



การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากฟางข้าว
แกลบ และชานอ้อย โดยการกระตุ้นทางเคมี
ด้วยกรดฟอสฟอริก

**A Comparative Study of Adsorption Capacity
of Activated Carbons Prepared from Rice
Straw, Rice Husk Shell and Sugarcane
Bagasse by a Chemical Activation
Method with H_3PO_4**

โดย:
เกศศิริ เหล่าวนิชธรรม
อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
E-mail: katsiri_lao@utcc.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้เตรียมถ่านกัมมันต์จากฟางข้าว แกลบ และชานอ้อย โดยการกระตุ้นทางเคมีด้วยกรดฟอสฟอริกซึ่งใช้สภาวะที่ทำการศึกษาที่เหมาะสมในการกระตุ้นเดียวกัน ได้แก่ อัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างกรดฟอสฟอริกต่อวัตถุดิบ คือ 1:1 ที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการกระตุ้นคือ 60 นาที โดยถ่านกัมมันต์ที่เตรียมได้จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบแบบประมวล และทดสอบความสามารถในการดูดซับปริมาณไอโอดีน และเมทิลีนบลู นอกจากนี้ยังศึกษาประโยชน์ของการดูดซับปริมาณไอโอดีน และเมทิลีนบลู โดยอาศัยสมการของ Freundlich ผลการวิจัยพบว่าถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากฟางข้าวสามารถดูดซับปริมาณไอโอดีนได้สูงที่สุด คือ 998 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากแกลบสามารถดูดซับปริมาณเมทิลีนบลูได้สูงที่สุด คือ 305 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ເນື່ອເປົ້າຍນເທິບນັກຄ້າ 2 ຊືນິດ ພບວ່າ ດ່ານກົມມັນຕີໃນທາງການຄ້າ 2 ຊືນິດ ພບວ່າ ດ່ານກົມມັນຕີທີ່ເຕີມຈາກພັງຂ້າວມີຄວາມສາມາດໃນການດູດຊັບປະມານໄວໂອດືນໄກສັລະເຄີຍກັນດ່ານກົມມັນຕີໃນທາງການຄ້າ 2 ແຕ່ນ້ອຍກ່າວໜິດທີ່ 1 ສ່ວນດ່ານກົມມັນຕີທີ່ເຕີມຈາກວັດຖຸດົບທັງສາມມີຄວາມສາມາດໃນການດູດຊັບປະມານເມື່ອລື່ນບຸລຸດໍາກ່າວດ່ານກົມມັນຕີໃນທາງການຄ້າທັງສອງໜິດ ອ່າງໄຮກ໌ຕາມ ດ່ານກົມມັນຕີທີ່ເຕີມຂຶ້ນຈາກພັງຂ້າວ ແກລນ ແລະ ຜ້າຍມີຄຸນສົມບັດເປັນດ່ານກົມມັນຕີທີ່ດີ ເນື່ອຈາກມີຄ່າໄວໂອດືນນັ້ນເບື້ອງມາກກວ່າ 600 ມິລິກິຮັນຕ່ອກຮັນ ແລະ ດ່າວວິນມີຄ່ານ້ອຍກ່າວ 8% ຕາມມາດຮູ້ານຂອງ ມອກ. 900-2547 ທີ່ກຳຫົວໄວ້

ຄໍາສຳຄັນ: ດ່ານກົມມັນຕີ ກາຮຈະດູນທາງເຄມີ ພັງຂ້າວ ແກລນ ຜ້າຍມີຄ່າ ດ່າວໂອດືນນັ້ນເບື້ອງ
ເມື່ອລື່ນບຸລຸ

Abstract

In this research the activated carbons were prepared from rice straw, rice husk shell and sugarcane bagasse using a chemical activation method by impregnation with H_3PO_4 at identical optimum conditions: activation temperature of 600 °C, activation agent to raw material ratio of 1:1 and activation time of 60 minutes. The derived activated carbons were then analyzed for the composition by proximate analyses and the adsorption capacity of iodine and methylene blue. In addition, Freundlich adsorption isotherms of the adsorption capacity of iodine and methylene blue were investigated. The results showed that the activated carbon obtained from rice straw yielded the highest iodine adsorption (Iodine number), 998 mg/g. The activated carbon obtained from rice husk shell showed the highest methylene blue adsorption, 305 mg/g. When compared to the two commercial activated carbons, the activated carbon obtained from rice straw had an iodine adsorption capacity close to the second commercial activated carbon, but less than the first one. While the methylene blue adsorption capacity of the activated carbon obtained from those three experimental materials had lower levels compared to the two commercial activated carbons. However, the activated carbons obtained from rice straw, rice husk shell and sugarcane bagasse still showed the good qualities to use as activated carbon because all iodine numbers are more than 600 mg/g and the moisture contents (%) are less than 8%, the standards considered by the TISI.900-2547.

Keywords: Activated Carbon, Chemical Activation, Rice Straw, Rice Husk Shell, Sugarcane Bagasse, Iodine Number, Methylene Blue

บทนำ

ถ่านกัมมันต์เป็นถ่านที่มีคุณสมบัติพิเศษที่ได้รับการเพิ่มประสิทธิภาพให้มากขึ้น โดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน เป็นการนำเอาวัตถุดิบที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลักในปริมาณสูง (80-90%) มาผ่านกระบวนการกระดูนหรือ ก่อถ่านกัมมันต์ (Activation) ทำให้วัตถุดินน้ำมีโครงสร้างเป็นรูพรุนจำนวนมาก ส่งผลให้มีพื้นที่ผิวภายในสูงขึ้นตาม จึงมีความสามารถในการดูดซับสารต่างๆ ได้เป็นอย่างดี และถูกนำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง ในทางอุตสาหกรรมประเเกทต่างๆ เพื่อใช้แยกสารผสมและทำให้สารบริสุทธิ์โดยใช้กระบวนการดูดซับสาร (Adsorption) เป็นกลไกหลัก เช่น ใช้เป็นสารดูดซับกลิ่น สารปนเปื้อน สารฟอกสีในอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่ม เมียร์ ไวน์ น้ำตาล น้ำมันพืช ผลิตภัณฑ์เคมีและยา และสิ่งทอ เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้เป็นสารดูดซับօร์เจท แก๊สพิษในอากาศในอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศ และหน้ากากป้องกันแก๊สพิษ เป็นต้น (Antal, et al., 2000; Salame and Bandosz, 2000; Zou and Han, 2001) เนื่องจากถ่านกัมมันต์ที่ผลิตในประเทศไทย มีประสิทธิภาพจำกัด จึงไม่เหมาะสมกับการใช้งานในบางรูปแบบ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการศึกษาและวิจัยเพื่อพัฒนากระบวนการผลิตและการเลือกใช้วัตถุดิบเพื่อผลิตถ่านกัมมันต์ให้มีคุณภาพดี และเหมาะสมกับการใช้งานต่อไป

วัตถุดิบที่สามารถนำมาใช้ในการผลิตถ่านกัมมันต์มีมากหลายชนิด ส่วนใหญ่มักเป็นพอกอินทรีย์สารซึ่งประกอบด้วยคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก มีปริมาณสารระเหยต่ำ มีคุณสมบัติคงที่ วัตถุดิบหลายชนิดที่ได้มีการนำมาวิจัยเพื่อเตรียมเป็น

ถ่านกัมมันต์ เช่น กะลามะพร้าว (Tam and Antal, 1999) ชานอ้อย (Castro, et al., 2000) ชีลีย (Hamadi, et al., 2000) ถ่านหิน (Zou and Han, 2001) กะลาปาล์ม (Lua and Guo, 1998) เป็นต้น สำหรับฟางข้าว กลบ และชานอ้อย ซึ่งเป็นวัสดุชีวมวลเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีราคาถูก หาได้ง่าย มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบสูง จึงมีศักยภาพเพียงพอที่จะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตถ่านกัมมันต์ อีกทั้งยังช่วยลดปัญหาการกำจัดของเหลือทิ้ง สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัตถุดิบ และช่วยให้เกิดการใช้ทรัพยากรถูกต้องได้ในประเทศอย่างคุ้มค่ามากที่สุด

การผลิตถ่านกัมมันต์โดยทั่วๆ ไป แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นแรกเป็นขั้นตอนการเผาวัตถุดิบให้เป็นถ่านชาร์ (Char) เรียกขั้นตอนนี้ว่า การทำคาร์บอนไซซ์ (Carbonization) เป็นขั้นตอนที่ทำให้วัตถุดิบที่มีคาร์บอนประจำอยู่ในปริมาณต่ำ ให้มีปริมาณคาร์บอนเพิ่มสูงขึ้น รวมทั้งยังเป็นการเผาไล่สารปนเปื้อนที่ไม่ต้องการออก โดยใช้อุณหภูมิ 200-400 องศาเซลเซียส (Yun, Park, and Park, 2001) จากนั้นจะเป็นขั้นตอนการนำถ่านชาร์ไปเพิ่มประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ที่เรียกว่า การกระดูนเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิว (Activation) ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 วิธี คือ การกระดูนทางกายภาพ และการกระดูนทางเคมี (Ahmadpour and Do, 1996)

การกระดูนทางกายภาพ เป็นการกระดูนด้วยการใช้แก๊ส หรือไอน้ำ ซึ่งใช้อุณหภูมิในการเผากระดูนค่อนข้างสูง ประมาณ 800-1000 องศาเซลเซียส เพราะไอน้ำที่ใช้จะต้องเป็นไอน้ำที่ร้อนยิ่งวัด (Superheated steam) เพื่อทำให้สารอินทรีย์

ต่างๆ slavery ไป ทำให้โครงสร้างภายในมีลักษณะเป็นรูพรุน (Porous) อยู่ทั่วไป ถ่านกัมมันต์ที่กระตุนด้วยวิธีนี้มีข้อดี คือ สามารถนำมาใช้งานได้เลยทันที โดยไม่ต้องล้างสารเคมีที่เหลือตกค้าง ดังนั้น จึงมีสารพิษตกค้างน้อยมาก หรือแทบไม่มีเลย (Karaosmanoglu, Iaigur-Ergudenler, and Sever, 2000) แต่ข้อเสียก็คือขนาดของรูพรุนที่ได้จะมีขนาดเล็กกว่าการกระตุนทางเคมี (Lua and Guo, 1998)

การกระตุนทางเคมี เป็นการกระตุนด้วยการใช้สารเคมีหลาภยชนิด เช่น H_2SO_4 , H_3PO_4 , NaOH, KOH, $ZnCl_2$, Na_2CO_3 , NaCl เป็นต้น (Kirubakaran, Krishnaiah, and Seshadri, 1991) ซึ่งการจะเลือกใช้สารเคมีชนิดใดก็ตาม ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวัตถุดิบที่นำมาเตรียมเป็นถ่านกัมมันต์ โดยนำสารเคมีเหล่านี้มาผสานกับถ่านชาร์จ จากนั้นนำไปเผาที่อุณหภูมิ 600-800 องศาเซลเซียส ในบรรยายกาศที่ปราศจากแก๊สออกซิเจน เป็นเวลาหลายชั่วโมง ข้อดีของการกระตุนทางเคมี คือ จะช่วยลดการเกิดฟาร์ และสารอื่นๆ อุณหภูมิที่ใช้กระตุนต่ำกว่าการกระตุนทางกายภาพ และร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่ได้ (%yield) มีปริมาณสูง และถ่านกัมมันต์ที่ได้เกิดรูพรุนขนาดใหญ่ (Kennedy, Vijaya, and Sekaran, 2004) แต่ข้อเสียสำคัญวิธีการนี้ ก็คือ ต้องล้างสารเคมีที่ใช้ในการกระตุนออกให้หมด และในบางครั้งอาจมีสารกระตุนตกค้างอยู่ จึงอาจจะไม่เหมาะสมที่จะนำถ่านกัมมันต์ที่กระตุนด้วยวิธีนี้ไปใช้ทางด้านอาหาร และการแพทย์

งานวิจัยนี้ได้เตรียมถ่านกัมมันต์จากฟางข้าว แกลบ และชานอ้อย โดยการกระตุนทางเคมีด้วยกรดฟอสฟอริก และเปรียบเทียบความสามารถใน

การดูดซับปริมาณไอโอดีน และเมทิลีนบลูของถ่านกัมมันต์ที่เตรียมขึ้นกับถ่านกัมมันต์ในทางการค้านอกจากนี้ยังศึกษาໄอโซเทอมของการดูดซับปริมาณไอโอดีน และเมทิลีนบลู โดยอาศัยสมการของ Freundlich

วัตถุดิบและระเบียบวิธีการทดลอง

แกลบที่นำมาใช้ในการเตรียมถ่านกัมมันต์ ซื้อมาจาก หจก. โกรสีข้าวอัญญารุ่งเรืองชัย จ.นครราชสีมา ส่วนฟางข้าวและชานอ้อยซื้อมาจากตลาดสีลม เมือง และตลาดไห่ จ.ปทุมธานี ถ่านกัมมันต์ทางการค้านิยมที่ 1 เป็นถ่านกัมมันต์ที่เตรียมขึ้นจากกะลามะพร้าว ซื้อมาจากบริษัทคาร์โนกานูจัน จำกัด กรุงเทพมหานคร ถ่านกัมมันต์ทางการค้านิยมที่ 2 เป็นถ่านกัมมันต์ที่เตรียมขึ้นจากถ่านไม้ ซื้อมาจากบริษัทลัมาร์ (ประเทศไทย) จำกัด

การวิเคราะห์องค์ประกอบ

วัตถุดิบที่ใช้ในการเตรียมถ่านกัมมันต์ ได้แก่ ฟางข้าว แกลบ และชานอ้อย และถ่านกัมมันต์ที่เตรียมขึ้นจากการดูดซับทั้งสามจะถูกนำไปวิเคราะห์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบประมาณ (Proximate Analyses) ในสารชีวมวลตามวิธีการของ ASTM (American Standard for Testing Materials) เพื่อหาประมาณสารระเหย (ASTM Committee on Standards, 1998c) เถ้า (ASTM Committee on Standards, 1998b) และควรบอนคงตัว (คงวน โดย ประมาณค่ารับอนคงตัว = 100 - ร้อยละเถ้า - ร้อยละสารระเหย)

ความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์

ศึกษาได้จากการวัดค่าการดูดซับปริมาณ

ไอโอดีน และเมทิลีนบลูต่อน้ำหนักของถ่านกัมมันต์ ซึ่งเป็นวิธีการบอกความสามารถในการดูดซึบสารที่มีขนาดโมเลกุลแตกต่างกันของถ่านกัมมันต์ โดยค่าการดูดซึบปริมาณไอโอดีนแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการดูดซับโมเลกุลที่มีขนาดเล็ก (0.4-1.0 นาโนเมตร) ส่วนค่าการดูดซึบปริมาณเมทิลีนบลูแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการดูดซับโมเลกุลที่มีขนาดกลาง (1.0-25 นาโนเมตร) ถึงขนาดใหญ่ (>25 นาโนเมตร) (Henning and Schäfer, 2007)

ค่าการดูดซับปริมาณไอโอดีนต่อน้ำหนักของถ่านกัมมันต์ ทำการทดสอบโดยใช้วิธีการไตเตรท์แบบไอโอดิเมทรี (Iodometry) เพื่อหาปริมาณของไอโอดีนที่ถ่านกัมมันต์ดูดซับไว้โดยใช้สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮโซลัฟเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) เป็นไตเตรนท์ ซึ่งเป็นการทดสอบตามมาตรฐานของ ASTM-D4607-94 (ASTM Committee on Standards, 1998a) ค่าที่ได้เรียกว่า ค่าไอโอดีน นัมเบอร์ (Iodine Number) มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/g) โดยคำนวนความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีนที่เหลือ (C) จากสูตร

$$C = \frac{N_1}{(50xS)}$$

เมื่อ C = ความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีนที่เหลือ มีหน่วยเป็น N

N, = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮโซลัฟเฟต

S = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮโซลัฟเฟต

และคำนวนค่าการดูดซับไอโอดีนต่อน้ำหนักของถ่านกัมมันต์ $\left(\frac{x}{m}\right)$ ได้จากสูตร

$$\left(\frac{x}{m}\right) = \frac{[A - (DFxBxS)]}{m}$$

เมื่อ A = 12693 N₂

N₂ = ความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีน

B = 126.93 N₁

$$DF = \text{dilution factor} \frac{(100+10)}{50} = 2.2$$

m = น้ำหนักของถ่านกัมมันต์ (กรัม)

x = ปริมาณสารที่ถูกดูดซับ (มิลลิกรัม)

สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดซับไอโอดีนต่อน้ำหนักของถ่านกัมมันต์ $\left(\frac{x}{m}\right)$ กับความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีนที่เหลือหลังการดูดซับ (C) จะได้กราฟเป็นเส้นตรง คำนวนค่าความสามารถในการดูดซับไอโอดีนของถ่านกัมมันต์ตรงตามแน่นที่ค่าความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีนที่เหลือเท่ากับ 0.02 N (ASTM Committee on Standards, 1998a)

ส่วนค่าการดูดซับปริมาณเมทิลีนบลูทำการทดสอบโดยใช้วิธีเคราะห์ทางสเปคโทรโฟโตเมทรี โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV/Vis Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 680 นาโนเมตร (Bacaoui, et al., 2002) หากปริมาณเมทิลีนบลูที่เหลือจากการดูดซับได้จากการสร้างกราฟมาตรฐาน ค่าปริมาณการดูดซับที่ได้มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/g) โดยคำนวนได้จากสูตรดังนี้

ปริมาณการดูดซับ (mg/g)

$$= \frac{\text{ความเข้มข้นที่ถูกดูดซับ (mg/L)} \times \text{ปริมาตรของสารละลาย (L)}}{\text{น้ำหนักของถ่านกัมมันต์ (g)}}$$

ໄວໂຫ້ເທອມກາຮຽດຊັບ

ກາຮຽນໄວໂຫ້ເທອມກາຮຽດຊັບເພື່ອເປົ້າຍິນເຖິງປະລິຫີກພາກກາຮຽດຊັບຂອງສາຮຽດຊັບແຕ່ລະຫນິດ (ດ່ານກົມມັນຕີທີ່ເຕີຣີມຂຶ້ນ) ສາມາດກຳໄດ້ໂດຍກາຮຽນສົກຫາຄວາມສັນພັນຮ່ວງຄວາມເຂັ້ມຂັ້ນຂອງສາຮ ທີ່ຖູກດູດຊັບທີ່ຈຸດສົມດຸລ ແລະ ປົມມານສາຮທີ່ຖູກດູດຊັບ ຕ່ອນີ່ໜ່ວຍໜ້າໜັກຂອງດ່ານກົມມັນຕີ ກາຮຽນຄວາມສັນພັນຮ່ວງເຂົ້າໃນຮູບສົມກາຮ ຂອງ Freundlich (Timur, et al., 2006) ຄືອ

$$\frac{x}{m} = K_d C_e^{\frac{1}{n}}$$

ຫຼື ເຂົ້າໃນຮູບສົມກາຮ ລອກກາຮ ທີ່ມີ ໄດ້ດັ່ງນີ້

$$\log \frac{x}{m} = \log K_d + \frac{1}{n} \log C_e$$

$\frac{x}{m}$ ຄືອ ປົມມານສາຮທີ່ຖູກດູດຊັບ (ມີລິກຮັມ)
ຕ່ອນ້າໜັກດ່ານກົມມັນຕີທີ່ໃຊ້ (ກຮັມ)

C_e ຄືອ ຄວາມເຂັ້ມຂັ້ນຂອງສາຮທີ່ຖູກດູດຊັບໃນສາຮລະລາຍທີ່ຈຸດສົມດຸລ

K_d ຄືອ ດ່າວງທີ່ສັນພັນຮ່ວງຄວາມສາມາດໃນກາຮຽດຊັບຂອງສາຮຽດຊັບ (ດ່ານກົມມັນຕີ)

n ຄືອ ດ່າວງທີ່ຂອງ Freundlich

ເມື່ອພື້ນວັນກາຮ ພະຍາຍືນວ່າ $\log \frac{x}{m}$ (ແກນ y)
ແລະ $\log C_e$ (ແກນ x) ຈະໄດ້ຈຸດຕັດແກນ y ເປັນຄ່າ $\log K_d$ ແລະ $\frac{1}{n}$ ເປັນຄວາມຂັ້ນ ຜົນປະລິຫີກພາກໃນກາຮຽດຊັບຂອງດ່ານກົມມັນຕີສາມາດພິຈາລານໄດ້ຈາກຄ່າ $\log K_d$ ແລະ ຄ່າ $\frac{1}{n}$ ຕາມລຳດັບ

ວິທີກາຮ ທດລອງ

ກາຮ ເຕີຣີມດ່ານກົມມັນຕີໂດຍກາຮ ຮັບການກະຕຸນທາງເຄີຍ

ນໍາວັດຖຸດິນ ໄດ້ແກ່ ຝັງຂ້າວ ແກລນ ແລະ ຜານອ້ອຍ

ມາລັງນີ້ໃຫ້ສະອາດ ແລ້ວນຳໄປອົບໃຫ້ແໜ່ງທີ່ອຸນຫຼວມ 110 ອົງຄາເຊີລ ເຊີລ ນານ 24 ຊ້ວນໂມງ ເພື່ອໄລ້ຄວາມຂັ້ນອອກຈາກວັດຖຸດິນ ນໍາວັດຖຸດິນທີ່ອົບແໜ່ງແລ້ວມາບັດຕ້ວຍເຄື່ອງບັດ ແລະ ດັດຂາດຕ້ວຍຕະແກງຮ່ວນໂດຍເລືອກຂາດອຸນຫຼວມເລີຍເທົ່າກັນ 2.0 ມິລິເມີຕຣ (8 x10 ເມື່ອ) ເນື່ອຈາກເປັນຂາດທີ່ເໜາະສົມໃນກາຮຽດຊັບສາຮທີ່ມີກາຮ ໃນງານວິຈີຍກ່ອນໜັນນີ້ (Castro, et al., 2000; Jagtoyen and Derbyshire, 1998) ຈາກນັ້ນນຳໄປເຂົ້າສູ່ກະບວນກາຮ ອົບໃຫ້ເຊັ່ນ (Carbonization) ໂດຍກາຮ ເພາງຍາຍໃຫ້ບໍ່ຮ່າຍກາສຂອງແກ້ລືນໂຕຣເຈນທີ່ອຸນຫຼວມ 400 ອົງຄາເຊີລ ເຊີລ ເປັນເວລາ 1 ຊ້ວນໂມງ ທີ່ໄວ້ໃຫ້ເຍັນທີ່ອຸນຫຼວມທັນ ຈະໄດ້ດ່ານຫັງ (Char) ມີລັກຄະນະເປັນຜົນສືດຳ ຂັ້ນຕ່ອໄປເປັນກະບວນກາຮ ຮັບການກະຕຸນທາງເຄີຍດ້ວຍກົດຟອສົມກົງກົດ ເນື່ອຈາກກົດຟອສົມກົງກົດ ເປັນສາຮທີ່ມີຄວາມສາມາດໃນກາຮ ທີ່ກຳໄລຍືນ ທີ່ໄວ້ສາມາດແທຮກຕ້ວເຂົ້າໄປໃນໂຄຮສ້າງຂອງວັດຖຸດິນໄດ້ຢ່າງສົມ່ເສມອ ນອກຈາກນີ້ ອົງຄົກກອບຂອງພົລືເພື່ອຍັງທີ່ໄດ້ໂຄຮສ້າງຂອງເຊລຸໂລສເກີດກາຮ ພະຍາຍືນ ສົງຜູລໃຫ້ເກີດຮູ່ພຽງໃນໂຄຮສ້າງໜັງຈາກກາຮ ເພື່ອກຳໄລຍືນ ໂດຍນຳດ່ານຫັງທີ່ໄດ້ປະມານ 10 ກຮັມ ມາພົມກັບກົດຟອສົມກົງກົດ ເຂັ້ມຂັ້ນຮ້ອຍລະ 50 ໂດຍນ້າໜັກ ໃນອັດຮາສ່ວນຮ່ວງກົດຟອສົມກົງກົດຕ່ອດ່ານຫັງເທົ່າກັນ 1:1 ກວນໃຫ້ເຂົ້າກັນນານ 30 ນາທີ ນຳດ່ານຫັງທີ່ຜ່ານກົດຟອສົມກົງກົດ ກັບກົດຟອສົມກົງກົດໄປອົບເພື່ອໄລ້ຄວາມຂັ້ນທີ່ອຸນຫຼວມ 110 ອົງຄາເຊີລ ເຊີລ ນານ 6 ຊ້ວນໂມງ ຈາກນັ້ນນຳໄປກະຕຸນໂດຍກາຮ ເພາງເຕີເພາທີ່ຄວບຄຸມອຸນຫຼວມໄດ້ກາຍໃຫ້ບໍ່ຮ່າຍກາສຂອງແກ້ລືນໂຕຣເຈນ ອັດກາຮ ໄລ ຂອງແກ້ລືນໂຕຣເຈນ 100 ມິລິລິຕຣ ຕ່ອນາທີ ໂດຍອັດກາຮ ເພີ່ມອຸນຫຼວມ ຄືອ 10 ອົງຄາເຊີລ ເຊີລ ຕ່ອນາທີ ຈົນຄົງອຸນຫຼວມທີ່ສົກຫາ ຄືອ 600 ອົງຄາເຊີລ ເຊີລ ເພາທີ່ອຸນຫຼວມທີ່ສົກຫານານ 60 ນາທີ ປລ່ອຍໃຫ້ເຍັນທີ່

อุณหภูมิท้อง จะได้ถ่านกัมมันต์ที่มีลักษณะเป็นผง สีดำ ลักษณะถ่านกัมมันต์ที่ได้ด้วยน้ำประปา 2-3 ครั้ง เพื่อกำจัดสารกระตุ้นที่หลงเหลืออยู่ออกให้หมด ตามด้วยน้ำกลันอีก 2-3 ครั้ง หรือทดสอบที่น้ำล้าง

ให้มี pH เป็นกลางจึงเสร็จขั้นตอนการล้าง นำถ่าน กัมมันต์ที่ล้างแล้วไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เพื่อให้น้ำหนักคงที่ ขั้นตอนการเตรียมถ่านกัมมันต์แสดงดังรูปที่ 1

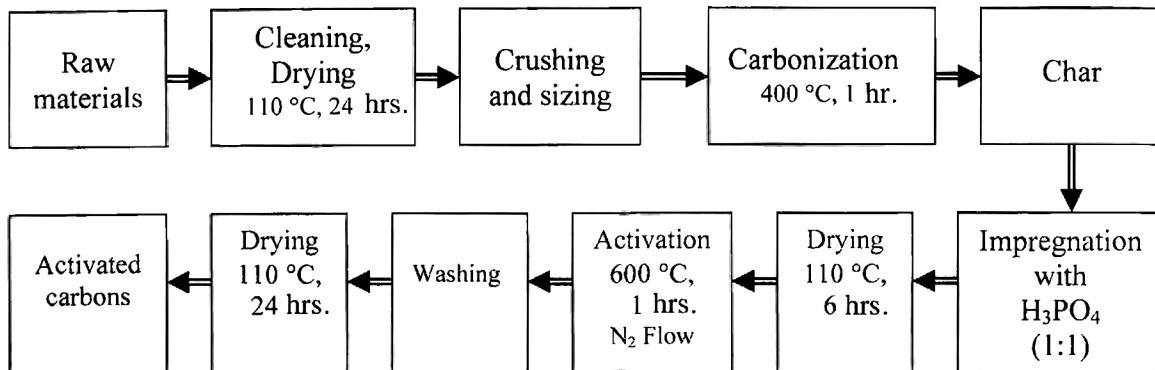


Figure 1 Flow diagram for activated carbons process

การหาค่าการดูดซับไอโอดีน (ไอโอดีน นัมเบอร์)

ชั้นน้ำหนักถ่านกัมมันต์ที่เตรียมขึ้นโดยประมาณ 3 ค่า ดังนี้ 0.85, 0.99 และ 1.13 กรัม ตามลำดับ เพื่อให้ได้ค่าความเข้มข้นของไอโอดีนหลังการดูดซับ น้อยกว่า เท่ากับ หรือมากกว่า 0.02 N โดยนำ เอาแต่ละน้ำหนักมาเติมด้วย HCl ร้อยละ 5 โดย น้ำหนัก 10 มิลลิลิตร และต้มให้เดือด 30 วินาที เพื่อ กำจัดถ้าและชัลเพอร์ว์ออกจากผิวของถ่านกัมมันต์ ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิท้อง ตามด้วยสารละลาย ไอโอดีน 0.10 M 100 มิลลิลิตร นำเข้าเครื่องเชี่ยว และเชี่ยวด้วยอัตราเร็ว 300 รอบต่อนาที นาน 1 นาที จากนั้นนำไปกรองเพื่อแยกเอาถ่านกัมมันต์ ออกจากสารละลายด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 นำสารละลายที่ได้จากการกรอง 50 มิลลิลิตร ไปต่อเทรกับสารละลายโซเดียมไฮโคลัฟเฟต 0.10 N (ทราบความเข้มข้นที่แน่นอนจากการ standardize)

จนสารละลายเป็นลีเทลลิงจาง เติมน้ำเปล่า 2 มิลลิลิตร สารละลายจะกลับเป็นสีน้ำเงินได้เทreb ต่อจนได้สารละลายใส่เมล็ด บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮโคลัฟเฟตที่ใช้ เพื่อคำนวนหา ปริมาณการดูดซับต่อไป

นำผลของปริมาณการดูดซับที่ได้จากน้ำหนัก ของถ่านกัมมันต์ทั้ง 3 ค่ามาพล็อตกราฟระหว่างค่า การดูดซับไอโอดีนต่อน้ำหนักของถ่านกัมมันต์ กับ ความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีนที่เหลือหลังการ ดูดซับ ปริมาณการดูดซับในหน่วยมิลลิกรัมต่ogrัม ที่ความเข้มข้น 0.02 N ของสารละลายไอโอดีนจะ แสดงเป็นค่าไอโอดีนนัมเบอร์

การหาค่าการดูดซับเมทิลีนบูลู

ชั้นถ่านกัมมันต์ที่เตรียมขึ้น 0.1 กรัม เติม เมทิลีนบูลูความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร 50 มิลลิลิตร นำของผสมไปเชี่ยวในเครื่องเชี่ยวนาน 30

นาที จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 เพื่อแยกเอาตะกอนออก วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายที่แยกได้ด้วยเครื่อง UV/Vis Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 680 นาโนเมตร (Bacaoui, et al., 2002) หาปริมาณเมทิลีนบลูที่เหลือจากการดูดซับได้จากการสร้างกราฟมาตรฐานของสารละลายเมทิลีนบลู

ໄໂຫຼ່ເທອນຂອງການດູດສັບໄວໂອດິນ ແລະ ເມທີລືນບລ

ไอโซเทอมของการดัดซับไฮโดรีน

นำถ่านกัมมันต์ที่ได้จากการทดลองซึ่งเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของสารดูดซับ 6 ค่า คือ 0.10, 0.20, 0.30, 0.50, 1.00 และ 2.00 กรัม โดยนำแต่ละน้ำหนักมาเติมด้วย HCl ร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก 10 มลลิลิตร แล้วต้มให้เดือด 30 วินาที เพื่อกำจัดแก้และชัลเฟอร์ออกจากผิวของถ่านกัมมันต์ ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ตามด้วยสารละลายไอโอดีน 0.10 M 100 มลลิลิตร นำเข้าเครื่องขยายและขยายด้วยอัตราเร็ว 300 รอบต่อนาที นาน 1 นาที จากนั้นนำไปกรองเพื่อแยกเอาถ่านกัมมันต์ออกจากราบรากะร่อง Whatman No.1 นำสารละลายที่ได้จากการกรอง 50 มลลิลิตร ไปติดเทอร์หักบสารละลายโซเดียมไฮโคลัฟต์ 0.10 N จนสารละลายกลা�iyเป็นสีเหลืองจาง เติมน้ำแป้ง 2 มลลิลิตร สารละลายจะกล้ายเป็นสีน้ำเงิน ไตเตรท์ต่อจนได้สารละลายใสไม่มีสี บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮโคลัฟต์ที่ใช้ เพื่อคำนวนหาปริมาณไอโอดีนที่เหลืออยู่หลังการดูดซับ

ໄວໂຫເຕອນຂອງການດູດຂັ້ນເມທີລິນບລຸ

นำก่อการก้มมันต์ที่ได้จากการทดสอบชิ้น

เปลี่ยนแปลงน้ำหนักของถ่านกัมมันต์ 5 ค่า คือ 0.10,
0.20, 0.30, 0.50, 1.00 และ 2.00 กรัม โดยนำแต่ละ
น้ำหนักมาเติมเมทิลีนบลูความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม¹
ต่อลิตร 50 มิลลิลิตร นำของผสมไปเขย่าในเครื่อง
เขย่านาน 30 นาที จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรอง
Whatman No.1 เพื่อแยกເອາະກອນออก นำ
สารละลายที่แยกได้วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาว
คลื่น 680 นาโนเมตร หาปริมาณเมทิลีนบลูที่เหลือ
จากการดูดซับได้จากการสร้างกราฟมาตรฐานของ
สารละลายเมทิลีนบลู

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การวิเคราะห์องค์ประกอบของวัตถุดีบ

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของวัตถุดิบต่างๆ ได้แก่ พังช้า แกลบ ชานอ้อย และถ่านกัมมันต์ที่เตรียมขึ้นจากวัตถุดิบทั้งสาม โดยวิธีวิเคราะห์แบบประมาณพบว่า พังช้า แกลบ และชานอ้อยมีปริมาณคาร์บอนคงตัวเท่ากับ 19.5, 17.4 และ 23.4 ตามลำดับ ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงเพียงพอที่จะนำมาเตรียมเป็นถ่านกัมมันต์ได้ เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุชีวมวลอื่นๆ เช่น เมล็ดลำไย 19.6 เปอร์เซ็นต์ (Supannee Junpirom, Chaiyot Tangsathikulchai, and Malee Tangsathikulchai, 2007) กะละผลปาล์ม 19.8 เปอร์เซ็นต์ (Guo and Lua, 2001) และต้นโอลิกานัม 23.0 เปอร์เซ็นต์ (Timur, et al., 2006)

ปริมาณสารระเหยของพางข้าว มีค่าใกล้เคียงกับชานอ้อย ส่วนแกลน มีค่าต่ำที่สุด เมื่อนำวัตถุดิบทั้งสามไปกระดูนให้เป็นถ่านก้มมันต์ ปริมาณสารระเหยลดลงอย่างมาก แสดงให้เห็นว่าสารอินทรีย์ที่ละลายตัวได้ง่ายส่วนใหญ่ได้ระเหยออกไนได้ที่

อุณหภูมิ 200-400 องศาเซลเซียล โดยเกิดจากการสลายตัวของส่วนประกอบจำพวกเยมิเซลลูโลส และเซลลูโลส (Guo and Lua, 2001)

ส่วนปริมาณเดาจะสัมพันธ์แบบผูกพันกับปริมาณคาร์บอนคงตัว ดังนั้นการมีปริมาณเดาต่ำจะทำให้มีปริมาณคาร์บอนคงตัวสูง ซึ่งจะส่งผลต่อความสามารถในการดูดซับต่อหน่วยน้ำหนักของถ่านกัมมันต์ที่เตรียมได้สูงตามไปด้วย สำหรับปริมาณคาร์บอนคงตัวและเดาในถ่านกัมมันต์ที่เตรียมขึ้นจากวัตถุดิบทั้งสามชนิดมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าปริมาณ

คาร์บอนคงตัวและเดาในวัตถุดิบก่อนการกระตุ้นให้เป็นถ่านกัมมันต์ ซึ่งมีสาเหตุจากสารกระตุ้นที่ใช้ คือกรดฟอสฟอริกสามารถเข้าไปแทรกอยู่ในวัตถุดิบ เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงสามารถทำปฏิกิริยา กับเนื้อคาร์บอน ทำให้เกิดกลุ่มของสารประกอบชนิดใหม่ที่ทนต่อการสลายตัวทางความร้อนมากขึ้น นั่นเอง แต่ปริมาณคาร์บอนคงตัวและเดาที่แตกต่างกันอาจมีผลมาจากการความแตกต่างในโครงสร้างทางธรรมชาติของแต่ละวัตถุดิบ และสภาวะที่ใช้ในการกระตุ้น ซึ่งไม่ได้ศึกษาในงานวิจัยนี้

Table 1 Proximate analyses of rice straw, rice husk shell, and sugarcane bagasse and activated carbons

Sample	Proximate analyses Dry basis (%wt)		
	Volatile matters	Ash	Fixed carbon
Rice straw	74.2	6.3	19.5
Activated carbon- rice straw	8.8	14.7	76.5
Rice husk shell	62.4	20.2	17.4
Activated carbon- rice husk shell	8.5	23.1	68.4
Bagasse	71.8	4.8	23.4
Activated carbon- bagasse	15.8	8.3	75.9

การวิเคราะห์ความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ความสามารถในการดูดซับปริมาณไอโอดีนและเมทิลีนบูลของถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากฟางข้าว ॥กลบ และ ชานอ้อย จากการทดลองพบว่าถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากฟางข้าวสามารถดูดซับปริมาณไอโอดีนได้สูงที่สุดคือ 998 มิลลิกรัมต่อกรัม ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากฟางข้าวมีปริมาณรูพรุน

ขนาดเล็ก (micropores, 0.4-1.0 นาโนเมตร) สูง จึงสามารถดูดซับโมเลกุลของไอโอดีนซึ่งมีโมเลกุลขนาดเล็กได้ดี ส่วนถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากแกลบ สามารถดูดซับปริมาณเมทิลีนบูลได้สูงที่สุด คือ 305 มิลลิกรัมต่อกรัม ซึ่งสูงกว่าถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากฟางข้าวและชานอ้อย อธิบายได้ว่าถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากแกลบมีปริมาณรูพรุนขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ (Mesopores-Macropores, มากกว่า 1.0 นาโนเมตร) สูง จึงสามารถดูดซับโมเลกุลของ

ເມທີລືນບຸລູ້ຈຶ່ງມີໂມເລກຸລູນາດກລາງສິນຂາດໃຫຍ່ໄດ້
ມາກວ່າ ແສດໃຫ້ເຫັນວ່າຄ່ານົມມັນຕີທີ່ເຕີຍມຈາກ
ວັດຖຸມວລສາມາດມີການພັນນາຽຸພຽນໃນຮະຫວ່າງ
ກາງກະຮັດຕຸ້ນດ້ວຍກຣົດພອສພອຣິກທີ່ອຸນຫຍມສູງ ໂດຍ
ເກີດຈາກການທຳປົງກົງກີຣິຍາຮ່ວງສາກລຸ່ມພອສເພດ
ກັບສາກທີ່ເປັນອົງຄົປະກອບຂອງວັດຖຸມວລທຳໃຫ້ເກີດ
ໂຄຮ່າຍທີ່ມີລັກນະເປັນຽຸພຽນໃນໂຄຮ່າຍສ້າງຂາດ
ແຕກຕ່າງກັນ ຈຶ່ງສັງເລັດໃຫ້ມີຄວາມສາມາດໃນການ
ດູດໜັບໂມເລກຸລູ້ທີ່ແຕກຕ່າງກັນຕາມໄປດ້ວຍ (Supannee
Junpirom, Chaiyot Tangsathikulchai, and
Malee Tangsathikulchai, 2007)

ເນື່ອເປີຍນເຫັນກັບຄ່ານົມມັນຕີໃນທາງການຄ້າ
ທີ່ເຕີຍມຈາກກະລາມະພ້າວ່ານີ້ທີ່ 1 ໂດຍກາງກະຮັດ
ທາງເຄີມດ້ວຍຊີງຄລອໂໄຣດ (ZnCl₂) ແລະເຕີຍມຈາກ
ຄ່ານໄມ້ນີ້ທີ່ 2 ໂດຍກາງກະຮັດທາງເຄີມດ້ວຍກຣົດ
ພອສພອຣິກ ພບວ່າ ຄ່ານົມມັນຕີທີ່ເຕີຍມຈາກພັງຂ້າວ

ມີຄວາມສາມາດໃນການດູດໜັບໄອໂອດີນ ໄກສະເຕຢັບ
ຄ່ານົມມັນຕີໃນທາງການຄ້ານີ້ທີ່ 2 ແຕ່ນ້ອຍກວ່າ
ນີ້ທີ່ 1 ສ່ວນຄ່ານົມມັນຕີທີ່ເຕີຍມຈາກວັດຖຸນ
ທັງສາມນີ້ມີຄວາມສາມາດໃນການດູດໜັບປະມາມ
ເມທີລືນບຸລູ້ຈຶ່ງມີຄ່ານົມມັນຕີໃນທາງການຄ້າທັງສອງ
ນີ້ ແສດໃຫ້ເຫັນດີປະສິທິກາພໃນການດູດໜັບ
ໂມເລກຸລູ້ທີ່ມີຂາດກລາງ (Mesopores) ແລະຂາດໃຫຍ່
(Macropores) ໄດ້ໄມ້ດີເຫຼື່ອທີ່ຄວາມສໍາຫຼັບຄ່ານົມມັນຕີ
ທີ່ເຕີຍມຂຶ້ນຈາກການທົດລອງ

ອ່າງໄຮກ໌ຕາມ ຄ່ານົມມັນຕີທີ່ເຕີຍມຂຶ້ນຈາກ
ພັງຂ້າວ ແກລບ ແລະ ຜາກອ້ອຍ ມີຄຸນສົມບັດເປັນຄ່ານົມ
ມັນຕີທີ່ດີຮັບໜີນີ້ ເນື່ອຈາກມີຄ່າໄອໂອດີນນັມເບອົງ
ມາກວ່າ 600 ມີລິກຮັມຕ່ອກຮັມ ດ່າວວັນນີ້ມີຄ່າ
ນ້ອຍກວ່າ 8% ຕາມມາຕຽບຂອງ ມອກ. 900-2547
ທີ່ກຳຫັນໄວ້ (ລຳກັງການມາຕຽບພລິຕວັນທີ່
ອຸດສາຫກຮົມ, 2547)

Table 2 Adsorption capacity of activated carbons obtained from rice straw, rice husk shell, and sugarcane bagasse and the percent of moisture content

Activated carbon	Moisture content (%)	Adsorption capacity	
		Iodine number (mg/g)	Methylene blue (mg/g)
Rice straw	7.1	998	262
Rice husk shell	7.5	886	305
Sugarcane bagasse	7.9	775	185
Commercial 1 (Coconut shell)	6.8	1,150	346
Commercial 2 (Wood)	6.9	1,113	352

ไอโซเทอมของการดูดซับไฮโอดีน และ เมทิลีนบลู

รูปที่ 2 และ 3 แสดงไอโซเทอมของการดูดซับปริมาณไฮโอดีน และเมทิลีนบลูด้วยถ่านกัมมันต์จากฟางข้าว กลบ และชานอ้อยตามลำดับ ซึ่งเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไฮโอดีนหรือเมทิลีนบลูที่จุดสมดุล และปริมาณไฮโอดีนหรือ

เมทิลีนบลูที่ถูกดูดซับทำให้สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ ($\log K_f$) และค่าความชัน ($\frac{1}{n}$) ได้ ตารางที่ 3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ ค่าความชันของกราฟของการดูดซับ และค่าสัมประสิทธิ์การทดอย (Regression coefficient, R^2) ของถ่านกัมมันต์ต่อการดูดซับไฮโอดีน และเมทิลีนบลู

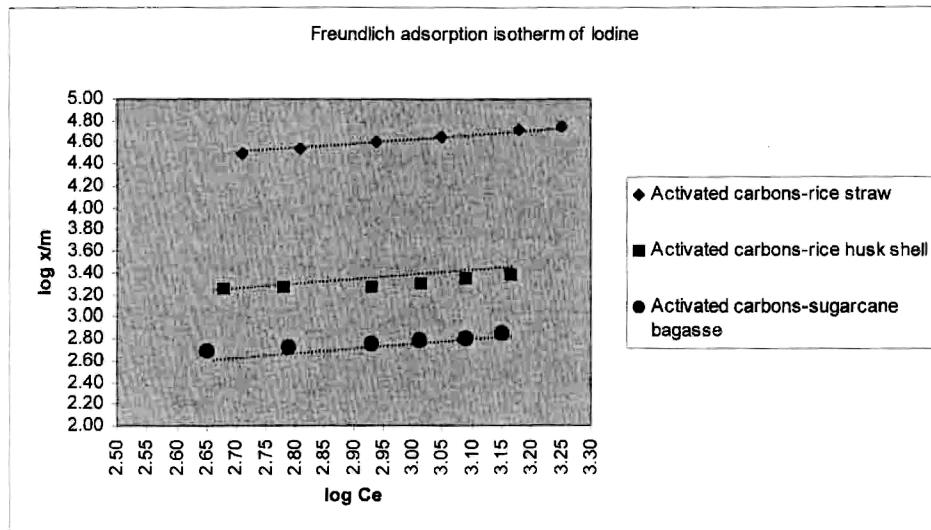


Figure 2 Freundlich adsorption isotherm of iodine

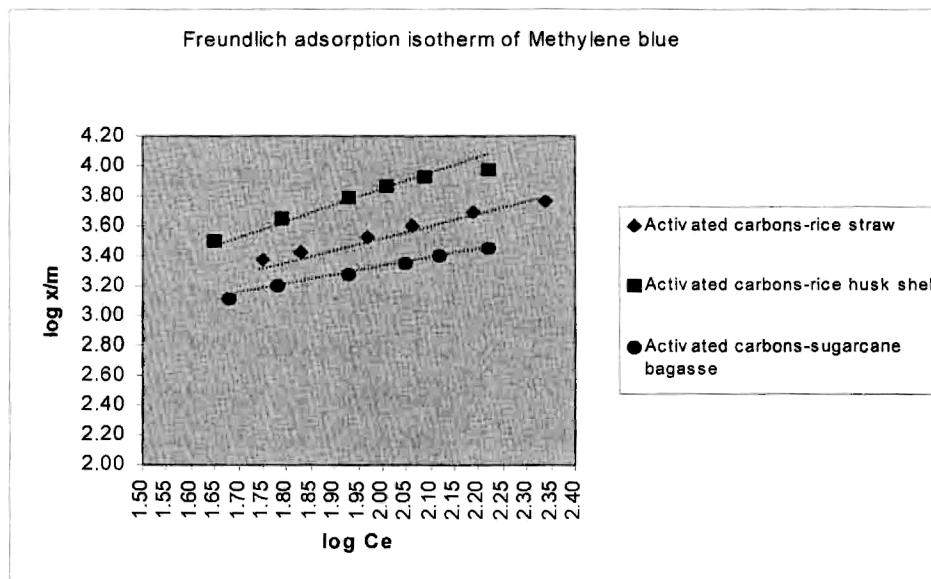


Figure 3 Freundlich adsorption isotherm of methylene blue

Table 3 Freundlich constants for adsorption of iodine and methylene blue by activated carbon derived from rice straw, rice husk shell, and sugarcane bagasse

Activated carbon	Adsorption of iodine			Adsorption of methylene blue		
	$\log K_d$	$\frac{1}{n}$	R^2	$\log K_d$	$\frac{1}{n}$	R^2
Rice straw	3.2420	0.4642	0.99	2.2024	0.6725	0.99
Rice husk shell	2.5552	0.2546	0.98	3.3264	0.7563	0.99
Sugarcane bagasse	2.4106	0.1223	0.98	2.0873	0.6167	0.99

ผลการศึกษาໄວໂຫຍດການດູດຊັບແບນ Freundlich ພວກເມືອເຂົ້າການການດູດຊັບແບນ ຮະຫວ່າງຄ່າ $\log \frac{x}{m}$ ແລະ $\log C_e$ ເສັ້ນການພົບທີ່ໄດ້ເປັນ ເສັ້ນຕຽນເມື່ອພິຈາລະນາຄ່າສັນປະລິຫິນການດູດຊັບ ມີຄ່ານາກ (ມາກກວ່າ 0.98) ທີ່ໃຫ້ເຫັນວ່າການດູດຊັບ ປະມານໄວໂອດີນ ແລະ ເມືລິນບຸລຸນພິວຂອງຄ່ານ ກັນມັນຕົ້ນຈາກຝາງໜ້າ ແກລນ ແລະ ຂານອ້ອຍ ເປັນແບນ ຂັ້ນເດືອນ ໃນການດູດຊັບປະມານໄວໂອດີນນັ້ນຄ່ານ ກັນມັນຕົ້ນທີ່ເຕີຍມີ້ນັ້ນຈາກຝາງໜ້າມີຄ່າສັນປະລິຫິນ ການດູດຊັບ ດ້ວຍການຊັບສິນສູງທີ່ສຸດ ແລະ ຄ່າສັນປະລິຫິນການດູດຊັບ ດູວ່າມີຄ່ານັ້ນກັນມັນຕົ້ນທີ່ເຕີຍມີ້ນັ້ນຈາກແກລນ ແລະ ຂານອ້ອຍສ່ວນການດູດຊັບປະມານ ເມືລິນບຸລຸ ຄ່ານ ກັນມັນຕົ້ນທີ່ເຕີຍມີ້ນັ້ນຈາກຝາງໜ້າມີຄ່າສັນປະລິຫິນການດູດຊັບຄ່າການຊັບສິນສູງທີ່ສຸດ ແລະ ຄ່າສັນປະລິຫິນການດູດຊັບ ດູວ່າມີຄ່ານັ້ນກັນມັນຕົ້ນທີ່ເຕີຍມີ້ນັ້ນຈາກແກລນສາມາດດູດຊັບປະມານເມືລິນບຸລຸໄດ້ ມີກວ່າຄ່ານ ກັນມັນຕົ້ນທີ່ເຕີຍມີ້ນັ້ນຈາກຝາງໜ້າ ແລະ ຂານອ້ອຍ ທີ່ສົດສົນລົງກັນແລ້ວ ໄທີ່ໃຫ້ເຫັນວ່າຄ່ານ ກັນມັນຕົ້ນທີ່ເຕີຍມີ້ນັ້ນຈາກຝາງໜ້າ ແລະ ຂານອ້ອຍ ທີ່ສົດສົນລົງກັນແລ້ວ ໄທີ່ໃຫ້ເຫັນວ່າຄ່າໄວໂອດີນ ນັ້ນເບື້ອງ ແລະ ສາມາດໃນການດູດຊັບປະມານ ເມືລິນບຸລຸຈາກຕາງໆ ທີ່ 2

ບທສຽນ

ຈາກຜົນການວິຈີຍພົບວ່າຝາງໜ້າ ແກລນ ແລະ ຂານອ້ອຍທີ່ເປັນວັດຖຸສົມວລເຫຼືອທີ່ກຳນົດການເກະຕົກ ສາມາດນຳມາໃຊ້ເປັນວັດຖຸດິບສໍາຫຼັບການເຕີຍມີ້ນັ້ນ ຄ່ານ ກັນມັນຕົ້ນທີ່ໄດ້ ໂດຍການກະຕຸ້ນທາງເຄມື່ອງກົດ ພົບສົມວລ ເນື້ອຈາກມີຄ່າໄວໂອດີນນັ້ນເບື້ອງມີກວ່າ 600 ມີລິກິຮັມຕ່ອກຮັມ ດ້ວຍການຊັບສິນມີຄ່ານ້ອຍກວ່າ 8% ຕາມມາຕະຫຼານຂອງ ມອກ. 900-2547 ທີ່ກຳຫົວໄວ້ ຄ່ານ ກັນມັນຕົ້ນທີ່ເຕີຍມີ້ນັ້ນຈາກຝາງໜ້າສາມາດດູດຊັບໂມເລກຸລຂອງໄວໂອດີນ ແລະ ເມືລິນບຸລຸໃນປະມານທີ່ແຕກຕ່າງກັນ ຄ່ານ ກັນມັນຕົ້ນທີ່ເຕີຍມີ້ນັ້ນຈາກຝາງໜ້າສາມາດດູດຊັບປະມານໄວໂອດີນໄດ້ທີ່ສຸດ ອີ້ 998 ມີລິກິຮັມຕ່ອກຮັມ ຂະະທີ່ຄ່ານ ກັນມັນຕົ້ນທີ່ເຕີຍມີ້ນັ້ນຈາກແກລນສາມາດດູດຊັບປະມານໄວໂອດີນ ເມືລິນບຸລຸໄດ້ທີ່ສຸດ ອີ້ 305 ມີລິກິຮັມຕ່ອກຮັມ ພລ ຂອງສາມາດນຳມາໃນການດູດຊັບທີ່ໄດ້ແສດງໃຫ້ເຫັນດີ່ ລັກະນະແລະ ຂາດຂອງຢູ່ປຽນໃນໂຄຮງສ້າງຂອງຄ່ານ ກັນມັນຕົ້ນທີ່ແຕກຕ່າງກັນ ທີ່ຈະມີຜົດຕ່າງກັນ ດັ່ງນັ້ນ ການເລືອກຄ່ານ ກັນມັນຕົ້ນເພື່ອນຳໄປໃໝ່ປະໂຍ້ນຕ້ອງດູ້ທີ່ ສາມາດນຳມາໃນການດູດຊັບຂາດຂອງໂມເລກຸລເປັນ ສໍາດັ່ງ

จากการพิจารณาค่าคงที่ของไอโซเทอมของการดูดซับปริมาณไอโอดีนและเมทิลีนบลูแบบ Freundlich ของถ่านกัมมันต์ที่เตรียมขึ้นจากการทดลองจากวัตถุดินทั้งสามชนิด สรุปได้ว่าถ่านกัมมันต์ที่เตรียมขึ้นจากฟางข้าวมีความสามารถในการดูดซับปริมาณไอโอดีนได้มากกว่าถ่านกัมมันต์จากแกลบัน และข้าวอ้อย ส่วนถ่านกัมมันต์ที่เตรียมขึ้นจากแกลบันจะมีความสามารถในการดูดซับปริมาณเมทิลีนบลูได้มากกว่าถ่านกัมมันต์ที่เตรียมขึ้นจากฟางข้าว และข้าวอ้อย ซึ่งสอดคล้องกับการพิจารณาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ และความสามารถในการดูดซับปริมาณเมทิลีนบลูจากตารางที่ 2

เมื่อเปรียบเทียบกับถ่านกัมมันต์ในทางการค้าถ่านกัมมันต์ที่เตรียมขึ้นจากฟางข้าว แกงส้ม และข้าวอ้อยมีประสิทธิภาพเทียบเท่าถ่านกัมมันต์ในทางการค้าในการดูดซับโมเลกุลขนาดเล็ก แต่มีประสิทธิภาพต่ำกว่าในการดูดซับโมเลกุลขนาดกลาง และขนาดใหญ่ จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาประสิทธิภาพของถ่านกัมมันต์ในการดูดซับโมเลกุลขนาดกลาง และขนาดใหญ่ต่อไป ทั้งนี้เนื่องจากมีปัจจัยหลายประการที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาขนาดของรูพรุนในถ่านกัมมันต์ เช่น ชนิดของวัสดุชีวมวล ชนิดของสารกระตุ้น อัตราส่วนโดยน้ำหนักกระห่วงสารกระตุ้นต่อวัตถุดิน อุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการกระตุ้นถ่านกัมมันต์ เป็นต้น ดังนั้นงานวิจัยที่ควรศึกษาและพัฒนาต่อไปจึงควรเกี่ยวข้องกับปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้นเป็นสำคัญ

บรรณานุกรม

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547.
ถ่านกัมมันต์. มอก. 900-2547 ICS 71.100.80.

กรุงเทพมหานคร: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

Ahmadpour, A., and Do, D.D. 1996. "The Preparation of Active Carbons from Coal by Chemical and Physical Activation." **Carbon** 34: 471-475.

Antal, M.J., et al. 2000. "Attainment of the Theoretical Yield of Carbon from Biomass." **Industrial and Engineering Chemistry Research** 39, 11: 4024-4031.

ASTM Committee on Standards. 1998a. "Standard Test Method for Determination of Iodine Number of Activated Carbons." In **Annual Book of ASTM Standards**, pp.112-125. Philadelphia: ASTM Committee on Standards.

_____. 1998b. "Standard Test Method for Total Ash Content of Activated Carbons." In **Annual Book of ASTM Standards**, pp. 707-708. Philadelphia: ASTM Committee on Standards.

_____. 1998c. "Standard Test Method for Volatile Matter Content of Activated Carbons." In **Annual Book of ASTM Standards**, pp. 709-711. Philadelphia: ASTM Committee on Standards.

Bacaoui, A., et al. 2002. "Experimental Design to Optimize Preparation of Activated Carbons for Use in Water Treatment." **Environmental Science and Technology** 36: 3844-3849.

- Castro, J., et al. 2000. "Phosphoric Acid Activation of Agricultural Residues and Bagasse from Sugar Cane: Influence of the Experimental Conditions on Adsorption Characteristics of Activated Carbons." **Industrial and Engineering Chemistry Research** 39: 166-172.
- Guo, J., and Lua, A.C. 2001. "Kinetic Study on Pyrolysis Process of Oil-Palm Stone Using Two-Step Consecutive Reaction Model." **Biomass and Bioenergy** 20: 223-233.
- Hamadi, K., et al. 2000. "Adsorption Kinetics for the Removal of Chromium (VI) from Aqueous Solution by Adsorbents Derived from Used Tyres and Sawdust." **Chemical Engineering Journal** 84: 95-105.
- Henning, K.D., and Schäfer, S. 2007, June 25. "Impregnated Activated Carbon for Environmental Protection." **CPL Carbon Link** [Online serial]. Available: <http://www.activated-carbon.com/enviro.html>
- Jagtoyen, M., and Derbyshire, F. 1998. "Activated Carbons from Yellow Poplar and White Oak by H_3PO_4 Activation." **Carbon** 36: 1085-1097.
- Karaosmanoglu, F., Iaigur-Ergudenler, A.I., and Sever, A. 2000. "Biochar from The Straw-Stalk of Rapeseed Plant." **Energy and Fuels** 14: 336-339.
- Kennedy, L.J., Vijaya, J.J., and Sekaran, G. 2004. "Effect of Two-Stage Process on the Preparation and Characterization of Porous Carbon Composite from Rice Husk By Phosphoric Acid Activation." **Industrial and Engineering Chemistry Research** 43: 1832-1838.
- Kirubakaran, C.J., Krishnaiah,K., and Seshadri, S.K. 1991. "Experimental Study of the Production of Activated Carbon from Coconut Shells in a Fluidized Bed Reactor." **Industrial & Engineering Chemistry Research** 30: 2411-2416.
- Lua, C.A., and Guo, J. 1998. "Preparation and Characterization of Chars from Oil Palm Waste." **Carbon** 36: 1663-1670.
- Salame, I.I., and Bandosz, T.J. 2000. "Comparison of the Surface Features of Two Wood-Based Activated Carbons." **Industrial and Engineering Chemistry Research** 39, 2: 301- 306.
- Supannee Junpirom, Chaiyot Tangsathikulchai, and Malee Tangsathikulchai. 2007. "Preparation of Activated Carbons from Longan Seed by Physical and Chemical Activation Method." **Suranaree Journal of Science and Technology** 14: 63-76.
- Tam, M.S., and Antal, M.J., Jr. 1999. "Preparation of Activated Carbons from Macadamia Nut Shell and Coconut Shell by Air Activation." **Industrial and**

- Engineering Chemistry Research** 38: 4268-4276.
- Timur, S., et al. 2006. "Preparation of Activated Carbons from Oreganum Stalks by Chemical Activation." **Energy and Fuels** 20: 2636-2641.
- Yun, C.H., Park, Y.H., and Park, C.R. 2001. "Effect of Pre-carbonization on Porosity Development of Activated Carbons from Rice Straw." **Carbon** 39: 559-567.
- Zou, Y., and Han, B. 2001. "High-Surface-Area Activated Carbon From Chinese Coal." **Energy and Fuels** 15: 1383-1386.



Ms. Katsiri Laowachirasuwan received her Master of Science in Chemistry (Inorganic Chemistry) from Texas A&M University, Kingsville, USA. She is currently working at the School of Science, University of the Thai Chamber of Commerce. Her main interest is in material science, inorganic chemistry and analytical chemistry. Her current research includes the characterization of activated carbons.