

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ผ
สารบัญภาพ	ต
อักษรย่อและสัญลักษณ์	ณ
1 บทนำ	
1.1 ไดอะทอมไมต์ (Diatomite)	1
1.2 ชีววิทยาและนิเวศวิทยาของ ไดอะตอม(Diatom)	1
1.3 การกำเนิดทางธรณีวิทยาของ ไดอะตอม(Diatom)	1
1.4 สมบัติทางเคมีของไดอะทอมไมต์	4
1.5 สมบัติทางกายภาพของไดอะทอมไมต์	5
1.6 แหล่งแร่ ไดอะทอมไมต์	6
1.6.1 แหล่งแร่ที่สำคัญของโลก	6
1.6.2 แหล่งแร่ในประเทศไทย	7
1.7 ประโยชน์ของไดอะทอมไมต์	8
1.7.1 การกรอง (Filtration)	8
1.7.2 สารตัวเติม (Filler)	9
1.7.3 ฉนวน (Insulator)	10
1.7.4 สารดูดซับ (Absorbents)	11
1.7.5 การใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ	11
1.8 สารช่วยกรอง (Filter-aids)	11
1.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
1.10 วัตถุประสงค์การวิจัย	16
2. การทดลองและผลการทดลอง	17
2.1 สารตัวอย่าง (Sample)	17

	หน้า
2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์	17
2.3 สารเคมี	17
2.4 การปรับปรุงคุณภาพไคอะทอไมต์โดยใช้กรด (Acid treatment)	18
2.4.1 วิธีการทดลอง	18
2.4.2 ผลการทดลอง	19
2.5 การปรับปรุงคุณภาพของไคอะทอไมต์โดยวิธี Calcination	20
2.5.1 ผลการทดลอง	21
2.6 การทดสอบสมบัติไคอะทอไมต์ที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยกรด (Acid - treatment)	21
2.6.1 การหาความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด (λ_{max})	21
ผลการทดลอง	22
2.6.2 การเตรียมกราฟมาตรฐานของสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต	23
ผลการทดลอง	23
2.6.3 การหาสภาวะการทดลองที่เหมาะสมสำหรับตัวอย่างไคอะทอไมต์ที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยกรด (Acid treatment) แล้ว	26
1) การศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงค่า pH ต่อการดูดซับโลหะ Cu^{2+}	26
ผลการทดลอง	27
2) การศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นโลหะ Cu^{2+}	28
ผลการทดลอง	28
3) การศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงของเวลาต่อการดูดซับโลหะ Cu^{2+}	29
ผลการทดลอง	30
2.6.4 การศึกษาการดูดซับโลหะ Cu^{2+} ของไคอะทอไมต์ที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยกรด (Acid treatment)	31
ผลการทดลอง	32
2.6.5 การศึกษาการดูดซับโลหะ Cu^{2+} ของไคอะทอไมต์ที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยวิธี Calcination และ Acid treatment	35
ผลการทดลอง	35
2.7 การศึกษาการดูดซับโลหะหนักบางตัวของไคอะทอไมต์	36

	หน้า
2.7.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน	36
2.7.2 การเตรียม calibration graph ของ Cu^{2+} , Cr^{3+} , และ Pb^{2+}	37
ผลการทดลอง	41
2.7.3 การเตรียมสารละลาย	41
2.7.4 วิธีการทดลอง	41
1) การศึกษาผลของ pH ต่อการดูดซับสารละลาย Cu^{2+} , Cr^{3+} และ Pb^{2+} ของ Diatomite acid treatment	41
ผลการทดลอง	42
2) การศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงของเวลาต่อการดูดซับสารละลาย Cu^{2+} , Cr^{3+} และ Pb^{2+}	45
ผลการทดลอง	46
3) การศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารละลาย Cu^{2+} , Cr^{3+} และ Pb^{2+}	48
ผลการทดลอง	49
4) การศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของไคอะทอไมต์ต่อการดูดซับสารละลาย Cu^{2+} , Cr^{3+} และ Pb^{2+}	51
ผลการทดลอง	52
5) การเปรียบเทียบตัวอย่างไคอะทอไมต์ชนิดต่างๆ ต่อการดูดซับสารละลาย Cu^{2+} , Cr^{3+} และ Pb^{2+}	54
ผลการทดลอง	55
3. วิจารณ์และสรุป	58
3.1 วิจารณ์	58
3.1.1 การปรับปรุงคุณภาพไคอะทอไมต์ด้วยกรด (Acid Treatment)	58
3.1.2 การปรับปรุงคุณภาพไคอะทอไมต์โดยวิธี Calcination และ Acid Treatment	58
3.1.3 การหาสภาวะการทดลองที่เหมาะสมสำหรับตัวอย่างไคอะทอไมต์ที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยกรด (Acid treatment) แล้ว	59
1) ผลของ pH ต่อการดูดซับโลหะ Cu^{2+}	59

	หน้า
2) ผลของความเข้มข้นต่อการดูดซับ โลหะ Cu^{2+}	60
3) ผลของเวลาต่อการดูดซับ โลหะ Cu^{2+}	61
3.1.4 การดูดซับโลหะ Cu^{2+} ของไดอะทอมไมต์ที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพ ด้วยกรดชนิดต่างๆ (Acid treatment)	62
3.15 การปรับปรุงคุณภาพไดอะทอมไมต์โดยวิธี Calcination และ Acid Treatment ต่อการดูดซับสารละลายโลหะ Cu^{2+}	66
3.1.6 การดูดซับ โลหะหนักบางตัวของไดอะทอมไมต์ชนิดต่างๆ	68
1) การเปลี่ยนแปลงค่า pH ต่อการดูดซับสารละลาย Cu^{2+} , Cr^{3+} และ Pb^{2+} ของ Diatomite Acid Treatment	68
2) การเปลี่ยนแปลงเวลาต่อการดูดซับสารละลาย Cu^{2+} , Cr^{3+} และ Pb^{2+} ของ Diatomite Acid Treatment	70
3) การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารละลาย Cu^{2+} , Cr^{3+} และ Pb^{2+}	72
4) การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของ Diatomite ต่อการดูดซับสารละลาย Cu^{2+} , Cr^{3+} และ Pb^{2+}	74
5) การดูดซับสารละลาย Cu^{2+} , Cr^{3+} และ Pb^{2+} ของตัวอย่างไดอะทอมไมต์ ชนิดต่างๆ	76
3.2 สรุปผลการทดลอง	82
3.3 ข้อเสนอแนะ	83
เอกสารอ้างอิง	84
ภาคผนวก	86
ประวัติผู้เขียน	88

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 Chemical composition of natural diatomites	4
1.2 Physical properties of diatomite	6
1.3 World diatomite production (tones)	7
1.4 Physicals properties specifications of diatomite for filtration grades.(USA.)	8
1.5 Chemical properties specifications of diatomite for filtration grades.(UK.)	9
1.6 Physical properties specifications of diatomite fillers for plants and plastic	10
1.7 Typical physical properties of diatomite insulation bricks	10
1.8 Filtration properties of diatomite filter-aids	12
1.9 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของไดอะทอมไมต์ดิบจากแหล่งน้ำใจ และ บ้านกิ้ว	14
2.1 ค่าการดูดกลืนแสงของ $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ ในช่วง 200 – 800 nm	23
2.2 ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐาน $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ ที่ 608 nm	24
2.3 ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ สำหรับ diatomite, Celite 521 ในการศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต	27
2.4 ผลค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ สำหรับ diatomite, Celite 521 ในการศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต	29
2.5 ผลค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ สำหรับ diatomite, Celite 521 ในการศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงของเวลาที่ใช้ (นาที)	30
2.6 ผลค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ สำหรับ diatomite, Celite 521 ในการศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงของเวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	31
2.7 ค่าการดูดกลืนแสงของ Sol. ⁿ Cu^{2+} 200 ppm ที่ 608 nm สำหรับ diatomite HCl – treatment / 1 g / 1 m / pH 5	32
2.8 ค่าการดูดกลืนแสงของ ของ Sol. ⁿ Cu^{2+} 200 ppm ที่ 608 nm สำหรับ diatomite H ₂ SO ₄ treatment / 1 g / 1 m / pH 5	33
2.9 ค่าการดูดกลืนแสงของ ของ Sol. ⁿ Cu^{2+} 200 ppm ที่ 608 nm สำหรับ diatomite H ₃ PO ₄ treatment / 1 g / 1 m / pH 5	34

ตาราง	หน้า
2.10 ค่าการดูดกลืนแสงของของ Sol. ⁿ Cu ²⁺ 200 ppm ที่ 608 nm สำหรับ calcined diatomite HCl - treatment / 1 g / 1 m / pH 5	35
2.11 ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐาน Cu ²⁺ , Cr ³⁺ , และ Pb ²⁺	37
2.12 ค่าการดูดกลืนแสงของ Sol. ⁿ Cu ²⁺ 10 ppm 50 ml สำหรับ diatomite HCl treatment 1 กรัม ที่ pH ต่างๆ	43
2.13 ค่าการดูดกลืนแสงของ Sol. ⁿ Cr ³⁺ 10 ppm 50 ml สำหรับ diatomite HCl treatment 1 กรัม ที่ pH ต่างๆ	44
2.14 ค่าการดูดกลืนแสงของ Sol. ⁿ Pb ²⁺ 40 ppm 50 ml สำหรับ diatomite HCl treatment 1 กรัม ที่ pH ต่างๆ	45
2.15 ค่าการดูดกลืนแสงของ Sol. ⁿ Cu ²⁺ 10 ppm 50 ml สำหรับ diatomite HCl treatment 1 กรัม ที่เวลาต่างๆ	46
2.16 ค่าการดูดกลืนแสงของ Sol. ⁿ Cr ³⁺ 10 ppm 50 ml สำหรับ diatomite HCl treatment 1 กรัม ที่เวลาต่างๆ	47
2.17 ค่าการดูดกลืนแสงของ Sol. ⁿ Pb ²⁺ 40 ppm 50 ml สำหรับ diatomite HCl treatment 1 กรัม ที่เวลาต่างๆ	48
2.18 ค่าการดูดกลืนแสงของ Sol. ⁿ Cu ²⁺ 50 ml สำหรับ diatomite HCl treatment 1 กรัม ที่ความเข้มข้นต่างๆ	49
2.19 ค่าการดูดกลืนแสงของ Sol. ⁿ Cr ³⁺ 50 ml สำหรับ diatomite HCl treatment 1 กรัม ที่ความเข้มข้นต่างๆ	50
2.20 ค่าการดูดกลืนแสงของ Sol. ⁿ Pb ²⁺ 50 ml สำหรับ diatomite HCl treatment 1 กรัม ที่ความเข้มข้นต่างๆ	51
2.21 ค่าการดูดกลืนแสงของ Sol. ⁿ Cu ²⁺ 10 ppm 50 ml สำหรับ diatomite HCl treatment ที่น้ำหนักต่างๆ	52
2.22 ค่าการดูดกลืนแสงของของ Sol. ⁿ Cr ³⁺ 10 ppm 50 ml สำหรับ diatomite HCl treatment ที่น้ำหนักต่างๆ	53
2.23 ค่าการดูดกลืนแสงของของ Sol. ⁿ Pb ²⁺ 40 ppm 50 ml สำหรับ diatomite HCl treatment ที่น้ำหนักต่างๆ	54

ตาราง	หน้า
2.24 ค่าการดูดกลืนแสงของ Sol. ⁿ Cu ²⁺ 10 ppm 50 ml สำหรับ diatomite ชนิดต่างๆ	55
2.25 ค่าการดูดกลืนแสงของ Sol. ⁿ Cr ³⁺ 10 ppm 50 ml สำหรับ diatomite ชนิดต่างๆ	56
2.26 ค่าการดูดกลืนแสงของ Sol. ⁿ Pb ²⁺ 40 ppm 50 ml สำหรับ diatomite ชนิดต่างๆ	57
3.1 ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย Cu ²⁺ , Cr ³⁺ 10 ppm และ Pb ²⁺ 40 ppm 50 ml ที่ผ่าน diatomite HCl treatment ที่ pH ต่างๆ	68
3.2 ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย Cu ²⁺ , Cr ³⁺ 10 ppm และ Pb ²⁺ 40 ppm 50 ml ที่ผ่าน diatomite HCl treatment ที่เวลาต่างๆ	71
3.3 ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย Cu ²⁺ , Cr ³⁺ และ Pb ²⁺ 50 ml ที่ผ่าน diatomite HCl treatment ที่ความเข้มข้นต่างๆ	72
3.4 ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย Cu ²⁺ , Cr ³⁺ และ Pb ²⁺ 50 ml ของ diatomite HCl treatment ที่น้ำหนักต่างๆ	74
3.5 ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย Cu ²⁺ , Cr ³⁺ และ Pb ²⁺ 50 ml สำหรับไดอะทอมไมต์ ชนิดต่างๆ	76

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
1.1 Concentration of diatoms in surface sediments of oceans the present day.	2
1.2 Sedimentological model for accumulation of diatomite in a caldera lake environment	3
1.3 SEM photomicrograph of Rio Chiquito De Las Nubes diatomite, Costa Rica	5
1.4 SEM photomicrograph of macropores of selections of diatom.(8100 ×)	5
1.5 Schematic diagram of an industrial filtration process	13
2.1 ขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพไคอะทอไมต์ด้วยกรดไฮโดรคลอริก	19
2.2 แผนผังการทำกราดทดลอง	20
2.3 ขั้นตอนการทำ calcination	21
2.4 สเปกตรัมของการดูดกลืนแสงของ $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ในช่วง 200 -800 nm	22
2.5 Calibration graph ของสารละลาย $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ที่ความยาวคลื่น 608 nm	25
2.6 ขั้นตอนการทดลองหาค่า pH ที่เหมาะสม	26
2.7 Calibration graph ของสารละลายมาตรฐานคอปเปอร์	38
2.8 Calibration graph ของสารละลายมาตรฐานโครเมียม	39
2.9 Calibration graph ของสารละลายมาตรฐานตะกั่ว	40
2.10 ขั้นตอนการศึกษาผลของ pH ต่อการดูดซับสารละลาย Cu^{2+} , Cr^{3+} และ Pb^{2+} ของ diatomite acid treatment	42
3.1 % Binding of Cu^{2+} for diatomite, Celite 521 at varies pH.	59
3.2 % Binding of Cu^{2+} for diatomite, Celite 521 at varies concentration.	60
3.3 % Binding of Cu^{2+} for diatomite, Celite 521 at varies time .	61
3.4 % Binding of Cu^{2+} for diatomite HCl treatment at varies time and conc.	62
3.5 % Binding of Cu^{2+} for diatomite H_2SO_4 treatment at varies time and conc.	63
3.6 % Binding of Cu^{2+} for diatomite H_3PO_4 treatment at varies time and conc.	63
3.7 %Binding of Cu^{2+} for diatomite acids treatment at varies time and conc.	65
3.8 %Binding of Cu^{2+} for calcined diatomite and HCl treatment at varies time and conc.	66
3.9 %Binding of Cu^{2+} for diatomite HCl treatment and calcined diatomite HCl treatment at varies time and conc.	67
3.10 %binding of Cu^{2+} , Cr^{3+} and Pb^{2+} for HCl diatomite treatment at varies pH	69

รูป	หน้า
3.11 % Binding of Cu^{2+} , Cr^{3+} and Pb^{2+} for diatomite HCl treatment at varies time	71
3.12 % Binding of Cu^{2+} , Cr^{3+} and Pb^{2+} for diatomite HCl treatment at varies conc.	73
3.13 % Binding of Cu^{2+} , Cr^{3+} and Pb^{2+} for diatomite HCl treatment at varies weight.	75
3.14 % Binding of Cu^{2+} , Cr^{3+} and Pb^{2+} for diatomite.	76
3.15 กราฟ XRD แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของแร่ไดอะทอมไมต์ชนิด (a) D และ (b) D – HCl	79
3.16 กราฟ XRD แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของแร่ไดอะทอมไมต์ชนิด (a) D – Cal. และ (b) D – HCl	80
3.17 กราฟ XRD แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของแร่ไดอะทอมไมต์ชนิด (a) D– Com. และ (b) D – HCl	81

อักษรย่อและสัญลักษณ์

μm	ไมโครเมตร
g/cm^3	กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
m^2/g	ตารางเมตรต่อกรัม
kg/m^3	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
kg/m^2	กิโลกรัมต่อตารางเมตร
mg/l	มิลลิกรัมต่อลิตร
H_2O	ความชื้น
LOI	loss on ignition
PAC	powder activated carbon
GAC	granular activated carbon
AW	ไคอะทอไมด์ชนิด acid wash
NAW	ไคอะทอไมด์ชนิด nonacid wash
ml	มิลลิลิตร
% v/v	ร้อยละ โดยปริมาตร
M	โมลาร์
min	นาที
hr.	ชั่วโมง
nm.	นาโนเมตร
Abs.	absorbance
conc.	concentration
ppm	part per million
(D)	ตัวอย่างไคอะทอไมด์จากแหล่งน้ำใจ
(D-HCl)	ตัวอย่างไคอะทอไมด์ที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยกรดไฮโดรคลอริก
(D-H ₂ SO ₄)	ตัวอย่างไคอะทอไมด์ที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยกรดซัลฟูริก
(D-H ₃ PO ₄)	ตัวอย่างไคอะทอไมด์ที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยกรดฟอสฟอริก
(D-Cal.)	ตัวอย่างไคอะทอไมด์มาผ่าน calcination ที่ 950 °C แล้วนำมาปรับปรุงคุณภาพด้วย HCl - acid treatment