การกำจัดสีในน้ำทิ้งจากห้องปฏิบัติการโดยการดูดซับด้วยกระจูดปรับสภาพ

Removal of color in wastewater from laboratory by Krajood (*Leironia articulate (Retz)* Domin)

มารียัม ดอเล๊าะ

MAREEYAM DOLOH

สีตีรอกายะ๊ะ นิสะมะแอ

SEETEERAKAYAH NISAMALE

วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

Bachelor of Science Project in Chemistry

Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

2549

ชื่อการวิจัย	การกำจัดสีในน้ำทิ้งจากห้องปฏิบัติการโดยการดูดซับด้วยกระจูดปรับสภาพ Removal of color in wastewater from laboratory by Krajood (*Leironia articulate (Retz)* Domin)
ผู้ทำวิจัย	นางสาวมารียัม ดอเล๊าะ นางสาวสีตีรอกาย๊ะ นิสะมะแอ
สาขาวิชา	เคมี

คณะกรรมการที่ปรึกษา

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ประวิทย์ เนื่องมัจฉา)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(อาจารย์ประวิทย์ เนื่องมัจฉา)

.....กรรมการ

(อาจารย์แน่งน้อย แสงเสน่ห์)

.....กรรมการ

(อาจารย์มยูร หลำสูบ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช อนุมัติให้โครงการวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

.....

(อาจารย์นงเยาว์ เทพยา)

ประธานหลักสูตรวิชาเคมี

ชื่อโครงงานวิจัย การกำจัดสีในน้ำทิ้งจากห้องปฏิบัติการโดยการดูดซับด้วยกระจูดปรับสภาพ
Removal of color in wastewater from laboratory by Krajood (*Leironia articulate (Retz)* Domin)
ชื่อผู้วิจัย นางสาวมารียัม ดอเล๊าะ
นางสาวสีตีรอกาย๊ะ นิสะมะแอ
สาขาวิชา เคมี
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ประวิทย์ เนื่องมัจฉา
ปีการศึกษา 2549

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการดูดซับสารละลายสี ประสิทธิภาพของการดูดซับสารละลายสีน้ำเงิน สีเหลือง สีชมพูของวัสดุกระจูดที่ปรับสภาพด้วยสารละลายฟอร์มัลดีไฮด์ 37 % และกรดซัลฟูริก 0.2 นอร์มัล อัตราส่วน 1:20 โดยศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้แก่ เวลาที่เข้าสู่สมดุล พีเอชของสารละลายที่เหมาะสมและพฤติกรรมการดูดซับสารละลายสี รวมทั้งเปรียบเทียบพฤติกรรมการดูดซับสารละลายสี โดยวิธีแบบแบทช์และแบบคอลัมน์ ผลจากการศึกษาพบว่า เวลาที่เข้าสู่สมดุลต่อการดูดซับสารละลายสีน้ำเงิน สีเหลืองและสีชมพู เท่ากับ 4 วัน ทั้งวัสดุที่ปรับสภาพและไม่ปรับสภาพ และพีเอชที่เหมาะสมในการดูดซับสารละลายสีน้ำเงิน สีเหลือง สีชมพูเท่ากับ 2 ทั้งวัสดุที่ปรับสภาพและไม่ปรับสภาพ และค่าความจุของวัสดุปรับสภาพและวัสดุไม่ปรับสภาพในการดูดซับสารละลายสีน้ำเงิน สีเหลือง สีชมพู โดยวิธีแบบแบทช์เท่ากับ 20.142, 16.811, 20.963 และ 14.952, 11.973, 9.189 ตามลำดับ และค่าความจุของวัสดุปรับสภาพและวัสดุไม่ปรับสภาพในการดูดซับสารละลายสีน้ำเงิน สีเหลือง สีชมพูโดยวิธีแบบคอลัมน์ มีค่าเท่ากับ 8.460, 13.071, 15.384 และ 7.629, 7.692, 8.530 ตามลำดับ ซึ่งพฤติกรรมการดูดซับสารละลายสีโดยวิธีแบบแบทช์มีประสิทธิภาพในการดูดซับได้ดีกว่าโดยวิธีแบบคอลัมน์

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ประวิทย์ เนื่องมัจฉา อย่างสูงที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่ช่วยชี้แนะข้อบกพร่องต่างๆ เป็นผลทำให้การวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณณัฐกาน กิจวิจิตร เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ที่กรุณาช่วยเหลือให้ความสะดวกและแนะนำเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิจัย เป็นผลทำให้การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินไปตามที่วางไว้

ขอขอบพระคุณบุพการีซึ่งได้ให้กำเนิดข้าพเจ้าให้การศึกษาที่ดีและเป็นกำลังใจอันสำคัญซึ่งเป็นแรงผลักดันให้การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

มารียัม ดอเล๊าะ

สีตีรอกาย๊ะ นิสะมะแอ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของการทำวิจัย	1
1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
1.3 ความเป็นมาของการดูดซับ	5
1.4 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	11
1.5 ขอบเขตของงานวิจัย	11
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	12
1.7 นิยามคำศัพท์เฉพาะ	12
บทที่ 2 วิธีการทดลอง	
2.1 เครื่องมืออุปกรณ์ และสารเคมี	14
2.2 วิธีการดำเนินการวิจัย	16
บทที่ 3 ผลการทดลอง และอภิปราย	
3.1 ผลการเตรียมวัสดุดูดซับ	19
3.1.1 ผลการปรับสภาพวัสดุดูดซับ	19
3.1.2 ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการดูดซับ	20
3.1.3 ผลการศึกษาหาค่าความจุของการดูดซับ	28
3.1.4 ผลการศึกษาพฤติกรรมการดูซับสีรีแอกทีฟด้วยเทคนิคแบบคอลัมน์	34

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 สรุปผลการทดลอง	**42**
บรรณานุกรม	44
ภาคผนวก	
ภาคผนวก (ก)	45
ภาคผนวก (ข)	50
ภาคผนวก (ค)	55

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงเครื่องมือ	15
2.2 แสดงสารเคมีและวัสดุดูดซับที่ใช้ในการวิเคราะห์	16
3.1 แสดงผลของเวลาที่เหมาะสมต่อปริมาณการดูดซับสีน้ำเงิน	20
3.2 แสดงผลของเวลาที่เหมาะสมต่อปริมาณการดูดซับสีเหลือง	21
3.3 แสดงผลของเวลาที่เหมาะสมต่อปริมาณปริมาณการดูดซับสีชมพู	22
3.4 แสดงผลของพีเอชต่อปริมาณการดูดซับสีน้ำเงิน	24
3.5 แสดงผลของพีเอชต่อปริมาณการดูดซับสีเหลือง	25
3.6 แสดงผลของพีเอชต่อปริมาณการดูดซับสีชมพู	26
3.7 แสดงค่า log X (mg/g) และ log C (mg/L) เพื่อหาค่าความจุการดูดซับสารละลายสีน้ำเงินด้วยกระจูด	28
3.8 แสดงค่า log X (mg/g) และ log C (mg/L) เพื่อหาค่าความจุการดูดซับสารละลายสีเหลืองด้วยกระจูด	30
3.9 แสดงค่า log X (mg/g) และ log C (mg/L) เพื่อหาค่าความจุการดูดซับสารละลายสีชมพูด้วยกระจูด	32
3.10 แสดงค่าความจุของการดูดซับของวัสดุดูดซับตามวิธีการดูดซับแบบแบทซ์ที่ได้จาก การคำนวณ	34
3.11 แสดงผลค่าความจุของการดูดซับสีน้ำเงินแบบคอลัมน์	35
3.12 แสดงค่าความจุของการดูดซับสีเหลืองแบบคอลัมน์	37
3.13 แสดงค่าความจุของการดูดซับสีชมพู แบบคอลัมน์	39
3.14 แสดงค่าความจุแบบคอลัมน์ของวัสดุดูดซับแต่ละชนิด	41
4.1 แสดงค่าสภาวะที่เหมาะสมต่อการดูดซับ	43

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
3.1 แสดงภาพถ่ายขนาดอนุภาคของวัสดุดูดซับ	19
3.2 แสดงผลของเวลาที่เหมาะสมต่อปริมาณการดูดซับสารละลายสีน้ำเงิน	21
3.3 แสดงผลของเวลาที่เหมาะสมต่อปริมาณการดูดซับสารละลายสีเหลือง	22
3.4 แสดงผลของเวลาที่เหมาะสมต่อปริมาณการดูดซับสารละลายสีชมพู	23
3.5 แสดงผลของพีเอชต่อปริมาณการดูดซับสารละลายสีน้ำเงิน	25
3.6 แสดงผลของพีเอชต่อปริมาณการดูดซับสารละลายสีเหลือง	26
3.7 แสดงผลของพีเอชต่อปริมาณการดูดซับสารละลายสีชมพู	27
3.8 แสดงจุดตัดบนกราฟเพื่อหาความจุการดูดซับสารละลายสีน้ำเงิน	29
3.9 แสดงจุดตัดบนกราฟเพื่อหาความจุการดูดซับสารละลายสีเหลือง	31
3.10 แสดงจุดตัดบนกราฟเพื่อหาความจุการดูดซับสารละลายสีชมพู	33
3.11 แสดงค่าความจุของการดูดซับสารละลายสีน้ำเงินแบบคอลัมน์	36
3.12 แสดงค่าความจุของการดูดซับสารละลายสีเหลืองแบบคอลัมน์	38
3.13 แสดงค่าความจุของการดูดซับสารละลายสีชมพูแบบคอลัมน์	40
1 วิธีการทดลองการหาความจุการดูดซับด้วยวิธีแบบแบทซ์สารละลายสีน้ำเงิน	46
2 วิธีการทดลองการหาความจุการดูดซับด้วยวิธีแบบแบทซ์สารละลายสีเหลือง	46
3 วิธีการทดลองการหาความจุการดูดซับด้วยวิธีแบบแบทซ์สารละลายสีชมพู	47
4 ปรับพีเอชสารละลายสีด้วยกรดซัลฟิวริก 5 M และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 M	47
5 นำกระจูดที่บดแล้วร่อนด้วยตะแกรงให้มีขนาด 1 มิลลิเมตร ถึง 180 ไมโครเมตร	48
6 วิเคราะห์หาค่าการดูดซับสารละลายสีด้วยเครื่อง UV-Visible Spectrophotometer	48
7 การชั่งตัวอย่างกระจูดด้วยเครื่องชั่ง 2 หรือ 3 ตำแหน่ง	49
8 เก็บวัสดุกระจูดปรับสภาพและไม่ปรับสภาพในโถดูดความชื้น	49

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ในทศวรรษที่ผ่านมา ประเทศไทยมีการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว มีโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ เกิดขึ้นมากมายและมีการปล่อยของเสียออกสู่สิ่งแวดล้อม ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำและทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในหลายด้านอีกด้วยอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ของประเทศประเภทหนึ่งที่สำคัญคือ อุตสาหกรรมสิ่งทอ และ ฟอกย้อมสี การล้างผ้า และ การพิมพ์ผ้า

(สุรพล คงจันทร์, 2534) โดยอาจมากถึง 1,300 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน มีผลก่อให้เกิดน้ำเสียปริมาณมากที่มีสารเคมีและสารพิษต่างๆ ซึ่งบางชนิดเป็นสารที่อาจก่อมะเร็งปนเปื้อนอยู่มากมาย เนื่องจากเทคโนโลยีปัจจุบันไม่สามารถใช้สีย้อมในกระบวนการย้อมผ้าหรือพิมพ์ผ้าได้ทั้งหมด และยังมีสีย้อมบางส่วนหลุดออกในขณะทำการซักล้างหรือปรุงแต่งวัสดุสิ่งทอ และที่สำคัญ คือ สีจากขั้นตอนของการย้อมผ้า ซึ่งมักเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีโครงสร้างซับซ้อนและ บำบัดให้หมดไปได้ยาก สีดังกล่าวยังเป็นตัวบ่งชี้ถึงสภาพของน้ำทำให้เกิดการไม่ยอมรับของผู้พบเห็นแม้ว่าในปัจจุบันสียังไม่ถูกกำหนดค่าที่ชัดเจนสำหรับใช้เป็นมาตรฐานในการปล่อยน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม แต่ในอนาคตก็มีแนวโน้มที่จะถูกกำหนดค่าที่ชัดเจนเพื่อใช้เป็นมาตรฐาน ซึ่งตามพระราชบัญญัติของกระทรวงอุตสาหกรรมที่กำหนดว่า น้ำทิ้งที่จะระบายออกนอกบริเวณโรงงานต้องอยู่ในลักษณะที่ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ (กล้าณรงค์ ศรีรอด และคณะ, 2542) ก่อนที่จะลงสู่แม่น้ำลำคลองหรือแหล่งธรรมชาติ ดังนั้นการบำบัดสีจึงเป็นปัญหาใหญ่สำหรับอุตสาหกรรมประเภทนี้

กระจูดมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Leironia articulate (Retz)* Domin เป็นไม้ล้มลุกชนิดหนึ่งและเป็นพืชในตระกูลเดียวกับกก (ตระกูล cyperaccae) ลำต้นกลมภายในกลวงและมีเยื่ออ่อนหยุ่น คั่นเป็นข้อ ๆ คล้ายลำไผ่ สีเขียวอ่อน เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1/8 -5/6 นิ้ว ความสูงของลำต้นประมาณ 1-3 เมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อม ต้นกระจูดชอบขึ้นในที่ที่มีน้ำขัง ตามหนองน้ำหรือพรุดิน ต้นกระจูดที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติจะมีขนาดเล็กและไม่ยาวนัก มีมากในจังหวัดนราธิวาส และอำเภอชะอวดจังหวัดนครศรีธรรมราช การเพาะปลูกต้องใช้เวลาประมาณ 3 ปี จึงจะโตได้ขนาด สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เมื่อถอนต้นกระจูด หน่อจะแตกต้นใหม่ขึ้นมา ส่วนใหญ่ประชาชนไม่นิยมปลูกเพราะไม่ค่อยเห็นความสำคัญ แต่ชาวบ้านมักนำต้นกระจูดที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติมาสานเป็นเสื่อ กระเป๋า แฟ้มเอกสาร หมวก เป็นต้น

นอกจากนี้ พบว่า ต้นกระจูดจะมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบ ซึ่งสามารถนำมาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมได้ คือ สามารถเป็นตัวดูดซับสีจากโรงงานฟอกย้อม (เรียม เตชะโสภณมนี , 2530) ดังนั้นจึงนำเอาต้นกระจูดที่เหลือจากการทำสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ มาปรับสภาพ เพื่อใช้ในการดูดซับสีจากโรงงานฟอกย้อม ซึ่งโครงสร้างของเซลลูโลสเมื่อผสมกับน้ำจะให้ประจุบวกซึ่งสามารถดูดติดกับสีย้อมประจุลบได้

ปัจจุบันมีวิธีการบำบัดสีในน้ำทิ้งจากโรงงานฟอกย้อม อยู่หลายวิธี เช่น การกรองด้วยแผ่นเยื่อ (membrane filtration) การใช้โอโซน (ozone treatment) การตกตะกอนด้วยสารเคมี (chemical coagulation) การแลกเปลี่ยนอิออน (ion exchange) เป็นต้น แต่วิธีการเหล่านี้ก็ยุ่งยากและต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงไม่เหมาะกับสภาพเศรษฐกิจของประเทศไทยในปัจจุบันประกอบกับความรู้และการลงทุนเกี่ยวกับการบำบัดของผู้ประกอบการมีจำกัดจึงควรจะมีการนำเทคโนโลยีที่ง่ายและประหยัดมาใช้ (สุรพล คงจันทร์, 2534)

ในจังหวัดนครศรีธรรมราชมีต้นกระจูดขึ้นอยู่จำนวนมากที่อำเภอชะอวดจึงสนใจที่จะศึกษาว่าต้นกระจูดจะมีประสิทธิภาพในการดูดซับมากน้อยเพียงใดและต้องการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมวัสดุดูดซับในการดูดซับสีจากโรงงานฟอกย้อมด้วยการนำเอาต้นกระจูดมาทำเป็นวัสดุดูดซับซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อไป

ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ จึงนำเอากระจูดมาปรับสภาพ เพื่อใช้เป็นวัสดุดูดซับสีย้อมชนิดรีแอกทีฟ จากน้ำทิ้งที่เตรียมในห้องปฏิบัติการ เพราะสามารถควบคุมความเข้มข้นของสีย้อมผ้าที่ละลายในน้ำได้ จึงมีความเป็นไปได้สูงที่เลือกกระจูด มาบำบัดสีจากน้ำทิ้ง อีกทั้งยังเป็นการนำวัสดุเหลือใช้มาใช้ให้เกิดประโยชน์อีกด้วย

1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Chang, Tung-nien . (1988) ได้ศึกษาการใช้ถ่านกัมมันต์, Alum และ Ozone ในการกำจัดสีของน้ำชะมูลฝอยจากที่กำจัดขยะซอยอ่อนนุชกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีค่าซีโอดี ระหว่าง 1,600 – 2,100 มิลลิกรัม/ลิตร พบว่า ถ่านกัมมันต์ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร มีประสิทธิภาพในการบำบัดซีโอดี 75%, Alum มีประสิทธิภาพในการบำบัดซีโอดี 72% และ Ozone ที่มีความเข้มข้น 331.2 มิลลิกรัม/ลิตร มีประสิทธิภาพในการบำบัดซีโอดี 6% สรุปได้ว่าถ่านกัมมันต์เป็นวิธีในการกำจัดสีและซีโอดีดีกว่าอีกสองวิธี

ธงชัย พรรณสวัสดิ์. (2535) ได้ศึกษาปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการกำจัดสีของน้ำเสียจากการย้อมผ้า โดยใช้กระบวนการตกตะกอนทางเคมีด้วยสารโพลีอลูมิเนียมคลอไรด์ ตัวแปรที่ทำการศึกษาได้แก่ พีเอช ปริมาณโพลิเมอร์ น้ำเสียจากสีย้อม 4 ประการ คือ ประเภทรีแอคทีฟ เอสิต ไดเร็กท์ และดีสเพิร์ส พบว่า ประสิทธิภาพในการกำจัดสีขึ้นอยู่กับประเภทของสีย้อม นั่นคือ สีไม่ละลายน้ำจะถูกกำจัดได้ง่ายกว่าสีที่ละลายน้ำได้ดีและขึ้นอยู่กับชนิดของโทนสีด้วย นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับพีเอชเช่นกัน กล่าวโดยสรุป การใช้ PAC (Powder Activated Carbon) ในการกำจัดสีจาการย้อมผ้ายังมีประสิทธิภาพที่ไม่เป็นที่พอใจและมีราคาสูงเกินไปสำหรับการนำไปใช้ในการปฏิบัติ

นภวรรณ รัตสุข. (2535) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการกรองเหล็กออกจากบ่อน้ำบาดาลสังเคราะห์ โดยการใช้ตัวกรองที่เป็นทรายไม่คัดขนาด ถ่าน และเถ้าแกลบ ผลการศึกษาพบว่า ในทุกความเข้มข้นและทุกอัตราการกรองตัวกรองที่เป็นเถ้าแกลบมีประสิทธิภาพในการกรองเหล็กดีมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ตัวกรองสามชั้น ทรายไม่คัดขนาดและถ่าน ตามลำดับ แต่ในแง่อายุการกรอง พบว่า ถ่านมีอายุการกรองที่นานมากที่สุดและเถ้าแกลบมีอายุการกรองสั้นที่สุด ดังนั้น ตัวกรองที่เหมาะสมที่สุดคือ ตัวกรอง 3 ชั้น

วิไลพร วณิชยณ์วโรดม. (2536)ได้ศึกษาการบำบัดน้ำเสียของน้ำทิ้งโรงานอุตสาหกรรมประเภทสิ่งทอโดยขบวนการดูดซับด้วนถ่านกัมมันต์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ใช้น้ำเสียสังเคราะห์ที่เตรียมจากสีย้อมประเภทรีแอกทีฟสีแดงและสีน้ำเงิน โดยเตรียมน้ำเสียให้มีค่าซีโอดีเท่ากับ 130 มิลลิกรัม/ลิตร และปริมาณสี เท่ากับ 36 มิลลิกรัม/ลิตร แล้วนำสีที่เตรียมดังกล่าวไปหาค่า Optimum Wave Length (WOL) โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer ชนิด Double Beams ปรากฏว่ารีแอกทีฟสีแดง มีค่า OWL = 507 นาโนเมตร และสีรีแอกทีฟสีน้ำเงิน มีค่า OWL = 592 นาโนเมตร ตามลำดับ ทำการทดลองให้น้ำเสียผ่านคอลัมน์ของถ่านกัมมันต์ ชนิดเกร็ด (granular activated carbon) โดยทำการทดลองที่ค่าอัตราน้ำล้นผิว (overflow rate) ต่าง ๆ ดังนี้ 1.17 , 2.34 และ 4.68 แกลลอน/ตารางฟุต/วัน ตามลำดับ พบว่า ที่อัตราน้ำล้นผิวต่ำมีประสิทธิภาพในการดูดซับสี ซีโอดี มีค่าสูงและ

อายุการใช้งานของชั้นถ่านจะมีค่ามากกว่าที่อัตราน้ำล้นผิวสูงประสิทธิภาพในการกำจัดสีและซีโอดีที่ความลึกของชั้นถ่านต่าง ๆ กัน (20 , 50 , 80 เซนติเมตร) สำหรับอัตราน้ำล้นผิว 1.17 , 2.34 , 4.68 แกลลอน/ตารางฟุต/วัน จะพบว่าที่ความลึก 80 เซนติเมตร ประสิทธิภาพในการกำจัดสีและซีโอดีจะสูงกว่าที่ความลึก 50 และ 20 เซนติเมตร เมื่อช่วงการทำงานของระบบอยู่ตัวก่อนถึงจุดอิ่มตัว

นิพนธ์ ศรีบุญเรืองและคณะ . (2538) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงแรมโดยใช้ถังเกรอะกับถังกรองไร้ออกซิเจนอิสระ โดยศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียของโรงแรมแม่โขงรอยัล จังหวัดหนองคาย ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพน้ำก่อนการบำบัดและหลังการบำบัดเป็นดังนี้ ค่าเฉลี่ยบีโอดี 124.8 และ 43.3 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยปริมาณสารแขวนลอย 88.2 และ 13.0 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN/100 มิลลิลิตร) 5.859 x 10 และ 3.227 x 10 ตามลำดับ ระบบบำบัดมีประสิทธิภาพในการลดบีโอดี ปริมาณสารแขวนลอยและ MPN/100 มิลลิลิตร ร้อยละ 52.5 , 76.8 และ 56.5 ตามลำดับ

ไพทิตย์ ธีรเวชญาน และเพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ . (2540) ได้ศึกษาการกำจัดสีย้อมรีแอคทีฟในสารละลายสีย้อม โดยการดูดซับด้วยซิลิกา-อลูมินาที่ใช้แล้ว เป็นของเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมผลิตไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ได้ถูกนำมาใช้เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับสีย้อมรีแอคทีฟ3 ตัวอย่างสี คือ สีย้อม Reactive Red 2 , Reactive Red 120 , Reactive Red 141 ซึ่งมีขนาดโมเลกุลใหญ่ขึ้นตามลำดับ และศึกษาผลของพีเอชของระบบการดูดซับ ขนาดตัวดูดซับ การเติมสารอิเล็กโตรไลท์ เวลาเข้าสมดุล และอุณหภูมิต่อการดูดซับสีย้อมรีแอคทีฟทั้ง 3 ตัวอย่างสี ด้วยซิลิกา-อลูมินาที่ใช้แล้ว พบว่า การลดลงของ pH ของระบบการดูดซับ การเพิ่มของอุณหภูมิการเพิ่มของขนาดโมเลกุลของสีย้อมรีแอคทีฟมีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับสีย้อมรีแอคทีฟ ในขณะที่การเพิ่มของขนาดของซิลิกา-อลูมินาที่ใช้แล้ว และการเพิ่มความเข้มข้นของสารอิเล็คโตรไลท์ ฝนสารละลายสีย้อมรีแอคทีฟ มีผลต่อการลดประสิทธิภาพการดูดซับสีย้อมรีแอคทีฟด้วยซิลิกา-อลูมินาที่ใช้แล้ว

อรพินท์ เอี่ยมศิริ และชื่นจิตต์ บุญเฉิด . (2541) ได้ศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมของเรซินผักตบชวาที่ปรับสภาพในการบำบัดสีย้อมผ้า การทดลองใช้น้ำเสียสังเคราะห์โทนสีน้ำเงินที่เหมือนกันในทางการค้า 3 ชนิด ได้แก่ สีเอสิด สีไดเร็กท์ และสีรีแอคทีฟ และใช้เรซินแบบต่าง ๆ ที่ปรับสภาพจากผักตบชวาในรูปวัสดุดูดซับสีทั้งหมด ได้แก่ เรซินแบบกรดแก่ เรซินแบบด่างแก่ และเรซินแบบกรดอ่อน การบำบัดสีด้วยเรซินผักตบชวา ศึกษาโดยใช้เทคนิคทางสเปกโตรโฟโตรเมตริก และพบว่า คุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดด้วยเรซินผักตบชวาแบบกรดแก่ เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรม พบว่า คุณภาพน้ำทิ้งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทุกพารามิเตอร์ ยกเว้น ค่า pH ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานด้วยสารละลายด่าง หรือปูนขาว

สมชาย เอกธรรมฤทธิ์ . (2545) ได้ศึกษาการกำจัดสีจากโรงงานย้อมผ้าโดยวิธีทางเคมี สารเคมีที่ใช้ คือ อลูมิเนียมซัลเฟต เฟอริกคลอไรด์ พร้อมทั้งเลือกใช้ถ่านกัมมันต์ ช่วยในการฟอกสี และเป็นตัวช่วยตกจะกอน ผลปรากฏว่า การใช้สารเคมีแต่ละตัวรวมกับถ่านกัมมันต์ พบว่า การใช้ AC Colmn แล้วให้น้ำเสียไหลผ่าน ให้ผลดีน่าพอใจกว่าวิธีอื่น ๆ แต่ไม่เหมาะสมในการปฏิบัติ เนื่องจากถ่านกัมมันต์มีราคาแพง

1.3 ความเป็นมาของการดูดซับ

นักวิทยาศาสตร์ได้ทราบและรู้จักมาเป็นเวลานานแล้วว่าของแข็งสามารถดูดซับก๊าซได้ เท่าที่บันทึกไว้เป็นหลักฐานในปี 1777 โดยฟอนตานา (Fontana) ได้บันทึกไว้ว่า " ถ่านหินที่ทำให้เย็นภายใต้ความดันต่ำ จะมีสมบัติดูดซับก๊าซชนิดต่าง ๆ ไว้หลายเท่า" ในเวลาใกล้เคียงกัน ชีเล (Scheele) บันทึกว่า อากาศที่ถูกไล่ออกจากถ่านโดยใช้ความร้อนจะถูกดูดซับกลับคืออีกเมื่อถ่านนั้นมีอุณหภูมิลดลง

จากการค้นพบของฟอนตานา แลชีเล ทำให้การศึกษาการดูดซับในระบบอื่น ๆ ได้เริ่มตั้งแต่นั้นมาในปี 1814 เดอ ซูส์ซัวร์ (De Saussurs) ได้เสนอแนะว่า อำนาจการดูดซับของแข็งจะขึ้นอยู่กับพื้นผิวสัมผัสระหว่างของแข็งตัวการถูกดูดซับ (adsorbate) ต่อมาในปี 1843 มิตส์เซอร์ลิส (Mitscherlich) ได้เสนอหลักฐานอย่างหนักแน่นถึงการมีอยู่จริงในรูพรุนในถ่าน เขาได้ประมาณค่ารูพรุนของถ่านว่ามีขนาด 1/2400 นิ้ว นอกจากนี้ยังสรุปว่าคาร์บอนไดออกไซด์เหลว ได้เข้าไปควบแน่นในรูพรุนด้วยความหนาแน่นประมาณ 0.05 นาโนเมตร ซึ่งเป็นสมบัติพื้นฐานของรูพรุน

ในปี 1881 เคเซอร์ (Kayser) ได้แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างการดูดซับกับการแพร่ไปในเนื้อสารหรือการดูดกลืน (absorption) ต่อมาในปี 1906 ออสต์วอสด์ (Ostwald) ก็ได้แสดงความแตกต่างระหว่างการดูดซับกับการควบแน่นในรูพรุน ต่อจากนั้นไม่นาน แมกเบน (McBain) เสนอให้ใช้ " การดูดซับ" (sorption) เป็นคำกลางเพื่อใช้แทนการดูดซับบนพื้นที่ผิวและการดูดกลืนที่สารถูกดูดซับซึมไปในเนื้อสาร อย่างไรก็ตามมีความหมายรวมถึงการควบแน่นในรูพรุนด้วย

ความรู้เกี่ยวกับการควบแน่นในรูพรุนได้ถูกได้ค้นคว้าเพิ่มเติมโดย ธอมสัน (Thomson) ซึ่งต่อมาได้รับประราชทานกิตติมศักดิ์เป็นลอร์ดเคลวิน (Lord kelrin) เขาได้แสดงให้เห็นว่าเมื่อระบบอยู่ในสมดุลความดันไอคิวที่อยู่เหนือผิวของเหลวรูปกระจกเว้าจะมีค่าน้อยกว่าความดัน ไออิ่มตัว (P^0) ที่อยู่เหนือของเหลวผิวระนาบที่อุณหภูมิเดียวกัน อย่างไรก็ตามสมการของธอมสันที่แสดงความสัมพันธ์ดังกล่าวยังไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการดูดซับโดยตรงได้ หลายปีต่อมาผู้ร่วมงานของเขาได้ปรับปรุงใหม่จนได้สมการที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ

$$RTIn\ (p/p^0) = (1/r_1 + 1/r_2)yv \quad \text{.....} (1)$$

ในเมื่อ y และ v คือแรงตึงผิวปริมาณต่อโมลของสารถูกดูดซับที่เป็นของเหลวตามลำดับ r_1 และ r_2 คือรัศมีหลัก (pricipal radii) ของผิวโค้งของเหลวที่ควบคุมแน่นในรูพรุนถ้าผิวโค้งนั้นเป็นรูปครึ่งทรงกลม $r_1 = r_2 = r$ ดังนั้นสมการ (1) จะกลายเป็น

$$RTIn\ (p/p^0) = -2yv/r \quad \text{.....} (2)$$

สมการ (2) เรียกว่า "สมการเคลวิน" ที่ใช้ทำนายค่าความดันไอสัมพันธ์ ที่จะให้เกิดการควบแน่นในรูพรุนที่มีรัศมี r

ในปี 1911 วิกมอนดี (Zsigmondu) ได้นำสมการเคลวินมาใช้กับการทดลองของแวนเบมม์เลน (Van Bemmelwn) ซึ่งได้ทดสอบมาก่อนหน้านั้นเกี่ยวกับการดูดซับน้ำบนซิลิกาเจล ซิกมอนด์ยืนยันความหนักแน่นว่า การเพิ่มของความดันไอจะทำให้จำนวนชั้นของสารถูกดูดซับ (adsorbate) บนผิวของแข็งเพิ่มขึ้น และในที่สุดจะเกิดการควบแน่นในรูพรุนและสำหรับรูพรุนขนาดเล็กจะเกิดการควบแน่นก่อนรูพรุนขนาดโตตามลำดับ และจะเป็นไปตามคำทำนายของ ลอร์ดเคลวิน

ต่อมาฟอสเตอร์ (Foster) ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมโดยเขาใช้สมการเคลสวินคำนวณการแจกแจงขนาดรูพรุนของสารซีโรเจล (Xerogel) หลายชนิด โดยใช้ข้อมูลจากการดูดซับโอโซเทอร์ (adsorption isotherm) ฟอสเตอร์ได้ย้ำถึงความสำคัญของฟิล์มบาง ๆ ที่เกาะในผนังรูพรุนก่อนที่จะมีการควบแน่นเกิดขึ้นและเมื่อระบบเกิดการคายซับ (desorption) โดยการลดความดันไอสัมพันธ์ ฟิล์มนี้จะเป็นร่องรอยเหลือทิ้งไว้เช่นกันดังนั้นการคำนวณการแจกแจงขนาดของรูพรุนจำเป็นต้องนำเอาความหนาของฟิล์มนี้มาเกี่ยวข้องด้วย อย่างไรก็ตามองค์ความรู้และเครื่องมือในสมัยของฟอสร์ยังไม่ดีพอเช่นปัจจุบัน ดังนั้นในการคำนวณหาความหนาของฟิล์มจึงให้ผลไม่แน่นอน

ในปี 1938 บรูเนาเออร์ เอมเมตต์ และเทลเลอร์ (Brunauer Emetter and Tellerr) ได้เสนอวิธีคำนวณพื้นที่ที่ผิวเฉพาะ และความหนาของฟิล์มดูดซับ ซึ่งปรากฏว่า ได้ผลดีเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป และนิยมเรียกกันว่า " วิธีบีอีที " (BET Method) หลังจากนั้นเป็นต้นมา งานศึกษาค้นคว้า

เกี่ยวกับโครงสร้าง รูปร่าง และขนาดของรูพรุนได้กระทำกันอย่างกว้างขวาง ทั้งนี้เป็นผลสืบเนื่องจากสมการเคลวินและสมการบีอีทีควบคู่กัน

ในปี 1950 คูบินิน (Dobinin) และเพียร์ซ (Pierce) ต่างคนต่างเสนอพฤติกรรมของรูพรุนจุลภาค (micropore) กับสารดูดซับ (adsorbent) ซับมีค่าสูงเนื่องจากรูพรุนมีขนาดเล็กมากจนเป็นเหตุให้เกิดการควบแน่นได้ที่ความสัมพันธ์ต่ำ

นับตั้งแต่ซิกมอนดีได้เผยแพร่การทดลองเป็นต้นมา การค้นคว้าและวิจัยเกี่ยวกับการดูดซับได้กระทำอย่างกว้างขวางและแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาพื้นที่ผิวการควบแน่นในรูพรุนและปรากฏการดูดซับฮีสเทอรีซีส (adsorption hysteresis) ได้ให้ความสนใจกันเป็นพิเศษ ในปัจจุบันมีทฤษฎีใหม่ ๆ เกี่ยวกับการดูดซับขึ้นมาก ดังจะได้นำเสนอต่อไป

1.3.1 นิยามการดูดซับ

เมื่อวัตภาคสองวัตภาค (วัตภาคหนึ่งต้องเป็นของเหลวหรือก๊าซ) มาสัมผัสซึ่งกันและกันแล้วทำให้ความเข้มข้น หรือจำนวนอนุภาคต่อหน่วยปริมาตร บริเวณผิวสัมผัสแตกต่างไปจากองค์ประกอบของวัตภาคในส่วนที่ห่างบริเวณผิวสัมผัสหรือรอยต่อออกไปปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ เรียกว่า การดูดซับ (adsorption) และจะเกิดขึ้นได้ในทุกสภาวะของระบบไม่ว่าจะเป็นสภาวะที่สมดุลหรือสภาวะของการเปลี่ยนแปลง วัตภาคที่มีอนุภาคของสารอีกวัตภาคหนึ่งสะสมอยู่เป็นบริเวณรอยต่อเรียกว่า สารดูดซับ และวัตภาคที่ปล่อยให้อนุภาคของมันเองไปสะสมในวัตภาคอื่น เรียกว่า สารถูกดูดซับ

ในระบบทั่วไป สารถูกดูดซับมักจะเกาะอยู่บริเวณพื้นที่ผิว หรือรอยต่อระหว่างวัตภาคเท่านั้น แต่ก็มีบางระบบที่สารถูกดูดซับสามารถทะลุทะลวงเข้าไปในเนื้อ หรือในโครงสร้างของสารดูดซับจนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบางประการ เช่น เละ เหลว หรือ ฉ่ำไปด้วยสารถูกดูดซับ ปรากฏการณ์ตามลักษณะนี้เรียกว่า การดูดกลืน (adsorption) การดูดกลืนและการดูดซับมีข้อแตกต่างกัน 3 ประการ คือ

1. การดูดซับจะเกิดขึ้นเฉพาะที่ผิวของสารดูดซับ แต่การดูดกลืนจะมีการทะลุทะลวงของสารถูกดูดกลืนเข้าไปในเนื้อของสารถูกดูดกลืน ทำให้สารถูกดูดกลืนมีสภาพผิดไปจากเดิม เช่น เกิดการพองตัว บิดเบี้ยว และเหลว หรือ เปลี่ยนสภาพเป็นอย่างอื่น

2. ขบวนการดูดซับสามารถทำด้วยหลายวิธีการ " คายซับ " (desorption) ซึ่งเป็นกรรมวิธีง่าย ๆ เช่น การให้ความร้อนหรือการลดความดัน การดูดกลืนบางระบบอาจใช้เวลาหลายเดือนกว่าขบวนการจะสิ้นสุด

3. ขบวนการดูดซับมักจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและสิ้นสุดในระยะเวลาอันสั้นแต่ขบวนการดูดกลืนจะใช้เวลานานกว่าหลายเท่าตัวการดูดกลืนบางระบบอาจใช้เวลาหลายเดือนกว่าขบวนการจะสิ้นสุด

การดูดซับและการดูดกลืนสามารถเกิดควบคู่กันได้ในระบบเดี่ยวกัน ทั้งนี้จะเกิดขึ้นกับธรรมชาติของสารในระบบและสภาพแวดล้อม และมักจะใช้คำกลาง ๆ เรียกกันว่า การดูดซับ คำนี้จะพบบ่อย ๆ เมื่อศึกษาเรื่องการควบแน่นในรูพรุน (capillary condensation) ไอออนเอกซ์เชนจ์ (ionexchange) และโครมาโตกราฟี (chromatography)

ในระบบบางระบบอาจจะมีปัญหาเกี่ยวกับการตัดสินใจว่า ระบบเป็นระบบของการดูดซับแต่เพียงอย่างเดียว หรือว่า การดูดซับ (sorption) แบ่งอยู่ด้วยกัน เช่น การเกิดออกไซด์ของโลหะเมื่อมีชั้นโมเลกุลของออกไซด์ที่สร้างอยู่บนพื้นผิวของโลหะในบรรยากาศของออกซิเจน หรือเมื่อชั้นของคาร์บอเนตสร้างขึ้นบนผิวของออกไซด์ในบรรยากาศของคาร์บอนมอนนอกไซด์ เป็นต้น ระบบตามลักษณะดังกล่าวนี้น่าเรียกว่า " การดูดซับ " (adsorption) จึงจะเหมาะสมที่สุด แต่เท่าที่ตรวจสอบโดยทั่วไปเรียกว่า "การดูดซับ" (adsorption) แต่ในทางตรงกันข้ามเมื่ออธิบายถึงการรับโมเลกุลของน้ำของสารกรองโมเลกุลบางอย่าง เช่น ลินด์ 3 เอ (lindr 3A) คำว่า การดูดจับ กลับเป็นคำที่นำมาใช้ แต่โดยแท้จริงโมเลกุลของน้ำจะถูกขังไว้ในรูพรุนซึ่งเกิดจากการจัดเรียงตัวของสารกรองโมเลกุลเท่านั้น โมเลกุลของน้ำไม่สามารถทะลุทะลวงเข้าไปในเนื้อ หรือโมเลกุลของสารกรองโมเลกุลได้เลย

1.3.2 พฤติกรรมการดูดซับ

การดูดซับ (adsorption) คือ กระบวนการที่เกิดขึ้นระหว่างเฟส 2 เฟส โดยเกิดอันตรกิริยาที่ผิวสัมผัส (interface) ซึ่งเป็นพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างของเหลวและแก๊ส ของแข็งและแก๊ส ของแข็งและของเหลว ของเหลวและของเหลว สารที่ผิวเกิดการดูดซับขึ้น เรียกว่า วัสดุดูดซับ (adsorbent) ส่วนสารที่ถูกดูดซับ เรียกว่า ตัวดูดซับ

พฤติกรรมการดูดซับที่เกิดขึ้นระหว่างวัสดุดูดซับกับตัวถูกดูดซับสามารถจำแนกได้ 4 ชนิด คือ

ก. การดูดซับทางกายภาพ (physical adsorption) เกิดจากการดูดซับโดยมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลอย่างอ่อนๆ เป็นแรงที่ไม่กำหนดทิศทาง เช่น แรงแวนเดอร์วาลส์ หรือ พันธะไฮโดรเจนซึ่งมีทิศทาง และพบว่าไม่มีพลังงานกระตุ้นเข้ามาเกี่ยวข้อง ความร้อนของการดูด ซับมีค่าน้อย สามารถกำจัดตัวถูกดูดซับออกจากผิวของวัสดุดูดซับได้ง่าย และอาจเกิดการดูดซับแบบเชิงซ้อนได้หลายชั้น

ข. การดูดซับทางเคมี (chemical adsorption) เกิดขึ้นเมื่อตัวดูดซับทำปฏิกิริยาต่อกัน ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีจากตัวถูกดูดซับเดิม คือมีการทำลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมหรือกลุ่มอะตอมเดิมแล้วมีการจัดเรียงอะตอมใหม่ เป็นสารประกอบใหม่ขึ้นโดยมีพันธะเคมี ซึ่งเป็นพันธะที่แข็งแรงมีพลังงานกระตุ้นข้ามาเกี่ยวข้อง ความร้อนของการดูดซับสูง การกำจัดตัวถูกดูดซับออกจากผิววัสดุดูดซับจะทำได้ยาก และการดูดซับจะเป็นการดูดซับแบบชั้นเดียว (monolayer)

ค. การดูดซับแบบแลกเปลี่ยน (exchange adsorption) เกิดเมื่อตัวถูกตัวซับและวัสดุดูดซับมีประจุและเกิดแรงดึงดูดระหว่างตัวถูกดูดซับที่เป็นไอออนที่มีประจุกับวัสดุดูดซับที่มีประจุตรงข้ามหรือเกิดเนื่องจากการแทนที่ประจุที่อยู่ที่ผิวของวัสดุดูดซับกับไอออนของตัวดูดซับ

ง. การดูดซับแบบเจาะจง (specific adsorption) เกิดขึ้นเนื่องจากมีแรงยึดเหนี่ยวของโมเลกุลตัวถูกดูดซับกับวัสดุดูดซับที่มีหมู่ฟังก์ชันอยู่บนผิว

1.3.3 วิธีการดูดซับ

1.3.3.1 วิธีการดูดซับแบบแบทซ์ (batch)

วิธีการศึกษาการดูดซับแบบแบทซ์หรือแบบถังแช่สามารถทำให้วัสดุดูดซับกับตัวถูกดูดซับถึงจุดสมดุลได้โดยแบบแช่ตั้งทิ้งไว้ ซึ่งต้องใช้เวลานาน แต่ถ้าทำการเขย่าจะให้สารละลายถึงสมดุลเร็วขึ้น อุณหภูมิจะมีผลต่อการดูดซับแบบนี้

1.3.3.2 วิธีการดูดซับแบบคอลัมน์ (column)

การดูดซับแบบคอลัมน์โดยนำวัสดุดูดซับมาบรรจุในคอลัมน์แล้วผ่านสารละลายของตัวถูกดูดซับลงไปปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับได้แก่ อัตราการไหล ขนาดของคอลัมน์ ความสูงของวัสดุที่บรรจุ พบว่าการดูดซับในช่วงแรกของคอลัมน์จะมีปริมาณมากกว่าในช่วงท้าย ในการศึกษาการดูดซับแบบต่อเนื่องจะมีประสิทธิภาพของการดูดซับดีกว่าแบบแบทซ์ เนื่องจากสารละลายของตัวถูกดูดซับจะสัมผัสกับวัสดุได้นานกว่า

1.3.4 สีรีแอคทีฟ (reactive dyes)

สีรีแอคทีฟเป็นสีย้อมประเภทหนึ่งที่ใช้ย้อมไหมได้ผลดี แม้จะมีความสดใสของสีสูงเท่าสีเบสิคและสีแอสิคก็ตาม แต่ให้สมบัติเกี่ยวกับความคงทนต่อแสงและการขัดถูอยู่ในเกณฑ์ที่ดี มีความคงทนต่อการซัก ฟองมาก เหมาะสำหรับย้อมชิ้นงานพิเศษ ระดับสีอ่อนมาก ๆ จนถึงระดับสีปานกลางที่ต้องการเน้นสมบัติบางอย่าง เป็นประเภทสีที่ย้อมง่ายแต่การปรับเทียบสีให้เหมือนกับสีตัวอย่างตามใบสั่งค่อนข้างยุ่งยากและผิดพลาดง่ายกว่าการย้อมไหมด้วยประเภทอื่น

สีรีแอคทีฟสามารถละลายน้ำได้โดยตรง การละลายจะง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้นในน้ำร้อน โครงสร้างของโมเลกุลของสีประเภทนี้โดยทั่วไปจะประกอบด้วยตัวสี (chromophore group) และกลุ่มปฏิกิริยา (reactive group) ตัวสีจะทำหน้าที่เกี่ยวกับการเกิดสี สมบัติในการละลาย สมบัติที่เกี่ยวกับการย้อม และความคงทนต่อสภาวะแวดล้อมบางอย่างเป็นสำคัญ สำหรับกลุ่มปฏิกิริยาเป็นกลุ่มที่สามารถทำปฏิกิริยาเคมี ยึดจับเป็นการถาวร (permanent covalent linkage) กับหมู่อะมิโน (side chain amino group) ในโครงสร้างโมเลกุลของเส้นใยไหมและขนสัตว์ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อความคงทนต่อการซักฟอกและการขัดถู เป็นต้น กลุ่มปฏิกิริยา (reactive group) ดังกล่าว นอกจากจะทำปฏิกิริยากับเส้นใยโปรตีนแล้วยังสามารถทำปฏิกิริยาได้กับหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl group) ของเส้นใยเซลลูโลสและน้ำได้ดีด้วยอย่างไรก็ดีโอกาสที่จะทำปฏิกิริยากับน้ำบันว่าน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับที่เกิดกับเส้นใยต่าง ๆ หากทำการย้อมด้วยวิธีการที่ถูกต้องและอาศัยกลไกต่าง ๆ สำหรับการย้อมสีที่เหมาะสม

การย้อมไหมด้วยสีรีแอคทีฟ สามารถกระทำได้ทั้งในสภาวะเป็นกรดและเป็นด่าง การย้อมไหมในสภาวะที่เป็นกรดไม่แนะนำให้ปฏิบัติ เพราะไม่เกิดผลดีเท่าที่ควรและที่สำคัญคือต้นทุนเกี่ยวกับสีย้อมและกรดสูงมาก การย้อมไหมในสภาวะเป็นด่างแม้จะเป็นการเสี่ยงต่อความเสี่ยงต่อความเสียหายอยู่บ้าง แต่หากได้ทำการควบคุมสภาวะต่าง ๆ ให้รัดกุมก็จะเป็นผลดีและประหยัดมากกว่าการย้อมไหมด้วยสีรีแอคทีฟในสภาวะเป็นด่างมีวิธีการดูดซึมเข้าสู่ภายในเส้นใย (exhaustion) การผนึกสี (fixation) และการซักล้าง กำจัดสีส่วนเกิน (soaping) ตามลำดับ เว้นแต่ต้องใช้สภาวะเป็นด่างในช่วงทำการผนึกสี (fixation) ต่ำกว่ามากเพื่อลดอันตรายที่สามารถเกิดขึ้นกับเส้นไหม

1.3.5 ต้นกระจูด เมื่อถอนไปใช้แล้ว ก็จะแตกต้นใหม่ขึ้นมาแทนที่หมุนเวียนกัน ทำให้ใช้ประโยชน์ได้ตลอดทั้งปี ก่อนที่จะนำกระจูดไปสานเสื่อหรือทำผลิตภัณฑ์ใด ๆ นั้น จะต้องนำไปผึ่งแดดให้แห้งสนิท แล้วจึงทุบให้แบนด้วยสากตำข้าวหรือบดด้วยล้อขนาดใหญ่ หากต้องการให้มีสีสันก็ต้องนำไปย้อมสีก่อนนำมาสาน ปัจจุบันผลิตภัณฑ์กระจูดมีหลายรูปแบบ โดยทั่วไปจะนิยมเอาลำต้นกระจูดมาสานเสื่อปูรองนั่งที่เรียกกันว่า 'เสื่อกระจูด' หรือ 'สาดกระจูด' การสานเสื่อกระจูดโดยทั่วไปนิยมสานลวดลาย มาตรฐาน คือ ลายขัดสอง หรือลายขัดสาม นอกจากนั้นก็มีการพัฒนาดัดแปลงลวดลายการสานออกไปอีก เช่น ลายลูกแก้ว ลายดาวล้อมเดือน ลายดอกจันทร์ ลายก้านต่อดอก ลายโคม ลายแก้วเนื่อง ลายแก้วบ้านดอน ลายตัวหนังสือ เป็นต้น นอกจากนั้นยังสายกระเป๋าเครื่องใช้ต่าง ๆ ใช้ทำใบเรือ ทำเชือกผูกมัด และที่ใช้กันมากคือ ทำกระสอบหุ้มห่อวัตถุ ต่าง ๆ กระสอบกระจูดนี้ถือกันว่ามีคุณภาพดีกว่ากระสอบที่ทำจากต้นกกหรือพืชชนิดอื่น ๆ นิยมใช้กระสอบกระจูดใส่เกลือ ข้าวเปลือก ข้าวสาร ถ่านไม้ และอื่น ๆ อีกมาก นอกจากนี้ยังได้มีการสานกระจูดเป็นสินค้าที่ระลึกอื่น ๆ อีกมากมาย อาทิ กระเป๋าถือ ซองใส่นามบัตร ฯลฯ เสื่อกระจูด ที่มีความสวยงามคือ เสื่อจูดประเภทลวดลายสีสันต่าง ๆ อันเป็นเอกลักษณ์ของเสื่อทางภาคใต้ ซึ่งได้มีการอนุรักษ์และส่งเสริมให้มีการผลิตมากขึ้น เพื่อสืบทอดงานศิลปหัตถกรรมพื้นบ้านและเป็นอาชีพเสริม ทำรายได้ให้ครอบครัวในชนบท

1.4 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.4.1 เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการดูดซับสีด้วยวัสดุกระจูดที่ปรับสภาพ

1.4.2 เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพของการดูดซับสีโดยใช้วัสดุที่ปรับสภาพ

1.4.3 เพื่อศึกษา หาค่าความจุของการดูดซับ

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 การกำจัดสีย้อมโดยการดูดซับด้วยต้นกระจูด โดยนำตัวอย่างต้นกระจูด จากหมู่บ้านเคร็ง ตำบล เคร็ง อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช

1.5.2 ใช้น้ำเสียที่เตรียมจากห้องปฏิบัติการ

1.5.3 ใช้ต้นกระจูดที่มีลักษณะสีเขียว และมีความสูงที่ไล่เลี่ยกันหรือเท่ากันในการเตรียมวัสดุดูดซับ

1.5.4 ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่าง พฤษภาคม 2549- ตุลาคม 2549

1.5.5 สารละลายสีน้ำเงิน สีเหลืองและชมพู

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เป็นแนวทางให้เกิดการประยุกต์ใช้วัสดุเหลือทิ้งซึ่งมีคุณสมบัติในการดูดซับสีจากโรงงาน

1.6.2 เป็นการเพิ่มคุณค่าจากกระจูดที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรให้มากขึ้น

1.6.3 ทราบถึงเทคนิคในการปรับสภาพวัสดุดูดซับจากโรงงานน้ำทิ้ง

1.6.4 สามารถฝึกอบรมและพัฒนานักวิจัยให้มีประสบการณ์ในด้านอุตสาหกรรมเคมีเพิ่มขึ้น

1.7 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

1.7.1 การดูดซับ หมายถึง กระบวนการที่เกิดขึ้นระเฟส 2 เฟส พื้นที่ผิวของสารอาจเป็นระหว่างของกับของเหลว สารที่พื้นที่ผิวเกิดการดูดซับ เรียกว่า ตัวดูดซับ (adsorbant) ส่วนสารที่ถูกดูดซับ (adsorbate) พฤติกรรมการดูดซับระหว่างตัวดูดซับกับตัวถูกดูดซับที่พบมากได้แก่ การดูดซับทางกายภาพ (physical Adsorption) และการดูดซับทางเคมี (chemical Adsorption)

1.7.2 สีรีแอคทีฟ (reactive dye) หมายถึง สีที่สามารถละลายน้ำได้โดยตรง การละลายจะง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้นในน้ำร้อนโครงสร้างของโมเลกุลของสีประเภทนี้โดยทั่วไปจะประกอบด้วยตัวสี (chromophore group) และกลุ่มปฏิกิริยา (reactive group) ตัวสีจะทำหน้าที่เกี่ยวกับการเกิดสี สมบัติในการละลาย สมบัติที่เกี่ยวกับการย้อม และความคงทนต่อสภาวะแวดล้อมบางอย่างเป็นสำคัญ สำหรับกลุ่มปฏิกิริยาเป็นกลุ่มที่สามารถทำปฏิกิริยาเคมี ยึดจับเป็นการถาวร (permanent covalent linkage) กับหมู่อะมิโน (side chain amino group) ในโครงสร้างโมเลกุลของเส้นใยไหมและขนสัตว์ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อความคงทนต่อการซักฟอกและการขัดถู เป็นต้น

1.7.3 เซลลูโลส (cellulose) หมายถึง คาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นพอลิเมอร์ชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยมอนอเมอร์ของเซลลูโลส สูตรทั่วไปคือ ($C_6H_{10}O_5$) cellulose เป็นส่วนประกอบหลักของผนังเซลล์พืช เราสามารถนำเซลลูโลสมาใช้ประโยชนได้หลายรูปแบบ เช่น ทำเป็นกระดาษ ไหมสังเคราะห์ และการดูดซับสีย้อม เป็นต้น

1.7.4 กระจูด เป็นชื่อไม้ล้มลุกชนิดหนึ่ง ลำต้นกลมภายในกลวงและมีเยื่ออ่อนหยุ่นคั่นเป็นข้อ ๆ ชอบขึ้นตามหนองน้ำและพรุดิน มีมากในจังหวัดนราธิวาสซึ่งชาวบ้านนำเอามาสานเป็นเสื่อ เพื่อใช้ในการปูนั่งหรือนอน เมื่อสมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ ได้เสด็จพระราชดำเนินไปทรงเยี่ยมราษฎรที่บ้านกูแบยามู ตำบลตันหยงมัส อำเภอระแงะ จังหวัดนราธิวาส ในปี 2516 ชาวบ้านได้นำเอาเสื่อกระจูดมาปูลาดพระบาท ได้ทอดพระเนตรเห็น จึงมีความสนพระทัยตรัสถาม ว่า เสื่อกระจูดนี้ทำกันที่ไหน และต้นกระจูดมีมากหรือไม่

1.7.5 ฟอร์มัลดีไฮด์ (formaldehyde) เป็นก๊าซไวไฟที่ไม่มีสีและมักอยู่ในรูปน้ำยาฟอร์มาลีนที่ผสมเมทานอลเป็นตัวเพิ่มความเสถียร ฟอร์มาลีนใช้เป็นน้ำยาฆ่าเชื้อโรค น้ำยาระงับเชื้อและใช้น้ำยาแช่เพื่อคงสภาพเนื้อเยื่อ และใช้เป็นน้ำยาฉีดศพ ในร่างกายฟอมัลดีไฮด์ถูกเมทาบอไลส์อย่างรวดเร็วให้ฟอร์เมตตัวมันเองเป็นเมทาบอไลส์ของเมทานอล ไม่ค่อยพบความเป็นพิษเฉียบพลันจากฟอร์มัลดีไฮด์ แต่ในผู้ใหญ่ถ้าได้รับฟอร์มาลีน 30 มิลลิลิตร อาจทำให้ถึงตายได้

1.7.6 กรดซัลฟิวริก (sulfuric acid) เป็นของเหลว ใส ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น เป็นกรดแก่ เข้ากันได้กับน้ำและแอลกอฮอลล์ ความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 1.84 จุดเดือดเท่ากับ 290 องศา จุดหลอมเหลว/จุดเยือกแข็งเท่ากับ 10.5 องศา กรดนี้จะใช้ในอุตสาหกรรมปิโตรเลียม สีย้อม กระดาษหนัง เป็นส่วนประกอบของสารทำความสะอาดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเคมี

1.7.7 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) เป็นของแข็ง (ผง แผ่น เกล็ดหรือเม็ด) สีขาว ไม่มีกลิ่น ดูดความชื้นและคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ ละลายได้ในน้ำ แอลกอฮอลล์และกลีเซอรอล ใช้ในอุตสาหกรรมเคมี rayon และ cellophane เป็นสารปรับสภาพในกระบวนการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม ผงซักฟอก สบู่ อุตสาหกรรมสิ่งทอ ใช้ในการทำน้ำมันพืชให้บริสุทธิ์ ใช้ผลิตยางจากยางเก่า ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เป็นสารเคมีใช้ในห้องปฏิบัติการ

1.7.8 กรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) เป็นของเหลว ใส มีไอสีเหลืองอ่อนหรือไม่มีสี มีกลิ่นฉุน ละลายได้ในน้ำและเอทานอล ใช้ในการผลิตคลอไรด์และไฮโดรคลอไรด์ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทางเคมีและตัวทำละลายในการสังเคราะห์อินทรีย์สาร

บทที่ 2
วิธีการทดลอง

2.1 เครื่องมืออุปกรณ์ และสารเคมี

2.1.1 เครื่องมือ

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยแสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงเครื่องมือ

ลำดับที่	ชื่อเครื่องมือ	ยี่ห้อ	รุ่น
1	พีเอชมิเตอร์	Oriomn	1260
2	เครื่องอัลตราไวโอเลตและวิซิเบิลสเปกโตรสโกปี	Perkin Elmer	Lamda 12
3	ตะแกรง ขนาด 1-180 เมช	-	-
4	โถดูดความชื้น	Hotpack	352602
5	ตู้ควัน	Major	-
6	เครื่องชั่ง 3 ตำแหน่ง	Metler Toledo	BP 1520

2.1.2 อุปกรณ์

1. บีกเกอร์
2. กระบอกตวง
3. ปิเปตต์
4. ขวดปรับปริมาตร
5. กระดาษชั่งสาร
6. หลอดหยด
7. ขวดน้ำกลั่น
8. บิวเรตต์
9. ที่วางหลอดทดลอง
10. แท่งแก้วคน
11. หลอดทดลอง
12. สแตน
13. ถุงน้ำเกลือ
14. กระดาษลิตมัส
15. กระบอก-เข็มฉีดยา
16. ฟลอยปิด
17. ฟลาสก์

2.1.3 สารเคมีและวัสดุดูดซับ

สารเคมีและวัสดุดูดซับที่ใช้ในการวิจัยแสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงสารเคมีและวัสดุดูดซับที่ใช้ในการวิเคราะห์

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	สูตรเคมี	เกรด	บริษัท
1	โซเดียมไฮดรอกไซด์	NaOH	AR	MERCK
2	กรดซัลฟูริก	H_2SO_4	AR	MERCK
3	กรดไฮโดรคลอริก	HCl	AR	MERCK
4	ฟอมัลดีไฮด์	-	AR	MERCK
5	กระจูด	-	-	-
6	สารละลายสี	-	-	-

2.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

2.2.1 การปรับสภาพวัสดุดูดซับ

นำต้นกระจูดมาหั่นให้มีขนาดเล็กกว่า 1 นิ้ว นำไปตากแดด 3 วัน อบต่อให้แห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมงในเตาอบ นำไปบดให้เป็นผง นำเนื้อกระจูดที่บดแล้วไปร่อนด้วยตะแกรงให้มีขนาด 1 มิลลิเมตร ถึง 180 ไมโครเมตร แล้วนำมาปรับสภาพด้วยวิธีดังนี้

- ปรับสภาพด้วยสารละลายฟอร์มัลดีไฮด์ 37 % และกรดซัลฟูริก 0.2 นอร์มัล อัตราส่วน 1:20 (วัสดุดูดซับปรับสภาพด้วยฟอร์มัลดีไฮด์)

- นำผงกระจูดมาแช่ในสารละลายฟอร์มัลดีไฮด์ 37 % และกรดซัลฟิวริก 0.2 นอร์มัล อัตราส่วน 1:20 เปลี่ยนสารละลายใหม่ทุกชั่วโมงจนกระทั่งสารละลายที่แช่นี้ไม่มีสีเหลืองหรือสีน้ำตาลจากวัสดุดูดซับ จากนั้นนำมาแช่ในน้ำกลั่นต่อ เปลี่ยนน้ำกลั่นที่แช่เรื่อย ๆ จนกระทั่งพีเอช ของน้ำกลั่นที่แช่ไม่ต่ำกว่าพีเอชเท่า 6 แล้วนำมาอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมงในเตาอบ และเก็บวัสดุดูดซับที่ปรับสภาพแล้วไว้ใน desiccator

2.2.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการดูดซับ

2.2.2.1 เวลาในการดูดซับ

นำกระจูดที่ปรับสภาพและไม่ปรับสภาพ 0.25 กรัม และสารละลายสี ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ส่วนฟลาสก์ควบคุมจะมีเพียงสารละลายสีเพียงอย่างเดียว โดยแต่ละชุดการทดลองจะทำ 3 ซ้ำ ทุกฟลาสก์จะถูกนำไปแช่ทิ้งไว้ โดยใช้เวลาในการดูดซับที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 วัน และเก็บตัวอย่าง 6 มิลลิลิตร โดยใช้เข็มฉีดยา หาค่าดูดกลืนแสงในแต่ละตัวอย่างโดยใช้เครื่อง UV-Visible Spectrophotometer

2.2.2.2 พีเอชของสารละลายที่เหมาะสมต่อการดูดซับ

นำกระจูดที่ปรับสภาพที่ดีที่สุดมาใช้เป็นวัสดุดูดซับสารละลายสีที่พีเอช 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 ทำการปรับพีเอช โดยสารละลายกรดซัลฟิวริก 5 โมลาร์ และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 โมลาร์ ซึ่งไม่ทำให้สีของสารละลายสีเปลี่ยน ทำการดูดซับในฟลาสก์ ซึ่งแต่ละ ฟลาสก์จะประกอบด้วย กระจูดปรับสภาพและไม่ปรับสภาพ 0.25 กรัม และสารละลายสีความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ส่วนฟลาสก์ควบคุมจะมีเพียงสารละลายสีเพียงอย่างเดียว โดยจะทำการปรับพีเอช ให้เท่ากับ พีเอชของระบบของฟลาสก์ทดลอง แต่ละชุดทดลองจะทำ 3 ซ้ำ เก็บตัวอย่าง 6 มิลลิลิตร โดยใช้เข็มฉีดยา จากเวลาที่ดีที่สุดในการดูดซับ หาค่าดูดกลืนแสงในแต่ละตัวอย่างโดยใช้เครื่อง UV-Visible Spectrophotometer

2.2.3 ศึกษาหาค่าความจุของการดูดซับ

นำกระจูดที่ปรับสภาพที่ดีที่สุด ขนาดที่เหมาะสมที่สุด และ pH ของระบบที่ดีที่สุดมาทำการดูดซับที่อุณหภูมิห้อง เพื่อศึกษาหา Absorption Isotherm โดยแต่ละฟลาสก์ทดลองจะประกอบด้วยวัสดุดูดซับปรับสภาพและไม่ปรับสภาพน้ำหนัก 0.25 กรัมและสารละลายสี ความเข้มข้น 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 275, 300, 350, 400, 450, 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ฟลาสก์ควบคุมประกอบด้วยสารละลายสีเพียงอย่างเดียว แต่ละชุดทดลองจะทำ 3 ซ้ำ ทุกฟลาสก์จะถูกนำไปแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 1, 2, 3, 4, 5 วันที่อุณหภูมิห้อง เก็บตัวอย่าง 6 มิลลิลิตรโดยใช้เข็มฉีดยา หาค่าการดูดกลืนแสงของแต่ละตัวอย่างโดยใช้เครื่อง UV-visible spectrophotometer แล้วแปลงเป็นค่าความเข้มข้นสีโดยใช้สมการจากกราฟมาตรฐานเพื่อนำไปปรับให้เข้ากับสมการ Absorption Isotherm เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ ต่าง ๆ

2.2.4 การศึกษาพฤติกรรมการดูดซับสีรีแอคทีฟด้วยเทคนิคแบบคอลัมน์

ในการศึกษาแบบคอลัมน์ได้ทำการบรรจุวัสดุดูดซับแต่ละชนิดลงในคอลัมน์ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร โดยแต่ละคอลัมน์บรรจุสูง 10 เซนติเมตร พร้อมทั้งชั่งและจดน้ำหนักวัสดุด้วยเครื่องชั่ง 3 ตำแหน่ง และใช้อัตราการไหล (flow rate) 5 มิลลิลิตรต่อนาที

2.2.4.1 วิธีการทดลองการหาความจุการดูดซับด้วยวิธีแบบคอลัมน์

เตรียมสารละลายสีชมพู สีน้ำเงิน สีเหลืองอ่อนให้มีความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ผ่านลงในคอลัมน์ที่บรรจุด้วยตัวดูดซับกระจูดที่ปรับสภาพและไม่ปรับสภาพ โดยควบคุมอัตราการไหล 5 มิลลิลิตรต่อนาที และเก็บสารละลายส่วนที่ผ่านออกมาครั้งละ 50 มิลลิลิตร นำไปวิเคราะห์หาค่าการดูดซับสีด้วยเครื่อง UV-Visible Spectrophotometer เก็บสารละลายที่ผ่านออกมาจนกระทั่งมีความเข้มข้นเท่ากับความเข้มข้นของสารละลายเริ่มต้นจึงนำข้อมูลที่ได้ไปพล๊อตกราฟระหว่าง C_A/C_{A0} กับปริมาตรของสารละลายที่ผ่านออกมาหรือเวลา

บทที่ 3
ผลการทดลองและอภิปราย

3.1 ผลการเตรียมวัสดุดูดซับ

3.1.1 ผลการปรับสภาพวัสดุดูดซับ

จากการนำต้นกระจูดหั่นให้มีขนาดเล็กกว่า 1 นิ้ว แล้วนำไปตากแดดเพื่อง่ายต่อการนำไปบดให้เป็นผง หรือมีการอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ในเตาอบ จากนั้นนำกระจูดที่บดแล้วไปร่อนด้วยตะแกรงให้มีขนาดเหมาะสมต่อการดูดซับ แต่กระจูดนั้นจะมีการร่อนให้มีขนาดอยู่ในช่วง 1 มิลลิเมตร ถึง 180 ไมโครเมตร นั้นคือกระจูดไม่ปรับสภาพ (ดังภาพที่ 3.1 ก.) อีกส่วนหนึ่งนำมาปรับสภาพด้วยฟอร์มัลดีไฮด์ 37 % และกรดซัลฟิวริก 0.2 นอร์มัล อัตราส่วน 1 : 20 (ดังภาพที่ 3.1 ข.)

ก ข

ภาพที่ 3.1 แสดงภาพถ่ายขนาดอนุภาคของวัสดุดูดซับ

ก. วัสดุดูดซับที่ไม่มีการปรับสภาพด้วยสารละลายฟอร์มัลดีไฮด์และกรดซัลฟิวริก

ข. วัสดุดูดซับที่มีการปรับสภาพด้วยสารละลายฟอร์มัลดีไฮด์และกรดซัลฟิวริก

3.1.2 ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการดูดซับ

3.1.2.1 ผลของเวลาในการดูดซับ

เมื่อนำกระจูดที่ปรับสภาพและไม่ปรับสภาพ 0.25 กรัม แช่ในสารละลายสีที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 50 มิลลิลิตร โดยทำ 3 ซ้ำ ส่วนฟลาสก์ควบคุมจะมีสารละลายสีเพียงอย่างเดียว ใช้เวลาในการดูดซับที่ 1 , 2 , 3 , 4 และ 5 วันพร้อมทั้งหาค่าการดูดกลืนแสงที่ 585.01 , 398.83 และ 525.24 สำหรับสีน้ำเงิน สีเหลืองและสีชมพู ตามลำดับ

จากการเปลี่ยนแปลงเวลาในการดูดซับเพื่อหาเวลาที่เหมาะสมหรือเวลาที่ถึงสมดุล โดยปริมาณการดูดซับสารละลายสี จะคงที่หรืออิ่มตัวณ จุด ๆ หนึ่ง โดยแสดงผลดังตารางที่ 3.1 , 3.2 , 3.3 และ ภาพที่ 3.2 , 3.3 , 3.4

ตารางที่ 3.1 แสดงผลของเวลาที่เหมาะสมต่อปริมาณการดูดซับสารละลายสีน้ำเงิน

เวลา (วัน)	ปริมาณสารละลายสีน้ำเงินที่ถูกดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)	
	วัสดุปรับสภาพ	วัสดุไม่ปรับสภาพ
1	2.653	1.869
2	3.254	2.653
3	4.000	3.650
4	5.012	4.419
5	5.101	4.501

ภาพที่ 3.2 แสดงผลของเวลาที่เหมาะสมต่อปริมาณการดูดซับสารละลายสีน้ำเงิน

ตารางที่ 3.2 แสดงผลของเวลาที่เหมาะสมต่อปริมาณการดูดซับสารละลายสีเหลือง

เวลา (วัน)	ปริมาณสารละลายสีเหลืองที่ถูกดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)	
	วัสดุปรับสภาพ	วัสดุไม่ปรับสภาพ
1	3.410	4.415
2	6.344	6.020
3	8.316	7.200
4	12.844	11.697
5	12.826	11.703

ภาพที่ 3.3 แสดงผลของเวลาที่เหมาะสมต่อปริมาณการดูดซับสารละลายสีเหลือง

ตารางที่ 3.3 แสดงผลของเวลาที่เหมาะสมต่อปริมาณปริมาณการดูดซับสารละลายสีชมพู

เวลา (วัน)	ปริมาณสารละลายสีชมพูที่ถูกดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)	
	วัสดุปรับสภาพ	วัสดุไม่ปรับสภาพ
1	25.405	15.836
2	28.466	17.635
3	33.804	20.652
4	35.436	23.690
5	35.513	23.712

ภาพที่ 3.4 แสดงผลของเวลาที่เหมาะสมต่อปริมาณการดูดซับสารละลายสีชมพู

จากผลการทดลองดังตารางที่ 3.1, 3.2, 3.3 และ ภาพที่ 3.2, 3.3, 3.4 พบว่าปริมาณการดูดซับสีน้ำเงิน สีเหลือง สีชมพู ในวัสดุดูดซับปรับสภาพและวัสดุไม่ปรับสภาพ ในช่วงแรกมีการดูดซับน้อยเมื่อเพิ่มเวลาในการดูดซับมากขึ้นพบว่าปริมาณการดูดซับจะมากขึ้นด้วยและจะคงที่ที่จุด ๆ หนึ่ง คือจุดอิ่มตัวที่ 4 ชั่วโมง สำหรับวัสดุปรับสภาพจะมีการดูดซับสูงกว่าวัสดุไม่ปรับสภาพ และจะมีปริมาณการดูดซับสีชมพูได้สูงสุด รองลงมาคือ สีเหลืองและสีน้ำเงิน ตามลำดับ

ในช่วงที่ 4 ชั่วโมง วัสดุกระจูดสามารถดูดซับสารละลายสีน้ำเงิน สีเหลือง และสีชมพูได้ดีเริ่มคงที่ ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่ผิวของวัสดุกระจูดนั้นคือการดูดซับเข้าสู่สมดุล ทั้งกากสาคูที่ปรับสภาพและกากสาคูที่ไม่ปรับสภาพ สารละลายสีชมพูถูกดูดซับได้มากที่สุดที่ 4 วัน คือ 35.436

ผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่าระยะเวลากระจูดที่ใช้ในการดูซับสารละลายสีน้ำเงิน สีเหลือง และสีชมพู ช้ากว่าหญ้าแขมปรับสภาพและหญ้าแขมไม่ปรับสภาพ (ดวงรัตน์ และคณะ , 2546)

3.1.2.2 ผลการศึกษาพีเอชที่เหมาะสมต่อการดูดซับ

จากการศึกษาผลของพีเอช เพื่อหาพีเอชที่เหมาะสมต่อการดูดซับ ตั้งแต่ 1 ถึง 10 ว่ามีผลต่อปริมาณการดูดซับสารละลายสีน้ำเงิน สีเหลืองและสีชมพู ได้ผลแสดงดังตาราง 3.4 , 3.5 , 3.6 และ ภาพที่ 3.5 , 3.6 , 3.7

ตารางที่ 3.4 แสดงผลของพีเอชต่อปริมาณการดูดซับสารละลายสีน้ำเงิน

พีเอช	ปริมาณสารละลายสีน้ำเงินที่ถูกดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)	
	วัสดุปรับสภาพ	วัสดุไม่ปรับสภาพ
1	10.080	19.833
2	21.509	22.910
3	9.703	7.950
4	11.356	6.825
5	10.210	2.950
6	9.302	3.482
7	6.998	2.383
8	7.210	2.926
9	1.045	1.154
10	1.094	1.508

ภาพที่ 3.5 แสดงผลของพีเอชต่อปริมาณการดูดซับสารละลายสีน้ำเงิน

ตารางที่ 3.5 แสดงผลของพีเอชต่อปริมาณการดูดซับสารละลายสีเหลือง

พีเอช	ปริมาณสารละลายสีเหลืองที่ถูกดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)	
	วัสดุปรับสภาพ	วัสดุไม่ปรับสภาพ
1	5.006	0.520
2	29.310	25.279
3	9.446	10.831
4	13.412	9.700
5	10.090	6.328
6	13.802	10.090
7	5.900	4.215
8	5.940	6.120
9	2.650	2.325
10	1.721	5.350

ภาพที่ 3.6 แสดงผลของพีเอชต่อปริมาณการดูดซับสารละลายสีเหลือง

ตารางที่ 3.6 แสดงผลของพีเอชต่อปริมาณการดูดซับสารละลายสีชมพู

พีเอช	ปริมาณสารละลายสีชมพูที่ถูกดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)	
	วัสดุปรับสภาพ	วัสดุไม่ปรับสภาพ
1	22.741	20.417
2	34.261	30.535
3	33.807	29.211
4	33.532	24.042
5	32.858	23.606
6	30.271	20.155
7	15.877	19.941
8	6.503	18.475
9	5.505	4.637
10	2.103	3.918

ภาพที่ 3.7 แสดงผลของพีเอชต่อปริมาณการดูดซับสารละลายสีชมพู

จากผลการทดลองพบว่าปริมาณการดูดซับสารละลายสีแต่ละชนิดในวัสดุดูดซับที่ปรับสภาพและวัสดุดูดซับที่ไม่ปรับสภาพ จะมีปริมาณการดูดซับที่แตกต่างกัน สังเกตได้จาก ที่ PH=2 จะมีปริมาณการดูดซับสีได้มากที่สุด และพบว่าที่พีเอชเท่ากับ 2 สำหรับวัสดุปรับสภาพในการดูดซับสีชมพูจะมีปริมาณการดูดซับสูงสุด รองลงมาคือสีเหลือง สีน้ำเงิน ตามลำดับ

ระดับพีเอชของสารละลายสีที่เหมาะสมต่อการดูดซับสารละลายสีน้ำเงิน สีเหลือง และสีชมพู มีค่าต่ำกว่าวัสดุหญ้าสลาบหลวง ซึ่งมีรำดับพีเอชที่ 4.0 (มงคล, 2535) และกากอ้อย ซึ่งมีพีเอชที่ 5.0 (งามเพ็ญ, 2542)

3.1.3 ผลการศึกษาหาค่าความจุของการดูดซับ

จากการนำกระจูดที่ปรับสภาพที่ดีที่สุด ขนาดที่เหมาะสมที่สุด และ pH ของระบบที่ดีที่สุด มาทำการดูดซับที่อุณหภูมิห้อง เพื่อศึกษาหาค่าความจุของการดูดซับ โดยแต่ละฟลาสก์ทดลองจะประกอบด้วยวัสดุดูดซับปรับสภาพและไม่ปรับสภาพน้ำหนัก 0.25 กรัมและสารละลายสีความเข้มข้น 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 275, 300, 350, 400, 450, 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 50 มิลลิลิตร เก็บตัวอย่าง 6 มิลลิลิตรโดยใช้เข็มฉีดยาหาค่าการดูดกลืนแสงของแต่ละตัวอย่างโดยใช้เครื่อง UV-visible spectrophotometer แล้วแปลงเป็นค่าความเข้มข้นสีโดยใช้สมการจากกราฟมาตรฐานเพื่อนำไปปรับให้เข้ากับสมการ Absorption Isotherm เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้ผลแสดงดังตาราง 3.7 , 3.8 , 3.9 และ ภาพที่ 3.8 , 3.9 , 3.10

ตารางที่ 3.7 แสดงค่า log X (mg/g) และ log C (mg/L) เพื่อหาค่าความจุการดูดซับสารละลายสีน้ำเงิน

ความเข้มข้น	กระจูดปรับสภาพ		กระจูดไม่ปรับสภาพ	
(ppm)	log C (mg/L)	log X (mg/g)	log C (mg/L)	log X (mg/g)
50	0.869	1.629	0.974	1.608
75	0.903	1.826	0.977	1.816
100	0.959	1.959	0.984	1.956
125	1.191	2.039	1.026	2.058
150	1.341	2.107	1.357	2.105
175	1.520	2.152	1.382	2.179
200	1.605	2.203	1.390	2.244
225	1.699	2.243	1.524	2.282
250	1.732	2.292	1.543	2.333
275	1.838	2.314	1.644	2.363
300	1.912	2.339	1.662	2.405
350	1.947	2.417	1.813	2.455
400	2.059	2.456	1.817	2.524
450	2.134	2.497	1.975	2.551
500	2.138	2.559	2.095	2.575

ภาพที่ 3.8 แสดงจุดตัดบนกราฟเพื่อหาความจุการดูดซับสารละลายสีน้ำเงิน

ตารางที่ 3.8 แสดงค่า log X (mg/g) และ log C (mg/L) เพื่อหาค่าความจุการดูดซับสารละลายสีเหลือง

ความเข้มข้น (ppm)	กระจูดปรับสภาพ		กระจูดไม่ปรับสภาพ	
	log C (mg/L)	log X (mg/g)	log C (mg/L)	log X (mg/g)
50	0.516	1.670	0.760	1.646
75	0.879	1.829	0.899	1.827
100	1.034	1.950	1.114	1.939
125	1.194	2.039	1.272	2.026
150	1.256	2.120	1.364	2.103
175	1.393	2.177	1.395	2.177
200	1.419	2.240	1.413	2.241
225	1.477	2.290	1.513	2.284
250	1.521	2.336	1.603	2.322
275	1.622	2.368	1.605	2.371
300	1.666	2.404	1.627	2.411
350	1.669	2.482	1.801	2.458
400	1.831	2.521	1.842	2.519
450	1.846	2.580	1.898	2.569
500	1.885	2.627	1.980	2.607

ภาพที่ 3.9 แสดงจุดตัดบนกราฟเพื่อหาความจุการดูดซับสารละลายสีเหลือง

ตารางที่ 3.9 แสดงค่า log X (mg/g) และ log C (mg/L) เพื่อหาค่าความจุการดูดซับสารละลายสีชมพู

ความเข้มข้น (ppm)	กระจูดปรับสภาพ		กระจูดไม่ปรับสภาพ	
	log C (mg/L)	log X (mg/g)	log C (mg/L)	log X (mg/g)
50	0.673	1.656	0.663	1.657
75	0.826	1.834	0.920	1.824
100	0.948	1.960	0.991	1.955
125	0.995	2.061	1.118	2.049
150	1.011	2.145	1.044	2.143
175	1.314	2.189	1.229	2.199
200	1.318	2.253	1.309	2.254
225	1.391	2.302	1.380	2.303
250	1.462	2.344	1.406	2.351
275	1.522	2.383	1.457	2.392
300	1.630	2.411	1.442	2.435
350	1.642	2.486	1.492	2.504
400	1.738	2.538	1.578	2.559
450	1.800	2.588	1.627	2.610
500	2.037	2.592	1.641	2.659

ภาพที่ 3.10 แสดงจุดตัดบนกราฟเพื่อหาความจุการดูดซับสารละลายสีชมพูด้วยกระจูด

จากภาพที่ 3.8, 3.9, 3.10 เป็นการพล๊อตข้อมูลตามสมการของเฟรนดลิช ซึ่งจุดตัดแกนที่ได้ก็คือ ค่า K ตามสมการของเฟรนดลิช ซึ่งสามารถบอกถึงค่าความจุของการดูดซับของสารละลายสีน้ำเงิน สีเหลืองและสีชมพู ผลจากการคำนวณหาความจุของการดูดซับของสารละลายสีน้ำเงิน สีเหลืองอ่อนและสีชมพู แสดงดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 แสดงค่าความจุของการดูดซับของวัสดุดูดซับตามวิธีการดูดซับแบบแบทช์ที่ได้จากการคำนวณ

สารละลาย	ค่าความจุของวัสดุดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)	
	ปรับสภาพ	ไม่ปรับสภาพ
สีน้ำเงิน	20.142	14.952
สีเหลือง	16.811	11.973
สีชมพู	20.963	9.189

จากการศึกษาค่าความจุของวัสดุกระจูดปรับสภาพและวัสดุกระจูดไม่ปรับสภาพ ในการดูดซับสารละลายสีน้ำเงิน สีเหลืองและสีชมพู โดยที่มีความเข้มข้นตั้งต้นของสีที่แตกต่างกัน พบว่าค่าความจุในการดูดซับสารละลายสีน้ำเงิน สีเหลือง และสีชมพูด้วยวัสดุกระจูดปรับสภาพเท่ากับ 20.142, 16.811และ 20.963 ตามลำดับ และค่าความจุการดูดซับสีน้ำเงิน สีเหลือง และสีชมพูด้วยวัสดุกระจูดไม่ปรับสภาพเท่ากับ 14.952, 11.973 และ 9.189 ตามลำดับ

3.1.4 การศึกษาพฤติกรรมการดูซับสีรีแอกทีฟด้วยเทคนิคแบบคอลัมน์

3.1.4.1 ผลการทดลองการหาความจุการดูดซับด้วยวิธีแบบคอลัมน์

เมื่อเตรียมสารละลายสีทั้ง 3 สี ให้มีความเข้มข้น 200 ppm ให้อยู่ในช่วง ที่เหมาะสมผ่านละลายลงในคอลัมน์ที่บรรจุด้วยวัสดุดูดซับที่ปรับสภาพและไม่ปรับสภาพที่ความสูง 5 เซนติเมตร เก็บสารละลายส่วนที่ผ่านออกมาครั้งละ 50 มิลลิลิตร (3 ซ้ำ) แล้วนำสารละลายใสไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง UV-Vis ที่ความยาวเคลื่อน 585.01, 525.24, และ 398.83 นาโนเมตร สำหรับสารละลายสีน้ำเงิน สีชมพู และสีเหลือง ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 3.11 , 3.12, 3.13 และภาพที่ 3.11 , 3.12 , 3.13

ตารางที่ 3.11 แสดงผลค่าความจุของการดูดซับสารละลายสีน้ำเงินแบบคอลัมน์

ปริมาณสารละลายสีน้ำเงิน (มิลลิลิตร)	ค่า C_A/C_{A0}	
	วัสดุปรับสภาพ	วัสดุไม่ปรับสภาพ
50	0.480	0.500
100	0.605	0.606
150	0.631	0.712
200	0.885	0.734
250	0.892	0.856
300	0.923	0.878
350	0.965	0.912
400	1.000	0.961
450	1.000	0.988
500	1.000	1.000
550	1.000	1.000
600	1.000	1.000
650	1.000	1.000
700	1.000	1.000
750	1.000	1.000
800	1.000	1.000
850	1.000	1.000
900	1.000	1.000
950	1.000	1.000
1000	1.000	1.000

ภาพที่ 3.11 แสดงผลค่าความจุของการดูดซับสารละลายสีน้ำเงินแบบคอลัมน์

ตารางที่ 3.12 แสดงค่าความจุของการดูดซับสารละลายสีเหลืองแบบคอลัมน์

ปริมาณสารละลายสีเหลือง (มิลลิลิตร)	ค่า C_A/C_{A0}	
	วัสดุปรับสภาพ	วัสดุไม่ปรับสภาพ
50	0.311	0.500
100	0.562	0.650
150	0.578	0.651
200	0.700	0.678
250	0.821	0.861
300	0.862	0.871
350	0.918	0.916
400	1.000	0.972
450	1.000	0.987
500	1.000	1.000
550	1.000	1.000
600	1.000	1.000
650	1.000	1.000
700	1.000	1.000
750	1.000	1.000
800	1.000	1.000
850	1.000	1.000
900	1.000	1.000
950	1.000	1.000
1000	1.000	1.000

ภาพที่ 3.12 แสดงค่าความจุของการดูดซับสีเหลืองแบบคอลัมน์

ตารางที่ 3.13 แสดงค่าความจุของการดูดซับสารละลายสีชมพู แบบคอลัมน์

ปริมาณสารละลายสีชมพู (มิลลิลิตร)	ค่า C_A/C_{A0}	
	วัสดุปรับสภาพ	วัสดุไม่ปรับสภาพ
50	0.321	0.486
100	0.500	0.624
150	0.851	0.735
200	0.954	0.855
250	1.000	0.872
300	1.000	0.965
350	1.000	1.000
400	1.000	1.000
450	1.000	1.000
500	1.000	1.000
550	1.000	1.000
600	1.000	1.000
650	1.000	1.000
700	1.000	1.000
750	1.000	1.000
800	1.000	1.000
850	1.000	1.000
900	1.000	1.000
950	1.000	1.000
1000	1.000	1.000

ภาพที่ 3.13 แสดงค่าความจุของการดูดซับสารละลายสีชมพู แบบคอลัมน์

จากตารางที่ 3.11 ,3.12,3.13 สามารถนำข้อมูลไปพล็อตกราฟระหว่าง C_A / C_{A0} กับปริมาตรสารละลายสีชนิดต่าง ๆ ได้ผลดังภาพที่ 3.11 , 3.12 , 3.13 และหาจุดตัดจากกราฟเพื่อหาปริมาตรของสารละลายสีที่ทำให้ค่า C_A / C_{A0} เท่ากับ 0.5 เพื่อนำค่าปริมาณที่ได้ไปคำนาณหาค่าความจุของวัสดุแต่ละชนิด ได้ผลแสดงดังตารางที่ 3.14

การหาค่าความจุของวัสดุกระจูดปรับสภาพและวัสดุกระจูดไม่ปรับสภาพในการดูดซับของสารละลายสีน้ำเงิน สีเหลือง และสีชมพูแบบคอลัมน์ โดยเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง C_A / C_{A0} และปริมาณของสารละลายที่ผ่านคอลัมน์ (มิลลิลิตร) เมื่อ C_A คือ ความเข้มข้นของสีในสารละลายหลังผ่านคอลัมน์ และ C_{A0} คือ ความเข้มข้นของสีในสารละลายก่อนผ่านคอลัมน์ ความสามารถในการดูดซับสารละลายสีของวัสดุกระจูดด้วยวิธีการดูดซับแบบคอลัมน์หาได้จากปริมาตรของสารละลายที่ทำให้ค่า C_A / C_{A0} เท่ากับ 0.5

ตารางที่ 3.14 แสดงค่าความจุแบบคอลัมน์ของวัสดุดูดซับ

สารละลาย	ค่าความจุของวัสดุดูดซับ (มิลลิกรัมต่อกรัม)	
	ปรับสภาพ	ไม่ปรับสภาพ
สีน้ำเงิน	8.460	7.692
สีเหลือง	13.071	7.692
สีชมพู	15.384	8.530

ตารางที่ 3.14 พบว่าเมื่อคำนวณหาค่าความจุหรือความสามารถในการดูดซับสารละลายสีน้ำเงิน สีเหลือง และสีชมพู ของวัสดุกระจูดปรับสภาพเท่ากับ 8.460, 13.071 และ 15.384 ตามลำดับ และเมื่อคำนวณหาค่าความสามารถในการดูดซับสารละลายสีน้ำเงิน สีเหลือง และสีชมพู ของวัสดุกระจูดไม่ปรับสภาพเท่ากับ 7.692, 7.692 และ 8.530 ตามลำดับ

พบว่าความสามารถในการดูดซับสีด้วยวิธีแบบคอลัมน์มีค่าความสามารถในการดูดซับน้อยกว่าแบบแบทช์ ทั้งนี้เนื่องจากแบบคอลัมน์จะมีอัตราในการไหลของสารละลายสีเร็วเกินไป ซึ่งผลการศึกษาในครั้งนี้สอดคล้องกับการดูดซับโลหะหนักด้วยกากสาคู (องศา, 2546)

บทที่ 4
สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการดูดซับสารละลายสีย้อมผ้าได้แก่ สีน้ำเงิน สีเหลือง และสีชมพู ด้วยกระจูดปรับสภาพและไม่ปรับสภาพ หรืออาจสรุปการศึกษาได้เป็น 3 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการดูดซับ ส่วนที่สองเป็นการศึกษาหา Absorption Isotherm ที่อุณหภูมิห้องและส่วนที่สามเป็นการศึกษาพฤติกรรมการดูดซับสารละลายสีโดยใช้ด้วยเทคนิคแบบคอลัมน์ ด้วยวัสดุกระจูด

ในการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่า

4.1 เวลาที่เหมาะสมต่อการดูดซับ

ผลการศึกษาเวลาในการดูดซับสารละลายสีน้ำเงิน สีเหลืองและสีชมพู พบว่า วัสดุดูดซับสามารถดูดซับสารละลายสีได้ดีที่เวลาผ่านไป 4 วัน จะมีประสิทธิภาพในการดูดซับสีได้ดี ซึ่งสารละลายสีชมพูจะมีปริมาณการดูดซับสีได้สูงสุด เนื่องจากขนาดอนุภาคเล็กลงความสามารถในการดูดซับจะสูงขึ้น ขนาดอนุภาคพื้นที่ผิวของวัสดุจะสัมผัสกับสารละลายมากขึ้นทำให้การดูดซับเพิ่มขึ้น

4.2 พีเอชที่เหมาะสมต่อการดูดซับ

ในการศึกษาครั้งนี้ศึกษาที่พีเอช 1.0 ถึงพีเอช 10.0 จากการดูดซับสีที่พีเอชต่าง ๆ พบว่า ที่พีเอชเท่ากับ 2.0 ความสามารถของวัสดุในการดูดซับจะดูดซับสีได้ดีที่สุดคือ 2 หรืออาจกล่าวได้ว่าที่ความเป็นกรดจะมีประสิทธิภาพการดูดซับสีได้ดีกว่าความเป็นเบส ดังนั้นสีชมพูจะมีปริมาณการดูดซับสีสูงที่สุดคือ พีเอช เท่ากับ 2.0

4.3 ภาวะที่เหมาะสมในการดูดซับแบบแบทช์

ผลการศึกษาค่าความจุการดูดซับสารละลายสีแบบแบทช์พบว่า วัสดุปรับสภาพสามารถดูดซับสารละลายสีน้ำเงิน สีเหลืองและสีชมพูเป็น 20.142 , 16.811 และ 20.963 ตามลำดับ ส่วนวัสดุไม่ปรับสภาพสามารถดูดซับสารละลายสีน้ำเงิน สีเหลืองและสีชมพู มีค่าคือ 14.952 , 11.973 และ 9.189 ตามลำดับ ดังนั้น สารละลายสีชมพูมีค่าความจุสูงที่สุดคือ 20.963

4.4 ภาวะที่เหมาะสมในการดูดซับแบบคอลัมน์

ผลการศึกษาค่าความจุของการดูดซับสารละลายสีแบบคอลัมน์พบว่า วัสดุปรับสภาพสามารถดูดซับสารละลายสีน้ำเงิน สีเหลืองและสีชมพูเป็น 8.460 , 13.071 และ15.384 ตามลำดับ ส่วนวัสดุไม่ปรับสภาพสามารถดูดซับสารละลายสีน้ำเงิน สีเหลืองและสีชมพู มีค่าคือ 7.692 , 7.692 และ 8.530 ตามลำดับ สารละลายสีชมพูมีค่าความจุสูงที่สุดคือ 15.384

เมื่อเปรียบเทียบการศึกษาของวัสดุดูดซับแบบแบทช์และแบบคอลัมน์มา พบว่า การดูดซับแบบแบทช์มีความสามารถในการดูดซับมากกว่าแบบคอลัมน์อาจเป็นเพราะว่าการศึกษาโดยวิธีแบบคอลัมน์ มีอัตราการไหลที่เร็ว ดังนั้นเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ควรลดอัตราการไหลให้ช้าลงโดยวิธีการแช่

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าสภาวะที่เหมาะสมต่อการดูดซับ

ตัวแปรที่ศึกษา	สารละลายที่เหมาะสม
เวลาในการดูดซับ (วัน)	4
ค่าพีเอชของสารละลาย	2
ค่าความจุแบบแบทซ์ (มิลลิกรัมต่อกรัม)	20.963
ค่าความจุแบบคอลัมน์ (มิลลิกรัมต่อกรัม)	15.384

ดังนั้นเมื่อวิเคราะห์การดูดซับสารละลายสี ด้วยวัสดุกระจูด ควรเลือกวัสดุกระจูดปรับที่สภาพดูดซับสารละลายสีชมพูได้ดีที่สุด คือ ใช้เวลา 4 วัน ที่พีเอชเท่ากับ 2 ซึ่งมีค่าความจุแบบแบทซ์และแบบคอลัมน์มากที่สุดคือ 20.963 และ 15.384 ตามลำดับ

บรรณานุกรม

รศ.ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์. (2527). **การกำจัดน้ำเสียจากโรงงานย้อมผ้าโดยวิธีออกซิเดชั่น-รี ดักชั่น**, เรื่อง การกำจัดของน้ำเสียจากโรงงานย้อมผ้า: ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาลและสถาบันวิจัยและพัฒนา คณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์, มหาวิทยาลัย. เล่มที่ 5

เรียม เตชะโสภณมนี. (2530). **ผักตบชวาและประโยชน์จากการบำบัดน้ำเสีย**, จุลสารสภาวะ_แวดล้อม, ปีที่6 ฉบับที่ 5 (กันยายน-ตุลาคม), 23-2

Peer,G. Textile industry wastewater treatment. *Wat. Sci. Tech.,1991*;Vol.24,No.1,97-103

Buckley,C.A . Membrane Technology for the treatment of dyehouse effluents. *Wat.sci.*tech 1992; Vol.25, No. 10,203-209

Churchley,J.H.,. Removal of Dye Wastewater Colour from Sewage Effluents – the use ofafull scale ozone plant. *Wat. Sci.* tech.,1994;Vol.30,No.3,275-284.

http://www.riclib.nrct.go.th/scripts/wwwi32.exe/[in=book2.par]/?^t2006=102369&^t2003=1&^t2000=เรซิน

http://www.riclib.nrct.go.th/scripts/wwwi32.exe/[in=book2.par]/?^t2006=86696&^t2003=61&^t2000=การดูดซับ

http://www.sawai.dpu.ac.th

http://www.thaisnew.com

ภาคผนวก (ก)

แสดงลักษณะรูปภาพ

ภาพที่ 1 วิธีการทดลองการหาความจุการดูดซับด้วยวิธีแบบแบทช์สารละลายสีน้ำเงิน

ภาพที่ 2 วิธีการทดลองการหาความจุการดูดซับด้วยวิธีแบบแบทช์สารละลายสีเหลือง

ภาพที่ 3 วิธีการทดลองการหาความจุการดูดซับด้วยวิธีแบบแบทช์สารละลายสีชมพู

ภาพที่ 4 ปรับ pH สารละลายสีด้วยกรดซัลฟูริก 5 M และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 M

ภาพที่ 5 นำกระจูดที่บดแล้ว ร่อนด้วยตะแกรงให้มีขนาด 1 มิลลิเมตร ถึง 180 ไมโครเมตร

ภาพที่ 6 วิเคราะห์หาค่าการดูดซับสารละลายสีด้วยเครื่อง UV-Visible Spectrophotometer

ภาพที่ 7 การชั่งตัวอย่างกระจูดด้วยเครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง หรือ 3 ตำแหน่ง

ภาพที่ 8 เก็บผงกระจูดที่ปรับสภาพและไม่ปรับสภาพใน โถดูดความชื้น เพื่อควบคุมอุณหภูมิ

ภาคผนวก (ข)

แสดงเทคนิคที่ใช้

1. เทคนิคที่ใช้ในการทำวิจัย

1.1 อัลตราไวโอเลตและวิสิเบิลสเปกโทรสโกปี (Ultraviolalte and Visible Spectroscopy) หลักการ เมื่อผ่านลำแสงที่เคลื่อนที่อย่างต่อเนื่อง (continuos beam of radiation) ผ่านไปยังวัสดุใสจะพบว่าแสงบางส่วนถูกดูดกลืน บางส่วนเกิดการสะท้อน บางส่วนเกิดกระเจิงและบางส่วนผ่านออกไป ดังแสดงในภาพ ผ 1 ถ้าให้แสงที่ผ่านออกไปนั้นผ่านเข้าเครื่องกระจายแสง (ปริซึมหรือเกรตติง) ส่วนนี้จะแยกแสงออกเป็นเส้นหรือเป็นแถบแสงที่ออกมาวัดเทียบกับความยาวคลื่นแสง เรียกว่าสเปกตรัมของการดูดกลืนแสงซึ่งพลังงานที่ถูกดูดกลืนไปนั้นจะทำให้โมเลกุลหรืออะตอมเปลี่ยนระดับพลังงานจากสถานะพื้น (ground state) ไปยังสถานะกระตุ้น (exited state)

ภาพที่ ผ1 แสดงการเกิดอันตรกิริยาของสารเคมีกับการแผ่รังสี

ส่วนประกอบของเครื่องมือ เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์โดยทั่วไปประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังแสดงภาพที่ ผ 2

ภาพที่ ผ 2 แสดงองค์ประกอบของเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

1. แหล่งกำเนิดแสง (Light Souroc)

สำหรับเครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์นั้นแหล่งกำเนิดแสงอัลตราไวโอเลตเป็นหลอดไฮโดรเจน (hydrogen lamp) หรือหลอดดิวเทอเรียม (deuterium lamp) ให้แสงอยู่ในช่วงความยาวคลื่น 185-375 nm ส่วนเปล่งแสงออกมาอยู่ในช่วง 320-2500 nm

2. โมโนโครเมเตอร์

เป็นส่วนที่ทำให้แสงที่ออกมาจากต้นกำเนิดแสงที่เป็นโพลิโครเมติกให้เป็นแสงโมโนเมติกซึ่งเป็นแถบแสงแคบๆ

3. ส่วนที่วางสารตัวอย่างเพื่อวัด (Cell Compartment)

เซลล์ที่บรรจุสารตัวอย่างและสารเปรียบเทียบบางครั้งเรียกว่า คิวเวทท์ (cuveettes) มีด้วยกันหลายแบบรูปร่างต่างๆ กัน แล้วนำไปใส่สำหรับวัด ซึ่งส่วนนี้จะมีฝาปิดเพื่อกันแสงจากภายนอกเข้าไป และถูกกั้นออกจากส่วนที่เป็นระบบอิเล็กส์ทรอนิก และระบบแสง

4. เครื่องวัดแสง(Radiation)

เครื่องวัดแสงมีด้วยกันหลายแบบ แต่ที่นิยมใช้กันในปัจจุบันได้แก่ โฟโตโวลตาอิกเซลล์ หรือ แบริเออร์-เลเยอร์เซลล์ (Photovoltaic or barrier layer cells) หลอดรับแสง (Phototube) และหลอดไฟโตมัลติพลายเออร์ (Photomutiplier tube,PMT)

5. เครื่องขยาย-แยกสัญญานและประมวณผล (Signal Processors and Data Read Out)

สัญญานที่ได้จากเครื่องวัดจะนำเข้าขบวนการของระบบอิเล็กส์ทรอนิก จากนั้นสัญญานที่ได้ซึ่งเป็นผลของการวิเคราะห์ จะเสนอออกมาได้หลายรูปแบบ โดยต่อกับมิเตอร์ หรือดิจิตอลมิเตอร์หรือเครื่องบันทึกเรคคอร์เดอร์ เป็นต้น

1.2 เครื่องชั่ง

เครื่องชั่งที่ใช้ในห้องปฏิบัติการอาจแบ่งตามระบบการชั่งออกเป็น 2 ชนิด คือ เครื่องชั่งแบบกล (mechanical balance) ซึ่งอาจเป็นเครื่องชั่งจานเดียว หรือแบบ 2 จาน และเครื่องชั่งไฟฟ้า (elcctronic balance) (ชูชาติ และเปรมใจ, 2525 : ชูชาติ, 2539) นอกจากนี้ยังแบ่งเครื่องชั่งโดยอาศัยความถูกต้องในการชั่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ เครื่องชั่งหยาบ ซึ่งมีความถูกต้องอยู่ในช่วง +-0.1 กรัม ถึง +-0.01 กรัม และเครื่องชั่งละเอียดหรือเครื่องชั่งวิเคราะห์ (analytical balance) เครื่องชั่งละเอียดนี้มีความถูกต้องในการชั่งอยู่ในช่วง +-0.01 มิลลิกรัม ถึง +-1 มิลลิกรัม (Falconer, 2539; Harvey, 2000)

1.2.1 การเลือกใช้เครื่องชั่ง

การเลือกใช้เครื่องชั่งเพื่อนำมาใช้งาน ควรพิจารณาสิ่งต่อไปนี้ (ชูชาติ, 2539)

1.2.1.1ช่วงในการชั่งและความถูกต้องควรให้เหมาะสมกับงานส่วนใหญ่ของห้องปฏิบัติการ ตัวอย่างเช่น ใช้เครื่องชั่งชนิด 0-200 กรัม (+-0.0001 กรัม) สำหรับการชั่งวัตถุที่ต้องการความถูกต้องสูง และใช้เครื่องชั่งขนาด 0-2,000 กรัม (+-0.1 กรัม) สำหรับการชั่งวัตถุปริมาณมากและต้องการความถูกต้องปานกลาง

1.2.1.2 สเกลอ่านค่าละเอียดและชัดเจน มีความแม่นยำในการชั่งดี

1.2.1.3 ตัวถังแข็งแรง สามารถป้องกันฝุ่นละอองและความร้อนได้ดี

1.2.1.4 มีจานชั่งขนาดใหญ่

1.2.1.5 ใช้และบำรุงรักษาง่าย

1.2.1.6 มีระบบป้องกันการเสียหายเมื่อรับน้ำหนักมากเกิน (overload protection)

1.2.2 การใช้และบำรุงรักษาเครื่องชั่ง

เครื่องชั่งต้องระวังรักษาให้ดี หากชำรุดเสียหาย การชั่งน้ำหนักอาจคลาดเคลื่อน จนไม่สามารถนำมาใช้งานได้ ด้วยเหตุนี้ผู้ใช้เครื่องชั่งควรปฏิบัติดังนี้ (ชูชาติ และเปรมใจ, 2525; ชูชาติ, 2539; ประเสริฐ, 2539; Harver, 2000)

1.2.2.1 วางเครื่องชั่งในบริเวณที่แยกจากเครื่องมืออื่น ๆ บนโต๊ะที่มีการสั่นสะเทือนควรอยู่ในบริเวณที่ไม่มีการเดินพลุกพล่าน และมีแสงสว่างพอเพียง (ควรใช้หลอดฟลูออเรสเซนซ์ให้แสงสว่าง เพราะความร้อนน้อยกว่าหลอดทังสเตน) ไม่ควรตั้งชิดหน้าต่าง เพราะอาจถูกฝนหรือความร้อนจากแสงแดด

1.2.2.2 เครื่องชั่งไฟฟ้าควรติดตั้งเครื่องควบคุมกระแสไฟฟ้า(Voltage Stabiliser)เพิ่มเติม

1.2.2.3 ควรอุ่นเครื่องชั่งไว้อย่างน้อย 15-30 นาที ก่อนใช้งาน (อาจเสียบปลั๊กเครื่องชั่งทิ้งไว้โดยไม่ต้องเปิดเครื่องก็ได้)

1.2.2.4 ก่อนใช้ควรดูว่าลูกน้ำอยู่ตรงกลางหรือไม่ (แสดงถึงเครื่องชั่งอยู่ในสภาพสมดุล) หากลูกน้ำไม่อยู่ตรงกลาง ต้องปรับตั้งลูกน้ำให้อยู่ตรงกลาง

1.2.2.5 ขณะชั่งต้องนั่งกึ่งกลางของเครื่องชั่งเสมอ

1.2.2.6 ห้ามนำวัตถุหรือสารเคมีที่ยังร้อนอยู่ไปชั่ง ควรตั้งให้เย็นเท่ากับอุณหภูมิห้องก่อน

1.2.2.7 อย่าชั่งสารที่มีน้ำหนักมากกว่าความสามารถของเครื่องชั่ง

1.2.2.8 ห้ามวางวัตถุที่ชั่งลงบนจานชั่งโดยตรง โดยเฉพาะวัตถุที่เป็นของเหลวหรือเปียกชื้น

1.2.2.9 ตัวอย่างที่ระเหยง่ายควรชั่งในภาชนะที่มีฝาปิด เพื่อป้องกันการระเหย

1.2.2.10 ตัวอย่างที่ทำให้แห้งด้วย oven ควรเก็บไว้ใน Desiccater ก่อนนำมาชั่ง เพื่อป้องกันไม่ให้ตัวอย่างดูดความชื้นอีกครั้ง

1.2.2.11 การชั่งสารเคมีที่สามารถกัดกร่อนโลหะ ตัวอย่างเช่น ผลึกไอโอดีน และสารประกอบของไซยาไนด์ ควรใส่ในขวดชั่งที่มีฝาปิดมิดชิด

1.2.2.12 เมื่อไม่ได้ใช้งานเป็นเวลานาน ควรใส่ถุงดูดความชื้นในตู้เก็บเครื่องชั่งเพื่อป้องกันการเกิดสนิมและการเกาะของไอน้ำ

1.2.2.13 ต้องมีการรักษาเครื่องชั่งให้สะอาดอยู่เสมอหลังจากใช้งานเสร็จทุกครั้งควรคลุมเครื่องชั่งเพื่อป้องกันฝุ่นละออง

ภาคผนวก (ค)

แสดงเค้าโครงวิจัย

เค้าโครงวิจัย

ชื่อโครงการ การกำจัดสีในน้ำทิ้งจากห้องปฏิบัติการโดยการดูดซับด้วยกระจูดปรับสภาพ

Removal of color in wastewater from laboratory by Krajood (*Leironia articulate (Retz)* Domin)

ประเภทของงานวิจัย วิจัยเพื่อพัฒนา

สาขาที่ทำการวิจัย เคมี

ผู้ดำเนินการวิจัย นางสาวมารียัม ดอเล๊าะ

MISS. MAREEYAM DOLOH

นางสาวสีตีรอกาย๊ะ นิสะมะแอ

MISS. SEETEERAKAYAH NISAMALE

โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ประวิทย์ เนื่องมัจฉา

สถานที่ทำการทดลอง โปรแกรมวิชาเคมีและศูนย์วิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหาที่ทำการวิจัย

กระจูดมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Leironia articulate (Retz)* Domin เป็นไม้ล้มลุกชนิดหนึ่งและเป็นพืชในตระกูลเดียวกับกก (ตระกูล cyperaccae) ลำต้นกลมภายในกลวงและมีเยื่ออ่อนหยุ่น คั่นเป็นข้อ ๆ คล้ายลำไผ่ สีเขียวอ่อน เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1/8 -5/6 นิ้ว ความสูงของลำต้นประมาณ 1-3 เมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อม ต้นกระจูดชอบขึ้นในที่ที่มีน้ำขัง ตามหนองน้ำหรือพรุดิน ต้นกระจูดที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติจะมีขนาดเล็กและไม่ยาวนัก มีมากในจังหวัดนราธิวาส และอำเภอชะอวดจังหวัดนครศรีธรรมราช การเพาะปลูกต้องใช้เวลาประมาณ 3 ปี จึงจะโตได้ขนาด สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เมื่อถอนต้นกระจูด หน่อจะแตกต้นใหม่ขึ้นมา ส่วนใหญ่ประชาชนไม่นิยมปลูกเพราะไม่ค่อยเห็นความสำคัญ แต่ชาวบ้านมักนำต้นกระจูดที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติมาสานเป็นเสื่อ กระเป๋า แฟ้มเอกสาร หมวก เป็นต้น นอกจากนี้ พบว่า ต้นกระจูดจะมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบ ซึ่งสามารถนำมาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมได้ คือ สามารถเป็นตัวดูดซับสีจากโรงงานฟอกย้อม (เรียม เตชะโสภณมนี , 2530) ดังนั้นจึงนำเอาต้นกระจูดที่เหลือจากการทำสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ มาปรับสภาพ เพื่อใช้ในการดูดซับสีจาก

โรงงานฟอกย้อม ซึ่งโครงสร้างของเซลลูโลสเมื่อผสมกับน้ำจะให้ประจุบวกซึ่งสามารถดูดติดกับสีย้อมประจุลบได้

ในทศวรรษที่ผ่านมาประเทศไทยมีการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว มีโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ เกิดขึ้นมากมายและมีการปล่อยของเสียออกสู่สิ่งแวดล้อม ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำและทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในหลายด้าน อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ของประเทศ ประเภทหนึ่งที่สำคัญ คือ อุตสาหกรรมสิ่งทอ และ ฟอกย้อมสี การล้างผ้า และ การพิมพ์ผ้า (สุรพล คงจันทร์, 2534) โดยอาจมากถึง 1,300 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน มีผลก่อให้เกิดน้ำเสียปริมาณมากที่มีสารเคมีและสารพิษต่างๆ ซึ่งบางชนิดเป็นสารก่อมะเร็งปนเปื้อนอยู่มากมาย เนื่องจากเทคโนโลยีปัจจุบันไม่สามารถใช้สีย้อมในกระบวนการย้อมผ้าหรือพิมพ์ผ้าได้ทั้งหมด และ ยังมีสีย้อมบางส่วนหลุดออก ในขณะทำการซักล้างหรือปรุงแต่งวัสดุสิ่งทอ และที่สำคัญ คือ สีจากขั้นตอนของการย้อมผ้าซึ่งมักเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีโครงสร้างซับซ้อนและ บำบัดให้หมดไปได้ยาก สีดังกล่าวยังเป็นตัวบ่งชี้ถึงสภาพของน้ำทำให้เกิดการไม่ยอมรับของผู้พบเห็น แม้ว่าในปัจจุบันสียังไม่ถูกกำหนดค่าที่ชัดเจนสำหรับใช้เป็นมาตรฐานในการปล่อยน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม แต่ในอนาคตก็มีแนวโน้มที่จะถูกกำหนดค่าที่ชัดเจน เพื่อใช้เป็นมาตรฐานซึ่งตามพระราชบัญญัติของกระทรวงอุตสาหกรรมที่กำหนดว่า น้ำทิ้งที่จะระบายออกนอกบริเวณโรงงานต้องอยู่ในลักษณะที่ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ (กล้าณรงค์ ศรีรอด และคณะ, 2542) ก่อนที่จะลงสู่แม่น้ำลำคลองหรือแหล่งธรรมชาติ ดังนั้นการบำบัดสีจึงเป็นปัญหาใหญ่สำหรับอุตสาหกรรมประเภทนี้

ในปัจจุบันมีวิธีการบำบัดสีในน้ำทิ้งจากโรงงานฟอกย้อม อยู่หลายวิธี เช่น การกรองด้วยแผ่นเยื่อ (membrane filtration) การใช้โอโซน (ozone treatment) การตกตะกอนด้วยสารเคมี (chemical coagulation) การแลกเปลี่ยนอิออน (ion Exchange) เป็นต้น แต่วิธีการเหล่านี้ก็ยุ่งยากและต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงไม่เหมาะกับสภาพเศรษฐกิจของประเทศไทยในปัจจุบันประกอบกับความรู้และการลงทุนเกี่ยวกับการบำบัดของผู้ประกอบการมีจำกัดจึงควรจะมีการนำเทคโนโลยีที่ง่ายและประหยัดมาใช้ (สุรพล คงจันทร์, 2534)

ในจังหวัดนครศรีธรรมราชมีต้นกระจูดขึ้นอยู่จำนวนมากที่อำเภอชะอวด จึงสนใจที่จะศึกษาว่าต้นกระจูดจะมีประสิทธิภาพในการดูดซับมากน้อยเพียงใดและต้องการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมวัสดุดูดซับในการดูดซับสีจากโรงงานฟอกย้อมด้วยการนำเอาต้นกระจูดมาทำเป็นวัสดุดูดซับซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อไป

ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ จึงนำเอากระจูดมาปรับสภาพ เพื่อใช้เป็นวัสดุดูดซับสีย้อมชนิดรีแอกทีฟ จากน้ำทิ้งที่เตรียมในห้องปฏิบัติการ เพราะสามารถควบคุมความเข้มข้นของสีย้อมผ้าที่ละลายในน้ำได้ จึงมีความเป็นไปได้สูงที่เลือกกระจูด มาบำบัดสีจากน้ำทิ้ง อีกทั้งยังเป็นการนำวัสดุเหลือใช้มาใช้ให้เกิดประโยชน์อีกด้วย

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการดูดซับสีด้วยวัสดุกระจูดที่ปรับสภาพ
2. เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพของการดูดซับโดยใช้วัสดุที่ปรับสภาพ
3. เพื่อศึกษาหาค่าความจุของการดูดซับ

เอกสารอ้างอิง

รศ.ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์. (2527). **การกำจัดน้ำเสียจากโรงงานย้อมผ้าโดยวิธีออกซิเดชั่น-รี ดักชั่น**, เรื่อง การกำจัดของน้ำเสียจากโรงงานย้อมผ้า: ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาลและสถาบันวิจัยและพัฒนา คณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์, มหาวิทยาลัย. เล่มที่ 5

เรียม เตชะโสภณมนี. (2530). ผักตบชวาและประโยชน์จากการบำบัดน้ำเสีย, จุลสารสภาวะแวดล้อม, ปีที่6 ฉบับที่ 5 (กันยายน-ตุลาคม), 23-2

Peer,G. Textile industry wastewater treatment. *Wat. Sci. Tech.,1991*;Vol.24,No.1,97-103

Buckley,C.A . Membrane Technology for the treatment of dyehouse effluents. *Wat.sci*.tech 1992; Vol.25, No. 10,203-209

Churchley,J.H.,. Removal of Dye Wastewater Colour from Sewage Effluents – the use ofafull scale ozone plant. *Wat. Sci*. tech.,1994;Vol.30,No.3,275-284.

http://www.riclib.nrct.go.th/scripts/wwwi32.exe/[in=book2.par]/?^t2006=102369&^t2003=1&^t2000=เรซิน

http://www.riclib.nrct.go.th/scripts/wwwi32.exe/[in=book2.par]/?^t2006=86696&^t2003=61&^t2000=การดูดซับ

http://www.sawai.dpu.ac.th

http://www.thaisnew.com

ระเบียบวิธีการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย
    1.1 เป็นการวิจัยเชิงทดลอง
2. วิธีการดำเนินการ
    2.1 เตรียมงานค้นคว้าเอกสาร
    2.2 เตรียมอุปกรณ์การทดลอง
    2.3 เก็บตัวอย่างและดำเนินการทดลอง
    2.4 วิเคราะห์ข้อมูล
    2.5 รวบรวมเล่ม

สารเคมี

1. โซเดียมไฮดรอกไซด์
2. กรดซัลฟูริก
3. กรดไฮโดรคลอริก
4. ฟอมัลดีไฮด์
5. สารละลายสีน้ำเงิน สีเหลืองและสีชมพู

เครื่องมือ

1. พีเอชมิเตอร์
2. เครื่องอัลตราไวโอเลตและวิซิเบิลสเปกโตรสโกปี
3. ตะแกรงร่อน
4. โถดูดความชื้น
5. ตู้ควัน
6. เครื่องชั่ง 3 ตำแหน่ง
7. เตาอบ
8. เครื่องบดวัสดุ

ขอบเขตของการวิจัย

1. การกำจัดสีย้อมโดยการดูดซับด้วยต้นกระจูด โดยนำตัวอย่างต้นกระจูด จากหมู่บ้าน เคร็ง ตำบล เคร็ง อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช
2. ใช้น้ำเสียที่เตรียมจากห้องปฏิบัติการ
3. ใช้ต้นกระจูดที่มีลักษณะสีเขียว และมีความสูงที่ไล่เลี่ยกันหรือเท่ากันในการเตรียมวัสดุดูดซับ
4. ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่าง พฤษภาคม 2549- ตุลาคม 2549
5. สีชมพู สีน้ำเงิน และสีเหลือง

แผนดำเนินงานวิจัย

กิจกรรมกาววิจัย	2549									2550		
	มี.ค.	เม.ย	พ.ค	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ต.ค.	พ.ย	ธ.ค.	ม.ค	ก.พ	มี.ค
1.ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	↔											
2.เขียนเค้าโครงการวิจัย	↔											
3.เก็บรวบรวมวัสดุดูดซับ	↔											
4.เตรียมอุปกรณ์พร้อมเครื่องมือและทำการทดลอง		↔										
5.รวบรวมผลการทดลอง								↔				
6.วิเคราะห์ข้อมูลแปรผลและสรุปงานวิจัย										↔		
7.จัดทำเอกสารเสนองานวิจัย											↔	

สถานที่ทำวิจัย

ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ลงชื่อ.....ผู้ทำวิจัย

(นางสาวมารียัม ดอเล๊าะ)

ลงชื่อ.....ผู้ทำวิจัย

(นางสาวสีตีรอกาย๊ะ นิสะมะแอ)

ความเห็นของอาจารย์ที่ปรึกษา

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ที่ปรึกษาวิจัย

(อาจารย์ประวิทย์ เนื่องมัจฉา)

ประวัติของผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวมารียัม ดอเล๊าะ
วัน เดือน ปีเกิด	07 เมษายน 2527
อายุ	23 ปี
ภูมิลำเนา	389/1 ม.5 ต. โคกเคียน อ. เมือง จ. นราธิวาส 96000
ประวัติการศึกษา	- ระดับประถมศึกษา 1-6 โรงเรียนบ้านทอน ตำบลโคกเคียน อำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส 96000 - ระดับมัธยมศึกษาโรงเรียนอัตตัรกียะห์อิสลามียะห์ ตำบลบางนาค อำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส 96000 - ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ประวัติของผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวสีตีรอกาย๊ะ นิสะมะแอ
วัน เดือน ปีเกิด	15 พฤษภาคม พ.ศ 2527
อายุ	23 ปี
ภูมิลำเนา	29/1 หมู่ 3 ต.โคกโพธิ์ อ.โคกโพธิ์ จ.ปัตตานี 94120
ประวัติการศึกษา	- ประถมศึกษา ป.1-ป.6 โรงเรียนบ้านป่าบอนม.6 ต.ป่าบอน อ.โคกโพธิ์ จ.ปัตตานี 94120 - มัธยมศึกษา ม.1-ม.6 โรงเรียนมูลนิธิอาซิซสถาน ต.นาประดู่ อ.โคกโพธิ์ จ.ปัตตานี - ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช