

การกำจัดสีของน้ำเสียจากน้ำย้อมผ้าโดยกระบวนการตกตะกอนทางเคมี
ด้วยสารโพลีลูมิเนียมคลอไรด์

นางสาวภาณุณีตา ครองธรรมชาติ



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2536

ISBN 974-582-393-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018870

114859809

COLOR REMOVAL FROM TEXTILE DYEING WASTEWATER BY
CHEMICAL COAGULATION WITH POLYALUMINIUM CHLORIDE

Miss Kannitha Krongthamchat

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Interdepartment of Environmental Science

Graduate School

Chulalongkorn University

1993

ISBN 974-582-393-7

C 426272 : MAJOR INTER- DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE
KEY WORD: COLOR REMOVAL / TEXTILE/ DYEING WASTEWATER/ COAGULATION

KANNITHA KRONGTHAMCHAT : COLOR REMOVAL FROM TEXTILE DYEING WASTEWATER
BY CHEMICAL COAGULATION WITH POLYALUMINIUM CHLORIDE. THESIS ADVISOR:
PROF. DR. THONGCHAI PANSWAD, Ph.D. 198 pp. ISBN 794-582-393-7

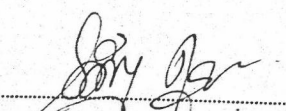
The objective of this experiment was to evaluate the color removal efficiency from dye-wastewaters by chemical coagulation. The studied variables were pH, dose of polyaluminium chloride (PACl) and of polymer. The dye-wastewaters used in this experiment were categorized into 4 types based on the dyes used; i.e., reactive, acid, direct and disperse. It was found that the efficiency in removing color from the wastewaters depended on the types of dyes, the color hue, the optimum pH, the optimum doses of PACl and of polymer. The insoluble dyes were relatively easier to be removed than the soluble dyes. The optimum pH was different for each type of dye-wastewaters.

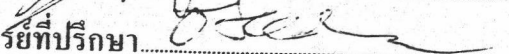
The optimum doses of PACl for removing color from reactive, acid, direct and disperse dye-wastewaters were 400 to 500, 500 to more than 3000, 600 to 3000, and 100 to 1500 mg/l, respectively. With the 0.2 to 5 mg/l dose of polymer, the corresponding efficiency of color removal were 0.3 to 59.7 %, 8.2 to 84.5 %, 7.6 to 81.9 % and 63.8 to 96.1%. The efficiency of COD removal were 2.6 to 27.6%, 10.6 to 58.0%, 6.6 to 46.3 %, and 54.2 to 95.0 %, whereas the efficiency of SS removal were 3.8 to 40.6 %, 6.9 to 78.8 %, 11.9 to 41.0 % and 57.9 to 98.0 %. Despite experimental results which showed high efficiency of color removal from the dye-wastewaters, there was no significant evidence to conclude that the quality of effluent could meet satisfactory standard because the influent color intensity was sometimes very high, resulting in still highly colored effluent. Similarly, the same condition could be drawn for the COD and SS parameters, i.e. the COD and SS concentration in the effluent could not meet satisfactory standards either. The cost of chemicals used in the process was about 30 to 75, 30 to 546, 36 to 202 and 7 to 93 baht/m³ for these four different dye-wastewaters, respectively.

ภาควิชา..... สหสาขาวิชา

สาขาวิชา..... วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม

ปีการศึกษา..... 2535

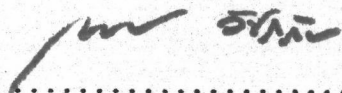
ลายมือชื่อนิสิต..... 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... 

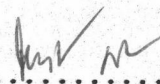
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... -

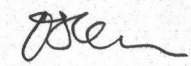
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การกำจัดสีของน้ำเสียจากน้ำย้อมผ้าโดยกระบวนการตกตะกอนทางเคมีด้วย
สารโพลูอิมิเนียมคลอไรด์
โดย นางสาวกาญจนา ครองธรรมชาติ
สหสาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ดร. ชงชัย พรรณสวัสดิ์

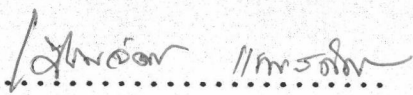
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

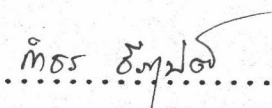

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. ดAVOR วิษรภักย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ไพรัช สายเชื้อ)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ศาสตราจารย์ ดร. ชงชัย พรรณสวัสดิ์)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ เปรมจิตต์ แทนสถิตย์)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ก้าชกร ชีร์คุปต์)



พิมพ์ต้นฉบับบทความวิจัยวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

กาณินดา ครอบธรรมชาติ : การกำจัดสีของน้ำเสียจากน้ำย้อมผ้าโดยกระบวนการตกตะกอนทางเคมีด้วยสารโพลีลูมิเนียมคลอไรด์ (COLOR REMOVAL FROM TEXTILE DYEING WASTEWATER BY CHEMICAL COAGULATION WITH POLYALUMINIUM CHLORIDE)
อ.ที่ปรึกษา : ศ. ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 198 หน้า. ISBN 794-582-393-7

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะศึกษาปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการกำจัดสีของน้ำเสียจากน้ำย้อมผ้าโดยกระบวนการตกตะกอนทางเคมี ตัวแปรที่ทำการศึกษา ได้แก่ พีเอช ปริมาณโพลีลูมิเนียมคลอไรด์ (PAC1) และปริมาณโพลีเมอร์ น้ำเสียที่นำมาทดลองแบ่งตามประเภทของสีย้อมออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ รีแอคทีฟ เอซิด ไคเร็กซ์ และดิสเพิส ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพในการกำจัดสีของน้ำเสีย ขึ้นอยู่กับ ประเภทสีย้อม ชนิดของโหนดสี ระดับพีเอชที่เหมาะสม ปริมาณ PAC1 และปริมาณโพลีเมอร์ที่เหมาะสม กล่าวคือ สีย้อมประเภทที่ไม่ละลายน้ำจะถูกกำจัดได้ง่ายกว่าสีประเภทที่ละลายน้ำ และน้ำเสียแต่ละประเภทจะมีระดับพีเอชที่เหมาะสมแตกต่างกัน

ปริมาณ PAC1 ที่เหมาะสมของน้ำเสียประเภทรีแอคทีฟ เอซิด ไคเร็กซ์ และดิสเพิส มีปริมาณ 400 ถึง 500, 500 ถึง มากกว่า 3000, 600 ถึง 3000 และ 100 ถึง 1500 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อใช้โพลีเมอร์ 0.2 ถึง 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ PAC1 ในการตกตะกอน จะมีประสิทธิภาพในการกำจัดสีเป็น 0.3 - 59.7 %, 8.2 - 84.5 %, 7.6 - 81.9 % และ 63.5 - 96.1 % ตามลำดับ ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอไซด์มีค่า 2.6 - 27.6 %, 10.6 - 58.0 %, 6.6 - 46.3 % และ 54.2 - 95.0 % ตามลำดับ ประสิทธิภาพในการกำจัดเอสเอสมีค่า 3.8 - 40.6 %, 6.9 - 78.8% 11.9 - 41.0 % และ 57.1 - 98.0 % ตามลำดับ ในการทดลองนี้ น้ำเสียมีความเข้มข้นของสีสูงไม่เท่ากัน แม้ผลการทดลองที่ได้จะมีประสิทธิภาพในการกำจัดสีสูง ก็ไม่อาจกล่าวได้ว่า จะสามารถลดความเข้มข้นของสีให้อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจได้ ในทำนองเดียวกัน ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอไซด์และเอสเอสที่สูงก็ไม่อาจบอกได้ว่าค่าซีโอไซด์และเอสเอสจะอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานเช่นกัน การประเมินราคาสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการนี้ประมาณ 30 - 75, 30 - 546, 36 - 202 และ 7 - 93 บาทต่อลูกบาศก์เมตร สำหรับน้ำเสียทั้ง 4 ประเภทดังกล่าวตามลำดับ

ภาควิชา... สหสาขาวิชา
สาขาวิชา... วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา... 2535

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาพร้อม

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จล่วงไปด้วยดี อันเนื่องมาจากการให้คำแนะนำและข้อคิดเห็น ตลอดจนการหาแหล่งเงินทุนวิจัยให้ด้วย จากศาสตราจารย์ ดร.ชงชัย พรหมสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ของผู้เขียน

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ไพรัช สายเชื้อ รองศาสตราจารย์ เปรมจิตต์ แทนสถิตย์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กำธร ธีรคุปต์ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าซึ่งเป็นกรรมกรรมาสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมกับให้ความคิดเห็นเสนอแนะ ตลอดจนช่วยตรวจรายละเอียดต่าง ๆ ในวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณสมาคมวิศวกรสิ่งแวดลอมแห่งประเทศไทย และบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้เงินทุนอุดหนุนการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณบริษัทสหพัฒนาอินเตอร์โฮลดิ้ง อ.ศรียาชา จ.ชลบุรี และเจ้าหน้าที่ในท้องปฏิบัติการณ์แวดลอมทุกท่าน ที่เอื้อเฟื้อให้ใช้สถานที่และอุปกรณ์ในการวิจัย

ขอขอบคุณ บริษัทที่ชื้ออิลาสติก จำกัด , บริษัทราชาลูซิโน และบริษัทไทยสเตเฟลกซ์ ตลอดจนพนักงานบริษัททุกท่านที่ให้ความร่วมมือและช่วยเก็บตัวอย่างน้ำเสียประเภทต่าง ๆ

ขอขอบคุณ อาจารย์วรพจน์ เปลี่ยนเข่าว และคุณสมชัย วรสัมปติ ที่กรุณาแก้ไขอุปกรณบางชิ้นในการวิจัยจนสามารถใช้งานได้

ขอขอบคุณ คุณวศิน มหัตนิรันดร์กุล และคุณคมสัน ชำครสิทธิ์ ที่ให้ความคิดเห็นต่าง ๆ ตลอดจนช่วยเหลือในการขนส่งอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อใช้ในการงานวิจัย

ท้ายที่สุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ คุณย่า และขอบคุณ คุณสุชมณี ครอบธรรมชาติ น้องสาวอันเป็นที่รักยิ่งของผู้เขียน ที่ให้การสนับสนุนและกำลังใจให้กับผู้เขียนจนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จล่วงไปด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญรูป.....	ฅ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. ทฤษฎีและการทบทวนเอกสาร	5
3. วิธีสุ่มปรแกรมและวิธีดำเนินการทดลอง	23
4. ผลการทดลอง	27
5. วิจารณ์ผลการทดลอง.....	93
6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	101
รายการอ้างอิง.....	103
ภาคผนวก.....	106
ประวัติผู้เขียน	199

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
3.1	รายละเอียดของโพลีอูรีเทนนิวมัลลวไรด์ที่ใช้ในการทดลอง.....	25
3.2	รายละเอียดของโพลีเมอร์ที่ใช้ในการทดลอง.....	25
4.1	สมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำเสียจากน้ำย้อมประเภทต่าง ๆ.....	28
4.2	ข้อมูลและประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอไซด์และเอสเอสของน้ำเสีย ประเภทรีแอกทีฟ โทนสีส้ม.....	32
4.3	ข้อมูลและประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอไซด์และเอสเอสของน้ำเสีย ประเภทรีแอกทีฟ โทนสีน้ำตาลแดง.....	35
4.4	ข้อมูลและประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอไซด์และเอสเอสของน้ำเสีย ประเภทรีแอกทีฟ โทนสีเหลืองคล้ำ	38
4.5	ข้อมูลและประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอไซด์และเอสเอสของน้ำเสีย ประเภทรีแอกทีฟ โทนสีเขียวอมฟ้า.....	41
4.6	ข้อมูลและประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอไซด์และเอสเอสของน้ำเสีย ประเภทรีแอกทีฟ โทนสีแดง	43
4.7	ข้อมูลและประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอไซด์และเอสเอสของน้ำเสีย ประเภทเอซิด โทนสีน้ำตาล	47
4.8	ข้อมูลและประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอไซด์และเอสเอสของน้ำเสีย ประเภทเอซิด โทนสีแดง.....	50
4.9	ข้อมูลและประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอไซด์และเอสเอสของน้ำเสีย ประเภทเอซิด โทนสีน้ำเงิน.....	52
4.10	ข้อมูลและประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอไซด์และเอสเอสของน้ำเสีย ประเภทเอซิด โทนสีเขียว.....	55

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.11 ข้อมูลและประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีและเอสเอสของน้ำเสีย ประเภทเอซิด โทนสีดำ.....	58
4.12 ข้อมูลและประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีและเอสเอสของน้ำเสีย ประเภทไคเร็กซ์ โทนสีเทา.....	61
4.13 ข้อมูลและประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีและเอสเอสของน้ำเสีย ประเภทไคเร็กซ์ โทนสีน้ำตาล.....	64
4.14 ข้อมูลและประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีและเอสเอสของน้ำเสีย ประเภทไคเร็กซ์ โทนสีน้ำเงิน.....	66
4.15 ข้อมูลและประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีและเอสเอสของน้ำเสีย ประเภทไคเร็กซ์ โทนสีดำ.....	69
4.16 ข้อมูลและประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีและเอสเอสของน้ำเสีย ประเภทไคเร็กซ์ โทนสีแดง.....	72
4.17 ข้อมูลและประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีและเอสเอสของน้ำเสีย ประเภทคิสเฟิส โทนสีน้ำเงิน	75
4.18 ข้อมูลและประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีและเอสเอสของน้ำเสีย ประเภทคิสเฟิส โทนสีดำ.....	78
4.19 ข้อมูลและประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีและเอสเอสของน้ำเสีย ประเภทคิสเฟิส โทนสีเหลือง.....	81
4.20 ข้อมูลและประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีและเอสเอสของน้ำเสีย ประเภทคิสเฟิส โทนสีส้ม.....	84

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.21ก ข้อมูลและประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีและเอสเอสของน้ำเสีย ประเภทคิสเพิส โทนสีชมพู.....	86
4.21ข ข้อมูลและประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีและเอสเอสของน้ำเสีย ประเภทคิสเพิส โทนสีชมพู.....	88
4.22 สรุปผลการทดลองการกำจัดสีน้ำเสียจากน้ำข้อมประเภทสีรีแอกทีฟ.....	89
4.23 สรุปผลการทดลองการกำจัดสีน้ำเสียจากน้ำข้อมประเภทสีเอซิด.....	90
4.24 สรุปผลการทดลองการกำจัดสีน้ำเสียจากน้ำข้อมประเภทสีไดเร็กต์.....	91
4.25 สรุปผลการทดลองการกำจัดสีน้ำเสียจากน้ำข้อมประเภทสีคิสเพิส.....	92
5.1 ราคาของสารเคมีที่ใช้ในเชิงพาณิชย์ พ.ศ. 2535.....	97

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า	
4.1	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสี้อมประเภทแอคทีฟ โทนสีส้มเมื่อเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชและปริมาณ PACl 500 มก./ล.....	31
4.2	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสี้อมประเภทแอคทีฟ โทนสีส้ม เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพอลูมิเนียมคลอไรด์.....	31
4.3	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสี้อมประเภทแอคทีฟ โทนสีส้ม เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพลิมเมอร์.....	32
4.4	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสี้อมประเภทแอคทีฟโทนสีน้ำตาลแดง เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช และปริมาณ PACl 500 มก./ล.....	34
4.5	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสี้อมประเภทแอคทีฟ โทนสีน้ำตาลแดง เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพอลูมิเนียมคลอไรด์.....	34
4.6	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสี้อมประเภทแอคทีฟ โทนสีน้ำตาลแดง เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพลิมเมอร์.....	35
4.7	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสี้อมประเภทแอคทีฟ โทนสีเหลืองคล้ำ เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช และปริมาณ PACl 300 มก./ล.....	37
4.8	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสี้อมประเภทแอคทีฟ โทนสีเหลืองคล้ำ เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพอลูมิเนียมคลอไรด์.....	37
4.9	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสี้อมประเภทแอคทีฟ โทนสีเหลืองคล้ำ เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพลิมเมอร์.....	38
4.10	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสี้อมประเภทแอคทีฟ โทนสีเขียวอมฟ้า เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช และปริมาณ PACl 500 มก./ล.....	39
4.11	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสี้อมประเภทแอคทีฟ โทนสีเขียวอมฟ้า เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพอลูมิเนียมคลอไรด์.....	39

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.12	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีย้อมประเภทรีแอคทีฟ โทนสีเขียวอมฟ้า เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพล์เมอร์..... 41
4.13	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีย้อมประเภทรีแอคทีฟ โทนสีแดง เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช และปริมาณ PACl 500 มก./ล..... 42
4.14	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีย้อมประเภทรีแอคทีฟ โทนสีแดง เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพล์ลูมิเนียมคลอไรด์..... 42
4.15	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีย้อมประเภทรีแอคทีฟ โทนสีแดง เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพล์เมอร์..... 43
4.16	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีย้อมประเภทเอซิด โทนสีน้ำตาล เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช และปริมาณ PACl 200 มก./ล..... 46
4.17	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีย้อมประเภทเอซิด โทนสีน้ำตาล เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพล์ลูมิเนียมคลอไรด์..... 46
4.18	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีย้อมประเภทเอซิด โทนสีน้ำตาล โทนสีน้ำตาล เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพล์เมอร์..... 47
4.19	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีย้อมประเภทเอซิด โทนสีแดง เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชและปริมาณ PACl 500 มก./ล..... 48
4.20	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีย้อมประเภทเอซิด โทนสีแดง เมื่อเปลี่ยนแปลงโพล์ลูมิเนียมคลอไรด์..... 48
4.21	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีย้อมประเภทเอซิด โทนสีแดง เมื่อเปลี่ยนแปลงโพล์เมอร์..... 50
4.22	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีย้อมประเภทเอซิด โทนสีน้ำเงิน เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชและปริมาณ PACl 500 มก./ล..... 51

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.23	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีข้อมประเภทเอซิด โทนสีน้ำเงิน เมื่อเปลี่ยนแปลงโพลีลูมิเนียมคลอไรด์..... 51
4.24	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีข้อมประเภทเอซิด โทนสีน้ำเงิน เมื่อเปลี่ยนแปลงโพลีเมอร์..... 52
4.25	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีข้อมประเภทเอซิด โทนสีเขียว เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชและปริมาณ PACl 500 มก./ล..... 54
4.26	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีข้อมประเภทเอซิด โทนสีเขียว เมื่อเปลี่ยนแปลงโพลีลูมิเนียมคลอไรด์..... 54
4.27	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีข้อมประเภทเอซิด โทนสีเขียว เมื่อเปลี่ยนแปลงโพลีเมอร์..... 55
4.28	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีข้อมประเภทเอซิด โทนสีดำ เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชและปริมาณ PACl 3200 มก./ล..... 57
4.29	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีข้อมประเภทเอซิด โทนสีดำ เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพลีลูมิเนียมคลอไรด์..... 57
4.30	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีข้อมประเภทไคเร็กซ์ โทนสีเทา เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชและปริมาณ PACl 100 มก./ล..... 60
4.31	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีข้อมประเภทไคเร็กซ์ โทนสีเทา เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพลีลูมิเนียมคลอไรด์..... 60
4.32	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีข้อมประเภทไคเร็กซ์ โทนสีเทา โทนสีเทา เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพลีเมอร์..... 61
4.33	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีข้อมประเภทไคเร็กซ์ โทนสีน้ำตาล เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชและปริมาณ PACl 500 มก./ล..... 62

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.34	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสี้อมประเภทไตรเร็กซ์ โทนสีน้ำตาล เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพลัลลูมิเนียมคลอไรด์..... 62
4.35	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสี้อมประเภทไตรเร็กซ์ โทนสีน้ำตาล เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพลิมเมอร์..... 64
4.36	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสี้อมประเภทไตรเร็กซ์ โทนสีน้ำเงิน เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชและปริมาณ PACl 1000 มก./ล..... 65
4.37	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสี้อมประเภทไตรเร็กซ์ โทนสีน้ำเงิน เมื่อเปลี่ยนแปลงโพลัลลูมิเนียมคลอไรด์..... 65
4.38	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสี้อมประเภทไตรเร็กซ์ โทนสีน้ำเงิน เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพลิมเมอร์..... 66
4.39	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสี้อมประเภทไตรเร็กซ์ โทนสีดำ เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชและปริมาณ PACl 1000 มก./ล..... 68
4.40	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสี้อมประเภทไตรเร็กซ์ โทนสีดำ เมื่อเปลี่ยนแปลงโพลัลลูมิเนียมคลอไรด์..... 68
4.41	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสี้อมประเภทไตรเร็กซ์ โทนสีดำ เมื่อเปลี่ยนแปลงโพลิมเมอร์..... 69
4.42	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสี้อมประเภทไตรเร็กซ์ โทนสีแดง เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชและปริมาณ PACl 1000 มก./ล..... 70
4.43	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสี้อมประเภทไตรเร็กซ์ โทนสีแดง เมื่อเปลี่ยนแปลงโพลัลลูมิเนียมคลอไรด์..... 70

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
4.34	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีย้อมประเภทไคเร็กซ์ โทนสีน้ำตาล เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพลัลลูมิเนียมคลอไรด์.....	62
4.35	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีย้อมประเภทไคเร็กซ์ โทนสีน้ำตาล เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพลิมเมอร์.....	64
4.36	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีย้อมประเภทไคเร็กซ์ โทนสีน้ำเงิน เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชและปริมาณ PACl 1000 มก./ล.....	65
4.37	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีย้อมประเภทไคเร็กซ์ โทนสีน้ำเงิน เมื่อเปลี่ยนแปลงโพลัลลูมิเนียมคลอไรด์.....	65
4.38	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีย้อมประเภทไคเร็กซ์ โทนสีน้ำเงิน เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพลิมเมอร์.....	66
4.39	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีย้อมประเภทไคเร็กซ์ โทนสีดำ เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชและปริมาณ PACl 1000 มก./ล.....	68
4.40	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีย้อมประเภทไคเร็กซ์ โทนสีดำ เมื่อเปลี่ยนแปลงโพลัลลูมิเนียมคลอไรด์.....	68
4.41	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีย้อมประเภทไคเร็กซ์ โทนสีดำ เมื่อเปลี่ยนแปลงโพลิมเมอร์.....	69
4.42	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีย้อมประเภทไคเร็กซ์ โทนสีแดง เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชและปริมาณ PACl 1000 มก./ล.....	70
4.43	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีย้อมประเภทไคเร็กซ์ โทนสีแดง เมื่อเปลี่ยนแปลงโพลัลลูมิเนียมคลอไรด์.....	70

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า	
4.44	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีข้อมประเภทไคเร็กซ์ โทนสีแดง เมื่อเปลี่ยนแปลงโพลีเมอร์.....	72
4.45	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีข้อมประเภทคิสเฟิส โทนสีน้ำเงิน เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชและปริมาณ PACl 500 มก./ล.....	74
4.46	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีข้อมประเภทคิสเฟิส โทนสีน้ำเงิน เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพลีลูมิเนียมคลอไรด์.....	74
4.47	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีข้อมประเภทคิสเฟิส โทนสีน้ำเงิน เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพลีเมอร์.....	75
4.48	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีข้อมประเภทคิสเฟิส โทนสีดำ เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชและปริมาณ PACl 500 มก./ล.....	77
4.49	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีข้อมประเภทคิสเฟิส โทนสีดำ เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพลีลูมิเนียมคลอไรด์.....	77
4.50	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีข้อมประเภทคิสเฟิส โทนสีดำ เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพลีเมอร์.....	78
4.51	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีข้อมประเภทคิสเฟิส โทนสีเหลือง เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชและปริมาณ PACl 100 มก./ล.....	79
4.52	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีข้อมประเภทคิสเฟิส โทนสีเหลือง เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพลีลูมิเนียมคลอไรด์.....	79
4.53	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีข้อมประเภทคิสเฟิส โทนสีเหลือง เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพลีเมอร์.....	81
4.54	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีข้อมประเภทคิสเฟิส โทนสีส้ม เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชและปริมาณ PACl 100 มก./ล.....	82

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.55	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีข้อมประเภทคัสเฟิส โทนสีส้ม เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพลลูมิเนียมคลอไรด์..... 82
4.56	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีข้อมประเภทคัสเฟิส โทนสีส้ม เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพลิเมอร์..... 84
4.57	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีข้อมประเภทคัสเฟิส โทนสีชมพู เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชและปริมาณ PAC1 100 มก./ล..... 85
4.58	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีข้อมประเภทคัสเฟิส โทนสีชมพู เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพลลูมิเนียมคลอไรด์..... 85
4.59ก	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีข้อมประเภทคัสเฟิส โทนสีชมพู เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพลิเมอร์..... 86
4.59ข	ประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียจากสีข้อมประเภทคัสเฟิส โทนสีชมพู เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโพลิเมอร์..... 88
5.1	ราคาและประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียประเภทรีแอกทีฟ..... 99
5.2	ราคาและประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียประเภทเอซิด..... 99
5.3	ราคาและประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียประเภทไดเร็กต์.....100
5.4	ราคาและประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียประเภทคัสเฟิส.....100