

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 มูลฝอยชุมชน.....	4
2.1.1 ความหมาย.....	4
2.1.2 ลักษณะของมูลฝอย.....	4
2.1.3 แหล่งกำเนิด.....	11
2.1.4 ปริมาณมูลฝอยชุมชน.....	11
2.2 กระบวนการหมักแบบไร้อากาศ (Anaerobic digestion: AD).....	13
2.2.1 ขั้นตอนการหมักแบบไร้อากาศ.....	13
2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยสลายสารอินทรีย์ภายใต้สภาวะไร้อากาศ.....	15
2.2.3 วิธีวิเคราะห์บีเอ็มพี (Biochemical Methane Potential: BMP).....	16
2.2.4 การคำนวณปริมาณก๊าซชีวภาพ.....	16
2.3 กระบวนการเผาไหม้ (Combustion).....	18
2.3.1 กระบวนการความร้อนสำหรับการเผาไหม้.....	18
2.3.2 การเผามูลฝอยโดยเตาเผา (Incinerator).....	18
2.3.3 องค์ประกอบพื้นฐานของการคิดไฟของมูลฝอย.....	19
2.3.4 ค่าความร้อน (Calorific value).....	20
2.3.5 การคำนวณค่าความร้อนของมูลฝอย.....	23

	หน้า
2.4 ความถดถอยพหุคูณเชิงเส้น (Multiple linear regressiosn).....	25
2.4.1 รูปแบบของสมการความถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณ.....	25
2.4.2 ความหมายของสัมประสิทธิ์ความถดถอยเชิงส่วน.....	26
2.5 การใช้ประโยชน์จากมูลฝอยของประเทศไทยในปัจจุบัน.....	27
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	29
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....</b>	<b>33</b>
3.1 แผนการทดลอง.....	33
3.2 ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา.....	34
3.2.1 ประวัติหอพักนิตติจุฬาฯ.....	34
3.2.2 อาคารในพื้นที่หอพักนิตติจุฬาฯ.....	34
3.3 ตัวอย่างมูลฝอยชุมชนที่ใช้ในงานวิจัย.....	36
3.3.1 แหล่งกำเนิดมูลฝอย.....	36
3.3.2 ระยะเวลาการเก็บตัวอย่างมูลฝอย.....	37
3.3.3 การสุ่มตัวอย่างมูลฝอย.....	37
3.3.4 การศึกษาองค์ประกอบและปริมาณของมูลฝอย.....	39
3.4 เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการวิจัย.....	39
3.5 เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมี.....	40
3.5.1 ชุดการทดลองบีเอ็มพี.....	40
3.5.2 โปรแกรมสถิติ SPSS (Statistical Package for Social Science).....	41
3.5.3 เครื่องมือและอุปกรณ์อื่นๆ.....	41
3.5.4 สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย.....	42
3.6 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	43
3.6.1 ศึกษาศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพของมูลฝอย.....	43
3.6.2 ศึกษาศักยภาพการผลิตค่าความร้อนของมูลฝอยชุมชน.....	45
3.6.3 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ค่าความร้อน.....	45
3.6.4 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง.....	47
<b>บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล.....</b>	<b>48</b>
4.1 การจัดการมูลฝอยของหอพักนิตติ.....	48
4.2 ลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางเคมีของมูลฝอยหอพักนิตติ.....	50

4.2.1 ลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางเคมีของมูลฝอยอาคารหอพักนิติต....	50
4.2.2 ลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางเคมีของมูลฝอย โรงอาหารหอพัก นิติต.....	56
4.3 ปริมาณของมูลฝอยหอพักนิติต.....	59
4.4 ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพของเศษอาหาร โรงอาหารหอพักนิติต.....	59
4.4.1 ลักษณะของหัวเชื้อจุลินทรีย์.....	59
4.4.2 ผลการศึกษาศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพของเศษอาหาร โดยวิธีบีเอ็มพี.....	60
4.4.3 สภาพแวดล้อมในการทดลองบีเอ็มพี.....	62
4.4.4 ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพของมูลฝอย โรงอาหาร โดยวิธีบีเอ็มพี.....	65
4.5 ศักยภาพการผลิตค่าความร้อนของมูลฝอยอาคารหอพักนิติต.....	68
4.6 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ค่าความร้อน.....	68
4.6.1 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ค่าความร้อนกับองค์ประกอบทาง ทางกายภาพของมูลฝอย (Compositional analysis) .....	69
4.6.2 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ค่าความร้อนกับลักษณะทางเคมี ของมูลฝอย (Proximate analysis) .....	75
4.6.3 การตรวจสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ค่าความร้อนกับองค์ประกอบ ทางกายภาพของมูลฝอย (Compositional analysis) .....	80
4.6.4 การตรวจสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ค่าความร้อนกับลักษณะทาง เคมีของมูลฝอย (Proximate analysis) .....	81
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....	84
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	84
5.1.1 องค์ประกอบและปริมาณของมูลฝอยหอพักนิติตจุฬาฯ.....	84
5.1.2 ศักยภาพการผลิตพลังงานของมูลฝอยหอพักนิติตจุฬาฯ.....	85
5.1.3 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ค่าความร้อน.....	86
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	86
รายการอ้างอิง.....	88
ภาคผนวก.....	93
ภาคผนวก ก วิธีเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ผล.....	94
ภาคผนวก ข ผลการทดลอง.....	102

ภาคผนวก ค การทดสอบและวิเคราะห์ผลทางสถิติที่.....	138
ภาคผนวก ง การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ค่าความร้อน.....	147
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	176

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอยชุมชน.....	6
2.2 องค์ประกอบมูลฝอยสดที่สถานีขนถ่ายมูลฝอยอ่อนนุช.....	7
2.3 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของมูลฝอยกรุงเทพมหานครระหว่างปีงบประมาณ 2536 -2545.....	8
2.4 แหล่งกำเนิดและลักษณะมูลฝอย.....	11
2.5 ปริมาณมูลฝอยชุมชนในประเทศไทยระหว่าง พ.ศ. 2535 - 2553.....	12
2.6 ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นระหว่าง พ.ศ. 2547 - 2553 แยกตามรายภาค.....	13
2.7 ปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยสลายสารอินทรีย์ภายใต้สภาวะไร้อากาศ.....	15
3.1 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างมูลฝอยชุมชน.....	39
3.2 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์.....	40
3.3 สารอาหารและบัพเฟอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์บีเอ็มพี.....	44
3.4 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์เพื่อหาศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพด้วยวิธีบีเอ็มพี.....	45
4.1 ลักษณะทางกายภาพของมูลฝอยอาคารหอพักนิสิต.....	51
4.2 ลักษณะทางกายภาพมูลฝอยชุมชนของประเทศที่มีรายได้ปานกลาง และมูลฝอย กรุงเทพมหานคร ปี 2545 และ 2552.....	54
4.3 ลักษณะทางเคมีของมูลฝอยอาคารพักหอพักนิสิต.....	55
4.4 ลักษณะทางเคมีของมูลฝอยชุมชนของกลุ่มประเทศที่มีรายได้ปานกลาง.....	56
4.5 ลักษณะทางกายภาพของมูลฝอย โรงอาหารหอพักนิสิต.....	57
4.6 ลักษณะทางเคมีของมูลฝอยโรงอาหารหอพักนิสิต.....	57
4.7 ลักษณะทางเคมีของมูลฝอยประเภทเศษอาหาร.....	58
4.8 ปริมาณของมูลฝอยหอพักนิสิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน.....	59
4.9 ลักษณะของหัวเชื้อจุลินทรีย์.....	60
4.10 ของแข็งทั้งหมดและของแข็งระเหยเมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดในการทดลองบีเอ็มพี.....	60
4.11 แอมโมเนีย ไนโตรเจนและซีโอดีรวมเมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดในการทดลองบีเอ็มพี.....	61
4.12 อัตราการผลิตก๊าซมีเทนของเศษอาหาร.....	67
4.13 ค่าความร้อนของมูลฝอยอาคารพักหอพักนิสิต.....	68
4.14 ข้อมูลสำหรับสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ค่าความร้อนกับองค์ประกอบทางกายภาพ ของมูลฝอยอาคารหอพักนิสิต.....	69

ตารางที่	หน้า
4.15 ค่าสถิติพรรณนาองค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอยอาคารหอพักนิสิต.....	71
4.16 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ค่าความร้อนกับองค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอย.....	72
4.17 ค่าการคัดกรองแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ค่าความร้อนกับองค์ประกอบทางกายภาพ ของมูลฝอย.....	73
4.18 ข้อมูลสำหรับสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ค่าความร้อนกับลักษณะทางเคมีของ มูลฝอยอาคารหอพักนิสิต.....	75
4.19 ค่าสถิติพรรณนาลักษณะทางเคมีของมูลฝอยอาคารหอพักนิสิต.....	77
4.20 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ค่าความร้อนกับลักษณะทางเคมีของมูลฝอย.....	78
4.21 ค่าการคัดกรองแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ค่าความร้อนลักษณะทางเคมีของมูลฝอย.....	79
4.22 ผลการตรวจสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ค่าความร้อน model1 และ model2.....	81
4.23 ผลการตรวจสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ค่าความร้อน model3 และ model4.....	83

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ลักษณะทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของมูลฝอย.....	5
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้น ของแฉ่งรวม ของแฉ่งระเหยและเถ้าของมูลฝอย.....	9
2.3 กระบวนการหมักแบบไร้อากาศ.....	14
2.4 เตาเผามูลฝอยที่ติดตั้งอุปกรณ์สำหรับใช้ประโยชน์ด้านพลังงานความร้อนจากการเผาไหม้.	19
2.5 เทอร์โมกราฟที่ได้จากการทดลองบอมบ์แคลอรีมิเตอร์.....	21
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	34
3.2 แผนผังที่ตั้งของอาคารและ โรงอาหารหอพักนิสิตจุฬาฯ ในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.....	35
3.3 อาคารหอพักนิสิตชาย-หญิง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.....	36
3.4 ลักษณะการกองมูลฝอยให้เป็นรูปกรวย.....	37
3.5 การสุ่มตัวอย่าง โดยวิธีแบ่งออกเป็น 4 ส่วน.....	37
3.6 ขั้นตอนการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและเคมีของมูลฝอย.....	38
3.7 ขวดซีรัมสีชาขนาด 120 มิลลิลิตร.....	40
3.8 เครื่องวัดปริมาณก๊าซชีวภาพแบบท่อรูปตัวยู.....	41
3.9 ตัวอย่างการสร้างกราฟปริมาณก๊าซมีเทนสะสมตามระยะเวลาที่ทำการทดลอง.....	43
3.10 ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบและปริมาณมูลฝอย กระบวนการแปรรูป และปริมาณพลังงาน.....	47
4.1 จุลรวมมูลฝอยจากอาคารหอพักนิสิตจุฬาฯ.....	49
4.2 จุลรวมเศษอาหารจาก โรงอาหารหอพักนิสิตจุฬาฯ.....	49
4.3 การคัดแยกมูลฝอยอาคารหอพักนิสิตเพื่อศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพ.....	50
4.4 อุณหภูมิสภาพแวดล้อม.....	62
4.5 ความเป็นกรด-ด่าง.....	63
4.6 กรดไขมันระเหยในการทดลองบีเอ็มพี.....	64
4.7 ความเป็นด่าง.....	65
4.8 ก๊าซชีวภาพสะสมของเศษอาหาร.....	66
4.5 ก๊าซชีวภาพรายวันของเศษอาหาร.....	66