

การพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียสีย้อมแบบผสม

นันทิกา ตันตวรสิทธิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา

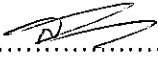
กรกฎาคม 2549

ISBN 974-502-816-9

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์
ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ นันทิกา ตันติวรสิทธิ์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยบูรพาได้


อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุบัณฑิต นิมรรัตน์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นเรศ เชื้อสุวรรณ)

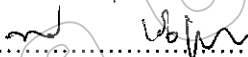
.....กรรมการ

(ดร.ปิยาภรณ์ สมสมัคร)

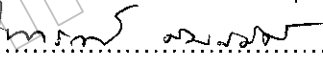
คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธาน

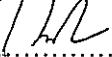
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุบัณฑิต นิมรรัตน์)

.....กรรมการ

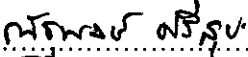
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นเรศ เชื้อสุวรรณ)

.....กรรมการ

(ดร.ปิยาภรณ์ สมสมัคร)

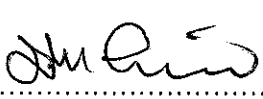
.....กรรมการ

(ดร.กรองจันทร์ รัตนประดิษฐ์)

.....กรรมการ

(ดร.ณัฐพงษ์ ศรีสุข)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประทุม ม่วงมี)

วันที่...๕...เดือน...กุมภาพันธ์...พ.ศ. 2549

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจากรองศาสตราจารย์ ดร.สุภัณฑิต นิมรัทธ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งให้คำปรึกษาและแนะนำตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ และขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นเรศ เชื้อสุวรรณ และ ดร.ปิยาภรณ์ สมสมัคร กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นอย่างยิ่งที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดี รวมถึงขอขอบพระคุณ ดร.กรองจันทร์ รัตนประดิษฐ์ และ ดร.ณัฐพงษ์ ศรีสุข ที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้กำลังใจ กำลังกาย คำแนะนำสั่งสอน รวมทั้งสนับสนุนทุนการศึกษาด้วยดีตลอดมาโดยไม่ขาดตกบกพร่อง ตลอดจนพี่ ๆ น้อง ๆ และเพื่อน ๆ ทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือทั้งร่างกายและแรงใจเพื่อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัย โครงการบัณฑิตศึกษา ภาควิชาวาริชศาสตร์ และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะวิทยาศาสตร์ทุกท่านที่เสียสละเวลาในการจัดหา และอำนวยความสะดวกในการยื่นอุปกรณ์ และเครื่องมือด้วยความราบรื่น รวมถึงท่านอื่น ๆ ที่มีได้เอ่ยนามในที่นี้ ที่มีส่วนช่วยให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือ ซึ่งมีส่วนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนบางส่วนจากโครงการบัณฑิตศึกษา ฝึกอบรม และวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม ภายใต้การกำกับของโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษา และวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ทบวงมหาวิทยาลัย

นันทิกา ตันตวรสิทธิ์

45911941: สาขาวิชา: วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม; วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

คำสำคัญ: ระบบบำบัดน้ำเสีย/ กระบวนการดูดซับ/ สีย้อม

นันทิกา ตันติวรสิทธิ์: การพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียสีย้อมแบบผสม (DEVELOPMENT OF HYBRID TREATMENT FOR WASTEWATER CONTAINING DYES) อาจารย์ผู้ควบคุม
วิทยานิพนธ์: สุบัณฑิต นิรมิตน์, Ph.D., นเรศ เชื้อสุวรรณ, Ph.D., ปิยาภรณ์ สมสมัคร, Ph.D.
93 หน้า. ปี พ.ศ. 2549. ISBN 974-502-816-9

การทดลองเพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดสีและลดค่าซีไอดีของน้ำเสียจากอุตสาหกรรมผลิตสีย้อม โดยกระบวนการดูดซับด้วยชุดกรอง 4 แบบ ได้แก่ ชุดกรองดิน ชุดกรองถ่านกัมมันต์ ชุดกรอง 2 ชั้น (ดิน:ถ่านกัมมันต์; 1:1) และชุดกรอง 3 ชั้น (ดิน:ถ่านกัมมันต์; 2:1) เพื่อหาชุดกรองที่ดีที่สุดพบว่า ชุดกรองที่มีตัวกรองหลายชั้นสามารถบำบัดน้ำเสียได้ดีกว่าชุดกรองที่มีตัวกรองเพียงชั้นเดียว ชุดกรอง 2 ชั้น และ 3 ชั้น สามารถลดค่าซีไอดีได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ชุดกรอง 2 ชั้น สามารถกำจัดสีได้ดีกว่าชุดกรอง 3 ชั้นอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นชุดกรอง 2 ชั้นจึงมีประสิทธิภาพในการกำจัดสีและลดค่าซีไอดีได้ดีที่สุด โดยสามารถกำจัดสีออกได้หมด และมีประสิทธิภาพในการลดค่าซีไอดีได้ 89.63 เปอร์เซ็นต์

หลังจากนั้นทำการศึกษากำหนดน้ำเสียทางกายภาพต่อกับกระบวนการทางชีวภาพ โดยขั้นแรกทำการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ชุดกรอง 2 ชั้นที่ระดับความสูง 15 เซนติเมตร ประสิทธิภาพในการบำบัดปริมาณซีไอดี, ปริมาณของแข็งแขวนลอย, ปริมาณของแข็งละลายน้ำ และปริมาณโซเดียมคลอไรด์เท่ากับ 57.49, 59.56, 19.23 และ 42.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำน้ำที่ผ่านชุดกรองดังกล่าวมาทำการย่อยสลายต่อด้วยระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge) 4 สภาวะ คือ แอโรบิก (Aerobic), แอโรบิกดีไนตริฟิเคชัน (Aerobic Denitrification), ดีไนตริฟิเคชัน (Denitrification), เมทาโนจีนิก (Methanogenic) เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุด พบว่า ในระยะเวลาการย่อยสลาย 4 วัน สภาวะแอโรบิกดีไนตริฟิเคชัน มีประสิทธิภาพในการบำบัดคุณภาพน้ำเสียสีย้อมได้ดีที่สุดโดยพบว่า ปริมาณซีไอดี, ปริมาณของแข็งแขวนลอย และปริมาณของแข็งละลายน้ำ มีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ยกเว้นปริมาณโซเดียมคลอไรด์ยังคงพบในปริมาณสูง

45911941: MAJOR: ENVIRONMENTAL SCIENCE; M.Sc. (ENVIRONMENTAL SCIENCE)

KEYWORDS: WASTEWATER TREATMENT/ ADSORPTION/ DYES

NUNTHIKA TANTIWORASIT: DEVELOPMENT OF HYBRID TREATMENT FOR WASTEWATER CONTAINING DYES. THESIS ADVISOR: SUBUNTITH NIMRAT, Ph.D., NARES CHUERSUWAN, Ph.D., PIYAPAWN SOMSAMAK, Ph.D. 93 P. 2006. ISBN 974-502-816-9

The purpose of this study was to compare the color removal and COD reduction in wastewater released from dye industry using four types of adsorption processes: 1st step by either soil or activated carbon; 2nd step (soil:activated carbon; 1:1) and 3rd step (soil:activated carbon; 2:1). Results showed that more than one step of adsorbent was able to treat wastewater containing dyes more efficiently than the use of one step process. Although there was no significantly different ($p > 0.05$) in COD reduction between two and three steps, the two steps process could remove color intensity better than the three-steps process. Therefore, the two steps process was the most appropriate to remove color intensity and reduce COD (89.63 %).

Subsequencely, two sequencing steps for wastewater removal were conducted using adsorption and biological treatment. Fifteen centimeter height of two-steps column was established. Removal efficiency of COD, suspended solid (SS), total dissolved solid (TDS) and sodium chloride concentration was 57.49%, 59.56%, 19.23% and 42.18%, respectively. The filtrated water from the first step was transferred to activated sludges under aerobic, aerobic denitrifying, denitrifying and methanogenic conditions. Results showed that aerobic denitrifying condition was the most suitable for wastewater. Within 4 day, COD, SS and TDS of dyes-containing wastewater after hybrid treatment passed Thai Regulation of wastewater releasing in the environments, except sodium chloride concentration.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
สมมติฐานของการวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
ตอนที่ 1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา.....	4
สีย้อมอุตสาหกรรม.....	4
กระบวนการผลิตสีย้อมอุตสาหกรรม.....	12
ความเป็นพิษของสีย้อมอุตสาหกรรม.....	13
มลพิษทางสิ่งแวดล้อมของสีย้อมอุตสาหกรรม.....	15
กระบวนการบำบัดน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมสีย้อม.....	16
การบำบัดน้ำเสียโดยอาศัยกระบวนการดูดซับ.....	16
การบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง.....	25
ตอนที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	26
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	32
อุปกรณ์.....	32
สารเคมี.....	33
วิธีดำเนินการทดลอง.....	34
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์.....	45

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย.....	46
ผลการวิเคราะห์เนื้อดินและอินทรีย์วัตถุในดิน.....	46
ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียจากโรงงานผลิตสีย้อม.....	46
ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียโรงงานผลิตสีย้อมด้วย การกรอง.....	47
ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียด้วยตัวกรองชั้นเดียว.....	47
ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียด้วยตัวกรองหลายชั้น.....	49
ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียโรงงานผลิตสีย้อมด้วย ชุดกรองต่าง ๆ	54
ผลการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตสีย้อมทางกายภาพต่อด้วยกระบวนการ ทางชีวภาพ.....	56
5 สรุปและอภิปรายผล.....	67
สรุปผลการทดลอง.....	67
อภิปรายผลการทดลอง.....	69
ข้อเสนอแนะ.....	76
บรรณานุกรม.....	77
ภาคผนวก.....	83
ภาคผนวก ก.....	84
ภาคผนวก ข.....	86
ภาคผนวก ค.....	89
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	93

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 สรุปลักษณะโครงสร้างทางเคมีของสีย้อมประเภทต่าง ๆ	10
2-2 ความสัมพันธ์ระหว่างสีที่มองเห็นและคลื่นแสงที่ถูกดูดกลืนโดยวัตถุ.....	11
2-3 สารช่วยย้อมที่มีผลในสีดีสเฟสและสีรีเอกทีฟ.....	12
2-4 ค่า LD ₅₀ ของสีย้อมสิ่งทอ.....	13
2-5 ตัวอย่างค่าความเป็นพิษของสีย้อมต่อปลา.....	15
2-6 พื้นที่ผิวของวัตถุดิบของถ่านกัมมันต์.....	18
2-7 คุณสมบัติของถ่านกัมมันต์ที่ใช้ในการศึกษา.....	19
4-1 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน.....	46
4-2 คุณภาพน้ำเสียจากโรงงานผลิตสีย้อม.....	47
4-3 ผลการลดลงของความเข้มข้นและค่าซีไอดี โดยใช้ตัวกรองชั้นเดียวที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเสียต่าง ๆ กัน.....	48
4-4 ผลการลดลงของความเข้มข้นและค่าซีไอดี โดยใช้ตัวกรอง 2 แบบที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเสีย 30 เปอร์เซ็นต์.....	50
4-5 ผลการลดลงของความเข้มข้นและค่าซีไอดีโดยใช้ตัวกรองหลายชั้นที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเสียต่าง ๆ กัน.....	52
4-6 ผลการลดลงของความเข้มข้นและค่าซีไอดี โดยใช้ชุดกรองต่าง ๆ ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเสียต่าง ๆ กัน 3 ระดับ.....	54
4-7 ข้อมูลระบบการกรองน้ำเสีย.....	56
4-8 ผลการบำบัดน้ำเสียดูดผ่านชุดกรอง 2 ชั้น.....	57
4-9 SVI ลักษณะ และสีของตะกอนจุลินทรีย์ในสภาวะต่าง ๆ	58
ภาคผนวก ข-1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานไนโตรเจนที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน.....	87
ภาคผนวก ข-2 การเตรียมสารละลายมาตรฐานไนโตรเจนที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน.....	88
ภาคผนวก ค-1 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าซีไอดีของการกรองน้ำเสียด้วยชุดกรองต่าง ๆ.....	90
ภาคผนวก ค-2 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างในการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ.....	90
ภาคผนวก ค-3 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณซีไอดีในการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ.....	91

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ภาคผนวก ค-4 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณของแข็งแขวนลอยในการบำบัด น้ำเสียทางชีวภาพ.....	91
ภาคผนวก ค-5 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณของแข็งละลายน้ำในการบำบัด น้ำเสียทางชีวภาพ.....	92
ภาคผนวก ค-6 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในการบำบัด น้ำเสียทางชีวภาพ.....	92

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 โครงสร้างสีแอสิด บลู 92 (Acid Blue 92).....	5
2-2 โครงสร้างสีเบสิก บราว 1 (Basic Brown 1).....	5
2-3 โครงสร้างสีไดเรกต์ เรด 14 (Direct Red 14).....	6
2-4 โครงสร้างสีรีแอคทีฟ บลู 4 (Reactive Blue 4).....	6
2-5 โครงสร้างสีดีสเพิร์ส บลู 14 (Disperse Blue 14).....	7
2-6 โครงสร้างสีแว็คคอรเอนจ์ 5 (Vat Orange 5).....	7
2-7 โครงสร้างสีซัลเฟอร์.....	7
2-8 โครงสร้างสีมอร์แดนต์ แบล็ค 1 (Mordant Black 1).....	8
2-9 โครงสร้างสีออกซิเดชัน เบส 3 (Oxidation Base 3).....	8
2-10 รูปแบบของการดูดซับสารของถ่านกัมมันต์	20
2-11 โครงสร้างรูพรุนของถ่านกัมมันต์.....	21
2-12 การดูดซับไอออนบนผิวของแรฟิลโลซิลิเกตประเภท 2:1.....	24
3-1 คอลลิเม็ทกรองแบบต่าง ๆ.....	36
4-1 เปรียบเทียบความเข้มสี เมื่อกรองผ่านดินที่ระดับความเข้มข้น 50 70 และ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ.....	48
4-2 เปรียบเทียบความเข้มสี เมื่อกรองผ่านถ่านกัมมันต์ที่ระดับความเข้มข้น 50 70 และ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ.....	49
4-3 เปรียบเทียบความเข้มสี เมื่อผ่านการกรอง 2 แบบ คือ แบบที่ 1 (ดินต่อด้วยถ่านกัมมันต์) และแบบที่ 2 (ถ่านกัมมันต์ต่อด้วยดิน) ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเสีย 30 เปอร์เซ็นต์.....	50
4-4 เปรียบเทียบความเข้มสี เมื่อผ่านการกรอง 2 ชั้น ที่ระดับความเข้มข้น 50 70 และ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ.....	53
4-5 เปรียบเทียบความเข้มสี เมื่อผ่านการกรอง 3 ชั้น ที่ระดับความเข้มข้น 50 70 และ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ.....	53

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-6 เปรียบเทียบความเข้มข้น เมื่อผ่านชุดกรองต่าง ๆ กัน คือ ดิน ถ่าน 2 ชั้น และ 3 ชั้นที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเสีย 50 เปอร์เซ็นต์ 70 เปอร์เซ็นต์ และ 100 เปอร์เซ็นต์จากล่างขึ้นบนตามลำดับ.....	54
4-7 ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยตะกอนเร่งภายใต้สภาวะต่าง ๆ ตั้งแต่วันที่ 0-4 ของการทดลอง.....	60
4-8 ปริมาณซีโอดีของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยตะกอนเร่งภายใต้สภาวะต่าง ๆ ตั้งแต่วันที่ 0-4 ของการทดลอง.....	61
4-9 ปริมาณของแข็งแขวนลอยของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยตะกอนเร่งภายใต้สภาวะต่าง ๆ ตั้งแต่วันที่ 0-4 ของการทดลอง.....	62
4-10 ปริมาณของแข็งละลายน้ำของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยตะกอนเร่งภายใต้สภาวะต่าง ๆ ตั้งแต่วันที่ 0-4 ของการทดลอง.....	63
4-11 ปริมาณไนเตรตที่ตรวจวัดได้ในการบำบัดน้ำเสียด้วยตะกอนเร่งภายใต้สภาวะแอโรบิกดีไนตริฟิเคชัน และสภาวะดีไนตริฟิเคชัน ตั้งแต่วันที่ 0-4 ของการทดลอง.....	64
4-12 ปริมาณไนไตรต์ที่ตรวจวัดได้ในการบำบัดน้ำเสียด้วยตะกอนเร่งภายใต้สภาวะแอโรบิกดีไนตริฟิเคชัน และสภาวะดีไนตริฟิเคชันตั้งแต่วันที่ 0-4 ของการทดลอง.....	65
4-13 ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยตะกอนเร่งภายใต้สภาวะต่าง ๆ ตั้งแต่วันที่ 0-4 ของการทดลอง.....	66
ภาพภาคผนวก ข-1 กราฟมาตรฐานของไนเตรตที่ความเข้มข้น 0-2 มิลลิกรัมต่อลิตร.....	87
ภาพภาคผนวก ข-2 กราฟมาตรฐานของไนไตรต์ที่ความเข้มข้น 0-1 มิลลิกรัมต่อลิตร.....	88