การเตรียมถ่านจากวัตถุดิบชนิดต่างๆ และการศึกษาคุณสมบัติการดูดซับ

The Preparation of Activated Charcoal from Various Feedstock and It's Absorption Activity.

สุภกร บุญยืน[a,b] ศราวุธ ลันวงษา[b] ศิริวิทย์ บัวเจริญ[b]

[a]กลุ่มนาโนเทคโนโลยี [b]ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ต.คลองหนึ่ง อ. คลองหลวง

จ.ปทุมธานี 12120

บทคัดย่อ

การใช้ถ่านเพื่อการดูดซับโลหะหนักและสารพิษในสิ่งแวดล้อมได้ถูกศึกษาและประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวาง ในงานวิจัยนี้สนใจศึกษาความแตกต่างของอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาถ่านต่อพื้นที่ผิวของถ่านที่ได้ รวมทั้งประสิทธิภาพในการดูดซับสารอินทรีย์โดยใช้สีของ Methylene Blue เป็นตัวอย่างในการศึกษา รวมทั้งการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดแคดเมียมไอออน (Cd^{2+}) จากการทดลองพบว่าสภาวะการเผาถ่านที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส จะให้พื้นที่ผิวมากที่สุด 639.30 m^2/g (ถ่านขี้เลื่อย) ทดสอบโดยวิธี Langmuir and Freundich methods ยิ่งไปกว่านั้นการเผาถ่านในช่วงอุณหภูมิ 500-800 องศาเซลเซียส จะให้พื้นที่ผิวในช่วง 86-681.40 m^2/g โดยถ่านกะลาจะให้พื้นที่ผิวมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับขี้เลื่อย และแกลบ ถ่านที่สังเคราะห์ได้ถูกนำไปศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับสีของ Methylene Blue และแคดเมียมไอออน พบว่าจะมีประสิทธิภาพลดลงเมื่อพื้นที่ผิวมากขึ้นทั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการดูดซับจะเกิดขึ้นที่ผิวภายนอกของถ่านเท่านั้นไม่ได้เกิดในช่องว่างภายในโดยการดูดซับ Methylene Blue จะอยู่ในช่วง 9.55-9.60 mg/g กรณีแคดเมียมไอออนจะอยู่ในช่วง 4.98-5.00 mg/g แสดงให้เห็นว่าถ่านที่ศึกษานี้มีศักยภาพในการใช้เป็นตัวดูดซับที่ดีได้

คำสำคัญ: ถ่าน Methylene Blue แคดเมียม

Abstract

Nowadays, charcoal and activated carbon have been applied in various environmental applications, especially for toxic heavy metal absorption. Moreover, the studies and this topic are also fruit fully on biological applications. The present research focuses on the absorption ability of Methylene Blue and cadmium ion (Cd^{2+}) versus calcinations temperature and surface area. The results show calcinations at 700 ^oC yield the highest surface area as 631.30 m^2/g (sawdust sample), tested by Langmuir and Freundich methods. Furthermore,

calcinations from 500-800 ^{o}C provided carbon surface area ranged from 86 to 681.40 m^2/g, whereas the coconut shell gave the highest surface area, compared with sawdust and rice ash sample. Methylene blue and Cadmium ion (Cd^{2+}) were showed a good absorption as a function between concentration and surface area. The Methylene blue absorptions are ranged from 9.55 to 9.60 mg/g, better than the previous reported (6.75 mg/g). In the case of cadmium ion (Cd^{2+}), the absorptions were found from 4.98 to 5.00 mg/g, which also greater than the previous research (3.00-4.00 mg/g). From both results suggested this charcoal has highly potential for absorption application, compared with the commercial sample.

Keywords: Activated Charcoal, Absorption Activity

1. บทนำ

ถ่านถูกใช้เป็นตัวดูดซับที่รู้จักกันมาช้านาน ถ่านส่วนใหญ่ได้จากการเผาวัตถุดิบพวกอินทรีย์วัตถุที่มีองค์ประกอบหลักเป็นคาร์บอนวัตถุดิบหลักในการผลิตถ่านส่วนใหญ่ได้จากพืชหรือมีแหล่งที่มาจากพืช เช่น กะลามะพร้าว ขี้เลื่อย แกลบ อย่างไรก็ตาม คุณสมบัติการใช้งานหลักของถ่านในปัจจุบันคือใช้เป็นเชื้อเพลิงมีเพียงบางส่วนที่ถูกนำมาปรับปรุงคุณภาพให้เป็นถ่านกัมมันต์ และใช้เป็นถ่านที่มีสมบัติการดูดซับพิเศษ ถ่านดังกล่าวมีคุณสมบัติพิเศษสามารถดูดซับสารที่อยู่ในรูปของก๊าซและของเหลวได้ และใช้ในอุตสาหกรรมเคมีและเภสัช ใช้ฟอกสีในอุตสาหกรรมน้ำตาล น้ำมันพืช น้ำอัดลม ใช้ในก้นกรองบุหรี่ อุตสาหกรรมรถยนต์ เครื่องทำให้อากาศบริสุทธิ์ ใช้ในการกรองน้ำ และกระบวนการบำบัดน้ำเสีย

จากการประยุกต์ใช้งานอันหลากหลายดังที่กล่าวมาแล้วนั้น จึงมีงานวิจัยหลายฉบับที่มุ่งเน้นพัฒนาคุณสมบัติของถ่านให้มีความเฉพาะเจาะจงในการใช้งาน ทั้งนี้อาจจะกล่าวได้ว่าถ่านมีคุณสมบัติของธาตุคาร์บอนเป็นส่วนใหญ่และไม่ค่อยส่งผลเสียต่อสิ่งมีชีวิตและเฉื่อยต่อปฏิกิริยา ถ้าพิจารณาในแง่ของถ่านหรือวัตถุดิบที่ผ่านการให้ความร้อนและกลายเป็นถ่านโดยยังไม่ได้มีการปรับปรุงคุณภาพก็ยังมีสมบัติที่น่าสนใจโดยตัวมันเองหลายประการและถูกนำไปใช้ในเรื่องของการกำจัดของเสียได้หลายชนิด เช่น การใช้ถ่านกำจัดสารกลุ่มอินทรีย์ชนิด Phenol [1]

ในสภาวะแวดล้อมปกติมักใช้วัตถุดิบเรซินในการจับกักสารกลุ่มดังกล่าวแต่ด้วยราคาที่สูงและขั้นตอนการดูดซับที่ซับซ้อนทำให้มีการศึกษาวิจัยการใช้ถ่านเพื่อดูดซับสารกลุ่ม Phenol จากรายงานวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของการดูดซับ Phenol ของถ่านไม้มีประสิทธิภาพดีเทียบเท่ากับถ่านกัมมันต์ (activated charcoal) และเรซิน เมื่อเปรียบเทียบในระยะเวลาและปริมาณการใช้งานที่เท่ากัน นอกจากนี้การปรับปรุงสภาพผิวถ่านไม้ด้วย EDTA ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดักจับสารดังกล่าวได้ถึง 100%

การศึกษาพัฒนานำถ่านมาใช้ในการดูดซับโลหะหนัก เช่น โครเมียม(Cr)ในน้ำเสียจากแหล่งอุตสาหกรรมที่ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม โดยกลุ่มนักวิจัยในประเทศอินเดีย [2] เนื่องด้วยโครเมียม(VI) เป็นโลหะหนักที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรคมะเร็งจึงทำให้มีการศึกษาวิจัยอย่างกว้างขวาง และได้รายงาน

ผลเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับโครเมียมไอออนของถ่านไม้ ถ่านกัมมันต์(activated charcoal) กับผงอลูมินา พบว่าประสิทธิภาพของการดูดซับโครเมียม (VI) ของผงอลูมินาจะสามารถเกิดได้ดีในช่วงสารละลายมีค่า pH = 4 แต่ในกรณีของถ่านและถ่านกัมมันต์(activated charcoal) สามารถดูดซับโครเมียม(VI) ได้ในสภาวะที่เป็นกรดมาก เช่น pH=2 ทั้งนี้ประสิทธิภาพดังกล่าวยังขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ผิวของถ่านด้วย

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ศึกษาการพัฒนาผิวถ่านถ่านโดยใช้สารละลายกรด เช่น กรดไฮโครคลอริก (HCl) กรดไนตริก (HNO_3) กรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) หรือด่าง เช่น โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) โซเดียมไฮครอกไซด์ (NaOH) บางกรณีใช้เกลือของโลหะเช่น ซิงค์คลอไรด์ ($ZnCl_2$) แมกนีเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2$) เพื่อให้มีคุณสมบัติที่เหมาะกับการใช้งานที่แตกต่างกันไป ดังตัวอย่างงานวิจัยใช้ถ่านไม้ที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพผิวโดยแช่ในกรดไนตริก (HNO_3) เป็นเวลา 10 นาที แล้วจึงนำมาล้าง อบแห้งและนำถ่านดังกล่าวมาใช้ในการดูดซับรูบีเดียม (Rubidium , Ru) พบว่าประสิทธิภาพการดูดซับดีขึ้น และสภาพวะการดูดซับที่ดีสุดที่ความเข้มข้นของกรดไนตริก (HNO_3)เป็น 0.001 M. [3]

ในงานวิจัยฉบับนี้สนใจศึกษาเปรียบเทียบการเตรียมถ่านจากวัสดุและ สภาวะการเผาถ่านที่แตกต่างกันต่อประสิทธิภาพการดูดซับสีของ Methylene blue รวมทั้งศึกษาความเป็นไปได้ในการนำถ่านที่เตรียมได้มาใช้ในการดูดซับแคดเมียมในสารละลาย และ ยิ่งไปกว่านั้นในงานวิจัยยังสนใจศึกษาความเป็นไปได้ในการปรับสภาพผิวถ่านโดยใช้สารละลาย Ethylene Diamine และ 1,10-Phenantholine เพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับโลหะในสารละลาย โดยวัสดุที่สนใจศึกษาในงานวิจัยประกอบด้วยแกลบ กะลามะพร้าว และ ขี้เลื่อย ทั้งนี้ถ่านที่เตรียมได้จะถูกนำตรวจสอบพื้นที่ผิวโดย Covantachrome Absorb Automated gas Sorption และโปรแกรม Autosorp for window Version 1.19 ในระบบ Langmuir and Freundlich และความสามารถในการดูดซับสี Methylene blue (โดยการติดตามการเปลี่ยนสีของสารละลายด้วยเครื่อง UV-Visible Spectrometer) และการดูดซับแคดเมียมในสารละลาย (โดยเทคนิค Atomic Absorption Spectrometry และ เทียบความเข้มข้นกับกราฟความเข้มข้นมาตรฐาน)

2. วัสดุและวิธีการ

ถ่านวัตถุดิบที่นำมาศึกษาในงานวิจัยนี้ได้จากแหล่งวัตถุดิบในชุมชนเกษตรกร ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี โดยเปลือกข้าวแกลบนี้ได้จากการขัดสีข้าวเปลือก กะลามะพร้าว ได้ จากมะพร้าวที่ผ่านการแยกน้ำและเนื้อมะพร้าวออกแล้ว และขี้เลื่อยจากไม้เนื้อแข็ง ความแตกต่างของวัตถุดิบที่นำมาศึกษานี้จะเป็นปัจจัยที่น่าจะส่งผลต่อสมบัติต่างๆ ที่แตกต่างกัน วัตถุดิบทั้งหมดจะถูกนำมาล้างให้สะอาดด้วยน้ำกลั่นและตากให้แห้งเป็นเวลา 2 วัน แล้วจึงนำมาอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอีก 2 วัน ก่อนที่จะนำมาชั่งน้ำหนักที่เท่ากัน แล้วเผาที่อุณหภูมิต่างๆ เพื่อศึกษาปริมาณน้ำหนักที่หายไป โดยเผาที่อุณหภูมิ 500 600 700 และ 800 องศาเซลเซียส การเผาทำภายใต้สภาวะที่มีอากาศผ่านเข้าสู่เตาเผาปกติ ถ่านแต่ละชนิดที่ผ่านการเผาในแต่ละสภาวะแล้วจากนั้นนำมาบดให้ละเอียดและกรองผ่านตะแกรงเพื่อคัดกรองถ่านที่มีขนาดเล็กประมาณ 0.3

mm แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น อบแห้งก่อนศึกษาสมบัติต่างๆต่อไป

สารละลาย Methylene blue ถูกเตรียมให้มีความเข้มข้น 6 ppm และให้สภาวะการศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับของถ่านจะควบคุมปริมาณ Methylene blue ต่อถ่านเป็น 10 ml ต่อ 0.5 g และสารละลายดังกล่าวจะถูกเขย่าเป็นเวลา 30 นาทีเท่ากัน หลังจากนั้นจึงกรองถ่านออก ผ่านกระดาษกรอง แล้วจึงนำสารละลายที่ได้มาตรวจวัดสีที่เปลี่ยนแปลงเทียบกับสารละลายเริ่มต้นด้วยเครื่อง UV-Visible Spectrometer

กรณีสารละลายแคดเมียมจะถูกเตรียมให้มีความเข้มข้นเป็น 0.5 , 1 , 2 และ 3 ppm เพื่อใช้เป็นค่ากราฟมาตรฐานและเลือกใช้ความเข้มข้นสารละลายแคดเมียม 3 M จำนวน 10 ml ในปริมาณถ่าน 0.1 g เพื่อใช้ในการติดตามการดูดซับโดยศึกษาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานเพื่อติดตามปริมาณแคดเมียมที่ถูกดูดซับไปโดยถ่าน

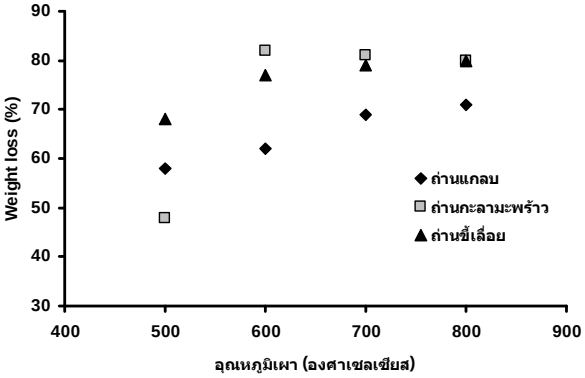
3. ผลการทดลอง

ถ่านไม้ชนิดต่างๆ ที่ผ่านการล้างและอบแห้งแล้วถูกชั่งมาใช้เป็นวัตถุดิบในปริมาณที่เท่ากันแล้วเผาที่อุณหภูมิต่างๆ คือ 500 , 600 , 700 และ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ผลผลิตของถ่านแต่ละชนิดที่ได้แสดงในตาราง 1

ตารางที่ 1 ร้อยละของผลผลิต (%yield) ของถ่านชนิดต่างๆที่ผ่านการเผาเป็นเวลา 3 ชั่วโมง

อุณหภูมิเผา (^oC)	%yield(wt)		
	ถ่านแกลบ	ถ่านกะลามะพร้าว	ถ่านขี้เลื่อย
500	41.51	51.11	32.47
600	36.42	18.79	21.80
700	29.81	19.33	24.99
800	28.07	20.66	20.13

ในการให้ความร้อนแก่วัตถุดิบถ่านที่อุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้น้ำและสารอินทรีย์บางส่วนระเหยหายไปและปริมาณที่สูญหายมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการเผาสูงขึ้น และ คงที่ (ค่า Weight loss มากกว่า 70 %) เมื่ออุณหภูมิที่ใช้เผาสูงกว่า 700 องศาเซลเซียส และเวลาที่ใช้เผาคงที่ 3 ชั่วโมง ดังแสดงปริมาณดังกล่าวด้วยค่า Weight loss เทียบกับน้ำหนักเริ่มต้น แสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 Weight loss, ปริมาณที่หายไปของถ่านชนิดต่างๆ ต่ออุณหภูมิที่ใช้เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

Weight loss ของขี้เลื่อย มีปริมาณมากกว่าตัวอย่างถ่านแกลบ และมีค่าใกล้เคียงกับถ่านกะลามะพร้าว ทั้งนี้เพราะในกรณีของเนื้อแกลบและกะลามีส่วนของซิลิกา (Siliga, SiO_2) อยู่มากจึงทำให้การสูญหายของน้ำหนักเกิดน้อยกว่ากรณีถ่านไม้ซึ่งมีส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็นเพียงไฮโดรคาร์บอนและน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก

การติดตามพื้นที่ผิวถ่านที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกัน ศึกษาโดยติดตามการดูดซับ

ของแก๊สและคำนวณกลับโดยใช้วิธีการ Langmuir and Freundlich ตัวอย่างถ่านที่ศึกษามีค่าพื้นที่ผิวอยู่ในช่วง 80-680 m^2/g ผลที่ได้ค่อนข้างต่ำทั้งนี้เป็นผลมาจากอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการเตรียมถ่าน รวมทั้งลักษณะของตัวอย่างวัสดุที่นำมาศึกษา ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 2 พบว่าตัวอย่างถ่านขี้เลื่อยที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิสูงจะส่งผลให้พื้นที่ผิวมีแนวโน้มสูงขึ้นและพื้นที่ผิวสูงที่สุดตรวจพบกรณีที่การเผาอุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส และเป็นที่น่าแปลกว่าค่าพื้นที่ผิวมีค่าต่ำลงเมื่อเผาที่ 800 องศาเซลเซียส ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอนุภาคต่างๆ ในขี้เลื่อยเกิดการหลอมรวมกันที่อุณหภูมิดังกล่าว ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบถ่านจากขี้เลื่อย แกลบ และกะลามะพร้าวที่เผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส พบว่าถ่านแกลบมีค่าพื้นที่ผิวต่ำที่สุด สนับสนุนแนวความคิดเกี่ยวกับปริมาณซิลิกา (Siliga, SiO_2) ที่มีอยู่ในเนื้อแกลบแล้วเกิดการหลอมรวมกันที่อุณหภูมิสูง (ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 2 และรูปที่ 2)

ตารางที่ 2 ค่าพื้นที่ผิวของถ่านขี้เลื่อยผ่านการเผาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

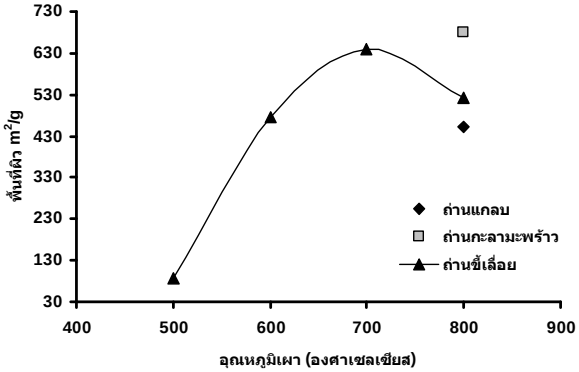
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ชนิดถ่าน	พื้นที่ผิว* m^2/g
500	ขี้เลื่อย	86.58
600	ขี้เลื่อย	475.10
700	ขี้เลื่อย	639.30
800	ขี้เลื่อย	522.50
800	แกลบ	452.60
800	กะลามะพร้าว	681.40

*คิดตามสมการ Langmuir

θ เป็นค่าร้อยละของพื้นที่ผิวทั้งหมด (%)

P เป็นค่าความดันของแก๊ส (N_2 ที่ 77K)

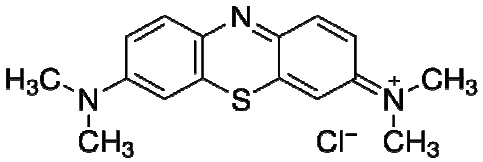
α เป็นค่าคงที่ (Langmuir adsorption constant)

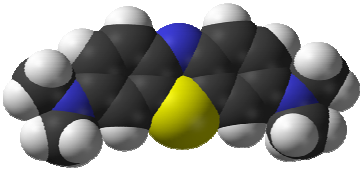


รูปที่ 2 พื้นที่ผิวของถ่านขี้เลื่อย แกลบ และกะลามะพร้าว ต่ออุณหภูมิที่ใช้เผา

การศึกษาประยุกต์ใช้ถ่านชนิดต่างๆมาเผาที่อุณหภูมิแตกต่างกันแล้วใช้เป็นตัวดูดซับสารอินทรีย์ โดยอาศัยการฟอกจางสีของ Methylene blue เป็นตัวอย่างในการศึกษาและให้ความเข้มข้นของ Methylene blue เริ่มต้นเป็น 6 ppm และปริมาณคงที่เป็น 10 ml ต่อถ่าน 0.5 กรัม จากการตรวจสอบพบว่าถ่านทุกตัวอย่าง ที่ผ่านการล้างจนสภาพเป็นกลาง (pH=7) มีประสิทธิภาพในการฟอกจากสีของ Methylene blue (รูปที่3) ทั้งสิ้นโดยถ่านขี้เลื่อยที่เผาที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง มีคุณสมบัติการดูดซับสีของ Methylene blue สูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณพื้นที่ผิวที่มีมากที่สุด (639.30 m^2/g) ของถ่านในสภาวะการเตรียมดังกล่าว โดย มีประสิทธิภาพในการดูดซับ Methylene blue ได้ถึง $1.5448X10^{15}$ โมเลกุลหรือเทียบเท่ากับ 9.594 มิลิกรัมต่อน้ำหนักถ่าน 0.5 กรัมผลการติดตามประสิทธิภาพการดูดซับ Methylene blue แสดงในตารางที่ 3 และ

เปรียบเทียบพื้นที่ผิวของที่ศึกษาต่อประสิทธิภาพการดูดซับสีของ Methylene blue แสดงในรูปที่ 4





สูตรทางเคมี $C_{16}H_{18}ClN_3S.3H_2O$

มวลโมเลกุล 373.9 กรัมต่อโมล

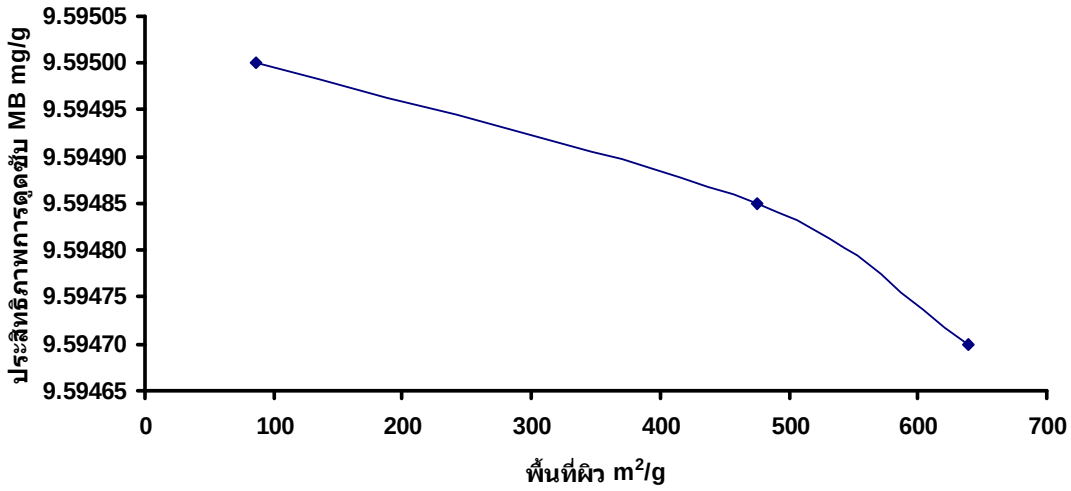
การละลาย ละลายได้ในน้ำ pH 6.5

ดูดกลืนแสงที่ 668 nm

รูปที่ 3 โครงสร้างสามมิติและสมบัติบางประการ ของ Methtylene blue

ตารางที่ 3 ปริมาณการดูดซับ Methylene blue ต่ออุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) และพื้นที่ผิว (m^2/g) ของถ่านต่าง ๆ

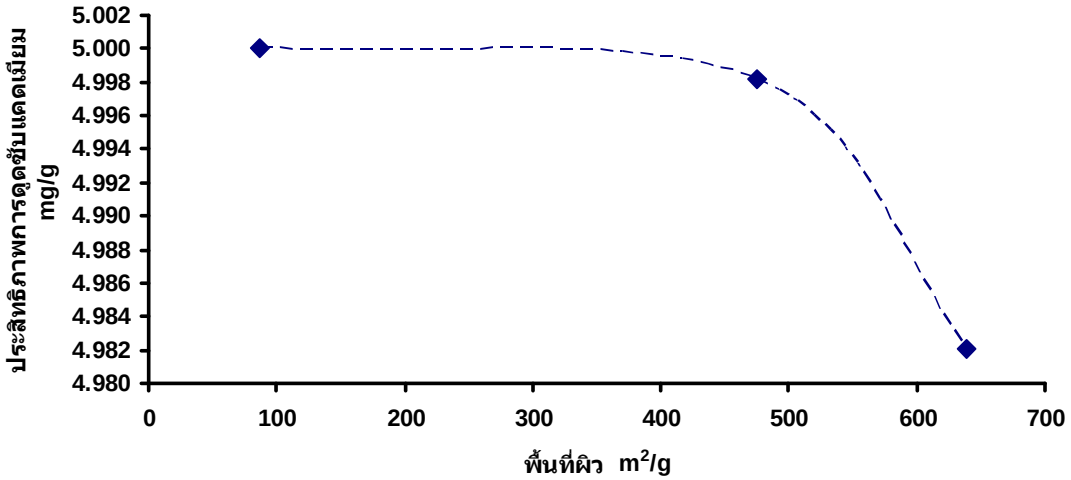
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ชนิดถ่าน	พื้นที่ผิว m^2/g	Methylene blue(mg/g)
500	ขี้เลื่อย	86.58	9.5950
600	ขี้เลื่อย	475.10	9.5949
700	ขี้เลื่อย	639.30	9.5947
500	แกลบ	-	9.5874
600	แกลบ	-	9.5954
700	แกลบ	-	9.5926
500	กะลา	-	9.5853
600	กะลา	-	9.5537
700	กะลา	-	9.5694



รูปที่ 4 แสดงประสิทธิภาพการดูดซับสีของ Methylene blue ต่อพื้นที่ผิวของถ่าน

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ากรณีถ่านมีพื้นที่ผิวน้อยจะสามารถดูดซับ Methylene blue ได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่เคยรายงานไว้ก่อนหน้า กรณีของถ่านกัมมันต์ [4] และผลของอุณหภูมิที่ใช้เผา

ต่อการดูดซับของ Methylene blue [5] ผลการวิเคราะห์การดูดซับแคดเมียมของถ่านขี้เลื่อย ที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิต่างๆ ให้ผลสอดคล้องกับการดูดซับ Methylene Blue ดังแสดงในรูปที่ 5 นอกจากนี้ในงานวิจัยยังสนใจศึกษาต่อในอนาคตยังเกี่ยวข้องกับการปรับปรุงสภาพผิวของถ่านโดยใช้ 1,10-Phenantholine และ Ethylene Diamine เพื่ออาจจะช่วยส่งผลให้ประสิทธิภาพการดูดซับโลหะต่างๆ มีความเฉพาะเจาะจงต่อชนิดของโลหะมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการดูดซับแคดเมียมต่อพื้นที่ผิวของถ่าน

3. สรุปผลการทดลอง

ถ่านที่เตรียมจาก แกลบ กะลามะพร้าว และขี้เลื่อย ถูกนำมาศึกษาพื้นที่ผิวต่อชนิดถ่านและอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาถ่านพบว่าสภาวะการเผาถ่านที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส จะให้พื้นที่ผิวมากที่สุด 639.30 m^2/g (ถ่านขี้เลื่อย) ทดสอบโดยวิธี Langmuir and Freundlich methods ยิ่งไปกว่านั้น การเผาถ่านในช่วงอุณหภูมิ 500-800 องศาเซลเซียส จะให้พื้นที่ผิวในช่วง 86-681.40 m^2/g โดยถ่านกะลาจะให้พื้นที่ผิวมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับขี้เลื่อยและแกลบ ยิ่งไปกว่านั้นการดูดซับสารอินทรีย์โดยใช้สีของ Methylene blue เป็นตัวอย่างในการศึกษาพบว่า การดูดซับสารดังกล่าวมักเกิดบริเวณผิวของวัสดุถ่าน และการดูดซับจะอยู่ในช่วง 9.55-9.60 mg/g จากการติดตามประสิทธิภาพการดูดซับแคดเมียมพบว่า จะอยู่ในช่วง 4.98-5.00 mg/g การดูดซับที่ศึกษามีแนวโน้มลดลงเมื่อพื้นที่ผิวของวัสดุถ่านมีค่ามากขึ้น อย่างไรก็ตามจากข้อมูลที่นำเสนอสรุปได้ว่าสภาวะการเตรียมถ่านและประสิทธิภาพการดูดซับที่ได้ของถ่านทุกชนิดที่ศึกษา มีศักยภาพในการใช้เป็นตัวดูดซับที่ดีได้เทียบเท่าผลของวัสดุถ่านที่มีขายทั่วไป

4. เอกสารอ้างอิง

[1] Somnath M., Sunil K., Amal K. M., Maohong F., Removal of Phenols from Water Environment by Activated Carbon, Bagasse Ash and Wood Charcoal,

Chemical Engineering Journal, Vol. 129, pp. 133-142, 2007.

[2] Suman M., Khaiwal R., Bishnoi N.R., Adsorption of Chromium from Aqueous Solution by Activated Alumina and Activated Charcoal, Bioresource Technology, Vol. 98, pp. 954-957, 2007.

[3] Riaz Q., Adsorption Behavior of Ruthenium Ions on Activated Charcoal from Nitric Acid Medium, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, Vol. 293, pp. 217-223, 2007.

[4] Tan I.A.W., Hameed B.H., Ahmad A.L., Equilibrium and Kinetic Studies on Basic Dye Adsorption by Oil Palm Fiber Activated Carbon, Chemical Engineering Journal Vol. 127, pp. 111-119, 2007.

[5] รุ่งทิพย์ ชัยวัฒนานนท์ “การผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์ม” สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2541.