

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(8)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ขอบเขตการศึกษา	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
การตรวจเอกสาร	3
คุณสมบัติทั่วไปของน้ำเสีย	3
การวิเคราะห์สารอินทรีย์ในน้ำ	8
BOD (Biochemical Oxygen Demand)	10
COD (Chemical Oxygen Demand)	18
TOC (Total Organic Carbon)	26
ระบบบำบัดน้ำเสีย	30
ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	35
อุปกรณ์และวิธีการ	48
วัสดุและอุปกรณ์	48
วิธีการทดลอง	51
ผลการทดลองและวิจารณ์	66
ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ	66
ทวนสอบความสัมพัทธ์	86
สรุปผลการทดลอง	95
ข้อเสนอแนะ	96
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	97

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	100
ภาคผนวก ก ข้อมูลคุณภาพน้ำเสียและน้ำทิ้ง	101
ภาคผนวก ข ตารางแสดงผลการทดลอง	107
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวอย่างน้ำเสีย	120
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวอย่างน้ำทิ้ง	135
ภาคผนวก จ การทวนสอบความสัมพันธ์	150
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	155

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของน้ำเสียจากแหล่งต่างๆ	3
2	ผลของระยะเวลา Reflux ต่อการหาค่า COD วิธี Dichromate โดยใช้ AgSO_4 เป็น Catalyst	22
3	สารที่สามารถถูกออกซิไดซ์ด้วย $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ได้ถึง 95 – 98 %	25
4	การเปรียบเทียบค่า COD และ BOD_5 ของสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนชนิด Nitrogenous organics เทียบกับความต้องการออกซิเจนตามทฤษฎี	39
5	การเปรียบเทียบค่า COD และ BOD_5 ของสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนชนิด Aliphatic เทียบกับความต้องการออกซิเจนตามทฤษฎี	40
6	การเปรียบเทียบค่า COD และ BOD_5 ของสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนชนิด Aromatic เทียบกับความต้องการออกซิเจนตามทฤษฎี	41
7	การเปรียบเทียบค่า COD และ BOD_5 ของสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนชนิด Refractory เทียบกับความต้องการออกซิเจนตามทฤษฎี	41
8	แสดงความสัมพันธ์ COD/TOC ของสารอินทรีย์ชนิดต่างๆ	42
9	Oxygen Demand และ Organic Carbon ของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม	42
10	Oxygen Demand และ Organic Carbon ของน้ำทิ้งชุมชน	44
11	สมการความสัมพันธ์ของ ค่า BOD_5 , COD และ TOC ของน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบ	46
12	ค่า BOD , COD และ Soluble Organic Carbon ในน้ำทิ้ง และน้ำผิวดิน	46
13	Correlation Equation and Coefficients	47
14	การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบนัยสำคัญ	58
15	ตารางสถิติการแจกแจงแบบ $f: \alpha = 0.05$	60
16	ตารางสถิติการแจกแจงแบบ t	65
17	ข้อมูลคุณภาพน้ำเสียและน้ำทิ้ง BOD_5 และ COD	66
18	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียและน้ำทิ้ง	71
19	ประสิทธิภาพการกำจัดค่า BOD_5 , COD และ TOC	72

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
20	ค่าอัตราส่วน BOD ₅ , COD และ TOC	72
21	ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นตรง	80
22	การทวนสอบความสัมพัทธ์ของอัตราส่วนในการพยากรณ์ค่า BOD	88
23	การทวนสอบความสัมพัทธ์ของสมการความสัมพัทธ์ ในการพยากรณ์ค่า BOD	92
ตารางผนวกที่		
ก1	ข้อมูลคุณภาพน้ำเสียและน้ำทิ้ง BOD ₅ และ COD โรงควบคุมคุณภาพน้ำ ดินแดงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม 2547	102
ก2	ข้อมูลคุณภาพน้ำเสียและน้ำทิ้ง BOD ₅ และ COD โรงควบคุม คุณภาพน้ำดินแดงเดือนมกราคม - มีนาคม 2548	104
ก3	ข้อมูลคุณภาพน้ำเสียและน้ำทิ้ง BOD ₅ และ COD โรงควบคุมคุณภาพ น้ำรัตนโกสินทร์ ปี พ.ศ. 2545 – 2547	105
ข1	ค่า BOD, COD และ TOC ของน้ำเสียจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง	108
ข2	ค่า BOD, COD และ TOC ของน้ำทิ้งจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง	109
ข3	ประสิทธิภาพการกำจัดค่า BOD ของโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง	111
ข4	ประสิทธิภาพการกำจัดค่า COD ของโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง	112
ข5	ประสิทธิภาพการกำจัดค่า TOC ของโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง	113
ข6	ค่า BOD, COD และ TOC ของน้ำเสียจากโรงควบคุมคุณภาพ น้ำรัตนโกสินทร์	114
ข7	ค่า BOD, COD และ TOC ของน้ำทิ้งจากโรงควบคุมคุณภาพ น้ำรัตนโกสินทร์	115
ข8	ประสิทธิภาพการกำจัดค่า BOD ของโรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์	117
ข9	ประสิทธิภาพการกำจัดค่า COD ของโรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์	118

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ข10	ประสิทธิภาพการกำจัดค่า TOC ของโรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์	119
ค1	ผลการวิเคราะห์ความถดถอย และสหพันธ์ของตัวอย่างน้ำเสียโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง	121
ค2	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA ^b) เพื่อทดสอบนัยสำคัญของค่า Adjust R ²	121
ค3	การทดสอบนัยสำคัญของการพยากรณ์สมการถดถอย	122
ค4	ผลการวิเคราะห์ความถดถอย และสหพันธ์ของตัวอย่างน้ำเสียโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง	123
ค5	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA ^b) เพื่อทดสอบนัยสำคัญของค่า Adjust R ²	124
ค6	การทดสอบนัยสำคัญของการพยากรณ์สมการถดถอย	124
ค7	ผลการวิเคราะห์ความถดถอย และสหพันธ์ของตัวอย่างน้ำเสียโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง	125
ค8	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA ^b) เพื่อทดสอบนัยสำคัญของค่า Adjust R ²	126
ค9	การทดสอบนัยสำคัญของการพยากรณ์สมการถดถอย	126
ค10	ผลการวิเคราะห์ความถดถอย และสหพันธ์ของตัวอย่างน้ำเสียโรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์	128
ค11	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA ^b) เพื่อทดสอบนัยสำคัญของค่า Adjust R ²	128
ค12	การทดสอบนัยสำคัญของการพยากรณ์สมการถดถอย	129
ค13	ผลการวิเคราะห์ความถดถอย และสหพันธ์ของตัวอย่างน้ำเสียโรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์	130
ค14	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA ^b) เพื่อทดสอบนัยสำคัญของค่า Adjust R ²	130
ค15	การทดสอบนัยสำคัญของการพยากรณ์สมการถดถอย	131

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ค16 ผลการวิเคราะห์ความถดถอย และสหพันธ์ของตัวอย่างน้ำเสีย โรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตน โกสินทร์	132
ค17 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA ^b) เพื่อทดสอบนัยสำคัญของ ค่า Adjust R ²	133
ค18 การทดสอบนัยสำคัญของการพยากรณ์ผลการถดถอย	133
ง1 ผลการวิเคราะห์ความถดถอย และสหพันธ์ของตัวอย่างน้ำทิ้งโรงควบคุม คุณภาพน้ำดินแดง	136
ง2 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA ^b) เพื่อทดสอบนัยสำคัญของ ค่า Adjust R ²	136
ง3 การทดสอบนัยสำคัญของการพยากรณ์ผลการถดถอย	137
ง4 ผลการวิเคราะห์ความถดถอย และสหพันธ์ของตัวอย่างน้ำทิ้งโรงควบคุม คุณภาพน้ำดินแดง	138
ง5 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA ^b) เพื่อทดสอบนัยสำคัญของ ค่า Adjust R ²	139
ง6 การทดสอบนัยสำคัญของการพยากรณ์ผลการถดถอย	139
ง7 ผลการวิเคราะห์ความถดถอย และสหพันธ์ของตัวอย่างน้ำทิ้งโรงควบคุม คุณภาพน้ำดินแดง	140
ง8 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA ^b) เพื่อทดสอบนัยสำคัญของ ค่า Adjust R ²	141
ง9 การทดสอบนัยสำคัญของการพยากรณ์ผลการถดถอย	142
ง10 ผลการวิเคราะห์ความถดถอย และสหพันธ์ของตัวอย่างน้ำทิ้งโรงควบคุม คุณภาพน้ำรัตน โกสินทร์	143
ง11 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA ^b) เพื่อทดสอบนัยสำคัญของ ค่า Adjust R ²	143
ง12 การทดสอบนัยสำคัญของการพยากรณ์ผลการถดถอย	144

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ง13 ผลการวิเคราะห์ความถดถอย และสหพันธ์ของตัวอย่างน้ำทิ้งโรงควบคุม คุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์	145
ง14 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA ^b) เพื่อทดสอบนัยสำคัญของ ค่า Adjust R ²	146
ง15 การทดสอบนัยสำคัญของการพยากรณ์สมการถดถอย	146
ง16 ผลการวิเคราะห์ความถดถอย และสหพันธ์ของตัวอย่างน้ำทิ้งโรงควบคุม คุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์	147
ง17 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA ^b) เพื่อทดสอบนัยสำคัญของ ค่า Adjust R ²	148
ง18 การทดสอบนัยสำคัญของการพยากรณ์สมการถดถอย	149
จ1 การทวนสอบความสัมพันธ์ของอัตราส่วนในการพยากรณ์ค่า BOD โรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง	151
จ2 การทวนสอบความสัมพันธ์ของสมการความสัมพันธ์ในการพยากรณ์ ค่า BOD โรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง	152
จ3 การทวนสอบความสัมพันธ์ของอัตราส่วนในการพยากรณ์ค่า BOD โรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์	153
จ4 การทวนสอบความสัมพันธ์ของสมการความสัมพันธ์ในการพยากรณ์ ค่า BOD โรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์	154

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงกระบวนการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในลำน้ำโดยกระบวนการทางชีววิทยา	11
2	แสดงการใช้ออกซิเจนของแบคทีเรียในการย่อยสลายสารอินทรีย์	12
3	ผังขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียของโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง	30
4	ผังขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียของโรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์	33
5	ความสัมพันธ์ของ Oxygen และ Carbon Parameter	45
6	แผนภูมิขั้นตอนการทดลอง	52
7	F distributions หรือการกระจายตัวของค่า F ที่คำนวณได้ สำหรับการใช้ในการตัดสินใจวิกฤต เพื่อการยอมรับหรือปฏิเสธ การตั้งสมมติฐาน	61
8	t distributions หรือการกระจายตัวของค่า t ที่คำนวณได้สำหรับ ใช้ในการตัดสินใจวิกฤต เพื่อการยอมรับ หรือปฏิเสธการตั้งสมมติฐาน	64
9	กราฟแสดงช่วงค่า BOD ของน้ำเสียโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง	67
10	กราฟแสดงช่วงค่า COD ของน้ำเสียโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง	67
11	กราฟแสดงช่วงค่า BOD ของน้ำทิ้งโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง	68
12	กราฟแสดงช่วงค่า COD ของน้ำทิ้งโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง	68
13	กราฟแสดงช่วงค่า BOD ของน้ำเสียโรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์	69
14	กราฟแสดงช่วงค่า COD ของน้ำเสียโรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์	69
15	กราฟแสดงช่วงค่า BOD ของน้ำทิ้งโรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์	70
16	กราฟแสดงช่วงค่า COD ของน้ำทิ้งโรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์	70
17	กราฟแสดง BOD_5 ของน้ำเสียโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง จากการวิเคราะห์และการพยากรณ์ความสัมพันธ์ของอัตราส่วน ความสัมพันธ์	89
18	กราฟแสดง BOD_5 ของน้ำทิ้งโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง จากการวิเคราะห์และการพยากรณ์ความสัมพันธ์ของ อัตราส่วนความสัมพันธ์	89

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
19	กราฟแสดง BOD ₅ ของน้ำเสียโรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ จากการวิเคราะห์การพยากรณ์ความสัมพันธ์ของอัตราส่วนความสัมพันธ์	90
20	กราฟแสดง BOD ₅ ของน้ำทิ้งโรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ จากการวิเคราะห์และการพยากรณ์ความสัมพันธ์ของ อัตราส่วนความสัมพันธ์	90
21	กราฟแสดง BOD ₅ ของน้ำเสียโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง จากการวิเคราะห์และการพยากรณ์ความสัมพันธ์ของ สมการความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง	93
22	กราฟแสดง BOD ₅ ของน้ำทิ้งโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง จากการวิเคราะห์และการพยากรณ์ความสัมพันธ์ของ สมการความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง	93
23	กราฟแสดง BOD ₅ ของน้ำเสียโรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ จากการวิเคราะห์และการพยากรณ์ความสัมพันธ์ของ สมการความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง	94
24	กราฟแสดง BOD ₅ ของน้ำทิ้งโรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์ จากการวิเคราะห์และการพยากรณ์ความสัมพันธ์ของ สมการความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง	94
ภาพผนวกที่		
ก1	เส้นสมการถดถอยเชิงเส้นตรงของความสัมพันธ์ระหว่าง BOD และ COD	123
ก2	เส้นสมการถดถอยเชิงเส้นตรงของความสัมพันธ์ระหว่าง BOD และ TOC ของน้ำเสียโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง	125
ก3	เส้นสมการถดถอยเชิงเส้นตรงของความสัมพันธ์ระหว่าง COD และ TOC ของน้ำทิ้งโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง	127

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
ก4	เส้นสมการถดถอยเชิงเส้นตรงของความสัมพันธ์ระหว่าง BOD และ COD ของน้ำเสียโรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์	129
ก5	เส้นสมการถดถอยเชิงเส้นตรงของความสัมพันธ์ระหว่าง BOD และ TOC ของน้ำเสีย โรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์	132
ก6	เส้นสมการถดถอยเชิงเส้นตรงของความสัมพันธ์ระหว่าง COD และ TOC ของน้ำเสียโรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์	134
ง1	เส้นสมการถดถอยเชิงเส้นตรงของความสัมพันธ์ระหว่าง BOD และ COD ของน้ำทิ้งโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง	138
ง2	เส้นสมการถดถอยเชิงเส้นตรงของความสัมพันธ์ระหว่าง BOD และ TOC ของน้ำทิ้งโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง	140
ง3	เส้นสมการถดถอยเชิงเส้นตรงของความสัมพันธ์ระหว่าง COD และ TOC ของน้ำทิ้งโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง	142
ง4	เส้นสมการถดถอยเชิงเส้นตรงของความสัมพันธ์ระหว่าง BOD และ COD ของน้ำทิ้งโรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์	145
ง5	เส้นสมการถดถอยเชิงเส้นตรงของความสัมพันธ์ระหว่าง BOD และ TOC ของน้ำทิ้งโรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์	147
ง6	เส้นสมการถดถอยเชิงเส้นตรงของความสัมพันธ์ระหว่าง COD และ TOC ของน้ำทิ้งโรงควบคุมคุณภาพน้ำรัตนโกสินทร์	149