

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
รายการสัญลักษณ์และคำย่อ	ฅ
บทที่ 1 บทนำ	1
1. ที่มาและความสำคัญ	1
2. วัตถุประสงค์	2
3. ขอบเขตและข้อจำกัดของการวิจัย	3
4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
1. กระบวนการผลิตเชื้อกระดาษ	4
2. ลักษณะของสีและลิกนินในน้ำเสียจากกระบวนการผลิตเชื้อและกระดาษ	7
3. ลิกนิน	9
4. ผลกระทบของสีและลิกนินต่อสิ่งแวดล้อม	10
5. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตเชื้อกระดาษ	10
6. กระบวนการออกซิเดชันขั้นสูง	12
7. ปฏิกริยาโฟโตเฟนทอนในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย	13
8. ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อปฏิกริยาโฟโตเฟนทอน	15
9. ชนิดของตัวเร่งปฏิกริยา	16
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	19
1. อุปกรณ์และสารเคมี	19
2. การเตรียมตัวเร่งปฏิกริยา	20
3. วิธีดำเนินงานวิจัย	24

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	32
1. ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของตัวเร่งปฏิกิริยา	32
2. ปัจจัยที่มีผลต่อการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานเชื้อและกระดาษด้วยปฏิกิริยา โฟโตเฟนตอนบนตัวเร่งปฏิกิริยาแบบวิวิธพันธุ์	35
3. ผลการทดลองการย่อยสลายลิกนินในน้ำเสียจากโรงงานเชื้อและกระดาษ โดยใช้การออกแบบการทดลองแบบ Box-Behnken design	51
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	65
1. สรุปผลการวิจัย	65
2. ข้อเสนอแนะ	66
บรรณานุกรม	67
ภาคผนวก	71
ภาคผนวก ก ข้อมูลการทดลอง	72
ภาคผนวก ข ตัวอย่างการคำนวณ	77
ภาคผนวก ค การเผยแพร่ผลงานวิทยานิพนธ์	79
ประวัติผู้เขียน	86

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ลักษณะน้ำเสียโรงงานผลิตเชื้อกระดาษประเภทต่างๆ	8
ตารางที่ 2 ข้อมูลการใช้น้ำโรงงานผลิตเชื้อกระดาษประเภทต่างๆ	9
ตารางที่ 3 คุณลักษณะของน้ำเสียจริงจากโรงงานผลิตเชื้อกระดาษ	25
ตารางที่ 4 ปัจจัยและระดับของปัจจัยของการออกแบบการทดลอง	30
ตารางที่ 5 ผลการออกแบบการทดลองโดยใช้ Box-Behnken design	30
ตารางที่ 6 พื้นที่ผิวของตัวเร่งปฏิกิริยา จากการวิเคราะห์โดยเทคนิค BET	32
ตารางที่ 7 อัตราการเกิดปฏิกิริยาของตัวเร่งปฏิกิริยาที่เวลาต่างๆ	37
ตารางที่ 8 อัตราการเกิดปฏิกิริยาของตัวเร่งปฏิกิริยาที่ช่วงเวลาต่างๆ	41
ตารางที่ 9 อัตราการการสลายตัวของ COD ของตัวเร่งปฏิกิริยา Fe-Ce	44
ตารางที่ 10 อัตราการการสลายตัวของ COD ของตัวเร่งปฏิกิริยา Fe-Ce-Zn	46
ตารางที่ 11 การดูดซับสารที่ผิวของตัวเร่งปฏิกิริยา	50
ตารางที่ 12 ผลการทดลองร้อยละการลดลงของค่า COD เพื่อหาภาวะที่เหมาะสมต่อการย่อยสลาย ลิกนินในน้ำเสียจากโรงงานเชื้อและกระดาษ โดยใช้การออกแบบการทดลองแบบ Box-Behnken design	51
ตารางที่ 13 ค่าทางสถิติของการออกแบบการทดลองแบบ Box-Behnken design	52
ตารางที่ 14 ค่าทางสถิติของการออกแบบการทดลองแบบ Box-Behnken design	54
ตารางที่ 15 ค่าทางสถิติของการออกแบบการทดลองแบบ Box-Behnken design	56
ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลอง	58

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1	10
ภาพที่ 2	13
ภาพที่ 3	21
ภาพที่ 4	23
ภาพที่ 5	28
ภาพที่ 6	33
ภาพที่ 7	34
ภาพที่ 8	34
ภาพที่ 9	36
ภาพที่ 10	38
ภาพที่ 11	39
ภาพที่ 12	40
ภาพที่ 13	41
ภาพที่ 14	42
ภาพที่ 15	45

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 16	ผลของปริมาณความเข้มข้นของตัวเร่งปฏิกิริยา Fe-Ce-Zn ที่ Fe-Ce-Zn 6 กรัมต่อลิตร H_2O_2 500 มิลลิกรัมต่อลิตร pH=3 ใช้เวลา 120 นาที เปรียบเทียบที่ภาวะเดียวกัน แต่มีการเพิ่ม H_2O_2 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ทุกจุดที่เก็บตัวอย่าง ที่เวลา 5, 10, 20, 30, 60 และ 120 นาที ตามลำดับ	47
ภาพที่ 17	ผลของปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่ภาวะ H_2O_2 167, 500 และ 832 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ pH=3 Fe-Ce-Zn 1 กรัมต่อลิตร ใช้เวลา 60 นาที (ก) -5-0 นาที (ข) 20-60 นาที	48
ภาพที่ 18	อัตราการเกิดปฏิกิริยาของความเข้มข้น H_2O_2 ที่ความเข้มข้นต่างๆ	49
ภาพที่ 19	ร้อยละการลดลงของค่า COD จากการทดลองและการทำนาย	53
ภาพที่ 20	ร้อยละการลดลงของค่า COD จากการทดลองและการทำนาย	55
ภาพที่ 21	ร้อยละการลดลงของค่า COD จากการทดลองและการทำนาย	57
ภาพที่ 22	ค่าความผิดพลาดมาตรฐานของข้อมูลเมื่อเปรียบเทียบกับ normal probability plot, histogram, versus fit และ versus order	59
ภาพที่ 23	ปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อร้อยละการลดลงของค่า COD	60
ภาพที่ 24	ผลระหว่างความเข้มข้น H_2O_2 และ pH	61
ภาพที่ 25	ผลระหว่างความเข้มข้น H_2O_2 และ pH	61
ภาพที่ 26	ผลระหว่างความเข้มข้น H_2O_2 และความเข้มข้นของตัวเร่งปฏิกิริยา Fe-Ce-Zn	62
ภาพที่ 27	ผลระหว่างความเข้มข้นของตัวเร่งปฏิกิริยา Fe-Ce-Zn และ pH	63
ภาพที่ 28	ร้อยละการลดลงของค่า COD ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานเยื่อและกระดาษ	63
ภาพที่ 29	ปริมาณน้ำหนักรที่หายไปของสารที่ผิวตัวเร่งปฏิกิริยา Fe-Ce-Zn (Fresh)	71
ภาพที่ 30	ปริมาณน้ำหนักรที่หายไปของสารที่ผิวตัวเร่งปฏิกิริยา Fe-Ce-Zn ช่วง 5 นาทีแรก ของปฏิกิริยาการดูดซับของตัวเร่งปฏิกิริยา	72
ภาพที่ 31	ปริมาณน้ำหนักรที่หายไปของสารที่ผิวตัวเร่งปฏิกิริยา Fe-Ce-Zn ช่วง 5 นาทีแรก ของการทำปฏิกิริยาโฟโตเฟนตอน	73
ภาพที่ 32	ปริมาณน้ำหนักรที่หายไปของสารที่ผิวตัวเร่งปฏิกิริยา Fe-Ce-Zn ช่วงเริ่มต้นปฏิกิริยา จนกระทั่งสิ้นสุดปฏิกิริยา 120 นาที ของการทำปฏิกิริยาโฟโตเฟนตอน	74
ภาพที่ 33	กราฟมาตรฐานในการหาค่า COD	76

