

การพัฒนาถ่านกัมมันต์จากเปลือกมะขามเพื่อใช้เป็นตัวกรองอากาศ ในโรงงานอุตสาหกรรมพ่นสีรถยนต์ Activated Carbon from the Shell of Tamarind for Color Coating Industry

ณิชนันท์ คำนวนสินธุ์, สมชาย มณีวรรณ และอนุสรณ์ วรสิงห์
หน่วยวิจัยพลังงานทางด้านการความร้อนและส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
โทร 055-261-000-4 ต่อ 3522-3 โทรสาร 055-261-000-4 ต่อ 3552 *อีเมลล์ somchaim@nu.ac.th

Nitchanan Khamnuansin, Somchai Maneewan* and Anusorn Vorasingha
Thermal Energy and Energy Conservation Promotion Research Unit
Faculty of Science, Naresuan University, Phitsanulok, 65000, Thailand
Tel: 0-5526-000-4 ext. 3522-3, Fax: 055-261-000-4 ext. 3552

*Corresponding author E-mail: somchaim@nu.ac.th

บทคัดย่อ: บทความนี้ทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตถ่านกัมมันต์จากเปลือกมะขาม เพื่อใช้กรองอากาศในโรงงานอุตสาหกรรมพ่นสีรถยนต์ ทำการศึกษาตัวแปรต่างๆ ดังนี้ อุณหภูมิในการเผา ความชื้น ค่าร้อยละของเถ้า สารระเหย ปริมาณคาร์บอนคงตัว และการดูดซับไอโอดีน โดยทำการเผาถ่านเปลือกมะขามในเตาเผาอัดอากาศที่อุณหภูมิการเผา 500 ถึง 700 °C และกระตุ้นทางกายภาพด้วยไอน้ำที่ยาวนานเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพและประสิทธิภาพในการกรองอากาศพบว่าที่อุณหภูมิการเผา 700 °C มีการดูดซับไอโอดีนสูงสุด 287.85 mg/g ค่าร้อยละของผลผลิตเฉลี่ยร้อยละ 39.58 ความชื้นร้อยละ 3.56 เถ้าร้อยละ 6.79 ปริมาณสารระเหยร้อยละ 10.38 และปริมาณคาร์บอนคงตัวร้อยละ 79.25 และจากการเปรียบเทียบกับถ่านกัมมันต์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ พบว่าถ่านกัมมันต์ที่ผ่านกระบวนการกระตุ้นด้วยไอน้ำที่ยาวนานมีสมบัติทางกายภาพและความสามารถกรองอากาศในอุตสาหกรรมพ่นสีรถยนต์ใกล้เคียงกับถ่านกัมมันต์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ

คำสำคัญ: ถ่านกัมมันต์, การกระตุ้นทางกายภาพ

Abstract : This paper was to found the optimum condition of activated carbon production from tamarind shell. Temperature, Moisture, Ash, Volatile carbon matters, Fixed carbon and Adsorption of iodine number were analyzed. The preparation process consisted of super steam impregnation followed by carbonization. The carbonization temperature ranges from 500 to 700 °C for 1 hour. It was found that the activated carbon with carbonized at 700 °C is highest of the iodine number 287.85 mg / g. % yield is 39.58, % moisture is 3.56, % ash is 6.79, % Volatile carbon matters is 10.38, % fixed carbon is 79.25. It found that the activated carbon from the shell of tamarind can competed with the imported one.

Keyword: Activated carbon, Physical activation

1. บทนำ

ปัญหามลภาวะทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทยเป็นปัญหาที่นับวันจะทวีความรุนแรงขึ้น เนื่องจากประเทศไทยมีการประกอบอาชีพเกี่ยวกับอุตสาหกรรมกันมากขึ้น เช่น โรงงานเคลือบชุบโลหะ โรงงานแอสแตนเลส โรงงานฟอกย้อม และโรงงานพ่นสีรถยนต์ หากโรงงานอุตสาหกรรมเหล่านี้ปล่อยอากาศเสียโดยไม่มีการบำบัด จะส่งผลกระทบต่อประชากรจำนวนมาก หากได้รับการสะสมในระดับที่เกินมาตรฐาน อาจก่อให้เกิดอาการคลื่นเหียน อาเจียน และอาจทำให้เสียชีวิต นอกจากนี้ยังสามารถสะสมแล้วก่อให้เกิดโรคมะเร็งได้ [1]

ถ่านกัมมันต์ถูกนำมาใช้ในการดูดซับ ตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 15 Ostreyko นักวิทยาศาสตร์ชาวโปแลนด์ ได้ใช้ถ่านโคลไรต์ของโลหะผสมกับถ่านแล้วนำไปเผาเพื่อใช้ในการดูดซับ จึงนับได้ว่า Ostreyko เป็นผู้ริเริ่มให้เกิดอุตสาหกรรมการผลิตถ่านกัมมันต์ขึ้นอย่างจริงจัง ทำให้มีการผลิตถ่านกัมมันต์ในชื่อต่างๆ เช่น Epomit, Norit, Carboraffin, Filtchar เป็นต้น ในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 1 มีการนำเอาถ่านกัมมันต์ไปใช้ทำหน้ากากป้องกันก๊าซพิษจากจุดนี้เองทำให้นักวิทยาศาสตร์สนใจในสมบัติการทำก๊าซให้บริสุทธิ์ของถ่านกัมมันต์ และได้มีการปรับปรุงพัฒนาอย่างต่อเนื่อง [2]

ปัจจุบันได้มีการนำถ่านกัมมันต์ไปใช้อย่างแพร่หลาย เช่น

- ใช้ในการทำหน้ากากป้องกันก๊าซ ทั้งในการทหาร และในโรงงานอุตสาหกรรม สำหรับป้องกันสารอินทรีย์บางอย่างได้ [3 - 5]

- ใช้ในการนำตัวทำละลายที่ระเหยได้กลับมาใช้ใหม่ ที่ใช้มากที่สุดคือ การใช้แยกไอตัวทำละลายจากอากาศเพื่อนำกลับนำไปใช้ใหม่ โดยที่ไอตัวทำละลายที่ดูดซับไว้ในถ่านที่มีปฏิกิริยาที่อุณหภูมิปกติ จะถูกคายออกมาเมื่อผ่านไอน้ำความดันต่ำ

- ใช้ในการปรับอากาศ โดยใช้ดูดกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ออกจากห้องปรับอากาศ นอกจากนี้ยังช่วยกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจน ไนโตรเจน แอมโมเนีย อะเซทิลีน และก๊าซต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมได้ด้วย

- ใช้ในโรงงานยาสูบ ใช้แทนเชลลูโลส เป็นกั้นกรองบุหรี่ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งไม่สามารถป้องกันสารพิษในควันบุหรี่ได้ทั้งหมด เมื่อใช้ถ่านกัมมันต์แทนเชลลูโลส จะช่วยกำจัดก๊าซที่ไปกีดขวางการทำงานของซีเลียในระบบทางเดินหายใจ [6]

เมื่อพิจารณาปริมาณการนำเข้าและส่งออกถ่านกัมมันต์ในปี 2000 มีมูลค่าการนำเข้า 349 ล้านบาท จากประเทศต่างๆ เช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น มาเลเซีย อินโดนีเซีย เป็นต้น ขณะเดียวกันไทยมีมูลค่าส่งออกสูงถึง 171 ล้านบาท โดยส่งออกไปยังประเทศ สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และบราซิล ถ่านกัมมันต์ของไทยมีแนวโน้มที่จะสามารถทำการส่งออกไปจำหน่ายในต่างประเทศได้สูงขึ้นโดยเฉพาะถ่านที่ผลิตจากกะลามะพร้าวเปลือกผลไม้ เป็นวัตถุดิบเนื่องจากมีผู้ผลิตจากประเทศอื่นๆ เพียงไม่กี่ประเทศที่สามารถผลิตถ่านกัมมันต์ชนิดนี้ได้ ซึ่งได้แก่ ศรีลังกา

มาเลเซีย และฟิลิปปินส์ [7]

เนื่องจากถ่านกัมมันต์เป็นวัสดุที่มีราคาไม่แพงและมีความสามารถในการดูดซับสูงมาก แต่ยังมีข้อจำกัดเกี่ยวกับการดูดซับที่ไม่ครอบคลุมสารพิษทุกชนิด จำเป็นต้องอยู่ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมจึงจะมีประสิทธิภาพอย่างเต็มที่ การเลือกใช้ถ่านกัมมันต์จะต้องคำนึงถึงตัวแปรต่างๆ ดังนี้ อุณหภูมิ ความชื้น แก๊ส สารระเหย ปริมาณคาร์บอนคงตัว และการดูดซับ ดังนั้นเพื่อเป็นการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการพัฒนาถ่านกัมมันต์จากเปลือกมะขามซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรสำหรับกรองอากาศในโรงงานอุตสาหกรรมพ่นสีรถยนต์ ซึ่งงานวิจัยดังกล่าวจะสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและยังช่วยสร้างงานให้กับเกษตรกรมากขึ้น

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาตัวแปรที่เหมาะสมในการผลิตถ่านกัมมันต์จากเปลือกมะขามสำหรับกรองอากาศในโรงงานอุตสาหกรรมพ่นสีรถยนต์

3. หลักการและทฤษฎี

ถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) เป็นถ่านที่มีสมบัติพิเศษที่ได้รับการเพิ่มคุณภาพ หรือประสิทธิภาพมากขึ้นโดยการใช้เทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีสมบัติในการดูดซับสูง [8]

ประเภทของถ่านกัมมันต์



รูปที่ 1 ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด



รูปที่ 2 ถ่านกัมมันต์ชนิดผง

กระบวนการผลิตถ่านกัมมันต์ มี 2 วิธี ดังนี้

1. การกระตุ้นทางกายภาพ (Physical activation)

เป็นการกระตุ้นด้วยการใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ อากาศ หรือไอน้ำ ซึ่งใช้อุณหภูมิในการเผากระตุ้นค่อนข้างสูงประมาณ 700 - 1000 °C เพราะไอน้ำที่ใช้จะต้องเป็นไอน้ำที่ร้อนยิ่งยวดเพื่อทำให้สารอินทรีย์ต่างๆ สลายไปและทำให้โครงสร้างภายในมีลักษณะรูพรุน

ข้อดี - ได้ถ่านกัมมันต์ที่รูพรุนขนาดเล็ก ทำให้การดูดซับได้ดี

- ไม่มีสารเคมีตกค้าง ไม่เป็นอันตราย

- ต้นทุนในการผลิตต่ำ

ข้อเสีย - วัสดุ อุปกรณ์ หายาก มีความเฉพาะเจาะจง

2. การกระตุ้นด้วยสารเคมี (Chemical activation)

เป็นการนำวัตถุดิบมาผสมกับสารเคมี เช่น $ZnCl_2$ หรือ $NaCl$ เพราะมีความสามารถดูดความชื้นได้ดี แล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิ 600 – 700 °C ล้างเอาสารเคมีออกผึ่งแดดให้แห้ง ตัวกระตุ้นจะแทรกเข้าไปในเนื้อถ่านทำให้เกิดรูพรุนขนาดใหญ่ ไม่นิยมนำมาบริโภค

ข้อดี - สะดวก ง่าย ไม่ยุ่งยากในการทำการทดลอง

ข้อเสีย - ได้ถ่านกัมมันต์ที่มีรูพรุนขนาดใหญ่
- มีสารเคมีตกค้างต้องเสียเวลาล้างนาน
- ต้นทุนในการผลิตสูง [9]

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาดังกล่าว ได้ทำการเผาเปลือกมะขามและศึกษาตัวแปรต่างๆ ดังนี้

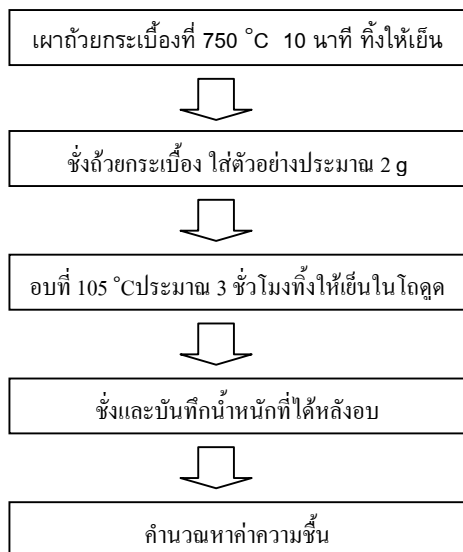
4.1 การศึกษาร้อยละของผลผลิตที่ได้ (% yield) จากสูตร

$$\text{ร้อยละของผลผลิตที่ได้ (\% yield)} = (X-Y)/X \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ X = น้ำหนักของเปลือกมะขามก่อนเผา (g)

Y = น้ำหนักของเปลือกมะขามหลังเผา (g)

4.2 การศึกษาปริมาณความชื้น (Moisture ,M) [10]



$$\text{ความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = [(A-B)/C] \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ A = น้ำหนักของถั่วกระเบื้องและตัวอย่างหลังอบ (g)

B = น้ำหนักของถั่วกระเบื้อง (g)

C = น้ำหนักของถั่วกระเบื้องและตัวอย่างก่อนอบ (g)

4.3 การศึกษาปริมาณเถ้า (Ash content , A) [11]



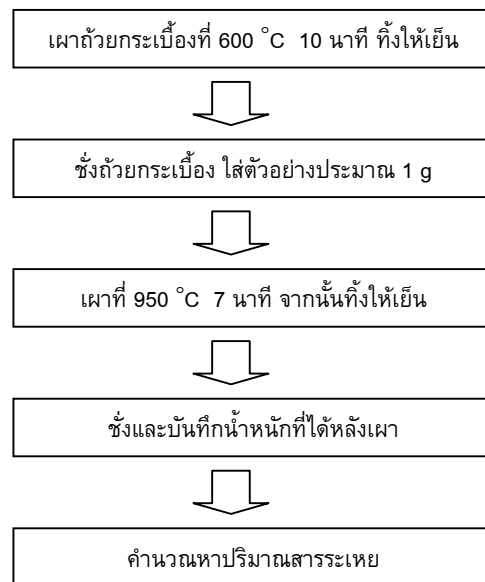
$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = [(A - B) / C] \times 100 \quad (3)$$

เมื่อ A = น้ำหนักของถั่วพร้อมถั่วกระเบื้อง (g)

B = น้ำหนักของถั่วกระเบื้อง (g)

C = น้ำหนักของถั่วกระเบื้องและตัวอย่างก่อนเผา (g)

4.4 การปริมาณสารระเหย (Volatile matter, VM) [12]



$$\text{น้ำหนักที่สูญเสีย (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = [(A-B) / A] \times 100 \quad (4)$$

เมื่อ A = น้ำหนักของตัวอย่าง (g)

B = น้ำหนักของตัวอย่างหลังเผา (g)

$$\text{สารระเหย (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = C - D - E \quad (5)$$

เมื่อ C = ร้อยละน้ำหนักที่สูญเสีย
 D = ร้อยละความชื้น
 E = ร้อยละเถ้า

4.5 การศึกษาคาร์บอนคงตัว (Fixed carbon, FC) [13]

$$\text{Fixed carbon (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = 100 - (A + VM + M) \quad (6)$$

เมื่อ A = เถ้า
 VM = ปริมาณสารระเหย
 M = ความชื้น

5. ผลการทดลอง

ตาราง 1 ผลการศึกษาอุณหภูมิที่ใช้ในการเผา

อุณหภูมิที่เผา (°C)	% yield
500	35.2011
600	32.6908
700	29.6215

จากตาราง 1 พบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาส่งผลแปรผกผันกับร้อยละของผลผลิตที่ได้ โดยที่อุณหภูมิการเผาสูงจะให้ผลผลิตต่ำและอุณหภูมิการเผาต่ำจะให้ผลผลิตสูง เนื่องจากอุณหภูมิการเผามีผลต่อการแปรสภาพกลายเป็นเถ้า ดังนั้นถ้าอุณหภูมิการเผาสูงเกินไปวัสดุจะกลายเป็นเถ้าเสียส่วนใหญ่ส่งผลให้ได้ปริมาณถ่านน้อยลง ในขณะที่อุณหภูมิการเผาต่ำวัสดุจะกลายเป็นเถ้าได้น้อย จึงได้ปริมาณถ่านมากกว่าการเผาที่อุณหภูมิสูง

ตาราง 2 ผลการศึกษาความชื้น (Moisture)

อุณหภูมิที่เผา (°C)	ความชื้น (%)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
500	3.6078	3.6109	3.6140	3.6109	0.0031
600	3.5092	3.5041	3.5071	3.5068	0.0026
700	3.4490	3.4548	3.4608	3.4549	0.0059

จากตาราง 2 พบว่า เปอร์เซนต์ความชื้นแปรผกผันกับอุณหภูมิการเผา โดยที่อุณหภูมิการเผาสูงเปอร์เซนต์ความชื้นจะต่ำและอุณหภูมิการเผาต่ำเปอร์เซนต์ความชื้นจะสูง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความร้อนมีผลต่อการระเหยของน้ำในวัสดุ ดังนั้นที่อุณหภูมิการเผาสูงมีความร้อนมาก น้ำในวัสดุระเหยไปได้มาก ส่งผลให้มีเปอร์เซนต์ความชื้นต่ำ ในขณะที่

อุณหภูมิการเผาต่ำมีความร้อนน้อยน้ำในวัสดุระเหยไปได้น้อย จึงมีเปอร์เซนต์ความชื้นสูงกว่าการเผาที่อุณหภูมิสูง

ตาราง 3 ผลการศึกษาเถ้า (Ash)

อุณหภูมิที่เผา (°C)	เถ้า (%)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
500	1.3733	1.3745	1.3768	1.3749	0.0018
600	1.2260	1.2283	1.2296	1.2283	0.0018
700	1.0815	1.0844	1.0890	1.0850	0.0038

จากตาราง 3 พบว่าเปอร์เซนต์เถ้าแปรผกผันกับอุณหภูมิที่ใช้ในการเผา โดยที่อุณหภูมิการเผาสูงจะมีเปอร์เซนต์เถ้าต่ำและอุณหภูมิการเผาต่ำจะมีเปอร์เซนต์เถ้าสูง เนื่องจากอุณหภูมิการเผามีผลต่อการแปรสภาพกลายเป็นเถ้า ดังนั้นถ้าอุณหภูมิการเผาสูงวัสดุจะกลายเป็นเถ้าได้มาก ในขณะที่อุณหภูมิการเผาต่ำวัสดุจะกลายเป็นเถ้าได้น้อย

ตาราง 4 ผลการศึกษาสารระเหย (Volatile matter)

อุณหภูมิที่เผา (°C)	สารระเหย (%)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
500	5.7642	5.6910	5.6546	5.7033	0.0558
600	5.3371	5.2099	5.1426	5.2298	0.0988
700	4.3051	4.3123	4.2787	4.2987	0.0177

จากตาราง 4 พบว่าเปอร์เซนต์สารระเหยแปรผกผันกับอุณหภูมิการเผา โดยที่อุณหภูมิการเผาสูงเปอร์เซนต์สารระเหยจะต่ำ และที่อุณหภูมิการเผาต่ำเปอร์เซนต์สารระเหยจะสูง เนื่องจากอุณหภูมิการเผามีผลต่อการระเหยของสารอินทรีย์ในวัสดุ ดังนั้น ถ้าอุณหภูมิการเผาสูงสารอินทรีย์จะระเหยออกจากวัสดุได้มาก ส่งผลให้พบปริมาณสารระเหยในวัสดุน้อย ในขณะที่อุณหภูมิการเผาต่ำสารอินทรีย์จะระเหยออกจากวัสดุได้น้อยจึงพบปริมาณสารระเหยในวัสดุมาก

ตาราง 5 ผลการศึกษาคาร์บอนคงที่ (Fixed carbon)

อุณหภูมิที่เผา (°C)	คาร์บอนคงที่ (%)			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
500	89.2547	89.3226	89.3546	89.3109	0.0510
600	89.9870	90.1070	90.1670	90.0351	0.0917
700	91.1042	91.0992	91.1295	91.1614	0.0162

จากตาราง 5 พบว่าเปอร์เซ็นต์คาร์บอนคงที่แปรผันตามอุณหภูมิการเผา โดยที่อุณหภูมิการเผาสูงเปอร์เซ็นต์คาร์บอนคงที่จะมากและที่อุณหภูมิการเผาต่ำเปอร์เซ็นต์คาร์บอนคงที่จะน้อย เนื่องจากความร้อนมีผลต่อสภาพการกลายเป็นถ่าน ซึ่งมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก ดังนั้น ถ้าอุณหภูมิการเผาส่งความร้อนมากสภาพความเป็นถ่านสูงส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนคงที่มาก ในขณะที่อุณหภูมิการเผาต่ำมีความร้อนน้อยสภาพความเป็นถ่านต่ำ ทำให้มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนคงที่น้อยตามไปด้วย

ตาราง 6 ผลการเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างถ่าน กัมมันต์จากเปลือกมะขามและของถ่านกัมมันต์จากต่างประเทศ

สมบัติทางกายภาพ	ถ่านกัมมันต์เปลือกมะขามที่อุณหภูมิการเผาต่างๆ (°C)			ถ่านกัมมันต์ต่างประเทศ
	500	600	700	
% ความชื้น	3.6109	3.5068	3.4549	3.3072
% เถ้า	1.3749	1.2283	1.0850	1.3759
% สารระเหย	5.7033	5.2298	4.2987	4.9116
% คาร์บอนคงตัว	89.311	90.087	90.035	91.161

จากการเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพ ระหว่างถ่านกัมมันต์จากเปลือกมะขามและถ่านกัมมันต์จากต่างประเทศ พบว่าถ่านกัมมันต์ทั้งสองชนิดมีสมบัติใกล้เคียงกัน โดยที่ ถ่านกัมมันต์จากเปลือกมะขามมีเปอร์เซ็นต์ความชื้น, เปอร์เซ็นต์คาร์บอนคงตัวสูงกว่าถ่านกัมมันต์จากต่างประเทศ ในขณะที่ถ่านกัมมันต์จากเปลือกมะขามมีเปอร์เซ็นต์เถ้า น้อยกว่าถ่านกัมมันต์จากต่างประเทศ ส่วนเปอร์เซ็นต์สารระเหย ถ่านกัมมันต์จากเปลือกมะขามมีค่าเปอร์เซ็นต์ สารระเหยสูงกว่าถ่านกัมมันต์จากต่างประเทศยกเว้นที่อุณหภูมิการเผาน้อยกว่าถ่านกัมมันต์จากต่างประเทศเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสภาพแวดล้อมในระหว่างการผลิตแตกต่างกัน ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดชัดเจนได้แก่ เปอร์เซ็นต์ความชื้น ในต่างประเทศมีความชื้นน้อยกว่าประเทศไทยซึ่งเป็นเขตร้อนชื้น ส่งผลให้ถ่านกัมมันต์จากต่างประเทศมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นน้อยกว่าถ่านกัมมันต์จากเปลือกมะขามที่ผลิตภายในประเทศไทย

ตาราง 7 ผลการศึกษาค่าการดูดซับไอโอดีนของถ่านกัมมันต์

อุณหภูมิที่เผา (°C)	ค่าการดูดซับไอโอดีนเฉลี่ย (mg/g)	
	ก่อนกระตุ้น	หลังกระตุ้น
500	164.68	209.17
600	213.88	221.01
700	242.99	287.86

จากตาราง 7 พบว่า ทุกอุณหภูมิที่ใช้ในการเผา ถ่านกัมมันต์จากเปลือกมะขามที่ผ่านการกระตุ้นด้วยไอน้ำยิ่งยวดมีค่าการดูดซับไอโอดีนสูงกว่าถ่านจากเปลือกมะขามที่ไม่ได้ผ่านการกระตุ้นด้วยไอน้ำยิ่งยวด

เนื่องจากไอน้ำยิ่งยวดทำให้เกิดรูพรุนในเนื้อถ่านมากขึ้น ส่งผลให้ค่าการดูดซับไอโอดีนเพิ่มขึ้นด้วย

ตาราง 8 ผลการเปรียบเทียบค่าการดูดซับไอโอดีน

ถ่านกัมมันต์	อุณหภูมิที่เผา (°C)	ค่าการดูดซับไอโอดีน
เปลือกมะขาม	500	209.17
	600	221.01
	700	287.85
ตัวอย่างจากต่างประเทศ		723.00
ตัวอย่างภายในประเทศ		252.00

จากการเปรียบเทียบค่าการดูดซับไอโอดีนระหว่างถ่านกัมมันต์จากเปลือกมะขาม ถ่านกัมมันต์ภายในประเทศและต่างประเทศ พบว่า ถ่านกัมมันต์จากเปลือกมะขามที่อุณหภูมิการเผา 700 °C มีค่าการดูดซับไอโอดีนสูงกว่าถ่านกัมมันต์ที่ผลิตภายในประเทศ แต่มีค่าน้อยกว่าถ่านกัมมันต์ที่ผลิตในต่างประเทศทั้งนี้ อาจเป็นเพราะศักยภาพในการผลิตถ่านกัมมันต์ ทั้งในเรื่องความพร้อมและประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตถ่านกัมมันต์ไม่ดีเท่าที่ควร

6. สรุปผลการทดลอง

จากผลการศึกษาการพัฒนาถ่านกัมมันต์จากเปลือกมะขามเพื่อใช้เป็นตัวกรองอากาศในโรงงานอุตสาหกรรมพ่นสีรถยนต์ พบว่า อุณหภูมิการเผาที่เหมาะสมสำหรับพัฒนาถ่านกัมมันต์จากเปลือกมะขามคือ 700 °C และจากผลการทดสอบสมบัติต่างๆของถ่านกัมมันต์จากเปลือกมะขามพบว่ามีความชื้นอยู่ในช่วง 3.4-3.6 เปอร์เซ็นต์ (ต่างประเทศ 3.3 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณเถ้า 1.0-1.4 เปอร์เซ็นต์ (ต่างประเทศ 1.4 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณสารระเหย 4.2-5.7 เปอร์เซ็นต์ (ต่างประเทศ 4.9 เปอร์เซ็นต์) และมีปริมาณคาร์บอนคงตัว 89.0-91.0 เปอร์เซ็นต์ (ต่างประเทศ 90.0 เปอร์เซ็นต์) โดยถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากเปลือกมะขามนั้น มีสมบัติทางกายภาพใกล้เคียงกับถ่านกัมมันต์จากต่างประเทศ แต่มีค่าการดูดซับไอโอดีนต่ำกว่า

7. ข้อเสนอแนะ

1. ควรปรับปรุงประสิทธิภาพของการผลิตถ่านกัมมันต์ด้วยวิธีการกระตุ้นทางกายภาพโดยเฉพาะอย่างยิ่งหม้ออัดไอน้ำความดันสูง
2. ควรทำการทดลองผลิตถ่านกัมมันต์โดยวิธีการกระตุ้นทางกายภาพในสภาวะที่เหมาะสมอื่นๆ เพิ่มเติม
3. ควรมีการทดลองผลิตถ่านกัมมันต์โดยวิธีการกระตุ้นทางเคมีแล้วนำผลการทดลองที่ได้มาเปรียบเทียบกับ
4. ควรมีการทดลองผลิตถ่านกัมมันต์ โดยใช้วัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตรอื่นๆ เช่น เปลือกมังคุด ชังข้าวโพด ผักสำโรง และกะลามะพร้าว



รูปที่ 3 ถ่านจากเปลือกมังคุด



รูปที่ 4 ถ่านจากซังข้าวโพด

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และโครงการส่งเสริมผู้มีคุณลักษณะความเป็นครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (ส.ค.ว.ค.) ที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] กองวิจัยทางการแพทย์. (2526). สารเคมีกับคุณภาพชีวิต. กรุงเทพฯ : กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.
- [2] ผาสุก คงชาติ และคณะ. (2535). การเปรียบเทียบถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว เนื้อตาลโตนด และเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.
- [3] Yong Zou and Bu-Xing han. (2001). High-Surface Area Activated Carbon from Chinnese Coal. Energy Fuels.
- [4] Usmani , Haider , Tanzil , Wahab , Tomoor , Ahmed , Zafar , S. , and YousufZal , A.H.K. . (1996). Perparation and Chara Characterization of Activated Carbon from a Low Rank Coal. Carbon.
- [5] Tiwari , D.P.Singh , D.K. , and Saksena , D.N. Hg(II). (1995) Adsorption from Aqueous solution using Rice – Husk Ash. Journal or Enviromental Engineering.
- [6] พิณพิมล สิงขีวงศ์. (2537). การผลิตถ่านกัมมันต์จากขาน้อย. พระจอมเกล้าธนบุรี : วิทยานิพนธ์ วศม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- [7] อรุณวรรณ ธรรมรัตน์พคุณ. (2540). การผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์มน้ำมันด้วยวิธีการกระตุ้นด้วยไอน้ำอิมพัลส์ยิ่งยวด. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล.
- [8] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2532). มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ถ่านกัมมันต์). กรุงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม.
- [9] บุญ สวัสดิ์ชัย. การใช้ถ่านกัมมันต์จากวัสดุชีวมวลในการกำจัดโครเมียมจากน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ : วิทยานิพนธ์ วศม. วิศวกรรมศาสตร์สิ่งแวดล้อม.

[10] American Standard of testing Material. Standard test method for moisture in Activated Carbon ASTM D 2867 – 95.1996.

[11] American Standard of testing Material. Standard test method for total ash content of Activated Carbon ASTM D 2866 – 94. 1996.

[12] American Standard of testing Material. Standard test method for Volatile Matter Content of Activated Carbon ASTM D 5832 – 95.1996.

[13] American Standard of testing Material. Standard test method for fixed carbon Content of Activated Carbon ASTM D 5832 – 95.1996.