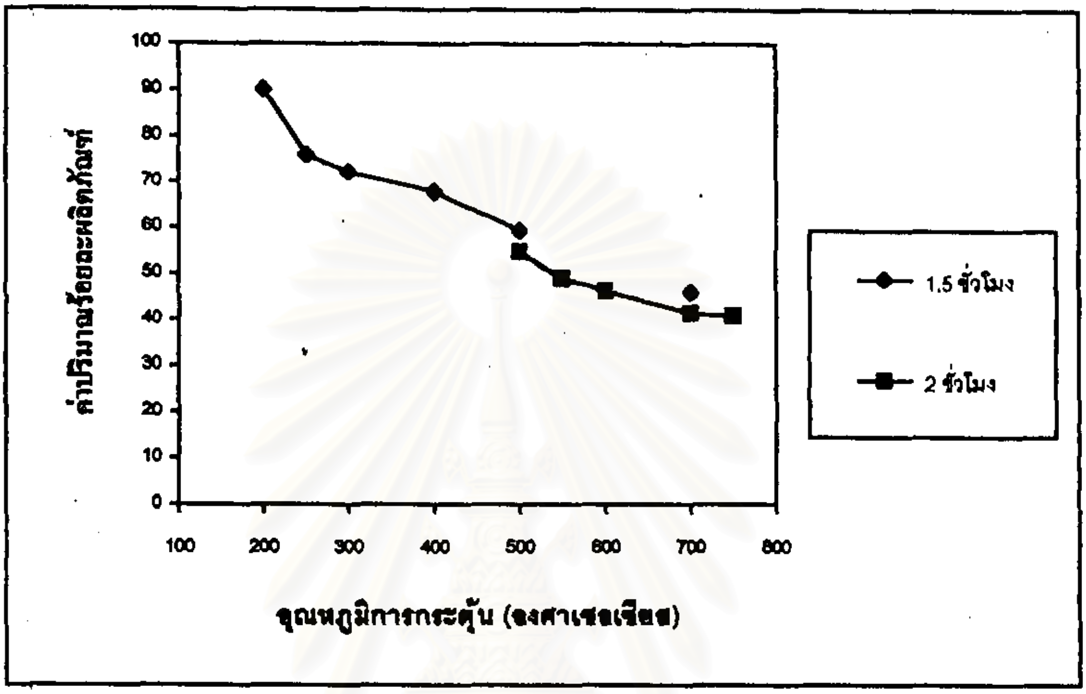
การทดลองใช้ถ่านชาร์ผสมกับสารละลาย $ZnCl_2$ เข้มข้นร้อยละ 70 แล้วถ้าใช้การกระตุ้นที่อุณหภูมิ 200 ถึง 700 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1.5 ชม. 1 ชุด ส่วนอีกหนึ่งชุดนำไปกระตุ้นที่อุณหภูมิ 500 ถึง 750 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 2 ชม. ถ่านกัมมันต์ที่ได้ นำไปวิเคราะห์หาค่าสมบัติต่างๆ แสดงไว้ในตาราง 5.5 นำข้อมูลที่ได้ไปเขียนกราฟในรูป 5.12 ถึง 5.13 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.5 สมบัติของถ่านกัมมันต์ที่ได้จากกการกระตุ้นที่อุณหภูมิต่างๆ ความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ 70% โดยน้ำหนัก ขนาด 2.00 – 2.38 มม. อัตราการไหลของไนโตรเจน 100 มล./นาที เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที และ 2 ชั่วโมง

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ระยะเวลา (นาที)	Y (%)	BD (ก/ซีซี)	ASH (%)	MB (มก/ก)	IA (มก/ก)	Surface area ($ม^2$/ก)
200	1.5	90.23	0.524	7.21	16.73	98.12	-
250	1.5	76.32	0.520	7.78	18.32	110.15	-
300	1.5	72.31	0.506	7.91	19.50	125.26	-
400	1.5	68.53	0.420	8.18	22.53	138.46	34.65
500	1.5	59.49	0.426	8.53	45.44	300.02	218.54
700	1.5	46.32	0.440	8.85	53.41	313.12	181.94
500	2	54.96	0.407	8.95	54.9	351.52	237.17
550	2	49.12	0.404	9.05	49.1	336.70	228.51
600	2	46.41	0.402	9.38	46.4	334.85	217.14
700	2	41.53	0.418	9.82	41.5	329.71	213.03
750	2	40.92	0.417	10.43	40.92	328.69	204.13

1. ปริมาณร้อยละของผลิตภัณฑ์

ความสัมพันธ์ค่าปริมาณร้อยละของผลิตภัณฑ์ และอุณหภูมิของการกระตุ้นแสดงไว้ใน รูป 5.13

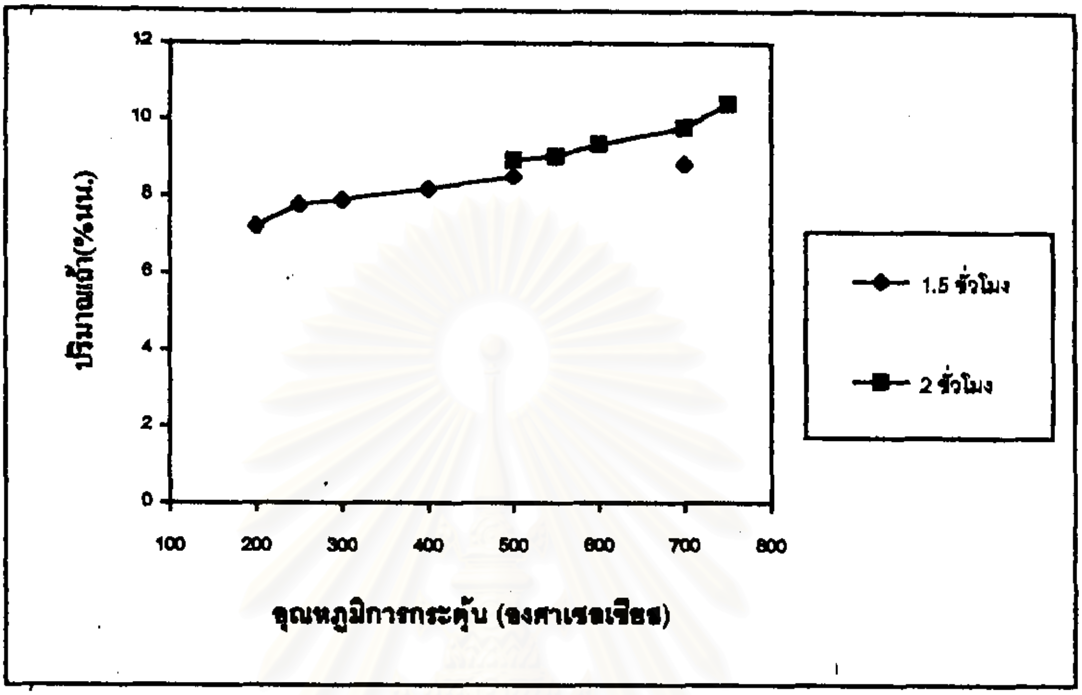


รูปที่ 5.13 ผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการกระตุ้น ต่อค่าปริมาณร้อยละของผลิตภัณฑ์โดยใช้ตัวอย่างถ่านชาร์ 20 กรัม ขนาด 2.00 – 2.38 มม.

จากรูป 5.13 แสดงให้เห็นว่า การกระตุ้นที่อุณหภูมิต่ำจะให้ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่มาก แต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น จะให้ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ลดลง และที่อุณหภูมิเท่ากัน การใช้เวลา 1.5 ชั่วโมง จะให้ผลิตภัณฑ์มากกว่าการใช้เวลา 2 ชั่วโมง ค่าปริมาณร้อยละของผลิตภัณฑ์อยู่ในช่วงร้อยละจาก 90 ที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียสไปเหลือเพียงร้อยละ 40 ที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส

2. <u>ปริมาณร้อยละของเถ้า</u>

รูปที่ 5.14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเถ้าและอุณหภูมิที่ใช้กระตุ้น



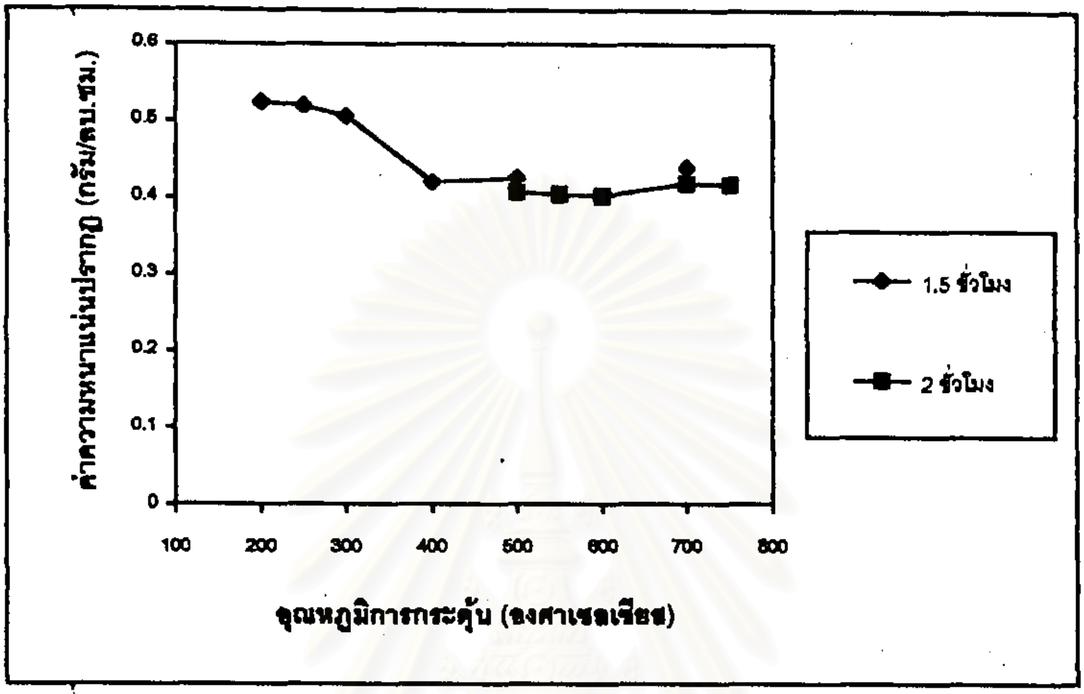
<u>รูป 5.14</u> ผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการกระตุ้น ต่อปริมาณเถ้า โดยใช้ตัวอย่างถ่านชาร์ 20 กรัม ขนาด 2.00 – 2.38 มม.

จากรูปแสดงให้เห็นว่าเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการกระตุ้นเพิ่มสูงขึ้น ปริมาณร้อยละของเถ้าจะเพิ่มขึ้น มีค่าอยู่ระหว่าง 7 ถึง 10.5 ในช่วงอุณหภูมิการกระตุ้น 200 ถึง 750 องศาเซลเซียส

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. <u>ค่าความหนาแน่นปรากฏ</u>

ค่าความหนาแน่นปรากฏของถ่านกัมมันต์แสดงอยู่ในรูป 5.15

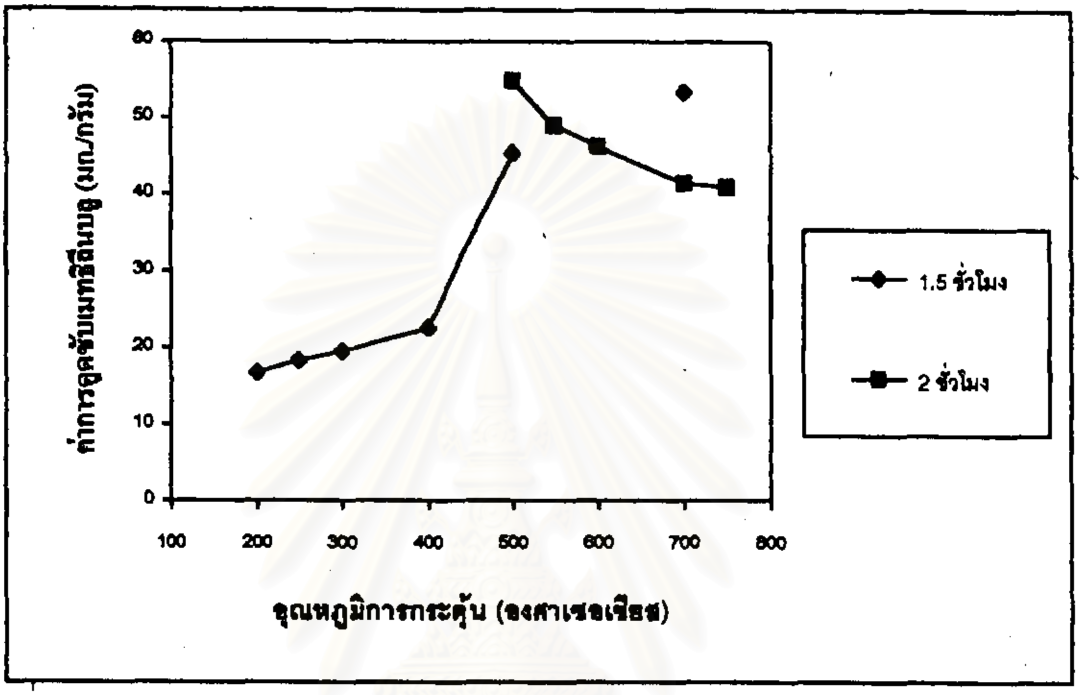


<u>รูป 5.15</u> ผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการกระตุ้น ต่อค่าของความหนาแน่นปรากฏโดยใช้ตัวอย่างถ่านชาร์ 20 กรัม ขนาด 2.00 – 2.38 มม.

ในรูป 5.15 แสดงให้เห็นว่า ค่าความหนาแน่นปรากฏของถ่านกัมมันต์ในช่วง 200 ถึง 400 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มลดลง จาก 0.52 กรัม/ลบ.ซม. ไปเป็นที่ 0.42 กรัม/ลบ.ซม. แต่จากอุณหภูมิ 400 ไปที่ 750 องศาเซลเซียส ค่าความหนาแน่นเปลี่ยนน้อยมากคือมีค่าอยู่ประมาณ 0.40 ในช่วงอุณหภูมิ 400 ถึง 600 องศาเซลเซียส จากนั้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้นเล็กน้อยมีค่าประมาณ 0.42 กรัม/ลบ.ซม.

4. ค่าการดูดซับเมทิลีนบลู

ค่าการดูดซับเมทิลีนบลู ของถ่านกัมมันต์ เมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการกระตุ้นเปลี่ยนไปแสดงในรูป 5.16



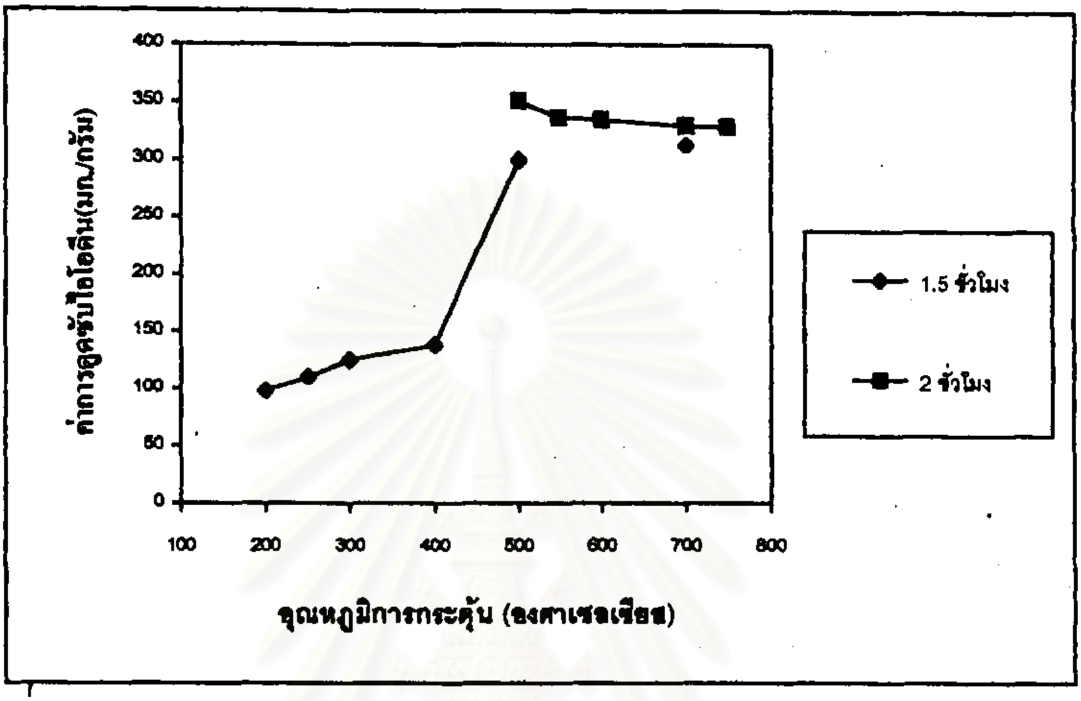
รูป 5.16 ผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการกระตุ้น ต่อค่าการดูดซับเมทิลีนบลู โดยใช้ตัวอย่างถ่านชาร์ 20 กรัม ขนาด 2.00 – 2.38 มม.

รูป 5.16 แสดงให้เห็นว่า การกระตุ้นในช่วงอุณหภูมิ 200 ถึง 400 องศาเซลเซียส ค่าการดูดซับเมทิลีนบลูมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มมากขึ้นเล็กน้อย จาก 16 เป็น 22 มิลลิกรัม / กรัม แต่ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส ค่าการดูดซับเพิ่มขึ้นเป็น 50 มิลลิกรัม / กรัม แต่เมื่ออุณหภูมิเพิ่มต่อไปจนถึง 750 องศาเซลเซียส ค่าการดูดซับมีแนวโน้มว่าลดลงมา คือมีค่าลงไปที่ 41 มิลลิกรัม / กรัม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. <u>ค่าการดูดซับไอโอดีน</u>

ผลการทดสอบค่าการดูดซับไอโอดีน แสดงในรูปที่ 5.17



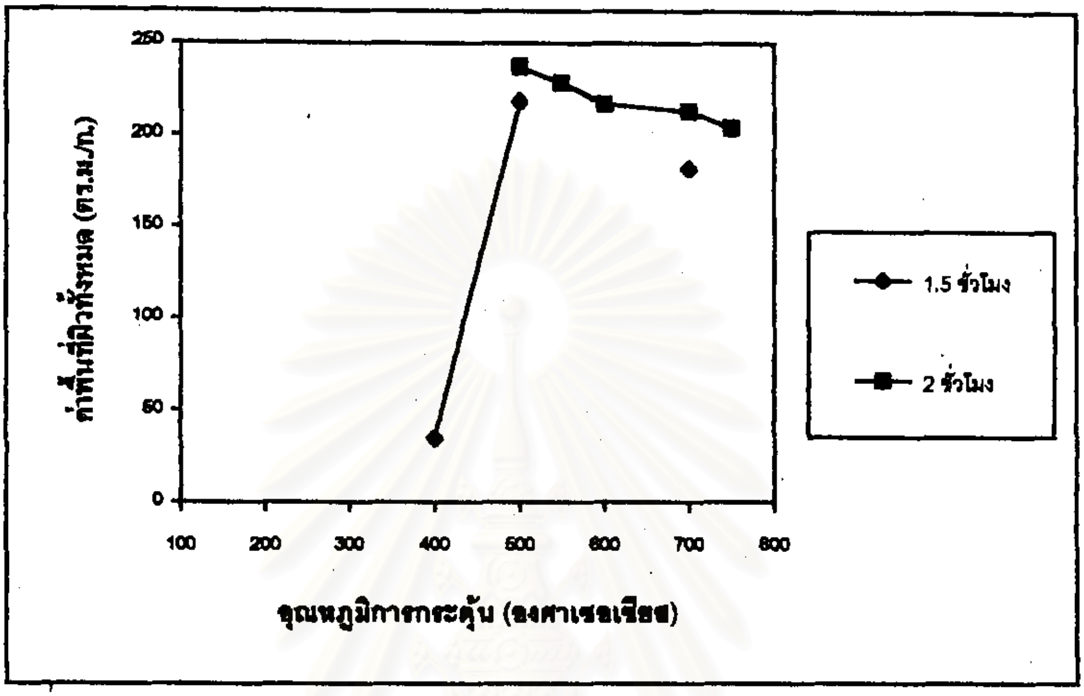
<u>รูปที่ 5.17</u> ผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการกระตุ้น ต่อค่าการดูดซับไอโอดีน โดยใช้ตัวอย่างถ่านชาร์ 20 กรัม ขนาด 2.00 – 2.38 มม.

ในรูป 5.17 แสดงรูปลักษณะของกราฟมีลักษณะเช่นเดียวกับการดูดซับเมทิลีนบลู คือในช่วงการกระตุ้นที่อุณหภูมิ 200 ถึง 400 องศาเซลเซียส ค่าการดูดซับไอโอดีนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย คือค่าประมาณ 96 ไปที่ 138 มิลลิกรัม / กรัม แต่ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส ค่าเพิ่มขึ้นไปที่ 300 มิลลิกรัม / กรัม แต่ที่อุณหภูมิสูงขึ้นไปค่าการดูดซับไอโอดีนเริ่มมีการลดลงเล็กน้อย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. <u>พื้นที่ผิวทั้งหมด</u>

การวิเคราะห์พื้นที่ผิวทั้งหมดของถ่านกัมมันต์ แสดงไว้ในรูปที่ 5.18



<u>รูปที่ 5.18</u> ผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการกระตุ้น ต่อค่าพื้นที่ผิวทั้งหมด โดยใช้ตัวอย่างถ่านชาร์ 20 กรัม ขนาด 2.00 – 2.38 มม.

รูปที่ 5.18 พบว่าการกระตุ้นที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ให้ค่าพื้นที่ผิวต่ำมาก คือมีค่าเพียง 35 ตารางเมตร / กรัม แต่เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไปที่ 500 องศาเซลเซียส ค่าพื้นที่ผิวเพิ่มขึ้นเป็น 240 ตารางเมตร / กรัม แต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นต่อไป พื้นที่ผิวจะค่อยลดต่ำลงมา จะได้ค่าประมาณ 204 ตารางเมตร / กรัม เมื่อกระตุ้นที่ 750 องศาเซลเซียส

5.4.3 ผลของเวลาที่ใช้กระตุ้นต่อสมบัติของถ่านกัมมันต์

การทดลองใช้ถ่านชาร์ 2.00 – 2.38 มม. ผสมสารละลาย $ZnCl_2$ เข้มข้นร้อยละ 70 ใช้เวลาในการกระตุ้น 1 ถึง 5 ชั่วโมง ที่ 400 องศาเซลเซียส 1 จุด และที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส 1 จุด นำถ่านกัมมันต์ที่ได้ไปวิเคราะห์หาสมบัติต่างๆ แสดงไว้ในตารางที่ 5.6 นำข้อมูลที่ได้ไปเขียนกราฟในรูป 5.19 ถึง 5.24 ซึ่งมีผลจากการวิเคราะห์ดังนี้

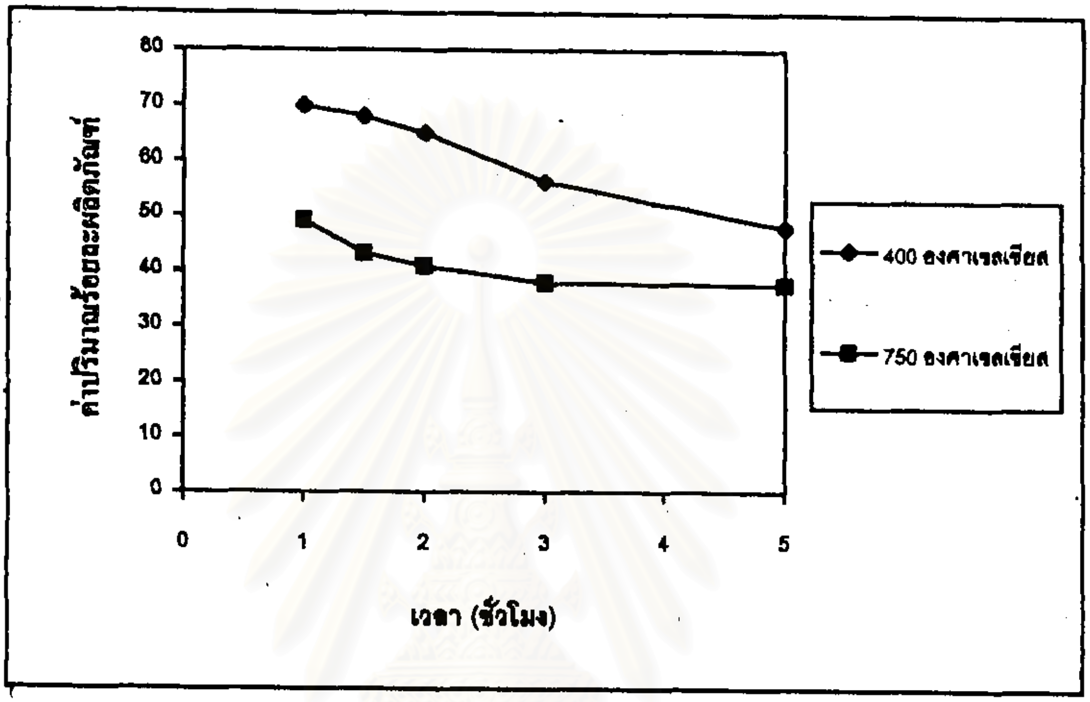
ตารางที่ 5.6 สมบัติของถ่านกัมมันต์ที่ได้จากการกระตุ้นที่เวลาต่างๆ ความเข้มข้นของ$ZnCl_2$ 70% โดยน้ำหนัก ขนาด 2.00 - 2.38 มม. อัตราการไหลของไนโตรเจน 100 มล./นาที อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส และ 750 องศาเซลเซียส

เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	Y (%)	BD (ก/ซีซี)	ASH (%)	MB (มก/ก)	IA (มก/ก)	Surface area ($ม^2/ก$)
1	400	70.10	0.437	7.80	18.63	118.05	-
1.5	400	68.53	0.420	8.18	22.53	138.46	34.65
2	400	65.21	0.419	8.27	30.18	140.21	49.51
3	400	56.33	0.416	8.33	30.24	145.20	60.51
5	400	48.16	0.419	8.369	33.21	158.14	67.90
1	750	49.23	0.432	9.35	45.455	306.32	163.20
1.5	750	43.21	0.418	9.64	55.5	317.25	180.20
2	750	40.92	0.417	10.43	63.63	328.69	204.13
3	750	38.35	0.415	12.498	58.55	332.53	216.21
5	750	37.60	0.416	12.993	58.63	315.42	196.56

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. ปริมาณร้อยละของผลิตภัณฑ์

ปริมาณร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่ได้ เมื่อใช้เวลาในการกระตุ้นต่างๆ กัน ได้ผลดังแสดงใน รูป 5.19



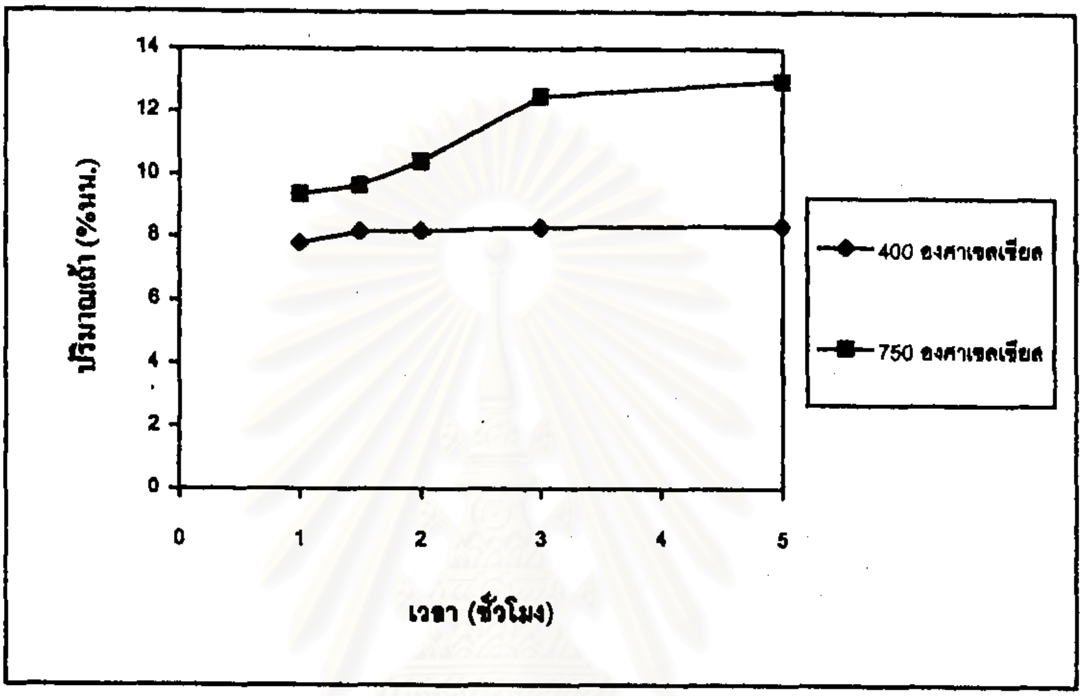
รูปที่ 5.19 ผลของเวลาที่ใช้ในการกระตุ้น ต่อค่าปริมาณร้อยละของผลิตภัณฑ์โดยใช้ตัวอย่างถ่านชาร์ 20 กรัม ขนาด 2.00 – 2.38 มม.

จากรูปที่ 5.19

- ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส จะได้ผลิตภัณฑ์มากกว่าที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส
- ทั้งที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส และ 700 องศาเซลเซียส ช่วงเวลาจาก 3 ชั่วโมง ไปถึง 5 ชั่วโมง ค่าปริมาณร้อยละของผลิตภัณฑ์มีค่าการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ผลิตภัณฑ์ที่ได้ในช่วงเวลานี้ คือประมาณ ร้อยละ 38

2. ปริมาณร้อยละของเถ้า

ปริมาณร้อยละของเถ้า เมื่อใช้เวลากระตุ้นเพิ่มขึ้นมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดังแสดงในรูปที่ 5.20



รูปที่ 5.20 ผลของเวลาที่ใช้ในการกระตุ้น ต่อค่าปริมาณเถ้า โดยใช้ตัวอย่างถ่านชาร์ 20 กรัม ขนาด 2.00 – 2.38 มม.

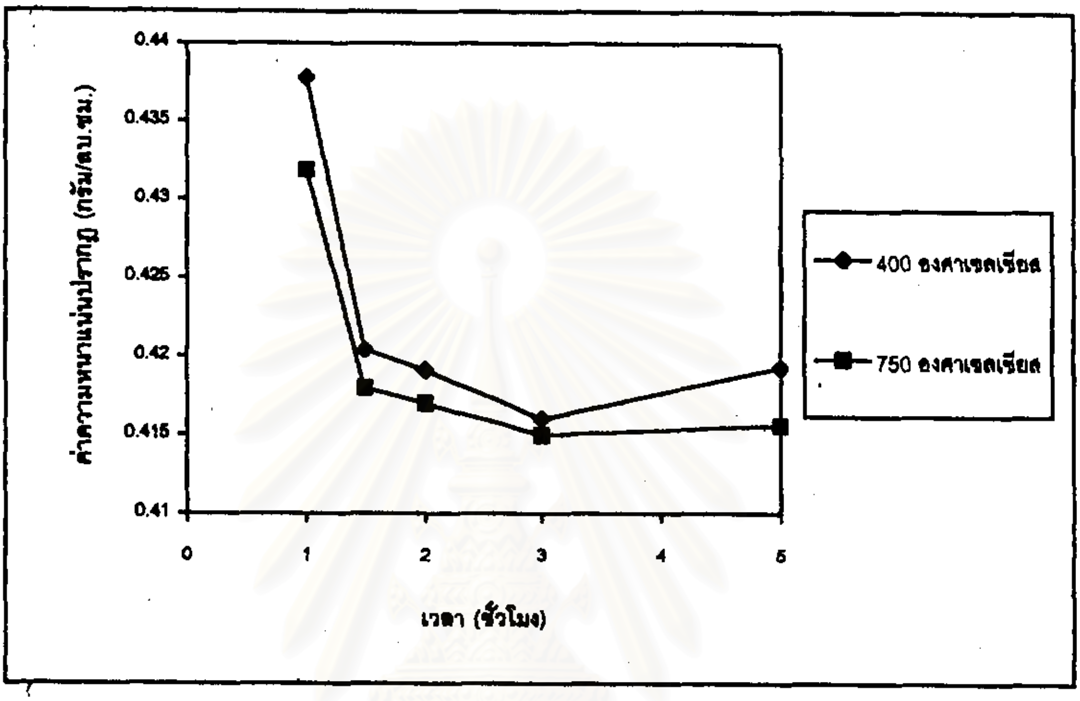
จากรูปที่ 5.20

- ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 1 ถึง 1.5 ชั่วโมง ปริมาณของเถ้ามีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น แต่ในช่วงต่อจาก 1.5 ชั่วโมง ถึง 5 ชั่วโมง ปริมาณเถ้าเปลี่ยนโดยการเพิ่มเพียงเล็กน้อย

- ที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส ช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นในช่วง 1ถึง 3 ชั่วโมง หลังจากนั้นจะมีการเปลี่ยนเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย

3. <u>ความหนาแน่นปรากฏ</u>

การเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นปรากฏ เมื่อใช้ในการกระตุ้นเปลี่ยนไป แสดงในรูป 5.21

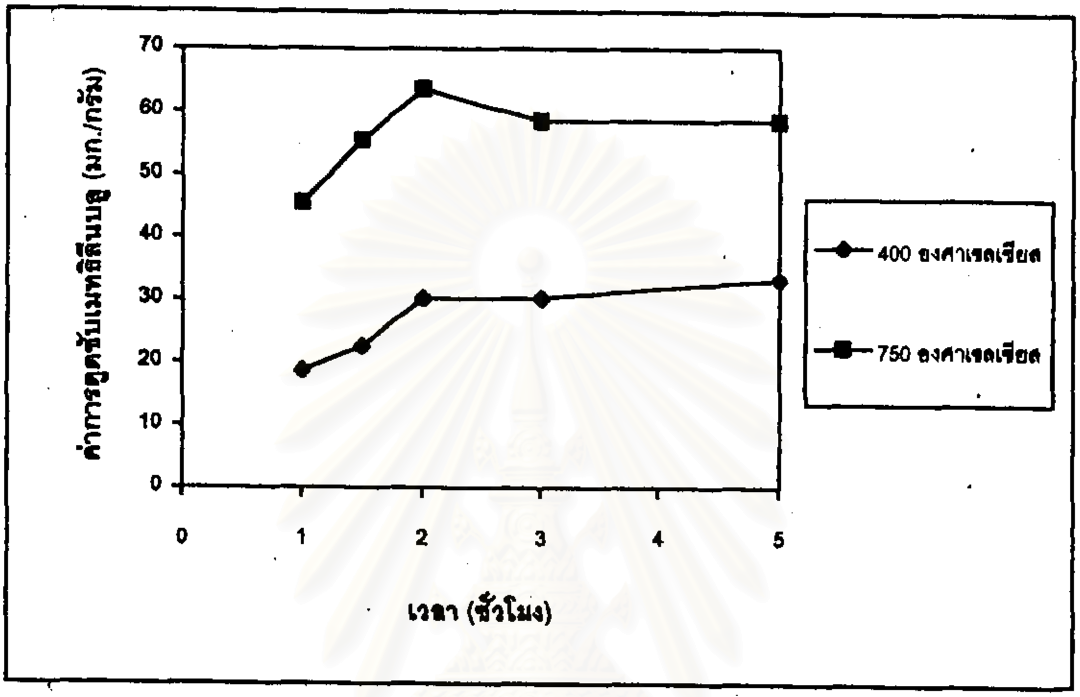


<u>รูปที่ 5.21</u> ผลของเวลาที่ใช้ในการกระตุ้น ต่อค่าความหนาแน่นปรากฏ โดยใช้ตัวอย่างถ่านชาร์ 20 กรัม ขนาด 2.00 – 2.38 มม.

ในรูปที่ 5.21 การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นปรากฏที่อุณหภูมิการกระตุ้น 400 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มคล้ายกันคือ ในช่วงเวลาที่ใช้กระตุ้น 1 ถึง 1.5 ชั่วโมง ค่าความหนาแน่นจะลดลงอย่างมาก ในช่วงเวลา 1.5 ถึง 3 ชั่วโมง ค่าความหนาแน่นก็ลดลงมา แต่ในปริมาณอัตราที่ลดลง แต่เมื่อเวลาผ่านไปจาก 3 ชั่วโมงค่าความหนาแน่นปรากฏจะมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

4. ค่าการดูดซับเมทิลีนบลู

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดซับเมทิลีนบลูของถ่านกัมมันต์ที่ผลิตได้กับเวลาที่ใช้ในการกระตุ้น แสดงในรูป 5.22



รูปที่ 5.22 ผลของเวลาที่ใช้ในการกระตุ้น ต่อค่าการดูดซับเมทิลีนบลู โดยใช้ตัวอย่างถ่านชาร์ 20 กรัม ขนาด 2.00 – 2.38 มม.

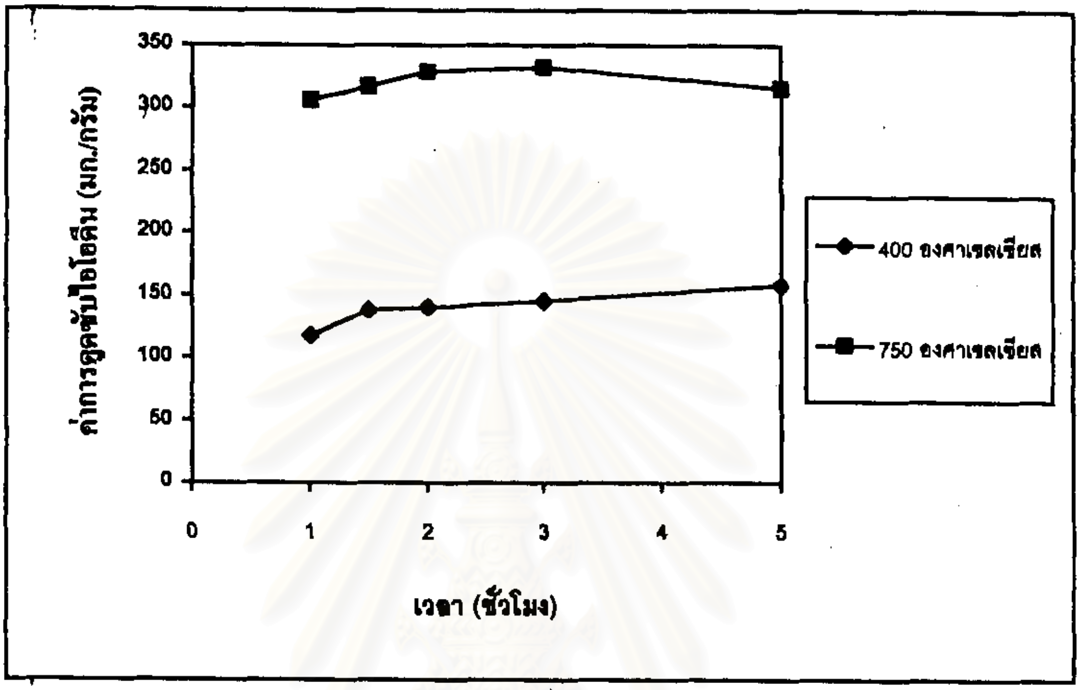
รูปที่ 5.22 แสดงให้เห็นว่า

- เมื่อถ่านถูกกระตุ้นที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลาที่ใช้กระตุ้น 1 ถึง 2 ชั่วโมง มีอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าการดูดซับเมทิลีนบลูมากกว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลา 2 ถึง 5 ชั่วโมง แต่ตลอดเวลานี้การดูดซับเมทิลีนบลูมากขึ้น

- การกระตุ้นถ่านที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส ค่าการดูดซับเมทิลีนบลูเพิ่มด้วยอัตราการเลี่ยนแปลงที่สูง ในช่วงเวลา 1 ถึง 2 ชั่วโมง แต่ในช่วงหลังจาก 2 ชั่วโมงไปแล้วค่าการดูดซับเมทิลีนบลู มีลักษณะการลดลงเล็กน้อย ค่าที่ได้ในช่วงนี้มีค่าประมาณ 60 มิลลิกรัม / กรัม

5. <u>ค่าการดูดซับไอโอดีน</u>

ค่าการดูดซับไอโอดีนที่มีความสัมพันธ์กับเวลาที่ใช้ในการกระตุ้น แสดงในรูปที่ 5.23



<u>รูปที่ 5.23</u> ผลของเวลาที่ใช้ในการกระตุ้น ต่อค่าการดูดซับไอโอดีน โดยใช้ตัวอย่างถ่านชาร์ 20 กรัม ขนาด 2.00 – 2.38 มม.

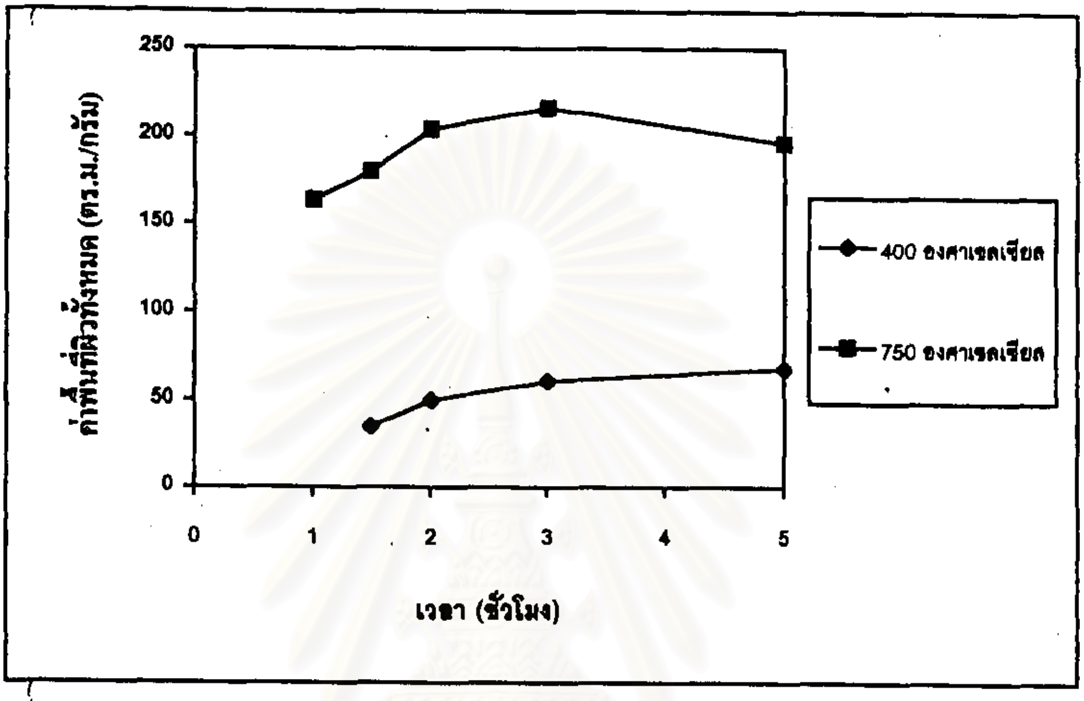
จากรูปที่ 5.23 ลักษณะการเปลี่ยนแลงมีลักษณะดังนี้

- เมื่อทำการกระตุ้นที่ 400 องศาเซลเซียส ค่าการดูดซับไอโอดีนจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ตลอดช่วงเวลาที่มีการกระตุ้นจาก 1 ชั่วโมง ไปถึง 5 ชั่วโมง ค่าการดูดซับไอโอดีนมีค่าในช่วงจาก 118-158 มิลลิกรัม / กรัม

- ในการกระตุ้นที่ 700 องศาเซลเซียส ค่าการดูดซับไอโอดีนมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในการใช้เวลากระตุ้นจาก 1 ชั่วโมง ถึง 2 ชั่วโมงและจาก 2 ถึง 3 ชั่วโมงค่าการดูดซับไอโอดีนมีลักษณะคงที่แต่เมื่อเวลาผ่านจาก 3 ชั่วโมง ไปเป็นที่ 5 ชั่วโมง ค่าการดูดซับไอโอดีนมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย ค่าการดูดซับไอโอดีนในช่วงการทดลองนี้มีค่าประมาณ 320 มิลลิกรัม / กรัม

6. ค่าพื้นที่ผิวทั้งหมด

เมื่อนำถ่านกัมมันต์ที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าพื้นที่ผิวทั้งหมดได้ความสัมพันธ์ดังแสดงในรูปที่ 5.24



รูปที่ 5.24 ผลของเวลาที่ใช้ในการกระตุ้น ต่อค่าพื้นที่ผิวทั้งหมด โดยใช้ตัวอย่างถ่านชาร์ 20 กรัม ขนาด 2.00 – 2.38 มม.

ในรูป 5.24 สรุปได้ว่า

- การกระตุ้นที่ 400 องศาเซลเซียส พื้นที่ผิวทั้งหมด มีค่าค่อยๆ เพิ่มขึ้นเมื่อเวลาที่ใช้ในการกระตุ้นเพิ่มมากขึ้น ค่าพื้นที่ผิวทั้งหมดมีค่าเพียงประมาณ 35 ถึง 70 ตารางเมตร / กรัม เท่านั้น

- การกระตุ้นที่ 750 องศาเซลเซียส ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ผิวกับเวลาที่ใช้ในการกระตุ้นพบว่าในช่วงเวลาที่ใช้ 1 ถึง 3 ชั่วโมงค่าพื้นที่ผิวทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่หลังจาก 3 ชั่วโมงไปแล้วค่าพื้นที่ผิวมีค่าลดลงเล็กน้อย ค่าพื้นที่ผิวในการทดลองมีค่าอยู่ประมาณ 160 ถึง 216 ตารางเมตร / กรัม

5.4.4 ผลของขนาดของถ่านชาร์ที่นำไปกระตุ้น

การทดลองได้มีการแยกถ่านชาร์ออกเป็น 3 ขนาด แยกเป็นช่วง ๆ คือขนาด 1.00-2.00 มม., 2.00-2.38 มม. และ 2.38 - 4.75 มม. นำไปผสมกับสารละลาย $ZnCl_2$ เข้มข้นร้อยละ 70 โดยน้ำหนัก นำไปกระตุ้นที่ 400 องศาเซลเซียส 1.5 ชั่วโมง และที่ 750 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง สมบัติของถ่านกัมมันต์ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.7 สมบัติของถ่านกัมมันต์ที่ได้จากกการกระตุ้นที่ขนาดของวัตถุดิบต่างๆ ความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ 70% โดยน้ำหนัก อัตราการไหลของไนโตรเจน 100 มล./นาที อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที และอุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมง

ขนาดของวัตถุดิบ (มม.)	ภาวะการกระตุ้น		Y (%)	BD (ก/ซีซี)	ASH (%)	MB (มก/ก)	IA (มก/ก)	Surface area (ม^2/ก)
	อุณหภูมิ (°C)	เวลา (ชั่วโมง)						
1.00 - 2.00	400	1.5	65.24	0.473	8.35	28.97	144.72	-
2.00 - 2.38	400	1.5	68.53	0.420	8.18	22.53	138.46	-
2.38 – 4.75	400	1.5	72.96	0.421	7.96	20.60	125.36	-
1.00 - 2.00	700	2	38.02	0.45	11.82	64.10	342.50	219.68
2.00 - 2.38	700	2	40.92	0.42	10.43	63.63	328.69	204.11
2.38 – 4.75	700	2	42.14	0.40	10.04	53.21	316.14	181.63

1) ค่าปริมาณร้อยละของผลิตภัณฑ์ การกระตุ้นที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียสมีลักษณะเช่นเดียวกัน คือ เมื่อขนาดอนุภาคใหญ่ขึ้น จะได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์สูงขึ้น และการกระตุ้นที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส จะให้ปริมาณร้อยละของผลิตภัณฑ์ สูงกว่าการกระตุ้นที่อุณหภูมิสูงกว่าคือที่ 700 องศาเซลเซียส

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) <u>ค่าปริมาณเถ้า</u> การกระตุ้นที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส และที่ อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียสจะให้ลักษณะการเปลี่ยนแปลงในแนวทางเดียวกัน คือ ถ่านชาร์ที่มีขนาดเล็ก จะให้ปริมาณเถ้าที่มากกว่าถ่านชาร์ที่มีขนาดใหญ่ และพบว่าการกระตุ้นที่อุณหภูมิต่ำ จะให้ค่าปริมาณของเถ้าต่ำกว่าการกระตุ้นที่อุณหภูมิสูง

3) <u>ความหนาแน่นปรากฏ</u> การกระตุ้นที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส และการกระตุ้นที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงคล้ายกันคือ อนุภาคที่มีขนาดเล็กจะให้ค่าความหนาแน่นปรากฏมากกว่าถ่านชาร์ที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ ความหนาแน่นที่มีการกระตุ้นที่อุณหภูมิต่ำจะได้ค่ามากกว่าการกระตุ้นที่อุณหภูมิสูง

4) <u>ค่าการดูดซับเมทิลีนบลู</u>เช่นเดียวกับสมบัติที่กล่าวมาแล้วข้างต้นคือ ลักษณะการเปลี่ยนแปลงมีแนวโน้มเหมือนกัน ในการกระตุ้นที่ 400 องศาเซลเซียส และการกระตุ้นที่ 750 องศาเซลเซียส คือแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงค่าการดูดซับเมทิลีนบลู ที่มีการกระตุ้นที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส จะมีค่าต่ำกว่าการกระตุ้นที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส

5) <u>ค่าการดูดซับไอโอดีน</u> เช่นเดียวกันกับสมบัติในการดูดซับเมทิลีนบลูคือ เมื่อถ่านชาร์มีขนาดอนุภาคใหญ่ขึ้น ค่าการดูดซับไอโอดีนมีค่าลดลง และการกระตุ้นที่อุณหภูมิต่ำ จะมีค่าการดูดซับน้อยกว่าการกระตุ้น ที่อุณหภูมิสูง

6) <u>ค่าพื้นที่ผิวทั้งหมด</u> ได้วิเคราะห์พื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์ที่ทำการกระตุ้นที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส พบว่าเมื่อใช้ถ่านชาร์ที่มีขนาดอนุภาคใหญ่ขึ้น ขนาดของพื้นที่ผิวมีขนาดลดลง

5.4.5 <u>ปริมาณ Zn ที่เหลืออยู่ในถ่านกัมมันต์</u>

ได้ส่งถ่านกัมมันต์บางส่วนที่ผลิตได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณของ Zn ที่ตกค้างอยู่ในเนื้อของถ่าน ได้ข้อมูลปริมาณของZn ที่เหลืออยู่แสดงไว้ในตารางที่ 5.8

ตารางที่ 5.8 ปริมาณของ Zn ที่เหลืออยู่หลังการกระตุ้นที่อุณหภูมิต่างๆ ความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ 70% โดยน้ำหนัก ขนาด 2.00 – 2.38 มม. อัตราการไหลของไนโตรเจน 100 มล./นาที ระยะเวลาการกระตุ้น 1 ชั่วโมง 30 นาที

อุณหภูมิที่ใช้ (องศาเซลเซียส)	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณของ Zn ที่เหลืออยู่ (ร้อยละ)
200	1.5	1.64
250	1.5	2.53
300	1.5	2.07
400	1.5	2.59
500	1.5	1.75
700	1.5	2.12

การใช้ Zn ในรูปสารละลาย $ZnCl_2$ ใส่เข้าไปผสมครั้งแรกกับถ่านชาร์ คิดเป็นปริมาณของถ่านชาร์ต่อ Zn เป็น 1:1 เมื่อผสมแล้วผ่านการกระตุ้น แล้วนำผลิตภัณฑ์มาล้างด้วย กรด เบส และน้ำ พบว่ายังมี Zn ตกค้างอยู่อีกปริมาณร้อยละ 2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

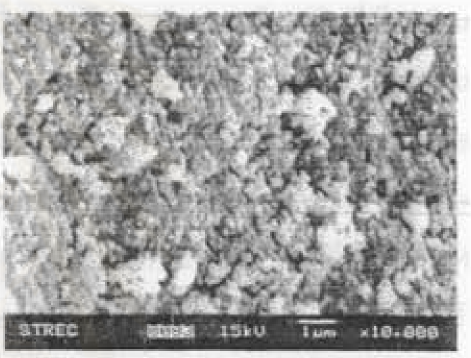
5.4.6 ลักษณะพื้นผิวของถ่านของถ่านกัมมันต์

ได้นำตัวอย่างบางตัวอย่างของถ่านกัมมันต์คือ ไปถ่ายภาพด้วยเครื่องSEM ขนาดขยาย 10,000 เท่า ปรากฏรูปดังแสดงในรูป 5.25 ก ถึง ค

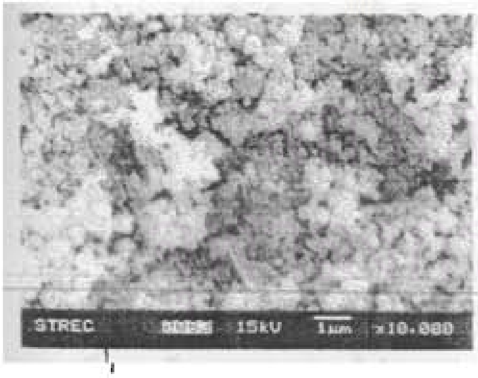
รูปที่ 5.25 ก กระตุ้นที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมง พื้นที่ผิว 213.03 ตร.ม./ก.
รูปที่ 5.25 ข กระตุ้นที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมง พื้นที่ผิว 204.13 ตร.ม./ก.
รูปที่ 5.25 ค กระตุ้นที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียสเวลา 5 ชั่วโมง พื้นที่ผิว 196.56 ตร.ม./ก.

จากภาพถ่ายไม่สามารถเห็นความแตกต่างของลักษณะพื้นผิวที่จะนำมาวิเคราะห์ได้

รูปที่ 5.25 ก ผิวของถ่านของถ่านกัมมันต์ที่ได้ จากการกระตุ้นที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง



รูปที่ 5.25 ข ผิวของถ่านของถ่านกัมมันต์ที่ได้ จากการกระตุ้นที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง



รูปที่ 5.25 ค ผิวของถ่านของถ่านกัมมันต์ที่ได้ จากการกระตุ้นที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส เวลา 5 ชั่วโมง