

การผลิตน้ำมันจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและการประยุกต์ใช้ในการกำจัดสีข้อม
และโลหะหนักในน้ำ

รุ่งนภา สุขสว่าง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา

มีนาคม 2550

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ รุ่งนภา สุขสว่าง ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.วรวิทย์ ชีวาพร)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิญญัติ มั่นทะจิตร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธาน
(ดร.พูนทรัพย์ นรมิตร)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วรวิทย์ ชีวาพร)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิญญัติ มั่นทะจิตร)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริโฉม พุ่งเกล้า)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประทุม ม่วงมี)

วันที่ 15 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2550

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย ระดับบัณฑิตศึกษา

จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา

ประจำปีภาคปลาย ปีการศึกษา 2549

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากความกรุณาของ รองศาสตราจารย์ ดร.วรวิทย์ ชีวาพร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ อีกทั้งยังให้ความช่วยเหลือและดูแลเป็นอย่างดี ทำให้ผู้วิจัยทำงานวิจัยนี้สำเร็จ ลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วิญญิต มั่นตะจิตร์ ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำในการทำวิจัย รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้ถูกต้องและสมบูรณ์

ขอขอบคุณ ดร.พูนทรัพย์ นรมิตร ประธานการสอบวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร. ศิริโสม หุ่นแก้ว กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณหัวหน้าภาควิชาวาริชศาสตร์ เจ้าหน้าที่ภาควิชาวาริชศาสตร์ และเจ้าหน้าที่ภาควิชาสิ่งแวดล้อมที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทำวิจัย

ขอขอบคุณนางสาวมลธิรา ปิ่นแดง และนางสาวลัดดาวรรณ แก้วกระจ่าง รวมถึงเพื่อน ๆ พี่ ๆ และน้อง ๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา น้องสาว และพี่ใหม่ ที่ให้กำลังใจและสนับสนุนในการทำวิจัยด้วยดีตลอดมา

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากโครงการบัณฑิตศึกษา จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

รุ่งนภา สุขสว่าง

48910745: สาขาวิชา: วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม; วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

คำสำคัญ: ถ่านกัมมันต์/ โลหะหนัก/ สีย้อม

รุ่งนภา สุขสว่าง: การผลิตถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและการประยุกต์ใช้ในการกำจัดสีย้อมและโลหะหนักในน้ำ (UTILIZATION OF AGRICULTURAL WASTES FOR ACTIVATED CARBON PRODUCTION AND APPLICATION FOR REMOVAL OF DYES AND HEAVY METAL IONS FROM AQUEOUS SOLUTION):

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: วรวิทย์ ชีวาพร, Ph.D., วิทยิต มั่นทะจิตร, Ph.D. 117 หน้า.
ปี พ.ศ. 2550.

การผลิตถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ได้แก่ แกลบ กะลามะพร้าว จี้เถี่ยวไม้ยางพารา และเปลือกลูกยางพารา ด้วยวิธีการกระตุ้นทางเคมีเพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการคาร์บอนไนซ์ อัตราส่วนสารเคมีและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการกระตุ้นถ่านถ่านกัมมันต์ โดยทดสอบหาค่าไอโอไดนัมเบอร์ พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตถ่านกัมมันต์ของแกลบ กะลามะพร้าว จี้เถี่ยวไม้ยางพารา และเปลือกลูกยางพารา คือ การคาร์บอนไนซ์ที่อุณหภูมิ 800 °C ด้วยกรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) 50% ที่อัตราส่วนของถ่าน: สารเคมี (w/w) เท่ากับ 1: 1 และเผากระตุ้นที่อุณหภูมิ 800 °C จะทำให้ได้ถ่านกัมมันต์ที่มีค่าไอโอไดนัมเบอร์เท่ากับ 385, 690, 689 และ 719 mg/g ตามลำดับ เมื่อนำถ่านกัมมันต์ที่ผลิตได้ในสภาวะที่ความเหมาะสมของวัสดุแต่ละชนิดไปทดสอบเปอร์เซ็นต์การดูดซับสีย้อมและโลหะหนัก และเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การดูดซับ พบว่า เปอร์เซ็นต์การดูดซับสีย้อมและโลหะหนักขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุถ่านกัมมันต์ โดยถ่านกัมมันต์จากจี้เถี่ยวไม้ยางพารามีเปอร์เซ็นต์ในการดูดซับสีย้อมดีกว่าถ่านกัมมันต์จากแกลบ รองลงมา คือ ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว และเปลือกลูกยางพารา ตามลำดับ และถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากจี้เถี่ยวไม้ยางพารามีเปอร์เซ็นต์ในการดูดซับ โลหะหนักดีกว่าถ่านกัมมันต์จากแกลบ รองลงมา คือ ถ่านกัมมันต์จากเปลือกลูกยางพารา และกะลามะพร้าว ตามลำดับ

48910745: MAJOR: ENVIRONMENTAL SCIENCE; M.Sc.

(ENVIRONMENTAL SCIENCE)

KEYWORDS: ACTIVATED CARBON/ HEAVY METAL/ DYES

RUNGNAPA SUKSAWANG: UTILIZATION OF AGRICULTURAL WASTES FOR ACTIVATED CARBON PRODUCTION AND APPLICATION FOR REMOVAL OF DYES AND HEAVY METAL IONS FROM AQUEOUS SOLUTION. ADVISORY COMMITTEE: VORAVIT CHEEVAPORN, Ph.D., VIPOOSIT MUNTAJIT, Ph.D. 117 P. 2007.

This study aims to investigate the utilization of activated carbon produced from rice straw, coconut shell, rubber wood sawdust and rubber fruit pericarp. Carbonization temperatures of the production process were varied between 400-800 °C. Phosphoric acid was chosen as the chemical reagent for the carbon activated process. Carbon was activated at 600-800 °C. Optimum carbonization and activation temperature was 800 degree celcius resulting in the highest Iodine number of 385, 690, 689 and 719 mg/g for rice straw, coconut shell, rubber wood sawdust and rubber fruit pericarp, respectively.

Activated carbon produced under optimum conditions was used to test the removal efficiency of dyes and heavy metals. Activated carbon from rubber wood sawdust was more efficient in dye adsorption than that from rice straw, coconut shell and rubber fruit pericarp. While the heavy metal adsorption investigation showed that activated carbon from rubber wood sawdust had higher efficiency than that from rice straw, rubber fruit pericarp and coconut shell respectively.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญภาพ.....	ด
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	2
สมมติฐานของการวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
การค้นคว้า.....	4
ถ่านกัมมันต์.....	7
โลหะหนัก.....	20
สีข้อม.....	25
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	29
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	36
วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย.....	36
สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย.....	37
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	38
แผนการทดลอง.....	38
วิธีดำเนินการทดลอง.....	39
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	46
4 ผลการวิจัย.....	47
การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการคาร์บอนไนซ์วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร.....	47

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การศึกษาอุณหภูมิและอัตราส่วนของกรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) 50% ที่เหมาะสม ในการกระตุ้นถ่านกัมมันต์.....	49
การทดสอบเปอร์เซ็นต์การดูดซับสีข้อมและโลหะหนักของถ่านกัมมันต์ที่ผลิต ได้จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การดูดซับกับ ถ่านกัมมันต์ทางการค้า.....	57
5 สรุปและอภิปรายผล.....	84
สรุปผลการวิจัย.....	84
อภิปรายผลการวิจัย.....	85
ข้อเสนอแนะ.....	98
รายการอ้างอิง.....	99
ภาคผนวก.....	105
ภาคผนวก ก สารเคมีในการวิเคราะห์ค่าไอโอดีนนับเบอรัของถ่านกัมมันต์.....	106
ภาคผนวก ข กราฟมาตรฐานสีข้อม.....	109
ภาคผนวก ค อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	112
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	117

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 สารเคมีที่ใช้ในการกระตุ้นถ่านกัมมันต์.....	14
2 คุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของถ่านกัมมันต์ชนิดผง.....	18
3 คุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด.....	19
4 เปอร์เซ็นต์การดูดซับสีข้อมและโลหะหนักของถ่านกัมมันต์จาก เปลือกมันสำปะหลังที่ไม่ได้กระตุ้นด้วยกรดฟอสฟอริก.....	32
5 เปอร์เซ็นต์การดูดซับสีข้อมและ โลหะหนักของถ่านกัมมันต์จาก เปลือกมันสำปะหลังที่กระตุ้นด้วยกรดฟอสฟอริก.....	32
6 เปอร์เซ็นต์การดูดซับสีข้อมและ โลหะหนักของขี้เลื่อยจากต้นมะพร้าว.....	33
7 เปอร์เซ็นต์การดูดซับสีข้อมและ โลหะหนักของเปลือกฝ้าย.....	34
8 เปอร์เซ็นต์การดูดซับสีข้อมและ โลหะหนักของปาล์มเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรม.....	34
9 เปอร์เซ็นต์การดูดซับสีข้อมและ โลหะหนักของเปลือกข้าวโพด.....	34
10 พื้นที่ผิวและปริมาตรของรูพรุนถ่านกัมมันต์ที่คาร์บอนไนซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ.....	35
11 พื้นที่ผิวและปริมาตรของรูพรุนถ่านกัมมันต์ที่อัตราส่วนของ KOH : เปลือกมัน สำปะหลังที่อัตราส่วนต่าง ๆ.....	35
12 ค่าไอโอไดนัมเบอร์ของถ่านจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่คาร์บอนไนซ์ที่ อุณหภูมิต่าง ๆ.....	48
13 ค่าไอโอไดนัมเบอร์ของถ่านกัมมันต์จากแกลบที่แช่ด้วยกรดฟอสฟอริกที่ อัตราส่วนต่าง ๆ และเผากระตุ้นที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน.....	50
14 ค่าไอโอไดนัมเบอร์ของถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวที่แช่ด้วยกรดฟอสฟอริกที่ อัตราส่วนต่าง ๆ และเผากระตุ้นที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน.....	52
15 ค่าไอโอไดนัมเบอร์ของถ่านกัมมันต์จากขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่แช่ด้วยกรดฟอสฟอริก ที่อัตราส่วนต่าง ๆ และเผากระตุ้นที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน.....	54
16 ค่าไอโอไดนัมเบอร์ของถ่านกัมมันต์จากเปลือกกล้วยพาราที่แช่ด้วยกรด ฟอสฟอริกที่อัตราส่วนต่าง ๆ และเผากระตุ้นที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน.....	56
17 เปอร์เซ็นต์การดูดซับเมทิลไวโอเลต (Methyl Violet) ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและทางการค้า.....	59

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
18	เปอร์เซ็นต์การดูดซับมาลาไคท์กรีน (Malachite Green) ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและทางการค้า..... 62
19	เปอร์เซ็นต์การดูดซับคองโกเรด (Congo Red) ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและทางการค้า..... 65
20	เปอร์เซ็นต์การดูดซับโรดามีน บี (Rhodamine - B) ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและทางการค้า..... 68
21	การวิเคราะห์ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การดูดซับสี่ย้อมที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและทางการค้า..... 70
22	เปอร์เซ็นต์การดูดซับแคดเมียม (Cadmium) ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและทางการค้า..... 72
23	เปอร์เซ็นต์การดูดซับสังกะสี (Zinc) ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและทางการค้า..... 75
24	เปอร์เซ็นต์การดูดซับทองแดง (Copper) ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและทางการค้า..... 78
25	เปอร์เซ็นต์การดูดซับตะกั่ว (Lead) ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและทางการค้า..... 81
26	การวิเคราะห์ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การดูดซับโลหะหนักที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและทางการค้า..... 83
27	ถ่านกัมมันต์จากขี้เลื่อยไม้ยางพารา เปลือกกล้วยพารา และกะลามะพร้าวที่มีค่าไอโอดีนัมเบอร์สูงกว่ามาตรฐานอุตสาหกรรม..... 89
28	ค่าไอโอดีนัมเบอร์ของการถ่านกัมมันต์จากวัสดุต่าง ๆ..... 90

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กลไกการดูดซับที่ผิวของถ่านกัมมันต์.....	4
2 ขนาดของรูพรุนของถ่านกัมมันต์.....	8
3 กลุ่มฟังก์ชันนัลที่พบบนพื้นผิวถ่านกัมมันต์.....	9
4 กระบวนการผลิตถ่านกัมมันต์.....	10
5 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างในการคาร์บอนไนซ์.....	12
6 ขั้นตอนการกระตุ้นด้วยวิธีทางเคมี.....	13
7 สูตรโครงสร้างทางเคมีของคองโกเรด.....	26
8 สูตรโครงสร้างทางเคมีของมาลาไคท์กรีน.....	27
9 สูตรโครงสร้างทางเคมีของโรดามีน บี.....	28
10 สูตรโครงสร้างทางเคมีของเมทิลไวโอเลต.....	28
11 แกลบ.....	36
12 กะลามะพร้าว.....	36
13 ขี้เลื่อยไม้ยางพารา.....	37
14 เปลือกถั่วเขียว.....	37
15 การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการคาร์บอนไนซ์วัตถุดิบทางการเกษตร.....	40
16 ตัวอย่างการคำนวณค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine Number).....	42
17 การศึกษาอุณหภูมิและอัตราส่วนของสารเคมีที่เหมาะสมในการกระตุ้น ถ่านกัมมันต์.....	43
18 การทดสอบเปอร์เซ็นต์การดูดซับสีข้อมและโลหะหนักของถ่านกัมมันต์.....	45
19 ค่าไอโอดีนนัมเบอร์ของถ่านจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่คาร์บอนไนซ์ที่อุณหภูมิ ต่าง ๆ.....	49
20 ค่าไอโอดีนนัมเบอร์ของถ่านกัมมันต์จากแกลบที่แช่ด้วยกรดฟอสฟอริกที่อัตราส่วน ต่าง ๆ และเผากระตุ้นที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน.....	51
21 ค่าไอโอดีนนัมเบอร์ของถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวที่แช่ด้วยกรดฟอสฟอริกที่ อัตราส่วนต่าง ๆ และเผากระตุ้นที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน.....	52

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
22	ค่าไอโอดีนนมเบอร์ของถ่านกัมมันต์จากขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่แช่ด้วยกรดฟอสฟอริกที่อัตราส่วนต่าง ๆ และเผากระตุ้นที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน..... 54
23	ค่าไอโอดีนนมเบอร์ของถ่านกัมมันต์จากเปลือกกล้วยพาราที่แช่ด้วยกรดฟอสฟอริกที่อัตราส่วนต่าง ๆ และเผากระตุ้นที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน..... 56
24	เปอร์เซ็นต์การดูดซับเมทิลไวโอเลต (Methyl Violet) ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและทางการค้า..... 60
25	เปอร์เซ็นต์การดูดซับมาลาไคท์กรีน (Malachite Green) ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและทางการค้า..... 63
26	เปอร์เซ็นต์การดูดซับคองโกเรด (Congo Red) ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและทางการค้า..... 66
27	เปอร์เซ็นต์การดูดซับโรดามีน บี (Rhodamine - B) ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและทางการค้า..... 69
28	เปอร์เซ็นต์การดูดซับแคดเมียม (Cadmium) ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและทางการค้า..... 73
29	เปอร์เซ็นต์การดูดซับสังกะสี (Zinc) ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและทางการค้า..... 76
30	เปอร์เซ็นต์การดูดซับทองแดง (Copper) ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและทางการค้า..... 79
31	เปอร์เซ็นต์การดูดซับตะกั่ว (Lead) ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและทางการค้า..... 82