การพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียสีย้อมแบบผสม

นันธิกา ตันติวรสิทธิ์

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
กรกฎาคม 2549

ISBN 974-502-816-9

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ นันธิกา ตันติวรสิทธิ์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุบัณฑิต นิ่มรัตน์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นเรศ เชื้อสุวรรณ)

.....กรรมการ

(ดร.ปิยาภรณ์ สมสมัคร)

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุบัณฑิต นิ่มรัตน์)

.....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 6 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2549

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจากรองศาสตราจารย์ ดร.สุบัณฑิต นิ่มรัตน์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งให้คำปรึกษาและแนะนำตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ และขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นเรศ เชื้อสุวรรณ และ ดร.ปิยาภรณ์ สมสมัคร กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นอย่างยิ่งที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะแนวทางที่ถูกต้อง 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 ทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือทั้งแรงกายและแรงใจเพื่อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัย โครงการบัณฑิตศึกษา ภาควิชาวาริชศาสตร์และจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ทุกท่านที่เสียสละเวลาในการจัดหา และอำนวยความสะดวกในการยืมอุปกรณ์ และเครื่องมือด้วยความราบรื่น รวมถึงท่านอื่น ๆ ที่มิได้เอ่ยนามในที่นี้ ที่มีส่วนช่วยให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือ ซึ่งมีส่วนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนบางส่วนจากโครงการบัณฑิตศึกษา ฝึกอบรม และวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม ภายใต้การกำกับของโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษา และวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ทบวงมหาวิทยาลัย

นันธิกา ตันติวรสิทธิ์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

45911941: สาขาวิชา: วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม; วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)
คำสำคัญ: ระบบบำบัดน้ำเสีย/ กระบวนการดูดซับ/ สีย้อม

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

การทดลองเพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดสีและลดค่าซีโอดีของน้ำเสียจากอุตสาหกรรมผลิตสีย้อม 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 สามารถลดค่าซีโอดีได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ชุดกรอง 2 ชั้น สามารถกำจัดสีได้ดีกว่าชุดกรอง 3 ชั้นอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นชุดกรอง 2 ชั้นจึงมีประสิทธิภาพในการกำจัดสีและลดค่าซีโอดีได้ดีที่สุด โดยสามารถกำจัดสีออกได้หมด และมีประสิทธิภาพในการลดค่าซีโอดีได้ 89.63 เปอร์เซ็นต์

หลังจากนั้นทำการศึกษาการบำบัดน้ำเสียทางกายภาพต่อกับกระบวนการทางชีวภาพ โดยขั้นแรกทำการบำบัดน้ำเสียสีโดยใช้ชุดกรอง 2 ชั้นที่ระดับความสูง 15 เซนติเมตร ประสิทธิภาพในการบำบัดปริมาณซีโอดี, ปริมาณของแข็งแขวนลอย, ปริมาณของแข็งละลายน้ำ และปริมาณโซเดียมคลอไรด์เท่ากับ 57.49, 59.56, 19.23 และ 42.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำน้ำที่ผ่านชุดกรองดังกล่าวมาทำการย่อยสลายต่อด้วยระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge) 4 สภาวะ คือ แอโรบิก (Aerobic), แอโรบิกดีไนตริฟิเคชัน (Aerobic Denirification), ดีไนตริฟิเคชัน (Denitrification), เมทาโนจินิก (Methanogenic) เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุด พบว่า ในระยะเวลาการย่อยสลาย 4 วัน สภาวะแอโรบิกดีไนตริฟิเคชัน มีประสิทธิภาพในการบำบัดคุณภาพน้ำเสียสีย้อมได้ดีที่สุดโดยพบว่า ปริมาณซีโอดี, ปริมาณของแข็งแขวนลอย และปริมาณของแข็งละลายน้ำ มีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ยกเว้นปริมาณโซเดียมคลอไรด์ยังคงพบในปริมาณสูง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

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.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

สารบัญ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ซ

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

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย	46
ผลการวิเคราะห์เนื้อดินและอินทรียวัตถุในดิน	46
ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียจากโรงงานผลิตสีย้อม	46
ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียโรงงานผลิตสีย้อมด้วยการกรอง	47
ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียด้วยตัวกรองชั้นเดียว	47
ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียด้วยตัวกรองหลายชั้น	49
ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียโรงงานผลิตสีย้อมด้วยชุดกรองต่าง ๆ	54
ผลการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตสีย้อมทางกายภาพต่อด้วยกระบวนการทางชีวภาพ	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

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2-1 สรุปลักษณะโครงสร้างทางเคมีของสีย้อมประเภทต่าง ๆ 10

2-2 ความสัมพันธ์ระหว่างสีที่มองเห็นและคลื่นแสงที่ถูกดูดกลืนโดยวัตถุ..... 11

2-3 สารช่วยย้อมที่มีผสมในสีดีสเพิสและสีรีแอกทีฟ..... 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 ผลการลดลงของความเข้มสีและค่าซีโอดี โดยใช้ตัวกรองชั้นเดียวที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเสียต่าง ๆ กัน..... 48

4-4 ผลการลดลงของความเข้มสีและค่าซีโอดี โดยใช้ตัวกรอง 2 แบบที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเสีย 30 เปอร์เซ็นต์..... 50

4-5 ผลการลดลงของความเข้มสีและค่าซีโอดีโดยใช้ตัวกรองหลายชั้นที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเสียต่าง ๆ กัน..... 52

4-6 ผลการลดลงของความเข้มสีและค่าซีโอดี โดยใช้ชุดกรองต่าง ๆ ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเสียต่าง ๆ กัน 3 ระดับ..... 54

4-7 ข้อมูลระบบการกรองน้ำเสีย..... 56

4-8 ผลการบำบัดน้ำเสียสีย้อมผ่านชุดกรอง 2 ชั้น..... 57

4-9 SVI ลักษณะ และสีของตะกอนจุลินทรีย์ในสภาวะต่าง ๆ 58

ภาคผนวก ข-1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานไนเทรตที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน..... 87

ภาคผนวก ข-2 การเตรียมสารละลายมาตรฐานไนไทรต์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน..... 88

ภาคผนวก ค-1 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าซีโอดีของการกรองน้ำเสียด้วยชุดกรองต่าง ๆ..... 90

ภาคผนวก ค-2 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างในการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ..... 90

ภาคผนวก ค-3 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณซีโอดีในการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ..... 91

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ภาคผนวก ค-4 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณของแข็งแขวนลอยในการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ..... 91

ภาคผนวก ค-5 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณของแข็งละลายน้ำในการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ..... 92

ภาคผนวก ค-6 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ..... 92

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2-1 โครงสร้างสีแอสิด บลู 92 (Acid Blue 92) 5

2-2 โครงสร้างสีเบสิค บราว 1 (Basic Brown 1) 5

2-3 โครงสร้างสีไดเร็กซ์ เรด 14 (Direct Red 14) 6

2-4 โครงสร้างสีรีแอคทีฟ บลู 4 (Reactive Blue 4) 6

2-5 โครงสร้างสีดิสเพิส บลู 14 (Disperse Blue 14) 7

2-6 โครงสร้างสีแว็ตออเรนจ์ 5 (Vat Orange 5) 7

2-7 โครงสร้างสีซัลเฟอร์ 7

2-8 โครงสร้างสีมอร์แด้นท์ 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 การดูดซับไอออนบนผิวของแร่ฟิลโลซิลิเกตประเภท 2:1 24

3-1 คอลัมน์ชุดกรองแบบต่าง 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

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4-6 เปรียบเทียบความเข้มสี 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 ปริมาณไนเทรตที่ตรวจวัดได้ในการบำบัดน้ำเสียด้วยตะกอนเร่งภายใต้สภาวะแอโรบิกดีไนตริฟิเคชัน และสภาวะดีไนตริฟิเคชัน ตั้งแต่วันที่ 0-4 ของการทดลอง..... 64

4-12 ปริมาณไนไทรต์ที่ตรวจวัดได้ในการบำบัดน้ำเสียด้วยตะกอนเร่งภายใต้สภาวะแอโรบิกดีไนตริฟิเคชัน และสภาวะดีไนตริฟิเคชันตั้งแต่วันที่ 0-4 ของการทดลอง..... 65

4-13 ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยตะกอนเร่งภายใต้สภาวะต่าง ๆ ตั้งแต่วันที่ 0-4 ของการทดลอง..... 66

ภาพภาคผนวก ข-1 กราฟมาตรฐานของไนเทรตที่ความเข้มข้น 0-2 มิลลิกรัมต่อลิตร..... 87

ภาพภาคผนวก ข-2 กราฟมาตรฐานของไนไทรต์ที่ความเข้มข้น 0-1 มิลลิกรัมต่อลิตร..... 88

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University