ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การดูดซับสีย้อมด้วยผลิตภัณฑ์จากแกลบ
แหล่งเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์
ประจำปีงบประมาณ 2555 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 80,000 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2554 ถึง 30 กันยายน 2555
ดร. พรสวรรค์ อัศวแสงรัตน์ หัวหน้าโครงการ สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
นาย พิสันดิ์ ผลโพธิ์ ผู้ร่วมโครงการวิจัย สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการศึกษาการดูดซับสารละลาย Congo red ด้วยตัวดูดซับที่เตรียมจากแกลบ ซึ่งได้แก่ คาร์บอนกัมมันต์ที่เผาที่อุณหภูมิ 450 ^{o}C คาร์บอนกัมมันต์ที่เผาที่อุณหภูมิ 700 ^{o}C ซิลิกาที่เผาที่อุณหภูมิ 450 ^{o}C และซิลิกาที่เผาที่อุณหภูมิ 700 ^{o}C ซึ่งเป็นการทดลองแบบกะใช้ตัวดูดซับ 0.2 กรัม ในสารละลายซึ่งมีความเข้มข้น 20 - 60 ppm ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 35 ^{o}C จากผลการทดลองพบว่า ตัวดูดซับซิลิกาที่เผาที่อุณหภูมิ 700 ^{o}C สามารถดูดซับสารละลาย Congo red ได้สูงสุด คือ 5,102 ไมโครกรัมของ Congo red ต่อกรัมของตัวดูดซับ จากการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุองค์ประกอบด้วยเครื่อง X-ray fluorescence spectrometer พบว่ามีปริมาณธาตุองค์ประกอบที่เป็น SiO_2 เท่ากับ 71.01 %wt และผลการศึกษาสมการไอโซเทอมการดูดซับตามสมการของ Linear ได้ความสัมพันธ์ คือ $q_e = 637.69c_e$ สมการ Langmuir ได้ความสัมพันธ์ คือ $q_e = \frac{11,111.11c_e}{23.11 - c_e}$ และสมการ Freundlich ได้ความสัมพันธ์ คือ $q_e = 494.23c_e^{1.143}$ ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด ($\mathbf{R^2}$) จากสมการ Linear สมการของ Langmuir และสมการ Freundlich คือ 0.9578, 0.8767 และ 0.8804 ตามลำดับ และค่าการทดสอบไคสแควร์ (χ^2) จากสมการ Linear สมการ Langmuir และสมการ Freundlich คือ 266, 449 และ 286 ตามลำดับ

คำสำคัญ : Congo red คาร์บอนกัมมันต์ Langmuir Freundlich ไคสแควร์

Research Title Adsorption of dye by adsorbent derived from rice husk

Researcher Dr. Pornsawan Assawasaengrat Mr. Phisan Ponpo

FacultyDepartment Faculty of Engineering Department of Chemical Engineering

ABSTRACT

This research aims to study of adsorption of Congo red from aqueous solution by adsorbent derived from rice husk. The adsorbent are activated carbon that burned at 450 °C, 700 °C and rice husk silica that burned at 450 °C, 700 °C. Batch experiment used the adsorbent 0.2 gram per Congo Red solution 20 ml, concentration varied between 20 - 60 ppm at 35 °C. From the experiment, the adsorption process reached to equilibrium in 90 min. The most effective adsorbent is rice husk silica that burned at 700 °C, and it can adsorb the Congo red 5,102 micrograms of Congo red solution per gram of absorbent, the result from chemical component analysis using X-ray fluorescence spectrometer found the amount of SiO_2 content 71.01 wt%, and the study of Linear, Langmuir and Freundlich isotherms gives an equation: $q_e = 637.69c_e$, $q_e = \frac{11{,}111.11c_e}{23.11 - c_e}$ and $q_e = 494.23c_e^{1.143}$ respectively. The R^2 of Linear, Langmuir and Freundlich isotherms are 0.9578, 0.8767 and 0.8804, respectively. The R^2 of Linear, Langmuir and Freundlich isotherms are 0.9578, 0.8767 and 0.8804, respectively. The Chi-Square Test (χ^2) of Linear, Langmuir and Freundlich isotherms are 266, 449 and 286, respectively.

Keywords : Congo red activated carbon Langmuir Freundlich Chi-Square

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2555

ดร. พรสวรรค์ อัศวแสงรัตน์
นาย พิสันดิ์ ผลโพธิ์
คณะวิจัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญรูป IX

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 21

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 23

3.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง 23

3.3 การเตรียมสารเคมีสำหรับการทดลอง 23

3.4 การเตรียมตัวดูดซับ 24

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 การวิเคราะห์หาปริมาณธาตุองค์ประกอบในสารตัวอย่าง 27

4.2 การหาสมดุลการดูดซับสารละลาย Congo red 27

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลการดูดซับโดยใช้สมการแบบจำลองสมดุลดูดซับแบบต่างๆ 31

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย 39

5.2 ข้อเสนอแนะ 39

บรรณานุกรม เอกสารอ้างอิง 40

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก 43

ภาคผนวก ข 45

ภาคผนวก ค 57

ภาคผนวก ง 60

ประวัตินักวิจัย 63

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 2.1 ขนาดอนุภาคของซิลิกาที่ได้จากแกลบ ……..…...4
ตารางที่ 2.2 สารเจือปนของสินแร่ควอตซ์……...……4
ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุองค์ประกอบในสารตัวอย่างด้วยเครื่อง
X-ray fluorescence spectrometer (XRF) ……27
ตารางที่ 4.2 ปริมาณดูดซับจำเพาะและความเข้มข้นที่สมดุลของสารละลาย Congo red
ที่ผ่านการดูดซับด้วยคาร์บอนกัมมันต์ที่เผาที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส
ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นต่างๆ ……30
ตารางที่ 4.3ปริมาณดูดซับจำเพาะและความเข้มข้นที่สมดุลของสารละลาย Congo red
ที่ผ่านการดูดซับด้วยคาร์บอนกัมมันต์ที่เผาที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส
ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นต่างๆ ……30
ตารางที่ 4.4 ปริมาณดูดซับจำเพาะและความเข้มข้นที่สมดุลของสารละลาย Congo red
ที่ผ่านการดูดซับด้วยซิลิกาที่เผาที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส
ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นต่างๆ ……30
ตารางที่ 4.5 ปริมาณดูดซับจำเพาะและความเข้มข้นที่สมดุลของสารละลาย Congo red
ที่ผ่านการดูดซับด้วยซิลิกาที่เผาที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส
ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นต่างๆ ……31
ตารางที่ 4.6 ไอโซเทอมของแบบจำลองสมดุลดูดซับแบบต่างๆ ……...37
ตารางที่ 4.7 พารามิเตอร์ ค่า R^2 และค่า χ^2 ของแบบจำลองสมดุลดูดซับแบบต่างๆ ……...38
ตารางที่ ก.1 ข้อมูลมาตรฐานความเข้มข้นของ Congo red (ppm) และค่าการดูดกลืนแสง ……44
ตารางที่ ข.1 ข้อมูลจากผลการทดลอง ที่ความเข้มข้นของสารละลาย Congo red 20 ppm
ตัวดูดซับคาร์บอนกัมมันต์ 450 ° C…….....46
ตารางที่ ข.2 ข้อมูลจากผลการทดลอง ที่ความเข้มข้นของสารละลาย Congo red 30 ppm
ตัวดูดซับคาร์บอนกัมมันต์ 450 ° C…….....47
ตารางที่ ข.3 ข้อมูลจากผลการทดลอง ที่ความเข้มข้นของสารละลาย Congo red 40 ppm
ตัวดูดซับคาร์บอนกัมมันต์ 450 ° C…….....48
ตารางที่ ข.4 ข้อมูลจากผลการทดลอง ที่ความเข้มข้นของสารละลาย Congo red 50 ppm
ตัวดูดซับคาร์บอนกัมมันต์ 450 ° C…….....49

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ ข.5 ข้อมูลจากผลการทดลอง ที่ความเข้มข้นของสารละลาย Congo red 60 ppm
ตัวดูดซับคาร์บอนกัมมันต์ 450 ° C…….....50
ตารางที่ ข.6 ข้อมูลจากผลการทดลอง ที่ความเข้มข้นของสารละลาย Congo red 20 ppm
ตัวดูดซับคาร์บอนกัมมันต์ 700 ° C…….....51
ตารางที่ ข.7 ตารางข้อมูลจากผลการทดลอง ที่ความเข้มข้นของสารละลาย Congo red 30 ppm
ตัวดูดซับคาร์บอนกัมมันต์ 700 ° C…….....51
ตารางที่ ข.8 ข้อมูลจากผลการทดลอง ที่ความเข้มข้นของสารละลาย Congo red 40 ppm
ตัวดูดซับคาร์บอนกัมมันต์ 700 ° C…….....51
ตารางที่ ข.9 ข้อมูลจากผลการทดลอง ที่ความเข้มข้นของสารละลาย Congo red 50 ppm
ตัวดูดซับคาร์บอนกัมมันต์ 700 ° C …….....52
ตารางที่ ข.10 ข้อมูลจากผลการทดลอง ที่ความเข้มข้นของสารละลาย Congo red 60 ppm
ตัวดูดซับคาร์บอนกัมมันต์ 700 ° C …….....52
ตารางที่ ข.11 ข้อมูลจากผลการทดลอง ที่ความเข้มข้นของสารละลาย Congo red 20 ppm
ตัวดูดซับซิลิกา 450 ° C …….....53
ตารางที่ ข.12 ข้อมูลจากผลการทดลอง ที่ความเข้มข้นของสารละลาย Congo red 30 ppm
ตัวดูดซับซิลิกา 450 ° C ……..…..……....53
ตารางที่ ข.13 ข้อมูลจากผลการทดลอง ที่ความเข้มข้นของสารละลาย Congo red 40 ppm
ตัวดูดซับซิลิกา 450 ° C……..……....53
ตารางที่ ข.14 ข้อมูลจากผลการทดลอง ที่ความเข้มข้นของสารละลาย Congo red 50 ppm
ตัวดูดซับซิลิกา 450 ° C …….....54
ตารางที่ ข.15 ข้อมูลจากผลการทดลอง ที่ความเข้มข้นของสารละลาย Congo red 60 ppm
ตัวดูดซับซิลิกา 450 ° C …….....54
ตารางที่ ข.16 ข้อมูลจากผลการทดลอง ที่ความเข้มข้นของสารละลาย Congo red 20 ppm
ตัวดูดซับซิลิกา 700 ° C …….....55
ตารางที่ ข.17 ข้อมูลจากผลการทดลอง ที่ความเข้มข้นของสารละลาย Congo red 30 ppm
ตัวดูดซับซิลิกา 700 ° C …….....55

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ ข.18 ข้อมูลจากผลการทดลอง ที่ความเข้มข้นของสารละลาย Congo red 40 ppm ตัวดูดซับซิลิกา 700 ° C……....55

ตารางที่ ข.19 ข้อมูลจากผลการทดลอง ที่ความเข้มข้นของสารละลาย Congo red 50 ppm ตัวดูดซับซิลิกา 700 ° C……....56

ตารางที่ ข.20 ข้อมูลจากผลการทดลอง ที่ความเข้มข้นของสารละลาย Congo red 60 ppm ตัวดูดซับซิลิกา 700 ° C……....56

ตารางที่ ค.1 ค่าปริมาณการดูดกลืนแสงของสารละลาย Congo red 20 ppm บนตัวดูดซับคาร์บอนกัมมันต์ที่700 ° C เพื่อใช้เป็นตัวอย่างการคำนวณ ค่าปริมาณการดูดซับจำเพาะ……..……..58

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 ถ่านกัมมันต์……..……6
รูปที่ 2.2 รูปแบบของ Adsorption Isotherm ……..9
รูปที่ 4.1 ปริมาณดูดซับจำเพาะที่เวลาต่างๆ ของตัวดูดซับคาร์บอนกัมมันต์
ที่เผาที่อุณหภูมิ 450 °C……..……...……...…28
รูปที่ 4.2 ปริมาณดูดซับจำเพาะที่เวลาต่างๆ ของตัวดูดซับคาร์บอนกัมมันต์
ที่เผาที่อุณหภูมิ 700 °C…….……...…….……...28
รูปที่ 4.3 ปริมาณดูดซับจำเพาะที่เวลาต่างๆ ของตัวดูดซับซิลิกา
ที่เผาที่อุณหภูมิ 450 °C …….……...……...29
รูปที่ 4.4 ปริมาณดูดซับจำเพาะที่เวลาต่างๆ ของตัวดูดซับซิลิกา
ที่เผาที่อุณหภูมิ 700 °C ……...…….……...29
รูปที่ 4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลการดูดซับสีย้อม Congo red บนตัวดูดซับคาร์บอนกัมมันต์ที่ 450 °C
ด้วยสมการแบบจำลอง Linear……31
รูปที่ 4.6 การวิเคราะห์ข้อมูลการดูดซับสีย้อม Congo red บนตัวดูดซับคาร์บอนกัมมันต์ที่ 450 °C
ด้วยสมการแบบจำลอง Langmuir……...32
รูปที่ 4.7 การวิเคราะห์ข้อมูลการดูดซับสีย้อม Congo red บนตัวดูดซับคาร์บอนกัมมันต์ที่ 450 °C
ด้วยสมการแบบจำลอง Freundlich…….32
รูปที่ 4.8 การวิเคราะห์ข้อมูลการดูดซับสีย้อม Congo red บนตัวดูดซับคาร์บอนกัมมันต์ที่ 700 °C
ด้วยสมการแบบจำลอง Linear……33
รูปที่ 4.9 การวิเคราะห์ข้อมูลการดูดซับสีย้อม Congo red บนตัวดูดซับคาร์บอนกัมมันต์ที่ 700 °C
ด้วยสมการแบบจำลอง Langmuir……..33
รูปที่ 4.10 การวิเคราะห์ข้อมูลการดูดซับสีย้อม Congo red บนตัวดูดซับคาร์บอนกัมมันต์ที่ 700 °C
ด้วยสมการแบบจำลอง Freundlich…….34
รูปที่ 4.11 การวิเคราะห์ข้อมูลการดูดซับสีย้อม Congo red บนตัวดูดซับซิลิกาที่ 450 °C
ด้วยสมการแบบจำลอง Linear……34
รูปที่ 4.12 การวิเคราะห์ข้อมูลการดูดซับสีย้อม Congo red บนตัวดูดซับซิลิกาที่ 450 °C
ด้วยสมการแบบจำลอง Langmuir……..35

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.13 การวิเคราะห์ข้อมูลการดูดซับสีย้อม Congo red บนตัวดูดซับซิลิกาที่ 450 °C ด้วยสมการแบบจำลอง Freundlich……35

รูปที่ 4.14 การวิเคราะห์ข้อมูลการดูดซับสีย้อม Congo red บนตัวดูดซับซิลิกาที่ 700 °C ด้วยสมการแบบจำลอง Linear……..36

รูปที่ 4.15 การวิเคราะห์ข้อมูลการดูดซับสีย้อม Congo red บนตัวดูดซับซิลิกาที่ 700 °C ด้วยสมการแบบจำลอง Langmuir…….36

รูปที่ 4.16 การวิเคราะห์ข้อมูลการดูดซับสีย้อม Congo red บนตัวดูดซับซิลิกาที่ 700 °C ด้วยสมการแบบจำลอง Freundlich…….……...37

รูปที่ ก.1 กราฟมาตรฐานสารละลาย Congo red……....44