

การกำจัดสีน้ำเสียจากโรงงานสุราแช่พื้นบ้านด้วยกระบวนการทางเคมี
โดยใช้สารร่วมกับแกลบเผา
Color Removal in Wastewater form Traditional Alcoholic
Beverage Factory by Chemical Process :
Using Aluminium Sulphate with Burned Husk

สมพิศ ดิบุญโน¹ ประชุม คำพุ่ม^{2*} และ กิตติพงษ์ สุวีโร³

^{1,2}อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

³นักวิจัย ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

บทคัดย่อ

การศึกษาความเป็นไปได้ในการกำจัดสีน้ำเสียโดยใช้สารส้มเป็นสารโคแอกกูแลนท์ร่วมกับแกลบเผา สำหรับใช้เป็นแกนเกาะในกระบวนการโคแอกกูเลชัน โดยน้ำเสียที่ใช้เป็นน้ำเสียจากโรงงานสุราแช่พื้นบ้านที่มีค่าพีเอช 4.15 - 4.24 ปริมาณของแข็งแขวนลอย 204 - 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าซีไอดี 4,761 - 5,644 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเข้มสี 21.05 - 35.90 เอสยู และค่าความขุ่น 166 - 197 เอ็นทียู ผลการศึกษาพบว่าการใช้สารส้มที่มีความเข้มข้น 0.4 กรัมต่อลิตร ร่วมกับแกลบเผาขนาด 100 เมช ปริมาณ 2.2 กรัมต่อลิตร และใช้สารส้ม ความเข้มข้น 0.5 กรัมต่อลิตร ร่วมกับแกลบเผาขนาด 200 เมช ปริมาณ 2.6 กรัมต่อลิตร สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำเสียได้ โดยมีประสิทธิภาพในการกำจัดสีร้อยละ 83.06 และ 86.11 ตามลำดับ

Abstract

Feasibility Study of the enhancing of the color removal efficiency in wastewater using aluminium sulphate with burned husk as a core coagulant in the coagulation process is investigated. The compositions of wastewater from traditional alcoholic beverage factory are given as follows: pH of 4.15-4.24, suspended solids of 204-300 mg/l, COD of 4,761-5,644 mg/l, color intensity of 21.05-35.90 S.U. and turbidity of 166-197 NTU. The experimental results revealed that using aluminium sulphate at concentration 0.4 g/l with burned husk sieve number 100 mesh at 2.2 g/l and aluminium sulphate at 0.5 g/l together with burned husk of size 200 mesh at 2.6 g/l can enhance the efficiency of color removal in wastewater. The color removal efficiencies were at 83.06% and 86.00%, respectively.

คำสำคัญ : กระบวนการโคแอกกูเลชัน แกลบเผา ความเข้มสี น้ำเสีย สารส้ม

Key words : Coagulation process, Burned husk, Color intensity, Wastewater, Aluminium sulphate

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ choomy_gtc@hotmail.com โทร. 0-2549-3417

1. บทนำ

ปัญหาน้ำเสียเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมอย่างมาก โดยเฉพาะน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการผลิตสินค้า ไม่เว้นแม้แต่การผลิตผลิตภัณฑ์ในโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) ของชาวบ้าน โดยที่เป็นปัญหา คือ การผลิตสุราแช่พื้นบ้าน ซึ่งน้ำเสียที่เกิดขึ้นนั้นจะมีความเข้มข้นของสารอินทรีย์และสารอินทรีย์สูง อีกทั้งน้ำเสียที่เกิดขึ้นยังมีสีน้ำตาลเข้ม โดยสีน้ำตาลเข้มนั้นมาจากคาราเมลของพวกน้ำตาลต่างๆ ที่ได้รับความร้อนมากเกินไปในระหว่างกระบวนการผลิตน้ำตาล และเมลานอยดินซึ่งเป็นคอลลอยด์ที่มีประจุลบ (Kato and Tsuchida, 1981) หากเมื่อปนเปื้อนกับแหล่งน้ำสาธารณะจะทำให้เกิดสภาพอันน่ารังเกียจและน้ำทิ้งที่มีความเข้มข้นสีสูงยังขัดขวางการเดินทางของแสงลงสู่แหล่งน้ำ เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศในน้ำ ทำให้ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำนั้นได้ (มันลิน, 2542)

สำหรับแนวทางที่นิยมใช้ในการจัดการกับน้ำเสียที่เกิดขึ้นนี้มีหลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นทางชีวภาพหรือทางเคมี ซึ่งวิธีทางชีวภาพจะเหมาะสำหรับการกำจัดค่าซีโอดีมากกว่าการกำจัดสีน้ำตาลของน้ำเสีย ส่วนวิธีการรวมตะกอนทางเคมีเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการกำจัดสีของน้ำเสีย แต่ก็ต้องใช้ในปริมาณสารเคมีที่มากและยังเกิดปัญหาตะกอนที่ไม่จมเนื่องจากในตะกอนมีน้ำอยู่มากอีกด้วย

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาเพื่อหาแนวทางการกำจัดสีของน้ำเสีย โดยใช้สารส้ม (รูปที่ 1) ร่วมกับวัสดุที่เหลือทิ้งคือ แกลบ (จักรพันธ์ และนฤเบศ, 2546; เพ็ญศิริ, 2546; ไพทิพย์ และวรรณต์, 2545; อำนวย, 2546) ที่ผ่านการเผาแล้ว (รูปที่ 2) เนื่องจากมีการวิจัยที่ผ่านมาว่าการใช้แกลบเผาสามารถช่วยในการกำจัดสีของน้ำเสียได้ดีในโรงงานฟอกย้อม โดยแกลบเผาจะมีหน้าที่เป็นวัสดุแกนเกาะของตะกอน

เพื่อให้การตกตะกอนทางเคมีด้วยสารส้มมีประสิทธิภาพสูงขึ้น



รูปที่ 1 ผงสารส้ม



รูปที่ 2 แกลบเผา

2. วิธีการทดลอง

2.1 การเตรียมวัสดุแกนเกาะ

นำแกลบเผาต้ามาล้างน้ำ จากนั้นนำไปอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส ทำการบดด้วยเครื่องบดย่อยขนาด แล้วนำไปร่อนผ่านตะแกรงร่อนมาตรฐาน ASTM (2001) ขนาด 100 เมช (0.15 มิลลิเมตร) และ 200 เมช (0.07 มิลลิเมตร)

2.2 การรวมตะกอนทางเคมีโดยใช้จาร์เทสต์

2.2.1 การหาช่วงปริมาณสารส้มที่เหมาะสม

นำน้ำเสียใส่บีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร จำนวน 6 ใบ เติมสารส้มในปริมาณที่แตกต่างกันในบีกเกอร์ทั้ง 6 ใบ ทำการกวนเร็วด้วยเครื่องจาร์เทสต์ที่อัตราความเร็ว 100 รอบ/นาที เป็นเวลา 2 นาที แล้วกวนที่อัตราความเร็ว 30 รอบ/นาที เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นปล่อยให้ตกตะกอนแล้วสังเกตที่ระยะเวลา 30 นาที และวัดค่าพีเอช แล้วเปิดเอาน้ำใสส่วนบนไปกรองเพื่อหาปริมาณสารแขวนลอยและค่าความขุ่น โดยทำการทดลองซ้ำจนได้ช่วงปริมาณสารส้มที่เหมาะสม

2.2.2 การหาปริมาณแกลบเผาที่เหมาะสม

นำน้ำกากสำใส่บีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร ปริมาณ 1,000 มิลลิลิตร จำนวน 6 ใบ ใส่แกลบเผา คั่วที่ผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช ในปริมาณที่ต่างกัน จากนั้นนำมากวนที่อัตราเร็ว 100 รอบ/นาที เป็นเวลา 15 วินาที เติมสารส้มในปริมาณที่ได้ทดลองในข้อข้างบน จากนั้นกวนเร็วที่อัตราความเร็ว 100 รอบ/นาที เป็นเวลา 2 นาที และกวนช้าที่อัตราความเร็ว 30 รอบ/นาที เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นปล่อยให้ตกตะกอน แล้วสังเกตที่ระยะเวลา 30 นาที และวัดค่าพีเอช แล้วเปิดเอาน้ำใสส่วนบนไปกรองเพื่อหาปริมาณสารแขวนลอยและค่าความขุ่น โดยทำการทดลองซ้ำจนได้ช่วงปริมาณแกลบเผาที่เหมาะสม สำหรับใช้ร่วมกับสารส้ม จากนั้นทำการทดสอบซ้ำตั้งแต่แรกโดยเปลี่ยนปริมาณสารส้มไปเรื่อยๆ จนได้ปริมาณที่เหมาะสมทั้งหมด แล้วทำการทดลองใหม่ทั้งหมดโดยใช้แกลบเผาขนาด 200 เมช

2.2.3 ศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดค่าซีโอดี

วิเคราะห์ค่าซีโอดีของน้ำเสียก่อนและหลังการกำจัดด้วยการรวมตะกอนทางเคมี โดยใช้สารส้มที่เหมาะสมร่วมกับปริมาณแกลบเผาที่เหมาะสมทั้ง 2 ขนาด

สำหรับตัวอย่างน้ำเสียในแต่ละการทดสอบนั้น ใช้ตัวอย่างที่เก็บจากโรงงานเดียวกัน แต่คนละครั้ง เนื่องจากไม่ต้องการให้เกิดการย่อยของจุลินทรีย์อันจะมีผลต่อสมบัติของน้ำเสียที่เปลี่ยนไปได้

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 การศึกษาสมบัติของน้ำเสียที่ใช้ทดลอง

น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองเกิดจากการผลิตสุราแช่พื้นบ้านของ บริษัท ซีเอ็ม โภคภัณฑ์ จำกัด ซึ่งสมบัติน้ำเสียและวิธีการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สมบัติโดยเฉลี่ยของน้ำเสียจากโรงงานผลิตสุราแช่พื้นบ้านของบริษัท ซีเอ็ม โภคภัณฑ์ จำกัด และวิธีวิเคราะห์

พารามิเตอร์	ช่วง	ค่าเฉลี่ย	วิธีการวิเคราะห์ (มันลิน, 2542)
ค่าพีเอช	4.15-4.24	4.20	pH Meter
ค่าซีโอดี (มิลลิกรัม/ลิตร)	4,761-5,644	5,202	Dicromate Open Reflux
ค่าความขุ่น (เอ็นทียู)	166-197	181	Turbidity Meter
ค่าความขุ่น (เอสยู)	21.05-35.90	28.48	ใช้วิธี Space unit (S.U.)
ค่าสารแขวนลอย (มิลลิกรัม/ลิตร)	204-300	252	Gravimetric Method

3.2 การศึกษาปริมาณสารส้มที่เหมาะสมในการกำจัดซี

การทดลองนี้เป็นการศึกษาเพื่อหาปริมาณสารส้มที่เหมาะสมที่สุดในการใช้กำจัดซีในน้ำเสีย โดยผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 2 ซึ่งพบว่าประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่น ความขุ่น และของแข็งแขวนลอย มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณสารส้มที่เติมลงไป แต่หากมีการเติมสารส้มมากเกินไปจะทำให้ประสิทธิภาพต่างๆ ลดลง โดยปริมาณ

สารส้มที่ 0.4 กรัม/ลิตร เป็นปริมาณที่สามารถลดความขุ่นสีได้ มีประสิทธิภาพที่สุดคือร้อยละ 76.12 และยังสามารถแก้ปัญหาค่าความขุ่นและปริมาณของแข็งแขวนลอยได้ค่อนข้างดี ซึ่งการทดลองต่อไปจะใช้ปริมาณสารส้มที่ 0.4 กรัม/ลิตร เป็นหลัก

ตารางที่ 2 ปริมาณสารส้มที่เหมาะสมในการกำจัดสีของน้ำเสียด้วยวิธีการตกตะกอนทางเคมี

ปริมาณสารส้ม (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพในการกำจัด (ร้อยละ)		
	ความขุ่นสี	ความขุ่น	ของแข็งแขวนลอย
0	14.02	6.66	12.66
0.2	70.80	81.83	69.26
0.4	76.12	81.38	64.08
0.6	74.18	74.59	45.22
0.8	73.23	70.06	47.85

3.3 การศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดสีน้ำเสียโดยใช้สารส้มร่วมกับแกลบเผาขนาด 100 เมช

การทดลองนี้เป็นการศึกษาเพื่อหาปริมาณของแกลบเผาที่เหมาะสมที่สุดเมื่อนำมาใช้ร่วมกับสารส้ม โดยทำการทดลองกับสารส้มที่ปริมาณ 0.4 กรัม/ลิตร ก่อน ซึ่งผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณแกลบเผาขนาด 100 เมชที่เหมาะสมสำหรับใช้ร่วมกับสารส้ม 0.4 กรัม/ลิตรของน้ำเสียในการกำจัดสีของน้ำเสียด้วยวิธีการตกตะกอนทางเคมี

ปริมาณสารส้ม (กรัม/ลิตร)	ปริมาณแกลบ (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพในการกำจัด (ร้อยละ)			
		ความขุ่นสี	ความขุ่น	ของแข็งแขวนลอย	ซีโอดี
0.4	0	57.32	74.97	57.52	6.17
0.4	2.0	75.03	85.23	72.93	8.90
0.4	2.2	78.11	86.63	66.75	10.27
0.4	2.4	76.41	85.61	66.58	11.65
0.4	2.6	76.06	85.42	64.75	13.70
0.4	2.8	75.36	86.00	68.09	13.02

ผลการทดลองใช้สารส้มร่วมกับแกลบเผาพบว่าประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียสูงกว่าการใช้สารส้มเพียงอย่างเดียว เนื่องจากโครงสร้างที่มีรูพรุนของแกลบเผาจะทำหน้าที่เป็นสารดูดติด และเป็นแกนเกาะ ทำให้ตะกอนมีขนาดใหญ่จึงเกิดการตกตะกอนได้ดีขึ้น (ไพฑิพย์ และวรรณันต์, 2545) ซึ่งการใช้สารส้มที่ปริมาณ 0.4 กรัม/ลิตร พบว่าเมื่อใช้ร่วมกับแกลบเผาในปริมาณ 2.2 กรัม/ลิตร สามารถลดความขุ่นสีลงได้ มีประสิทธิภาพที่สุดคือร้อยละ 78.11 โดยสามารถลดค่าความขุ่นและปริมาณของแข็งแขวนลอยได้อยู่ในระดับดี แต่น้ำยังเกิดว่าลดค่าซีโอดีได้เพียงเล็กน้อย เนื่องจากค่าซีโอดีมีองค์ประกอบจากพารามิเตอร์อื่นๆ หลายค่าในน้ำเสีย ไม่ได้ขึ้นกับความขุ่นสีเพียงอย่างเดียว (อำนาจ, 2546) ดังนั้นการกำจัดสีจึงลดค่าซีโอดีได้เพียงส่วนหนึ่งเท่านั้น

จากนั้นเมื่อนำไปหาปริมาณที่เหมาะสมอีกครั้ง โดยใช้แกลบเผาที่ 2.2 กรัม/ลิตร แล้วทำการปรับ ปริมาณสารส้มใหม่ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณสารส้มที่เหมาะสมสำหรับใช้ ร่วมกับแกลบเผาขนาด 100 เมช ปริมาณ 2.2 กรัมต่อลิตรของน้ำเสีย ในการกำจัดสีของน้ำเสียด้วยวิธีการ ตกตะกอนทางเคมี

ปริมาณ สารส้ม (กรัม/ ลิตร)	ปริมาณ แกลบ (กรัม/ ลิตร)	ประสิทธิภาพในการกำจัด (ร้อยละ)			
		ความ เข้มสี	ความ ขุ่น	ของแข็ง ลอย	ซีโอดี
0	2.2	1.12	13.51	17.55	2.27
0.1	2.2	33.28	42.27	36.32	0.75
0.2	2.2	68.27	82.09	70.03	3.02
0.3	2.2	80.67	89.41	81.94	6.81
0.4	2.2	83.06	87.57	71.85	6.81
0.5	2.2	82.17	82.71	70.63	7.58

ซึ่งผลการทดลองใช้แกลบเผาขนาด 100 เมช ร่วมกับสารส้ม พบว่าปริมาณที่เหมาะสมในการ กำจัดสีของน้ำเสียจากโรงงานสุราแห่งบ้านมากที่สุด คือ ปริมาณสารส้ม 0.4 กรัม/ลิตร กับแกลบเผา ขนาด 100 เมช ปริมาณ 2.2 กรัม/ลิตร โดยมี ประสิทธิภาพในการกำจัดสีได้ถึงร้อยละ 83.06 กำจัดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 87.57 กำจัดของแข็ง ลอยได้ร้อยละ 71.85 และกำจัดค่าซีโอดีได้ ร้อยละ 6.81

3.4 การศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดสี น้ำเสีย โดยใช้สารส้มร่วมกับแกลบเผา ขนาด 200 เมช

จากการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของสารส้ม และแกลบเผาขนาด 100 เมช แล้วยังมีความเป็น ไปได้ที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสีของน้ำเสีย โดยเปลี่ยนขนาดแกลบเผาจาก 100 เมช มาเป็น 200 เมช และทำการทดสอบกับสารส้มที่ปริมาณ 0.4 กรัม/ลิตร ก่อน ซึ่งผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณแกลบเผาขนาด 200 เมช ที่เหมาะสมสำหรับใช้ร่วมกับสารส้ม 0.4 กรัมต่อลิตร ของน้ำเสียในการ กำจัดสีของน้ำเสียด้วยวิธีการ ตกตะกอนทางเคมี

ปริมาณ สารส้ม (กรัม/ ลิตร)	ปริมาณ แกลบ (กรัม/ ลิตร)	ประสิทธิภาพในการกำจัด (ร้อยละ)			
		ความ เข้มสี	ความ ขุ่น	ของแข็ง ลอย	ซีโอดี
0.4	0	71.51	83.27	62.64	0.68
0.4	2.0	78.38	89.84	79.33	7.05
0.4	2.2	78.62	88.59	76.90	5.60
0.4	2.4	81.95	89.31	75.64	5.68
0.4	2.6	84.56	89.74	76.19	7.30
0.4	2.8	82.04	89.71	72.90	8.43

ผลการทดลองใช้สารส้มร่วมกับแกลบเผา ขนาด 200 เมช จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับการใช้ สารส้มร่วมกับแกลบเผาขนาด 100 เมช แต่จะมี ประสิทธิภาพในการกำจัดสีสูงกว่าเมื่อพิจารณาที่ ปริมาณการใช้สารส้มและแกลบเผาเท่ากัน ดังตารางที่ 3 และ 5 เนื่องจากลักษณะโครงสร้างของแกลบ ขนาดใหญ่ต้องใช้เวลาในการดูดติดสีมากกว่าแกลบ ขนาดเล็กที่มีผลกระทบจากการที่สีต้องใช้เวลา ในการแพร่เข้าสู่รูพรุนภายในของตัวดูดติด (ไพทียซ์ และวรรณต์, 2545) และแกลบขนาดเล็กยังมีโอกาส สัมผัสกับน้ำเสียเพื่อเป็นแกนเกาะในกระบวนการ โคแอกกูเลชันได้มากกว่า และพบว่าเมื่อใช้สารส้ม 0.4 กรัม/ลิตร สามารถลดความเข้มสีลงได้ มีประสิทธิภาพ ที่สุดคือร้อยละ 84.56

ตารางที่ 6 ปริมาณสารส้มที่เหมาะสมสำหรับใช้ร่วมกับแกลบเผาขนาด 200 เมช ปริมาณ 2.6 กรัมต่อลิตรของน้ำเสีย ในการกำจัดสีของน้ำเสียด้วยวิธีการตกตะกอนทางเคมี

ปริมาณสารส้ม (กรัม/ลิตร)	ปริมาณแกลบ (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพในการกำจัด (ร้อยละ)			
		ความเข้มสี	ความขุ่น	ของแข็งแขวนลอย	ซีไอดี
0	2.6	1.42	21.89	20.84	1.18
0.1	2.6	38.77	50.38	46.90	2.34
0.2	2.6	68.36	85.49	74.79	4.32
0.3	2.6	81.38	92.52	84.34	6.30
0.4	2.6	85.68	91.96	86.92	6.32
0.5	2.6	86.11	89.03	71.28	5.43

จากนั้นเมื่อนำไปหาปริมาณที่เหมาะสมอีกครั้ง โดยใช้แกลบเผาที่ 2.6 กรัม/ลิตร แล้วทำการปรับปริมาณสารส้มใหม่ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 6

ซึ่งผลการทดลองพบว่า ปริมาณที่เหมาะสมในการกำจัดสีของน้ำเสียจากโรงงานสุราแช่พื้นบ้านมากที่สุด คือ ปริมาณสารส้ม 0.5 กรัม/ลิตร กับแกลบเผาขนาด 200 เมช ปริมาณ 2.6 กรัม/ลิตร โดยมีประสิทธิภาพในการกำจัดสีได้ถึงร้อยละ 86.11 กำจัดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 89.03 กำจัดของแข็งแขวนลอยได้ร้อยละ 71.28 และกำจัดค่าซีไอดีได้ร้อยละ 5.43

4. สรุป

4.1 สรุปผล

จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าการกำจัดสีของน้ำเสียจากโรงงานสุราแช่พื้นบ้านด้วยกระบวนการทางเคมีโดยใช้สารส้มในการตกตะกอนนั้น เมื่อมีการใช้ร่วมกับแกลบเผาจะมีผลทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดสีสูงขึ้น โดยแกลบเผาขนาด 200 เมช จะมีประสิทธิภาพในการกำจัดสีสูงกว่า

แกลบเผาขนาด 100 เมช โดยผลการทดลองหาปริมาณการใช้สารส้มร่วมกับแกลบเผาที่เหมาะสมที่สุดในการกำจัดสีของน้ำเสีย คือ ใช้สารส้มปริมาณ 0.4 กรัม/ลิตร ร่วมกับแกลบเผาขนาด 100 เมช ปริมาณ 2.2 กรัม/ลิตร และใช้สารส้มปริมาณ 0.5 กรัม/ลิตร ร่วมกับแกลบเผาขนาด 200 เมช ปริมาณ 2.6 กรัม/ลิตร โดยจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดสีร้อยละ 83.06 และ 86.11 ตามลำดับ ส่วนการบำบัดค่าพารามิเตอร์อื่นๆ ก็อยู่ในเกณฑ์น่าพอใจ ยกเว้นค่าซีไอดีที่บำบัดได้เพียงเล็กน้อย ซึ่งอาจบำบัดโดยใช้วิธีการเติมอากาศให้กับน้ำเสียหลังผ่านการกำจัดสีก่อนปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม (ไพฑิพย์ และวรรณต์, 2545)

4.2 ข้อเสนอแนะ

การกำจัดพารามิเตอร์ต่างๆ ในน้ำเสียนั้นมีให้เลือกใช้อยู่หลายวิธีด้วยกัน ซึ่งหากจะให้เกิดประสิทธิภาพสูงที่จะสามารถกำจัดพารามิเตอร์ให้ได้ครบทุกตัวนั้น จำเป็นจะต้องใช้หลายวิธีการประกอบกัน โดยในการศึกษาครั้งต่อไปควรพิจารณาใช้ถ่านกัมมันต์ที่ได้จากเปลือกผลไม้มาเป็นวัสดุแกนเกาะในกระบวนการโคแอกกูเลชัน เพื่อเป็นแนวทางการใช้วัสดุเหลือทิ้งจากเกษตรกรรมให้สามารถนำมาบำบัดน้ำเสียได้ต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นายณรงค์ศักดิ์ บัณฑิต และ นายอิทธิพงษ์ ชวงษ์ สำหรับการเตรียมข้อมูลงานวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ช่วยอำนวยความสะดวกเครื่องมืออุปกรณ์ และสถานที่ในการทดลอง

6. เอกสารอ้างอิง

จักรพันธ์ ทองประเสริฐ และ นฤเบศ ปานทผลิน.

2546. การศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดสีโดยใช้ถังเติมเข้าถ่ายออกแบบลำดับต่อเนื่องร่วมกับซีเถ้าแกลบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. คณะวิศวกรรมศาสตร์. ปทุมธานี. ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

เพ็ญศิริ นวเศรษฐกุล. 2546. การสังเคราะห์โพลิไซ-ลอกแซนจากเถ้าแกลบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาปิโตรโพลิเมอร์. คณะวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพฑิพย์ ชีรเวชญาณ และ วรณันต์ นาคบรรพ. 2545. การกำจัดสีย้อมชนิดเบสิกจากน้ำทิ้งของโรงงานฟอกย้อมโดยใช้แกลบ. คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

มันสิน ตันกุลเวศม์. 2542. คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อำนาจ จูตศิริวิริยะ. 2546. การกำจัดสีจากสารระหว่างการใช้โพลิอะลูมิเนียมคลอไรด์ร่วมกับแกลบเผาหรือซิลิกาอะลูมินาหรือเถ้าลอย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

American Society for Testing and Materials. 2001. **ASTM C136-96a: Standard test method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates**, Philadelphia. Annual Book of ASTM Standard. Vol. 04.02.

Kato H. and Tsuchida H. 1981. **Estimation of Melanoidin Structure by Pyrolysis and Oxidation**. In; Prob.Fd Nutr.Sci. pp. 147-156.