สารบัญ

หัวเรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อ ..... ค

ABSTRACT ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญภาพ ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 สีย้อม 4

2.2 การดูดซับ 7

2.3 วัสดุดูดซับ 18

2.4 การกระตุ้นทางกายภาพ และเคมี 22

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 25

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 30

3.1 วัสดุอุปกรณ์ และสารเคมี 30

3.2 การเตรียมวัสดุดูดซับแบบเบนโทไนท์ 33

3.3 การศึกษาสมบัติและลักษณะทางกายภาพของวัสดุดูดซับ 36

3.4 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการดูดซับสารละลายสีย้อม
เมทิลลีนบลู และเมทิลออร์เรนจ์ด้วยวัสดุดูดซับ 36

หัวเรื่อง **หน้า**

บทที่ 4 ผลการทดลอง 39
4.1 ผลการศึกษาวิธีการกระตุ้นทางกายภาพและทางเคมี 39
4.2 ผลการศึกษาสมบัติและลักษณะทางกายภาพของวัสดุดูดซับ 45
4.3 ผลของการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการดูดซับสารละลาย
สีย้อมเมทิลลีนบลูและเมทิลออเรนจ์ด้วยวัสดุดูดซับ 49
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 58
5.1 ปรับปรุงคุณสมบัติของเบนโทไนท์โดยวิธีการกระตุ้นทางเคมี
และทางกายภาพ 58
5.2 องค์ประกอบและลักษระทางกายภาพของวัสดุดูดซับ 59
5.3 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการดูดซับสีย้อม 59
5.4 ข้อเสนอแนะ 60
บรรณานุกรม 61
ภาคผนวก 68
ภาคผนวก ก การเตรียมสาร กราฟมาตรฐานและการคำนวณ 69
ภาคผนวก ข เทคนิค BET Surface area 74
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 80
ประวัติผู้วิจัย 83

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแร่ดินเบนโทไนท์ 21
3.1 วัสดุและสารเคมี 30
3.2 เครื่องมือที่ใช้ 31
3.3 ศึกษาสภาวะที่ใช้ในการกระตุ้นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 34
3.4 ศึกษาสภาวะที่ใช้ในการกระตุ้นสารละลายไฮโดรคลอริก 34
3.5 การกระตุ้นโดยวิธีการให้ความร้อน (Thermal Activated) 35
4.1 ผลการศึกษาอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาเบนโทไนท์ 39
4.2 ผลการศึกษาความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการกระตุ้น 40
4.3 ผลการศึกษาความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการกระตุ้น …….. 41
4.4 ผลการศึกษาการให้ความร้อนในการกระตุ้น (Thermal Activation) วัสดุดูดซับ
ต่อการดูดซับสีย้อมแคทไอออนเมทิลลีนบลูและเมทิลออเรนจ์ 43
4.5 ผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการคาร์บอไนซ์เซชัน 45
4.6 ผลของการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค BET 47 .....
4.7 ระยะเวลาในการดูดซับสีย้อมเมทิลีนบลูที่มีต่อวัสดุดูดซับประเภท BA50
ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 50
4.8 ระยะเวลาในการดูดซับสีย้อมเมทิลีนบลูที่มีต่อวัสดุดูดซับประเภท BA50
ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 51
4.9 พีเอชของสารละลายเมทิลลีนบลูที่มีต่อวัสดุดูดซับประเภท BA50 54
4.10 ค่าคงที่จากสมการไอโซเทอมแบบแลงเมียร์และไอโซเทอมแบบฟรุนดลิช 56
ก.1 ความเข้มข้นและค่าการดูดกลืนของสารละลายสีย้อมเมทิลลีนบลู 72

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 ขั้นตอนการเคลื่อนตัวของตัวถูกดูดซับในขบวนการ Adsorption 8

2.2 การดูดซับของสารดูดซับด้วยแรงทางไฟฟ้าสถิต 10

2.3 การเปลี่ยนรูปของโลหะหนักในกลุ่มประจุบวกสอง ในสารละลายที่มีค่า pH ต่าง ๆ 13

2.4 รูปแบบ Adsorption Isotherm Isotherm (W : Weight adsorbed ; P0 : adsorbate Equilibrium pressure ; P : adsorbate saturated equilibrium pressure ;P/P0 relative pressure) 15

2.5 ลักษณะของ Freundlich Adsorption Isotherm 17

2.6 เบนโทไนท์ 18

2.7 โครงสร้างโมเลกุลแบบเป็นแผ่นของกลุ่มแร่ฟิลโลซิลิเกต 20

2.8 รูปร่างของมอนต์มอริลโลไนต์ 20

2.9 ขั้นตอนการผลิตถ่านกัมมันต์ด้วยวิธีการกระตุ้นทางกายภาพ 23

2.10 ขั้นตอนการผลิตถ่านกัมมันต์ด้วยวิธีการกระตุ้นทางเคมี 24

3.1 โครงสร้างของเมทิลีนบลู 31

3.2 โครงสร้างทางเคมีของสีย้อมเมทิลออเรนจ์ 31

4.1 ผลการศึกษาอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาเบนโทไนท์ 39

4.2 ผลการศึกษาความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการกระตุ้น 41

4.3 ผลการศึกษาความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการกระตุ้น 42

4.4 ผลการศึกษาการให้ความร้อนในการกระตุ้น (Thermal Activation) ความเข้มข้นวัสดุดูดซับต่อการดูดซับสีย้อมเมทิลลีนบลูและเมทิลออร์เรนจ์ 44

4.5 Point of zero chang (pH_{pzc}) ของวัสดุดูดซับประเภท BA50 46

4.6 FTIR Spectra ของ BA50 48

4.7 FTIR Spectra ของ BA50 หลังดูดซับ 48

4.8 ระยะเวลาในการดูดซับสีย้อมเมทิลีนบลูที่มีต่อวัสดุดูดซับประเภท BA50 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 52

4.9 ระยะเวลาในการดูดซับสีย้อมเมทิลออเรนจ์ที่มีต่อวัสดุดูดซับประเภท BA50 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 53

ภาพที่ **หน้า**

4.10 ผลของพีเอชของสารละลายสีย้อมเมทิลลีนบลูและเมทิลอเรนจ์ที่มีต่อวัสดุดูดซับประเภท BA50 54
4.11 ไอโซเทอมการดูดซับสีย้อมเมทิลีนบลูของวัสดุดูดซับ BA50 (A) แบบแลงเมียร์ (B) แบบฟรุนลิช 56
ก.1 กราฟมาตรฐานของสารละลายสีย้อมเมทิลลีนบลู 72
ข.1 การดูดซับแก๊สไนโตรเจนบนผิวหน้าและภายในรูพรุนของวัสดุ 76
ข.2 การดูดซับโมเลกุลของแก๊สไนโตรเจนของวัสดุเป็นชั้น ๆ 76
ข.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแก๊สที่ถูกดูดซับกับความดันสัมพัทธ์ 77
ข.4 เครื่องวิเคราะห์ขนาดพื้นที่ผิวจำเพาะและปริมาตรรูพรุน 79
ค.1 เครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ 81
ค.2 เครื่องเขย่า 81
ค.3 เตาเผา 82
ค.4 เครื่อง pH – Meter 82