รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจาก โรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Production of Soil Amendment with Grease Trap Waste from the SME Hotels at Koh Samui, Surat Thani

โดย

- รองศาสตราจารย์ ดร. พันธวัศ สัมพันธ์พานิช สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กรองแก้ว ทิพยศักดิ์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- อาจารย์ ดร. เพ็ญรดี จันทร์ภิวัฒน์ สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มิถุนายน 2561

สัญญาเลขที่ RDG60T0075

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจาก โรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Production of Soil Amendment with Grease Trap Waste from the SME Hotels at Koh Samui, Surat Thani

คณะผู้วิจัย	**สังกัด**
1. รองศาสตราจารย์ ดร. พันธวัศ สัมพันธ์พานิช	สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กรองแก้ว ทิพยศักดิ์	ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. อาจารย์ ดร. เพ็ญรดี จันทร์ภิวัฒน์	สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชุดโครงการ “การพัฒนาอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม” ปีงบประมาณ 2559

สนับสนุนโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานฉบับนี้เป็นของผู้วิจัย วช. - สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

สารบัญ

บทที่	หัวข้อ	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร		
บทคัดย่อภาษาไทย		
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		
สารบัญ		
สารบัญตาราง		
สารบัญภาพ		
บทที่ 1	**บทนำ**	**1-1**
	1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา	1-2
	1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1-3
	1.3 ขอบเขตของการวิจัย	1-3
	1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ	1-5
	1.5 กรอบแนวความคิดของการวิจัยและขั้นตอนการวิจัยในภาพรวม	1-5
	1.6 แผนงานโครงการ	1-5
บทที่ 2	**การทบทวนวรรณกรรม**	**2-1**
	2.1 พื้นที่ทำการศึกษา	2-2
	2.2 ข้อมูลพื้นฐานไขมันและน้ำมัน	2-3
	2.3 แหล่งกำเนิดของกากไขมัน	2-6
	2.4 ความหมายและประเภทของปุ๋ยอินทรีย์	2-8
	2.5 ข้อดีและข้อจำกัดของปุ๋ยอินทรีย์	2-9
	2.6 การใช้ประโยชน์ปุ๋ยอินทรีย์กับพืชต่าง ๆ	2-10
	2.7 กระบวนการเกิดปุ๋ยหมัก	2-11
	2.8 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำปุ๋ยหมัก	2-12
	2.9 ประโยชน์ของปุ๋ยหมัก	2-13
	2.10 มาตรฐานคุณภาพปุ๋ยอินทรีย์	2-14
	2.11 ตัวอย่างวัตถุดิบสำหรับการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง	2-18
	2.12 วิธีการทำปุ๋ยหมัก	2-19
	2.13 รูปแบบการหมักแบบต่าง ๆ	2-19
	2.14 ปัจจัยพื้นฐานที่เกี่ยวข้องในการหมัก	2-21
	2.15 การเจริญของแบคทีเรีย	2-24
	2.16 หลักการพิจารณาปุ๋ยหมักที่สามารถนำไปใช้ได้	2-25
	2.17 รูปแบบถังต้นแบบการทำปุ๋ยหมัก	2-26
	2.18 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2-29

บทที่	หัวข้อ	หน้า
บทที่ 3	**วิธีการดำเนินการวิจัย**	**3-1**
	3.1 การทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ	3-2
	3.2 การสำรวจข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา	3-2
	3.3 การศึกษาวิจัยในห้องปฏิบัติการ	3-2
	3.4 การทดสอบวิจัยในพื้นที่ศึกษา	3-4
	3.5 การศึกษาศักยภาพในการนำไปใช้ประโยชน์	3-5
	3.6 การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ	3-5
	3.7 เครื่องมือและอุปกรณ์	3-5
	3.8 สารเคมี	3-6
บทที่ 4	**ผลการศึกษา**	**4-1**
	4.1 การทบทวนเอกสาร	4-2
	4.2 การสำรวจข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา	4-2
	4.2.1 การสำรวจภาคสนามอุตสาหกรรมโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม	4-2
	4.2.2 การประชุมเปิดตัวโครงการ	4-10
	4.2.3 การสัมภาษณ์ผู้แทนอุตสาหกรรมโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม	4-14
	4.3 ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ	4-29
	4.3.1 การศึกษาสมบัติเบื้องต้นของกากไขมัน	4-29
	4.3.2 การเตรียมกากไขมันขั้นต้น (Pretreatment)	4-32
	4.3.3 การผสมวัสดุเหลือใช้	4-34
	4.3.4 ผลของการแปรระยะเวลาที่สัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน	4-37
	4.3.5 การศึกษาคุณสมบัติของปุ๋ยหมัก	4-46
	4.3.6 ผลของการศึกษาในถังต้นแบบ	4-49
	4.4 การพัฒนาถังต้นแบบทำปุ๋ยหมัก	4-51
	4.4.1 แนวคิดในการพัฒนาถังต้นแบบ	4-51
	4.4.2 ความต้องการของการออกแบบถังต้นแบบ	4-51
	4.4.3 หลักการของการออกแบบถังต้นแบบ	4-51
	4.4.4 การออกแบบถังต้นแบบ	4-52
	4.4.5 ลักษณะและส่วนประกอบของถังต้นแบบ	4-54
	4.4.6 การประกอบและติดตั้งถังต้นแบบ	4-55
	4.5 ผลการศึกษาในภาคสนามพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี	4-58
	4.5.1 ผลจากทดลองในห้องปฏิบัติการ	4-58
	4.5.2 การศึกษาสมบัติเบื้องต้นของส่วนผสมที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมัก	4-59
	4.5.3 ผลของการแปรระยะเวลาที่สัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน	4-61
	4.5.4 ผลการศึกษาคุณสมบัติของปุ๋ยหมัก เพื่อให้ได้ปุ๋ยที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์	4-62

บทที่	หัวข้อ	หน้า
	4.6 การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการฯ	4-66
	4.6.1 การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการกำจัดกากไขมันที่เหมาะสม ให้กับอุตสาหกรรมโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี (วันที่ 2-4 กุมภาพันธ์ 2561)	4-66
	4.62 การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการกำจัดกากไขมันจากการทดลองในพื้นที่เกาะสมุย ให้กับอุตสาหกรรมโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี (วันที่ 4-5 พฤษภาคม 2561)	4-77
	4.6.3 การประชาสัมพันธ์โครงการ และเชิญชวนผู้ประกอบการโรงแรมเข้าร่วมโครงการ	4-80
	4.7 การติดตามผลการนำไปใช้ประโยชน์	4-82
	4.8 การคำนวณต้นทุนการผลิต	4-82
	4.8.1 ความหมายของต้นทุนและต้นทุนการผลิต	4-83
	4.8.2 องค์ประกอบของต้นทุนการผลิต	4-83
	4.8.3 การคำนวณต้นทุนการผลิต	4-83
	4.8.4 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต	4-84
	4.8.5 กรณีศึกษาการคำนวณต้นทุนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์	4-84
	4.8.6 เทคนิคการเลือกซื้อปุ๋ยที่คุ้มค่า	4-86
	4.8.7 จุดคุ้มทุน	4-87
	4.9 การศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดการทางเศรษฐศาสตร์ต่อการทำปุ๋ยหมักจากจากกากไขมัน พื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี	4-88
บทที่ 5	**สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ**	**5-1**
	5.1 สรุปผลจากการทบทวนวรรณกรรม	5-2
	5.2 สรุปผลจากการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา	5-3
	5.3 สรุปผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ	5-6
	5.4 สรุปผลการพัฒนาต้นแบบถังทำปุ๋ยหมัก	5-7
	5.5 สรุปผลการศึกษาในภาคสนามพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี	5-8
	5.6 การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ	5-9
	5.7 สรุปความเป็นไปได้ในการจัดการทางเศรษฐศาสตร์ต่อการทำปุ๋ยหมักจากจากกากไขมัน	5-9
	5.8 การติดตามผลการนำไปใช้ประโยชน์	5-10
รายการเอกสารอ้างอิง		**6-1**

บทที่	หัวข้อ	หน้า
ภาคผนวก		7-1
	ก การเตรียมสารเคมีและวิธีการวิเคราะห์	7-1
	ข เอกสารประกอบการประชุม	7-6
	ค เอกสารนำเสนอในการประชุม	7-14
	ง กำหนดการประชุม วันที่ 12 กรกฎาคม 2560	7-18
	จ รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุม	7-20
	ฉ แบบสอบถาม	7-27
	ช ขั้นตอนการทำถังหมักปุ๋ยระดับห้องปฏิบัติการ	7-32
	ซ .ผลการทดลองระดับห้องปฏิบัติการ	7-35
	ฌ การคำนวนปริมาตรของถัง 200 ลิตร เมื่อเอียง 45 องศา	7-40
	ญ ข้อมูลพื้นฐานของการทดลอง	7-42
	ฎ .กำหนดการประชุมเชิงปฏิบัติการฯ วันที่ 2-4 กุมภาพันธ์ 2561	7-47
	ฏ เอกสารประกอบการประชุม	7-50
	ฐ รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุม วันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2561	7-64
	ฑ รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุม วันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2561	7-70
	ฒ กำหนดการประชุมเชิงปฏิบัติการฯ วันที่ 4-5 พฤษภาคม 2561	7-73
	ณ เอกสารเผยแพร่ความรู้การทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน	7-75
	ด แผ่นพับเพื่อเผยแพร่ความรู้ และประชาสัมพันธ์โครงการฯ	7-85
	ต ป้ายไวนิลเผยแพร่ความรู้ และประชาสัมพันธ์โครงการฯ	7-87
	ถ รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุม วันที่ 4-5 พฤษภาคม 2561	7-90

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แผนการดำเนินงานโครงการ	1-6
2.1	ตัวอย่างกรดไขมันที่พบทั่วไป	2-7
2.2	คุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548	2-16
2.3	คุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน	2-17
2.4	สมบัติของวัสดุอินทรีย์ที่สามารถนามาผลิตปุ๋ยอินทรีย์ได้	2-22
2.5	ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยคอกชนิดต่าง ๆ	2-22
3.1	พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ตัวอย่าง	3-3
4.1	จำนวนผู้เข้าร่วมการประชุมโครงการ “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมัน จากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี”วันที่ 12 กรกฎาคม 2560 เวลา 13.00-16.00 น. ณ ห้องประชุมสำนักงานเทศบาลนครเกาะสมุย (ห้องปะการัง)	4-10
4.2	ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	4-14
4.3	ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับโรงแรม	4-16
4.4	การรับรู้และการมีส่วนเกี่ยวข้องกับของเสียในรูปกากไขมันที่เกิดขึ้นภายในโรงแรม	4-23
4.5	ความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบการกำจัด/บำบัดกากไขมันภายในโรงแรม	4-26
4.6	แหล่งที่มาของกากไขมันชนิดต่าง ๆ	4-29
4.7	สมบัติเบื้องต้นของกากไขมันที่เกี่ยวข้อง	4-30
4.8	สมบัติเบื้องต้นของวัสดุต่าง ๆ ที่นำมาใช้ทำปุ๋ยหมัก (n = 3)	4-34
4.9	สมบัติเบื้องต้นของวัสดุต่าง ๆ ที่มีความเหมาะในการนำมาใช้ทำปุ๋ยหมัก (n = 3)	4.35
4.10	ปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนในกากไขมัน และวัสดุผสม (กรณีผสม 1 กิโลกรัม)	4-36
4.11	อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน การผสมกากไขมัน 40-60% กับวัสดุต่าง ๆ	4-37
4.12	คุณสมบัติของปุ๋ยหมักสูตรต่าง ๆ	4-47
4.13	ผลของการงอกและความยาวของรากถั่วเขียว	4-48
4.14	สมบัติของปุ๋ยหมักจากกากไขมัน จากการทดลองในห้องปฏิบัติการเปรียบเทียบประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548	4-50
4.15	สรุปการหมักในถังต้นแบบ จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ	4-50
4.16	เกณฑ์การเลือกการวางตัวของถังต้นแบบ	4-52
4.17	เกณฑ์การคัดเลือกรูปแบบภาชนะหรือตัวถังต้นแบบ	4-54
4.18	การสาธิตการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน จำนวน 3 สูตร	4-58
4.19	สมบัติของวัสดุผสมที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมัก จากการทดลองในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี	4-59
4.20	คุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548	4-62

ตารางที่		หน้า
4.21	สมบัติของปุ๋ยที่ผ่านการหมัก 15, 30, 45 และ 60 วัน จากการทดลองในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี	4-64
4.22	จำนวนผู้เข้าร่วมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” วันที่ 2-4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561 เวลา 08:30-16:00 น. ณ ห้องประชุม โรงแรม รอยัล เมืองสมุย วิลล่า	4-66
4.23	ประเด็นคำถามและข้อเสนอแนะจากผู้เข้าร่วมการประชุม และการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการฯ	4-69
4.24	จำนวนผู้เข้าร่วมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” วันที่ 4-5 พฤษภาคม พ.ศ.2561 เวลา 08:30-16:30 น. ณ โรงเรือนเพาะชำของโรงแรม เมืองสมุย สปา รีสอร์ท	4-77
4.25	การประมาณการต้นทุนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงของสำนักงานกองทุนสงเคราะห์ การทำสวนยางจังหวัดอุบลราชธานี ร่วมกับสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย	4-85
4.26	การประมาณการต้นทุนการผลิตปุ๋ยหมักจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของศูนย์วิจัยและบริการเพื่อชุมชนและสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	4-85
4.27	การประมาณการต้นทุนการผลิตปุ๋ยอัดเม็ดจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของศูนย์วิจัยและบริการเพื่อชุมชนและสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	4-85
4.28	การประมาณการต้นทุนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด	4-86
4.29	การประมาณการต้นทุนการผลิตของกลุ่มเครือข่ายปุ๋ยอินทรีย์ บ้านบัวแก้ว อำเภอกุดรัง จังหวัดมหาสารคาม	4-86
4.30	ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการจัดการกากไขมันของโรงแรมพื้นที่เกาะสมุย	4-89
4.31	รายละเอียดงบประมาณที่ต้องใช้ในการกำจัดกากไขมัน เศษใบไม้/ซากพืช และการจัดซื้อปุ๋ยอินทรีย์ของโรงแรมที่เข้าร่วมโครงการ	4-92
4.32	การประมาณการค่าใช้จ่ายโดยตรงของการทำปุ๋ยหมักแต่ละสูตร	4-95
4.33	การประมาณการค่าใช้จ่ายโดยตรงของการทำปุ๋ยหมักแต่ละสูตร	4-96

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	ขอบเขตและแผนการดำเนินงานโครงการวิจัย	1-4
2.1	ไตรกลีเซอไรด์ และกรดไขมันอิสระ	2-4
2.2	การหมักในหลุมหมัก	2-20
2.3	สิ่งมีชีวิตที่ช่วยในการย่อยสลายสารอินทรีย์	2-23
2.4	การเจริญของแบคทีเรีย	2-25
4.1	การสำรวจพื้นที่การจัดการกากไขมันโรงแรม เมืองสมุย สปา รีสอร์ท เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี	4-6
4.2	การสำรวจพื้นที่การจัดการกากไขมันโรงแรม ซิกซ์เซ้นส์เซส เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี	4-7
4.3	การสำรวจพื้นที่การจัดการกากไขมันโรงแรม ละไมวันทาบีช รีสอร์ท เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี	4-8
4.4	การสำรวจพื้นที่การทำปุ๋ยหมักและเกษตรอินทรีย์โรงแรม บ้านท้องทราย เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี	4-9
4.5	การประชุม โครงการ“การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” วันที่ 12 กรกฎาคม 2560 เวลา 13.00-16.00 น. ณ ห้องประชุมสำนักงานเทศบาลนครเกาะสมุย (ห้องปะการัง) จังหวัดสุราษฎร์ธานี	4-13
4.6	ปริมาณกรดไขมันอิสระที่เวลาต่างๆ เมื่อใส่สารปรับปรุง	4-33
4.7	สมบัติการดูดกลืนแสงของกากไขมันที่เวลาต่างๆ เมื่อใส่สารปรับปรุง	4-33
4.8	การหมักกากไขมัน 40 % วัสดุหมัก คือ ใบไม้ - ใบหญ้า 60 % ระยะเวลาสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน 1 ชั่วโมง	4-38
4.9	อุณหภูมิของกากไขมันที่ผ่านการสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน นาน 1 ชั่วโมง ที่ระยะเวลาต่าง ๆ	4-39
4.10	ความชื้นของการหมักกากไขมันที่ผ่านการสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน นาน 1 ชั่วโมง ที่ระยะเวลาต่าง ๆ	4-39
4.11	การหมักกากไขมัน 40 % วัสดุหมัก คือ หญ้า 60 % ระยะเวลาสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน 1 วัน	4-40
4.12	อุณหภูมิของกากไขมันที่ผ่านการสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน นาน 1 วัน ที่ระยะเวลาต่าง ๆ	4-41
4.13	ความชื้นของการหมักกากไขมันที่ผ่านการสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน นาน 1 วัน ที่ระยะเวลาต่าง ๆ	4-41
4.14	การหมักกากไขมัน 40 % วัสดุหมักคือ หญ้า 60 % ระยะเวลาสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน นาน 3 วัน ที่ระยะเวลาต่าง ๆ	4-42

รูปที่		หน้า
4.15	อุณหภูมิของกากไขมันที่ผ่านการสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน นาน 3 วัน ที่ระยะเวลาต่าง ๆ	4-42
4.16	ความชื้นของการหมักกากไขมันที่ผ่านการสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน นาน 3 วัน ที่ระยะเวลาต่าง ๆ	4-43
4.17	การหมักด้วยกากไขมัน 50 % ปุ๋ยคอก 40 % และขี้เลื่อย 10 % ระยะเวลาสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน นาน 3 วัน ที่ระยะเวลาต่าง ๆ	4-43
4.18	อุณหภูมิของกากไขมันที่ผ่านการสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน นาน 3 วัน ที่ระยะเวลาต่าง ๆ	4-44
4.19	ความชื้นของการหมักกากไขมันที่ผ่านการสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน นาน 3 วัน ที่ระยะเวลาต่าง ๆ	4-44
4.20	กากหมักด้วยกากไขมัน 60 % ปุ๋ยคอก 35 % และขี้เลื่อย 5 % ระยะเวลาสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน นาน 3 วัน ที่ระยะเวลาต่าง ๆ	4-45
4.21	อุณหภูมิของกากไขมันที่ผ่านการสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน นาน 3 วัน ที่ระยะเวลาต่าง	4-45
4.22	ความชื้นของการหมักกากไขมันที่ผ่านการสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน นาน 3 วัน ที่ระยะเวลาต่าง ๆ	4-46
4.23	การเพิ่มจำนวนวัสดุหมัก และทดสอบการใช้งานถังหมัก	4-49
4.24	การนำเสนอขั้นตอนการออกแบบถังผสมปุ๋ย	4-53
4.25	ลักษณะและส่วนประกอบของถังต้นแบบ	4-54
4.26	ส่วนประกอบหลักของถัง (ภาพออกแบบ) ก) มอเตอร์ขนาด 1/2 แรงม้า ข) ถังขนาด 200 ลิตร พร้อมใบกวน ค) ลูกกลิ้งรองถัง และ ง) ชุดพูเลย์ทดรอบ 2/24 นิ้ว	4-55
4.27	การประกอบและลักษณะถังต้นแบบ ก) ลักษณะถังโดยรวม (ด้านข้าง) ข) หูจับสำหรับยกขึ้น-ลง ค) ลักษณะฝาถัง (ด้านใน) ง) ลักษณะถังโดยรวม (ด้านหน้า) จ) ลักษณะภายในถัง และ ช) ลักษณะการติดตั้งมอเตอร์	4-56
4.28	การติดตั้งถังต้นแบบเพื่อการทดลอง ณ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	4-57
4.29	ปริมาณคาร์บอนในวัสดุหมัก ที่ระยะเวลาการหมักต่าง ๆ	4-60
4.30	อุณหภูมิในถังหมักสูตรต่าง ๆ ถังที่ 1 สูตรเมืองสมุยกรุ๊ป ถังที่ 2 สูตรปรับปรุงกากไขมัน ด้วยกรดฟอสฟอริกก่อน 1 วัน และถังที่ 3 สูตรเมืองสมุยกรุ๊ป แต่ปรับปรุงกากไขมันด้วยกรดฟอสฟอริกก่อน 1 วัน และใช้น้ำหมักร่วมด้วย	4-61
4.31	การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการกำจัดกากไขมันที่เหมาะสมให้กับอุตสาหกรรมโรงแรมที่เข้าร่วมโครงการ (วันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2561)	4-67
4.32	การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ การถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการจัดการกากไขมัน ณ โรงเรือนเพาะชำของ โรงแรม เมืองสมุย สปา รีสอร์ท (วันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2561)	4-72

รูปที่		หน้า
4.33	การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ การถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการจัดการกากไขมัน ณ โรงเรือนเพาะชำของ โรงแรม เมืองสมุย สปา รีสอร์ท (วันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2561)	4-73
4.34	การสำรวจพื้นที่การจัดการกากไขมัน โรงแรมสันติบุรี เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎ์-ธานี (วันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2561)	4-74
4.35	การสำรวจพื้นที่การจัดการกากไขมัน โรงแรมพาวิเลียน สมุย วิลล่าแอนด์รีสอร์ท เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎ์ธานี (วันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2561)	4-75
4.36	การสำรวจพื้นที่การจัดการกากไขมัน โรงแรมไทย เฮ้าส์ บีช รีสอร์ท เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎ์ธานี (วันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2561)	4-76
4.37	การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ การถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการจัดการกากไขมัน ณ โรงเรือนเพาะชำของ โรงแรม เมืองสมุย สปา รีสอร์ท (วันที่ 4 พฤษภาคม 2561)	4-78
4.38	การทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน จำนวน 3 สูตร ณ ระยะเวลาในการสัมผัสทุก ๆ 15 วัน ได้แก่ 30, 60 และ 75 วัน	4-81
4.39	อัตราค่าน้ำประปาส่วนภูมิภาคของพื้นที่การประภาส่วนภูมิภาคสาขาภูเก็ต เกาะสมุย และเกาะพะงัน	4-94
4.40	ประมาณการค่าไฟฟ้าจากการหมุนของมอเตอร์ถังหมักปุ๋ยตลอดระยะเวลาการหมัก 60 วัน	4-94

บทที่ 1

บทนำ

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา

กากไขมัน (Grease Trap Waste) จัดเป็นของเสียประเภทอินทรีย์ โดยเฉพาะกากไขมันจากกิจกรรมของกลุ่มอุตสาหกรรมโรงแรมในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งในปัจจุบันมีการกำจัดเบื้องต้นโดยการตักทิ้งเป็นประจำ เพื่อป้องกันการอุดตันของท่อระบายน้ำ และเป็นปัญหาต่อระบบบำบัดน้ำเสีย โดยทั่วไปกากไขมัน มักก่อให้เกิดปัญหาแก่อุตสาหกรรมโรงแรม ซึ่งยากแก่การกำจัด และยังเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสียของโรงแรมอีกด้วย ทั้งนี้เนื่องจากกากไขมันมีการย่อยสลายที่จำเป็นต้องใช้เวลานาน และหน่วยงานรับกำจัดในพื้นที่ไม่สามารถนำไปกำจัดทิ้งพร้อมกับขยะทั่วไปได้ ทั้งนี้เนื่องจากกากไขมันมีส่วนประกอบของน้ำและไขมัน เมื่อมีการบีบอัดตัวของขยะและของเสียทั่วไป จะทำให้น้ำเสียจากขยะโดยรวมไหลออกมา เกิดความสกปรก และเกิดคราบไขมันกับพื้นถนนสาธารณะ ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยในการคมนาคมของประชาชน อีกทั้งส่งกลิ่นเหม็นโดยทั่วขณะทำการขนย้าย และการนำไปฝังกลบ จึงทำให้เป็นภาระและหน้าที่ของอุตสาหกรรมโรงแรมที่ต้องมีการกำจัดและจัดการกับกากไขมันเอง ทำให้มีการซื้อสารเคมี และสารชีวภาพมาใช้ในการจัดการ และย่อยสลายกากไขมันก่อนปล่อยลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย โดยมีความเข้าใจว่า เมื่อใส่สารเคมีในกากไขมันแล้วจะสามารถกำจัดได้ หากแต่การใช้สารเคมีเป็นเพียงการทำให้กากไขมันแตกตัวได้มากขึ้นเท่านั้น อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มค่าความสกปรกให้กับระบบบำบัดน้ำเสียอีกด้วย สำหรับโรงแรมบางแห่งซึ่งกำจัดไขมันด้วยการฝังกลบในพื้นที่ส่วนบุคคล หากมีการจัดการที่ไม่เหมาะสมโดยเบื้องต้นจะก่อให้เกิดปัญหาด้านกลิ่น และแมลงพาหะนำโรค ต้นพืชในบริเวณข้างเคียงขาดน้ำตาย เนื่องจากน้ำและอากาศไม่สามารถซึมผ่านลงสู่ดินได้ นอกจากนี้จะทำให้เกิดการหมักแบบไร้อากาศ เกิดการปล่อยก๊าซมีเทน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดภาวะเรือนกระจก (Green House Effect) และจากการประมาณการหากกากไขมันที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมโรงแรมในพื้นที่เกาะสมุยที่มีจำนวนมากกว่า 550 แห่งที่ไม่ได้รับการแก้ไขหรือได้รับการจัดการ และการกำจัดที่ถูกต้องเหมาะสมแล้วนั้น อาจทำให้พื้นที่เกาะสมุยซึ่งเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สวยงามที่สามารถดึงดูดนักท่องเที่ยวได้ปีละมากกว่า 1 ล้านคน (กรมการท่องเที่ยว, 2559) ทำรายได้ให้กับพื้นที่ปีละมากกว่า 15,000 ล้านบาท (บุญใจ แก้วน้อย, 2558) จะได้รับผลกระทบอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ และอาจทำให้ชุมชนได้รับผลกระทบด้านรายได้ตกต่ำในที่สุด ดังนั้นการแก้ไขปัญหาหรือการกำจัดกากไขมันให้กับเมืองท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน เช่น เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี จึงควรมีการประสานความร่วมมือระหว่างสถานประกอบการ (โรงแรม) ชุมชน และหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง ในลักษณะของการสร้างการมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาการจัดการขยะ โดยเฉพาะกากไขมันจากอุตสาหกรรมโรงแรมของเมืองท่องเที่ยว ตามนโยบายสนับสนุนการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development Goals : SDGs)

การวิจัยโครงการ “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมัน จากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” เป็นการจัดการกากไขมัน ซึ่งเป็นกากของเสียอินทรีย์ที่ควรถูกจัดการและกำจัดอย่างเหมาะสม เพื่อป้องกันปัญหาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากกากไขมัน โดยเฉพาะการวิจัยครั้งนี้ ต้องการนำกากไขมันที่เกิดจากกิจกรรมของโรงแรม มาทำเป็นปุ๋ยหมัก ร่วมกับการผสมคลุกเคล้ากับวัสดุเหลือใช้อื่น ๆ โดยคาดว่าจะได้วิธีการกำจัดกากไขมัน (Grease Trap Waste) จากโรงแรมด้วยการนำมาเป็นส่วนผสมของการทำปุ๋ยหมักใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงบำรุงดินและพันธุ์ไม้ต่าง ๆ โดยรอบพื้นที่ของโรงแรม ซึ่งสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อ และใช้ปุ๋ยเคมี อีกทั้งเป็นการใช้ปุ๋ยในรูปแบบปุ๋ยอินทรีย์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และคาดว่าจะสามารถช่วยลดและแก้ไขปัญหาการกำจัดกากไขมันของโรงแรมในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้อย่างยั่งยืนและมีประสิทธิภาพสูงสุด

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

โครงการวิจัย เรื่อง “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมัน จากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” เป็นการวิจัยประยุกต์ที่มุ่งเน้นหาวิธีการกำจัดกากไขมันเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว หรือวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SME) โดยมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการกำจัดกากไขมันจากอุตสาหกรรมโรงแรมหรือผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ด้วยการแปรรูปเป็นปุ๋ยหมักให้เกิดประโยชน์และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

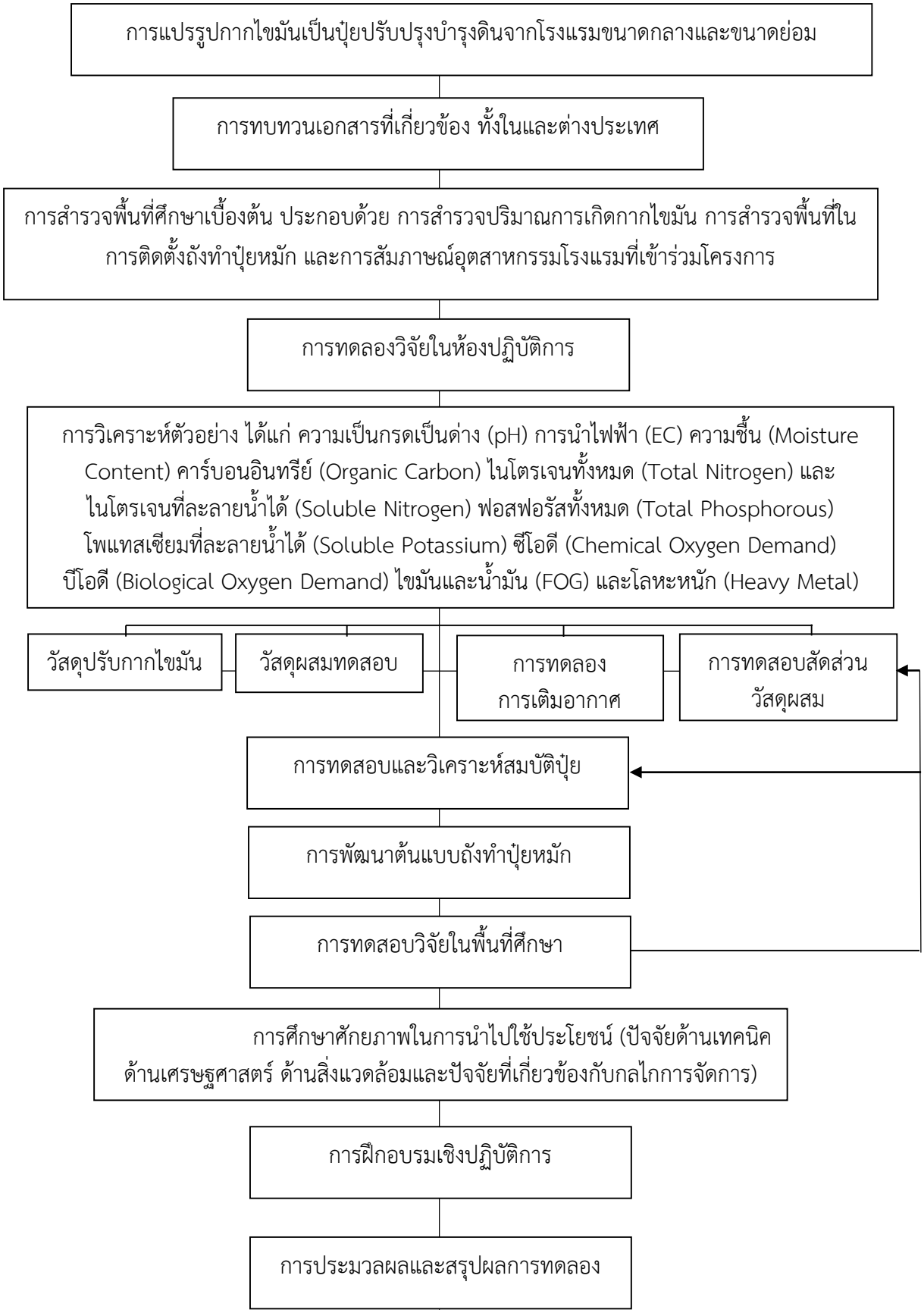
2) เพื่อเพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือใช้ และของเสียจากอุตสาหกรรมโรงแรม ด้วยการผสมร่วมกับกากไขมันในอัตราส่วนที่เหมาะสม และแปรรูปเป็นปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดิน ให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม

3) เพื่อพัฒนาต้นแบบถังทำปุ๋ยหมัก และวิธีการแปรรูปกากไขมันเป็นปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่มีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ และทางเศรษฐศาสตร์

4) เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้การกำจัดกากไขมันจากอุตสาหกรรมโรงแรมที่เหมาะสม และประยุกต์งานสู่การเป็นอุตสาหกรรมโรงแรมต้นแบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Hotel) และส่งเสริมให้มีการนำรูปแบบการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันไปใช้ประโยชน์ได้ในอุตสาหกรรมโรงแรมหรือผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตและแผนการดำเนินงานโครงการวิจัย “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมัน จากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ขอบเขตและแผนการดำเนินงานโครงการวิจัย

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

1) ทราบปัจจัย และวิธีการกำจัดกากไขมันที่มีความเหมาะสมต่ออุตสาหกรรมโรงแรม ด้วยการแปรรูปเป็นปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2) วิธีการผลิตถังทำปุ๋ยหมักต้นแบบ เพื่อกำจัดกากไขมันที่มีความเหมาะสมต่ออุตสาหกรรม โรงแรม ทั้งในด้านเทคนิค การปฏิบัติ และเศรษฐศาสตร์

3) วิธีการกำจัดกากไขมัน และต้นแบบถังทำปุ๋ยหมัก จะนำไปใช้ประโยชน์ในโครงการส่งเสริมการมีส่วนร่วมโรงแรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Hotel) ของกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

1.5 กรอบแนวความคิดของการวิจัยและขั้นตอนการวิจัยในภาพรวม

กากไขมัน (Grease Trap Waste) หรือกากไขมันเหลือใช้จากร้านอาหาร และห้องครัวของอุตสาหกรรมโรงแรมหรือผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งเป็นของเสียอินทรีย์ที่มีการย่อยสลายยาก และต้องใช้ระยะเวลานานในการย่อยสลาย ดังนั้นการนำกากไขมันมากำจัดด้วยรูปแบบของการทำปุ๋ยหมักที่มีการผสมกับวัสดุเหลือใช้ ได้แก่ ขุยมะพร้าว ขี้เลื่อย กากตะกอนวัสดุหรือของเสียอินทรีย์เหลือใช้จากห้องครัวหรือร้านอาหาร และวัสดุหรือของเสียอินทรีย์เหลือใช้จากพื้นที่สีเขียวหรือสวนของอุตสาหกรรมโรงแรม รวมทั้งรูปแบบการเติม และไม่เติมอากาศ ระยะเวลาในการย่อยสลายและสัดส่วนของการผสมกากไขมันและวัสดุเหลือใช้ต่าง ๆ จึงเป็นวิธีการที่คาดว่าน่าจะมีความเหมาะสมต่อการแก้ไขปัญหาการกำจัดกากไขมัน และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ นอกจากนี้การศึกษาวิจัยครั้งนี้ยังเป็นการเสนอวิธีการผลิตและพัฒนาต้นแบบถังทำปุ๋ยหมัก เพื่อแปรรูปกากไขมันเป็นปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่สามารถทำได้ง่าย สะดวก ประหยัด และมีความเหมาะสมต่ออุตสาหกรรมโรงแรมของพื้นที่ศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นรูปธรรม

1.6 แผนงานโครงการ

แผนการดำเนินงานโครงการ (Gantt Chart) สามารถแสดงรายละเอียดขั้นตอน และระยะเวลาของการศึกษาโครงการวิจัย “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมัน จากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” ได้ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานโครงการ

ที่	กิจกรรมตามขอบเขตการดำเนินงาน	เดือน											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	การทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง												
2	การสำรวจพื้นที่เบื้องต้น												
3	การทดลองวิจัยในห้องปฏิบัติการ												
	3.1 การทดลองการเติมวัสดุปรับปรุงกากไขมัน 3 ชนิด												
	3.2 การทดลองการใช้วัสดุเหลือใช้ 5 ชนิด												
	3.3 การทดลองเติมและไม่เติมอากาศ												
	3.4 การทดลองสัดส่วนการใส่กากไขมัน												
	3.5 การวิเคราะห์ตัวอย่าง ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) การนำไฟฟ้า (EC) ความชื้น (Moisture Content) คาร์บอนอินทรีย์ (Organic Carbon) ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) และไนโตรเจนที่ละลายน้ำได้ (Soluble Nitrogen) ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorous) โพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ (Soluble Potassium) ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand) และบีโอดี (Biological Oxygen Demand) ไขมันและน้ำมัน (FOG) และโลหะหนัก (Heavy Metal) ได้แก่ สารหนู แคดเมียม โครเมียม ทองแดง ตะกั่ว และปรอท												
4	การทดสอบวิจัยในพื้นที่ศึกษา												
	4.1 การทดลองการใช้วัสดุเหลือใช้ 3 ชนิด												
	4.2 การทดลองเติมและไม่เติมอากาศ												
	4.3 การทดลองสัดส่วนวัสดุผสมกากไขมัน												
	4.4 การวิเคราะห์ตัวอย่าง (ดังพารามิเตอร์ที่แสดงในข้อ 3.5)												
5	การทดสอบและวิเคราะห์สมบัติปุ๋ย												
6	การพัฒนาต้นแบบถังทำปุ๋ยหมัก												
7	การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ												
8	การประมวลผลและสรุปผลการทดลอง												

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

2.1 พื้นที่ทำการศึกษา

เทศบาลนครเกาะสมุย มีเนื้อที่ประมาณ 252 ตารางกิโลเมตร (157,273 ไร่) ซึ่งเฉพาะเกาะสมุยมีเนื้อที่ 227 ตารางกิโลเมตร (142,031 ไร่) ส่วนที่เหลือเป็นพื้นที่ของเกาะต่าง ๆ รวมอยู่ด้วย 18 เกาะ มีประชากรในพื้นที่จำนวน 65,109 คน รวมกับประชากรแฝงซึ่งมีประมาณสามเท่าของประชากรตามทะเบียนราษฎร์ และนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยชาวต่างชาติประมาณ 3,000 คนต่อวัน เกาะสมุยเป็นเกาะที่ใหญ่เป็นอันดับสามของประเทศไทยรองจากเกาะภูเก็ต และเกาะช้าง จากลักษณะภูมิประเทศที่มีลักษณะเป็นเกาะ ทำให้มีภูมิประเทศสวยงาม มีความอุดมสมบูรณ์จากท้องทะเล เป็นที่ชื่นชอบของนักท่องเที่ยวหลากหลาย

2.1.1 ที่ตั้งและภูมิศาสตร์

เกาะสมุยเป็นหมู่เกาะที่ตั้งอยู่บนไหล่ทวีป อยู่ตอนกลางของอ่าวไทยนอกชายฝั่งทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของ จ.สุราษฎร์ธานี ประมาณ 84 กิโลเมตร ระหว่างเส้นรุ้งที่ 9 องศา 30 ลิปดาเหนือ และเส้นแวงที่ 100 องศาตะวันออก ห่างจากแผ่นดินใหญ่ประมาณ 20 กิโลเมตร ด้วยพื้นที่เฉพาะเกาะสมุยราว 227 ตารางกิโลเมตร กว้าง 21 กิโลเมตร ยาว 25 กิโลเมตร และเนื่องจากเกาะสมุยมีลักษณะเป็นเกาะล้อมรอบด้วยผืนน้ำของอ่าวไทย จึงมีอาณาเขตติดต่อกับทะเลในเขตอำเภอใกล้เคียง ดังนี้ ทิศเหนือติดต่อทะเลเขต อ.เกาะพงัน จ.สุราษฎร์ธานี ซึ่งเป็นผืนดินที่อยู่ใกล้เกาะสมุยมากที่สุดราว 15 กิโลเมตร ทิศใต้ติดต่อทะเลเขต อ.ขนอม จ.นครศรีธรรมราช ทิศตะวันออกติดต่อทะเลอ่าวไทย ทิศตะวันตกติดต่อทะเลเขต อ.ดอนสัก อ.กาญจนดิษฐ์ อ.เมือง อ.ท่าฉาง และอ.ไชยา จ.สุราษฎร์ธานี

2.1.2 ลักษณะภูมิประเทศ

พื้นที่บนเกาะสมุยประมาณครึ่งเป็นภูเขาและที่ดอนสูง มีโครงสร้างต่อจากเทือกเขานครศรีธรรมราช เป็นภูเขาหินแกรนิตและภูเขาหินทราย สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 635 เมตร พื้นที่ราบส่วนใหญ่ซึ่งมีเนื้อที่จำกัดเพียงหนึ่งในสามของพื้นที่ทั้งหมด หรือประมาณ 73 ตารางกิโลเมตร อยู่รอบภูเขาและชายฝั่ง ประกอบด้วยที่ลุ่ม หาดทราย สันทราย ชายฝั่งทะเลเป็นแหลมและอ่าว แต่เดิมภูเขาส่วนใหญ่ปกคลุมด้วยป่าเบญจพรรณ ปัจจุบันคงเหลือสภาพป่าดั้งเดิมอยู่น้อยมาก เนื่องจากกลายเป็นพื้นที่จับจองทำสวนมะพร้าว สวนผลไม้ การเกษตรอื่น ๆ และการครอบครองของนายทุน เพื่อทำธุรกิจการท่องเที่ยว

2.1.3 ลักษณะภูมิอากาศ

อุณหภูมิ สภาพภูมิอากาศโดยทั่วไปของเกาะสมุย จะมีฝนตกชุกตลอดปี เพราะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จากมหาสมุทรอินเดีย และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจากทะเลจีนตอนใต้ และอ่าวไทย แต่อากาศโดยทั่วไปของเกาะสมุยอยู่ในเกณฑ์อบอุ่น จากข้อมูลภูมิอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา ในระหว่างปี 2542-2558 ของอำเภอเกาะสมุยมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีมีค่าอยู่ในช่วง 21.1 องศาเซลเซียส ถึง 33.9 องศาเซลเซียส โดยปี 2558 มีอุณหภูมิต่ำสุดวัดได้ที่ 20.5 องศาเซลเซียส ในเดือนธันวาคม และมีอุณหภูมิ

สูงสุดวัดได้ 36.6 องศาเซลเซียส ในเดือนเมษายน นอกจากนี้ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาทะเล ได้ทำการตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์ของเกาะสมุยค่อนข้างสูง เนื่องจากอยู่ในทะเล โดยมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปีประมาณ 79% ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ย 87% ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดเฉลี่ย 68% และจากข้อมูลที่ผ่านมาเคยตรวจพบความชื้นสัมพัทธ์ต่ำที่สุดได้ 24.0% ในเดือนมกราคม

2.1.4 พื้นที่การใช้ประโยชน์

พื้นที่เกาะสมุยประมาณ 227 ตารางกิโลเมตร เป็นพื้นที่ที่ใช้เพื่อการเกษตรกรรมมากที่สุด โดยพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นสวนมะพร้าว รองลงมาเป็นการปลูกทุเรียน โดยพื้นที่ป่าไม้ที่สำคัญมีเพียงป่าสงวน 2 แห่ง คือ บริเวณน้ำตกหินลาด และบริเวณอุทยานน้ำตกหน้าเมือง ส่วนการใช้ที่ดินเพื่ออยู่อาศัย และพาณิชยกรรมมีการกระจายอยู่รอบชายฝั่งทะเลรอบเกาะ มีศูนย์กลางการปกครอง และศูนย์รวมบริการหลักของธุรกิจการท่องเที่ยว อยู่บริเวณตลาดหน้าทอนฝั่งด้านตะวันตกของเกาะ มีกลุ่มธุรกิจประเภทที่พัก ร้านอาหาร และเครื่องดื่มกระจายทั่วไปรอบเกาะ ปัจจุบันมีความหนาแน่นในบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลด้านทิศเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งอยู่ในเขตพื้นที่ตำบลแม่น้ำ ตำบลบ่อผุด และตำบลมะเร็ต

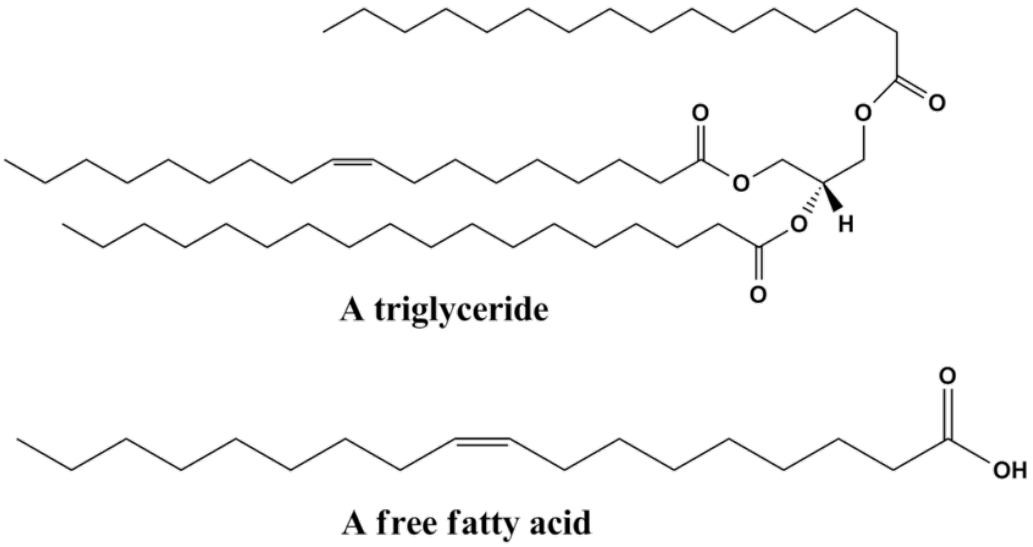
2.2 ข้อมูลพื้นฐานไขมันและน้ำมัน

ไขมันและน้ำมัน (Fat oil and Grease, FOG) เป็นสารประกอบที่ประกอบด้วยเอสเตอร์ของกรดไขมัน ซึ่งเกิดจากจากการทำปฏิกิริยาของกรดไขมันจำนวน 1 โมเลกุลกับแอลกอฮอล์จำนวน 3 โมเลกุล ไขมันเป็นสารชีวโมเลกุลที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) โดยไขมันเป็นเอสเทอร์ที่มีสถานะของแข็ง ส่วนน้ำมันเป็นเอสเทอร์ประเภทของเหลวที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ไขมันและน้ำมันมีคุณสมบัติที่สำคัญต่างจากคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนคือ มีคุณสมบัติที่ไม่ละลายน้ำ เนื่องจากโครงสร้างโดยทั่วไปจะมีส่วนของโครงสร้างที่เป็นไฮโดรคาร์บอน (C-H) ซึ่งเป็นส่วนที่ไม่มีขั้ว (Non-polar) มีคุณสมบัติไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) จึงไม่ละลายน้ำ แต่จะละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ (Organic Solvent) ไขมันบางชนิดอาจประกอบด้วยส่วนที่มีขั้ว (Polar) ซึ่งมีสมบัติชอบน้ำ (Hydrophilic) ทำให้ไขมันเหล่านี้มีสมบัติทั้งชอบน้ำและไม่ชอบน้ำอยู่ในโมเลกุล เรียกว่าสมบัติแบบนี้เรียกว่า แอมพิไฟด์ (Amphiphiiles) ไขมันเหล่านี้จะทำหน้าที่เป็นตัวกลางที่ทำให้ไขมันที่ไม่ชอบน้ำ สามารถกระจายตัวอยู่ในน้ำได้

ไขมันและน้ำมันมีแหล่งที่มาทั้งจากในพืชและสัตว์ ไขมันและน้ำมันมีประโยชน์ต่อมนุษย์คือ เป็นแหล่งพลังงานสะสม โดยไขมัน 1 กรัมให้พลังงาน 9 แคลลอรี่ สูงกว่าสารชีวโมเลกุล (Biomolecule) ชนิดอื่น ๆ คือ ช่วยให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย สามารถละลายวิตามินบางชนิดได้ เป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ และช่วยในระบบการขนส่งกระแสประสาท ดังนั้นไขมันจึงเป็นหนึ่งในอาหารที่จำเป็นของมนุษย์ ไขมันมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับชนิดของกรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบ เกิดจากการรวมตัวของกรดไขมันซึ่งเป็นกรดอินทรีย์ที่มีมวลโมเลกุลมาก (โดยมี C-Atom ตั้งแต่ 14 อะตอมขึ้นไป) 3 โมเลกุล ซึ่งอาจเป็นกรดไขมันชนิดเดียวกันหรือต่างกันได้

2.2.1 ไขมันและน้ำมันในเชิงเคมี

ไขมันและน้ำมัน เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่พบในสิ่งมีชีวิตอยู่ในรูปของสารประกอบเอสเตอร์ ที่มีสูตรทั่วไปคือ R-C=O-R′ ดังตัวอย่างโครงสร้างในรูปที่ 2. 1 ซึ่ง R และ R′ เป็นกรดไขมันชนิดต่าง ๆ



รูปที่ 2.1 ไตรกลีเซอไรด์ และกรดไขมันอิสระ

กรดไขมัน เป็นสารประกอบคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของไขมันทุกชนิด มีคาร์บอนในองค์ประกอบตั้งแต่ 4-36 อะตอมในโมเลกุล มีโครงสร้างที่ประกอบด้วยโซ่ยาวของไฮโดรคาร์บอนที่อิ่มตัวหรือไม่อิ่มตัว และหมู่คาร์บอกซิล (Carboxylic Group) พันธะระหว่างคาร์บอนอะตอมอาจเป็นพันธะเดี่ยวทั้งหมด ซึ่งเรียกว่า กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated Fatty Acid) หรือมีพันธะคู่ปนกับพันธะเดี่ยว ซึ่งเรียกว่า กรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated Fatty Acid) จำนวนของคาร์บอนในกรดไขมันส่วนใหญ่มักเป็นเลขคู่ โดยทั่วไปมีจำนวนของคาร์บอนเป็นเลขคู่ ที่พบมากคือ 16 หรือ 18 อะตอม กรดไขมันในธรรมชาติมีประมาณ 40 ชนิด จุดหลอมเหลวของกรดไขมันขึ้นกับจำนวนคาร์บอนและจำนวนพันธะคู่ เช่นที่อุณหภูมิห้อง กรดไขมันอิ่มตัวที่มีคาร์บอน 12-24 ตัวอยู่ในสภาพเป็นไข ในขณะที่กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีคาร์บอนเท่ากันยังเป็นน้ำมันอยู่

1) กรดไขมันอิ่มตัวที่พบมากที่สุด ได้แก่ กรดสเตียริก ($C_{17}H_{35}COOH$) เป็นกรดไขมันอิ่มตัวพบมากในไขมันสัตว์ และน้ำมันมะพร้าว

2) กรดไขมันไม่อิ่มตัว เช่น กรดโอเลอิก ($C_{17}H_{33}COOH$) กรดไลโนเลอิก ($C_{17}H_{31}COOH$) เป็นต้น กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่พบมากที่สุดได้แก่ กรดโอเลอิก กรดไขมันไม่อิ่มตัวพบมากในน้ำมันพืช

2.2.2 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของไขมันและน้ำมัน

1) ปฏิกิริยาลิโพไลซิส (Lipolysis) เป็นการแตกสลายของโมเลกุลของไขมันและน้ำมัน มีการเปลี่ยนแปลงเคมี เนื่องจากปฏิกิริยาต่าง ๆ ดังนี้ เกิดจากการแตกของพันธะเอสเทอร์ของลิพิด ซึ่งอาจเกิดจากปฏิกิริยาที่เร่งโดยเอนไซม์ หรือเร่งโดยความร้อนร่วมกับความชื้น ทำให้ได้กรดไขมันอิสระ ซึ่งกรดไขมันอิสระเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ง่ายกว่ากรดไขมันที่อยู่ในรูปแบบเอสเทอร์ของกลีเซอรอล จึงเป็นปฏิกิริยาหลักที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียของน้ำมันที่ใช้ในการทอด เพราะความชื้นจากอาหารที่ถ่ายเทมายังน้ำมัน และอุณหภูมิสูงของน้ำมันในขณะทอด และการเกิดลิโพไลซิสของน้ำมัน ทำให้จุดเกิดควันของน้ำมันที่ผ่านการทอดลดลง เพราะน้ำมันมีกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้น สำหรับเอนไซม์ในสัตว์นั้นจะเร่งให้เกิดปฏิกิริยาลิโพไลซิสเมื่อสัตว์ตายลง ดังนั้นไขมันที่ได้จากสัตว์ควรรีบให้ความร้อน เช่น การเจียวมันหมูเพื่อทำลายเอนไซม์ สำหรับน้ำมันดิบนั้นจะเกิดปฏิกิริยาลิโพไลซิสแล้วให้กรดไขมันขนาดเล็ก ซึ่งเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันต่อไปจนเกิดกลิ่นเหม็นหืน (Rancid Flavor) ส่วนไขมันที่ได้จากพวกเมล็ดต่างชนิดกันจะเกิดปฏิกิริยาลิโพไลซิสจนได้กรด

ไขมันอิสระในปริมาณที่แตกต่างกันไปเมื่อแก่จัด และเมื่อเก็บเกี่ยว ดังนั้นในระบบของโรงงานอุตสาหกรรมหลังการสกัดไขมันจากพืชจึงต้องมีสะเทินกรดไขมันอิสระด้วยสารละลายด่างเพื่อป้องกันการเหม็นหืนของน้ำมัน

2) ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) เป็นปฏิกิริยาระหว่างกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวกับออกซิเจน ทำให้อาหารที่มีน้ำมัน หรือไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่เกิดการเปลี่ยนแปลงจนได้กลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ ทำให้คุณค่าทางโภชนาการของอาหารลดลง สารที่เกิดขึ้นบางชนิดมีแนวโน้มเป็นสารพิษ อย่างไรก็ตามการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในสภาวะที่ควบคุมจนได้ระดับปฏิกิริยาที่เหมาะสมก็ทำให้อาหารมีกลิ่นรสที่พึงประสงค์ เช่น การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในเนยแข็งที่บ่ม หรือการเกิดกลิ่นรสของอาหารทอดบางชนิด

3) ปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชัน (Hydrogenation) เป็นปฏิกิริยาการเติมไฮโดรเจนเข้าไปยังคาร์บอน ณ แหน่งที่ไม่อิ่มตัวของกรดไขมัน ทำให้กรดไขมันเปลี่ยนจากชนิดที่ไม่อิ่มตัวมาเป็นชนิดที่อิ่มตัว ทำให้เปลี่ยนจากน้ำมันมาเป็นไขมัน เนื่องจากเมื่อกรดไขมันอิ่มตัวมากขึ้นทำให้จุดหลอมเหลวเพิ่มขึ้น จึงทำให้เปลี่ยนสถานะกรดไขมันจากของเหลวเป็นของแข็ง นิยมใช้ในการผลิตเนยขาว และเนยเทียม อย่างไรก็ตามระหว่างกระบวนการทำไฮโดรจิเนชันจะทำให้กรดไขมันจำนวนหนึ่งถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปทรานส์ไอโซเมอร์ การผลิตเนยขาว หรือเนยเทียมในระดับอุตสาหกรรมมีการผ่านก๊าซไฮโดรเจนที่ความดันสูงลงในน้ำมันโดยใช้ไอออนของโลหะหนัก เช่น นิกเกิลหรือแพลตตินัมเป็นสารเร่งปฏิกิริยาให้เกิดปฏิกิริยาได้เร็ว

4) ปฏิกิริยาฮาโลจิเนชัน (Halogenation) เป็นปฏิกิริยาการเติมสารพวกฮาโลเจนเข้าไปเกิดพันธะกับคาร์บอน ณ ตำแหน่งที่ไม่อิ่มตัวของกรดไขมัน จึงทำให้สามารถใช้ปฏิกิริยานี้ตรวจสอบหาระดับความไม่อิ่มตัวของกรดไขมันโดยการเติมไอโอดีนในสภาวะที่เป็นกรดและในที่ที่ไม่มีแสงสว่าง ทั้งนี้เพราะเมื่อมีแสงแทนที่ไอโอดีนจะถูกเติม ณ คาร์บอนที่ไม่อิ่มตัว ไอโอดีนไปแทนที่ไฮโดรเจนในคาร์บอนที่อิ่มตัวมากกว่า

5) ในการปรุงอาหารประเภทไขมัน การใช้ความร้อนทำให้เกิดปฏิกิริยาการสลายตัวของกรดไขมันจำพวกไตรกลีเซอไรด์ได้ ก่อให้เกิดกรดไขมันที่มีสายโซ่สั้นลง หรือเป็นกรดไขมันแบบไม่อิ่มตัว แต่การเกิดปฏิกิริยานี้ไม่เจาะจงว่าจะเกิดในตำแหน่งใด กรดไขมันอิสระที่เกิดขึ้นสามารถเกิดขึ้นในช่วงได้รับความร้อนจากการปรุงอาหารได้ ทั้งกรณีที่มีน้ำหรือปราศจากน้ำ ปฏิกิริยาในการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของไขมันและน้ำมัน ปฏิกิริยาการสลายตัวของน้ำมันเนื่องจากความร้อนสูง เมื่อน้ำมันได้รับความร้อนสูง เช่น การทอดอาหารในน้ำมันที่อุณหภูมิสูง น้ำมันที่ใช้ในการทอดจะเกิดการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ พร้อมกันคือ ไขมันสัมผัสกับอากาศ จึงเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันอย่างรวดเร็วจนในที่สุดได้กรดอินทรีย์ สารไฮโดรคาร์บอนที่ระเหยง่าย คีโตน ไตรเมอร์ อีพอกไซด์ แอลกอฮอลล์ และไดเมอร์ภายใต้ความร้อนสูง ในขณะเดียวกันไอน้ำที่ระเหยออกจากอาหารก่อให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของน้ำมันที่ใช้ทอดอาหาร ทำให้ได้กรดไขมันอิสระ ไดกลีเซอไรด์ โมโนกลีเซอไรด์ และกลีเซอรีน

นอกจากนี้อาหารที่ทอดสามารถละลายสารบางชนิดที่ละลายได้ในน้ำมันออกมาสู่น้ำมันที่ใช้ทอด ปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกัน และรวดเร็วเป็นผลให้น้ำมันเสื่อมคุณภาพ เช่น การเกิดควัน เกิดฟอง และมีสีเข้มขึ้น มีความหนืดของน้ำมันมากขึ้น จากปฏิกิริยาเคมีที่กล่าวมาแล้ว เมื่อทำการล้างทำความสะอาดภาชนะ ทำให้ไขมัน และกรดไขมันต่าง ๆ ลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย ส่วนใหญ่จึงมีสถานะเป็นของแข็งลอยตัวเห็นได้ชัดเจนกว่าส่วนที่เป็นของเหลว

สำหรับกากไขมัน ในงานวิจัยนี้หมายถึง ผลลัพธ์ที่ได้จากการปรุงอาหาร โดยรวมทั้งเศษอาหาร น้ำมันเนย จากการทอด อบ ขนมเบเกอรีต่าง ๆ ซึ่งมีกรดไขมันอิสระต่าง ๆ ที่มักพบบ่อย ดังแสดงในตารางที่ 1 จากงานพิมพ์ของ Jeremiah and Norli (2014) อ้างถึง Stoll and Guppa (1997) ระบุว่า ร้านอาหารและภัตตาคารอาเซียนในประเทศไทย มีการปนเปื้อนของไขมัน และน้ำมันในน้ำทิ้ง มีค่าความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 730-1,100 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยส่วนมากมาจากร้านประเภทอาหารด่วน เช่น ไก่ทอด อาหารทะเล และมันฝรั่งทอด เป็นต้น

การย่อยสลายไขมันและน้ำมันแบบไฮโดรไลซิส และเร่งปฏิกิริยาด้วยเอนไซม์ไลเปส (Lipase) ของไตรกลีเซอไรด์ ที่เป็นองค์ประกอบหลักของไขมันทั่วไป โดยการสลายพันธะของเอสเทอร์ Triglyceride ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือกรดอินทรีย์ (กรดไขมันอิสระ, Free Fatty Acid) และแอลกอฮอล์ (ในที่นี้คือ กลีเซอรอล, Glycerol) มีรายงานว่านักวิทยาศาสตร์ชื่อ Claude Bernard ค้นพบเอนไซม์ไลเปสครั้งแรกในปี ค.ศ. 1856 จากสารที่สกัดได้จากตับ (Pancreatic Juice) กรณีที่มีการเร่งสลายพันธะของเอสเทอร์ที่ละลายอยู่ในน้ำ (Water Soluble Esters) โดยเอนไซม์ จะถือว่าเป็นเอนไซม์เอสเทอเรส (Esterase) ซึ่งมีกลไกการทำงานแตกต่างกันคือ

เอสเทอเรส มีกลไกการทำงานทางจลนศาสตร์ (Esterase Kinetics) มีกิจกรรมของเอนไซม์ (Enzyme Activity) ขึ้นกับความเข้มข้นของสารที่จะไปสลายพันธะ หรือเรียกว่า ขึ้นกับความเข้มข้นของสับสเทรต, Substrate) แต่เอนไซม์ไลเปสมีกลไกการทำงานทางจลนศาสตร์ ในการเกิดกิจกรรมของเอนไซม์มากขึ้นอย่างชัดเจน กับสับสเทรตที่มีความอิ่มตัว หรือเป็นสารประกอบที่มีพันธะเดี่ยวเป็นหลัก (ณกัญภัทร จินดา, 2547) แต่อย่างไรก็ตาม ในระบบการย่อยสลายที่มีน้ำน้อย (Microaqueous) หรือระบบมีตัวทำละลายอินทรีย์เป็นหลัก (Organic Solvent) อาจเกิดปฏิกิริยาผันกลับได้

$$\text{Triglyceride} + 3H_2O \xrightarrow{\text{Lipoprotein lipase}} \text{Glycerol} + 3\ \text{Fatty acid} \qquad (2.1)$$

$$\text{Triglyceride}_{\text{ in aqueous}} \xrightarrow{\text{Esterase}} \text{Glycerol} + 3\ \text{Fatty acid} \qquad (2.2)$$

2.3 แหล่งกำเนิดของกากไขมัน

ไขมัน เป็นสารประกอบหลายชนิดซึ่งมีลักษณะร่วมกัน คือ ละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ แต่ไม่ละลายน้ำ ไขมันในทางเคมีเป็นสารประกอบเอสเตอร์หรือไตรกลีเซอไรด์ ซึ่งเป็นไตรเอสเทอร์ของกลีเซอรอลกับกรดไขมัน สถานะของไขมันที่อุณหภูมิห้องมีทั้งของแข็ง และของเหลว ขึ้นอยู่กับโครงสร้าง และองค์ประกอบของไขมัน คำว่า น้ำมัน ไขมัน และลิพิด หมายถึง ไขมัน แต่คำว่า "น้ำมัน (Oil)" ใช้กับไขมันที่เป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง สำหรับ "ไขมัน (Fat)" หมายถึง ไขมันที่เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง ส่วนคำว่า "ลิพิด (Lipid)" หมายรวมถึง ไขมันทั้งที่เป็นของเหลวและของแข็ง

สำหรับกากไขมัน (Fat, Oil and Grease: FOG) หมายถึง ผลลัพธ์ที่ได้จากการปรุงอาหาร โดยรวมทั้งเศษอาหาร น้ำมัน เนย จากการทอด อบ ขนมเบเกอรีต่าง ๆ ซึ่งมีกรดไขมันอิสระต่าง ๆ ที่มักพบบ่อย ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างกรดไขมันที่พบทั่วไป

ชื่อ	ชื่อ IUPAC	จุดหลอมเหลว (°C)	จำนวน Carbon ในโมเลกุล
Butyric	Butanoic acid	-5.3	4
Caproic	Hexanoic acid	-3.2	6
Caprylic	Octanoic acid	16.2	8
Capric	Decanoic acid	31.6	10
Lauric	Dodecanoic acid	44.8	12
Myristic	Tetradecanoic acid	54.4	14
Palmatic	Hexadecanoic acid	62.9	16
Steric	Octadecanoic acid	70.1	18
Oleic	Octadecenoic acid	16.2	18
Vaccenic	(E)-Octadec-11-enoic acid	14	18
Linoleic	Octadecadienoic acid	-5	18
Linolenic	Octadecatrienoic acid	-11	18

2.3.1 ผลกระทบของกากไขมัน

เมื่อเข้าสู่สิ่งแวดล้อม เช่น การฝังกลบกากไขมันลงในดิน ทำให้น้ำ และอากาศไม่สามารถซึมผ่านบริเวณนั้นได้ พืชบริเวณนั้นอาจขาดน้ำ และธาตุอาหารได้ ในกรณีที่หลุมฝังกลบนั้นเกิดการย่อยสลายแบบไร้อากาศ ผลิตภัณฑ์ที่ได้ เช่น ก๊าซมีเทน และคาร์บอนไดออกไซด์ ล้วนเป็นก๊าซที่ก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจกได้ ส่วนการกำจัดกากไขมันด้วยวิธีการเปลี่ยนเป็นพลังงาน แม้กากไขมันจะมีค่าความร้อนสูงแต่มีค่าความชื้นสูงด้วย การนำกากไขมันมาทำเชื้อเพลิงอัดแท่ง จึงมีความยุ่งยาก และเตาเผาต้องมีการติดตั้งส่วนดักจับควันพิษด้วย เนื่องจากกากไขมันมีสารระเหยปริมาณสูง

2.3.2 แนวทางการนำกากไขมันไปใช้ประโยชน์

กากไขมันที่ได้จากบ่อดักไขมันของแหล่งกำเนิดมลพิษ สามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ดังนี้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2551)

1) การทำเทียนหอม หรือเทียนแฟนซีเพื่อการประดับตกแต่ง

การนำกากไขมันไปทำความสะอาด โดยการต้ม ตกตะกอน และกรองเอาสิ่งสกปรกต่าง ๆ ออกให้หมด หลังจากนั้นนำไปผสมกับพาราฟิน สี และกลิ่นตามความต้องการ แล้วทำการหล่อขึ้นรูปในแม่พิมพ์ และตกแต่งเพื่อความสวยงาม การแปรรูปผลิตภัณฑ์เช่นนี้เหมาะสมกับร้านอาหารทั่วไป เนื่องจากใช้กากไขมันปริมาณน้อย และร้านอาหารทั่วไปสามารถแปรรูปผลิตภัณฑ์ได้เอง อีกทั้งเทียนหอมหรือเทียนแฟนซีสามารถนำมาประดับตกแต่งในร้านอาหารได้

2) การทำสบู่เหลวเพื่อการซักล้าง

กากไขมันสกปรกที่ตักได้จากบ่อดักไขมัน สามารถนำไปทำสบู่เพื่อการซักล้างหรือทำความสะอาดได้เช่นเดียวกับการทำเทียนหอมและเทียนแฟนซี โดยนำกากไขมันไปผสมกับสารด่างจำพวกโซเดียมไฮดรอกไซด์หรือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ น้ำ สี และกลิ่น แล้วนำไปบรรจุลงขวด การแปรรูปผลิตภัณฑ์เช่นนี้เหมาะสมกับร้านอาหารทั่วไป เนื่องจากใช้กากไขมันปริมาณน้อย และร้านอาหารทั่วไปสามารถแปรรูปผลิตภัณฑ์ได้เอง อีกทั้งสบู่เหลวที่ผลิตได้ยังสามารถนำมาใช้ล้างพื้นห้องน้ำในร้านอาหารได้อีกด้วย

3) การผลิตไบโอดีเซล

การผลิตไบโอดีเซลมีหลายวิธี ขึ้นอยู่กับวิธีการทำปฏิกิริยาของสารเคมีชนิดต่าง ๆ ได้แก่ การทำปฏิกิริยาแบบเอสเทอริฟิเคชัน การทำปฏิกิริยาแบบทราน-เอสเทอริฟิเคชัน และแบบผสมโดยการทำปฏิกิริยาทั้งสองแบบต่อเนื่องกัน กรณีของการนำกากไขมันจากบ่อดักไขมันมาผลิตไบโอดีเซลนี้ พบว่า วิธีการที่เหมาะสม คือ การนำไปทำปฏิกิริยาแบบเอสเทอริฟิเคชัน โดยที่ร้านอาหารขนาดใหญ่ มีความเหมาะสมในการนำกากไขมันมาแปรรูปเป็นไบโอดีเซล เนื่องจากมีกากไขมันในปริมาณมาก รวมถึงมีความพร้อมทั้งในเรื่องกำลังคน และศักยภาพในการลงทุน

4) การผลิตปุ๋ยหมัก

การนำกากไขมันไปหมักทำปุ๋ย โดยการผสมกับเศษวัสดุเหลือทิ้งที่มีอยู่ในท้องถิ่น เช่น เศษหญ้า กาบมะพร้าว มูลโคแห้ง เหมาะสมในการแปรรูปกากไขมันที่มีปริมาณน้อย และมีข้อดี คือ ไม่จำเป็นต้องมีกระบวนการทำความสะอาดกากไขมันก่อนการนำไปแปรรูป

2.3.3 กระบวนการไฮโดรไลซีส (Hydrolysis)

เป็นขั้นตอนของการย่อยสลายสารอินทรีย์โครงสร้างโมเลกุลใหญ่ ทั้งที่ละลายน้ำ และไม่ละลายน้ำ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน เป็นต้น ให้มีขนาดโครงสร้างโมเลกุลเล็กที่สามารถละลายน้ำได้ ผลของปฏิกิริยาจะได้สารประกอบอินทรีย์ที่มีโครงสร้างโมเลกุลเล็ก เช่น น้ำตาล กลูโคส กรดอะมิโน และกรดไขมัน เป็นต้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ระยะเวลาการสัมผัสสาร และองค์ประกอบของสารอินทรีย์ กระบวนการไฮโดรไลซีส สามารถใช้วิธีทางชีวภาพ โดยใช้แบคทีเรียกลุ่มไฮโดรไลติค (Hydrolytic Bacteria) และกลุ่มเฟอร์เมนเตทีฟ (Fermentative Bacteria) ในการย่อยสลายได้ หรือใช้สารเคมีก็ได้

2.4 ความหมายและประเภทของปุ๋ยอินทรีย์

2.4.1 ความหมายของปุ๋ย

ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2519 ได้ให้คำจำกัดความของปุ๋ยไว้ว่า ปุ๋ย หมายถึง สารอินทรีย์ หรือสารอนินทรีย์ที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือการสังเคราะห์ สำหรับใช้เป็นธาตุอาหารแก่พืชได้ไม่ว่าโดยวิธีใด หรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในดิน เพื่อบำรุงความเติบโตแก่พืช ในหลักวิชาการ ปุ๋ยโดยทั่วไปสามารถจำแนกได้ 3 ประเภท คือ ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยชีวภาพ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ปุ๋ยเคมี หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากสารอนินทรีย์หรืออินทรีย์สังเคราะห์ รวมถึงปุ๋ยเชิงเดี่ยว ปุ๋ยเชิงผสม และปุ๋ยเชิงประกอบ และหมายความตลอดถึงปุ๋ยอินทรีย์ที่มีปุ๋ยเคมีผสมอยู่ด้วย แต่ไม่รวมถึงปูนขาว ดินมาร์ล ปูนพลาสเตอร์ เป็นต้น

2) ปุ๋ยอินทรีย์ หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากอินทรียวัตถุซึ่งผลิตด้วยกรรมวิธีทำให้ชื้น สับ บด หมัก ร่อน หรือวิธีการอื่น ๆ แต่ไม่ใช่ปุ๋ยเคมี

3) ปุ๋ยชีวภาพ หมายถึง ปุ๋ยที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่มีชีวิต ที่สามารถสร้างธาตุอาหารหรือช่วยให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับพืช

2.4.2 ประเภทของปุ๋ยอินทรีย์

ปัจจุบันปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ในการปรับปรุงบำรุงดินนั้นมีหลายชนิด สามารถแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ ดังนี้

1) ปุ๋ยหมัก (Compost)

เป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการนำวัสดุอินทรีย์จากพืช และสัตว์ทางการเกษตรและชุมชนมาผลิตด้วยกรรมวิธีทำให้ชื้น สับ บด ร่อน และผ่านกรรมวิธีการหมักอย่างสมบูรณ์ จนแปรสภาพจากเดิม ซึ่งกระบวนการหมักเป็นการย่อยสลายทางชีววิทยา โดยอาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์บางชนิดภายใต้สภาวะที่เหมาะสม ซึ่งจะย่อยสลายสารอินทรีย์จนกลายเป็นปุ๋ยที่มีลักษณะนุ่มยุ่ย และขาดจากกันได้ง่าย มีอุณหภูมิไม่สูงกว่าอุณหภูมิอากาศ ซึ่งจะเหมาะที่จะใส่บำรุงดินเพื่อช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดิน ช่วยให้ดินร่วยซุย และอุ้มน้ำได้มากขึ้น

2) ปุ๋ยคอก (Animal Manure)

เป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากมูลสัตว์ต่าง ๆ ได้แก่ มูลเป็ด มูลไก่ มูลสุกร มูลโค และมูลค้างคาว เป็นต้น เป็นผลพลอยได้จากการเลี้ยงสัตว์ที่มีการนำมาใช้ทางด้านการเกษตรเป็นเวลามานานแล้ว มูลสัตว์เหล่านี้เป็นส่วนของซากพืชซากสัตว์ที่ผ่านกระบวนการย่อยสลายจากระบบย่อยอาหารของสัตว์มาแล้ว จึงเป็นแหล่งของธาตุอาหารของพืช ไม่เพียงแต่จะให้อินทรียวัตถุและธาตุอาหารพืชแก่ดิน แต่ยังช่วยป้องกันและรักษาดิน ตลอดจนช่วยปรับปรุงดินให้เหมาะสมต่อการปลูกพืชอีกด้วย

3) ปุ๋ยพืชสด (Green Manure)

เป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการไถกลบพืชขณะที่ยังสดอยู่ลงสู่ดิน โดยได้จากการไถกลบพืชหลักและการปลูกพืชบางชนิดที่ให้ปริมาณธาตุอาหารสูง เจริญเติบโตเร็ว พืชที่นิยมใช้เป็นปุ๋ยพืชสดส่วนมาก ได้แก่ พืชตระกูลถั่ว เนื่องจากพืชประเภทนี้มีความสามารถในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศ จึงเป็นการช่วยเพิ่มธาตุไนโตรเจนให้แก่พืชหลักได้ในอีกรูปแบบหนึ่ง นอกจากนี้ปุ๋ยพืชสดยังช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุและธาตุอาหารให้กับดินได้ด้วย

2.5 ข้อดีและข้อจำกัดของปุ๋ยอินทรีย์

2.5.1 ข้อดีของปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์มีประโยชน์ต่อการปรับปรุงบำรุงดินทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ อีกทั้งยังมีผลต่อการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตของพืช เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์นั้นเป็นผลิตผลจากสิ่งมีชีวิต จึงมีธาตุอาหารต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชค่อนข้างครบถ้วน เมื่อปุ๋ยอินทรีย์ย่อยสลาย ธาตุอาหารต่าง ๆ เหล่านั้นจะถูกปลดปล่อยออกมาอย่างช้า ๆ ทำให้ลดการสูญเสียธาตุอาหารอันเกิดจากการชะล้างของดิน นอกจากนี้ธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์ยังมีผลตกค้างอยู่ได้นาน จึงทำให้พืชสามารถนำธาตุอาหารเหล่านั้นไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนี้

1) ปุ๋ยอินทรีย์ช่วยลดความเป็นพิษของธาตุบางชนิด เช่น อะลูมิเนียม แมงกานีส และโซเดียม

2) ปุ๋ยอินทรีย์ช่วยเพิ่มความต้านทานการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างของดิน จึงทำให้ไม่เกิดอันตรายต่อพืช

3) ปุ๋ยอินทรีย์ช่วยให้โครงสร้างของดินดีขึ้น โดยการเพิ่มช่องว่างระหว่างดินดีขึ้น เพิ่มปริมาณก๊าซออกซิเจนในดิน จึงส่งผลให้ระบบรากของพืชเจริญเติบโตได้ดี ทำให้ดูดน้ำและธาตุอาหารได้มากขึ้น

4) ปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ทำให้ดินมีความชุ่มชื้น จึงสามารถลดการชะล้างพังทลายของหน้าดินได้

5) ปุ๋ยอินทรีย์ยังช่วยเพิ่มแหล่งอาหารให้กับจุลินทรีย์ในดิน จึงทำให้ปริมาณและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้การย่อยสลายอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้น และมีธาตุอาหารของพืชถูกปลดปล่อยออกมาได้

2.5.2 ข้อจำกัดของปุ๋ยอินทรีย์

ในส่วนของข้อจำกัดของปุ๋ยอินทรีย์นั้น ประกอบด้วย

1) ปุ๋ยอินทรีย์ประกอบด้วยธาตุอาหารพืชน้อยกว่าปุ๋ยเคมีในน้ำหนักปุ๋ยที่เท่ากัน อีกทั้งธาตุอาหารยังถูกปลดปล่อยออกมาได้อย่างช้า ๆ ด้วยเหตุนี้การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ให้พืช จึงเห็นผลช้ากว่าปุ๋ยเคมี อีกทั้งการควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารให้พืชตามช่วงระยะเวลาที่ต้องการยังทำได้ยากกว่าปุ๋ยเคมี

2) เนื่องจากต้องใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในปริมาณมากในการให้ธาตุอาหารที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช จึงอาจให้มีข้อจำกัดด้านงบประมาณการขนส่ง

3) เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์เป็นปุ๋ยที่ได้จากซากพืชและซากสัตว์ จึงทำให้มีสัดส่วนระหว่างธาตุอาหารต่าง ๆ ที่ผันแปรไปได้มาก เมื่อเทียบกับปุ๋ยเคมี จึงทำให้การใช้ประโยชน์จากปุ๋ยอินทรีย์นั้นไม่สามารถปรับแต่งให้เหมาะสมกับสภาวะของดินได้ และไม่สามารถปรับสมดุลของธาตุอาหารในดินได้ เช่น หากดินขาดธาตุฟอสฟอรัส แต่มีธาตุไนโตรเจนอยู่เพียงพอ หากใส่ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น มูลไก่ลงไปในดินเพื่อเพิ่มธาตุฟอสฟอรัสให้แก่พืช จะทำให้ได้ธาตุไนโตรเจนที่อยู่ในมูลไก่ลงไปในดินด้วย จึงทำให้ดินนั้นมีธาตุไนโตรเจนมากเกินไป เป็นต้น

4) ปุ๋ยอินทรีย์อาจมีธาตุโลหะหนักและสารพิษอื่น ๆ ปนเปื้อนมาด้วย เช่น ปุ๋ยอินทรีย์ที่หมักจากขยะอาจมีธาตุโละหนัก เช่น ตะกั่ว ปรอท ปนเปื้อนอยู่

2.6 การใช้ประโยชน์ปุ๋ยอินทรีย์กับพืชต่าง ๆ

การใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยมูลสัตว์ และปุ๋ยอินทรีย์ชนิดอื่น ๆ ให้ได้ผลดี จะต้องใส่ปุ๋ยในปริมาณที่เพียงพอและมีความสม่ำเสมอ ปุ๋ยอินทรีย์ที่ย่อยสลายสมบูรณ์แล้ว เมื่อใส่ลงในดินจะมีการสลายตัวอย่างช้า ๆ ทำให้สามารถปรับปรุงบำรุงดินให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ยาวนาน ปุ๋ยอินทรีย์สามารถนำไปใช้ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้หลายชนิด และสามารถใช้ได้กับดินทุกประเภท อย่างไรก็ดี อัตราที่จะใช้อาจแตกต่างกันได้ขึ้นอยู่กับสภาพของดิน พื้นที่เพาะปลูก สภาพภูมิอากาศ ตลอดจนคุณภาพของปุ๋ยอินทรีย์ โดยทั่วไปแล้ว ปุ๋ยอินทรีย์สามารถนำไปใช้ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชต่าง ๆ ดังนี้

1) การใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับพืชผัก

พืชผักเป็นพืชอายุสั้น (Annual Crops) มีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว จึงต้องการธาตุอาหารปริมาณมากในระยะเวลาสั้น ๆ ด้วยเหตุนี้การใส่ปุ๋ยอินทรีย์จึงต้องใส่ปุ๋ยที่มีการสลายตัวดีแล้ว สามารถให้ธาตุอาหารได้ทันที ปุ๋นอินทรีย์ที่นิมยมใช้กับพืชผัก มีทั้งปุ๋ยหมักและปุ๋ยมูลสัตว์ วิธีการใส่ปุ๋ยควรใส่แบบหว่านแล้วสับกลบ เช่น ถั่วฝักยาว ใส่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยมูลสัตว์ได้ในอัตรา 1.5-2 ตัน/ไร่ พริก สามารถใส่ปุ๋ยมูลสัตว์ได้ในอัตรา 3-4 ตัน/ไร่ หรือ 500 กรัม/หลุม เป็นต้น

2) การใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับพืชไร่และนาข้าว

ปัจจุบันมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับพืชไร่และนาข้าวอย่างแพร่หลาย ปริมาณการใช้นั้นขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่และสภาพของดิน สำหรับปุ๋ยอินทรีย์ที่นิยมใช้นั้นมีทั้งปุ๋ยมูลสัตว์ ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด โดยถ้าใช้ปุ๋ยมูลสัตว์และปุ๋ยหมัก สามารถใช้ในอัตราประมาณ 500-1,000 กิโลกรัม/ไร่/ปี โดยหว่านให้กระจายสม่ำเสมอ แล้วคราดกลบ และควรใส่ปุ๋ยก่อนปลูกพืช 1-3 สัปดาห์ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการเกิดก๊าซหรือสารพิษ สำหรับการใช้ปุ๋ยพืชสด ถ้าเป็นโสนหรือปอเทือง ควรไถกลบขณะที่ต้นยังอ่อนอยู่ ถ้าเป็นพืชตระกูลถั่วควรไถหลังเก็บผลผลิตแล้ว การใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับพืชไร่และนาข้าวนั้น นอกจากจะเป็นการช่วยเพิ่มธาตุอาหารให้กับพืชแล้ว ยังช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินที่ผ่านการเพาะปลูกอย่างต่อเนื่องมาเป็นระยะเวลานานให้ดีขึ้นได้

3) การใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับไม้ผลและไม้ยืนต้น

ไม้ผล ไม้ยืนต้น เช่น ส้ม ทุเรียน มังคุด มะม่วง เป็นต้น เป็นพืชที่มีอายุยยาว (Perennial Crops) และมีระบบรากลึก ดังนั้นการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ จึงควรใส่ในระยะปรับปรุงความสมบูรณ์ของต้นหลังเก็บผลผลิต ปุ๋ยอินทรีย์ที่สามารถใช้ได้มีปุ๋ยหมัก และปุ๋ยมูลสัตว์ สำหรับพืชปลูกใหม่นั้น การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ควรใส่โดยใช้รองก้นหลุม ซึ่งเป็นวิธีที่ประหยัดและมีประสิทธิภาพ ในไม้ผลขนาดเล็กจะใช้อัตราประมาณ 15-25 กิโลกรัม/หลุม ที่มีขนาดกว้าง ยาว และลึกประมาณ 50 เซนติเมตร โดยใช้ผสมกับดินที่ขุดจากหลุมในอัตราส่วน 1:2-3 แล้วใส่กลับไปในหลุม และเตรียมปลูกพืชต่อไป สำหรับไม้ผลยืนต้นที่โตแล้ว สามารถใส่ปุ๋ยอินทรีย์ได้ 2 วิธี คือ ใส่โดยการขุดหลุมหรือร่องรอบรัศมีทรงพุ่มที่ขุดลึกประมาณ 30 เซนติเมตร และแบ่งปุ๋ยอินทรีย์บางส่วนมาหว่านบาง ๆ บริเวณทรงพุ่ม เพื่อเป็นอาหารของรากที่อยู่บริเวณผิวดิน อีกวิธี คือ การคลุมดินบริเวณทรงพุ่มโดยรอบต้น นิยมใช้กับปุ๋ยอินทรีย์ที่มี C/N Ratio สูง และสลายตัวช้า เช่น การใช้ปุ๋ยหมักทะลายปาล์ม

4) การใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับไม้ดอกไม้ประดับ

การใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับไม้ดอกไม้ประดับส่วนมากจะนิยมใช้ปุ๋ยหมัก ถ้าเป็นการปลูกในลักษณะเป็นแปลง สามารถใช้ปุ๋ยอินทรีย์หว่านคลุมแปลงหนาประมาณ 1-3 นิ้ว แล้วผสมคลุกเคล้ากับดิน ปุ๋ยอินทรีย์พวกปุ๋ยหมักสามารถนำมาทำวัสดุปลูกสำหรับไม้กระถางได้ โดยใช้ปุ๋ยหมัก 1 ส่วน ผสมดินร่วนที่อุดมสมบูรณ์ 2 ส่วน ทั้งนี้ไม่ควรผสมปุ๋ยหมักในอัตราส่วนมาก ๆ เพราะจะทำให้วัสดุปลูกแห้งเร็วเกินไป ส่งผลให้วัสดุปลูกยุบตัวมาก นอกจากนี้สามารถนำปุ๋ยหมักมาเตรียมวัสดุปลูกสำหรับเพาะเมล็ดหรือปลูกต้นกล้าได้อีกด้วย โดยผสมปุ๋ยหมัก 1 ส่วน ทราย 1 ส่วน และดินร่วมอุดมสมบูรณ์ 2 ส่วน ทั้งนี้เพื่อให้วัสดุปลูกมีลักษณะร่วนซุย มีอากาศถ่ายเทได้ดี เหมาะต่อการเจริญของรากพืช

2.7 กระบวนการเกิดปุ๋ยหมัก

ในสภาพที่เหมาะสม กระบวนการหมักจะประกอบด้วย 3 ระยะ คือ

1) ระยะที่ 1 Mesophillic เป็นระยะเริ่มต้น 2-3 วันแรก อุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศ

2) ระยะที่ 2 Thermophillic เป็นช่วงที่อุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักอยู่ระหว่าง 45-65 ^{o}C ซึ่งอาจจะนานเพียง 2-3 วัน จนถึง 2-3 เดือน

3) ระยะที่ 3 Cooling or Maturation Phase เป็นระยะที่ปุ๋ยหมักเริ่มเย็นลง เนื่องจากมีการย่อยสลายที่สมบูรณ์แล้ว การหมักจะใช้เวลาประมาณ 2-3 เดือน ซึ่งระยะเวลาในการหมักนั้นไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้หมักและประสิทธิภาพของกระบวนการหมัก

ในช่วงเริ่มต้นของกระบวนการหมัก อุณหภูมิในกองปุ๋ยจะเท่ากับอุณหภูมิอากาศ ส่วนประกอบในกองปุ๋ยหมักส่วนใหญ่จะมีความเป็นกรดเล็กน้อย ประกอบด้วยคาร์บอนหลายชนิดที่ละลายน้ำ และย่อยสลายได้ง่าย เช่น น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (Monosaccharide) แป้ง และไขมัน เมื่อจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักย่อยสลายสารคาร์บอนเหล่านี้ จะได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นสารประกอบพวกกรดอินทรีย์ ทำให้ปฏิกิริยากรด-ด่าง (pH) ในกองปุ๋ยหมักมีสภาพเป็นกรด หลังจากนั้นจุลินทรีย์กลุ่มที่ย่อยสลายโปรตีนจะเปลี่ยนเป็นโปรตีนอนินทรีย์ไนโตรเจน คือ แอมโมเนียม และไนเตรต ทำให้ความเป็นกรดลดลง (ค่า pH ของกองปุ๋ยหมักเพิ่มขึ้น) เมื่อคาร์บอนที่ย่อยสลายง่ายถูกใช้ไป สารอินทรีย์คาร์บอนในรูปที่ซับซ้อนมากขึ้น เช่น เซลลูโลส และลิกนินก็จะถูกย่อยสลายให้เป็นสารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลขนาดเล็กลงตามลำดับจนจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ และท้ายที่สุดแปลงสภาพเป็นฮิวมัส

ซึ่งเป็นสารคงตังที่เป็นส่วนกระกอบสำคัญของอินทรีย์คาร์บอนในดิน ทั้งนี้ศักยภาพของจุลินทรีย์ในการย่อยอินทรียวัตถุขึ้นอยู่กับความสามารถในการผลิตเอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยสลายวัสดุ

การย่อยสลายซากพืชในกองปุ๋ยหมักเกิดขึ้นจากกิจกรรมร่วมกันของจุลินทรีย์หลายชนิด จุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายเศษซากพืชและวัตถุอินทรีย์อื่น ๆ ได้แก่ เชื้อราแอคติโนไมซีส และแบคทีเรีย สำหรับเชื้อราที่พบเสมอในกองปุ๋ยหมัก ได้แก่ *Trichoderma* sp., *Geotrichum* sp., *Rhizopus* sp., *Aspergillus* sp. และ *Cladosporium* sp. เป็นต้น และเมื่อเกิดกระบวนการย่อยสลาย ปริมาณของเชื้อราเหล่านี้จะเพิ่มมากขึ้นจาก 10^5 โคโลนี เป็น 10^6-10^9 โคโลนีต่อเศษพืชและวัตถุอินทรีย์ 1 กรัม เชื้อราพวกชอบอุณหภูมิสูงและสามารถย่อยสลายเซลลูโลส (Thermophillic Cellulytic Fungi) พบว่า เจริญได้ดีที่ 40-50 °C และการเติมสารประกอบไนโตรเจนในวัสดุประเภทเซลลูโลสจะทำให้เชื้อราเหล่านี้เพิ่มอัตราการย่อยสลายมากขึ้นด้วย ผลการทดลองพบว่า ปริมาณแบคทีเรีย *Bacillus* sp. จะเพิ่มจำนวนมากขึ้นในช่วง 20 วันหลังจากการกองปุ๋ยหมัก และเส้นใยของเชื้อราที่เจริญอยู่บนเศษวัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยหมักจะเพิ่มขึ้นในช่วง 30 วัน

จุลินทรีย์ที่ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ในปุ๋ยหมักต้องการแหล่งคาร์บอนเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงาน ต้องการธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และต้องการธาตุอาหารรองต่าง ๆ เพื่อใช้ในการเจริญหรือเพิ่มจำนวนประชากร สารอินทรีย์คาร์บอนที่จุลินทรีย์สามารถใช้ในระดับเซลล์ได้ คือ น้ำตาลชนิดต่าง ๆ หลังจากใช้น้ำตาลจากวัสดุอินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก จุลินทรีย์จะปลดปล่อยพลังงานความร้อนออกมาสะสมอยู่ในกองปุ๋ยหมัก จึงทำให้กองปุ๋ยหมักทั่วไปมีอุณหภูมิสูง เช่น ปุ๋ยหมักกากตะกอนโรงงานน้ำตาลและปุ๋ยหมักซังข้าวโพด ซึ่งมีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบมาก พบว่า ในกระบวนการหมักมีอุณหภูมิสูงมากถึง 70 °C

2.8 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำปุ๋ยหมัก

เนื่องจากปุ๋ยหมักนั้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยอาศัยการทำงานของสิ่งมีชีวิตหลายชนิด ได้แก่ แบคทีเรีย รา ไส้เดือน และแมลง โดยกระบวนการย่อยสลายจะเกิดขึ้นหลังจากวัตถุที่ใช้หมักนั้นมีความร้อน ความชื้น และการระบายอากาศที่เหมาะสม ด้วยเหตุนี้ปัจจัยที่มีผลต่อการทำปุ๋ยหมักจึงประกอบด้วย

1) ความชื้น (Moisture)

ความชื้นเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งในกระบวนการทำปุ๋ยหมัก เนื่องจากจุลินทรีย์สามารถใช้เฉพาะสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้เท่านั้น และจุลินทรีย์นั้นต้องการความชื้นในการเจริญเติบโต ดังนั้นกองปุ๋ยหมักจึงควรมีความชื้นประมาณ 40-60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอาจทำการทดสอบได้โดยการบีบวัสดุหมัก โดยกองปุ๋ยหมักที่มีความชื้นเหมาะสมนั้นจะไม่มีน้ำออกมาจากวัสดุหมักหลังจากการบีบด้วยมือ วิธีการรักษาความชื้นในกองปุ๋ยหมักให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม คือ การเติมน้ำ และการกลับกองปุ๋ย หากในกองปุ๋ยหมักมีความชื้นไม่เพียงพอ จุลินทรีย์จะหยุดการเจริญและเริ่มตาย กิจกรรมย่อยสลายวัสดุอินทรีย์จะลดลง แต่หากในกองปุ๋ยหมักมีความชื้นมากเกินไป จะทำให้วัสดุหมักจับตัวเป็นก้อน การระบายอากาศไม่ดี สภาพในกองปุ๋ยหมักกลายเป็นสภาพไม่มีอากาศ ทำให้อัตราการย่อยสลายลดลง เกิดปัญหากลิ่นรบกวน และหากปุ๋ยหมักที่หมักสมบูรณ์แล้วชื้นแฉะจะทำให้มีการชะล้างธาตุอาหารพืชบางชนิดได้

2) อากาศ (Aeration)

การให้อากาศเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อกระบวนการหมักปุ๋ย เนื่องจากจุลินทรีย์นั้นต้องการออกซิเจนเพื่อใช้ในกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ ด้วยเหตุนี้การกลับกองปุ๋ยจึงเป็นวิธีการให้อากาศที่ดีที่สุด และทำให้มีออกซิเจนกระจายทั่วกองปุ๋ย นอกจากนั้นแล้วยังสามารถให้อากาศได้โดยการผสมวัตถุดิบที่มีขนาดใหญ่ เช่น

ใบไม้ หรือฟางข้าว ลงในกองปุ๋ยหมัก ซึ่งจะทำให้เกิดช่องว่างในกองปุ๋ย จนอากาศสามารถถ่ายเทได้สะดวก และทำให้วัสดุหมักไม่จับตัวกันแน่น ส่วนการให้อากาศโดยผ่านท่อซึ่งวางไว้ตามจุดต่าง ๆ รอบกองปุ๋ยหมัก ก็เป็นอีกหนึ่งวิธีการให้อากาศที่เป็นที่นิยมในปัจจุบันเช่นกัน

3) อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมินี้เป็นปัจจัยทางกายภาพที่เป็นเครื่องบ่งชี้กิจกรรมการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ เมื่อมีสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ในกองปุ๋ยหมัก เช่น ความชื้น ออกซิเจน ขนาดของกองปุ๋ย และอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน มีความเหมาะสม จะทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโต และย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ดี จนทำให้อุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักสูงขึ้นจนถึง 55 องศาเซลเซียส (131 องศาฟาเรนไฮต์) ได้ และหากควบคุมให้อุณหภูมิอยู่ในระดับนี้ได้ต่อเนื่อง 3 วัน จะทำให้สามารถทำลายวัชพืช และโรคพืชที่อาจปนเปื้อนมากับวัสดุหมักได้

4) ขนาดของวัตถุดิบ (Particle Size)

วัตถุดิบที่จะนำมาผสมในกองปุ๋ยหมักนั้น จะต้องทำให้มีขนาดเล็กประมาณ 2-3 นิ้ว ก่อนที่จะนำมาผสมในกองปุ๋ย เนื่องจากจะสามารถช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวให้จุลินทรีย์มายึดเกาะได้มากขึ้นกว่าวัตถุดิบขนาดใหญ่อีก ทั้งยังทำให้กองปุ๋ยมีขนาดเล็กลงอีกด้วย

5) อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (Carbon to Nitrogen Ratio : C/N Ratio)

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารหลักที่สำคัญสำหรับจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตปุ๋ยหมัก เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของโปรตีน กรดนิวคลีอิค กรดอะมิโน เอนไซม์ และโคเอนไซม์ อีกทั้งมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการทำงานของเซลล์ ดังนั้นหากในกองปุ๋ยหมักมีไนโตรเจนไม่เพียงพอ กระบวนการย่อยสลายจะเกิดขึ้นได้ช้ามาก ขณะเดียวกันหากในกองปุ๋ยหมักมีไนโตรเจนมากเกินไป จะทำให้ไนโตรเจนสูญเสียไปในรูปของก๊าซแอมโมเนียหรือสารประกอบไนโตรเจนชนิดอื่น ๆ ดังนั้น อัตราส่วนระหว่างอินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจน (C/N Ratio) ที่เหมาะสมของวัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยหมัก จึงมีความสำคัญมากที่สุดในกระบวนการทำปุ๋ยหมัก โดยพบว่า อัตราส่วน C/N Ratio ที่เหมาะสม คือ 30:1

2.9 ประโยชน์ของปุ๋ยหมัก

1) ประโยชน์ปุ๋ยหมักในการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดิน (Soil Physical Properties)

(1) ปุ๋ยหมักมีอิทธิพลต่อการเกิดเม็ดดิน (Aggregation) โดยอินทรียวัตถุในปุ๋ยหมักเมื่อเกิดการสลายตัวจะทำให้เกิดสารเชื่อม เช่น Levans, Dextrans และสารเหนียวจากจุลินทรีย์บางชนิดและอื่น ๆ ซึ่งจะยึดอนุภาคดินที่อยู่ใกล้กันให้เกิดเป็นเม็ด เพิ่มช่องว่างในดิน มีการระบายอากาศในดินเหนียวดีขึ้น และการอุ้มน้ำในดินทรายหรือดินเนื้อหยาบดีขึ้น

(2) ปุ๋ยหมักมีอิทธิพลต่อความหนาแน่นรวม (Bulk Density) ทำให้ความหนาแน่นรวมของดินลดลง เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช และทำให้การไถพรวนทำได้ง่ายขึ้น

(3) ปุ๋ยหมักมีอิทธิพลต่อการชะล้างของดิน (Soil Erosion) โดยอินทรียวัตถุจากปุ๋ยหมักจะช่วยเพิ่มความคงทนของเม็ดดินต่อแรงปะทะของเม็ดฝนและลมได้มากขึ้น และไม่เกิดสภาพเปลือกดินแข็งบนผิวดิน ทำให้อัตราการซาบซึมของน้ำดีขึ้น

2) ประโยชน์ปุ๋ยหมักในการปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมีของดิน (Soil Chemical Properties)

(1) ปุ๋ยหมักเป็นแหล่งของไนโตรเจนที่สำคัญที่สุด นอกจากนั้นยังเป็นแหล่งธาตุฟอสฟอรัสและกำมะถัน รวมถึงธาตุอาหารอื่น ๆ อย่างครบถ้วน

(2) ปุ๋ยหมักช่วยเพิ่มความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก (Cation Exchange Capacity; CEC) โดยเมื่อสลายตัวจะได้ฮิวมัสซึ่งมีประจุลบ หรือความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวกสูงกว่าอนุภาคดินเหนียว 5-10 เท่า จึงสามารถดูดซับธาตุอาหารประเภท เช่น NH_4^+และ K^+ เป็นต้น ได้มากขึ้น

(3) ปุ๋ยหมักช่วยเพิ่มความจุบัฟเฟอร์ (Buffer Capacity) ทำให้ดินไม่มีการเปลี่ยนแปลงระดับสารเคมีในดินอย่างทันที อีกทั้งยังสามารถทำให้การเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-ด่าง ระดับความเค็ม และยากำจัดศัตรูพืช มีการเปลี่ยนแปลงอย่างค่อยเป็นค่อยไป

3) ประโยชน์ปุ๋ยหมักในการปรับปรุงคุณสมบัติทางชีวภาพของดิน (Soil Biological Properties)

(1) ปุ๋ยหมักเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ในดินโดยเฉพาะอย่างยิ่งจุลินทรีย์จำพวก Heterothrophic Microorganism จึงสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของจุลินทรีย์เหล่านั้นได้

(2) ปุ๋ยหมักมีอิทธิพลต่อการอยู่รอดของเชื้อโรคและไข่พยาธิ เนื่องจากกระบวนการผลิตปุ๋ยหมักจะก่อให้เกิดความร้อนสูงประมาณ 60-70 $^{\circ}C$ เป็นระยะเวลาติดต่อกันอย่างน้อย 3 วัน จึงมีผลทำให้ไข่พยาธิและเชื้อโรคต่าง ๆ เช่น เชื้อราที่ทำให้เกิดโรคไหม้ในข้าวโพด (*Helminthosporium madis*) เชื้อราที่ทำให้เกิดโรคในถั่วเหลือง (*Collectrichum dematium var. truncatum*) และอื่น ๆ ลดปริมาณลงหรือหมดไป เมื่อทำปุ๋ยหมักโดยใส่สารเร่งประเภทจุลินทรีย์

สำหรับโรคที่เกิดจากไส้เดือนฝอยหลายชนิด จะลดความรุนแรงลงได้เมื่อใช้ปุ๋ยหมัก เพราะเมื่อปุ๋ยหมักสลายตัวจะเกิดสารอัลคาลอยด์ (Alkaloid) หรือกรดไขมัน ซึ่งเกิดเป็นพิษต่อไส้เดือนฝอย นอกจากนั้นยังทำให้ศัตรูไส้เดือนฝอย เช่น เชื้อราเบียนไส้เดือนฝอยเจริญได้ดีขึ้น

4) ประโยชน์ปุ๋ยหมักในด้านเศรษฐกิจ

เมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีแล้ว ปุ๋ยหมัก 1 ตัน มีธาตุอาหารพืช ดังนี้ ไนโตรเจน (N) 10.4 กิโลกรัม ฟอสฟอรัส (P_2O_5) 12.3 กิโลกรัม และโพแทสเซียม (K_2O) 14.5 กิโลกรัม ดังนั้น เมื่อนำปุ๋ยหมักไปใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูก จะสามารถช่วยลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้ และยังทำให้ผลผลิตพืชสูงขึ้นได้อีกด้วย

5) ประโยชน์ปุ๋ยหมักในด้านการปรับปรุงสภาพแวดล้อม และสามารถช่วยลดปริมาณขยะอินทรีย์ที่ต้องถูกนำไปกำจัดขั้นสุดท้ายลงได้

2.10 มาตรฐานคุณภาพปุ๋ยอินทรีย์

1) มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548

รายละเอียดกำหนดคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548 (ตารางที่ 2.2) ประกอบไปด้วย

(1) ขนาดของปุ๋ย ไม่เกิน 12.5x12.5 มม.

ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านการย่อยสลายสมบูรณ์แล้ว จะมีลักษณะยุ่ย เป็นผงคล้ายดินเมื่อถูกร่อนผ่านตะแกรง 12.5 มม. จะขาดจากกันได้ง่ายและไม่เห็นลักษณะเดิมของวัตถุดิบที่นำมาหมัก ส่วนของปุ๋ยที่ค้างบนตะแกรงร่อนขนาด 12.5 มม. ทำให้ยากแก่การนำไปหว่านในแหล่ง ส่วนขนาดที่เล็กจนเป็นผงละเอียดก็ไม่เหมาะที่จะนำไปใช้คลุมดิน เพราะจะเป็นตัวเก็บกักน้ำช่วยส่งเสริมให้เกิดวัชพืชงอกได้

(2) ปริมาณความชื้นและสิ่งระเหยได้ไม่เกิน 35% โดยน้ำหนัก

ปกติปุ๋ยหมักควรมีความชื้นอยู่บ้างในปริมาณพอควร โดยทั่วไปจะคิดความชื้นที่ 35% เพราะอินทรียวัตถุที่สลายตัวแล้วเมื่อแห้งจะอยู่ในสภาพที่ไม่สามารถเปียกน้ำได้ง่าย (Irreversible Dry) ดังนั้น ควรใช้

ปุ๋ยก่อนที่จะแห้งสนิท หากปุ๋ยหมักชื้นมากเกินไปจะเป็นปัญหาในการขนส่งและเสียค่าใช้จ่ายมาก การประเมินความชื้นในปุ๋ยหมัก ทำได้โดยสุ่มตัวอย่างปุ๋ยหมักมาประมาณ 10-20 กรัม นำไปอบแห้ง แล้วจึงชั่งน้ำหนักแห้ง น้ำหนักที่หายไปคือ ปริมาณความชื้นในปุ๋ยหมัก

(3) ปริมาณหิน กรวด ขนาดใหญ่กว่า 5 มม. มีไม่เกิน 5% โดยน้ำหนัก

หิน กรวดที่มีขนาดใหญ่กว่า 5 มม. เป็นสิ่งที่ไม่มีประโยชน์ใด ๆ ต่อพืช เป็นการเพิ่มภาระการขนส่ง แต่อาจเป็นการยากในการกำจัดออกไปในกระบวนการผลิต การวิเคราะห์จะพบหิน กรวด ทราย 3-5% และสัดส่วนที่พบมาก คือ ทราย แต่ทรายมีอนุภาคเล็กและถือเป็นอนุภาคเดียวกับดิน และจะลอดตะแกรงร่อนในการวิเคราะห์เกณฑ์ขนาดเนื้อปุ๋ยอยู่แล้ว จึงไม่พิจารณาปริมาณทรายในปุ๋ยอินทรีย์

(4) พลาสติก แก้ว วัสดุมีคม และโลหะอื่น ๆ ต้องไม่มี

พลาสติก แก้ว วัสดุมีคม และโลหะอื่น ๆ จัดว่าเป็นวัสดุอันตราย มีผลโดยตรงต่อผู้นำปุ๋ยหมักไปใช้ประโยชน์ แก้วหรือวัสดุมีคม อาจก่อให้เกิดบาดแผลตามร่างกายแก่ผู้ใช้ในขณะปฏิบัติ และเป็นผลให้เกิดเชื้อโรคบางชนิด เช่น เชื้อบาดทะยัก ผ่านเข้าสู่ร่างกายได้โดยง่าย

(5) ปริมาณอินทรียวัตถุ ไม่น้อยกว่า 30% โดยน้ำหนัก

วัตถุประสงค์หลักในการใช้ประโยชน์ปุ๋ยหมัก ก็คือการเพิ่มอินทรียวัตถุในดิน ปกติปุ๋ยหมักที่ดีควรมีอินทรียวัตถุ 35-50% แต่ถ้ามีการนำนำวัตถุอื่น ๆ ที่ไม่ใช่วัตถุอินทรีย์ปะปนในกระบวนการผลิตมากเกินไป จะทำให้เปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุในปุ๋ยหมักลดลง ในกรณีที่มีมูลสัตว์ผสม ส่วนใหญ่จะมีปริมาณอินทรียวัตถุไม่ต่ำกว่า 30% ถ้าอินทรียวัตถุมากเกินไป คือ มากกว่า 60% ถือว่ายังมีการย่อยสลายไม่สมบูรณ์ เมื่อนำไปใช้อาจเกิดการย่อยสลายต่อได้ ทำให้เกิดความร้อนและตรึงธาตุอาหารบางชนิด ส่งผลให้มีปัญหาต่อการเจริญเติบโตของพืช

(6) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 5.5-8.5

ในกระบวนการหมักวัตถุอินทรีย์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของกองปุ๋ยหมักมีการเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาของการหมัก โดยในระยะแรก pH จะเป็นกรด ต่อมาเป็นด่าง จนสุดท้ายเมื่อกระบวนการหมักสมบูรณ์จนเป็นสารฮิวมัส pH จะอยู่ในช่วง 7.5-8.5 ความเป็นด่างอ่อน ๆ ของปุ๋ยหมักนี้มีผลดีต่อการนำไปใช้ในการปรับปรุงดิน เนื่องจากถ้า pH สูงเกินไป จะทำให้ไนโตรเจนในปุ๋ยเปลี่ยนเป็นก๊าซแอมโมเนีย และระเหยไป ในขณะที่ pH ที่ต่ำเกินไป จะทำให้จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์หยุดกิจกรรม แต่จุลินทรีย์ที่ก่อโรคพืชจะทำงานได้ดีขึ้น

(7) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N) ไม่เกิน 20:1

ปุ๋ยหมักที่ดีควรจะมีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำกว่าหรือเท่ากับ 20:1 ปุ๋ยหมักที่มีอัตราส่วน C/N สูงกว่านี้มาก ๆ เมื่อใส่ลงไปในดินจะก่อให้เกิดการย่อยสลายของปุ๋ยต่อไปอีก จึงอาจต้องทิ้งปุ๋ยหมักนั้นไว้อีก 2-3 สัปดาห์ ก่อนหว่านหรือนำไปใส่ให้พืช และจะต้องไม่ใส่ในดินที่มีการระบายน้ำเลว เพราะจะทำให้ปุ๋ยหมักนั้นเน่าเปื่อย เกิดกรดอินทรีย์ที่เป็นพิษ หรือก๊าซพิษที่เป็นอันตรายต่อพืชได้

(8) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ไม่เกิน 6 dS/m

ค่าการนำไฟฟ้าหรือปริมาณเกลือที่ละลายได้ โดยปกติในปุ๋ยหมักทั่วไปจะมีค่าไม่เกิน 3.5 dS/m แต่ถ้าใช้มูลสัตว์ผสมทำปุ๋ยหมัก หรือเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่เป็นประเภทมูลสัตว์พร้อมใช้ ส่วนใหญ่จะมีค่าไม่เกิน 6 dS/m

(9) ปริมาณธาตุอาหารหลัก Total N ไม่น้อยกว่า 1.0%, Total P_2O_5 ไม่น้อยกว่า 0.5% และ Total K_2O ไม่น้อยกว่า 0.5% โดยน้ำหนัก

โดยทั่วไปแล้วในปุ๋ยหมักจะมีธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองเกือบครบถ้วน แต่จะมีปริมาณที่ต่ำ และจะมีปริมาณแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตปุ๋ยหมัก ซึ่งปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนจะต้องมีไม่น้อยกว่า 1% สอดคล้องกับ C/N Ratio ที่ไม่เกิน 20:1

(10) การย่อยสลายที่สมบูรณ์มากกว่า 80%

สามารถประเมินได้หลายวิธี แต่วิธี Germination Index เป็นวิธีเดียวที่สามารถวัดได้ง่าย และได้ผลรวดเร็ว และสามารถปรับใช้ได้ทั้งในห้องปฏิบัติการ ตลอดจนผู้ผลิตและผู้ใช้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดสารพิษต่อพืช (Phytotoxic Substance) ที่เกิดจากการย่อยสลายที่ไม่สมบูรณ์ของปุ๋ยหมัก โดยการสกัดสารอินทรีย์ในปุ๋ยหมักด้วยน้ำเพื่อละลายเกลือ กรดอินทรีย์กลุ่ม Phenolic Compound และสารที่เป็นพิษอื่น ๆ ที่ละลายน้ำได้ออกมาอยู่ในรูปของสารละลาย ซึ่งหากปุ๋ยหมักมีสารพิษเหล่านี้เป็นองค์ประกอบมาก จะมีผลโดยตรงต่อการงอกและความยาวของรากพืชที่ใช้ทดสอบ

(11) สารหนู แคดเมียม โครเมียม ทองแดง ตะกั่ว และปรอท ไม่เกิน 50, 5, 300, 500, 500 และ 2 มก./กก. ตามลำดับ ซึ่งเป็นปริมาณที่ยอมให้มีการปนเปื้อนได้ในดินและสิ่งแวดล้อมโดยไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548

ลำดับที่	คุณลักษณะปุ๋ย	เกณฑ์กำหนด
1	ขนาดของปุ๋ย	ไม่เกิน 12.5x12.5 มม.
2	ปริมาณความชื้นและสิ่งที่ระเหยได้	ไม่เกิน 35%
3	ปริมาณหินและกรวด	ขนาดใหญ่กว่า 5 มม. ไม่เกิน 5%
4	พลาสติก แก้ว วัสดุมีคม และโลหะอื่น ๆ	ต้องไม่มี
5	ปริมาณอินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)	ไม่น้อยกว่า 30
6	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	5.5-8.5
7	อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N)	ไม่เกิน 20:1
8	ค่าการนำไฟฟ้า (EC : Electrical Conductivity)	ไม่เกิน 6 dS/m
9	ปริมาณธาตุอาหารหลัก (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) 1) ไนโตรเจน (Total N) 2) ฟอสฟอรัส (Total P_2O_5) 3) โพแทสเซียม (Total K_2O)	 ไม่น้อยกว่า 1.0 ไม่น้อยกว่า 0.5 ไม่น้อยกว่า 0.5
10	การย่อยสลายที่สมบูรณ์	มากกว่า 80%
11	สารหนู (Arsenic) แคดเมียม (Cadmium) โครเมียม (Chromium) ทองแดง (Copper) ตะกั่ว (Lead) ปรอท (Mercury)	ไม่เกิน 50 มก./กก. ไม่เกิน 5 มก./กก. ไม่เกิน 300 มก./กก. ไม่เกิน 500 มก./กก. ไม่เกิน 50 มก./กก. ไม่เกิน 2 มก./กก.

2) มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง) ของกรมพัฒนาที่ดิน

(1) ปุ๋ยหมัก (เกรด 1) คือ ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดไม่เป็นของเหลวที่มีปริมาณอินทรียวัตถุไม่ต่ำกว่าร้อยละ 30 ของน้ำหนัก ได้หรือทำจากวัสดุอินทรีย์ และผ่านการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์ จนแปรสภาพจากรูปเดิม เมื่อนำไปให้พืชจะให้ธาตุอาหารที่จำเป็นแก่พืช โดยมาตรฐานที่กำหนดแสดงได้ดังตารางที่ 2.3

(2) ปุ๋ยหมัก (เกรด 2) คือ ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดไม่เป็นของเหลวที่มีปริมาณอินทรียวัตถุไม่ต่ำกว่าร้อยละ 20 ของน้ำหนัก ได้หรือทำจากวัสดุอินทรีย์ ซึ่งผลิตด้วยกรรมวิธีทำให้ชื้น สับ หมัก บด ร่อน สกัด หรือด้วยวิธีการอื่น และวัสดุอินทรีย์ถูกย่อยสลายสมบูรณ์ด้วยจุลินทรีย์ แต่ไม่ใช่ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยชีวภาพ โดยมาตรฐานที่กำหนดแสดงได้ดังตารางที่ 2.3

(3) ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง คือ ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดไม่เป็นของเหลวที่มีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันไม่น้อยกว่าร้อยละ 9 และไม่เกินร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก โดยได้จากการนำวัสดุอินทรีย์ และหรืออนินทรีย์ทางธรรมชาติทางการเกษตรที่มีธาตุอาหารสูงมาผ่านกระบวนการหมักจนสลายตัวสมบูรณ์ หรือการนำปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านการสลายตัวสมบูรณ์แล้วผสมกับวัสดุอินทรีย์ และหรืออนินทรีย์ธรรมชาติทางการเกษตรที่มีธาตุอาหารสูง โดยมาตรฐานที่กำหนดแสดงได้ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน

ลำดับที่	คุณลักษณะปุ๋ย	เกณฑ์กำหนด		
		ปุ๋ยหมัก (เกรด 1)	ปุ๋ยหมัก (เกรด 2)	ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง
1	ปริมาณอินทรียวัตถุรับรอง (Organic Matter) (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ไม่ต่ำกว่า 30	ไม่ต่ำกว่า 20	ไม่ต่ำกว่า 20
2	อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N)	ไม่เกิน 20:1	ไม่เกิน 20:1	ไม่เกิน 20:1
3	ค่าการนำไฟฟ้า (EC : Electrical Conductivity) (dS/m)	ไม่เกิน 10	ไม่เกิน 10	ไม่เกิน 15
4	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	5.5-8.5	-	5.5-10
5	ปริมาณโซเดียม (Na) (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ไม่เกิน 1	ไม่เกิน 1	ไม่เกิน 1
6	ปริมาณธาตุอาหารหลัก (ร้อยละโดยน้ำหนัก) 1) ไนโตรเจน (Total N) 2) ฟอสฟอรัส (Total P_2O_5) 3) โพแทสเซียม (Total K_2O)	 ไม่น้อยกว่า 1.0 ไม่น้อยกว่า 0.5 ไม่น้อยกว่า 0.5	 ไม่น้อยกว่า 1.0* ไม่น้อยกว่า 0.5* ไม่น้อยกว่า 0.5*	 ไม่น้อยกว่า 1.0** ไม่น้อยกว่า 2.5** ไม่น้อยกว่า 1.0**
7	ปริมาณความชื้นของปุ๋ยหมัก (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ไม่เกิน 30	ไม่เกิน 30	ไม่เกิน 30
8	ขนาดของปุ๋ย	12.5x12.5 มม.	12.5x12.5 มม.	12.5x12.5 มม.
9	ปริมาณหินและกรวด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ไม่เกิน 2	ไม่เกิน 2	ไม่เกิน 2

ลำดับที่	คุณลักษณะปุ๋ย	เกณฑ์กำหนด		
		ปุ๋ยหมัก (เกรด 1)	ปุ๋ยหมัก (เกรด 2)	ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง
10	พลาสติก แก้ว วัสดุมีคม และโลหะอื่น ๆ ขนาดตั้งแต่ 5 มม. ขึ้นไป (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
11	ปริมาณโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)			
	สารหนู (Arsenic)	50	50	50
	แคดเมียม (Cadmium)	5	5	5
	โครเมียม (Chromium)	300	300	300
	ทองแดง (Copper)	500	500	500
	ตะกั่ว (Lead)	500	500	500
	ปรอท (Mercury)	2	2	2
12	การย่อยสลายที่สมบูรณ์ (ร้อยละ)	ไม่น้อยกว่า 80	ไม่น้อยกว่า 80	-

หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่กำหนด

* หมายถึง มีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันไม่ต่ำกว่าร้อยละ 2 ของน้ำหนัก

** หมายถึง ปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 9 และไม่เกินร้อยละ 20 ของน้ำหนัก

2.11 ตัวอย่างวัตถุดิบสำหรับการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

กรมพัฒนาที่ดิน ได้นำเสนอปริมาณและสัดส่วนวัตถุดิบสำหรับการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปริมาณ 100 กิโลกรัม ดังนี้

1) สูตรที่ 1
   (1) กากถั่วเหลือง 40 กิโลกรัม
   (2) รำละเอียด 10 กิโลกรัม
   (3) มูลสัตว์ 10 กิโลกรัม
   (4) หินฟอสเฟต 24 กิโลกรัม
   (5) มูลค้างคาว 8 กิโลกรัม
   (6) กระดูกป่น 8 กิโลกรัม
2) สูตรที่ 2
   (1) กากถั่วเหลือง 40 กิโลกรัม
   (2) รำละเอียด 10 กิโลกรัม
   (3) มูลสัตว์ 10 กิโลกรัม
   (4) หินฟอสเฟต 24 กิโลกรัม
   (5) กระดูกป่น 16 กิโลกรัม

3) สูตรที่ 3
   (1) กากถั่วเหลือง 40 กิโลกรัม
   (2) รำละเอียด 10 กิโลกรัม
   (3) มูลสัตว์ 10 กิโลกรัม
   (4) หินฟอสเฟต 40 กิโลกรัม
4) สูตรที่ 4
   (1) ปลาป่น 30 กิโลกรัม
   (2) มูลสัตว์ 30 กิโลกรัม
   (3) หินฟอสเฟต 24 กิโลกรัม
   (4) มูลค้างคาว 16 กิโลกรัม
5) สูตรที่ 5
   (1) กากถั่วเหลือง 40 กิโลกรัม
   (2) รำละเอียด 10 กิโลกรัม
   (3) มูลสัตว์ 10 กิโลกรัม
   (4) หินฟอสเฟต 24 กิโลกรัม
   (5) มูลค้างคาว 16 กิโลกรัม

2.12 วิธีการทำปุ๋ยหมัก (ปชาบดี มาทรัพย์ และคณะ, 2560)

1) วิธีการหมักแบบเย็น (Cold or Slow Composting)

เป็นวิธีที่เหมาะกับวัสดุหมักที่ย่อยสลายยาก หรือวัสดุที่มีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนมากกว่า 100:1 การหมักวิธีนี้กระบวนการย่อยสลายวัตถุดิบจะเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ วัชพืช และโรคพืชไม่ถูกทำลาย ข้อดี คือ ทำได้ง่ายไม่ต้องการเครื่องมือราคาแพง กระบวนการจัดการเกี่ยวกับการหมักไม่ยุ่งยาก แต่มีข้อเสีย คือ อัตราการย่อยสลายเกิดขึ้นช้า ดังนั้นจึงต้องกองปุ๋ยหมักไว้เป็นเวลานาน ซึ่งอาจทำให้สัตว์เข้ามาขุดคุ้ยกองปุ๋ยหมัก และไม่สามารถกำจัดขยะจากเศษกิ่งไม้ ใบไม้ และเศษอาหารที่เกิดขึ้นทุกวันได้

2) วิธีการหมักแบบร้อน (Hot or Fast Composting)

เป็นวิธีการหมักที่นิยมใช้มากที่สุด เพราะมีข้อดีคือมีอัตราการย่อยสลายวัตถุดิบจากกระบวนการหมักแบบนี้เกิดขึ้นเร็ว หลังการหมักพบว่าความร้อนสามารถทำลายพวกเมล็ดวัชพืชต่าง ๆ และโรคพืชได้ ข้อด้อยคือต้องมีปริมาณออกซิเจน หรือการถ่ายเทอากาศที่ดี มิฉะนั้นอาจเกิดการย่อยแบบไม่ใช้อากาศทำให้เกิดกลิ่นเหม็นได้

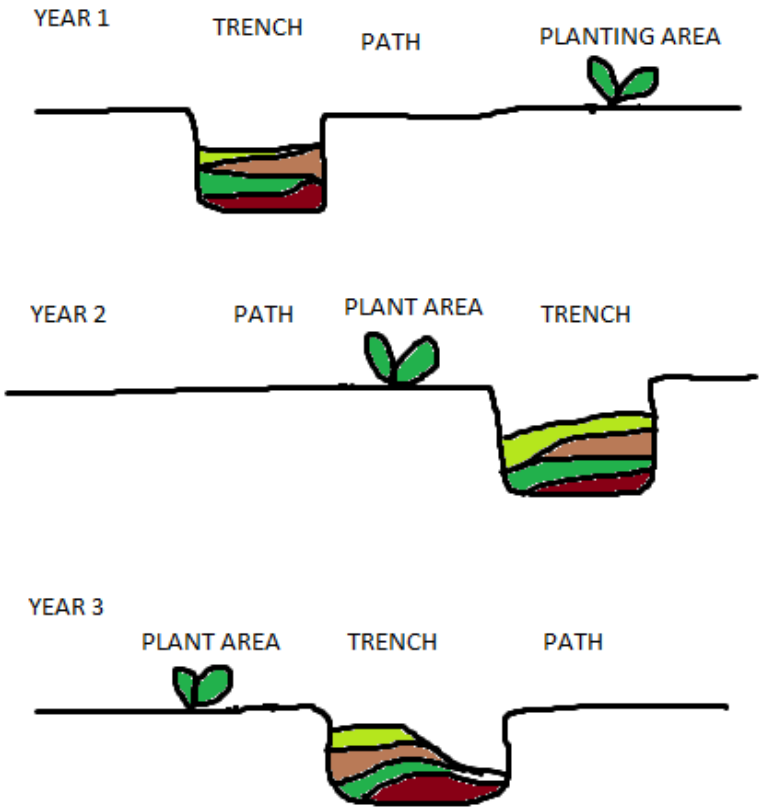
2.13 รูปแบบการหมักแบบต่าง ๆ

1) การหมักแบบแผ่คลุมดิน (Sheet Composting)

ซึ่งเป็นวิธีทำปุ๋ยหมักอย่างง่าย วิธีการหมักเริ่มต้นขึ้นโดยการนำวัสดุหมัก เช่น เศษใบไม้ กิ่งไม้ หญ้า และฟาง ไปวางไว้บนผิวหน้าดิน หรือกองคลุมบริเวณรอบโคนต้นไม้ แล้วปล่อยให้จุลินทรีย์ทำงาน เกิดกระบวนการย่อยสลายเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ

2) การหมักในหลุมหมัก (Trench Composting)

เป็นวิธีการหมักที่ไม่ต้องการถัง หรือภาชนะหมัก แต่ทำการฝังวัสดุหมักลงไปในหลุมดิน โดยขุดคูดินลึก 8 นิ้ว จากนั้นให้กองวัสดุที่ต้องการทำปุ๋ยหมัก เช่น เศษอาหาร โดยให้กองสูง 4 นิ้ว จากนั้นให้ปิดทับด้วยดิน กระบวนการหมักจะเกิดขึ้นภายใน 1-2 เดือน หลังจากนั้นสามารถนำพืชมาปลูกที่บริเวณหลุมหมักได้ ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การหมักในหลุมหมัก

ที่มา: http://freshorganicgardening.com/trench-composting-or-pit-composting/

3) การหมักในถังแบบเย็น (Cold Bin Composting)

เป็นวิธีการทำปุ๋ยหมักในภาชนะอย่างง่ายซึ่งทำได้โดยนำวัสดุพวกย่อยสลายยากมาผสมกับเศษอาหาร โดยกองปุ๋ยให้มีความสูงเป็นครึ่งหนึ่งของถัง หลังจากหมักได้ 1 เดือนให้กองเศษอาหารพวกย่อยสลายยาก และดินเพิ่มอีกชั้น ทำเช่นนี้เป็นระยะเวลา 1 ปี จะได้ปุ๋ยหมักที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยการนำปุ๋ยหมักไปใช้นั้น ให้นำเอาปุ๋ยหมักชั้นล่างไปใช้งานก่อนชั้นที่กองอยู่ด้านบน

4) การหมักแบบกอง (Heap Composting)

เป็นวิธีการหมักอย่างง่ายที่ไม่จำเป็นต้องใช้ถังหรือภาชนะหมัก ทำได้โดยกองวัสดุหมักเป็นชั้นในบริเวณลานโล่งที่มีหลังคาหรือไม่มีหลังคาคลุม ซึ่งวัสดุหมักสามารถกองได้ทุกบริเวณว่าง เช่น สวน ไร่ นา เป็นต้น ถ้ามีการกลับกองปุ๋ย หรือเติมอากาศ จะเร่งการย่อยสลาย และเป็นการหมักแบบร้อน

2.14 ปัจจัยพื้นฐานที่เกี่ยวข้องในการหมัก

ปุ๋ยหมัก ผลิตจากการนำเศษวัสดุอินทรีย์จากพืช มูลสัตว์มาผสมรวมกันแล้ว เกิดการย่อยสลายโดยการทำงานของจุลินทรีย์ แบคทีเรีย รา ไส้เดือน และแมลง เป็นส่วนใหญ่ โดยกระบวนการย่อยสลายจะเกิดขึ้นหลังจากวัตถุที่ใช้หมักนั้นมีความร้อน ความชื้น และการระบายอากาศที่เหมาะสม จนกระทั่งได้ผลิตภัณฑ์เป็นวัสดุที่มีความคงทนต่อการย่อยสลาย มีสีน้ำตาลดำ มีสมบัติในการปรับปรุงดิน ช่วยให้ดินโปร่ง เพิ่มความพรุนให้แก่ดิน มีการระบายน้ำดี และการถ่ายเทอากาศในดินดีขึ้น ทั้งช่วยให้ดินอุ้มน้ำ และดูดซึมธาตุอาหารพืชดีขึ้น เพิ่มปริมาณธาตุอาหารหลักให้แก่พืช และธาตุอาหารรองลงในดิน ทำให้พืช และจุลินทรีย์ต่าง ๆ ในดินเจริญเติบโต และส่งเสริมกิจกรรมต่าง ๆ ได้ดีขึ้น ปัจจัยที่มีผลต่อการทำปุ๋ยหมักประกอบด้วย

2.14.1 คุณภาพของวัสดุหมักที่ใช้ วัสดุที่ใช้หมักควรเป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยได้ มีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่เหมาะสม โดยที่สารประกอบคาร์บอนและไนโตรเจนทำหน้าที่เป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์และองค์ประกอบหลักในการสร้างเซลล์โปรโตพลาสซึม (Cell Protoplasm) กรณีที่วัสดุหมักเป็นสารอินทรีย์ประเภทกากไขมัน และ กรดไขมันที่มีสายโซ่ยาว (Long Chain Fatty Acid, LCFA) จุลินทรีย์ไม่สามารถนำไปใช้ได้ทันที จึงมีการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ได้ช้า ส่งผลให้เกิดการสลายตัวได้ช้ากว่าวัสดุหมักสารอินทรีย์ทั่วไป การจำแนกวัสดุที่ใช้หมักอาจจำแนกจากลักษณะทางกายภาพได้ (ตารางที่ 2.4) เช่น

1) ขยะอินทรีย์ที่แห้ง มีสีน้ำตาล เช่น หญ้าแห้ง ฟางข้าว ใบไม้ เศษไม้ กระดาษและกล่องกระดาษขี้เลื่อย เปลือกไม้ ฯลฯ พวกนี้มีประมาณคาร์บอนสูงกว่าพวกที่ 2 และเป็นวัสดุที่ย่อยสลายง่ายเป็นวัสดุประเภทที่มีสัดส่วน C/N ratio มากกว่า 100:1

2) ขยะอินทรีย์ที่ยังมีสีเขียว หรือเรียกว่าพวกขยะเปียก เช่น หญ้าและใบไม้สด เศษอาหาร ผักและเปลือกผลไม้ กากกาแฟ เปลือกไข่ ดอกไม้ ต้นหญ้า เศษเนื้อสัตว์ต่าง ๆ มีความชื้นสูง และมีไนโตรเจนค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับขยะอินทรีย์ที่แห้ง ถือว่าเป็นวัสดุที่ย่อยสลายง่ายเป็นวัสดุประเภทที่มีสัดส่วน C/N ratio น้อยกว่า 100:1

3) ขยะอินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่ ย่อยสลายยาก ไม่ควรนำมาหมักถ้าไม่มีการบด คัดย่อยขนาด หรือปรับปรุงให้เหมาะสมก่อน เช่น กระดูก น้ำมันปรุงอาหาร ผลิตภัณฑ์อาหารนม พืชหรือต้นไม้ที่เป็นโรค หรือปนเปื้อนสารพิษ มูลสุนัขและแมว กระดาษอาบมัน วัชพืชที่มีเมล็ด เป็นต้น (http://www.vcharkarn.com/blog/39774/10656) ถือว่าเป็นวัสดุที่ย่อยสลายง่ายเป็นวัสดุประเภทที่มีสัดส่วน C/N ratio มากกว่า 100:1

ปุ๋ยคอก คือ ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากมูลสัตว์ต่าง ๆ ในรูปของเหลวและของแข็ง เป็นมูลสัตว์เลี้ยง เช่น มูลโค ไก่ เป็ด และสุกร เป็นต้น มูลสัตว์ประกอบไปด้วยอุจจาระ และปัสสาวะของสัตว์ ซึ่งเป็นส่วนซากพืช และสัตว์จากอาหารที่ผ่านกระบวนการย่อยจากระบบย่อยอาหารของสัตว์ ในปัสสาวะมีส่วนประกอบของเกลือ และสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ เป็นแหล่งธาตุอาหารของพืช ไม่นิยมใช้มูลที่ได้จากนกต่าง ๆ เนื่องจากอาจมีเมล็ดของหญ้า หรือวัชพืชด้วย ปุ๋ยคอกยังช่วยป้องกันและรักษาดิน รวมถึงช่วยปรับปรุงดินให้เหมาะสมต่อการปลูกพืช โดยร้อยละธาตุอาหารของปุ๋ยคอกจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับอายุของสัตว์เลี้ยง อาหารที่สัตว์กินและเวลาในการเก็บรักษาปุ๋ยคอก (มุกดา สุขสวัสดิ์, 2545) ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยคอกแสดงดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.4 สมบัติของวัสดุอินทรีย์ที่สามารถนามาผลิตปุ๋ยอินทรีย์ได้

ชนิดของวัสดุ	%N	%P_2O_5	%K_2O	%C	C/N
ฟางข้าว*	0.55	0.09	2.39	48.82	89
ผักตบชวา*	1.27	0.71	1.84	43.56	34
ต้นข้าวโพด*	0.53	0.15	2.21	33.00	62
มันสำปะหลัง*					
เปลือก (เปียก)	0.60	0.22	0.67	48.85	81
เหง้า	1.48	0.48	1.01	54.49	37
สับปะรด* เปลือก (โรงงาน)	1.79	0.85	5.46	46.80	26
ใบ (สด)	1.12	0.48	2.64	53.84	48
ส่วนของเปลือก*					
เปลือกเมล็ดกาแฟ	0.93	0.14	6.22	65.05	70
เปลือกถั่วลิสง	0.73	-	-	58.36	70
เปลือกทุเรียน	0.83	0.19	2.15	50.63	75
ขี้เลื่อย**					
ไม้เบญจพรรณ	0.32	0.16	2.45	62.7	196
ไม้ยางเก่า	0.25	0.15	0.53	56.37	225
ไม้ยางใหม่	0.19	0.36	0.40	58.41	307
อื่น ๆ**					
ขุยมะพร้าว	0.36	0.05	2.94	60.13	167
แกลบ	0.36	0.09	1.08	54.72	152
เปลือกเมล็ดปาล์มบด	0.52	0.03	0.30	60.65	117

หมายเหตุ : * หมายถึง วัสดุที่ย่อยสลายง่าย

** หมายถึง วัสดุที่ย่อยสลายยาก

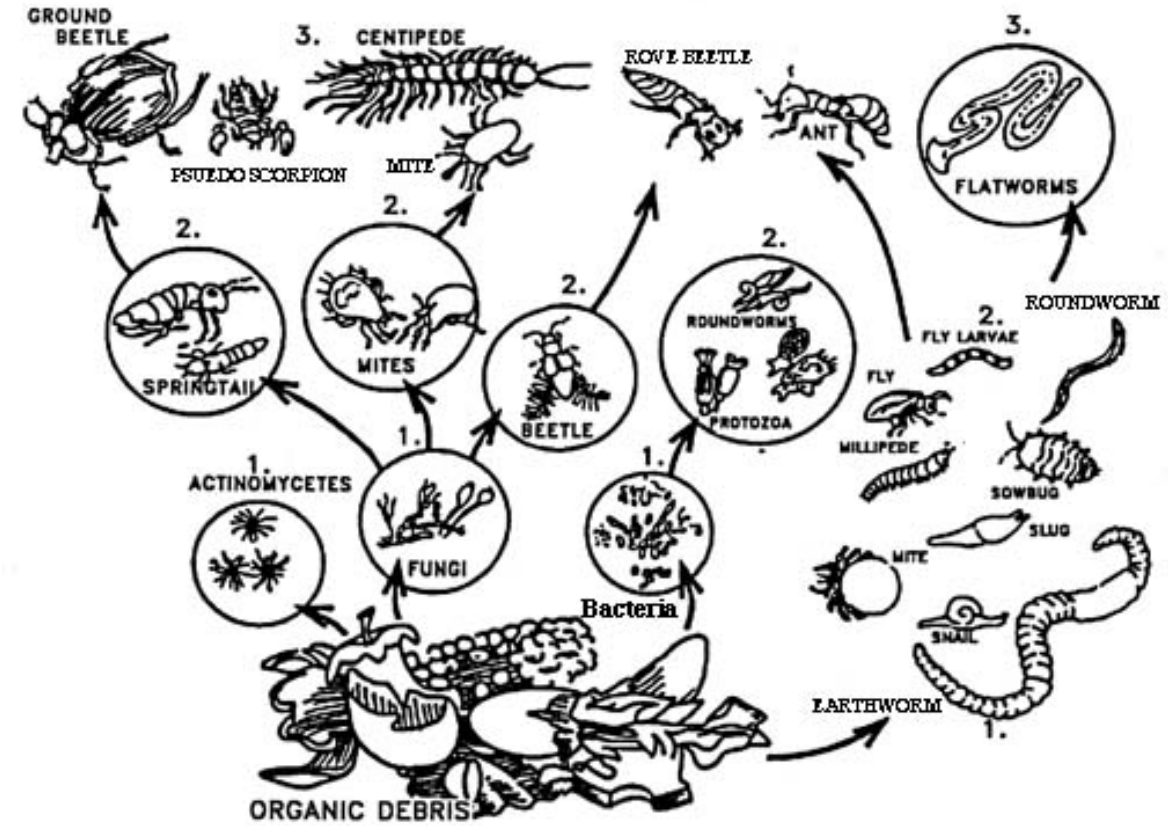
ที่มา : มุกดา สุขสวัสดิ์ (2545)

ตารางที่ 2.5 ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยคอกชนิดต่าง ๆ

ชนิดปุ๋ยคอก	pH	%ไนโตรเจน	%ฟอสฟอรัส	%โพแทสเซียม
มูลโค, กระบือ	7.8	1.10	0.40	1.60
มูลไก่	7.6	1.26	0.69	1.66
มูลเป็ด	7.5	1.04	1.84	2.11
มูลสุกร	6.9	2.70	2.40	1.00
มูลค้างคาว	6.3	1.54	14.28	0.60
มูลคน	-	0.50	0.10	0.04

2.14.2 ขนาดของวัสดุหมัก การย่อยสลายเป็นปุ๋ยหมักสามารถเกิดขึ้นได้เร็วถ้ามีขนาด 0.5-1.5 นิ้ว การใช้เครื่องย่อย และตะแกรงร่อน หรือการคัดแยกขนาดก่อน สามารถร่นระยะเวลาการหมักปุ๋ยได้ดี

2.14.3 สิ่งมีชีวิตที่ช่วยในการย่อยสลาย (รูปที่ 2.3) แยกเป็น 2 พวกคือ พวกที่ช่วยสลายทางกายภาพ (Physical Decomposer) ลดขนาดของวัสดุหมัก ได้แก่ ไส้เดือน หอยทาก ตะเข็บ มด หรือแมลงต่าง ๆ ทำหน้าที่กัดแทะเศษอาหาร ใบไม้ต่าง ๆ อีกพวกคือพวกที่ช่วยสลายทางเคมี (Chemical Decomposer) เช่น แบคทีเรียแบบใช้อากาศ และไม่ใช้อากาศ เชื้อรา แอคติโนมายซีส สำหรับแบคทีเรียที่ค่อนข้างมีบทบาทสำคัญในกระบวนการย่อยสลายและการเกิดความร้อนในกองปุ๋ยหมัก ได้แก่ *Bacillus sp.* นอกจากนี้ยังพบ *Clostridium sp.* ซึ่งสามารถสร้างสปอร์ได้เช่นกัน แต่สามารถเจริญในสภาพที่ไร้ออกซิเจน ส่วนเชื้อราเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศ (Aerobe) ดังนั้นการเจริญเติบโตของเชื้อราจึงต้องมีออกซิเจนอย่างเพียงพอ ในกองปุ๋ยหมักพบเชื้อราอยู่เสมอ แต่ชนิดและปริมาณของเชื้อราจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาทำปุ๋ยหมัก ความชื้น และอุณหภูมิของสภาพแวดล้อม อุณหภูมิที่สูงขึ้นและมีความชื้นสูงเป็นสภาพที่เหมาะสมกับแบคทีเรียมากกว่าเชื้อรา ดังนั้นจึงพบเชื้อราเจริญอยู่บริเวณผิวนอกของกองปุ๋ยหมักซึ่งมีอุณหภูมิต่ำ และมีความชื้นน้อยกว่าในกองปุ๋ยหมัก แอคติโนมัยซิสมีอัตราการเจริญเติบโตช้ากว่าแบคทีเรีย และเชื้อรา จะเจริญเติบโตได้ดี เมื่ออยู่ในสภาพที่มีการถ่ายเทอากาศเพียงพอ เนื่องจากจุลินทรีย์นี้ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต เชื้อแอคติโนมัยซิสเมื่อเจริญ สามารถมองเห็นเป็นจุดสีขาว ๆ คล้ายผงปูนขาวบนวัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยหมัก ซึ่งลักษณะเช่นนี้จะเห็นได้ในกองปุ๋ยหมักหลังจากอุณหภูมิขึ้นสูงถึงจุดสูงสุด



รูปที่ 2.3 สิ่งมีชีวิตที่ช่วยในการย่อยสลายสารอินทรีย์

ที่มา: http://aggie-horticulture.tamu.edu/earthkind/landscape/dont-bag-it/chapter-1-the-decomposition-process/

2.14.4 การเติมอากาศ เป็นการเร่งให้เกิดการย่อยสลายของจุลินทรีย์แบบใช้อากาศ (Aerobic Degradation) และทำให้จุลินทรีย์เติบโตได้ดี ลดการเกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นจากสารประกอบซัลเฟอร์ และไนโตรเจน ควรมีออกซิเจน 10-12% และรักษาระดับของออกซิเจนในกองหมักได้ไม่น้อยกว่า 5% ทั่วทั้งกอง ถ้ามีออกซิเจนน้อยกว่านี้ทำให้เกิดภาวะ Anaerobic ได้ซึ่งก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น โดยปกติอากาศที่ปล่อยออกมาจากกองหมัก (Exhausted Air) มีออกซิเจนในช่วง 6%-16% (อ้างอิง http://aggie-horticulture.tamu.edu/earthkind/landscape/dont-bag-it/chapter-1-the-decomposition-process/)

2.14.5 อุณหภูมินี้เป็นปัจจัยทางกายภาพที่เป็นเครื่องบ่งชี้กิจกรรมการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ เมื่อมีสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ในกองปุ๋ยหมัก เช่น ความชื้น ออกซิเจน ขนาดของกองปุ๋ย และอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน มีความเหมาะสม จะทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโต และย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ดี อุณหภูมิที่เหมาะสมของวัสดุหมักที่ผสมแล้ว เมื่อมีการเติบโตขยายจำนวนของจุลินทรีย์เหมาะสม ในช่วงแรก เป็นกลุ่มจุลินทรีย์แบบ Mesophilic สามารถเจริญเติบโตได้ตั้งแต่ช่วง 12-46 °C (50°-115°F) หลังจากนั้นควรมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 45-69 °C และอาจสูงได้ถึง 77 °C ความร้อนนี้ช่วยทำลายไข่พยาธิต่าง ๆ ไส้เดือน เชื้อโรค หรือเมล็ดพืชต่าง ๆ ที่มาจากวัสดุหมักในตอนเริ่มต้น ถ้าควบคุมอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักสูงขึ้นจนถึง 55°C (131 °F) ได้ให้อุณหภูมิอยู่ในระดับนี้ได้ต่อเนื่อง 3 วัน จะทำให้สามารถทำลายวัชพืช และโรคพืชที่อาจปนเปื้อนมากับวัสดุหมักได้ จำเป็นต้องมีการตรวจสอบอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักจากขยะมูลฝอย หากสูงกว่า 65 °C แสดงว่าเริ่มเป็นสภาวะที่มีการขยายจำนวนของแบคทีเรียแบบใช้อากาศมาก เป็นสภาวะ Thermophilic เป็นการปลดปล่อยพลังงานความร้อน จากการออกซิเดชันสารประกอบคาร์บอนมาเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ออกมาด้วย เช่นการย่อยสลาย น้ำตาลกลูโคส 1 กรัมด้วยจุลินทรีย์ในภาวะใช้อากาศ สามารถปลดปล่อยพลังงานความร้อนออกมาได้ถึง 484-674 kilocalories (kcal) การปล่อยพลังงานความร้อนทำให้อุณหภูมิสูงมากเกินไป ทำให้กิจกรรมของจุลลินทรีย์ลดลง

2.14.6 ความชื้น (Moisture)

เนื่องจากจุลินทรีย์นั้นต้องการความชื้นในการเจริญเติบโต ดังนั้นกองปุ๋ยหมักจึงควรมีความชื้นประมาณ 40-60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอาจทำการทดสอบได้โดยการบีบวัสดุหมัก โดยกองปุ๋ยหมักที่มีความชื้นเหมาะสมนั้น จะไม่มีน้ำออกมาจากวัสดุหมักหลังจากการบีบด้วยมือ วิธีการรักษาความชื้นในกองปุ๋ยหมักให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม คือ การเติมน้ำ และการกลับกองปุ๋ย หากกองปุ๋ยเปียก และมีความชื้นมากจนเกินไป จะทำให้วัสดุหมักจับตัวเป็นก้อน และทำให้อากาศภายในกองปุ๋ยหมักถ่ายเทไม่ดี จึงเกิดสภาวะการหมักแบบไร้ออกซิเจนขึ้น จนทำให้กระบวนการย่อยสลายวัตถุดิบในกองปุ๋ยหมักช้าลง และมีกลิ่นเหม็น

2.15 การเจริญของแบคทีเรีย

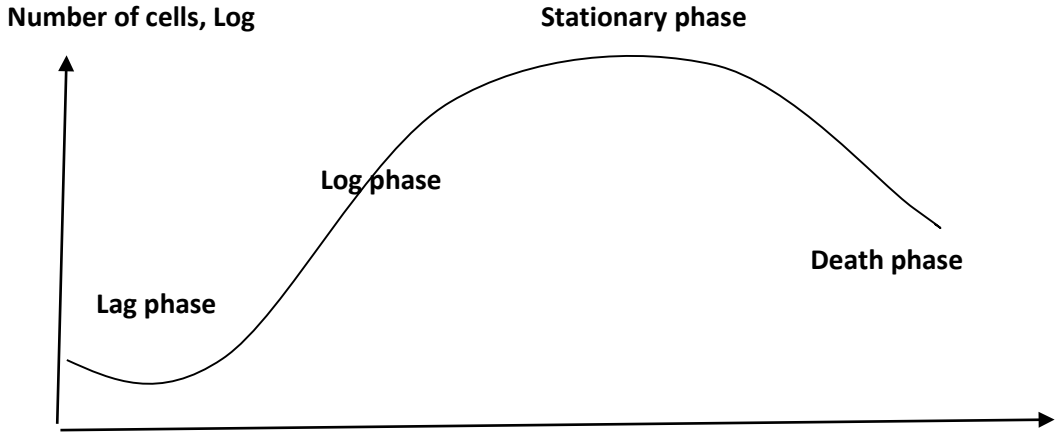
การเจริญของแบคทีเรีย พบว่าแบคทีเรียมีการแบ่งตัวเพิ่มจำนวนมากขึ้นเมื่อเวลาผ่านไปในช่วงแรกและอยู่ในสภาวะที่เหมาะสม รูปแบบของการเจริญของแบคทีเรียสามารถแบ่งเป็นระยะต่าง ๆ ได้ 4 ระยะ ดังต่อไปนี้ (รูปที่ 2.4)

1) ระยะพักตัว (Lag Phase) เป็นระยะแรกที่แบคทีเรียเริ่มพบกับอาหาร และสิ่งแวดล้อมใหม่ แบคทีเรียต้องปรับตัวให้เข้ากับอาหาร และสิ่งแวดล้อมนั้น ระยะ Lag นี้มีความยาวนานแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับอาหารเลี้ยงเชื้อ ตอนระยะท้ายของระยะนี้ เซลล์อาจจะมีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าเดิมเล็กน้อย และพร้อมที่จะแบ่งตัว โดยมีการสะสมสารอาหารบางอย่างไว้ภายในเซลล์

2) ระยะแบ่งตัวทวีคูณ (Log Phase) เป็นระยะที่แบคทีเรียมีการเพิ่มจำนวนมากที่สุด มีอัตราการแบ่งตัวคงที่ ทั้งนี้เนื่องมาจากแบคทีเรียได้ปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมแล้ว ระยะนี้จึงเป็นระยะที่มีการใช้อาหารอย่างรวดเร็ว และมีกิจกรรมสูง

3) ระยะคงจำนวนเซลล์ (Stationary Phase) เป็นระยะที่แบคทีเรียมีจำนวนคงที่ ซึ่งแสดงว่า อัตราเกิดเท่ากับอัตราตาย การที่แบคทีเรียเจริญแล้วเข้าสู่ระยะ Stationary นี้เพราะมีอาหารในปริมาณที่จำกัด แบคทีเรียจึงเจริญช้าลง นอกจากนี้ ของเสียที่แบคทีเรียสร้างขึ้นยังยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียด้วย

4) ระยะเซลล์ตาย (Death Phase) เป็นระยะสุดท้าย แบคทีเรียที่มีอยู่จะตายลงมากกว่าแบคทีเรียที่เพิ่มจำนวนขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะอาหารไม่เพียงพอ หรืออาจหมด อุณหภูมิสูงเกินกว่าทนทานได้ และ/หรือมีสารพิษสะสมอยู่เป็นจำนวนมาก



รูปที่ 2.4 การเจริญของแบคทีเรีย
ที่มา : ดัดแปลงจาก https://en.wikipedia.org/wiki/Bacterial_growth

2.16 หลักการพิจารณาปุ๋ยหมักที่สามารถนำไปใช้ได้

ลักษณะปุ๋ยหมักที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ สังเกตได้จาก

1) สีของกองปุ๋ยหมักจะเข้มกว่าเมื่อเริ่มแรก อาจเป็นสีน้ำตาลเข้มถึงสีดำ

2) อุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักลดลงเท่ากับอุณหภูมิภายนอกกองปุ๋ย หรือแตกต่างกันน้อยมาก

3) พืชหรือวัสดุที่นำมาทำปุ๋ยหมักจะยุ่ย ขาดออกจากกันง่าย ไม่แข็งกระด้าง

4) กลิ่นของปุ๋ยหมักจะคล้ายกับกลิ่นดินตามธรรมชาติ

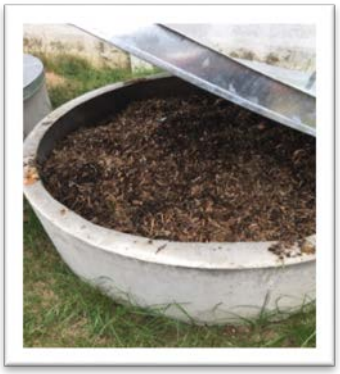
5) ต้นพืชสามารถขึ้นบนกองปุ๋ยหมักที่สลายตัวแล้ว

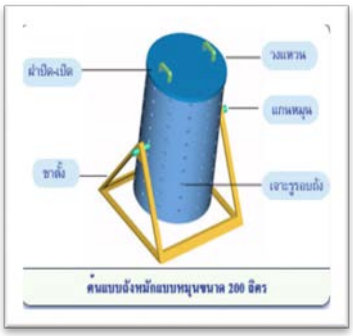
6) หากวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนจะต่ำกว่า 20:1 และมีค่าการย่อยสลายที่สมบูรณ์ (Germination Index) มากกว่า 80% ถือว่าเป็นปุ๋ยหมักที่ใช้ได้แล้ว

2.17 รูปแบบถังต้นแบบการทำปุ๋ยหมัก

2.17.1 การเปรียบเทียบรูปแบบการทำปุ๋ยหมัก

การออกแบบวิธีการทำปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์ สำหรับการพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย สุราษฎร์ธานี สามารถให้รายละเอียดสำหรับแนวคิดในการคัดเลือกวิธีการทำปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์ และอื่น ๆ ดังรายละเอียดการเปรียบเทียบการทำปุ๋ยหมักรูปแบบต่าง ๆ เพื่อการพัฒนาถังต้นแบบเพื่อการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน โดยมีรายละเอียดของข้อมูลการเปรียบเทียบรูปแบบในการหมักขยะอินทรีย์ทำได้โดยวิธีง่าย ๆ ดังต่อไปนี้

รูปแบบ	ข้อดี	ข้อจำกัด
1. การทำปุ๋ยหมักแบบเทกอง  	1. เหมาะกับการทำปุ๋ยหมักจากพืช หรือ เศษวัสดุจากการเกษตร เช่น ใบไม้ กิ่งไม้ หญ้าหรือฟาง เป็นต้น 2. ทำได้ง่าย ต้นทุนการเตรียมพื้นที่ราคาไม่สูงนัก 3. ใช้ทำปุ๋ยหมักได้ปริมาณมาก 4. เหมาะสำหรับพื้นที่ที่ห่างจากแหล่งชุมชน และมีพื้นที่กว้าง เนื่องจากสามารถเพิ่มจำนวน/ขนาดของกองปุ๋ยหมักตามความเหมาะสมกับขนาดของพื้นที่และปริมาณขยะอินทรีย์ได้ 5. สัมผัสอากาศ ช่วยลดกลิ่นได้	1. ควบคุมความชื้นยาก 2. ไม่เหมาะกับการทำปุ๋ยหมักจากเศษอาหาร 3. ไม่เหมาะกับการทำปุ๋ยหมักจากเศษอาหาร เนื่องจากเกิดกลิ่น และสัตว์รบกวน 4. กรณีกองปุ๋ยหมักขนาดใหญ่จะมีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิใจกลางกองกับอุณหภูมิผิวกอง ส่งผลให้ยากต่อการควบคุม และอาจทำให้การผลิตปุ๋ยมีความไม่สม่ำเสมอทั่วทั้งกองปุ๋ย 5. กรณีกองปุ๋ยอยู่กลางแจ้งควรมีการป้องกันน้ำฝนเพื่อควบคุมความชื้นในการหมักปุ๋ย และหลีกเลี่ยงพื้นที่ที่น้ำท่วมถึง
2. การทำปุ๋ยหมักแบบใส่ท่อวงคอนกรีต 	1. สามารถป้องกันสัตว์รบกวน 2. ควบคุมความชื้นได้ดี 3. สามารถรองรับการทำปุ๋ยหมักได้น้อย หรือเหมาะกับขยะอินทรีย์ปริมาณน้อย 4. จัดหาบ่อคอนกรีตได้ง่ายในท้องถิ่น มีฝาปิด หรือแผ่นไม้/สังกะสีเพื่อป้องกันน้ำฝน กลิ่นและสัตว์รบกวนได้บ้าง หากแต่มีเสียงดัง	1. การระบายอากาศไม่ทั่วถึงต้องกลับกองปุ๋ยบ่อย ๆ 2. ควรระวังเรื่องกลิ่นจากการหมัก 3.ไม่เหมาะกับการทำปุ๋ยหมักจากเศษอาหารเนื่องจากเกิดกลิ่นรบกวน 4. การกลับกองปุ๋ยเป็นการเติมอากาศภายในกองช่วยลดกลิ่นจากการหมักปุ๋ยได้หากแต่กระทำได้ยาก เนื่องจากพื้นที่จำกัด 5. ไม่มีผลกระทบต่อการดูดความชื้นคอนกรีตทำให้เย็นที่อาจเกิดกลิ่นเหม็นได้

รูปแบบ	ข้อดี	ข้อจำกัด
3. การทำปุ๋ยหมักแบบถังหมักขยะ (ต้นแบบ)   	1. สามารถป้องกันสัตว์รบกวน 2. ควบคุมความชื้นได้ดี 3. เติมอากาศได้ง่าย 4. ป้องกันกลิ่นรบกวน 5. ติดตั้งในพื้นที่จำกัดได้ 6. สะดวกในการพลิกกลับขยะ และสามารถพลิกกลับขยะได้อย่างทั่วถึง 7. เคลื่อนย้ายได้สะดวก 8. เนื่องจากถังต้นแบบเป็นแสตนเลส ข้อดี คือ ป้องกันการเกิดสนิม อายุการใช้งานนาน 9. ป้องกันฝน 10. กรณีถังขนาดใหญ่ ควรติดตั้งมอเตอร์ เพื่อช่วยในการหมุน/พลิกกลับขยะ 11. เหมาะกับขยะอินทรีย์ปริมาณน้อยถึงปานกลาง ซึ่งสามารถกำหนดปริมาตรการทำปุ๋ยได้	1. ไม่สามารถเติมเศษอาหารในปริมาณมาก 2. ต้องพลิกกลับหรือเติมอากาศเป็นประจำ 3. ควรย่อยเศษอาหาร เศษพืช หรือกิ่งไม้ให้มีขนาดเล็กเพื่อลดเวลาการหมักปุ๋ย 4. การติดวัสดุกันความร้อนอาจส่งผลต่อการระบายอากาศ 5. สามารถใช้ถังได้ทุกฤดูกาล วัตถุดิบในฤดูฝน อาจทำให้ปุ๋ยหมักใช้เวลาหมักนานกว่าฤดูอื่น เนื่องความชื้นของวัตถุดิบ และอากาศ

2.17.2 ปัจจัยควบคุมการทำปุ๋ยหมัก

1) อุณหภูมิ พบว่า จุลินทรีย์ที่ย่อยสลายอินทรียวัตถุก่อให้เกิดความร้อนในการทำปุ๋ยหมักมี 2 ประเภท ได้แก่

(1) จุลินทรีย์ที่เกิด ณ อุณหภูมิปานกลาง ซึ่งเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 10-45 ^{o}C

(2) จุลินทรีย์ที่เกิด ณ อุณหภูมิสูง ซึ่งเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 45-70 ^{o}C

ทั้งนี้ควรมีการควบคุมอุณหภูมิให้สูงกว่า 55 ^{o}C เพื่อทำลายเมล็ดวัชพืช ตัวอ่อนของแมลงวัน และโรคพืชต่าง ๆ ในการทำปุ๋ยหมักในช่วง 3-4 วัน หรือ 3-6 สัปดาห์ ซึ่งขึ้นกับวิธีการหมักและองค์ประกอบของขยะ และเมื่ออุณหภูมิของกองปุ๋ยค่อย ๆ ลดลงจนเหลือประมาณ 30 ^{o}C สารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ช้า เช่น เซลลูโลสจะถูกย่อยสลายในขั้นนี้ อาจใช้เวลาย่อยต่อไปอีก 3 เดือน จนถึง 1 ปี และควรเลือกใช้หรือส่งเสริม Aerobic Bacteria เจริญเติบโต เพื่อไม่ให้เกิดกลิ่นเหม็นด้วยการกลับกองหรือการเติมอากาศ

2) การเติมอากาศ เป็นการป้องกันไม่ให้เกิดการย่อยสลายแบบไร้อากาศเนื่องจากก่อให้เกิดสารประกอบที่กลิ่น เช่น ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ อย่างไรก็ตาม ควรให้กองปุ๋ยมีช่องว่างประมาณ 30-35% เพื่อควบคุมการระบายอากาศในกองปุ๋ยหมักในสภาววะใช้อากาศให้ดีที่สุด

อย่างไรก็ตามการศึกษาในครั้งนี้ อากาศจะทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนในกองปุ๋ยกับสิ่งแวดล้อมภายนอกได้ดี อาจทำให้อุณหภูมิลดลง เกิดการย่อยสลายได้ช้า ควรมีการคลุมกองปุ๋ย เช่น ผ้า พลาสติก แต่ต้องมีการเติมอากาศเป็นครั้งคราว (ทุก 2 สัปดาห์)

คิดจากตัวอย่างปุ๋ยจำนวน 5 กรัม (W) มี % ความชื้น (%M) 45% มีปริมาตรส่วนที่เป็นของแข็ง (Vs) 8 mL ปริมาตรรวม (Vt) 15 mL มีน้ำในกองปุ๋ย เท่ากับ 5*0.45 = 2.25 กรัม (Vw = 2.25 mL)

Vt = Vs + Vw + Va = 15 mL = 8 + 2.25 + Va

Va = 15 – 8- 2.25 = 4.75 mL ซึ่งหมายถึงช่องว่างของอากาศในกองปุ๋ย

คิดเป็น %ช่องว่าง = $\frac{Va}{Vt} \times 100 = \frac{4.75}{15} \times 100$ = 31.67% ซึ่งหมายถึงช่องว่างของอากาศในกองปุ๋ย

คิดเป็น %ช่องว่าง = "Va" /"Vt" "×100"

= "4.75" /"15" "×100" = 31.67%

3) ความชื้น กองปุ๋ยควรมีความชื้นประมาณ 40-60 % เพื่อให้จุลินทรีย์ไม่ขาดน้ำและขยายพันธุ์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์

4) ขนาดของอินทรียวัตถุ ขนาดที่เหมาะสมไม่ควรเกิน 2 นิ้ว และควรผสมวัตถุที่มีเนื้อต่างกันเพื่อให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก

5) การพลิกกลับกอง ต้องพิจารณาระยะเวลาสำหรับการพลิกกลับ สังเกตจากอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมัก หากอุณหภูมิสูงขึ้นจนถึงจุดสูงสุด หรือเริ่มลดลง แสดงว่าควรกลับกองเพื่อเติมอากาศ และควรจดอุณหภูมิทุกวันเพื่อตรวจสอบความร้อนในกองปุ๋ย

6) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน

(1) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่จุลินทรีย์ต้องการอยู่ที่อัตราส่วน 25-35 :1

(2) ถ้าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำ จะเกิดก๊าซแอมโมเนีย

(3) เมื่อหมักปุ๋ยเสร็จแล้ว อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ต้องไม่เกิน 20:1 เป็นการตรึงไนโตรเจนจากดินเมื่อนำปุ๋ยไปใช้งาน

สำหรับวิธีการหมักขยะมูลฝอยเพื่อทำปุ๋ยอาศัยกระบวนการทางชีววิทยาของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุที่มีอยู่ในขยะมูลฝอย โดยเฉพาะจุลินทรีย์พวกที่ต้องการออกซิเจน (Aerobic Bacteria) ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมในด้านความชื้น อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจน รวมทั้งอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน ผลผลิตที่ได้เป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายแล้ว เป็นผง หรือก้อนเล็ก ๆ สีน้ำตาล สามารถนำใช้เป็นสารปรับปรุงคุณภาพดิน (Soil Conditioner) ให้ดีขึ้น เช่น มีความสามารถในการอุ้มน้ำ การถ่ายเทอากาศ การแลกเปลี่ยนประจุ หรือปรับค่าความเป็นกรดด่างในดินให้ดีขึ้น กระบวนการหมักขยะมูลฝอย ประกอบด้วยกลไกที่สำคัญ 2 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การย่อยสลายอย่างเข้มข้น (Intensive Rotting Phase) การย่อยสลายเกิดขึ้นอย่างเข้มข้นช่วง 24 ชั่วโมงแรกของการหมัก อุณหภูมิของสารหมักจะสูงถึง 45 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงที่เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยแบคทีเรียประเภท Mesophilic หลังจาก 24 ชั่วโมงอุณหภูมิของสารหมักจะสูง 75 องศาเซลเซียส ช่วงนี้การย่อยสลายสารอินทรีย์จะเกิดประเภท Thermophilic และอุณหภูมิที่สูงระดับนี้จะทำให้เชื้อโรคที่อยู่ในขยะมูลฝอยส่วนใหญ่ตายได้ ระยะเวลาของการเกิดกลไกนี้จะประมาณ 3-6 สัปดาห์ หรือตั้งแต่ 1-5 วัน ขึ้นอยู่กับวิธีการหมักและองค์ประกอบของขยะมูลฝอย และ (2) การย่อยสลายขั้นสุดท้าย (Final Rotting Phase) หลังจากที่เกิดการย่อยสลายอย่างเข้มข้นเสร็จสิ้นแล้วอุณหภูมิของสารหมักจะค่อย ๆ ลดลงจนเหลือประมาณ 30 องศาเซลเซียส อินทรีย์สารที่ย่อยสลายได้ยาก เช่น พวกเซลลูโลส จะถูกย่อยสลายในขั้นนี้กลไกการย่อยสลายในขั้นนี้จะใช้เวลาตั้งแต่ 3 เดือนขึ้นไป จนถึง 1 ปี

2.18 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ส่วนน้ำเสียชุมชน สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ (2545) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการแปรรูปกากไขมันที่เหมาะสมสำหรับบ้านเรือนว่า เมื่อพิจารณาถึงคุณสมบัติกากไขมันและความคุ้มทุนแล้ว วิธีการแปรรูปกากไขมันจากบ่อดักไขมันที่เหมาะสม คือ การทำปุ๋ยหมัก เนื่องจากปริมาณกากไขมันที่ได้มีจำนวนค่อนข้างน้อย จึงต้องใช้ระยะเวลาในการรวบรวมกากไขมันจากบ้านเรือนแต่ละหลัง และทำให้เกิดการผสมของกากไขมันที่มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้การทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันจากบ้านเรือนนั้น ไม่จำเป็นต้องทำความสะอาดกากไขมัน และสามารถทำการหมักได้ โดยใช้ กากไขมัน 300 กรัม เศษวัสดุธรรมชาติ (ขุยมะพร้าว) 700 กรัม มูลโคแห้ง 500 กรัม ผสมให้เข้ากัน เติมน้ำเล็กน้อยเพื่อช่วยในการคลุกเคล้า หมักทิ้งไว้ 2-3 วัน พรมน้ำและพลิกกองปุ๋ยสม่ำเสมอ ทั้งนี้การหมักที่ดีควรมีความชื้นประมาณ 45-50% โดยสังเกตเมื่อกำดูจะมีน้ำหยดออกมาประมาณ 2-3 หยด ทิ้งไว้ 2-3 เดือน จะได้ปุ๋ยหมักที่มีสีคล้ำ มีเนื้อละเอียดคล้ายดิน ซึ่งมีสารอินทรีย์และธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสามารถนำไปใช้แทนปุ๋ยเคมี

กรมควบคุมมลพิษ (2551) เสนอแนวทางการจัดการไขมันจากบ่อดักไขมัน และการนำไปใช้ประโยชน์ไว้ว่า การแปรรูปกากไขมันจากแหล่งกำเนิดมลพิษที่มีปริมาณจำนวนค่อนข้างน้อย คือ การทำปุ๋ยหมัก เนื่องจากไม่จำเป็นต้องมีกระบวนการทำความสะอาดกากไขมันก่อนการแปรรูป การแปรรูปสามารถดำเนินการได้โดยนำกากไขมันสกปรก เศษวัสดุธรรมชาติ และมูลโคแห้ง มาผสมให้เข้ากันตามอัตราส่วน 3:7:5 แล้วเติมน้ำเล็กน้อย เพื่อช่วยในการคลุกเคล้า แล้วหมักทิ้งไว้ 2-3 วัน และพรมน้ำและพลิกกลับกองปุ๋ยอย่างสม่ำเสมอ อีกทั้งควรรักษาระดับความชื้นไว้ที่ประมาณ 45-50 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นหมักทิ้งไว้ 2-3 เดือน

สมเดช ใจเพ็ชร์ (2553) ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการนำกากไขมันจากถังดักไขมันมาทำปุ๋ยหมัก วัสดุเหลือใช้ที่นำมาผสมกับกากไขมันมี 2 ชนิด คือ ขี้เลื่อย และขุยมะพร้าว โดยนำมาผสมกับกากไขมันจากถังดักไขมัน แล้วนำมาบรรจุในถังหมักในห้องปฏิบัติการ การทดลองแบ่งเป็น การผสมกากไขมันร้อยละ 30 โดยน้ำหนักแห้งกับขี้เลื่อยในถังหมักที่ 1 และขุยมะพร้าวในถังหมักที่ 2 โดยมีน้ำมันในกากไขมันเริ่มต้นที่ร้อยละ 16.97 และ 16.79 ตามลำดับ อัตราการย่อยสลายน้ำมันในวัสดุหมัก อยู่ที่ 2.7 และ 9.9 กรัมต่อกิโลกรัมวัสดุหมักต่อวัน ตามลำดับ ระยะเวลาที่ใช้ในการกำจัดน้ำมันใช้เวลา 48 และ 13 วัน ตามลำดับ โดยให้ประสิทธิภาพการกำจัดน้ำมันอยู่ที่ร้อยละ 85 ซึ่งเห็นได้ว่า ชุดการทดลองที่ผสมด้วยขุยมะพร้าวใช้ระยะเวลาในการกำจัดน้อยกว่า และมีอัตราการย่อยสลายน้ำมันในวัสดุหมักสูงกว่าชุดการทดลองที่ผสมด้วยขี้เลื่อย ดังนั้นจึงได้นำขุยมะพร้าวมาใช้เป็นวัสดุหมักในขั้นต่อไป จากนั้นทำการทดลองโดยหมักในสภาพที่ไม่มี และมีการเติมอากาศโดยผสมกากไขมัน ร้อยละ 40 โดยน้ำหนักแห้งกับขุยมะพร้าวแล้วบรรจุในถังหมักที่ 3 ซึ่งไม่มีการเติมอากาศ และในถังหมักที่ 4 ซึ่งมีการเติมอากาศ โดยมีน้ำมันในกากไขมันเริ่มต้นที่ร้อยละ 31.76 และ 33.44 ตามลำดับ การย่อยสลายของน้ำมันในกากไขมัน มีอัตรา 4.3 และ 9.1 กรัมต่อกิโลกรัม ต่อวัสดุหมักต่อวัน ระยะเวลาที่ใช้ในการหมักอยู่ที่ 65 และ 30 วัน ตามลำดับ โดยที่ประสิทธิภาพการกำจัดน้ำมันมีค่าร้อยละ 85 ซึ่งเห็นว่า การเติมอากาศใช้เวลาในการกำจัดน้อยกว่าและมีอัตราการย่อยสลายน้ำมันในกากไขมันสูงกว่าจึงเลือกใช้สภาวะที่มีการเติมอากาศในการหมัก และได้ทำการทดลองโดยแปรผันปริมาณกากไขมันเป็นร้อยละ 40, 50 และ 60 โดยน้ำหนักแห้งกับขุยมะพร้าวซึ่งบรรจุในถังหมักที่ 4, 5 และ 6 ซึ่งมีน้ำมันในกากไขมันเริ่มต้นที่ร้อยละ 33.44, 41.85 และ 50.03 ตามลำดับ มีการเติมอากาศในถังหมักทั้งสามชุดทดลอง อัตราการย่อยสลายน้ำมันในวัสดุหมักเป็น 9.1, 7.9 และ 7.3 กรัมต่อกิโลกรัมวัสดุหมักต่อวัน ตามลำดับ ระยะเวลาที่ใช้ในการหมักอยู่ที่ 35, 47 และ 58 วัน ตามลำดับ โดยที่มีประสิทธิภาพการกำจัดน้ำมันอยู่ที่ร้อยละ 95 สรุปได้ว่าปริมาณกากไขมันระหว่างร้อยละ 40 ถึง 60 โดยน้ำหนักแห้ง สามารถนำไปทำปุ๋ยหมักที่มีขุยมะพร้าวเป็นวัสดุ

ผสมในระบบ Aerated In-vessel แบบ Batch ได้ดี โดยระยะเวลาที่ใช้หมักขึ้นกับปริมาณกากไขมันที่ใช้เริ่มต้น เมื่อนำปุ๋ยที่ได้จากการหมักมาวิเคราะห์ธาตุอาหารไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P_2O_5) และโพแทสเซียม (K_2O) พบว่า มีค่าอยู่ร้อยละ 1.88, 0.66 และ 0.56 ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบกับมาตรฐานปุ๋ยหมักของกรมพัฒนาที่ดิน พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสในปุ๋ยหมักที่ทำการทดลองต่ำกว่ามาตรฐาน ส่วนปริมาณไนโตรเจน และโพแทสเซียม มีปริมาณเพียงพอ เพื่อให้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน จึงต้องเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสโดย อาจจะใช้ P_2O_5 เพิ่มโดยตรงหรือใช้วัสดุที่มีธาตุฟอสฟอรัสสูง เช่น กระดูกป่น ขี้เถ้ากระดูก เป็นต้น ผสมกับปุ๋ยหมักที่ได้

ทิพวรรณ ประพันธ์ และคณะ (2556) ประเมินกิจกรรมเอนไซม์ของจุลินทรีย์สายพันธุ์ที่พบในธรรมชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจุลินทรีย์กลุ่ม *Bacillus* spp. ที่พบในธรรมชาติเพื่อหาแนวทางความเป็นไปได้และการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากความหลากหลายของสายพันธุ์จุลินทรีย์ในประเทศไทย โดยเก็บตัวอย่างดินบริเวณระบบบำบัดน้ำเสียโรงงานแปรรูปอาหาร ซึ่งมีการปนเปื้อนไขมันและกากไขมัน แล้วนำมาคัดแยก และหาความหลากหลายของเชื้อจุลินทรีย์ ผลการวิเคราะห์ทางสัณฐานวิทยา พบว่า จุลินทรีย์ที่คัดแยกได้มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับจุลินทรีย์กลุ่ม *Bacillus* spp. โดยมีทั้งหมด 4 ไอโซเลทที่สามารถผลิตเอนไซม์ไลเปสได้สูง ซึ่งเมื่อทดลองนำจุลินทรีย์กลุ่ม *Bacillus* spp. ที่คัดแยกได้ย่อยสลายกากไขมันผ่านกระบวนการหมักทำปุ๋ยแบบเติมอากาศ เมื่อควบคุมความชื้นภายในถังหมักแบบเติมอากาศเท่ากับ 60% ภายในถังหมักบรรจุวัสดุร่วมหมัก (เศษกิ่งไม้ ใบไม้ และเศษผัก) ร่วมกับกากไขมันสัดส่วน 50:50 ที่อัตราการเติมอากาศเท่ากับ 4.0 ชั่วโมงต่อวัน โดยไอโซเลต 7 มีค่ากิจกรรมเอนไซม์ไลเปสเกิดขึ้นสูงสุด ปริมาณ 295.20 หน่วยต่อมิลลิลิตร และประสิทธิภาพการกำจัดไขมันผ่านกระบวนการหมักทำปุ๋ยแบบเติมอากาศ มีค่าเท่ากับ 98.29% รองลงมาคือ ไอโซเลต 4 ไอโซเลต 6 และ ไอโซเลต 1 ซึ่งมีประสิทธิภาพการกำจัดไขมันเท่ากับ 97.95, 95.88 และ 95.84% ตามลำดับ ด้วยเหตุนี้ จึงสามารถสรุปได้ว่า *Bacillus* spp. นี้มีประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันสูงสุด สามารถนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการย่อยสลายกากไขมันผ่านกระบวนการทำปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศได้

นัทพงศ์ จันทมาศ (2557) ศึกษาการแปรรูปกากไขมันเป็นปุ๋ยหรือวัสดุปรับปรุงดิน โดยเปรียบเทียบวัสดุหมักร่วมกับกากไขมัน พร้อมหารูปแบบการหมัก สัดส่วน และเวลาหมักที่เหมะสม ผลการศึกษา พบว่า ขุยมะพร้าวนั้นมีความเหมาะสมในการใช้เป็นวัสดุหมักร่วมกับกากไขมันมากกว่าขี้เลื่อย โดยการหมักแบบใช้อากาศนั้นดีกว่าการหมักแบบไม่เติมอากาศ และพบว่า สัดส่วนการผสมกากไขมันร่วมกับวัสดุหมักที่เหมาะสม คือ 40-60 เปอร์เซนต์ โดยใช้เวลาในการย่อยประมาณ 35-58 วัน สามารถย่อยสลายกากไขมันได้ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ ปุ๋ยหมักที่ได้จากกระบวนการหมักนี้ พบว่า มีปริมาณโพแทสเซียม และไนโตรเจนเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสนั้นพบว่า จะต้องมีการเติมธาตุฟอสฟอรัสเข้าไปเพิ่มเติม นอกจากนั้นยังได้สรุปว่า กระบวนการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันด้วยวัสดุผสมนั้น มักจะมีปัญหาเรื่องกลิ่น และคุณภาพของปุ๋ยที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานปุ๋ย ด้วยเหตุนี้จึงอาจเติมวัสดุเหลือใช้ในครัวเรือน เช่น ปูนขาว กากตะกอนต่าง ๆ กระดูก ปลาป่น และหมักที่อุณหภูมิสูงประมาณ 55 องศาเซลเซียส เพื่อช่วยลดปัญหาเรื่องกลิ่น และจุลินทรีย์ อีกทั้งยังทำให้มีระดับธาตุอาหารที่เพิ่มขึ้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดได้ อย่างไรก็ตามควรมีการเฝ้าระวังมาตรฐานด้านอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น ระดับความเข้มข้นของโลหะหนัก เป็นต้น

รัชกร นามกร และคณะ (2558) ศึกษาคุณภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิตจากวัสดุเหลือทิ้ง ประเภทกากตะกอนน้ำทิ้งจากโรงบำบัดน้ำเสียชุมชน หมักร่วมกับเศษผัก และกากไขมัน เพื่อเป็นทางเลือกในการนำวัสดุเหลือทิ้งมาใช้ประโยชน์ และช่วยลดปริมาณมูลฝอยที่ต้องกำจัด โดยแบ่งรูปแบบการทดลองเป็น 1) การหมักร่วมระหว่างกากตะกอนน้ำทิ้งและเศษผัก 2) การหมักร่วมระหว่างกากตะกอนน้ำทิ้งและกากไขมัน และ 3) การหมักร่วมระหว่างกากตะกอนน้ำทิ้ง เศษผัก และกากไขมัน ผลการทดลอง พบว่า ลักษณะทางกายภาพ

และเคมีของวัสดุทั้ง 3 ชนิดก่อนหมักนั้น กากไขมันมีความหนาแน่น และปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมากที่สุด และมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่เป็นกรดจัด ส่วนเศษผักนั้นมีความชื้น และปริมาณโพแทสเซียมมากที่สุด สำหรับกากตะกอนนั้น พบว่า มีปริมาณไนโตรเจน และฟอสฟอรัสมากที่สุด ในส่วนของผลการศึกษาคุณภาพของปุ๋ยหมักนั้น พบว่า มีเพียงชุดการทดลองที่ 1 และชุดการทดลองที่ 3 เท่านั้น ที่ปุ๋ยหมักมีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์คุณภาพปุ๋ยของกรมพัฒนาที่ดิน โดยชุดการทดลองที่ 1 นั้น ใช้เวลาย่อยเพียง 28 วัน ส่วนชุดการทดลองที่ 2 ซึ่งเป็นการผลิตปุ๋ยหมักโดยการผสมร่วมระหว่างกากตะกอน และกากไขมันนั้น พบว่า ใช้ระยะเวลาในการหมักนานที่สุด อีกทั้งปุ๋ยที่ผลิตได้ยังมีลักษณะบางประการไม่เป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพปุ๋ยของกรมพัฒนาที่ดิน เช่น ความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณไนโตรเจน ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องนำวัสดุหมักประเภทอื่น ๆ มาช่วยปรับปรุงปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักให้มีปริมาณที่เหมาะสมต่อไป

วิรจิรวัส รวิชญทรัพย์ และคณะ (2558) ศึกษาความเหมาะสมของกระบวนการทำปุ๋ยหมักร่วมระหว่างกากไขมัน ดินค่ำ และขี้เลื่อย โดยผสมกากไขมัน 19.5 กิโลกรัม ร่วมกับดินค่ำ 12.0 กิโลกรัม และขี้เลื่อย 8.5 กิโลกรัม และหมักวัสดุผสมในถังหมักที่มีการพลิกกลับกองปุ๋ยหมักเป็นระยะ ผลการทดลองพบว่า อุณหภูมิสูงสุดของกองปุ๋ยหมักมีค่า 63 องศาเซลเซียส และกองปุ๋ยหมักมีอุณหภูมิลดลงเท่าอุณหภูมิภายนอกในระยะเวลาที่ 76 วัน ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของปุ๋ยหมักพบว่า ปุ๋ยหมักที่ผลิตได้นี้มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 5.45 และมีค่าสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน เท่ากับ 17.5:1 ส่วนคุณสมบัติทางเคมีอื่น ๆ ของปุ๋ยหมัก ได้แก่ ความเข้มข้นของกากไขมัน ปริมาณอินทรียวัตถุ ความเข้มข้นรวมของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม พบว่า มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 2.0, 35.0, 1.2, 6.0 และ 28.8 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ เพื่อเปรียบเทียบลักษณะทางเคมีของปุ๋ยหมักจากกากไขมันผสมดินค่ำและขี้เลื่อยกับเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์แล้ว พบว่า ปุ๋ยหมักที่ผลิตได้นี้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของประเทศไทย และสามารถใช้เป็นสารปรับสภาพดินได้ นอกจากนั้นยังได้ทำการศึกษาดัชนีการงอกของเมล็ดพืชโดยใช้ปุ๋ยหมักที่ผลิตได้ พบว่า ปุ๋ยหมักที่ผลิตได้นี้มีศักยภาพในการใช้เป็นสารปรับสภาพดินได้ โดยมีค่าดัชนีการงอกของผักบุ้งจีนที่ร้อยละ 132.0

สุภาพร พงศ์ธรพฤกษ์ และสิทธิชัย แก้วเกตุ (2559) ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตปุ๋ยหมักจากกากไขมันร่วมกับฟางข้าว มูลวัว และเศษผลไม้ ที่ระยะเวลาหมัก 45 วัน พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุหมักทั้งสี่ชนิด ได้แก่ อัตราส่วน 3:7:5:9 (กากไขมัน : ฟางข้าว : มูลวัว : เศษผลไม้) ปุ๋ยหมักที่ผลิตได้นี้มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 7.76 ค่าความชื้น ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ร้อยละ 40.91, 25.33, 1.21, 0.29 และ 1.10 ตามลำดับ ส่วนอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 12.19 เมื่อทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติของปุ๋ยหมักดังกล่าวเทียบกับมาตฐานปุ๋ยหมักชีวภาพตามที่กรมพัฒนาที่ดินกำหนดไว้ พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสในปุ๋ยหมักที่ผลิตได้นี้มีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน ดังนั้น เพื่อให้ปุ๋ยหมักที่ผลิตได้มีความเหมาะสมต่อการถูกนำไปใช้งาน จึงจำเป็นต้องเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัส โดยอาจเติม P_2O_5 เพิ่มลงไปในปุ๋ยหมักโดยตรง หรืออาจใช้วัสดุที่มีธาตุฟอสฟอรัสสูง เช่น กระดูกป่น ขี้เถ้ากระดูก ลงไปผสมกับปุ๋ยหมักที่ผลิตได้ก็ได้

Shafiquzzaman *et al.* (2016) ศึกษาใยปาล์มน้ำมันซึ่งเป็นวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในธรรมชาติ นำมาหมักเป็นปุ๋ยจากทะลายปาล์มน้ำมันที่เป็นของเหลือจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม ทำการทดลองโดยใช้เชื้อราสายพันธุ์ไตรโคเดอร์มาในการหมัก จากค่าความเป็นกรด-ด่างในขั้นต้นพบว่าดินมีความเป็นกรดเล็กน้อย แต่ภายหลังการทำปุ๋ยหมักในดินผสม พบว่า ดินมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงขึ้น การขยายพันธุ์ของไตรโคเดอร์มาในดินเพิ่มขึ้นร้อยละ 72 เมื่อเทียบกับเชื้อราตัวอื่น ค่าการนำไฟฟ้าของดินสำหรับปุ๋ยหมัก A, B คือ 50.40, 42.10 มิลลิซีเมนต่อเซนติเมตร และสำหรับชุดควบคุม C คือ 40.11 มิลลิซีเมนต่อเซนติเมตร อัตราส่วน C/N สูงสุดที่ได้จากปุ๋ยหมัก A, B คือ 3.33, 2.79 และชุดควบคุม คือ 1.55 ค่าร้อยละของไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส

(P) และโพแทสเซียม (K) ที่พบในปุ๋ยหมัก A คือ (0.91:2.13:6.68) ตามด้วยปุ๋ยหมัก B คือ (0.46:0.83:5.85) และชุดควบคุม คือ (0.32:0.26:5.76) ดังนั้น การทำปุ๋ยหมักชีวภาพจากใยปาล์มน้ำมันแสดงให้เห็นความสามารถในการเพิ่มธาตุอาหารในดิน การเจริญเติบโตของพืช และเพิ่มปริมาณการเก็บเกี่ยวผลผลิต

Yuvaneswaran *et al.* (2016) ศึกษาความหลากหลายของจุลินทรีย์ ซึ่งมีอิทธิพลต่อการเร่งกระบวนการการทำปุ๋ยหมักร่วมระหว่างทะลายปาล์มเปล่า กับตะกอนน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำมันปาล์ม โดยศึกษาสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าความชื้นของปุ๋ยหมักร่วมระหว่างทะลายปาล์มเปล่ากับน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำมันปาล์ม และศึกษาถึงชนิดของจุลินทรีย์ โดยใช้เทคนิค Metagenomic Sequencing Analysis ผลการศึกษาพบว่า ส่วนพื้นผิวปุ๋ยหมัก อุณหภูมิ มีค่า 30 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.43 และค่าความชื้นร้อยละ 58.76 ส่วนข้างในปุ๋ยหมัก อุณหภูมิ มีค่า 45 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.94 และค่าความชื้นร้อยละ 60.56 ตามลำดับ ในส่วนพื้นผิวปุ๋ยหมัก ความชื้นมีค่าสูงมาจากการตะกอนน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำมันปาล์มที่นำมาหมักปุ๋ยร่วม ส่วนการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิมาจากกิจกรรมของจุลินทรีย์จำพวก Mesophilic Bacteria ทำให้เกิดความร้อนขึ้นข้างในปุ๋ยหมักที่มีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณพื้นผิวมาจากผลการทำงานของจุลินทรีย์ ที่ชอบอุณหภูมิสูง (Thermophilic Bacteria) และค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าเฉลี่ย 7.7 เพิ่มจากการเกิดแอมโมเนีย ของจากปฏิกิริยาทางชีวเคมีของวัสดุที่มีไนโตรเจนในระหว่างกระบวนการหมักปุ๋ย

Rawoteea *et al.* (2017) ศึกษาผลกระทบของกล่องกระดาษต่อกระบวนการทำปุ๋ยหมักจากเศษผัก โดยการทดลองนี้ได้ทำการทดลองหมักปุ๋ยจำนวน 80 ลิตร ซึ่งทำการผสมด้วยกัน 3 สูตร ได้แก่ สูตรผสมที่ 1 ประกอบด้วย เศษผัก กระดาษ 2 กิโลกรัม และสารเพิ่มปริมาณ สูตรผสมที่ 2 ประกอบด้วย เศษผัก กล่องกระดาษ 1.5 กิโลกรัม และสารเพิ่มปริมาณ ส่วนสูตรผสมที่ 3 ประกอบด้วย เศษผัก กล่องกระดาษ 4.5 กิโลกรัม และสารเพิ่มปริมาณ หมักในระยะเวลา 50 วัน โดยมีการวัดพารามิเตอร์ต่าง ๆ คือ อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ระดับความชื้น อัตราการหายใจ ร้อยละของแข็งที่ระเหยได้ และค่าการนำไฟฟ้า โดยปุ๋ยหมักทั้ง 3 สูตรนั้น พบว่าไม่มีสูตรใดที่มีอุณหภูมิเกินกว่า 55 องศาเซลเซียส (สูตรผสมที่ 1, 2 และ 3 มีอุณหภูมิสูงสุด 43, 49 และ 51 องศาเซลเซียส ตามลำดับ) อาจมีสาเหตุมาจากขนาดของภาชนะที่ใช้ในการทาปุ๋ยหมักมีขนาดเล็ก ค่าความชื้นของสูตรผสมที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับร้อยละ 67.8, 65.9 และ 62.6 ตามลำดับ ส่วนสูตรผสมที่มีการเกิดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงที่สุดคือสูตรผสมที่ 2 ซึ่งบ่งชี้ถึงการย่อยสลายของจุลินทรีย์ที่สูงที่สุด

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัย “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมัน จากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” สามารถแสดงขั้นตอน และวิธีการดำเนินการวิจัย ได้ดังนี้

3.1 การทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ

1) การรวบรวมข้อมูล และค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ โดยเฉพาะปัญหาในการจัดการกากไขมัน (Fat Oil and Grease, FOG) ของอุตสาหกรรมโรงแรม บริเวณเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี พร้อมการจัดทำข้อมูลปริมาณกากไขมันจากอุตสาหกรรมโรงแรมในบริเวณเกาะสมุย ที่เข้าร่วมโครงการ

2) ศึกษาแนวทางในการกำจัดและบำบัดกากไขมัน จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง และคัดเลือกการบำบัดกากไขมัน โดยการแปรรูปกากไขมันเป็นปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินจากอุตสาหกรรมโรงแรม เพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วม และเป็นโรงแรมต้นแบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Hotel)

3) ศึกษาขั้นตอนการทำปุ๋ยที่ถูกต้อง และมีความเหมาะสมกับสภาพท้องถิ่น หรือสภาพที่ตั้งของอุตสาหกรรมโรงแรมที่เข้าร่วมโครงการ

3.2 การสำรวจข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา

การสำรวจข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วย การศึกษาและสำรวจปริมาณการเกิดกากไขมันจากอุตสาหกรรมโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม ในพื้นที่ศึกษา และสำรวจพื้นที่อุตสาหกรรมโรงแรมเพื่อการติดตั้งถังทำปุ๋ยหมักต้นแบบ พร้อมการสัมภาษณ์อุตสาหกรรมโรงแรมที่เข้าร่วมโครงการ โดยการสัมภาษณ์ร่วมกับแบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการเกิดกากไขมัน และข้อมูลการบริการของโรงแรมที่เกี่ยวข้อง

3.3 การศึกษาวิจัยในห้องปฏิบัติการ

การศึกษาวิจัยในห้องปฏิบัติการ โดยมีขั้นตอนที่ศึกษาดังนี้

1) การศึกษาปัญหาของกากไขมันจากโรงแรมตัวอย่าง โดยในแต่ละขั้นตอนจะทำการวิเคราะห์สมบัติของกากไขมันทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงกากไขมัน โดยศึกษาพารามิเตอร์ ดังนี้ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) การนำไฟฟ้า (EC ของส่วนที่ละลายออกมา) ความชื้น (Moisture Content) คาร์บอนอินทรีย์ (Organic Carbon) ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) และไนโตรเจนที่ละลายน้ำได้ (Soluble Nitrogen) ฟอสฟอรัส

ทั้งหมด (Total Phosphorous) โพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ (Soluble Potassium) ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand) และบีโอดี (Biological Oxygen Demand) ของส่วนที่ละลายออกมา ไขมันและน้ำมัน (FOG) และโลหะหนัก (Heavy Metal) ได้แก่ สารหนู แคดเมียม โครเมียม ทองแดง ตะกั่ว และปรอท (ดังตารางที่ 3.1)

ตารางที่ 3.1 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ตัวอย่าง

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์	หมายเหตุ
1. ความเป็นกรดเป็นด่าง	pH Meter	วัดก่อนและหลังการหมัก
2. การนำไฟฟ้า	Conductivity Meter	วัดก่อนและหลังการหมัก
3. คาร์บอนอินทรีย์ (Organic Carbon)	Dichromate Oxidation and Titration	วัดก่อนและหลังการหมัก
4. ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) และไนโตรเจนที่ละลายน้ำได้ (Soluble Nitrogen)	Micro Kjeldahl Digestion Method	วัดก่อนและหลังการหมัก
5. ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorous)	Spectrophotometric Method	วัดก่อนและหลังการหมัก
6. โพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ (Soluble Potassium)	Extraction and Flame Photometric Method	วัดก่อนและหลังการหมัก
7. ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand) ของส่วนที่ละลายออกมา	Dichromate Oxidation and Titration	วัดก่อนและหลังการปรับปรุงกากไขมัน
8. ค่าบีโอดี (Biological Oxygen Demand) ของส่วนที่ละลายออกมา	Incubation and DO Meter	วัดก่อนและหลังการปรับปรุงกากไขมัน
9. ปริมาณไขมันและน้ำมัน (FOG)	Extraction	ทุก 15 วัน
10. โลหะหนัก (Heavy Metal) ได้แก่ สารหนู แคดเมียม โครเมียม ทองแดง ตะกั่ว และปรอท	USEPA, Atomic Absorption Spectrophotometer	หลังการหมัก

2) การศึกษาการปรับปรุงกากไขมันขั้นต้น (Pretreatment) โดยกากไขมันได้จากโรงแรมเมืองสมุย สปารีสอร์ท เนื่องจากได้รับความร่วมมืออย่างดี การใช้วัสดุปรับปรุงกากไขมันให้เหมาะสม ก่อนเข้าสู่กระบวนการหมัก โดยจะทำการทดลองแบบไม่เติมวัสดุปรับปรุงกากไขมันใด ๆ เป็นชุดควบคุม และเลือกวัสดุใช้ปรับปรุงกากไขมัน จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ กรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) กรดไนตริก (HNO_3) และน้ำหมัก (EM) จากโรงแรมตัวอย่างเกาะสมุย เลือกสารปรับปรุงกากไขมัน และตัวทำละลายกากไขมันที่เหมาะสม ในการหมักโดยทำการแปรค่าสัดส่วน 3 อัตราส่วน ระหว่างกากไขมัน และวัสดุใช้ปรับปรุงกากไขมัน การแปรค่าระยะเวลาสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมันที่เหมาะสม ในแต่ละขั้นตอน จะทำการวิเคราะห์สมบัติของกากไขมันทั้งก่อน และหลังการปรับปรุงกากไขมัน โดยศึกษาพารามิเตอร์ ดังนี้ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) การนำไฟฟ้า (EC ของส่วนที่ละลายออกมา) ความชื้น (Moisture Content) คาร์บอนอินทรีย์ (Organic Carbon) ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) และไนโตรเจนที่ละลายน้ำได้ (Soluble Nitrogen) ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorous) โพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ (Soluble Potassium) ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand) และบีโอดี (Biological

Oxygen Demand) ของส่วนที่ละลายออกมา ไขมันและน้ำมัน (FOG) และโลหะหนัก (Heavy Metal) ได้แก่ สารหนู แคดเมียม โครเมียม ทองแดง ตะกั่ว และปรอท

3) การศึกษาส่วนผสมวัสดุเหลือใช้ในห้องปฏิบัติการฯ การผสมวัสดุเหลือใช้ ซึ่งวัสดุผสมสำหรับหมัก เป็นวัสดุเหลือใช้นำมาผสมกับกากไขมันในรูปแบบการทำปุ๋ยหมัก โดยมีตัวแปรที่ทำการศึกษา ดังนี้

3.1) การทดสอบวัสดุเหลือที่ใช้ หรือวัสดุผสม จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ ขุยมะพร้าว ขี้เลื่อย กากตะกอน (Night Soil) วัสดุหรือของเสียอินทรีย์เหลือใช้จากห้องครัวหรือร้านอาหาร และวัสดุหรือของเสียอินทรีย์เหลือใช้จากพื้นที่สีเขียว หรือสวนของอุตสาหกรรมโรงแรมที่เข้าร่วมโครงการ

3.2) การใช้สัดส่วนของกากไขมันกับวัสดุผสม ในสัดส่วน 40, 50 และ 60%

3.3) การทดลองผลของการเติม และไม่เติมอากาศเข้าสู่ระบบการหมักทำปุ๋ย

3.4) การวิจัยผลของระยะเวลาต่อการกำจัดกากไขมัน โดยวัดปริมาณกากไขมันทุก ๆ 15 วัน

3.5) การควบคุมความชื้นในถังหมัก 40-60%

3.6) การวัดอุณหภูมิ เพื่อติดตามกระบวนการหมัก ทุก 7 วันตลอดระยะเวลาการหมักทำปุ๋ย

4) การศึกษาการผสมวัสดุเหลือใช้ในถังหมัก เป็นการผสมวัสดุเหลือใช้ (วัสดุผสม) กับกากไขมัน ในขั้นตอนศึกษานี้ จะทำการทดลองในถังต้นแบบทำปุ๋ยหมัก

5) การศึกษาคุณภาพปุ๋ยหมักจากกากไขมัน เป็นการตรวจสอบคุณภาพปุ๋ยหมัก เพื่อให้ได้ปุ๋ยที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ หรือตามประกาศของกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548

6) การพัฒนาและปรับรุงถังทำปุ๋ยหมักต้นแบบ ให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานในอุตสาหกรรมโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อมของพื้นที่ศึกษา

3.4 การทดสอบวิจัยในพื้นที่ศึกษา

การทดสอบวิจัยในพื้นที่ศึกษา มีวิธีการดำเนินงาน ดังนี้

1) ทำการคัดเลือกสภาวะ ตัวแปรที่มีความเหมาะสม และมีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานภาคสนาม หรือนำไปทดสอบในพื้นที่อุตสาหกรรมโรงแรมที่เข้าร่วมโครงการ ทั้งนี้ปัจจัยสภาพที่ตั้ง สภาพภูมิประเทศของพื้นที่มีลักษณะที่มีความชื้นสูงอาจมีผลต่ออัตราการย่อยสลายของสารอินทรีย์ได้ จนอาจทำให้เกิดกลิ่นรบกวนจากการย่อยสลายที่ไม่สมบูรณ์ของการทำปุ๋ยหมักได้เช่นกัน ดังนั้นในขั้นตอนของการวิจัยอาจจำเป็นต้องหาวิธีการเพิ่มอุณหภูมิการทำปุ๋ยให้สูงขึ้น หรือมีการเติมอากาศอย่างเหมาะสม ซึ่งคาดว่าจะสามารถช่วยลดกลิ่นจากการหมักปุ๋ย หรือกลิ่นจะไม่ก่อให้เกิดผลกระทบโดยรอบพื้นที่ของผู้ประกอบการโรงแรม

2) ทำการคัดเลือกตัวแทนอุตสาหกรรมโรงแรม เข้าร่วมทำการทดลองภาคสนาม จำนวน 2 แห่ง

3) การผสมวัสดุเหลือใช้ (วัสดุผสม) กับกากไขมันในขั้นตอนการทดสอบวิจัยในพื้นที่ศึกษานี้ จะทำการทดลองในถังต้นแบบทำปุ๋ยหมัก

4) การดำเนินงานวิจัยในแต่ละขั้นตอน และเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ จะได้ดำเนินการในลักษณะเช่นเดียวกับการศึกษาวิจัยในห้องปฏิบัติการ

5) การตรวจสอบคุณภาพปุ๋ยหมัก เพื่อให้ได้ปุ๋ยที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์

3.5 การศึกษาศักยภาพในการนำไปใช้ประโยชน์

การศึกษาศักยภาพการนำไปใช้ประโยชน์ โดยพิจารณาจากปัจจัยด้านเทคนิค ปัจจัยด้านศักยภาพเศรษฐศาสตร์ ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกลไกการจัดการ

3.6 การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ

การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วย

1) การถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการกำจัดกากไขมันที่เหมาะสม ให้กับอุตสาหกรรมโรงแรมที่เข้าร่วมโครงการ ในลักษณะของการสาธิตการปฏิบัติ หรือลงมือทำ หรือเป็นการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ จำนวนไม่น้อยกว่า 10 แห่ง เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งจัดทำป้ายหรือแผ่นประชาสัมพันธ์ หรือโปสเตอร์ หรือแผ่นพับ หรือ Social Media เพื่อให้เกิดการถ่ายโอนองค์ความรู้ในวงกว้าง ทั้งนี้ผู้เข้าร่วมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ ควรมีทักษะทางวิทยาศาสตร์เบื้องต้น เช่น การสังเกต เป็นต้น

2) การประชาสัมพันธ์โครงการ และเชิญชวนผู้ประกอบการโรงแรมเข้าร่วมโครงการ และประยุกต์งานสู่การเป็นอุตสาหกรรมโรงแรมต้นแบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Hotel)

3) การติดตามผลการนำไปใช้ประโยชน์

3.7 เครื่องมือและอุปกรณ์

1) เครื่อง ยูวี-วิสสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ รุ่น UH5300, บริษัท HITACHI, ประเทศไทย
2) ชุดเครื่องกลั่นแอมโมเนีย (Ammonia) รุ่น Gerhardt, บริษัท Scientific Promotion Co., Ltd, ประเทศไทย
3) ชุดเครื่องย่อย (Digestion Apparatus) รุ่น Gerhardt, บริษัท Scientific Promotion Co., Ltd, ประเทศไทย
4) เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity Meter) รุ่น Consort C860 บริษัท Chatcharee Holding
5) เครื่องชั่ง (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) รุ่น TC-254**,** บริษัท Danver Instrument Company, ประเทศเยอรมนี
6) ตู้อบ (Oven) รุ่น Memmert บริษัท Fisher Scientific
7) เครื่องเขย่าแนวนอน (Horizontal Shaker) บริษัท GALLENKAMP
8) เครื่องชั่งสปริงพิกัดน้ำหนัก 7 กิโลกรัม ยี่ห้อ Trade mark
9) กระดาษทดสอบความเป็นกรด-เบส (pH Paper)
10) เครื่องแก้วต่าง ๆ

3.8 สารเคมี

1) โซเดียมไฮดรอกไซด์ เกรดวิเคราะห์ บริษัท Loba Chemie Pvt. Ltd., ประเทศอินเดีย
2) กรดซัลฟิวริก 98% เกรดวิเคราะห์ บริษัท Carlo Erba Reagents, ประเทศเยอรมนี
3) กรดบอริก เกรดวิเคราะห์ บริษัท Loba Chemie Pvt. Ltd., ประเทศอินเดีย
4) เมทิลเรด เกรดวิเคราะห์ บริษัท Fisher Scientific Europe, ประเทศเบลเยี่ยม
5) เอทิลแอลกอฮอล์ 95% เกรดวิเคราะห์ บริษัท Carlo Erba Reagents, ประเทศเยอรมนี
6) เมทิลีนบลู เกรดวิเคราะห์ บริษัท Fisher Scientific Europe, ประเทศเบลเยี่ยม
7) กรดกลูตามิก เกรดวิเคราะห์ บริษัท Carlo Erba Reagents, ประเทศเยอรมนี
8) โซเดียมคาร์บอเนต เกรดวิเคราะห์ บริษัท Carlo Erba Reagents, ประเทศเยอรมนี
9) กรดไฮโดรคลอริก เกรดวิเคราะห์ บริษัท Fisher Scientific Europe, ประเทศเบลเยี่ยม
10) ฟีนอล์ฟทาลีน เกรดวิเคราะห์ บริษัท Carlo Erba Reagents, ประเทศเยอรมนี
11) แอมโมเนียมโมลิบเดท เกรดวิเคราะห์ บริษัท Carlo Erba Reagents, ประเทศเยอรมนี
12) แอมโมเนียมเมตาเวนาเดท เกรดวิเคราะห์ บริษัท BDH Laboratory Supplies, Poole. ประเทศอังกฤษ
13) โพแทสเซียมไดโครเมต เกรดวิเคราะห์ บริษัท Carlo Erba Reagents**,** ประเทศเยอรมนี
14) เฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต เกรดวิเคราะห์ บริษัท Loba Chemie Pvt. Ltd., ประเทศอินเดีย
15) แบเรียมไดฟีนิลลามีนซัลโฟเนต อินดิเคเตอร์ เกรดวิเคราะห์ บริษัท Carlo Erba Reagents, ประเทศเยอรมนี
16) แอมโมเนียมฟลูออไรด์ เกรดวิเคราะห์ บริษัท Fisher Scientific Europe, ประเทศเบลเยี่ยม
17) โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (แอนไฮดรัส) เกรดวิเคราะห์ บริษัท Carlo Erba Reagents, ประเทศเยอรมนี
18) แอนติโมนีโพแทสเซียมตาร์เตรท เกรดวิเคราะห์ บริษัท Carlo Erba Reagents, ประเทศ เยอรมนี
19) กรดแอสคอบิก เกรดวิเคราะห์ บริษัท Carlo Erba Reagents, ประเทศเยอรมนี
20) สารละลายแอมโมเนีย 25% เกรดวิเคราะห์ บริษัท Carlo Erba Reagents, ประเทศเยอรมนี
21) กรดไนตริกเข้มข้น 68% เกรดวิเคราะห์ บริษัท Carlo Erba Reagents, ประเทศเยอรมนี
22) โพแทสเซียมคลอไรด์ เกรดวิเคราะห์ บริษัท Carlo Erba Reagents, ประเทศเยอรมนี
23) เดวาดา แอลลอย เกรดวิเคราะห์ บริษัท Loba Chemie Pvt. Ltd., ประเทศอินเดีย
24) โพแทสเซียมซัลเฟต เกรดวิเคราะห์ บริษัท RFCL Limited, New Delhi ประเทศอินเดีย
25) ซีลีเนียม เกรดวิเคราะห์ บริษัท Fisher Scientific Europe, ประเทศเบลเยี่ยม
26) แมกนีเซียมออกไซด์ เกรดวิเคราะห์ บริษัท Fisher Scientific Europe, ประเทศเบลเยี่ยม
27) แอมโมเนียมซัลเฟต เกรดวิเคราะห์ บริษัท Carlo Erba Reagents, ประเทศเยอรมนี
28) คอปเปอร์ซัลเฟต เกรดวิเคราะห์ บริษัท Carlo Erba Reagents, ประเทศเยอรมนี

โดยมีการเตรียมสารเคมีและวิธีการวิเคราะห์ ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก

บทที่ 4

ผลการศึกษา

บทที่ 4
ผลการศึกษา

4.1 การทบทวนเอกสาร

จากการรวบรวมข้อมูล และค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ ที่เกี่ยวข้อง และได้คัดเลือกการจัดการหรือบำบัดกากไขมัน โดยการแปรรูปกากไขมันเป็นปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินจากอุตสาหกรรมโรงแรม เพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วม และการเป็นโรงแรมต้นแบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Hotel) ตลอดจนการศึกษาและทบทวนขั้นตอนการทำปุ๋ยหมักที่ถูกต้อง และมีความเหมาะสมกับสภาพท้องถิ่น หรือสภาพที่ตั้งของอุตสาหกรรมโรงแรมที่เข้าร่วมโครงการ โดยสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังบทที่ 2 ข้างต้น

4.2 การสำรวจข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา

การสำรวจข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วย การศึกษาและสำรวจพื้นที่ศึกษาเพื่อทราบสถานการณ์ของผู้ประกอบการ การดำเนินการ ปริมาณการเกิดกากไขมันของพื้นที่ศึกษา ทั้งนี้ยังเป็นการสำรวจพื้นที่เพื่อการติดตั้งถังทำปุ๋ยหมักต้นแบบ และการประชุมเปิดตัวโครงการ พร้อมการสัมภาษณ์อุตสาหกรรมโรงแรมที่เข้าร่วมโครงการ โดยการสัมภาษณ์ร่วมกับแบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการเกิดกากไขมัน และข้อมูลการบริการของโรงแรมที่เกี่ยวข้อง โดยสามารถสรุปรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

4.2.1 การสำรวจภาคสนามอุตสาหกรรมโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม

4.2.1.1 โรงแรม เมืองสมุย สปา รีสอร์ท

โรงแรม เมืองสมุย สปารีสอร์ท มีจำนวนห้องพัก 53 ห้อง มีปริมาณกากไขมันที่เกิดขึ้นประมาณ 70-80 กิโลกรัมต่อเดือน (เป็นค่าเฉลี่ยประมาณการณ์ของโรงแรม) โดยโรงแรมมีเฉพาะห้องครัวเพื่อการประกอบอาหารให้ผู้มาใช้บริการ ไม่มีการทำหรือมีครัวเบเกอรี ทางโรงแรมได้มีการตักกากไขมันทุก 2 สัปดาห์ และมีการใช้จุลินทรีย์แบบซองมาละลายน้ำตามอัตราส่วนที่กำหนดในฉลากของการใช้ และ นำมาเทใส่ในบ่อดักไขมันเพื่อใช้ในการสลายไขมัน โดยบ่อดักไขมันอยู่ด้านหลังของห้องครัวประกอบอาหาร ทั้งนี้โรงแรมได้มีการตักกากไขมันแล้วนำไปผสมทำปุ๋ยหมัก (ดังรูปที่ 4.1) ซึ่งส่วนผสม ได้แก่

1) กากไขมัน
2) เศษกิ่งไม้ใบไม้ หรือเศษวัชพืช

3) ปุ๋ยคอก (มูลสัตว์)

4) รำข้าว

5) ทางมะพร้าว

6) ผงจุลินทรีย์

7) น้ำหมัก EM

8) เศษอาหารต่าง ๆ

อย่างไรก็ตามในบางครั้งอาจมีการผสมปูนขาวด้วย สำหรับระยะเวลาในการหมักทำปุ๋ยประมาณ 1 เดือน หรือประมาณ 30 วัน ซึ่งกากไขมันได้เกิดการย่อยสลายทั้งหมด จากนั้นจึงนำปุ๋ยหมักดังกล่าวมาใช้ประโยชน์เพื่อการเพาะปลูกได้ อย่างไรก็ตามขั้นตอนในการหมักทำปุ๋ยนั้น จะต้องนำกิ่งไม้ เศษไม้จากสวนของโรงแรมมาบดด้วยเครื่องบดไฟฟ้า และมีการตักกากไขมันจากบ่อดักไขมันที่มีความหนาประมาณ 15-20 เซนติเมตร มาผสมกันในการหมัก และมีการกลับกองทุกสัปดาห์ หรือประมาณ 7-8 วัน ภายหลังการหมักแล้วหากพบว่า กองหมักปุ๋ยจากกากไขมันนั้นยังเป็นก้อนติดกัน จะต้องนำกลับไปบดใหม่ โดยให้กองหมักนั้นแห้งจึงจะนำไปใช้งานได้ นอกจากนี้ทางโรมแรมได้มีการทำน้ำหมักที่มาจากเศษอาหารซีฟู้ด ซึ่งเป็นการหมักที่ไม่ใช้จุลินทรีย์ โดยน้ำหนักดังกล่าวเพื่อนำไปใช้ในการรดต้นไม้ โดยมีส่วนผสมน้ำ EM ดังนี้

1) เปลือกสับปะรด ใช้สูตร ดังนี้
    1.1) น้ำธรรมดา 50 ลิตร
    1.2) เปลือกสับปะรด 20 กิโลกรัม
    1.3) น้ำหมัก EM สูตรกากน้ำตาล 2 ลิตร
    1.4) ระยะเวลา 30 วัน
2) เปลือกมะนาว ใช้สูตรเดียวกับเปลือกสับปะรด
3) น้ำหมัก EM สูตรกากน้ำตาล
    3.1) น้ำธรรมดา 50 ลิตร
    3.2) กากน้ำตาล 2 ลิตร
    3.3) หัวเชื้อ EM 2 ลิตร
    3.4) ระยะเวลา 30 วัน

4.2.1.2 โรงแรม ซิกซ์เซ้นส์เซส

โรงแรมซิกเซ้นส์เซส สมุย มีจำนวนห้องพักทั้งหมด 66 ห้อง มีส่วนบริการทั้งห้องครัวประกอบอาหารและครัวเบเกอรี โรงแรมมีพื้นที่ประมาณ 50 ไร่ โรงแรมมีแนวคิดในเรื่องของเกษตรทฤษฎีใหม่ หรือเกษตรอินทรีย์ มีการปลูกพืชผักสวนครัว การเลี้ยงไก่ เลี้ยงแพะ เลี้ยงปลาในบ่อ และอื่น ๆ อีกหลากหลาย (ดังรูปที่ 4.2) สำหรับปริมาณกากไขมันที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของโรงแรมอยู่ที่ประมาณ 150 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกต่อสัปดาห์ (เป็นค่าเฉลี่ยประมาณการณ์ของโรงแรม) และมีการนำไปทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันที่ไม่มีการใช้สารเคมีใด ๆ โดยได้มีส่วนผสมในการทำปุ๋ยหมัก อัตราส่วนโดยประมาณ (ตวง) ได้แก่

1) กากไขมันเปียก 1 ส่วน

2) เศษใบไม้กิ่งไม้บด 4 ส่วน

3) เศษผลไม้รวม ส่วนใหญ่เป็นส้ม และสับปะรด จากการหมัก EM (กาก) 1 ส่วน

4) มูลแพะ 1 ส่วน

5) รำข้าว 0.5 ส่วน

6) EM ขยาย 4 ลิตร แบ่งรด เดือนละ 1 ครั้ง ๆ ละ 1 ลิตร โดยผสมน้ำ 1:100

ทั้งนี้กิ่งใบ ใบไม้ และวัสดุเหลือใช้จากสวน นำบดและย่อยวันเว้นวัน และมีการมีตักกากไขมัน 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ซึ่งในการทำปุ๋ยหมักจะมีส่วนผสมในอัตราส่วนที่ไม่แน่ชัด อาศัยประสบการณ์ในการทำ โดยมีการทำปุ๋ยหมักในลักษณะตั้งเป็นกองรูปสามเหลี่ยม มีการเติมอากาศแบบท่อ และมีระยะเวลาในการหมัก 4 เดือน ทั้งนี้ทางโรงแรมได้มีการคิดค้นวิธีการกำจัดกากไขมันอีกวิธี คือ การใช้จุลินทรีย์แบบซอง เช่นเดียวกับโรงแรม เมืองสมุย สปารีสอร์ท โดยใช้อัตราส่วน 50:50 กิโลกรัม นอกจากนี้ทางโรงแรมได้มีการทำน้ำหมัก EM ที่มีส่วนผสม ดังนี้

1) เศษผลไม้ 20 กก.

2) กากน้ำตาล หรือน้ำตาลทราย 5 กก.

3) เติมน้ำเกือบเต็มถัง 100 ลิตร ปิดฝา

4) ประมาณ 3-4 สัปดาห์ ใช้เป็นหัวเชื้อ หรือนำไปใช้ได้

สำหรับการเติมอากาศแบบท่อ มีข้อดี คือ สามารถควบคุมปริมาณการเติมอากาศได้อย่างสม่ำเสมอทั่วกองปุ๋ย และลดการเกิดกลิ่น และการเปิดปิดฝาครอบทำได้ง่าย สะดวก

ส่วนการเติมอากาศแบบท่อมีข้อเสีย ได้แก่ เพิ่มค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้า ค่าระบบท่อ และอุปกรณ์ ตลอดจนค่าบำรุงรักษา อีกทั้งต้องมีเจ้าหน้าที่ที่มีความรู้ในการบำรุงรักษาอุปกรณ์ และการกลับกองปุ๋ยเพื่อเติมอากาศทำได้ยาก เพราะมีพื้นที่จำกัด

4.2.1.3 โรงแรม ละไมวันทา บีชรีสอร์ท

โรงแรม ละไมวันทา บีชรีสอร์ท มีจำนวนห้องพัก 70 ห้อง มีส่วนบริการทั้งห้องครัวประกอบอาหารและครัวเบเกอรี ภายในพื้นที่เดียวกัน มีการใช้น้ำหมัก EM ล้างท่อระบายภายในห้องครัว ปริมาตร 20 ลิตร (แกลลอน) ทำให้ไขมันจากห้องครัวไม่จับกันเป็นก้อนแข็ง โดยน้ำหมัก EM ที่โรงแรมผลิตนั้น ทำมาจากเปลือกผลไม้ต่าง ๆ สำหรับปริมาณกากไขมันอยู่ที่ประมาณ 80 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ (เป็นค่าเฉลี่ยประมาณการณ์ของโรงแรม) โดยปริมาณ และความถี่ในการจัดการกากไขมันนั้นจะขึ้นอยู่กับสภาพการท่องเที่ยว ถ้าเป็นช่วงฤดูกาลท่องเที่ยว (High Season) จะมีการตักกากไขมันเดือนละ 2 ครั้ง ส่วนช่วงที่นักท่องเที่ยวน้อย (Low Season) โรงแรมจะทำการตักกากไขมันเดือนละ 1 ครั้ง เพื่อนำไปทำการหมักทำปุ๋ย ที่มีส่วนผสม ได้แก่

1) ใบไม้ที่บด

2) เศษขนมปัง

3) เปลือกไข่

4) ไขมัน

5) ขยะอินทรีย์พวกเศษอาหาร

6) น้ำ EM ขยาย

7) น้ำตาลทรายแดง

รวมทั้งมีส่วนผสมอื่น ๆ เช่น เศษใบไม้ กากมะพร้าว และเศษผักผลไม้ที่บดแล้ว โดยทำการวางเป็นชั้น ๆ และมีการใช้น้ำตาลทราย และน้ำหมัก EM ปริมาณเล็กน้อยผสมด้วย สำหรับน้ำหมักมีส่วนผสม ได้แก่

1) เปลือกผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว

2) EM เข้มข้น 1 ลิตร

3) กากน้ำตาล 1 กิโลกรัม

4) น้ำเปล่า 18 ลิตร

5) ถังเปล่าสำหรับทำน้ำ EM

ทั้งนี้การทำปุ๋ยหมักไม่มีการเติมอากาศ แต่จะมีการเปิดฝาของบ่อหมักปุ๋ยบ้างเล็กน้อยเพียงบางครั้ง อย่างไรก็ตามโรงแรมได้มีการบดส่วนผสมกับกากไขมัน ประมาณ 30 นาทีต่อวัน โดยการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันที่โรงแรมทำจะใช้อัตราส่วนที่ไม่แน่ชัด หรือกล่าวได้ว่ามีการปรับเปลี่ยนบ่อยครั้งตามประสบการณ์ ทั้งนี้บ่อหมักปุ๋ยนั้นได้มีการแยกเอาไว้ระหว่าง บ่อหมักปุ๋ยที่มีกากไขมันกับที่ไม่มีกากไขมัน (ดังรูปที่ 4.3) นอกจากนี้ทางโรงแรมไม่มีการส่งกากไขมันออกไปให้เทศบาลหรือหน่วยงานใดกำจัดทั้งสิ้น นอกจากนี้ เนื่องจากสถานที่ที่หมักทำปุ๋ยอยู่ไกลจากที่พัก/บ้านเรือน ประกอบกับมีฝาปิด จึงสามารถช่วยลดปัญหาเรื่องกลิ่นได้บ้าง

4.2.1.4 โรงแรม บ้านท้องทราย

โรงแรมบ้านท้องทราย จำนวนห้องของโรงแรมมีทั้งหมด 80 ห้อง มีส่วนบริการทั้งห้องครัวประกอบอาหาร และครัวเบเกอรี สำหรับประเด็นกากไขมันที่เกิดขึ้นนั้น โรงแรมเคยได้มีการทดลองตากแห้งและทำปุ๋ยหมัก หากแต่ต้องใช้ระยะเวลานาน และต้องใช้พื้นที่มาก รวมไปถึงมีปัญหาในเรื่องของกลิ่นที่ส่งผลกระทบต่อชุมชนโดยรอบด้วย จึงได้หยุดการดำเนินการจัดการกากไขมันเพื่อการทำปุ๋ยหมักไปแล้ว สำหรับปริมาณกากไขมันที่เกิดขึ้นจากโรงแรมในแต่ละวันจะมีปริมาณมาก และมีตักกากไขมันทุกวัน ปัจจุบันโรงแรมมีการทำปุ๋ยหมักที่ไม่ได้ใช้กากไขมันผสมแล้ว หากแต่มีการทำปุ๋ยหมักที่มีส่วนประกอบจากการใช้กิ่งไม้ ใบไม้ต่าง ๆ ที่นำไปปั่นด้วยเครื่องไฟฟ้าแล้วส่งไปที่บ่อหมัก โดยก้นบ่อนั้นเป็นดินหรือทรายที่น้ำผ่านได้ มีการกลับกองปุ๋ยหมักสัปดาห์ละ 1 ครั้ง และใช้ระยะเวลาในการหมักประมาณ 30 วัน นอกจากนี้ทางโรงแรมได้มีการทำน้ำหมักอยู่ 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) น้ำหมักตะลิงปลิง จะใช้มะกรูด มะนาวผสมหมักกับน้ำตาลทรายขาว และสาร M8000 ในอัตราส่วน 3:1 2) น้ำหมักเศษผัก โดยการนำเศษผัก ผลไม้ ทุกชนิดมารวมกัน และมีการเติมกากน้ำตาลเป็นตัวช่วยในอัตราส่วน 3:1 เอาไว้ใช้ในการดับกลิ่น และทำความสะอาดห้องน้ำ และ 3) น้ำหมักจากเศษปลา ที่มีลักษณะเป็นปุ๋ยน้ำ ใช้รดกับต้นไม้พืชพันธุ์ต่าง ๆ โดยใช้กากน้ำตาลในอัตราส่วน 1:1 ดังรูปที่ 4.4 ทั้งนี้โรงแรมไม่มีการเก็บข้อมูลปริมาณกากไขมัน และในแต่ละวันจะนำส่งกากไขมันให้เทศบาลกำจัดทั้งหมด

อย่างไรก็ตาม โรงแรมต่าง ๆ ไม่มีข้อกำหนดอัตราส่วนผสมที่แน่นอน โดยจะใช้ประสบการณ์ในการปรับเปลี่ยนตามสภาพหน้างาน หรือปัญหาที่เกิดขึ้น ดังนั้น อัตราส่วนปุ๋ยหมักที่ไม่แน่ชัดนั้นมีการปรับเปลี่ยนตาม

ประสบการณ์ ซึ่งมีข้อดี และข้อเสีย เช่น ต้องใช้ระยะเวลาในการทดลอง/ปรับเปลี่ยน และระหว่างดำเนินการอาจเกิดปัญหาที่ต้องหาทางแก้ไข ซึ่งหากไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้อาจเป็นเหตุให้ยกเลิกการทำปุ๋ยหมักได้ และหากมีการโยกย้ายงาน หรือมีการปรับเปลี่ยนเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบ และไม่มีการถ่ายทอดความรู้/ประสบการณ์ การหมักทำปุ๋ยโดยเจ้าหน้าที่ใหม่จึงต้องเริ่มต้นใหม่ และอาจได้คุณภาพปุ๋ยที่ไม่สม่ำเสมอ และไม่เหมาะสม



ห้องครัวหรือสถานที่ประกอบอาหาร



บ่อดักไขมัน



เศษวัสดุจากสวน และการตัดย่อยชิ้นส่วน



การทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน และการทำน้ำหมัก EM

รูปที่ 4.1 การสำรวจพื้นที่การจัดการกากไขมัน
โรงแรม เมืองสมุย สปา รีสอร์ท เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี





พื้นที่จัดการแบบเกษตรอินทรีย์





พื้นที่พักกากไขมันจากห้องครัว และร้านเบเกอรี และกองปุ๋ยหมัก





การทดลองย่อยกากไขมันด้วยเชื้อจุลินทรีย์

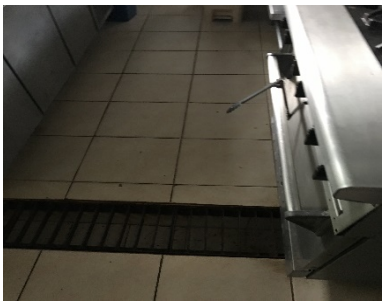





การหมักกากไขมัน

รูปที่ 4.2 การสำรวจพื้นที่การจัดการกากไขมัน
โรงแรม ซิกซ์เซ้นส์เซส เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี





ห้องครัวหรือสถานที่ประกอบอาหาร





บ่อดักไขมัน





เศษวัสดุจากสวน และการตัดย่อยชิ้นส่วน





การทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน และการทำน้ำหมัก EM

รูปที่ 4.3 การสำรวจพื้นที่การจัดการกากไขมัน
โรงแรม ละไมวันทาบีช รีสอร์ท เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

<table>
<tr><td> 
</td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td colspan="3">แนวคิดของการทำเกษตรอินทรีย์</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td colspan="3">ขั้นตอนการทำน้ำหมัก EM</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td colspan="3">การทำน้ำหมัก EM สูตรต่าง ๆ</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td colspan="3">พื้นที่หรือบ่อการทำปุ๋ยหมัก (ไม่มีการผสมหรือใส่กากไขมัน)</td></tr>
</table>

รูปที่ 4.4 การสำรวจพื้นที่การทำปุ๋ยหมักและเกษตรอินทรีย์
โรงแรม บ้านท้องทราย เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

4.2.2 การประชุมเปิดตัวโครงการ

การประชุมเปิดตัวโครงการ “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” เมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม 2560 เวลา 13.00-16.00 น. ณ ห้องประชุมสำนักงานเทศบาลนครเกาะสมุย (ห้องปะการัง) จัดโดย สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ร่วมกับ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นการประชุมเปิดตัวโครงการ เพื่อนำเสนอรายละเอียดของโครงการ การกำหนดขอบเขตการศึกษา ประเด็นผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม ข้อกังวลใจ และแนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหากากไขมัน อันเกิดจากอุตสาหกรรมโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม โดยมีเอกสารประกอบการประชุมและเอกสารนำเสนอ ดังภาคผนวก ข และ ค พร้อมการรับฟังความคิดเห็น และข้อเสนอแนะจากกลุ่มเป้าหมายเพื่อการพัฒนาโครงการฯ

การประชุมเปิดตัวโครงการในครั้งนี้ มีผู้เข้าร่วมทั้งหมดจำนวน 53 คน ดังตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.5 สำหรับกำหนดการ และรายชื่อผู้เข้าร่วมประชุมแสดงในภาคผนวก ง และ จ ทั้งนี้รายละเอียดของผู้เข้าร่วมประชุม และสาระการประชุม ประเด็นซักถาม ข้อกังวลใจ รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ จากผู้เข้าร่วมประชุม สามารถสรุปผลการดำเนินการประชุม ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 จำนวนผู้เข้าร่วมการประชุมโครงการ “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” วันที่ 12 กรกฎาคม 2560 เวลา 13.00-16.00 น. ณ ห้องประชุมสำนักงานเทศบาลนครเกาะสมุย (ห้องปะการัง)

กลุ่มผู้เข้าร่วมประชุม	รายละเอียดกลุ่ม	จำนวน (คน)
1. อุตสาหกรรมโรงแรม	1) โรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม	43
	2) เทศบาลนครเกาะสมุย	5
2. ที่ปรึกษาฯ	สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	3
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	1
	กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม	1

จากการประชุมเปิดตัวโครงการฯ พบว่า ผู้แทนอุตสาหกรรมโรงแรมบางโรงแรมนั้น ได้มีการทดลองทำปุ๋ยจากกากไขมันแล้วบางส่วน ซึ่งมีการทดลองผิด ลองถูก และได้มีการปรับปรุงสูตรผสมในการหมักไปเรื่อย ๆ โดยยังไม่สามารถระบุอัตราส่วนผสมได้ ทั้งนี้โรงแรมโดยส่วนใหญ่นั้น เริ่มมีการทดลองทำปุ๋ยหมักมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 ซึ่งปุ๋ยหมักที่ทำได้นั้น มีการนำไปใช้กับพืชพันธุ์ที่ปลูกบริเวณโดยรอบของโรงแรม และปรากฏว่า พืชพันธุ์มีการเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้จากข้อมูลการประชุมในครั้งนี้ พบว่า โรงแรมที่มีการกำจัดกากไขมันด้วยการนำไปทำเป็นปุ๋ยหมัก มีเพียง 3 โรงแรมเท่านั้น ได้แก่ 1) โรงแรม เมืองสมุย สปา รีสอร์ท 2) โรงแรม ซิกซ์เซ้นส์เซส และ 3) โรงแรม ละไมวันทาบีช รีสอร์ท ของพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ทั้งนี้โรงแรมโดยส่วนใหญ่ในพื้นที่เกาะสมุย ยังไม่มีระบบการกำจัด หรือนำกากไขมันมาผสมทำปุ๋ยหมัก และมีอีกหลาย ๆ โรงแรมที่มีวิธีการกำจัดกากไขมันด้วยการฝังกลบในพื้นที่ของโรงแรม การปล่อยทิ้งไว้ให้สัตว์เลี้ยงคลาน

กินเป็นอาหาร อย่างไรก็ตามเนื่องจากเทศบาลนครเกาะสมุย ยังไม่มีความพร้อมในการกำจัดกากไขมัน และปัจจุบันก็ยังไม่มีการให้บริการการกำจัดกากไขมันดังกล่าว

สรุปวิเคราะห์ประเด็นปัญหาที่ได้รับจากการประชุมครั้ง ได้แก่

1) ขาดความรู้

- ต้องการทราบว่า กากไขมันที่มาจากห้องครัวประกอบอาหารมีความต่างแตกกับกากไขมันที่มาจากครัวเบเกอรีหรือไม่

- ปุ๋ยที่มีการผสมกับกากไขมันจะมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าปุ๋ยตามปกติหรือไม่

- ปุ๋ยหมักที่มีการผสมกากไขมันจะเป็นอันตรายต่อมนุษย์ ถ้ามีการใส่หรือใช้กับพืชผักสวนครัวหรือไม่

- กากไขมันที่เกิดขึ้นสามารถนำไปทำประโยชน์อื่น ๆ เช่น เทียนไข หรือแปรรูปเป็นอาหารสัตว์ได้หรือไม่

- ปุ๋ยหมักที่มีการผสมกับกากไขมัน เมื่อนำไปใส่หรือใช้เพื่อการเพาะปลูก จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่

- สามารถนำน้ำหมัก EM มาใช้เป็นวัสดุปรับปรุงกากไขมันได้หรือไม่ รวมถึงสิ่งของหรือของเหลือใช้ใกล้ ๆ ตัว โดยเฉพาะมะพร้าว กากมะพร้าว ขี้เลื่อย รวมทั้งลูกมะพร้าว เป็นต้น

- การกำจัดกากไขมัน โดยทั่วไปสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเติมจุลินทรีย์ สารชีวภาพ หรือสารเคมี เพื่อลดการสะสมไขมันในบ่อดักไขมัน เป็นนวัตกรรมในการกำจัดกากไขมัน แต่ราคาสูง ส่วนการตักไขมันจากบ่อดักไขมันเป็นประจำเป็นการใช้แรงงานคนที่ต้องทำเป็นประจำ ประหยัดค่าใช้จ่าย แต่มีข้อจำกัดในการนำไปกำจัดในหลุมฝังกลบ ดังนั้นหากต้องการหาทางเลือกสำหรับการกำจัดกากไขมัน เช่น การนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรในอัตราส่วนไขมันที่ใช้อย่างเหมาะสม สามารถแปรรูปเป็นสบู่ เทียน หรือเชื้อเพลิงเป็นต้น

- การนำกากไขมันมาใช้ในการเกษตร ควรหมั่นตักไขมันจากบ่อดักไขมันเป็นประจำ เพื่อลดปัญหาเรื่องกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ขณะนำมาใช้งาน

2) ความสะดวกในการนำไปใช้ (ปุ๋ยหมักกับปุ๋ยน้ำ) และค่าจ้างคนงานทำสวน

- การผลิตปุ๋ยไว้ใช้ภายในโรงแรม เป็นการลดค่าใช้จ่าย และลดปัญหาการทิ้งกากไขมัน

- การเลือกผลิตปุ๋ยชนิดน้ำที่มีความเข้มข้นสูง หรือปุ๋ยหมักที่มีสารฮิวมัส เพื่อปรับปรุงสภาพดินขึ้นกับชนิดของวัตถุดิบที่เกิดขึ้นภายในโรงแรม และการนำไปใช้งานในพื้นที่การเกษตร

3) ยังไม่มีการจัดการของเสียที่ต้นทางอย่างมีประสิทธิภาพ

- การตักกากไขมันจากบ่อดักเป็นประจำ ลดปัญหาจากต้นทาง ส่วนการกำจัดปลายทางเป็นการนำไปกำจัดอย่างถูกหลักวิชาการ ได้แก่ การฝังกลบใน Landfill หรือนำไปใช้ประโยชน์เพื่อลดภาระ Landfill

4) ไม่มีการจัดการกำจัดกากไขมันจากภาครัฐ

- เนื่องจากการจัดเก็บกากไขมันของภาครัฐไม่สามารถจัดเก็บไปพร้อมกับขยะทั่วไปเนื่องจากมีความชื้นสูง จึงต้องแยกเก็บเฉพาะกากไขมัน ซึ่งการจัดเก็บแต่ละครั้งโรงแรมจะรอให้มีปริมาณไขมันมากเพียงพอที่รถสูบสามารถสูบไปได้แต่ละครั้ง ขึ้นกับขนาดของรถสูบทั่วไป เช่น รถสูบมีปริมาตร 6 ลูกบาศก์เมตร โรงแรมจึงต้องรอให้มีปริมาณกากไขมันมากขึ้นเพื่อให้คุ้มค่าต่อค่าใช้จ่ายในการสูบไปกำจัดต่อไปในแต่ละครั้ง

- ผลการศึกษาสามารถนำเสนอเทศบาลนครเมืองสมุยพิจารณาสนับสนุนส่งเสริมการจัดการกากไขมันด้วยการทำปุ๋ยหมักต่อไป

5) ไม่มีการบูรณาการองค์ความรู้ในการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันอย่างเป็นรูปธรรม

6) ยังไม่มีระบบและกระบวนการที่เป็นรูปธรรมอย่างครบวงจร

- ควรส่งเสริมให้มีการอบรมให้ความรู้ในการจัดการน้ำเสียแก่สถานประกอบการเนื่องจาก ในแต่ละปีโรงแรมมีการหมุนเวียนเข้าออกของพนักงานเป็นประจำ

7) ยังไม่มีอุปกรณ์ในการเตรียมวัตถุดิบในการทำปุ๋ยในปริมาณมาก ๆ

- การจัดเตรียมทำปุ๋ยในปริมาณมาก ควรแบ่งเป็น batch ย่อย ๆ เนื่องจากออกแบบขนาดถังใหญ่ ๆ ต้องใช้เครื่องจักรที่มีกำลังสูง ๆ ทำให้เกิดเสียงดังเวลาดำเนินการ เป็นการรบกวนแขกที่มาเข้าพักในโรงแรม

สำหรับข้อเสนอแนะในการประชุม ได้แก่

1) กากไขมันนอกจากนำมาทำปุ๋ยหมักแล้วนั้น สามารถนำมาทำเป็นปุ๋ยน้ำได้หรือไม่ เพื่อความสะดวกสบาย และลดจำนวนคนงานในการทำหมักปุ๋ย

2) มีการเสนอให้มีการจัดการของเสียที่ต้นทางให้มากที่สุด

3) เสนอให้มีบริษัทรับจ้างขนส่งกากไขมัน ที่มีการปิดด้วยผ้าใบอย่างมิดชิด เพื่อป้องกันการรั่วไหล หรือให้มีการขนส่งไปกำจัดที่เทศบาลนครเกาะสมุย ทั้งนี้เทศบาลควรที่จะต้องมีบ่อหมัก และความพร้อมรอบด้าน

4) ควรนำข้อมูล และองค์ความรู้ต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้กับการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน รวมถึงให้มีการปรับปรุง และพัฒนาจากงานวิจัยที่ผ่าน ๆ มาแล้ว

5) สร้างระบบ และกระบวนการทำหมักปุ๋ยจากกากไขมันรอบด้าน พร้อมการจำหน่าย

6) เสนอให้มีการคิดค้นเครื่องบดลูกมะพร้าวแบบทั้งลูก เพื่อให้ในแต่ละวันได้มีการบดในปริมาณที่มากขึ้น

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td colspan="3">สถานที่จัดประชุม และการลงทะเบียนของผู้เข้าร่วมประชุม
ณ ห้องประชุมสำนักงานเทศบาลนครเกาะสมุย (ห้องปะการัง)</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>นางวรวรรณ ประชาเกษม
กล่าวรายงาน</td><td colspan="2">นายหมื่นศิลป์ พูลสวัสดิ์ รองนายกเทศมนตรี
เทศบาลนครเกาะสมุย กล่าวเปิดงาน (ผู้แทนนายกฯ)</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td colspan="3">บรรยากาศการประชุมโครงการฯ</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td colspan="3">การบรรยายเปิดตัวโครงการและรับฟังความคิดเห็น ซักถามข้อสงสัยและข้อเสนอแนะ</td></tr>
</table>

รูปที่ 4.5 การประชุม โครงการ “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” วันที่ 12 กรกฎาคม 2560 เวลา 13.00-16.00 น. ณ ห้องประชุมสำนักงานเทศบาลนครเกาะสมุย (ห้องปะการัง) จังหวัดสุราษฎร์ธานี

4.2.3 การสัมภาษณ์ผู้แทนจากอุตสาหกรรมโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม

ผลจากแบบสอบถามที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้แทนกลุ่มอุตสาหกรรมโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อย ที่มีต่อโครงการ “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” ซึ่งโครงการฯ ได้มีการสำรวจทัศนคติของผู้แทนกลุ่มโรงแรมฯ ประกอบด้วย ผู้บริหาร เจ้าหน้าที่ พนักงานโรงแรมหรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการดูแลระบบบำบัดของเสียของโรงแรม โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อสำรวจข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับกากไขมันที่เกิดจากโรงแรมขนาดกลาง และขนาดย่อม ในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี รวมถึงรูปแบบการกำจัดหรือบำบัดและการจัดการกากไขมันของโรงแรม และประเด็นอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การประมวลผลของข้อมูลที่มีความถูกต้องและเป็นประโยชน์ต่อไป ทั้งนี้แบบสอบถาม (ดังภาคผนวก ฉ) ประกอบด้วยเนื้อหาของคำถาม 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับโรงแรม

ส่วนที่ 3 การรับรู้และการมีส่วนเกี่ยวข้องกับของเสียในรูปกากไขมันที่เกิดขึ้นภายในโรงแรม

ส่วนที่ 4 ความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบการกำจัด/บำบัดกากไขมันภายในโรงแรม

ทั้งนี้มีผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 33 ชุด และจากการวิเคราะห์ผลของแบบสอบถามดังกล่าว สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลจากการสำรวจผู้แทนโรงแรมฯ ด้วยแบบสอบถาม (ตารางที่ 4.2) ซึ่งมีทั้งสิ้น 33 ตัวอย่าง (N=33) ที่อยู่ในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี จากตารางที่ 4.2 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม มีอายุในช่วงระหว่าง 30-40 ปี มากที่สุด จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 57.6 รองลงมาอยู่ในช่วงอายุ 40-50 ปี จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 21.2 โดยผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 33 คน เป็นเพศชายมากที่สุด จำนวน 26 คน และเพศหญิง จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 78.8 และ 21.2 ตามลำดับ สำหรับผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดมีตำแหน่งเป็นคนสวน มากที่สุด 17 คน คิดเป็นร้อยละ 51.5 รองลงมาคือ ผู้บริหาร และพนักงานโรงโรงแรม มีจำนวนที่เท่ากัน คือ 5 คน คิดเป็นร้อยละ 15.2 ที่เท่ากันเช่นกัน ทั้งนี้ผู้แทนโรงแรมฯ หรือกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีระยะเวลาที่ทำงานในตำแหน่งงานดังกล่าวที่ 5-10 ปีมากที่สุด จำนวน 11 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 33.3 รองลงมา คือ 1-3 ปี จำนวน 10 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 30.3

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลทั่วไป	ตัวอย่าง	
	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	26	78.8
หญิง	7	21.2
รวม	**33**	**100**
อายุ		
ต่ำกว่า 20 ปี	0	0
20-30 ปี	3	9.1

ข้อมูลทั่วไป	ตัวอย่าง	
	จำนวน	ร้อยละ
30-40 ปี	19	57.6
40-50 ปี	7	21.2
มากกว่า 50 ปี	3	9.1
ไม่ระบุ	1	3.0
รวม	**33**	**100**
ตำแหน่งงาน		
ผู้บริหาร	5	15.2
เจ้าหน้าที่	2	6.1
พนักงาน	5	15.1
วิศวกร	2	6.1
พ่อครัวแม่ครัว	1	3.0
คนสวน	17	51.5
อื่น ๆ	1	3.0
รวม	**33**	**100**
ระยะเวลาที่ทำงานในตำแหน่งงานข้างต้น		
น้อยกว่า 1 ปี	5	15.2
1-3 ปี	10	30.3
3-5 ปี	0	0
5-10 ปี	11	33.3
มากกว่า 10 ปีขึ้นไป	7	21.2
รวม	**33**	**100**

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับโรงแรม

จากแบบสอบถามที่ได้จากการสัมภาษณ์ (ตารางที่ 4.3) ซึ่งมีทั้งสิ้น 33 ตัวอย่าง (N=33) พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่จำนวน 26 คน ทราบข้อมูลขนาดพื้นที่ของโรงแรม คิดเป็นร้อยละ 78.8 และไม่ทราบขนาดพื้นที่ของโรงแรม จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 21.2 ทั้งนี้ผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 15 คน ให้ข้อมูลว่า โรงแรมมีจำนวนห้อง 61-80 ห้อง คิดเป็นร้อยละ 45.5 รองลงมา คือ มีจำนวน 8 คนที่เท่ากันที่ให้ข้อมูลว่า โรงแรมมีจำนวนห้อง 41-60 ห้อง และ 81 ห้องขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 24.2 ที่เท่ากันเช่นกัน ทั้งนี้ผู้แทนโรงแรมจำนวน 21 คนมากที่สุด ระบุว่า โรงแรมมีนักท่องเที่ยวมาใช้บริการมากที่สุดในช่วงเดือนมกราคม-เมษายนของทุกปี คิดเป็นร้อยละ 63.7 นอกจากนี้ผู้ตอบแบบสอบถามระบุว่า นอกเหนือไปจากการให้บริการห้องพักแล้ว ทางโรงแรมยังมีการให้บริการส่วนที่เป็นร้านอาหารและห้องครัวมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 93.9 รองลงมาคือ สระว่ายน้ำ สวน-สนามหญ้า และเรือนเพาะชำ การบริการซักรีด และร้านเบเกอรีที่ผลิตและจำหน่ายเอง คิดเป็นร้อยละ 90.9, 81.8, 57.6 และ 39.4 ตามลำดับ

อย่างไรก็ตามผู้แทนโรงแรมฯ หรือกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ให้ข้อมูลว่า ประเภทของขยะที่มีมากที่สุดภายในโรงแรม คือ เศษใบไม้หรือซากพืช จำนวน 17 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 51.5 รองลงมา คือ ขยะรีไซเคิล (ขวดน้ำแก้ว/พลาสติก/กระดาษ) และเศษอาหารและพืชผัก จำนวน 5 และ 4 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 15.2

และ 12.1 ตามลำดับ นอกจากนี้ ผู้แทนโรงแรมฯ ยังระบุว่า โรงแรมมีขยะทั้ง 3 ประเภทดังกล่าว จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 9.1 (ตารางที่ 4.3) ทั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างที่ให้ข้อมูลในแบบสอบถาม เพื่อสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านการจัดการกากไขมัน และขยะต่าง ๆ ของโรงแรมที่ทางโครงการดำเนินการในครั้งนี้ โครงการมิได้เป็นผู้กำหนดกลุ่มตัวอย่าง หรือผู้ตอบแบบสอบถามแต่อย่างใด แต่เป็นกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม และผู้เข้าร่วมตอบแบบสอบถามต่างก็เป็นผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงต่อการจัดการกากไขมัน และขยะของโรงแรมตัวอย่าง

สำหรับกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ของโรงแรมจำนวน 18 คน ไม่ทราบปริมาณเศษอาหารและพืชผักที่เหลือทิ้งจากร้านอาหารและห้องครัวของโรงแรมว่ามีปริมาณเท่าใด คิดเป็นร้อยละ 54.6 และมีจำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 45.5 ที่ทราบปริมาณเศษอาหารและพืชผักที่เหลือทิ้งจากร้านอาหารและห้องครัวของโรงแรม (ตารางที่ 4.3) โดยมีจำนวน 9 คน มากที่สุด ที่ระบุว่า ปริมาณเศษอาหารและพืชผักที่เหลือทิ้งจากร้านอาหารและห้องครัวของโรงแรมมีปริมาณ 10-50 กิโลกรัม/วัน คิดเป็นร้อยละ 60 รองลงมา มีจำนวน 3, 2 และ 1 คน ที่ทราบปริมาณเศษอาหารและพืชผักที่เหลือทิ้งจากร้านอาหารและห้องครัวของโรงแรม มีปริมาณเท่ากับ 51-100, 101-150 และ มากกว่า 150 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ ทั้งนี้ทางโรงแรมมีปริมาณเศษพืชผัก และผลไม้ที่เหลือทิ้งมากที่สุด รองลงมา คือ ข้าวและแป้ง เหลือทิ้งในระดับปานกลาง และมีเศษเนื้อสัตว์ที่มีปริมาณเหลือทิ้งในระดับต่ำหรือน้อยที่สุด โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ของโรงแรม จำนวน 11 คน ระบุว่า ทางโรงแรมมีวิธีจัดการ/กำจัดเศษอาหารและพืชผักที่เหลือทิ้งจากร้านอาหารและห้องครัว ด้วยการนำไปทำเป็นปุ๋ยหมัก คิดเป็นร้อยละ 33.3 รองลงมา คือ นำรวมไปกับขยะทั่วไปและส่งให้เทศบาลกำจัด จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 21.2 และจำนวน 5 คน ที่นำไปทำปุ๋ยหมักและอาหารสัตว์ จำนวน 3 คน ระบุว่านำไปเป็นอาหารสัตว์ คิดเป็นร้อยละ 15.2 และ 9.1 ตามลำดับ และมีกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ของโรงแรม จำนวน 28 คน ไม่ทราบงบประมาณในการจัดการ/กำจัดเศษอาหารและพืชผักที่เหลือทิ้งจากร้านอาหารและห้องครัวของโรงแรม มีเพียง 5 คนเท่านั้นที่ทราบงบประมาณในการกำจัดเศษอาหารและพืชผักที่เหลือทิ้งจากโรงแรม โดยมีกลุ่มตัวอย่างของโรงแรม จำนวน 3 คน ที่สามารถระบุได้ว่า โรงแรมใช้งบประมาณในการกำจัดประมาณ 3,501-5,000 บาทต่อเดือน และ 2 คน กล่าวว่า โรงแรมใช้งบประมาณในการกำจัด 501-2,000 บาทต่อเดือน

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับโรงแรม

ข้อมูลทั่วไป	ตัวอย่าง	
	จำนวน	ร้อยละ
ขนาดพื้นที่โรงแรม		
ไม่ทราบ	7	21.2
ทราบ	26	78.8
รวม	**33**	**100**
จำนวนห้องพักในโรงแรม		
น้อกว่า 20 ห้อง	0	0
21-40 ห้อง	1	3.0
41-60 ห้อง	8	24.2
61-80 ห้อง	15	45.5
ตั้งแต่ 81 ห้องขึ้นไป	8	24.2
ไม่ระบุ	1	3.0
รวม	**33**	**100**

ข้อมูลทั่วไป	ตัวอย่าง	
	จำนวน	ร้อยละ
ช่วงเวลาที่มีนักท่องเที่ยวมาใช้บริการมากที่สุด		
มกราคม-เมษายน	21	63.6
พฤษภาคม-กันยายน	2	6.1
ตุลาคม-ธันวาคม	2	6.1
ไม่ระบุ	5	15.2
อื่น ๆ	3	9.1
รวม	**33**	**100**
ส่วนที่โรงแรมมีการให้บริการเพิ่มเติมนอกเหนือจากห้องพัก		
ร้านอาหารและห้องครัว	31	93.9
ร้านเบเกอรี (ผลิตและจำหน่ายเอง)	13	39.4
สวน-สนามหญ้าและเรือนเพาะชำ	27	81.8
สระว่ายน้ำ	30	90.9
ซักรีด	19	57.6
ไม่ระบุ	2	6.1
อื่น ๆ	1	3.0
ประเภทของขยะที่มีมากที่สุดภายในโรงแรม		
เศษอาหารและพืชผัก	4	12.1
เศษใบไม้หรือซากพืช	17	51.5
ขยะรีไซเคิล (ขวดน้ำแก้ว/พลาสติก/กระดาษ)	5	15.2
มีขยะทั้ง 3 ประเภท	3	9.1
ไม่ระบุ	2	6.1
อื่น ๆ (ขยะทั่วไป)	2	6.1
รวม	**33**	**100**
ทราบปริมาณเศษอาหารและพืชผักที่เหลือทิ้งจากร้านอาหารและห้องครัว		
ไม่ทราบ	18	54.6
ทราบ	15	45.5
รวม	**33**	**100**
ปริมาณเศษอาหารและพืชผักที่เหลือทิ้งจากร้านอาหารและห้องครัวของโรงแรม		
น้อยกว่า 10 กิโลกรัมต่อวัน	0	0
10-50 กิโลกรัมต่อวัน	9	60
51-100 กิโลกรัมต่อวัน	3	20
101-150 กิโลกรัมต่อวัน	2	13.3
มากกว่า 150 กิโลกรัมต่อวัน	1	6.7
รวม (ทราบข้อมูล)	**15**	**100**
วิธีจัดการ/กำจัดเศษอาหารและพืชผักที่เหลือทิ้งจากร้านอาหารและห้องครัว		
ส่งเทศบาล	7	21.2

ข้อมูลทั่วไป	ตัวอย่าง	
	จำนวน	ร้อยละ
ทำปุ๋ยหมัก	11	33.3
อาหารสัตว์	3	9.1
ทำปุ๋ยหมักและอาหารสวัตว์	5	15.2
ส่งเทศบาลและอาหารสัตว์	1	3.0
ส่งเทศบาลและทำปุ๋ยหมัก	1	3.0
ทำทั้ง 3 รูปแบบ	1	3.0
อื่น ๆ	4	12.1
รวม	**33**	**100**
ทราบงบประมาณในการจัดการ/กำจัดเศษอาหารและพืชผักที่เหลือทิ้งจากร้านอาหารและห้องครัว		
ไม่ทราบ	28	84.9
ทราบ	5	15.1
รวม	**33**	**100**
งบประมาณในการจัดการ/กำจัดเศษอาหารและพืชผักที่เหลือทิ้งจากร้านอาหารและห้องครัว		
น้อยกว่า 500 บาทต่อเดือน	0	0
501-2,000 บาทต่อเดือน	2	40
2,001-3,500 บาทต่อเดือน	0	0
3,501-5,000 บาทต่อเดือน	3	60
มากกว่า 5,000 บาทต่อเดือน	0	0
รวม (ทราบข้อมูล)	**5**	**100**
สวนหรือพื้นที่สนามหญ้าของโรงแรม		
ไม่มี	2	6.1
มี	31	93.9
รวม	**33**	**100**
สวนหรือพื้นที่สนามหญ้าของโรงแรม (%)		
น้อยกว่า 5%	0	0
5-30%	11	47.8
31-55%	10	43.5
56-80%	2	8.7
มากกว่า 80%	0	0
รวม	**23**	**100**
ทราบปริมาณเศษใบไม้หรือซากพืชจากสวนและสนามหญ้าของโรงแรม		
ไม่ทราบ	16	48.5
ทราบ	17	51.5
รวม	**33**	**100**
ปริมาณเศษใบไม้หรือซากพืชจากสวนและสนามหญ้าของโรงแรม		
น้อยกว่า 100 กิโลกรัมต่อสัปดาห์	5	29.4

ข้อมูลทั่วไป	ตัวอย่าง	
	จำนวน	ร้อยละ
100-500 กิโลกรัมต่อสัปดาห์	6	35.3
501-1,000 กิโลกรัมต่อสัปดาห์	4	23.5
มากกว่า 1,000 กิโลกรัมต่อสัปดาห์	2	11.8
รวม (ทราบข้อมูล)	**17**	**100**
วิธีจัดการ/กำจัดเศษใบไม้หรือซากพืชจากสวนและสนามหญ้าของโรงแรม		
ส่งเทศบาล	1	3.0
ทำปุ๋ยหมัก	19	57.6
เผา	1	3.0
ส่งเทศบาลและทำปุ๋ยหมัก	1	3.0
ส่งเทศบาลและเผา	1	3.0
ไม่ระบุ	1	3.0
อื่น ๆ	9	27.3
รวม	**33**	**100**
ทราบงบประมาณในการจัดการ/กำจัดเศษใบไม้หรือซากพืชจากสวนและสนามหญ้าของโรงแรม		
ไม่ทราบ	15	45.4
ทราบ	11	33.3
ไม่ระบุ	7	21.2
รวม	**33**	**100**
งบประมาณในการจัดการ/กำจัดเศษใบไม้หรือซากพืชจากสวนและสนามหญ้าของโรงแรม		
น้อยกว่า 500 บาทต่อเดือน	0	0
501-2,000 บาทต่อเดือน	6	66.7
2,001-3,500 บาทต่อเดือน	0	0
3,501-5,000 บาทต่อเดือน	2	22.2
มากกว่า 5,000 บาทต่อเดือน	1	11.1
รวม	**11**	**100**
การใช้ปุ๋ยในการบำรุงรักษาต้นไม้และสนามหญ้าของโรงแรม		
ไม่ทราบ	3	9.1
ไม่ใช้	3	9.1
ใช้ปุ๋ยเคมี	5	15.2
ใช้ปุ๋ยอินทรีย์	13	39.4
ใช้ปุ๋ยเคมีและอินทรีย์	9	27.3
รวม	**33**	**100**
ปริมาณปุ๋ยเคมีที่ใช้		
น้อยกว่า 100 กิโลกรัมต่อปี	5	45.5
101-500 กิโลกรัมต่อปี	3	27.3
501-1,000 กิโลกรัมต่อปี	0	0

ข้อมูลทั่วไป	ตัวอย่าง	
	จำนวน	ร้อยละ
1,001-1,500 กิโลกรัมต่อปี	0	0
มากกว่า 1,500 กิโลกรัมต่อปี	3	27.3
รวม	**11**	**100**
ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้		
น้อยกว่า 100 กิโลกรัมต่อปี	2	18.2
101-500 กิโลกรัมต่อปี	4	36.4
501-1,000 กิโลกรัมต่อปี	1	9.1
1,001-1,500 กิโลกรัมต่อปี	0	0
มากกว่า 1,500 กิโลกรัมต่อปี	4	36.4
รวม	**11**	**100**
ทราบงบประมาณในการซื้อปุ๋ยบำรุงรักษาต้นไม้และสนามหญ้าของโรงแรม		
ไม่ทราบ	15	45.5
ทราบ	14	42.4
ไม่ระบุ	4	12.1
รวม	**33**	**100**
งบประมาณในการซื้อปุ๋ยบำรุงรักษาต้นไม้และสนามหญ้าของโรงแรม		
น้อยกว่า 500 บาทต่อเดือน	2	18.2
501-1,000 บาทต่อเดือน	1	9.1
1,001-1,500 บาทต่อเดือน	2	18.2
1,501-2,000 บาทต่อเดือน	2	18.2
มากกว่า 2,000 บาทต่อเดือน	4	36.4
รวม	**11**	**100**

ผลจากการสัมภาษณ์ด้วยแบบสอบถาม (ตารางที่ 4.3) สามารถสรุปได้ว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 31 คน ระบุว่า โรงแรมมีสวนหรือพื้นที่สนามหญ้า คิดเป็นร้อยละ 93.9 มีเพียง 2 คนเท่านั้น ที่ไม่ทราบว่าโรงแรมมีสวนหรือพื้นที่สนามหญ้าหรือไม่ คิดเป็นร้อยละ 6.1 ทั้งนี้เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่สวนหรือพื้นที่สนามหญ้าจากพื้นที่โรงแรมทั้งหมด มีผู้ตอบแบบสอบถามจำนวนสูงสุด 11 คน ระบุว่า มีพื้นที่สวนหรือพื้นที่สนามหญ้า 5-30 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นร้อยละ 47.8 รองลงมา จำนวน 10 คน ระบุว่า มีพื้นที่สวนหรือพื้นที่สนามหญ้า 31-55 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นร้อยละ 43.5

สำหรับผู้ตอบแบบสอบถามโดย จำนวน 17 คน ทราบข้อมูลปริมาณเศษใบไม้หรือซากพืชจากสวนและสนามหญ้าของโรงแรม คิดเป็นร้อยละ 51.5 ในขณะที่อีก จำนวน 16 คน ไม่ทราบข้อมูลปริมาณเศษใบไม้หรือซากพืชจากสวนและสนามหญ้าของโรงแรม คิดเป็นร้อยละ 48.5 โดยผู้แทนโรงแรม จำนวน 6 คน ทราบข้อมูลปริมาณเศษใบไม้หรือซากพืชจากสวนและสนามหญ้าของโรงแรม มีปริมาณ 100-500 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 35.3 รองลงมา จำนวน 5 คน ทราบปริมาณที่น้อยกว่า 100 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 29.4 และอีกจำนวน 4 และ 2 คน ทราบปริมาณเศษใบไม้หรือซากพืชจากสวนและสนามหญ้าของโรงแรม คิดเป็นร้อยละ 23.5 และ 11.8 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ ตามลำดับ

โดยสามารถคิดเป็นสัดส่วนของเศษใบไม้ที่มีปริมาณมากที่สุด รองลงมา คือ เศษกิ่งไม้ มีในปริมาณระดับกลาง และมีสัดส่วนของวัชพืชน้อยที่สุด

อย่างไรก็ตามจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม 19 คน ระบุว่า โรงแรมมีวิธีจัดการ/กำจัดเศษใบไม้หรือซากพืชจากสวนและสนามหญ้าด้วยการนำไปทำเป็นปุ๋ยหมัก คิดเป็นร้อยละ 57.6 รองลงมา จำนวน 9 คน ที่ระบุว่า โรงแรมมีวิธีจัดการ/กำจัดเศษใบไม้หรือซากพืชจากสวนและสนามหญ้าด้วยวิธีการอื่น ๆ เช่น การทำน้ำหมัก EM การส่งให้เอกชนมารับไปกำจัด การฝังกลบ และทิ้งไว้ในสวนของโรงแรม เป็นต้น คิดเป็นร้อยละ 27.3 นอกจากนี้ยังมีวิธีการกำจัดในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ ส่งให้เทศบาลกำจัด การเผา หรือส่งในเทศบาลกำจัดพร้อมการทำปุ๋ยหมัก และการส่งให้เทศบาลกำจัดพร้อมการเผา เป็นต้น

โดยมีกลุ่มตัวอย่างของโรงแรม จำนวน 15 คน สูงที่สุดที่ไม่ทราบงบประมาณในการจัดการ/จำกัดเศษใบไม้หรือซากพืชจากสวนและสนามหญ้าของโรงแรม คิดเป็นร้อยละ 45.5 และมีจำนวน 11 คนที่ทราบงบประมาณในการจัดการ/จำกัดเศษใบไม้หรือซากพืชจากสวนและสนามหญ้าของโรงแรม คิดเป็นร้อยละ 33.3 และไม่ระบุใด ๆ จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 21.2

อย่างไรก็ตามมีกลุ่มตัวอย่างของโรงแรม จำนวน 6 คน ที่สามารถระบุได้ว่า โรงแรมใช้งบประมาณในการกำจัดประมาณ 3,501-2,000 บาทต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 66.7 และจำนวน 2 คน กล่าวว่า โรงแรมใช้งบประมาณในการจัดการ/จำกัดเศษใบไม้หรือซากพืชจากสวนและสนามหญ้าของโรงแรม 3,501-5,000 บาทต่อเดือน และมี 1 คน ทราบคือ มีจำนวน 9 คน ที่ทราบว่าโรงแรมมีการปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ คิดเป็นร้อยละ 27.3 อีกจำนวน 5 คน ทราบว่าโรงแรมใช้งบประมาณในการจัดการและบำบัดมากกว่า 5000 บาทต่อเดือน (ตารางที่ 4.3)

จากตารางที่ 4.3 มีผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 13 คน สูงที่สุดที่ทราบว่า โรงแรมมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ คิดเป็นร้อยละ 39.4 รองลงมา ว่าโรงแรมมีการใช้ปุ๋ยเคมี คิดเป็นร้อยละ 15.2 และระบุว่า ไม่มีการใช้ปุ๋ยใด ๆ และไม่ทราบข้อมูล จำนวนอย่างละ 3 คนเท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 9.1

ทั้งนี้ผู้แทนโรงแรม จำนวน 5 คนกล่าวว่า โรงแรมมีการใช้ปุ๋ยเคมี น้อยกว่า 100 กิโลกรัมต่อปี คิดเป็นร้อยละ 45.5 และมีจำนวน 3 คนเท่ากัน ที่ระบุว่า โรงแรมมีการใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณ 101-500 และมากกว่า 1,500 กิโลกรัมต่อปี คิดเป็นร้อยละ 27.3 เท่ากัน สำหรับโรงแรมที่มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ พบว่า จำนวน 4 คนเท่ากันที่ให้ข้อมูลว่า โรงแรมใช้ปุ๋ยเคมีปริมาณ 101-500 และ มากกว่า 1,500 กิโลกรัมต่อปี คิดเป็นร้อยละ 36.4 ที่เท่ากัน และ 2 คน ระบุว่า โรงแรมมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ปริมาณที่น้อยกว่า 100 กิโลกรัมต่อปี คิดเป็นร้อยละ 18.2 และ 1 คนเท่านั้น ที่ระบุว่า โรงแรมมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ปริมาณที่ 501-1,000 กิโลกรัมต่อปี คิดเป็นร้อยละ 9.1

โดยมีผู้แทนโรงแรม จำนวน 15 คน ที่ไม่ทราบข้อมูลด้านการใช้งบประมาณในการจัดซื้อปุ๋ยเพื่อบำรุงรักษาต้นไม้และสนามหญ้าภายในโรงแรม จำนวน 14 คน ทราบเรื่องของงบประมาณในการจัดซื้อปุ๋ย และ 4 คน ไม่ระบุข้อมูลใด ๆ คิดเป็นร้อยละ 45.5, 42.4 และ 12.1 ตามลำดับ ทั้งนี้มีผู้ตอบ จำนวน 4 คน ที่ระบุงบประมาณในการจัดซื้อปุ๋ยเพื่อบำรุงรักษาต้นไม้และสนามหญ้าภายในโรงแรม มากกว่า 2,000 บาทต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 36.4 และจำนวน 2 คนที่เท่ากัน ระบุงบประมาณที่ใช้เท่ากับ น้อยกว่า 500, 1,001-1,500 และ 1,501-2,000 บาทต่อเดือน ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 18.2 ที่เท่ากัน และมีจำนวน 1 คนที่ทราบงบประมาณเท่ากับ 501-1,000 บาทต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 9.1

ส่วนที่ 3 การรับรู้และการมีส่วนเกี่ยวข้องกับของเสียในรูปกากไขมันที่เกิดขึ้นภายในโรงแรม

ผลจากการสัมภาษณ์ผู้แทนโรงแรมด้วยแบบสอบถาม (ตารางที่ 4.4) พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม โดยส่วนใหญ่ทราบความหมายหรือเคยได้ยินคำว่า “กากไขมัน” จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 84.9 มีเพียง 5 คน ที่ไม่ทราบว่าเรื่องของกากไขมัน คิดเป็นร้อยละ 15.1 โดยผู้แทนโรงแรมที่ตอบแบบสอบถาม จำนวน 23 คน มีส่วนเกี่ยวข้องหรือรับทราบถึงสภาพปัญหาที่เกี่ยวกับกากไขมันที่เกิดขึ้นภายในโรงแรม คิดเป็นร้อยละ 69.7 และมีที่ไม่ทราบหรือไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการปัญหากากไขมัน จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 30.35 นอกจากนี้ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ ระบุว่า โรงแรมมีระบบการรวบรวมกากไขมัน จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 84.8 โดยมีจำนวน 2 คนที่ระบุว่า โรงแรมไม่มีระบบการจัดการกากไขมัน และอีกจำนวน 3 คน ที่ไม่ทราบว่าโรงแรมมีระบบการรวบรวมกากไขมันหรือไม่ คิดเป็นร้อยละ 6.1 และ 9.1 ตามลำดับ ทั้งนี้โรงแรมมีระบบการรวบรวมกากไขมันรูปแบบบ่อดักไขมันมากที่สุด จำนวนผู้ตอบ 5 คน คิดเป็นร้อยละ 33.3 รองลงมา คือ 1) ถังใต้ซิงค์น้ำ 4 คน 2) ระบบแยก 3 คน (ร้านอาหารและห้องครัว แยกกับเบเกอรี) 3) ระบบรวมทั้งหมด (ร้านอาหารห้องครัว เบเกอรี และอื่น ๆ) 2 คน และ 4) ระบบบ่อบำบัด 1 คน คิดเป็นร้อยละ 26.7, 20.0, 13.3 และ 6.7 ตามลำดับ นอกจากนี้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 7 คน ทราบอัตราส่วนของกากไขมันที่ได้จากห้องครัว : ส่วนเบเกอรี คิดเป็นร้อยละ 21.2 และไม่ทราบจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 18.2 และโดยส่วนใหญ่ จำนวน 20 คน ทราบว่าโรงแรมของตนเองไม่มีส่วนของครัวหรือร้านเบเกอรี คิดเป็นร้อยละ 60.6

อย่างไรก็ตามผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 69.7 ไม่ทราบข้อมูลปริมาณกากไขมันที่เกิดขึ้นภายในโรงแรม ในขณะที่อีก จำนวน 10 คน ทราบข้อมูลปริมาณกากไขมันที่เกิดขึ้นภายในโรงแรม คิดเป็นร้อยละ 30.3 โดยผู้แทนโรงแรม จำนวน 5 คน ทราบข้อมูลปริมาณกากไขมันที่เกิดขึ้นภายในโรงแรม มีปริมาณ 5-7 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 50.0 รองลงมา จำนวน 3 คน ทราบปริมาณกากไขมันที่เกิดขึ้นภายในโรงแรมน้อยกว่า 3 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 30.0 และอีกจำนวน 1 ที่เท่ากัน ทราบปริมาณกากไขมันที่เกิดขึ้นภายในโรงแรม 8-10 และมากกว่า 10 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 10.0 กิโลกรัมต่อวันที่เท่ากัน (ตารางที่ 4.4)

ทั้งนี้ผู้แทนตัวอย่างโรงแรม จำนวน 11 คน แจ้งว่า โรงแรมใช้เวลาในการเก็บรวบรวมกากไขมันก่อนนำไปกำจัด/บำบัดนาน 1-2 สัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 33.3 รองลงมา จำนวน 8 คน ไม่สามารถระบุได้ ร้อยละ 24.2 และอีก 7 คน ระบุว่า โรงแรมใช้เวลาในการเก็บรวบรวมกากไขมันก่อนนำไปกำจัด/บำบัด นานน้อยกว่า 1 สัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 21.2 (ตารางที่ 4.4) นอกจากนี้ มี 4 และ 3 คน ที่แจ้งว่า โรงแรมใช้เวลาในการเก็บรวบรวมกากไขมันก่อนนำไปกำจัด/บำบัด นานมากกว่า 1 เดือน และ ประมาณ 1 เดือน คิดเป็นร้อยละ 12.1 และ 9.1 ตามลำดับ

ปัจจุบันโรงแรมมีวิธีการกำจัดกากไขมันที่เกิดขึ้นโดยรวมไปกับขยะทั่วไป และส่งให้เทศบาลกำจัด จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 24.2 รองลงมา จำนวน 7 คน ที่ระบุว่า วิธีการกำจัดกากไขมันที่เกิดขึ้นจากโรงแรมใช้วิธีการหมักในถังหมักหรือบ่อบำบัดในภายโรงแรม คิดเป็นร้อยละ 21.2 และมีจำนวน 5 คนที่เท่ากัน ระบุว่า โรงแรมมีวิธีการกำจัดกากไขมันที่เกิดขึ้นโดยการฝังกลบในพื้นที่โรงแรม และไม่สามารถระบุได้ คิดเป็นร้อยละ 15.2 ที่เท่ากัน และมีจำนวน 4, 3 และ 1 คน ที่ระบุว่า โรงแรมมีวิธีการกำจัดกากไขมันที่เกิดขึ้น คือ ส่งเอกชนดำเนินการกำจัด มีวิธีการอื่น ๆ และการเติมสารเคมีให้แตกตัวและทิ้งลงลำน้ำสาธารณะหรือทะเล คิดเป็นร้อยละ 12.1, 9.1 และ 3.0 ตามลำดับ โดยผู้แทนโรงแรมโดยส่วนใหญ่ จำนวน 20 คน ไม่ทราบว่าโรงแรมมีงบประมาณในการจัดการ/จำกัดกากไขมันที่เกิดขึ้น คิดเป็นร้อยละ 60.6 ทราบงบประมาณที่ใช้ในการกำจัด จำนวน 7 คน และไม่ระบุ จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 21.2 และ 18.2 ตามลำดับ โดยมีผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 3 คน ที่ระบุงบประมาณในการจัดการ/จำกัดกากไขมันที่เกิดขึ้น ภายในโรงแรม มากกว่า

1,000 บาทต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 42.9 และมีจำนวน 2 คนที่เท่ากัน ระบุงบประมาณที่ใช้ในการจัดการ/จำกัดกากไขมันที่เกิดขึ้นในโรงแรมเท่ากับ 501-1,000 และไม่มีการใช้งบประมาณใด ๆ ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 28.6 ที่เท่ากัน (ตารางที่ 4.4)

อย่างไรก็ตาม ผู้ตอบแบบสอบถาม ทราบว่า โรงแรมมีการใช้สารชีวภาพเติมในท่อระบายน้ำทิ้งหรือในถังดักไขมัน จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 75.8 (ตารางที่ 4.4) โดยมีจำนวน 5 และ 3 คน ที่ระบุว่าโรงแรมไม่มีการใช้สารชีวภาพเติมในท่อระบายน้ำทิ้งหรือในถังดักไขมัน และไม่สามารถระบุได้ คิดเป็นร้อยละ 15.2 และ 9.1 ตามลำดับ นอกจากนี้ผู้แทนโรงแรม จำนวน 4 คน กล่าวว่า มีการเติมสารชีวภาพเติมในท่อระบายน้ำทิ้งหรือในถังดักไขมัน มากกว่า 150 ลิตรต่อกรัมต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 36.4 รองลงมา มีจำนวน 3 คน ระบุว่ามีการเติมสารชีวภาพเติมในท่อระบายน้ำทิ้งหรือในถังดักไขมัน น้อยกว่า 50 ลิตรต่อกรัมต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 27.3 ทั้งนี้มีจำนวน 2 คนที่เท่ากัน ที่กล่าวว่า มีการเติมสารชีวภาพในท่อระบายน้ำทิ้งหรือในถังดักไขมัน 51-100 และ 101-150 ลิตรต่อกรัมต่อเดือน คิดเป็นร้อยละที่เท่ากันเท่ากับ 18.2

ตารางที่ 4.4 การรับรู้และการมีส่วนเกี่ยวข้องกับของเสียในรูปกากไขมันที่เกิดขึ้นภายในโรงแรม

ข้อมูลทั่วไป	ตัวอย่าง	
	จำนวน	ร้อยละ
ความหมายหรือเคยได้ยินคำว่า “กากไขมัน”		
ไม่ทราบ	5	15.2
ทราบ	28	84.8
รวม	**33**	**100**
มีส่วนเกี่ยวข้องหรือรับทราบถึงสภาพปัญหาที่เกี่ยวกับกากไขมันที่เกิดขึ้นภายในโรงแรม		
ไม่ทราบ	10	30.3
ทราบ	23	69.7
รวม	**33**	**100**
โรงแรมมีระบบรวบรวมกากไขมัน		
ไม่มี	2	6.1
มี	28	84.8
ไม่ทราบ	3	9.1
รวม	**33**	**100**
รูปแบบและระบบการรวบรวมกากไขมัน		
ระบบรวมทั้งหมด (ร้านอาหารห้องครัว เบเกอรี และอื่น ๆ)	2	13.3
ระบบแยก (ร้านอาหารและห้องครัว แยกกับเบเกอรี)	3	20.0
รูปแบบถังใต้ซิงค์น้ำ	4	26.7
ระบบบ่อบำบัด	1	6.7
ระบบอื่น ๆ (บ่อดักไขมัน)	5	33.3
รวม	**15**	**100**
ทราบอัตราส่วนของกากไขมันที่ได้จากห้องครัว : ส่วนเบเกอรี		
ไม่ทราบ	6	18.2
ทราบ	7	21.2

ข้อมูลทั่วไป	ตัวอย่าง	
	จำนวน	ร้อยละ
ไม่มีร้านเบเกอรี	20	60.6
รวม	**33**	**100**
ทราบปริมาณกากไขมันที่เกิดขึ้นภายในโรงแรม		
ไม่ทราบ	23	69.7
ทราบ	10	30.3
รวม	**33**	**100**
ปริมาณกากไขมันที่เกิดขึ้นภายในโรงแรม		
น้อยกว่า 5 กิโลกรัมต่อวัน	3	30.0
5-7 กิโลกรัมต่อวัน	5	50.0
8-10 กิโลกรัมต่อวัน	1	10.0
มากกว่า 10 กิโลกรัมต่อวัน	1	10.0
รวม (ทราบข้อมูล)	**10**	**100**
ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมกากไขมันก่อนนำไปกำจัด/บำบัด		
น้อยกว่า 1 สัปดาห์	7	21.2
1-2 สัปดาห์	11	33.3
ประมาณ 1 เดือน	3	9.1
มากกว่า 1 เดือน	4	12.1
ไม่ระบุ	8	24.2
รวม	**33**	**100**
วิธีการจัดการ/กำจัดกากไขมัน		
ส่งเทศบาล	8	24.2
การเติมสารเคมีให้แตกตัวและทิ้งลงลำน้ำสาธารณะ/ทะเล	0	0
ฝังกลบในพื้นที่โรงแรม	5	15.2
หมักในถังหมักหรือบ่อบำบัดในภายโรงแรม	7	21.2
ส่งเอกชนดำเนินการกำจัด	4	12.1
เติมสารเคมีและทำปุ๋ยหมัก	1	3.0
อื่น ๆ	3	9.1
ไม่ระบุ	5	15.2
รวม	**33**	**100**
ทราบงบประมาณในการจัดการ/กำจัดกากไขมัน		
ไม่ทราบ	20	60.6
ทราบ	7	21.2
ไม่ระบุ	6	18.2
รวม	**33**	**100**
งบประมาณในการจัดการ/กำจัดกากไขมัน		
ไม่มีการใช้งบประมาณ	2	28.56

ข้อมูลทั่วไป	ตัวอย่าง	
	จำนวน	ร้อยละ
น้อยกว่า 500 บาทต่อเดือน	0	0
501-1,000 บาทต่อเดือน	2	28.6
มากกว่า 1,000 บาทต่อเดือน	3	42.9
รวม (ทราบข้อมูล)	**7**	**100**
การใช้สารชีวภาพเติมในท่อระบายน้ำทิ้งหรือในถังดักไขมัน		
ไม่มี	5	15.2
มี	25	75.7
ไม่ระบุ	3	9.1
รวม	**33**	**100**
ปริมาณการใช้สารชีวภาพเติมในท่อระบายน้ำทิ้งหรือในถังดักไขมัน		
น้อยกว่า 50 ลิตรต่อกรัมต่อเดือน	3	27.3
51-100 ลิตรต่อกรัมต่อเดือน	2	18.2
101-150 ลิตรต่อกรัมต่อเดือน	2	18.2
มากกว่า 150 ลิตรต่อกรัมต่อเดือน	4	36.4
รวม	**11**	**100**

ส่วนที่ 4 ความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบการกำจัด/บำบัดกากไขมันภายในโรงแรม

จากการสัมภาษณ์เพื่อทราบการแสดงความคิดเห็นของผู้แทนโรงแรม (ตารางที่ 4.5) พบว่า ผู้แทนโรงแรมหรือผู้ตอบแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่ จำนวน 31 คน เกือบทั้งหมดเห็นควรว่า โรงแรมควรมีระบบการกำจัด/บำบัดกากไขมัน คิดเป็นร้อยละ 93.9 และมี 2 คนเท่านั้นที่ไม่สามารถแสดงความคิดเห็นได้ว่า โรงแรมควรมี หรือไม่ควรมีระบบการกำจัด/บำบัดกากไขมัน คิดเป็นร้อยละ 6.1

สำหรับจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 33 คน พบว่า มีจำนวนถึง 31 คน ที่แสดงความคิดเห็นว่าโรงแรมควรมีระบบกำจัด/บำบัดกากไขมันด้วยการนำไปใช้เป็นปุ๋ยเพื่อปรับปรุงบำรุงดิน คิดเป็นร้อยละ 93.9 และมี 2 คนที่ไม่สามารถแสดงความคิดเห็นหรือไม่สามารถระบุได้ คิดเป็นร้อยละ 6.1 ซึ่งเป็นการแสดงความคิดเห็นเช่นเดียวกับที่เห็นควรที่โรงแรมจะต้องมีระบบการกำจัด/บำบัดกากไขมัน (ตารางที่ 4.5)

ทั้งนี้ผู้แทนโรงแรม จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 75.8 (ตารางที่ 4.5) แจ้งว่า เห็นควรว่า หากโครงการศึกษาในครั้งนี้ สามารถผลิตหรือสร้างถังต้นแบบเพื่อทำปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินจากกากไขมันได้ โรงแรมจะพิจารณาและนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป และมีจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 18.2 ที่ยังไม่แน่ใจว่าจะนำถังต้นแบบเพื่อทำปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินจากกากไขมันไปใช้ประโยชน์ และอีก 2 คน คิดเป็นร้อยละ 6.1 ที่ยังไม่สามารถระบุได้

ส่วนการแสดงความคิดเห็นด้านขนาดของถังต้นแบบ หรือถังหมักกากไขมันเพื่อใช้ทำปุ๋ย พบว่า ผู้แทนโรงแรม จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 57.6 คิดว่าขนาดถังหมักที่เหมาะสมควรมีปริมาตร 200 ลิตร รองลงมาผู้แทนโรงแรม จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 24.2 คิดว่าขนาดถังหมักที่เหมาะสมควรมีปริมาตร 100 ลิตร นอกจากนี้ มี 4 และ 1 คน ที่ไม่สามารถระบุขนาดถังหมักที่ต้องการได้ และถังหมักปุ๋ยควรมีขนาด 50 ลิตร ลำดับ หรือสามารถคิดเป็นร้อยละ 12.1 และ 3.0 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5)

โดยผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 20 คน ไม่สามารถระบุจำนวนถังที่ต้องใช้ประโยชน์ได้ ในขณะที่ผู้เข้าร่วมประชุม จำนวน 7, 4 และ 2 คน ต้องการมีถังต้นแบบเพื่อใช้ประโยชน์ จำนวน 1-2, 3-4 และ 5-6 ถัง ตามลำดับ และสามารถคิดเป็นร้อยละ 21.2, 12.1 และ 6.1 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5)

นอกจากนี้ ผู้แทนโรงแรมหรือผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 14 คน ให้ความคิดเห็นว่า ถังหมักต้นแบบ 1 ถังที่มีความเหมาะสมต่อการจัดการ/กำจัดกากไขมันภายในโรงแรม ควรใช้งบประมาณในการผลิตถังหมักประมาณ 3,000-5,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 42.4 รองลงมา กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน คิดว่าถังหมักต้นแบบ 1 ถัง ควรใช้งบประมาณในการผลิตถังหมัก ต่ำกว่า 3,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 30.3 โดยจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 33 คน มี 5 คน ที่ไม่สามารถระบุการให้ข้อมูลได้ และมีจำนวน 3 คน ที่คิดว่า การผลิตถังต้นแบบที่ดีควรใช้งบประมาณในการลงทุนทำถังมากกว่า 5,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 9.1 และมี 1 คน ที่ขอพิจารณารูปแบบถังต้นแบบก่อนการตัดสินใจนำไปใช้ประโยชน์ หรือคิดเป็นร้อยละ 3.0 (ตารางที่ 4.5)

อย่างไรก็ตาม ขนาดถังต้นแบบ 200 ลิตรที่ทางโครงการวิจัยพิจารณาออกแบบไว้นั้น พบว่า มีความครอบคลุมทั้งในกรณี Average และ Extreme Cases ตามข้อมูลการสำรวจสภาพการณ์ปัจจุบันของกากไขมันที่เกิดขึ้นในพื้นที่โรงแรมของเกาะสมุย

ตารางที่ 4.5 ความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบการกำจัด/บำบัดกากไขมันภายในโรงแรม

ข้อมูลทั่วไป	ตัวอย่าง	
	จำนวน	ร้อยละ
โรงแรมควรมีระบบการกำจัด/บำบัดกากไขมัน		
ไม่ควรมี	0	0
ควรมี	31	93.9
ไม่ระบุ	2	6.1
รวม	**33**	**100**
โรงแรมมีระบบกำจัด/บำบัดกากไขมัน ด้วยการนำไปใช้เป็นปุ๋ยเพื่อปรับปรุงบำรุงดิน		
ไม่เห็นด้วย	0	0
เห็นด้วย	31	93.9
ไม่ระบุ	2	6.1
รวม	**33**	**100**
หากมีถังต้นแบบเพื่อทำปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินจากกากไขมันโรงแรมท่านจะนำไปใช้		
ไม่ใช้	0	0
ใช้	25	75.7
ไม่แน่ใจ	6	18.2
ไม่ระบุ	2	6.1
รวม	**33**	**100**
ขนาดถังต้นแบบเพื่อทำปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินจากกากไขมันที่เหมาะสม		
50 ลิตร	1	3.0
100 ลิตร	8	24.2
150 ลิตร	1	3.0
200 ลิตร	19	57.6

ข้อมูลทั่วไป	ตัวอย่าง	
	จำนวน	ร้อยละ
ไม่ระบุ	4	12.1
รวม	**33**	**100**
จำนวนถังต้นแบบเพื่อทำปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินจากกากไขมัน		
1-2 ถัง	7	21.2
3-4 ถัง	4	12.1
5-6 ถัง	2	6.1
ไม่ระบุ	20	60.6
รวม	**33**	**100**
งบประมาณผลิตถังหมักต้นแบบ 1 ถังที่มีความเหมาะสมต่อการจัดการ/กำจัดกากไขมันภายในโรงแรม		
ต่ำกว่า 3,000 บาท	10	30.3
3,001-5,000 บาท	14	42.4
มากกว่า 5,000 บาท	3	9.1
ไม่ระบุ	5	15.2
อื่น ๆ	1	3.0
รวม	**33**	**100**

อย่างไรก็ตาม ผู้แทนโรงแรมต่าง ๆ ยังได้แสดงความคิดเห็นว่า โรงแรมควรมีระบบการกำจัด/บำบัดกากไขมัน เนื่องจากหลายเหตุผล ดังนี้

1) สามารถช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อม
2) ลดภาระการนำไปกำจัดของเทศบาล
3) ช่วยแก้ไขปัญหาการกำจัดกากไขมันได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น
4) โรงแรมที่มีห้องครัวจะมีไขมันค่อนข้างหรือปริมาณมาก
5) ไม่ต้องการให้เกิดกลิ่นรบกวนลูกค้าที่มาพัก
6) ช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมและอาจช่วยขจัดปัญหาเรื่องกลิ่นจากไขมันได้
7) กากไขมัน ต้องใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายนาน
8) สามารถช่วยลดปัญหาไขมันในบ่อพักให้น้อยลงเนื่องจากมีปริมาณมากในปัจจุบัน
9) กากไขมันเป็นของเสียที่ควรนำไปใช้ประโยชน์เพื่อประหยัดค่าใช้จ่าย
10) กากไขมันมักสร้างปัญหาหลายด้านรวมถึงด้านสิ่งแวดล้อม
11) ช่วยลดปัญหากากไขมันที่อาจทำให้เมืองสมุยน่าอยู่มากขึ้น
12) ควรมีระบบกำจัด เพราะไม่เช่นนั้นท่อน้ำจะตันเร็วขึ้น
13) อยากลดต้นทุนในการกำจัดและส่งเสริมให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ไม่ก่อให้เกิดปัญหาการกำจัดในอนาคต เนื่องจากมีปริมาณกากไขมันเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

ทั้งนี้ ผู้แทนโรงแรมต่าง ๆ ยังได้แสดงความคิดเห็นว่า ควรมีระบบกำจัด/บำบัดกากไขมัน ด้วยการนำไปใช้เป็นปุ๋ยเพื่อปรับปรุงบำรุงดินภายในโรงแรม เนื่องจาก

1) โรงแรมมีพื้นที่เป็นสวน และสนามหญ้ามาก
2) การทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันเป็นการกำจัดกากไขมันอย่างถาวร

3) สามารถใช้ประโยชน์จากกากไขมันได้อย่างเต็มที่
4) ลดค่าใช้จ่าย และลดกลิ่นเหม็นในโรงแรม
5) ต้องการให้มีการนำกากไขมันมาใช้ประโยชน์ได้อย่างสูงสุด
6) สามารถช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมี และลดต้นทุนค่าใช้จ่าย
7) เป็นการนำของเสียกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีก
8) สามารถทำสิ่งที่ไม่มีประโยชน์ให้เป็นประโยชน์
9) ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม และสามารถนำกากไขมันไปเป็นปุ๋ยบำรุงต้นไม้
10) สามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายของโรงแรม
11) กรณีที่ตัวตะกวดสามารถกินกากไขมันได้ หากแต่ถ้าไม่มีก็จะไม่มีที่กำจัด
12) ช่วยลดการใช้จุลินทรีย์และค่าใช้จ่าย
13) พื้นที่ของโรงแรมกว้างมาก หรือมีพื้นที่สีเขียวมาก จึงจำเป็นที่ต้องการปุ๋ยจำนวนมาก
14) จะได้มีวิธีการกำจัดกากไขมันอย่างยั่งยืน และสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีกด้วย

นอกจากนี้ หากโครงการฯ มีการพัฒนา และสร้าง หรือผลิตถังต้นแบบ เพื่อใช้ในการทำปุ๋ยหมักปรับปรุงบำรุงดินจากกากไขมัน ผู้แทนโรงแรมหลาย ๆ ท่านจะนำไปใช้ประโยชน์ โดยให้เหตุผล ดังนี้

1) เนื่องจากมีความจำเป็นมาก เพราะมีความต้องการในการกำจัด และลดปริมาณกากไขมัน และขยะอื่น ๆ
2) ต้องการทราบผลการทดลอง ที่หลากหลายรูปแบบ ทั้งนี้เพื่อผลประโยชน์ที่ดีและมีความเหมาะสมที่สุด
3) สามารถควบคุมคุณภาพปุ๋ยได้ และมีความปลอดสารพิษ
4) เพื่อการทดสอบเป็นต้นแบบ และนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ และเพื่อลดค่าใช้จ่าย
5) ควรหาข้อสรุปที่มีความเหมาะสมต่อการดำเนินงานของโรงแรม และง่ายต่อการปฏิบัติ
6) อาจจะนำถังต้นแบบไปใช้ เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงบำรุงดินให้ดีขึ้น
7) ผู้บริหารของโรงแรมให้ความสำคัญ และให้การสนับสนุนงานทางด้านการกำจัดกากไขมัน อันเกิดจากกิจกรรมของโรงแรมเป็นอย่างมาก
8) ปัจจุบันโรงแรมกำลังมองหา และศึกษาเกี่ยวกับการกำจัดกากไขมันอยู่แล้ว

4.3 ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

4.3.1 การศึกษาสมบัติเบื้องต้นของกากไขมัน

โครงการได้ดำเนินการรวบรวม และเก็บตัวอย่างกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลาง และขนาดย่อมต่าง ๆ ในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยได้พิจารณาจากแหล่งที่มาของการใช้ไขมันเป็นหลัก ประกอบด้วย 1) กากไขมันที่ได้จากการประกอบอาหาร (กากไขมันจากครัวอาหาร) และ 2) กากไขมันที่ได้จากการทำขนมประเภทเบเกอรี (กากไขมันจากครัวอาหารและเบเกอรี) (ตารางที่ 4.6) ประกอบกับในบางโรงแรมมีการจัดการกากไขมันในเบื้องต้นด้วยการใช้เอนไซม์ (จุลินทรีย์) แบบซองที่มีขายในเชิงพาณิชย์มาละลายน้ำตามอัตราส่วน และบางโรงแรมมีการทำน้ำหมักจากของเหลือ หรือเศษวัสดุเหลือใช้จากโรงครัว จากสวน โดยทำการผลิตไว้ใช้เองภายในโรงแรม ซึ่งได้มีการนำน้ำหมักต่าง ๆ ไปใช้ประโยชน์ภายในโรงแรม อาทิ มีการใช้น้ำหมักราดพื้นครัว ล้างลานรถ และล้างห้องน้ำ โดยเฉพาะนำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการการหมักปุ๋ยหมักจากกากไขมัน อย่างไรก็ตามได้มีการปล่อยน้ำทิ้งจากการทำน้ำหมักดังกล่าวลงสู่ระบบบ่อดักไขมันด้วย ทั้งนี้สามารถจำแนกลักษณะ และสมบัติเบื้องต้นของกากไขมันที่เกี่ยวข้อง ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.7 โดยกากไขมันที่นำมาวิเคราะห์สมบัติเบื้องต้นนั้น ผลจากการสำรวจ และสัมภาษณ์ พบว่า ผู้บริหารของโรงแรมขนาดกลาง และขนาดย่อมที่ให้ตัวอย่างกากไขมันมาทำการวิเคราะห์ มีนโนบายที่ชัดเจนในการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม เพื่อความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Friendly) โดยส่วนมากมีการคัดแยกวัสดุอินทรีย์เหลือทิ้งจากห้องครัว เบเกอรี และเศษวัสดุจากสวน และนำไปใช้ประโยชน์ในรูปปุ๋ยหมักอยู่บ้างแล้ว แต่อย่างไรก็ตามในส่วนของปริมาณกากไขมันที่เกิดขึ้นในทุก ๆ โรงแรมของพื้นที่เกาะสมุย พบว่า ยังประสบและเป็นปัญหาในกระบวนการของการจัดการและการบำบัดที่ถูกต้อง เหมาะสม และในบางโรงแรมพบว่า มีกลิ่นรบกวน ดังนั้นผู้ประกอบการโรงแรมขนาดกลาง และขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี จึงยินยอมลงทุนในการสั่งซื้อเอนไซม์หรือจุลินทรีย์แบบซองมาใช้ผสมเพื่อทำน้ำหมัก และ/หรือนำมาใช้ในกระบวนการของการจัดการกากไขมันเบื้องต้น ซึ่งสามารถช่วยลดปริมาณกากไขมันลงได้บ้าง หากแต่ปัญหาเรื่องกลิ่น และขั้นตอนการนำไปกำจัดนั้นยังคงเป็นปัญหาของโรงแรมขนาดกลาง และขนาดย่อมในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี อยู่ในปัจจุบัน

ตารางที่ 4.6 แหล่งที่มาของกากไขมันชนิดต่าง ๆ

กากไขมัน/โรงแรม	จากครัวอาหาร	จากครัวเบเกอรี	มีการจัดการกากไขมันในเบื้องต้น*
1. กากไขมัน A จากโรงแรมบันยันทรี	✓	✓	✗
2. กากไขมัน B จากโรงแรมท้องทราย	✓	✓	✓
3. กากไขมัน C จากโรงแรมเมืองสมุย สปารีสอร์ท ครั้งที่ 1 (เดือนกุมภาพันธ์ 2560)	✓	✗	✓
4. กากไขมัน D จากโรงแรมละไมวันทา	✓	✗	✓
5. กากไขมัน E จากโรงแรมเมืองสมุย สปารีสอร์ท ครั้งที่ 2 (เดือนกรกฎาคม 2560)	✓	✗	✓
6. กากไขมัน F จากโรงแรมเดอะ ซิกเซ้นส์	✓	✓	✗

หมายเหตุ: *การใช้เอนไซม์ (จากจุลินทรีย์) แบบซองที่มีขายในเชิงพาณิชย์

ตารางที่ 4.7 สมบัติเบื้องต้นของกากไขมันที่เกี่ยวข้อง

พารามิเตอร์	กากไขมัน					
	A	B	C	D	E	F
1. ความเป็นกรดเป็นด่าง*	4	5	5	5	5	4
2. การนำไฟฟ้า (μs/cm, $\bar{X}\pm$S.D.)	78.90	121.67	25.10	19.27	997.50	37.27
	±9.51	±6.81	±1.21	±0.68	±0.71	±5.05
3. ความชื้น (%, $\bar{X}\pm$S.D.)	72.22	57.97	29.09	44.95	75.64	69.33
	±9.90	±1.21	±3.31	±15.76	±1.61	±0.64
4. คาร์บอนอินทรีย์ (Organic Carbon, %, $\bar{X}\pm$S.D.)	31.74	9.08	26.15	37.91	65.27	53.84
	±19.53	±3.29	±7.39	±1.75	±5.96	±4.57
5. ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen, %, $\bar{X}\pm$S.D.)	0.37	0.65	0.10	0.41	0.37	0.40
	±0.021	±0.040	±0.050	±0.028	±0.052	±0.019
6. ไนโตรเจนที่ละลายน้ำได้ (Soluble Nitrogen,%, $\bar{X}\pm$S.D.)	1.33	9.00	0.38	0.74	4.63	0.76
	±0.30	±1.63	±0.07	±0.39	±0.45	±0.17
7. ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorous, %, $\bar{X}\pm$S.D.)	3.11	1.01	0.45	1.08	2.32	1.48
	±0.32	±0.08	±0.05	±0.10	±0.50	±0.47
8.โพแทสเซียมทั้งหมด (Total Potassium)	-	-	-	-	0.07	-
	-	-	-	-	±0.01	-
9. ปริมาณไขมันและน้ำมัน (FOG , %w/w $\bar{X}\pm$S.D.)	11.03	85.32	60.88	34.11	80.96	71.54
	±3.82	±3.69	±5.94	±5.90	±11.34	±2.68
10. กรดไขมันอิสระ (%Free Fatty Acid, FFA, $\bar{X}\pm$S.D.)	77.16	19.55	22.05	63.55	14.69	23.44
	±2.90	±0.53	±3.46	±2.71	±3.55	±4.04

หมายเหตุ: * วัดด้วย pH paper

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ค่าพีเอชของกากไขมันในแต่ละแหล่งมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก โดยพบว่า อยู่ในช่วงของความเป็นกรดเล็กน้อย ประมาณ 4-5 ซึ่งคาดว่าเกิดจากการย่อยสลายของเศษอาหาร และกากไขมันได้กรดอินทรีย์อิสระเกิดขึ้นด้วย ส่วนค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายเป็นการระบุถึงการมีไอออนที่ละลายน้ำได้ ซึ่งมาจากสารอนินทรีย์เป็นส่วนมาก โดยตัวอย่างกากไขมัน E จากโรงแรมเมืองสมุย สปารีสอร์ท ครั้งที่ 2 พบว่า มีค่าการนำไฟฟ้าสูงมาก 997.50 ± 0.71 μS/cm แต่อย่างไรก็ตามค่าดังกล่าวยังจัดได้ว่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานค่าการนำไฟฟ้าของการทำปุ๋ยหมักที่ห้ามนำมาใช้ คือ ต้องไม่เกิน 3.5 dS/m ($3.5*10^3$μS/cm, มุกดา 2545) สำหรับค่าการนำไฟฟ้าของกากไขมัน D จากโรงแรมละไมวันทา มีค่าต่ำสุด ทั้งนี้อาจมีผลมาจากโรงแรมดังกล่าวมีการลดการใช้สารซักล้างในห้องครัว สามารถนำไปอบรมให้กับผู้ประกอบการรายอื่น ๆ ปฏิบัติ ซึ่งเป็น Concept of Green Hotel ของกรมส่งเริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม และมีการใช้น้ำหมักเป็นสารทดแทน

ส่วนปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ของตัวอย่างกากไขมันจากโรงแรมต่าง ๆ พบว่า อยู่ในช่วง 9.08-65.27% หรือกล่าวได้ว่า กากไขมันจากแหล่ง A-F มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์เฉลี่ยเท่ากับ 37.33$\pm$20.04% กากไขมัน B จากโรงแรมท้องทราย และกากไขมัน E จากโรงแรมเมืองสมุย สปารีสอร์ท ครั้งที่ 2 คาดว่ามาจากความหลากหลายของอาหาร และจำนวนผู้ที่เข้าพักมากหรือน้อย จึงทำให้กากไขมันจากโรงแรมมีความแปรเปลี่ยนได้ สำหรับปริมาณไนโตรเจน เฉลี่ยจากกากไขมัน A-F เท่ากับ 0.38$\pm$0.17% ซึ่งจัดได้ว่ามีปริมาณค่อนข้างต่ำ จึงจำเป็นที่อาจจะต้องมีการเติมวัสดุหมักอื่น ๆ เพื่อให้มีอัตราส่วน C:N ให้เหมาะสมกับการทำปุ๋ยหมัก

จากผลการวิเคราะห์สมบัติเบื้องต้นของกากไขมันที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปประเด็นปัญหาของกากไขมันที่เป็นอยู่ เช่น ความผันแปรจากหลายแหล่งที่มา จากประเภทของอาหารที่โรงแรมจัดทำ การคัดแยกไขมันและน้ำมัน เป็นต้น จากประเด็นปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขได้ดังนี้

1) ผู้ปฏิบัติต้องเข้าใจหลักการจัดการเบื้องต้น เพื่อประยุกต์ให้เหมาะสมกับวัสดุที่มี และกำลังคนงานที่มีในการทำหมักปุ๋ย เนื่องจากมีปัญหาเรื่องกลิ่นรบกวนแขกที่มาพัก ต้องพยายามให้จุลินทรีย์แบบไม่ใช้อากาศเจริญเติบโตได้น้อยที่สุด ตัวอย่างเช่น ควรเติมสารปรับปรุงเพิ่มในกรณีที่ผสมกับวัสดุหมักแล้ว pH สูงกว่า 5 มาก ซึ่งควรเพิ่มปริมาณสารปรับปรุงให้เหมาะสม เช่น ใช้กากไขมันต่อสารปรับปรุงในอัตราส่วน 1 : 1.1 เป็นต้น ตลอดจนการปั่นกวนให้เข้ากันเพื่อเติมอากาศมากขึ้น

2) กรณีที่ผสมกับวัสดุหมักแล้ว pH ต่ำกว่า 5 ควรลดปริมาณสารปรับปรุงให้เหมาะสม เช่น ใช้กากไขมันต่อสารปรับปรุงในอัตราส่วน 1.1 : 1 เป็นต้น

ทั้งนี้เมื่อทำการจำแนกกากไขมันที่มีแหล่งที่มาของน้ำเสียจากครัวอาหาร และเบเกอรี พบว่า ปริมาณของน้ำมันและไขมัน (FOG) จากกากไขมันจากแหล่ง B และ F ซึ่งมีครัวเบเกอรีมีปริมาณสูงมาก ซึ่งเป็นข้อบ่งชี้ได้ว่า น้ำเสียจากการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรีที่มีการใช้นม เนย และไขมันต่าง ๆ มาก รวมทั้งมีการชำระล้างภาชนะต่าง ๆ ทำให้น้ำเสียมีกากไขมันสูงกว่าจากแหล่งที่มีห้องครัวเพียงอย่างเดียว ยกเว้นกากไขมันจากแหล่ง E หรือจากโรงแรมเมืองสมุย สปารีสอร์ท ครั้งที่ 2 พบว่า มีปริมาณ FOG สูงขึ้น และมากกว่าในครั้งที่ 1 มาก ทั้งนี้คาดว่าอาจมีสาเหตุมาจากเป็นช่วงฤดูร้อนที่มีผู้มาใช้บริการจากร้านอาหาร และร้านเบเกอรีมากขึ้น โดยเฉพาะนักท่องเที่ยวภายในประเทศนอกจากนี้พบว่า กากไขมัน A มีลักษณะทางกายภาพที่เห็น คือ มีเศษอาหาร และเศษผักปนในกากไขมันด้วย ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้มีปริมาณ FOG ต่ำกว่าโรงแรมอื่น ๆ

จากการวิเคราะห์ค่าบีโอดี (Biological Oxygen Demand) ของส่วนที่ละลายน้ำออกมาจากกากไขมันแต่ละแหล่งนั้น พบว่า ค่าบีโอดีของกากไขมันชุดแรก คือ A, B และ C มีค่าเท่ากับ 98,250 241,875 และ 55,500 mg/L ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่า FOG พบว่า ค่า FOG ของกากไขมัน B สูงที่สุด จึงส่งผลให้มีค่าบีโอดีสูงตามไปด้วย ทั้งนี้จะพบว่า ค่า FOG ของกากไขมัน C สูงกว่ากากไขมัน A แต่ค่าบีโอดีของกากไขมัน C ต่ำกว่ากากไขมัน A อาจเป็นผลมาจากโรงแรม A ไม่มีการจัดการกากไขมันเบื้องต้น ซึ่งค่าบีโอดีเป็นค่าความต้องการใช้ออกซิเจนทางชีวเคมีของจุลินทรีย์แบบใช้อากาศในส่วนที่ละลายน้ำได้เท่านั้น ดังนั้นโครงการจึงทำการวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid, FFA) ในรูปของกรดโอเลอิกด้วย และพบว่า ปริมาณ FFA อยู่ในช่วง 14.69-77.16%

ทั้งนี้สมบัติของกากไขมัน ขึ้นอยู่กับประเภทของอาหารที่โรงแรมจัดทำ และการจัดการกวาดเศษอาหารในเบื้องต้น การคัดแยกน้ำมันที่ผ่านการใช้งานแล้ว หรือเช็ดคราบไขมันแทนการชำระล้างลงท่อน้ำทิ้ง และเข้าสู่บ่อดักไขมันโดยตรง เพราะลดการเกิดการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศ

4.3.2 การเตรียมกากไขมันขั้นต้น (Pretreatment)

การใช้วัสดุปรับปรุงกากไขมันให้เหมาะสม ก่อนเข้าสู่กระบวนการหมัก โดยทำการทดลองแบบไม่เติมวัสดุปรับปรุงกากไขมันใด ๆ เป็นชุดควบคุม และเลือกวัสดุใช้ปรับปรุงกากไขมัน จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ กรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) กรดไนตริก (HNO_3) และน้ำหมักจากเกาะสมุยหรือ EM (โรงแรมตัวอย่างจากเกาะสมุย) ซึ่งเป็นการเลือกใช้วัสดุจากท้องถิ่น โดยได้รับจากการเสนอในการประชุมเปิดตัวโครงการ “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” เมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม 2560 โดยในการทดลองครั้งนี้ได้ทำการเติมวัสดุปรับปรุงกากไขมันทั้ง 3 ชนิด ในอัตราส่วน ไขมัน 1 กรัม ต่อวัสดุปรับปรุงกากไขมัน 1 มิลลิลิตร และทำการปั่นกวนหรือใช้แรงเชิงกลให้ไขมันเกิดการแตกและกระจายตัว ซึ่งเป็นเทคนิคจำเป็นที่ต้องกระทำในเบื้องต้น การปั่นกวนหรือใช้แรงงานคนขึ้นกับโรงแรม สามารถใช้เครื่องปั่นกวน หรือ แรงงานคนปฏิบัติ ถ้ามีการปั่นที่ดี กากไขมันจะกระจายตัวสัมผัสกับสารปรับปรุง และเป็นการเติมอากาศ ทำให้ลดการย่อยสลายแบบไร้อากาศ (Anaerobic Degradation) ซึ่งเป็นสาเหตุของกลิ่นเหม็นได้ และเพื่อให้วัสดุปรับปรุงกากไขมันเข้าสัมผัสกับกากไขมันได้อย่างทั่วถึง และยังสามารถช่วยลดปัญหาเรื่องกลิ่นเหม็นรุนแรงของกากไขมันได้บ้าง เพราะมีการสัมผัสอากาศได้ จากขั้นตอนการปั่นกวนได้มีเกณฑ์เพื่อพิจารณาสำหรับการนำไปใช้จริง ดังนี้

1) ควรทำการตักกากไขมันบ่อยครั้ง ถ้ามีความสามารถควรตักทิ้งทุกวัน และนำมาเติมสารปรับปรุงทันที กรณีที่ไม่มีแรงงานตักกากทันทีก็ไม่ควรสะสมไว้ในบ่อดักไขมันไว้นานเกินไป เพราะจะทำให้เกิดการรวมตัวของกากไขมัน หรือกากไขมันมีการจับกันเป็นก้อนที่เป็นเกลือแคลเซียมกับกรดไขมันที่ไม่ละลายในน้ำเสีย ทำให้มีกากไขมันมีพื้นที่ผิวสัมผัสกับน้ำน้อยที่สุด และยังเกิดสภาวะไร้ออกซิเจนในก้อนกากไขมัน ทำให้จุลินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจนสามารถเจริญเติบโตได้ดี ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นเหม็นตามมา ไม่ควรสะสมกากไขมันไว้ในบ่อดักไขมันไว้นานเกินไป เพราะจะทำให้เกิดการรวมตัวของกากไขมัน หรือกากไขมันมีการจับกันเป็นก้อนไม่ละลายในน้ำเสีย และทำให้มีกากไขมันมีพื้นที่ผิวสัมผัสกับน้ำน้อยที่สุด

2) เมื่อตักกากไขมันออกจากบ่อดักไขมันแล้ว ไม่สามารถนำไปหมักปุ๋ยหมักได้ทันที จำเป็นต้องทำการปั่นกวนให้กระจายตัวให้ออกซิเจนสัมผัสกับกากไขมัน หรือเติมวัสดุปรับปรุงกากไขมันที่เป็นตัวกลางช่วยการกระจาย เช่น สารลดแรงตึงผิว น้ำยาล้างจาน และกรดอ่อนบางชนิด เพื่อช่วยลดการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน

ทั้งนี้สามารถสรุปบทบาทของวัสดุปรับปรุงกากไขมัน ได้ดังนี้

1) กรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) เข้มข้น 1 โมลาร์ ซึ่งการปรับปรุงกากไขมันด้วยกรดชนิดนี้ เป็นข้อดีต่อการเป็นปุ๋ย เพราะช่วยในการเพิ่มธาตุอาหารหลักประเภทฟอสฟอรัสให้แก่พืช เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ นอกจากนี้ สภาพกรดสามารถช่วยให้เกิดไฮโดรไลซิส และทำให้กากไขมันให้มีขนาดเล็กลง

2) กรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้น 1 โมลาร์ มีข้อดีคล้ายกันกับกรดฟอสฟอริก แต่เปลี่ยนเป็นการเพิ่มธาตุอาหารหลักประเภทไนโตรเจน แทนฟอสฟอรัส

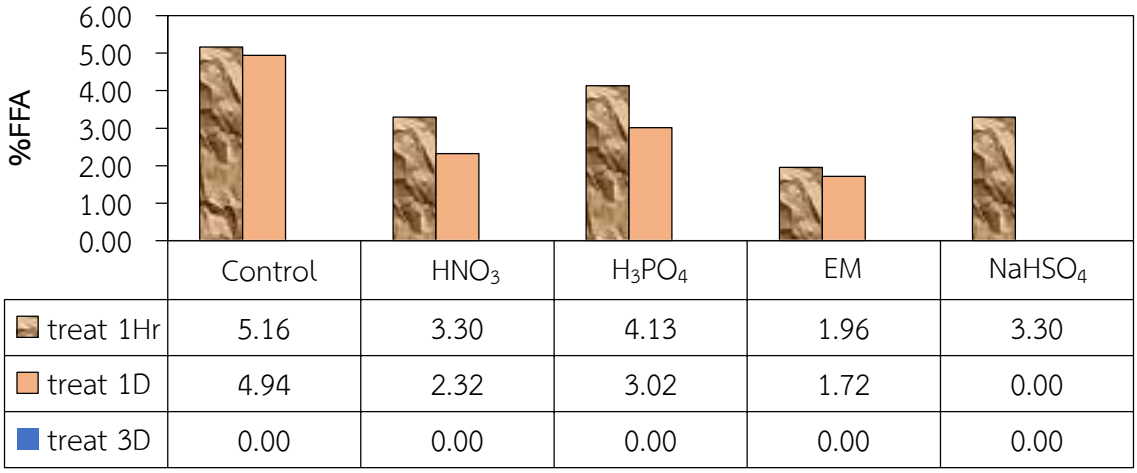
3) น้ำหมัก (โรงแรมตัวอย่างจากเมืองสมุย) ใช้ในอัตราส่วน 1 : 1 โดยปริมาตร น้ำหมักที่ใช้มีฤทธิ์เป็นกรดอ่อนซึ่งจากการวิเคราะห์ค่าพีเอช มีค่าเท่ากับ 5 ช่วยให้กากไขมันเกิดไฮโดรไลซิสได้ดีขึ้น

4) วัสดุปรับปรุงกากไขมันทั้ง 3 ชนิด ช่วยให้กากไขมันมีความเป็นเนื้อเดียวกันมากขึ้น ความหนืดลดลง สามารถนำมาคลุกเคล้ากับวัสดุเหลือใช้ได้ง่ายขึ้น และมีกลิ่นลดลงบ้าง

5) เมื่อเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพ ความแตกต่างของกากไขมัน ก่อน และหลังเติมวัสดุที่ใช้ปรับปรุงทั้ง 3 ชนิด ในขั้นนี้ ที่ใช้เวลาสัมผัส 1 ชั่วโมง ไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจน

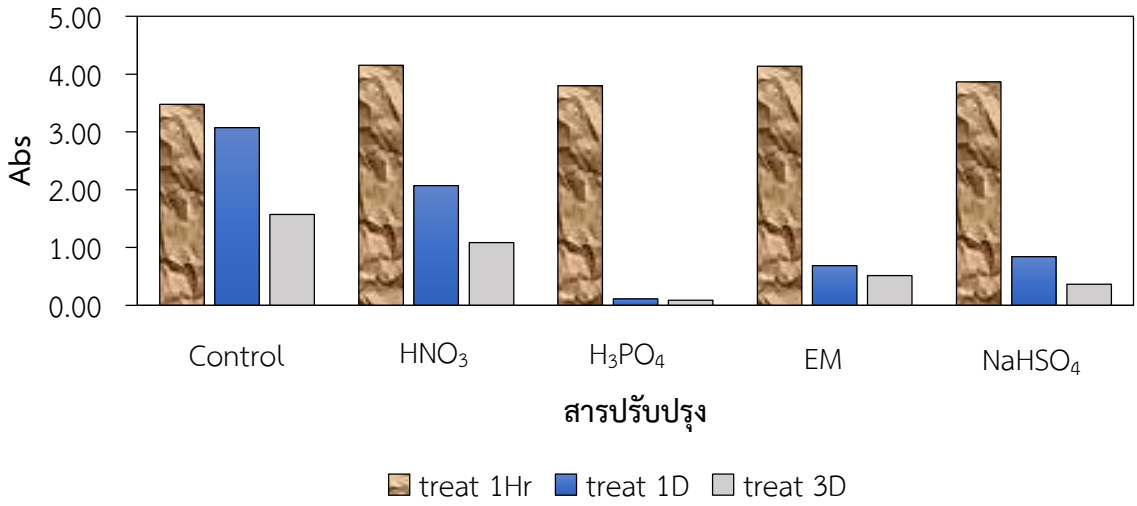
6) การใช้วัสดุปรับปรุงกากไขมัน ควรเลือก ใช้สารใดเป็นสารที่ใช้ในการปรับปรุงที่เหมาะสม จึงใช้ผลจากการหมักปุ๋ย เป็นพารามิเตอร์ในการพิจารณา

เมื่อนำกากไขมันที่มีการเติมสารปรับปรุง และเปรียบเทียบปริมาณกรดไขมันอิสระที่เหลือ (FFA) หลังการใส่สารปรับปรุง กรดฟอสฟอริก กรดไนตริก น้ำหมัก และโซเดียมไฮโดรเจนซัลเฟต พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมง (hr) 1 วัน (D) และ 3 วัน (D) ปริมาณ FFA ลดลงเมื่อใช้สารปรับปรุงทุกชนิดเมื่อเวลาผ่านไป ดังรูปที่ 4.6 เมื่อศึกษาสมบัติในการดูดกลืนแสงช่วงอุลตราไวโอเลต และช่วงวิสสิเบิล พบว่า การใช้สารปรับปรุงกรดฟอสฟอริก มีความแตกต่างจากสารอื่น ๆ ชัดเจน เมื่อใช้เวลาสัมผัสสารนาน 3 วัน ดังรูปที่ 4.7 จึงใช้กรดฟอสฟอริก เป็นสารปรับปรุงให้เวลาสัมผัสนาน 3 วัน ในการทำปุ๋ยหมักในขั้นต่อไป อย่างไรก็ตามการทดลองในขั้นต่อไปยังคงใช้ EM เป็นสารปรับปรุงเปรียบเทียบในการหมักด้วย



	Control	HNO_3	H_3PO_4	EM	$NaHSO_4$
treat 1Hr	5.16	3.30	4.13	1.96	3.30
treat 1D	4.94	2.32	3.02	1.72	0.00
treat 3D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

รูปที่ 4.6 ปริมาณกรดไขมันอิสระที่เวลาต่าง ๆ เมื่อใส่สารปรับปรุง



รูปที่ 4.7 สมบัติการดูดกลืนแสงของกากไขมันที่เวลาต่าง ๆ เมื่อใส่สารปรับปรุง

4.3.3 การผสมวัสดุเหลือใช้

สำหรับวัสดุที่นำมาทำการศึกษา สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 4.8 ประกอบด้วย เศษใบไม้-ใบหญ้า ซึ่งเป็นวัสดุที่หาง่ายในท้องที่ มีมากพบเห็นได้ทั่วไป และเกษตรกรส่วนใหญ่กำจัดโดยการเผาซึ่งก่อให้เกิดเป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม หากแต่จากแบบสอบถาม พบว่า มีหลายแห่งมีการนำวัสดุอินทรีย์ต่าง ๆ มาทำปุ๋ยหมักด้วย ซึ่งการนำเศษใบไม้-ใบหญ้ามาทำปุ๋ยหมักนั้น จึงเป็นการลด และชะลอการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนอินทรีย์เข้าสู่บรรยากาศในรูปคาร์บอนไดออกไซด์ได้ ดังนั้นเศษใบไม้-ใบหญ้า จึงเป็นวัสดุชนิดแรกที่เลือกมาทำการศึกษา ประกอบกับวัสดุอื่น ๆ ส่วนใหญ่มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์สูง ประมาณ 14.08-44.74% ยกเว้นเส้นใยปาล์ม ซึ่งในช่วงแรกของการศึกษาได้เลือกมาทำการศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากในภาคใต้เป็นแหล่งที่มีการปลูกต้นปาล์มจำนวนมาก และเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นเช่นกัน หากแต่จากการศึกษา และวิเคราะห์ตัวอย่าง พบว่า องค์ประกอบทางเคมีของต้นปาล์มมีความไม่เหมาะสม อาทิ มีความชื้นต่ำ ไม่ซับน้ำ มีคาร์บอน และไนโตรเจนต่ำ ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับขี้เลื่อยจากยางพารา โดยขี้เลื่อยที่โครงการได้รับจากโรงเลื่อย ณ เกาะสมุย แม้ว่าจะมีความชื้นสูง ผสมเป็นวัสดุหมักได้ แต่พบว่า ขี้เลื่อยมีปริมาณไนโตรเจนต่ำมาก ทำให้อัตราส่วน C:N ต่ำ ส่วนวัสดุที่มีปริมาณไนโตรเจนสูง เช่น กลุ่มปุ๋ยคอก (1.85$\pm$0.11%) และกากตะกอนโรงบำบัดน้ำเสีย (1.75$\pm$0.10%) ซึ่งมีความเหมาะสมในการนำมาเป็นวัสดุผสมในการทำปุ๋ยหมัก เพื่อช่วยเพิ่มปริมาณไนโตรเจนได้ ส่วนเศษผักจากครัว พบว่า นอกจากจะมีความชื้นสูงแล้ว (89.52$\pm$1.38%) ยังมีค่าไนโตรเจนต่ำ (0.40$\pm$0.02%) และไม่เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นวัสดุในการทำปุ๋ยหมักโดยตรง ดังนั้นการเพิ่มสัดส่วนไนโตรเจนในการหมักทำปุ๋ย จึงควรใช้วัสดุกลุ่มปุ๋ยคอกหรือเศษอาหารที่มีแนวโน้มของโปรตีนสูงร่วมด้วย

ตารางที่ 4.8 สมบัติเบื้องต้นของวัสดุต่าง ๆ ที่นำมาใช้ทำปุ๋ยหมัก (n = 3)

วัสดุ	ความชื้น (%)		คาร์บอนอินทรีย์ (%)		ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
ใบไม้-ใบหญ้า	34.49	$\pm$0.45	44.74	$\pm$2.03	1.04	$\pm$0.05
เส้นใยปาล์ม	5.25	$\pm$1.13	9.43	+2.19	0.88	$\pm$0.14
ปุ๋ยคอก (จากมูลวัว)	7.07	$\pm$0.13	33.42	$\pm$1.02	1.85	$\pm$0.11
กากตะกอนโรงบำบัดน้ำเสีย	35.06	$\pm$1.31	14.08	$\pm$2.37	1.75	$\pm$0.10
เศษผักจากครัว	89.52	$\pm$1.38	43.15	$\pm$4.55	0.40	$\pm$0.02
ขี้เลื่อยจากยางพารา	30.81	$\pm$2.15	40.95	$\pm$4.36	0.12	$\pm$0.09
ขี้เลื่อยจากเกาะสมุย	13.09	$\pm$0.35	31.76	$\pm$1.35	0.16	$\pm$0.03

จากผลการวิเคราะห์ค่าคาร์บอนอินทรีย์ และค่าไนโตรเจนทั้งหมด พบว่า วัสดุที่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้เป็นวัสดุทำปุ๋ยหมัก ได้แก่ 1) ใบไม้-ใบหญ้า 2) ปุ๋ยคอก (จากมูลวัว) และ 3) กากตะกอนจากโรงบำบัดน้ำเสีย ดังนั้นโครงการจึงได้พิจารณาและคัดเลือกวัสดุผสมทั้ง 3 ชนิดมาเป็นวัสดุที่ทำการศึกษามาใช้ในอันดับต้น ๆ เนื่องจากมีสมบัติที่ดีและมีความเหมาะสม ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 4.9

การเตรียมขนาดของวัสดุที่นำมาผสมกับกากไขมันที่มีความเหมาะสมนั้น ควรมีขนาดความยาว 2-3 เซนติเมตร ซึ่งหากวัสดุที่นำมาผสมมีความละเอียดหรือมีขนาดเล็กว่านี้ จะทำให้วัสดุดังกล่าวมีพื้นที่ผิวมาก และจะสามารถช่วยในการดูดซับกลิ่นได้ดียิ่งขึ้น เช่น วัสดุมีลักษณะเป็นผง และขุยละเอียด เป็นต้น ดังนั้นใน

งานวิจัยนี้จึงได้ทำการบดวัสดุต่าง ๆ ให้มีขนาดน้อยกว่า 2 เซนติเมตร และนำไปใช้ในการทดลองครั้งนี้

จากการพิสูจน์กลิ่น สามารถทำได้โดยการหาอาสาสมัครมาทดสอบกลิ่นแทนผู้ทำการวิจัย เนื่องจากผู้ทำการวิจัยจะมีการคุ้นเคยกับกลิ่นที่ทำการศึกษาวิจัยอยู่แล้ว ซึ่งโครงการได้ทำการพิสูจน์กลิ่น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงตั้งแต่สัปดาห์แรกที่เริ่มต้นศึกษา สัปดาห์ที่มีการเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ และสัปดาห์สุดท้ายหรือสิ้นสุดการศึกษา ผลจากการพิสูจน์กลิ่นจากสัปดาห์เริ่มต้นจนถึงสัปดาห์สุดท้าย ประมาณภายใน 1.5-2 เดือน ขึ้นกับวัสดุ หมักแบบร้อนหรือแบบเย็น พบว่า มีกลิ่นที่คล้ายคลึงกันมาก แต่สูตรที่ใช้ทำการศึกษากากไขมันที่ปริมาณร้อยละ 60 โดยน้ำหนักเปียก พบว่า มีกลิ่นเหม็นในระดับรุนแรงที่สุด โดยกากไขมันจากเศษอาหารมีลักษณะเหมือนกลิ่นอาหารบูด และเมื่อระยะเวลานานขึ้น หรือยิ่งเก็บกากไขมันสะสมไว้เป็นเวลานานก่อนตักขึ้นจากบ่อดักไขมัน พบว่า มีกลิ่นในระดับที่รุนแรงมากขึ้นเช่นกัน

ตารางที่ 4.9 สมบัติเบื้องต้นของวัสดุต่าง ๆ ที่มีความเหมาะในการนำมาใช้ทำปุ๋ยหมัก (n = 3)

พารามิเตอร์	ใบไม้-ใบหญ้า	ปุ๋ยคอก (มูลวัว)	กากตะกอนโรงบำบัดน้ำเสีย
1. ความเป็นกรดเป็นด่าง	6	6	6
	±0.00	±0.00	±0.00
2. การนำไฟฟ้า (µs/cm, X+SD)	287.67	357.33	124.67
	±5.03	±9.71	±11.02
3. คาร์บอนอินทรีย์ (Organic Carbon, %, X+SD)	44.74	33.42	5.73
	±2.03	±1.02	±5.91
4. ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen, %, X±SD)	1.04	1.85	0.52
	±0.05	±0.11	±0.08
5. ไนโตรเจนที่ละลายน้ำได้ (Soluble Nitrogen, %, X+SD)	1.01	0.67	1.05
	±0.15	±0.05	±0.57
6. ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorous, %, X+SD)	10.43	4.29	9.57
	±2.29	±0.39	±3.44
7. โพแทสเซียมทั้งหมด (Total Potassium)	1.27	0.45	0.04
	±0.54	±0.05	±0.02

จากปัญหากลิ่นดังกล่าวประกอบกับการทบทวนเอกสาร จึงคาดว่าการกลับกองปุ๋ยหมักทุก ๆ 2 สัปดาห์เป็นการเติมอากาศ สามารถช่วยทำให้กองปุ๋ยหมักมีภาวะการถ่ายเทอากาศได้ดี หรือมีปริมาณออกซิเจนที่เพียงพอ ไม่ก่อให้เกิดสารประกอบที่มีกลิ่นเหม็น เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (ดังสมการที่ 4.1) หากแต่จะทำให้อุณหภูมิจากกองปุ๋ยหมักลดลงซึ่งต้องพิจารณาร่วมด้วย

$$\text{คาร์บอนอินทรีย์} \xrightarrow[\text{จุลินทรีย์}]{} H_2O + CO_2 + CH_4 + H_2S + N_2 + \text{energy} \qquad (4.1)$$

การประมาณค่าอัตราส่วนของคาร์บอน และไนโตรเจน จากสมบัติของกากไขมัน และวัสดุผสมต่าง ๆ ในการวิจัยครั้งนี้ ได้รับความอนุเคราะห์กากไขมันจากโรงแรมเมืองสมุย สปารีสอร์ท เป็นหลัก จึงใช้ค่าจากพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในการประมวลผล และจำลองสถานการณ์สร้างสัดส่วนของการใช้กากไขมัน จำนวน 40 % ผสมกับวัสดุต่าง ๆ เพื่อหา และวิเคราะห์ว่า อัตราส่วนใดที่มีความเหมาะสม ในอัตราส่วนของคาร์บอนและไนโตรเจน (C:N Ratio) ที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ดังตารางที่ 4.10 โดยมีการใช้กากไขมัน 40 % และแปรค่าวัสดุผสม

ตารางที่ 4.10 ปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนในกากไขมัน และวัสดุผสม (กรณีผสม 1 กิโลกรัม)

ตัวอย่าง	% carbon (1)	% nitrogen (2)	น้ำหนักเปียก, g (3)	น้ำหนักแห้ง, g (4)	Carbon, g =(1)*(4)/100	Nitrogen, g =(2)*(4)/100
กากไขมัน	31.74	0.37	400.00	88.15	27.98	0.33
		0.37	500.00	110.18	34.97	0.41
		0.37	600.00	132.22	41.97	0.49
หญ้า	44.74	1.04	400.00	262.03	117.22	2.72
		1.04	500.00	327.54	146.53	3.40
		1.04	600.00	393.04	175.83	4.08
ปุ๋ยคอก	33.42	1.85	300.00	278.80	93.18	5.15
		1.85	400.00	371.73	124.25	6.87
		1.85	500.00	464.66	155.31	8.58
เศษผักจากครัว	43.15	0.40	300.00	31.45	13.57	0.12
		0.40	400.00	41.94	18.09	0.17
		0.40	500.00	52.42	22.62	0.21
กากตะกอน	5.73	0.52	300.00	142.42	8.15	0.75
		0.52	400.00	189.90	10.87	1.00
		0.52	500.00	237.37	13.59	1.24
ขี้เลื่อยจากเกาะสมุย	31.76	0.16	100.00	99.84	31.71	0.16
		0.16	200.00	199.68	63.42	0.31
		0.16	300.00	299.53	95.13	0.47

จาก**ตารางที่** 4.11 แสดงให้เห็นได้ว่า สูตรที่ 3, 7 และ 11 มีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน C:N มากกว่า 100 เนื่องจากมีการใช้อัตราส่วนของขี้เลื่อย หรือเศษผักสูง ซึ่งเป็นสูตรที่เกิดจากการหมักแบบเย็น หรือเรียกว่า เป็นวิธีการหมักแบบเย็น (Cold or Slow Composting) เป็นการหมักวัสดุที่ย่อยสลายได้ยาก หรือวัสดุมีปริมาณไนโตรเจนต่ำมาก ทำให้การหมักด้วยวิธีการนี้มีกระบวนการย่อยสลายวัตถุดิบที่จะเกิดขึ้นได้อย่างช้า ๆ ส่วนสูตรที่ 2, 6, 10 และ 12 เป็นสูตรที่มีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน C:N เหมาะสมที่สุด โดยเฉพาะสูตรที่ 10 ใช้กากไขมัน 40% ผสมกับปุ๋ยคอก 50% และขี้เลื่อย 10% สามารถเกิดการหมักแบบร้อน (Hot or Fast Composting) ได้ และมีอัตราการย่อยสลายวัตถุดิบจากกระบวนการหมักแบบนี้เกิดขึ้นได้เร็ว นอกจากนี้ วัชพืช และโรคพืชถูกทำลายภายหลังเกิดการหมักแบบนี้ได้ อย่างไรก็ตามในการหมักปุ๋ยนั้น สามารถเลือกใช้วัสดุให้มีความเหมาะสมกับพื้นที่ทำปุ๋ยหมักได้ ในกรณีที่วัสดุบางชนิดขาดแคลน

หรือมีมากบางหรือตามฤดูกาล เช่น มีเศษผักจากครัว เศษอาหารปริมาณมากในช่วงที่มีนักท่องเที่ยวสูง อาจพิจารณาเลือกนำมาประยุกต์ใช้ได้ตามความเหมาะสม ต่อการกำจัดของเสียที่เกิดขึ้น ร่วมกับการจัดการกากไขมันควบคู่กันอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

ตารางที่ 4.11 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน การผสมกากไขมัน 40-60% กับวัสดุต่าง ๆ

สูตร	% กากไขมัน	% หญ้า	% ปุ๋ยคอก	% เศษผักจากครัว	% กากตะกอน	% ขี้เลื่อย	C/N* ratio
1	40	30	30	0	0	0	74.31
2	**40**	**0**	**30**	**0**	**0**	**30**	**36.36**
3	40	0	0	30	0	30	147.98
4	40	0	0	0	30	30	84.95
5	40	40	0	0	0	20	62.04
6	**40**	**0**	**40**	**0**	**0**	**20**	**28.72**
7	40	0	0	40	0	20	135.56
8	40	0	0	0	40	20	62.49
9	40	50	0	0	0	10	53.08
10	**40**	**0**	**50**	**0**	**0**	**10**	**23.71**
11	40	0	0	50	0	10	118.97
12	**40**	**0**	**0**	**0**	**50**	**10**	**42.41**
13	40	60	0	0	0	0	46.24
14	50	0	40	0	0	10	25.69
15	60	0	35	0	0	5	25.05

หมายเหตุ: * คำนวณจากการใช้ค่าเฉลี่ย C และ N จากตารางที่ 4.7 และ 4.8

4.3.4 ผลของการแปรระยะเวลาที่สัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน

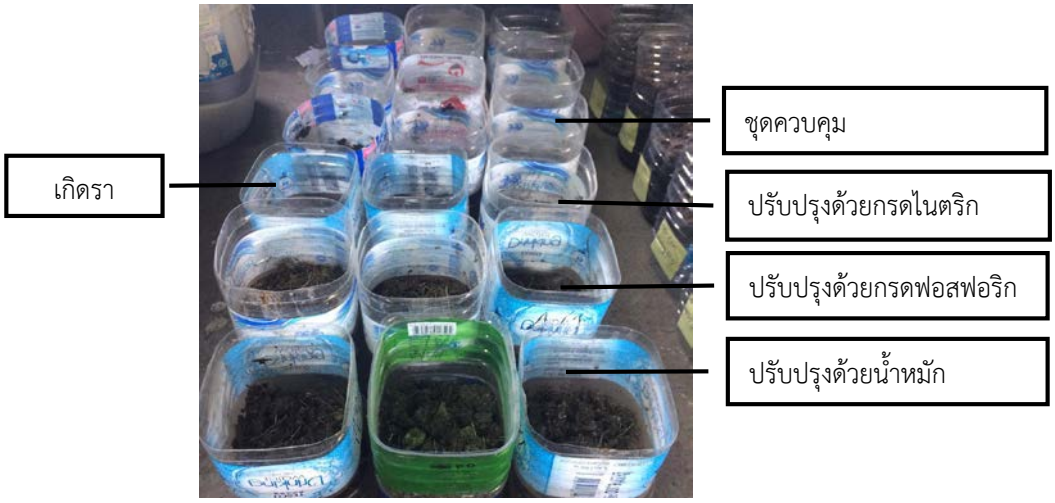
จากผลการทดลองหัวข้อ 4.3.2 และ 4.3.3 คณะผู้วิจัยจึงทำการหมักเบื้องต้นในถังพลาสติกขนาด 6 ลิตร ดังภาคผนวก ช และหมักปุ๋ยตามสูตร 13 โดยใช้ใบไม้-ใบหญ้าในการผสม โดยมีข้อพิจารณาว่า คิดกรณีที่ไม่สามารถจัดหาปุ๋ยคอกที่เป็นแหล่งของธาตุไนโตรเจนได้ อาจต้องขนส่งจากที่อื่นทำให้เสียค่าใช้จ่าย จึงใช้เศษใบไม้ภายในโรงแรมทดแทน เมื่อแปรชนิดของวัสดุปรับปรุง และระยะเวลาในการสัมผัส เป็น 1 ชั่วโมง 1 วัน และ 3 วัน ตามลำดับ (ดังผลในภาคผนวก ซ) ช่วยให้การเกิดกระบวนการหมักดีขึ้นได้ โดยทำการกลับกองเพื่อเติมอากาศเมื่อผ่านไปแต่ละสัปดาห์ จากการทดลองในห้องปฏิบัติการการกลับกอง และเป็นการเติมอากาศทุก 2 สัปดาห์ แต่ในกรณีที่ถังต้นแบบ สามารถทำได้ทุกวัน วันละ 10 นาที ดักกลิ่นด้วยผงถ่านธรรมดาหรือถ่านกัมมันต์ ในกรณีที่มีกลิ่นเหม็นมากสามารถเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์แบบใช้อากาศโดยช่วยกลับกองปุ๋ยบ่อยครั้ง หรือเติมอากาศนานมากขึ้น

1) ผลของระยะเวลากากไขมันสัมผัสสารปรับปรุง 1 ชั่วโมงก่อนหมัก อัตราส่วนของการหมักกากไขมัน 40% ใบไม้-ใบหญ้า 60% ดังรูปที่ 4.8 มีอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนเป็น 46.24 โดยมีการ

ใช้วัสดุปรับปรุงกากไขมัน 3 ชนิด (กรดไนตริก กรดฟอสฟอริก และน้ำหมัก หรือ EM) และไม่ใช้วัสดุปรับปรุงกากไขมันเป็นชุดควบคุม จากการทดลองเมื่อเติมกากไขมันและใช้เวลาในการสัมผัสวัสดุปรับปรุง 1 ชั่วโมง พบว่า การสัมผัสกับวัสดุปรับปรุงทุกชนิดในเวลา 1 ชั่วโมง (ดังรูปที่ 4.9) ไม่สามารถทำให้อุณหภูมิของการหมักของกากไขมันนั้นมีความแตกต่างกันทั้งชุดควบคุม และชุดที่มีการใช้วัสดุปรับปรุงกากไขมัน ยกเว้นชุดทดลองที่ใช้กรดไนตริกเป็นสารปรับปรุงมีอุณหภูมิสูงกว่าชุดอื่น ๆ เล็กน้อย และพบว่า มีการขึ้นของเชื้อราในชุดนี้ด้วยเล็กน้อยในวันที่ 3 ของการหมัก ยืนยันว่าปริมาณกรดที่ใช้ไม่มีผลกระทบมากต่อจุลินทรีย์ หรือสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ

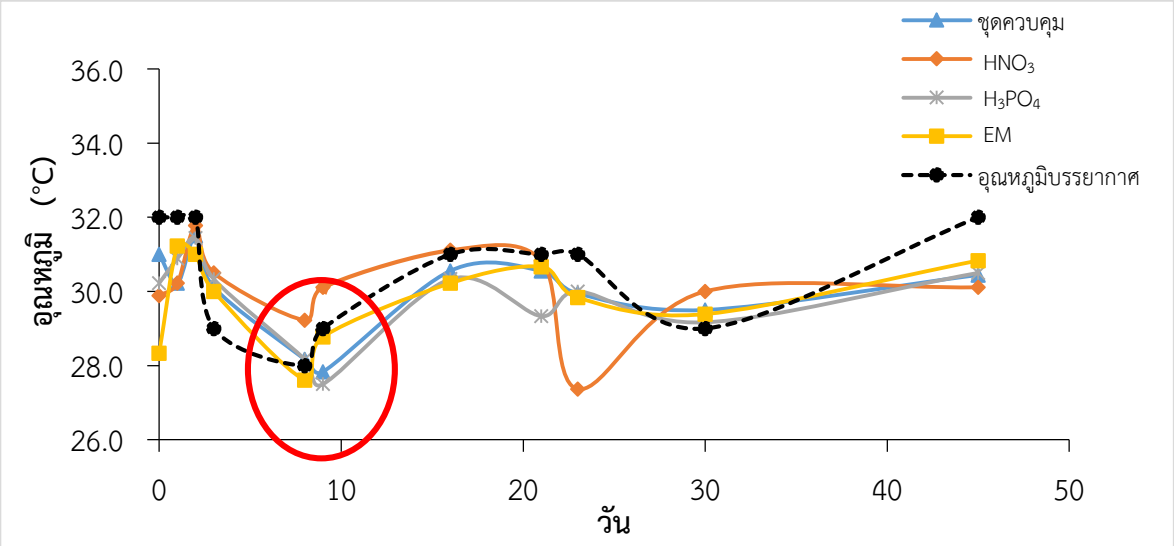
ในขณะที่การทดลองเติมวัสดุปรับปรุงกากไขมัน 3 ชนิด ในช่วงเวลา 20 วัน พบว่า เมื่ออุณหภูมิลดต่ำลงเท่าอุณหภูมิรอบข้าง ดังรูปที่ 4.9 ส่วนหนึ่งอาจมีสาเหตุมาจากในการหมักปุ๋ยปริมาณน้อย ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนกับสภาพแวดล้อมภายนอกได้ดี จากข้อจำกัดของปริมาณปุ๋ยเพียง 500 กรัมต่อการทดสอบจึงต้องมีการใช้พลาสติกห่อหุ้ม เพื่อรักษาอุณหภูมิของการหมักด้วย การวัดอุณหภูมิควรวัดตรงกลางของกองปุ๋ย เพื่อลดปัญหาจากการถ่ายเทความร้อนกับบรรยากาศภายนอก

การควบคุมความชื้นของปุ๋ยหมักในขวดพลาสติก พบว่าในชุดควบคุมกากไขมัน ผสมกับเศษใบไม้-ใบหญ้า ไม่สามารถคุมความชื้นภายในกองได้ มีน้ำแยกส่วนออกจากวัสดุผสม แม้จะทำการพรมน้ำแล้ว ระดับความชื้นในกองปุ๋ยชุดควบคุมยังต่ำกว่า 50 % หลังการวัดความชื้นในกองปุ๋ยต่ำกว่าเกณฑ์จึงมีการเติมน้ำเท่า ๆ กันในจำนวนที่เหมาะสม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความชื้นของแต่ละชุดการทดลอง หลังจากการเติมน้ำแล้วควรวัดความชื้น เพื่อรักษาระดับความชื้นให้ไม่น้อยกว่า 50% ทุก 7 วัน การความชื้นนั้นจะวัดด้วยเครื่องวัดความชื้น หรือ ใช้ Feeling Method คือ หยิบปุ๋ยมา 1 กำมือแล้วบีบ ถ้ามีลักษณะแตกร่วนกระจาย แห้งจนเห็นได้ชัดจำเป็นต้องพรมน้ำ แต่ถ้าบีบแล้วมีน้ำหยดออกมาเป็นจำนวนมาก ไม่ควรพรมน้ำ ควรทำการอัด กดหรือบีบน้ำออกจากกองปุ๋ยบ้าง ในกรณีที่ใช้ถังต้นแบบสามารถเปิดก๊อกด้านล่างเพื่อระบายน้ำส่วนเกินออก ในกรณีที่ใช้ถังต้นแบบสามารถเปิดก๊อกด้านล่างเพื่อระบายน้ำส่วนเกินออก เปรียบเทียบกับชุดทดลองที่ใช้กรดฟอสฟอริกเป็นสารปรับปรุง สามารถเกิดการดูดซับน้ำ หรือความชื้นไว้ในกองปุ๋ยได้ดีกว่า การใช้กรดไนตริก และ น้ำ EM ดังรูปที่ 4.10 และอาจเป็นผลให้ชุดทดลองที่ใช้กรดฟอสฟอริกมีอุณหภูมิต่ำกว่าการใช้กรดไนตริก และ น้ำ EM สำหรับปัญหาการเกิดกลิ่นลดลง เมื่อผ่านไป 1 สัปดาห์มีกลิ่นเหม็นลดลงอย่างชัดเจน

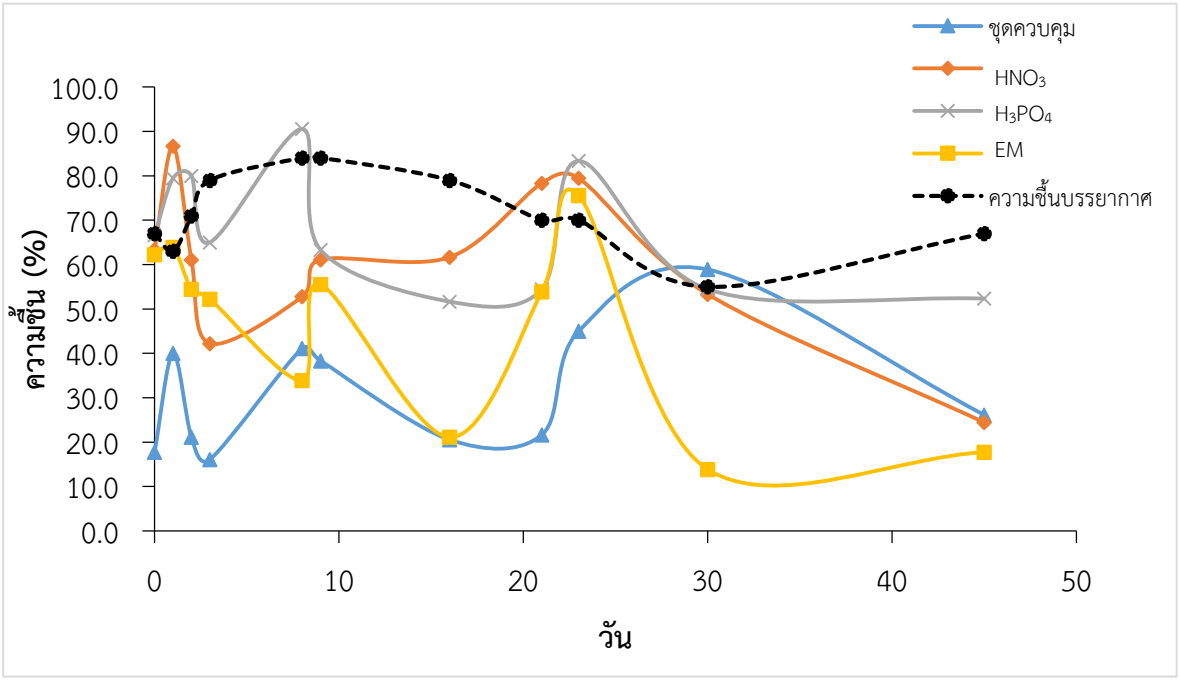


รูปที่ 4.8 การหมักกากไขมัน 40% วัสดุหมัก คือ ใบไม้-ใบหญ้า 60%
ระยะเวลาสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน 1 ชั่วโมง

2) ผลของระยะเวลาการหมักกากไขมันสัมผัสสารปรับปรุง 1 ชั่วโมงก่อนหมัก อัตราส่วนของการหมักกากไขมัน 40% ใบไม้-ใบหญ้า 60% ทั้งนี้จากการของอุณหภูมิช่วงระยะเวลาประมาณวันที่ 8-9 ของการหมักนั้นจะพบว่า อุณหภูมิจะลดลง ซึ่งเป็นผลมาจากการลดลงของอุณหภูมิบรรยากาศ สามารถรักษาอุณหภูมิของกองปุ๋ยได้ โดยใช้พลาสติกคลุมกองปุ๋ย เพื่อป้องกันการถ่ายเทกับภายนอก หรือเติมน้ำสกัดจากปุ๋ยคอกที่มีจุลินทรีย์ลงไปแทนการพรมน้ำปกติ

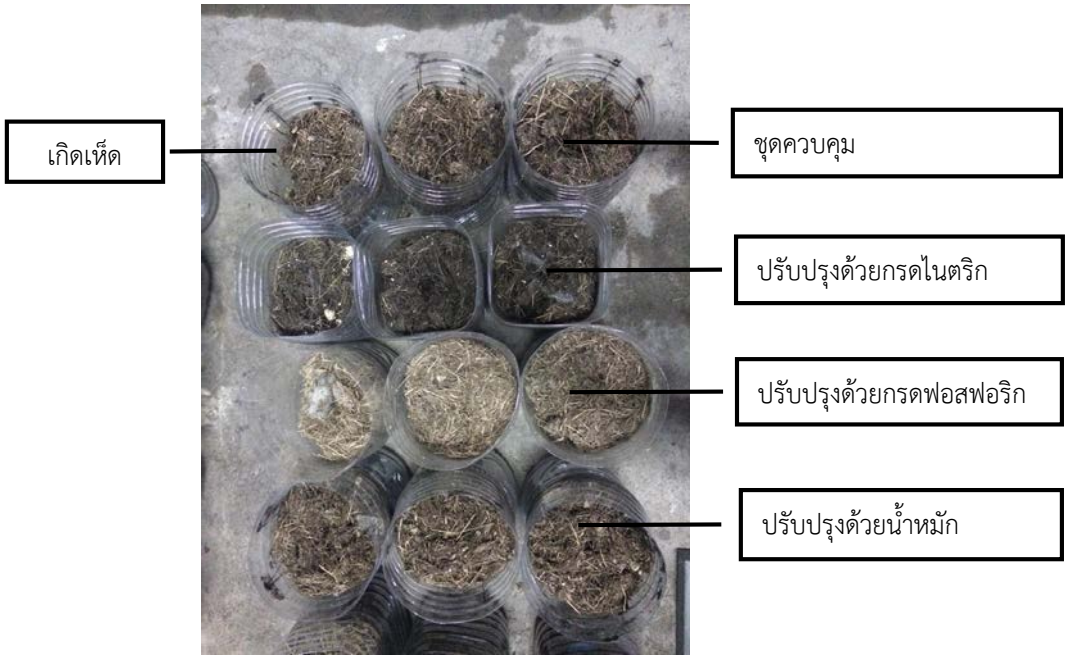


รูปที่ 4.9 อุณหภูมิของกากไขมันที่ผ่านการสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน นาน 1 ชั่วโมง ที่ระยะเวลาต่าง ๆ

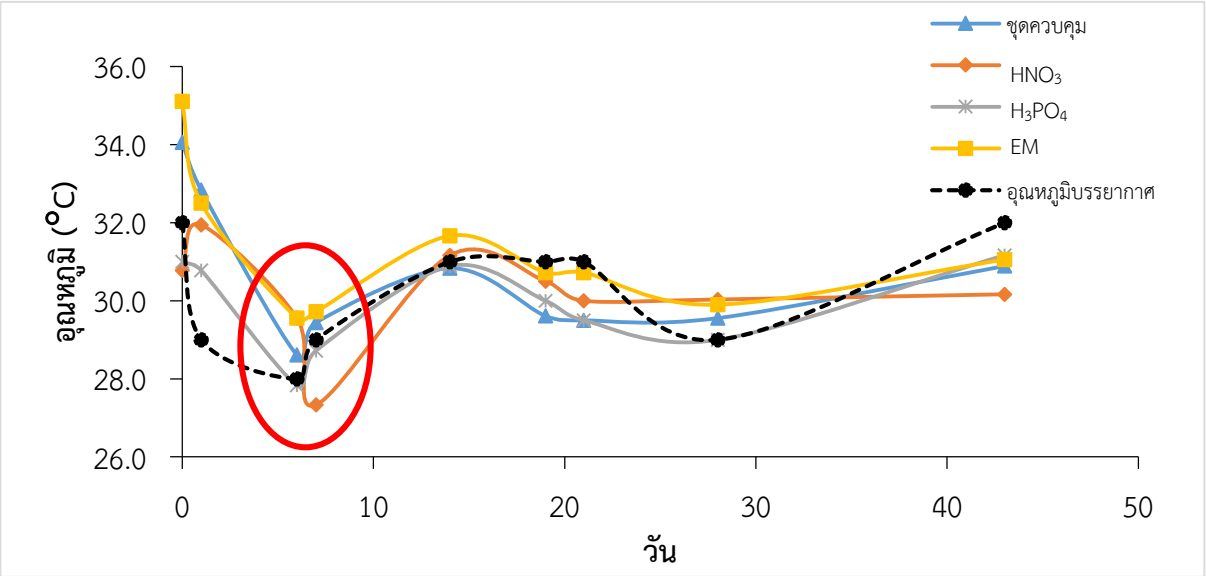


รูปที่ 4.10 ความชื้นของการหมักกากไขมันที่ผ่านการสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน นาน 1 ชั่วโมง ที่ระยะเวลาต่าง ๆ

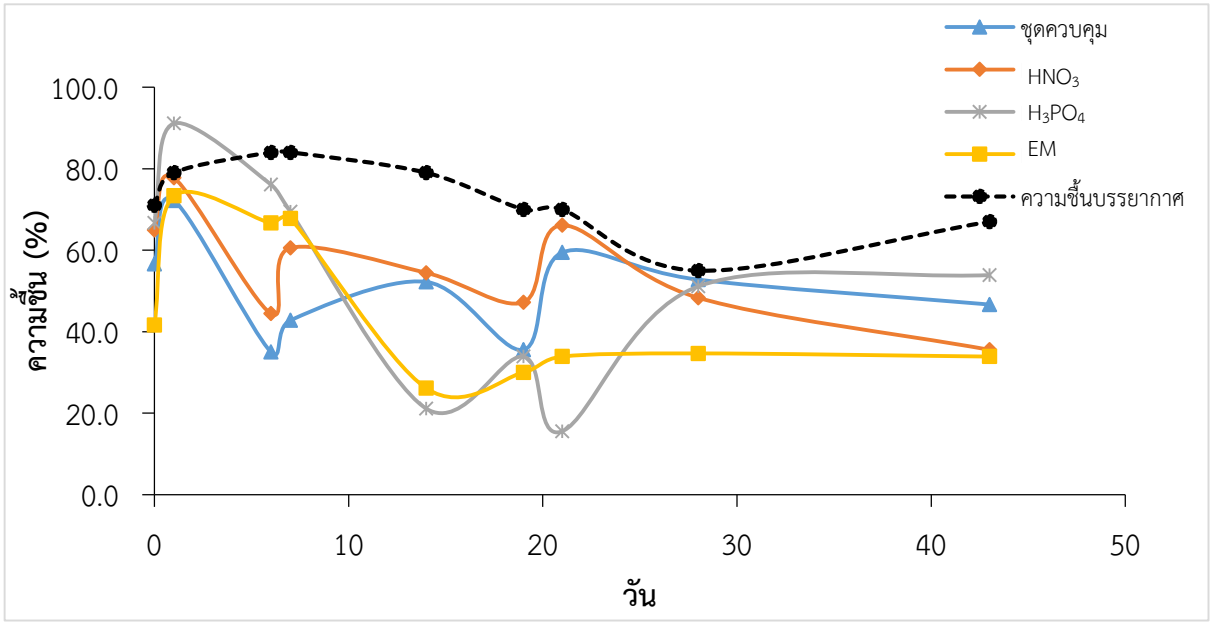
3) ผลของอัตราส่วนของการหมักกากไขมัน 40% ใบไม้-ใบหญ้า 60% ระยะเวลาสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน 1 วัน ดังรูปที่ 4.11 ดังรูปที่ 4.12 และดังรูปที่ 4.13 พบว่าอุณหภูมิ และความชื้นของปุ๋ยหมักไม่แตกต่างกันมาก ยกเว้นในวันที่มีพรมน้ำ หรือการกลับกองปุ๋ย เสมือนเติมอากาศทั้งการใช้สารปรับปรุง และชุดควบคุม ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากภาชนะ การควบคุมความชื้น และสภาวะไม่สามารถรักษาอุณหภูมิได้ และการระบุถึงการหมักสมบูรณ์สามารถบอกได้จากอุณหภูมิที่ไม่เพิ่มสูงขึ้น มีลักษณะเป็นผง ไม่แยกว่าเป็นกากไขมันหรือเศษใบไม้ หรือไม่น้อยกว่า 45 วัน แต่อาจดูจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิว่า มีการเพิ่มขึ้นอีกหรือไม่ กรณีที่มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นแปลว่า การหมักยังไม่สมบูรณ์ มีสารที่จุลินทรีย์นำมาใช้เป็นแหล่งอาหารได้และมีการขยายจำนวนอยู่ ต้องหมักต่อไป จนอุณหภูมิคงที่ หรือดูจากลักษณะทางกายภาพประกอบด้วย เช่น สี ขนาด กลิ่น เป็นต้น นอกจากนี้พารามิเตอร์ที่สำคัญของการวิเคราะห์สมบัติของปุ๋ย คือ ดัชนีการงอก สามารถกระทำได้เมื่อต้องการนำไปใช้บำรุงพืชว่า น้ำที่สกัดออกจากปุ๋ยมีผลต่อการงอก



รูปที่ 4.11 การหมักกากไขมัน 40% วัสดุหมัก คือ หญ้า 60%
ระยะเวลาสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน 1 วัน



รูปที่ 4.12 อุณหภูมิของกากไขมันที่ผ่านการสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน นาน 1 วัน ที่ระยะเวลาต่าง ๆ

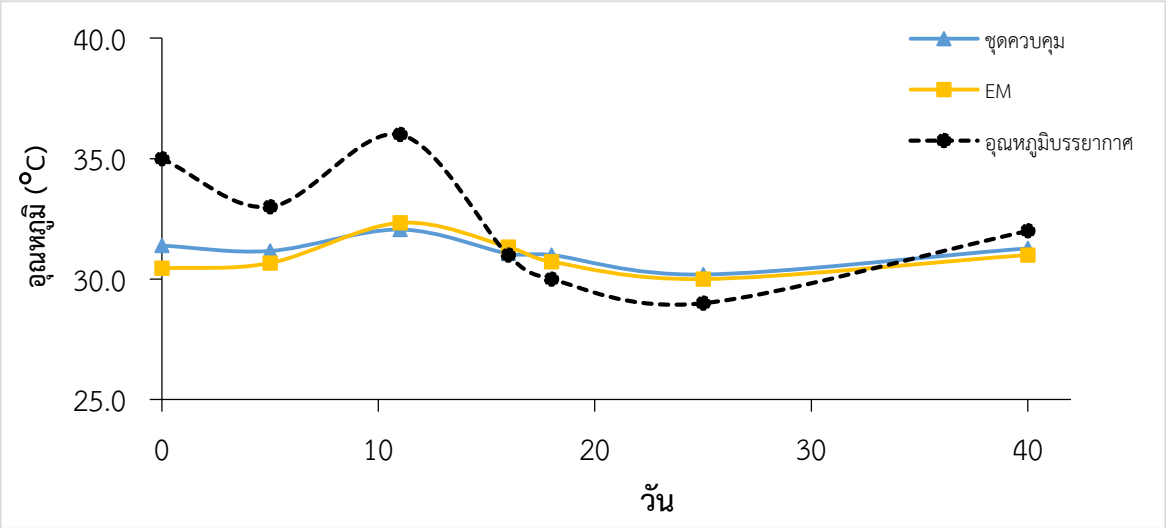


รูปที่ 4.13 ความชื้นของการหมักกากไขมันที่ผ่านการสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน นาน 1 วัน ที่ระยะเวลาต่าง ๆ

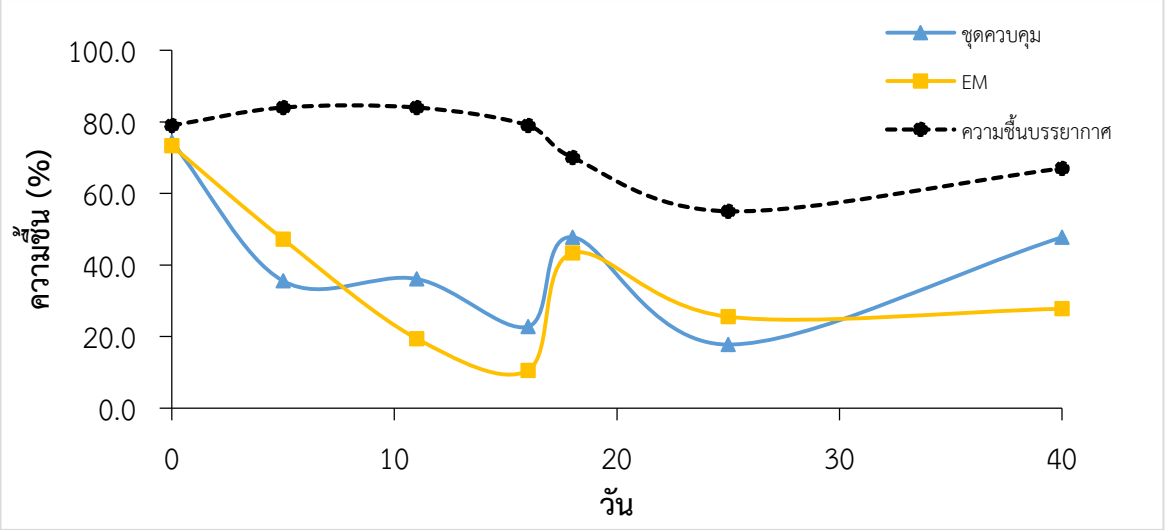
4) ผลของอัตราส่วนของการหมักกากไขมัน 40% ใบไม้-ใบหญ้า 60% ระยะเวลาสัมผัสสารปรับปรุง 3 วัน ดังรูปที่ 4.14 ดังรูปที่ 4.15 และดังรูปที่ 4.16 ดังที่กล่าวมาแล้วว่าตัวอย่างกากไขมันที่ได้รับจากเกาะสมุยมีปริมาณจำกัด ไม่เพียงพอเมื่อทำการแปรค่าระยะเวลาสัมผัส 3 วันของกรดไนตริก และกรดฟอสฟอริกได้ จึงมีเฉพาะชุดควบคุม และ น้ำ EM เนื่องจากผลของการแปรค่าระยะเวลาที่สัมผัส 1 ชั่วโมง และ 1 วัน แสดงให้เห็นว่า เมื่อปรับปรุงด้วยน้ำ EM แล้วอุณหภูมิของปุ๋ยหมักสูงกว่าสารปรับปรุงอื่น ๆ และสูงกว่าชุดควบคุม พบว่า ในช่วงวันที่ 10 ของการหมัก กองปุ๋ยที่ปรับปรุงด้วยน้ำ EM มีอุณหภูมิสูงขึ้นมากกว่าชุดควบคุม



รูปที่ 4.14 การหมักกากไขมัน 40% วัสดุหมักคือ หญ้า 60% ระยะเวลาสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน นาน 3 วัน ที่ระยะเวลาต่าง ๆ



รูปที่ 4.15 อุณหภูมิของกากไขมันที่ผ่านการสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมันนาน 3 วัน ที่ระยะเวลาต่าง ๆ

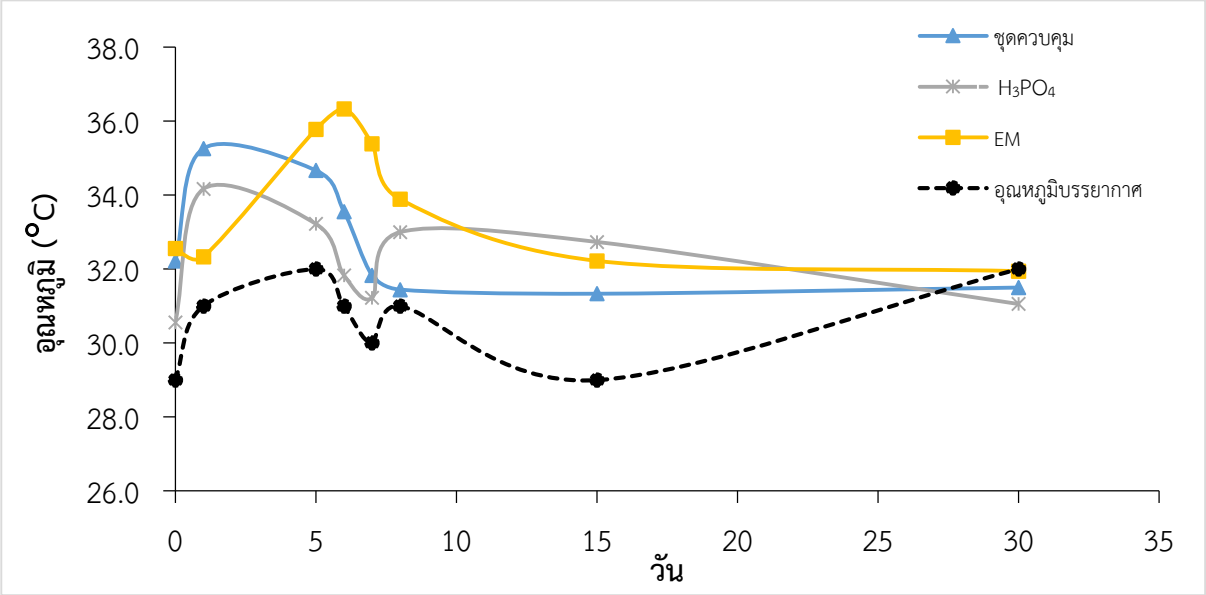


รูปที่ 4.16 ความชื้นของการหมักกากไขมันที่ผ่านการสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน นาน 3 วัน ที่ระยะเวลาต่าง ๆ

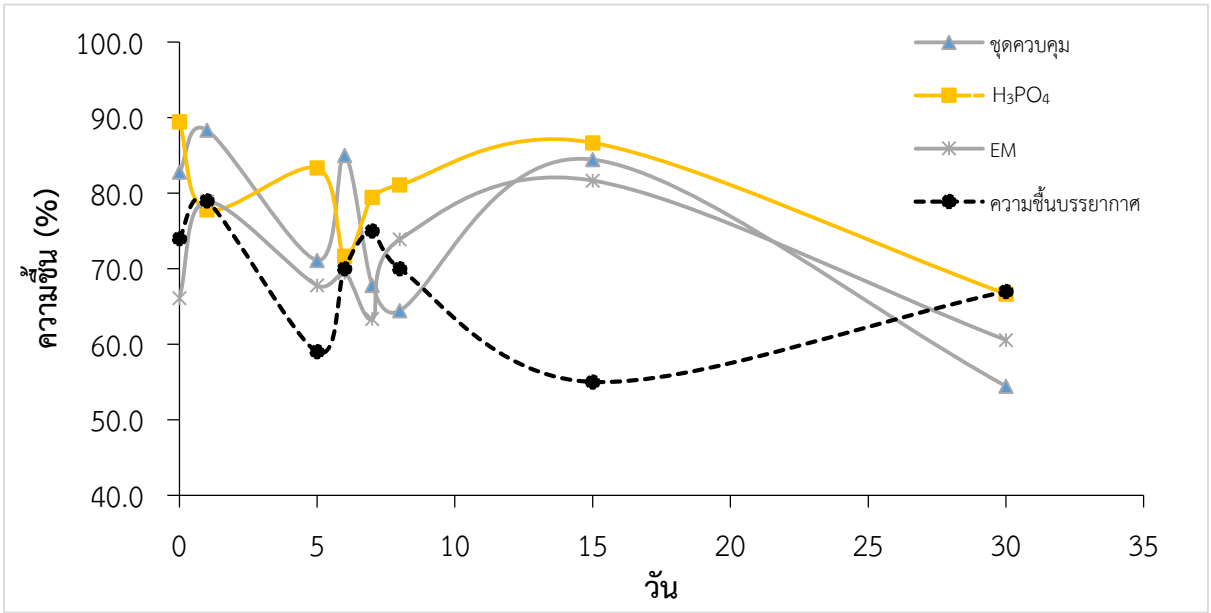
5) ผลการหมักด้วยกากไขมัน 50% ปุ๋ยคอก 40% และขี้เลื่อย 10% ระยะเวลาสัมผัสสารปรับปรุง 3 วัน โดยมีอัตราส่วน C:N เท่ากับ 23.71 ดังสูตรที่ 10 จากตารางที่ 4.11 มีผลดังรูปที่ 4.17 ผลต่ออุณหภูมิที่ระยะเวลาการหมักดังรูปที่ 4.18 และผลต่อความชื้น ดังรูปที่ 4.19 พบว่า อุณหภูมิของชุดควบคุมสูงขึ้นในช่วงแรก ๆ เท่านั้น หลังจากการหมักวันที่ 2 การปรับปรุงกากไขมันด้วยน้ำ EM มีอุณหภูมิสูงมากขึ้น (36.5 °C) ในช่วงวันที่ 6 ของการหมัก และจากความชื้นปัญหาความชื้นเกิน 60% จากวัสดุ ให้ทำการบีบน้ำออก ในกรณีที่เป็นหมักแบบใส่ถุง แต่สำหรับถังหมักให้ปั่นสลัดน้ำออก หรือผึ่งวัสดุผสมให้แห้งให้มากที่สุดก่อนทำการหมักเพื่อเป็นการช่วยรักษาความชื้นให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม แต่อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องติดตามอุณหภูมิการหมักกันต่อไป



รูปที่ 4.17 การหมักด้วยกากไขมัน 50 % ปุ๋ยคอก 40 % และขี้เลื่อย 10 % ระยะเวลาสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน นาน 3 วัน ที่ระยะเวลาต่าง ๆ



รูปที่ 4.18 อุณหภูมิของกากไขมันที่ผ่านการสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน นาน 3 วัน ที่ระยะเวลาต่าง ๆ

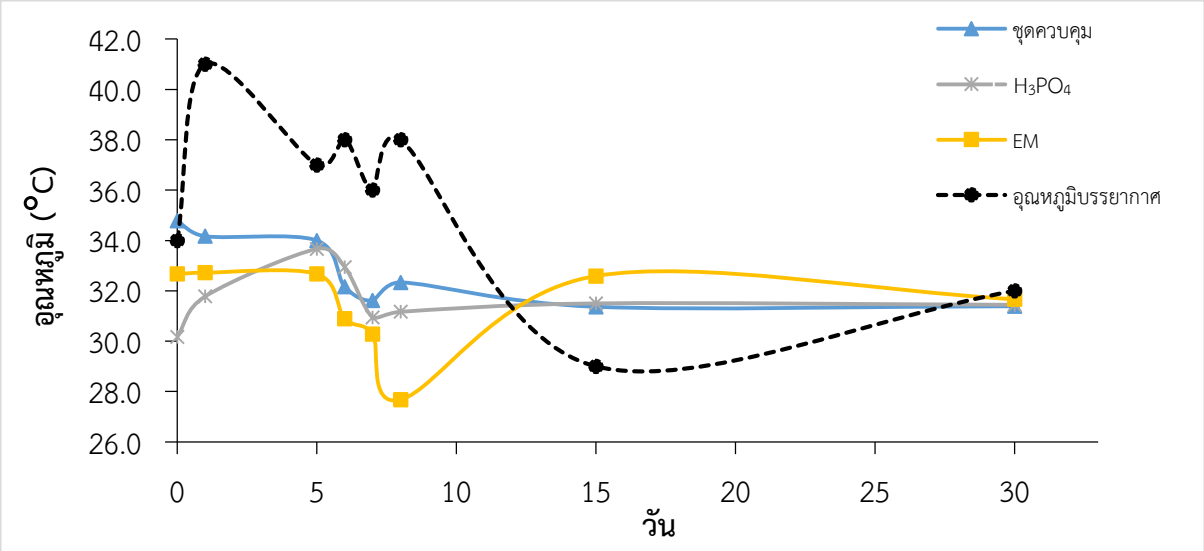


รูปที่ 4.19 ความชื้นของการหมักกากไขมันที่ผ่านการสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน นาน 3 วัน ที่ระยะเวลาต่าง ๆ

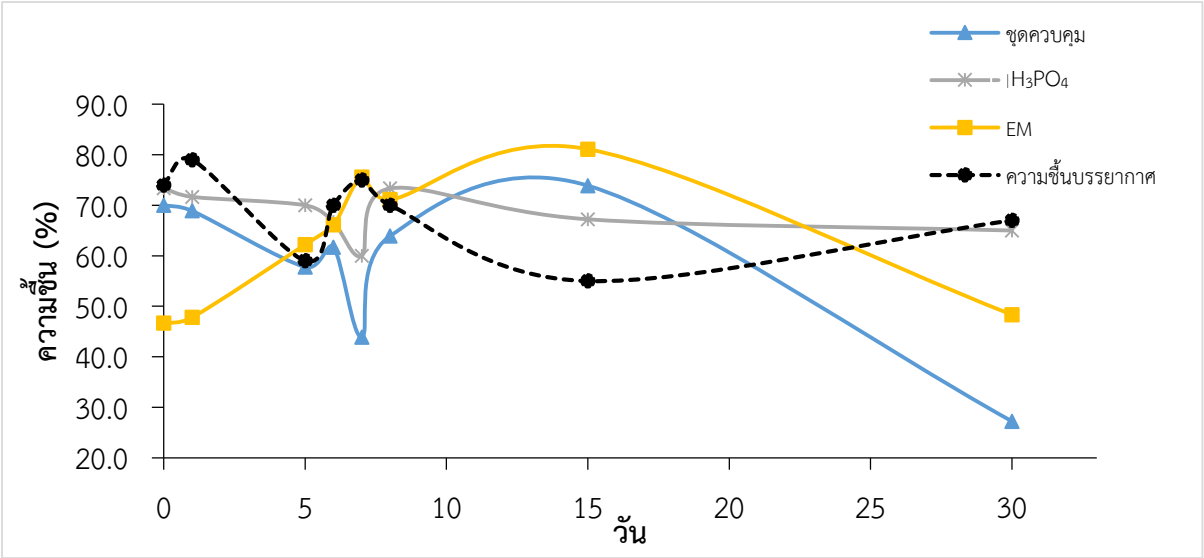
6) กากหมักด้วยกากไขมัน 60% ปุ๋ยคอก 35% และขี้เลื่อย 5% โดยมีอัตราส่วน C:N เท่ากับ 25.33 ระยะเวลาสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน นาน 3 วัน ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ดังรูปที่ 4.20, 4.21 และรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.20 กากหมักด้วยกากไขมัน 60% ปุ๋ยคอก 35% และขี้เลื่อย 5% ระยะเวลาสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน นาน 3 วัน ที่ระยะเวลาต่าง ๆ



รูปที่ 4.21 อุณหภูมิของกากไขมันที่ผ่านการสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน นาน 3 วัน ที่ระยะเวลาต่าง ๆ



รูปที่ 4.22 ความชื้นของการหมักกากไขมันที่ผ่านการสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน นาน 3 วัน ที่ระยะเวลาต่าง ๆ

4.3.5 การศึกษาคุณสมบัติของปุ๋ยหมัก

การศึกษาในส่วนนี้เป็นการวิเคราะห์คุณสมบัติของปุ๋ยตามประกาศของกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548 เพื่อตรวจสอบลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และองค์ประกอบทางเคมีของปุ๋ยหมัก โดยเลือกสูตรของปุ๋ยหมักที่ช่วยกำจัดกากไขมันได้มาก และนำมาศึกษาจากผลของอุณหภูมิ และความชื้น ซึ่งพบว่าอุณหภูมิของปุ๋ยหมักที่สูงอย่างมีนัยสำคัญนั้น คือ กากไขมัน 50% ปุ๋ยคอก 40% และขี้เลื่อย 10% และกากไขมัน 60% ปุ๋ยคอก 35% และขี้เลื่อย 5% โดยกำหนดให้สูตรของปุ๋ยหมักที่จะทำการศึกษาคุณสมบัติของปุ๋ยมีดังนี้

1) สูตรที่ P1 คือการหมักด้วยกากไขมัน 50% ปุ๋ยคอก 40% และขี้เลื่อย 10% โดยไม่ทำการปรับปรุงด้วยสารปรับปรุง เพื่อเป็นชุดควบคุม

2) สูตรที่ P2 คือการหมักด้วยกากไขมัน 50% ปุ๋ยคอก 40% และขี้เลื่อย 10% โดยทำการปรับปรุงด้วยกรดฟอสฟอริก

3) สูตรที่ P3 คือการหมักด้วยกากไขมัน 50% ปุ๋ยคอก 40% และขี้เลื่อย 10% โดยทำการปรับปรุงด้วยน้ำหมัก (EM)

4) สูตรที่ P4 คือการหมักด้วยกากไขมัน 60% ปุ๋ยคอก 35% และขี้เลื่อย 5% โดยไม่ทำการปรับปรุงด้วยสารปรับปรุง เพื่อเป็นชุดควบคุม

5) สูตรที่ P5 คือการหมักด้วยกากไขมัน 60% ปุ๋ยคอก 35% และขี้เลื่อย 5% โดยทำการปรับปรุงด้วยกรดฟอสฟอริก

6) สูตรที่ P6 คือการหมักด้วยกากไขมัน 60% ปุ๋ยคอก 35% และขี้เลื่อย 5% โดยทำการปรับปรุงด้วยน้ำหมัก (EM)

โดยทำการวิเคราะห์คุณสมบัติของปุ๋ยตามประกาศของกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548 ได้ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี ดังตารางที่ 4.12 และมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.12 คุณสมบัติของปุ๋ยหมักสูตรต่าง ๆ

พารามิเตอร์	การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ				องค์ประกอบทางเคมีของปุ๋ย				
	pH		ค่าการนำไฟฟ้า (dS/m)		ปริมาณอินทรียวัตถุ (%w/w)		C:N	$\%P_2O_5$	
มาตรฐานปุ๋ย	**5.5-8.5**		**<10 dS/m**		**>30%**		**<20:1**	**>0.5%**	
สูตร	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	$\overline{X}$	S.D.
P1	5	0	4.46	$\pm$3.18	41.25	5.13	15.78	4.82	0.78
P2	5	0	9.14	$\pm$3.30	**23.18**	5.45	9.89	8.04	4.85
P3	5	0	5.64	$\pm$0.21	**19.09**	3.97	5.90	6.16	2.10
P4	5	0	5.32	$\pm$0.36	45.43	7.86	18.41	9.08	4.33
P5	5	0	9.51	$\pm$0.59	63.64	5.45	**30.26**	10.03	1.29
P6	5	0	3.26	$\pm$0.09	96.40	5.02	**42.24**	4.61	2.40

1) การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ

กลิ่น (Odor) ของปุ๋ยหมักทั้ง 6 สูตร ซึ่งถูกทดสอบโดยอาสาสมัคร เริ่มต้นมีกลิ่นที่คล้ายคลึงกันเล็กน้อย แต่สูตรที่ 4-6 มีกลิ่นคล้ายน้ำหมักรวมอยู่ด้วย สูตรที่ใช้กากไขมันปริมาณร้อยละ 60 โดยน้ำหนักมีกลิ่นรุนแรงกว่ากากไขมันปริมาณร้อยละ 50 นอกจากนี้ทุกสูตรนั้น ยังได้กลิ่นของเศษอาหาร เช่น กลิ่นพริก และกลิ่นท่อระบายน้ำในวันแรก ๆ เนื่องจากการสะสมตัวของกากไขมันในบ่อดัก ทำให้เกิดสภาวะไร้อากาศจึงเกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ แต่การปรับปรุงด้วยกรดฟอสฟอริกมีกลิ่นน้อยกว่าชุดควบคุม และชุดที่ใช้ EM เมื่อทำการหมักปุ๋ยได้ระยะเวลา 1 สัปดาห์ กลิ่นของกากไขมันทุกสูตรเริ่มจางลง โดยเหลือเพียงกลิ่นของปุ๋ยคอกซึ่งเป็นวัสดุหมัก แต่ในสูตรที่ 6 ยังคงมีกลิ่นของน้ำหมักเล็กน้อย เมื่อครบระยะเวลา 30 วันของการหมักทั้ง 6 สูตร ไม่หลงเหลือกลิ่นเหม็นของกากไขมัน และมีกลิ่นคล้ายดิน เนื่องจากมีการกลับกองปุ๋ยทุก 2 สัปดาห์ ทำให้กองปุ๋ยถ่ายเทอากาศได้ดี และมีปริมาณของออกซิเจนเพียงพอ เกิดการถ่ายเทกับสภาวะภายนอก และไม่ก่อให้เกิดสารประกอบที่มีกลิ่นเหม็น เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์

นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพอื่น ๆ ของปุ๋ยที่ผ่านการปรับปรุงกากไขมันก่อนนำมาทำปุ๋ยหมักเช่น ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) อยู่ในค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตรของแต่ละสูตรนั้นมีค่าการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกัน และนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.12 พบว่า ในสูตร ปริมาณอินทรียวัตถุของสูตรกากไขมัน 50% ในการปรับปรุงด้วยกรดฟอสฟอริก (P2) และ EM (P3) น้อยกว่าเกณฑ์ มีการสลายตัวของอินทรียวัตถุได้ดีกว่าชุดควบคุม (P1)

ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุของสูตรกากไขมัน 60% ของชุดควบคุม (P3) เกิดการย่อยสลายได้ดีกว่าทั้งในการปรับปรุงด้วยกรดฟอสฟอริก (P4) และ EM (P5) ส่งผลให้สัดส่วน C:N ของสูตร P4 และ P5 มีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนด

2) การศึกษาการย่อยสลายที่สมบูรณ์มากกว่า 80%

ทำการประเมินโดยวิธีดัชนีการงอกมากกว่า 80% หรือ Seed Germination Index เนื่องจากสามารถวัดได้ง่าย และได้ผลรวดเร็ว และสามารถปรับใช้ได้ทั้งในห้องปฏิบัติการและภาคสนาม วัดสารพิษต่อพืช (Phytotoxic Substance) ที่เกิดจากการย่อยสลายที่ไม่สมบูรณ์ของปุ๋ยหมัก โดยการสกัดสารอินทรีย์ในปุ๋ย

หมักด้วยน้ำในอัตราส่วน 1 ต่อ 10 เพื่อละลายเกลือ กรดอินทรีย์กลุ่ม Phenolic Compound และสารที่เป็นพิษอื่น ๆ ที่ละลายน้ำได้ออกมาอยู่ในรูปของสารละลาย โดยแช่นาน 15 ชั่วโมง และนำน้ำที่สกัดได้ไปแช่ในเมล็ดถั่วเขียวที่คัดเลือกเฉพาะเมล็ดที่สมบูรณ์ ทำพร้อมกับถั่วเขียวชุดควบคุมที่แช่ในน้ำธรรมดา ซึ่งหากปุ๋ยหมักมีสารพิษเหล่านี้เป็นองค์ประกอบมาก จะมีผลโดยตรงต่อการงอกและความยาวของรากพืชที่ใช้ทดสอบ เมื่อใช้ถั่วเขียว 10 เมล็ดต่อน้ำสกัด 10 มล. ติดตามผลนาน 10 วัน เมื่อวัดความยาวราก สามารถหา Seed Germination Index ดังสมการ 4.2 พบว่า ทุกสูตร P1-P6 มีดัชนีการงอกเกิน 80 % แสดงว่าน้ำที่สกัดออกมาจากการหมัก ไม่มีสารพิษที่ส่งผลกระทบต่อการงอก และการเจริญเติบโตของรากถั่วเขียว ดังผลการทดลองในตารางที่ 4.13

$$\text{ดัชนีการงอก (\%)} = \frac{(\text{ผลรวมของค่าจำนวนเมล็ดที่งอก}*\text{ความยาวรากในชุดทดลอง})*100}{(\text{ผลรวมของค่าจำนวนเมล็ดที่งอก}*\text{ความยาวรากในชุดควบคุม})} \qquad (4.2)$$

ตารางที่ 4.13 ผลของการงอกและความยาวของรากถั่วเขียว

จำนวนเมล็ดที่งอก	**สูตร**					
	P1	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**	**P6**
ชุดควบคุม (น้ำ)	50	50	50	50	50	50
ชุดน้ำสกัด	50	50	50	50	50	50
ความยาวรากเฉลี่ย (ซม.)						
ชุดควบคุม (น้ำ)	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03
ชุดน้ำสกัด	6.55	6.45	6.50	8.51	8.91	8.80
% ดัชนีการงอก	81.57	80.32	80.95	105.98	110.96	109.59

ผลจากสมบัติต่าง ๆ ของปุ๋ย พบว่า การใช้อัตราส่วนกากไขมัน 50 ผสมกับปุ๋ยคอก 40 และขี้เลื่อย 10% โดยไม่ทำการปรับปรุงด้วยสารปรับปรุง (P1) สามารถทำให้ปุ๋ยหมักได้มาตรฐานตามข้อกำหนดของกรมวิชาการเกษตร แต่ระหว่างการหมักยังคงมีกลิ่นรุนแรงในช่วงสัปดาห์แรก กรณีที่ใช้สัดส่วนและปรับปรุงกากไขมันด้วยกรดฟอสฟอริก หรือ EM ระยะเวลาสัมผัส 3 วัน ก่อนนำไปหมัก ตามสูตร P2 และ P3 พบว่า มีกลิ่นน้อยกว่า P1 แต่อาจทำให้เกิดการสลายอินทรียวัตถุดีกว่าทำให้ P2 ปริมาณอินทรียวัตถุน้อยกว่าค่ามาตรฐานที่ระบุ ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะให้โรงแรมที่มีพื้นที่น้อย ถ้าทำปุ๋ยหมักมีปัญหากลิ่นรบกวนควรใช้กรดฟอสฟอริกในการปรับปรุงเหมาะสมกว่าการไม่ใช้สารปรับปรุง และสามารถใช้ EM ทดแทนได้ แต่การสลายอินทรียวัตถุของ EM มากเกินไป (C:N = 19.09) อาจทำให้คุณภาพปุ๋ยด้อยลงมาก

กรณีที่ใช้กากไขมันถึง 60% ไม่สามารถทำให้ปุ๋ยหมักได้มาตรฐานตามข้อกำหนดของกรมวิชาการเกษตร และมีกลิ่นรุนแรง การสลายของอินทรียวัตถุต่ำ ในสูตร P 4-6 ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุที่เหลือสูง กรณีเช่นนี้ สามารถปรับปรุงเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์โดยใช้น้ำสกัดจากปุ๋ยคอก พรมให้ความชื้น และขยายระยะเวลาการหมักนานมากกว่า 30 วัน

อย่างไรก็ตามผลจากการทดลองในห้องปฏิบัติการฯ โครงการจะดำเนินการทดลองการทำปุ๋ยหมักในถังต้นแบบ เพื่อเป็นการทดลอง และพิสูจน์เสมือนจริงก่อนนำไปใช้ในพื้นที่โรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ต่อไป

4.3.6 ผลของการศึกษาในถังต้นแบบ

จากผลการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการฯ ให้ผลการทดลองที่ดีที่สุด คือ การปรับปรุงกากไขมันด้วยกรดฟอสฟอริกนาน 3 วัน และใช้อัตราส่วนของกากไขมัน 40 ผสมกับปุ๋ยคอก 50 และขี้เลื่อย 10% (อัตราส่วน 50:40:10) เพื่อการทำปุ๋ยหมัก จากการทดลองในถังต้นแบบ พบว่า มีกลิ่นน้อยกว่าการหมักด้วยน้ำหมัก EM โดยเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ทั้งนี้การดำเนินการทำปุ๋ยหมักได้แบ่งปริมาณการใส่กากไขมัน และวัสดุผสมออกเป็น 3 ครั้ง (แบบทยอยเติม) โดยเติมกากไขมันสลับกับวัสดุหมักเป็นชั้น ๆ ลงในถังต้นแบบ เพื่อให้เกิดการกระจาย และการเข้ากันของกากไขมันกับวัสดุผสมมากขึ้น ทำการวัดอุณหภูมิ และความชื้น โดยควบคุมความชื้นให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม หากความชื้นต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสม จะทำการพรมน้ำให้ความชื้นเพียงพอ

การตรวจสอบการใช้งานของถังต้นแบบ เริ่มด้วยการเทวัสดุผสมลงถังต้นแบบ (ดังรูปที่ 4.23) และเปิดมอเตอร์ให้หมุนถังต้นแบบ เพื่อทำการผสมหรือคลุกเคล้ากันระหว่างกากไขมัน และวัสดุผสมให้เข้ากันมากขึ้น และในระหว่างการหมักทำปุ๋ยได้ทำการเติมอากาศด้วยการเปิดรูที่ฝาถังหมัก และเปิดมอเตอร์ให้หมุน เพื่อเป็นทั้งการกลับกองปุ๋ยหมักในถังหมัก และเป็นการเติมอากาศลงในกองปุ๋ยหมักทุก ๆ วัน ทั้งนี้เมื่อทำการหมักนานถึง 45 วัน พบว่า ปุ๋ยหมักจากการทดลองในถังต้นแบบ หรือในระดับห้องปฏิบัติการฯ มีคุณสมบัติ ดังตารางที่ 4.14 และตารางที่ 4.15



รูปที่ 4.23 การเพิ่มจำนวนวัสดุหมัก และทดสอบการใช้งานถังหมัก

สำหรับชุดควบคุม พบว่า ยังคงมีกลิ่นกากไขมันอยู่ และเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายได้บ้าง ทำให้มีอัตราส่วนของ C:N 29.89:1 ปุ๋ยชุดทดลองที่ผ่านการปรับปรุงกากไขมันทั้งการใช้กรดฟอสฟอริก และน้ำหมัก EM จะไม่มีกลิ่นจากกากไขมันหลงเหลืออยู่ แต่มีกลิ่นแบบปุ๋ยหมักทั่วไป ทั้งนี้ถังที่ใช้กรดฟอสฟอริก จะเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายได้ดีกว่าถังที่ใช้น้ำ EM ทำให้มีอัตราส่วนของ C:N ต่ำสุดเมื่อเทียบกันทุกถัง อย่างไรก็ตามปุ๋ยที่ทำการหมักจากการวิเคราะห์ผล พบว่า ยังไม่เป็นไปตามมาตรฐานปุ๋ยหมักของกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548 โดยปุ๋ยหมักที่ได้ทุกถัง มีความเข้มข้นของสารประกอบที่ละลายน้ำได้ทำให้ค่าการนำไฟฟ้าสูงเกินค่ามาตรฐาน (มาตรฐานต้องน้อยกว่า 6 dS/m) ปริมาณธาตุอาหารของทุกถังหมัก เช่น N และ P ผ่านเกณฑ์ ยกเว้น K เนื่องจากทั้งวัสดุหมัก กากไขมัน ปุ๋ยคอก และขี้เลื่อย มีปริมาณโพแทสเซียมต่ำอยู่แล้ว แต่สามารถนำปุ๋ยไปใช้กับพืชที่ต้องการการบำรุงใบ และลำต้นได้ หากแต่ไม่เหมาะสมกับพืชที่ต้องการให้ออกดอก และเมื่อตรวจสอบดัชนีการงอกที่อัตราส่วนของการสกัดด้วยน้ำ 1:10 และทำการศึกษาอัตราการงอก และความยาวรากของเมล็ดถั่วเขียวในช่วง 150 ชั่วโมง พบว่า มีเฉพาะปุ๋ยที่ปรับปรุงด้วยน้ำหมัก EM มีดัชนีการงอกเกิน

80% แสดงให้เห็นได้ว่า สารต่าง ๆ ที่สกัดออกจากปุ๋ยด้วยน้ำออกมา อาจมีความเข้มข้นมากจนมีผลต่อดัชนีการงอก แต่ถ้าใช้อัตราส่วนการสกัดด้วยน้ำ 1:100 พบว่า ทุกถังมีดัชนีการงอกผ่านเกณฑ์

ตารางที่ 4.14 สมบัติของปุ๋ยหมักจากกากไขมัน จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ เปรียบเทียบประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548

พารามิเตอร์	มาตรฐานปุ๋ยหมัก		ชุดควบคุม	กรดฟอสฟอริก	น้ำหมัก EM
ขนาดของปุ๋ย	ไม่เกิน 12.5 x 12.5 มม.		ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
กลิ่น	-		มีกลิ่น	ไม่มี	ไม่มี
พีเอช	5.5-8.5		7.79±0.05	7.20±0.02	9.30±0.30
ค่าการนำไฟฟ้า	<6 dS/m		6.55±0.01	9.73±0.02	7.65±0.06
คาร์บอนต่อไนโตรเจน	ไม่เกิน 20:1		29.89:1	25.94:1	33.13:1
ไนโตรเจน	≥1.00%		1.37± 0.33	1.68±0.45	1.05±0.92
โพแทสเซียม	≥0.50%		0.10±0.03	0.10±0.01	0.28±0.06
ฟอสฟอรัส	≥0.50%		2.99±0.03	3.96±0.11	3.00±0.01
ดัชนีการงอกของเมล็ด	≥80%	1:10	58.38	58.26	85.30
		1:100	96.89	107.74	98.94

ตารางที่ 4.15 สรุปการหมักในถังต้นแบบ จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ

พารามิเตอร์	มาตรฐานปุ๋ยหมัก		ชุดควบคุม	กรดฟอสฟอริก	น้ำหมัก EM
ขนาดของปุ๋ย	ไม่เกิน 12.5 x 12.5 มม.		✓	✓	✓
กลิ่น	-		✗	✓	✓
พีเอช	5.5-8.5		✓	✓	✗
ค่าการนำไฟฟ้า	<6 dS/m		✗	✗	✗
คาร์บอนต่อไนโตรเจน	ไม่เกิน 20:1		✗	✗	✗
ไนโตรเจน	≥1.00%		✓	✓	✓
โพแทสเซียม ($\%K_2O$)	≥0.50%		✗	✗	✗
ฟอสฟอรัส (% P_2O_5)	≥0.50%		✓	✓	✓
ดัชนีการงอกของเมล็ด	≥80%	1:10	✗	✗	✓
		1 : 100	✓	✓	✓

4.4 การพัฒนาถังต้นแบบทำปุ๋ยหมัก

4.4.1 แนวคิดในการพัฒนาถังต้นแบบ

ปัจจุบันร้านอาหาร โรงแรม หรือรีสอร์ท โดยส่วนใหญ่มีการจัดการกับเศษอาหาร เบเกอรีภายหลังจากการประกอบอาหาร ขนม และการให้บริการแล้ว โดยเฉพาะปริมาณกากไขมันจำนวนมากยากต่อการกำจัดและจัดการ ประกอบกับกากไขมันมีกลิ่นเหม็นค่อนข้างรุนแรง แม้ว่าจะมีการนำไปฝังดิน หรือเก็บไว้ในถังแล้วนำไปกำจัดหรือนำไปทิ้งต่อไป ด้วยวิธีต่าง ๆ ดังกล่าว พบว่า กากไขมันมักส่งผลต่อการเกิดกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ ซึ่งก่อให้เกิดมลภาวะกับผู้คนในบริเวณนั้น ๆ ดังนั้นหากมีกระบวนการ หรือวิธีการจัดการกับกากไขมันได้จะเป็นการช่วยลดปัญหาเรื่องกลิ่นที่เกิดขึ้นได้ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมีการออกแบบ และวางแผนที่จะนำกากไขมันที่เกิดจากครัวอาหาร และครัวเบเกอรีจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี เข้าสู่กระบวนการผลิตปุ๋ยหมักเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงบำรุงดินในพื้นที่โรงแรม ดังนั้นจึงเป็นเหตุที่ต้องมีการออกแบบสร้างถังหมักต้นแบบ เพื่อการพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมัน จากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่ดีและเหมาะสม สามารถใช้เป็นนวัตกรรมเพื่อการจัดการกากไขมันในเมืองสมุยได้อย่างยั่งยืน และมีประสิทธิภาพสูงสุด บนหลักการของความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Friendly)

4.4.2 ความต้องการของการออกแบบถังต้นแบบ (ดังรูปที่ 4.24) ประกอบด้วย

1) ถังต้นแบบต้องสามารถกักเก็บวัตถุดิบสำหรับการทำปุ๋ยหมักได้
2) ถังต้นแบบต้องสามารถรับน้ำหนักวัตถุดิบได้อย่างน้อย 100 กิโลกรัม
3) ถังต้นแบบต้องสามารถทำให้วัตถุดิบสำหรับการทำปุ๋ยหมักเกิดการผสมกันได้
4) ถังต้นแบบต้องสามารถเก็บกักกลิ่นที่เกิดจากกระบวนการหมักได้
5) ถังต้นแบบต้องมีการระบายน้ำออกได้ในกรณีมีน้ำค้างถัง และมีช่องระบายกลิ่นออกได้ด้วย
6) ถังต้นแบบต้องสามารถใช้งานได้ง่ายต่อการจัดการ และมีระบบที่ไม่ซับซ้อน
7) ถังต้นแบบต้องสามารถใช้ทั้งระบบไฟฟ้า และ/หรือปรับเป็นการใช้แรงงานคนในการจัดการได้
8) ถังต้นแบบต้องสามารถปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ที่เสื่อมสภาพได้ โดยเฉพาะตัวถัง
9) ถังต้นแบบต้องเคลื่อนย้ายได้ และใช้พื้นที่ตั้งน้อย
10) ถังต้นแบบต้องมีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 12 เดือน
11) ถังต้นแบบควรมีค่าใช้จ่ายในการประกอบถังประมาณ 12,000-15,000 บาทต่อถัง

4.4.3 หลักการของการออกแบบถังต้นแบบ

ลักษณะการทำงานของถังต้นแบบเพื่อการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน ได้ออกแบบให้มีความคล้ายคลึงกับเครื่องผสมปูนทั่วไป กล่าวคือ ภายในตัวถังจะมีใบครีบเหล็กที่ติดตั้งสำหรับกวนผสมวัสดุผสมต่าง ๆ โดยเมื่อถังต้นแบบทำงานจะด้วยการใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส หรือการปรับเปลี่ยนเป็นการใช้แรงงานคนหมุน (ถังต้นแบบสามารถปรับดัดแปลงได้ก่อนการใช้งาน) ซึ่งเป็นตัวสร้างแรงในการทำให้ถังหมุน เพื่อที่ใบครีบภายในถังจะทำหน้าที่ในการกวนส่วนผสมจากวัสดุต่าง ๆ ที่อยู่ภายในข้างถังให้เกิดการเคลื่อนที่และผสมคลุกเคล้ากัน และทำให้อากาศสามารถเข้าไปแทรกตัวระหว่างส่วนผสมของวัสดุต่าง ๆ ได้มากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้กระบวนการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และด้วยตัวถังต้นแบบได้มีการออกแบบให้มีการทำช่อง

ขนาดเล็กในการระบายกลิ่นออก และมีการติดตั้งหรือใส่สารกำจัดกลิ่น (ผงถ่าน เป็นต้น) ที่ทำการติดตั้งอยู่ภายนอกตัวถังด้านหลังฝาถัง เพื่อทำหน้าที่ในการช่วยลดกลิ่นที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการทำปุ๋ยหมัก

4.4.4 การออกแบบถังต้นแบบ

หลักเกณฑ์ต่าง ๆ ในการออกแบบถังต้นแบบ ได้พิจารณาโดยตั้งเกณฑ์ของการให้คะแนนด้านความเหมาะสม ตั้งแต่มีความเหมาะสมน้อยถึงมีความเหมาะสมมาก 5 ระดับ (1-5 คะแนน)

โดย 1 = เหมาะสมน้อยสุด

2 = เหมาะสมน้อย

3 = เหมาะสมปานกลาง

4 = เหมาะสมมาก

5 = เหมาะสมมากสุด

นอกจากนี้ในแต่ละหัวข้อจะพิจารณาความเหมาะสมด้วยการให้ค่าถ่วงน้ำหนัก 3 ระดับ คือ 1-3 ระดับด้วย โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนของการออกแบบ ดังนี้

1) การวางตัวของถังต้นแบบ (พิจารณาจากแกนหมุน)

จากการพิจารณาการวางตัวของถังต้นแบบ ได้แก่ การวางถังแบบแนวตั้ง แนวนอน หรือเอียง ซึ่งโครงการได้พิจารณา และเน้นในประเด็นหลัก คือ แกนหมุนของตัวถังต้นแบบ และเมื่อพิจารณาจากเกณฑ์ของการให้คะแนน (ดังตารางที่ 4.16) พบว่า การออกแบบในแนวที่แกนหมุนเอียง และทำมุม 45 องศาจากแนวตั้งมีความสะดวก ง่าย และมีความเหมาะสมต่อการใช้งานดีที่สุด เนื่องจากมีความง่ายต่อการนำเข้า และการเทออกวัสดุผสมเพื่อการทำปุ๋ยหมักเข้าออกจากตัวถังสะดวก โดยมีที่จับอยู่ด้านข้างเพื่อให้ User Friendly จึงมีความเหมาะสมกว่าการทำถังต้นแบบที่เป็นแนวตั้ง และแนวนอน อีกทั้งถังต้นแบบที่มีแกนหมุนเอียงทำมุม 45 องศา ยังใช้พื้นที่ในการติดตั้งปานกลางเมื่อเทียบกับอีก 2 รูปแบบ (ดังรูปที่ 4.25) และสามารถมีปริมาตรบรรจุเท่ากับ 155 กิโลกรัม และมีพื้นที่ว่างภายในถัง ดังภาคผนวกที่ ฌ

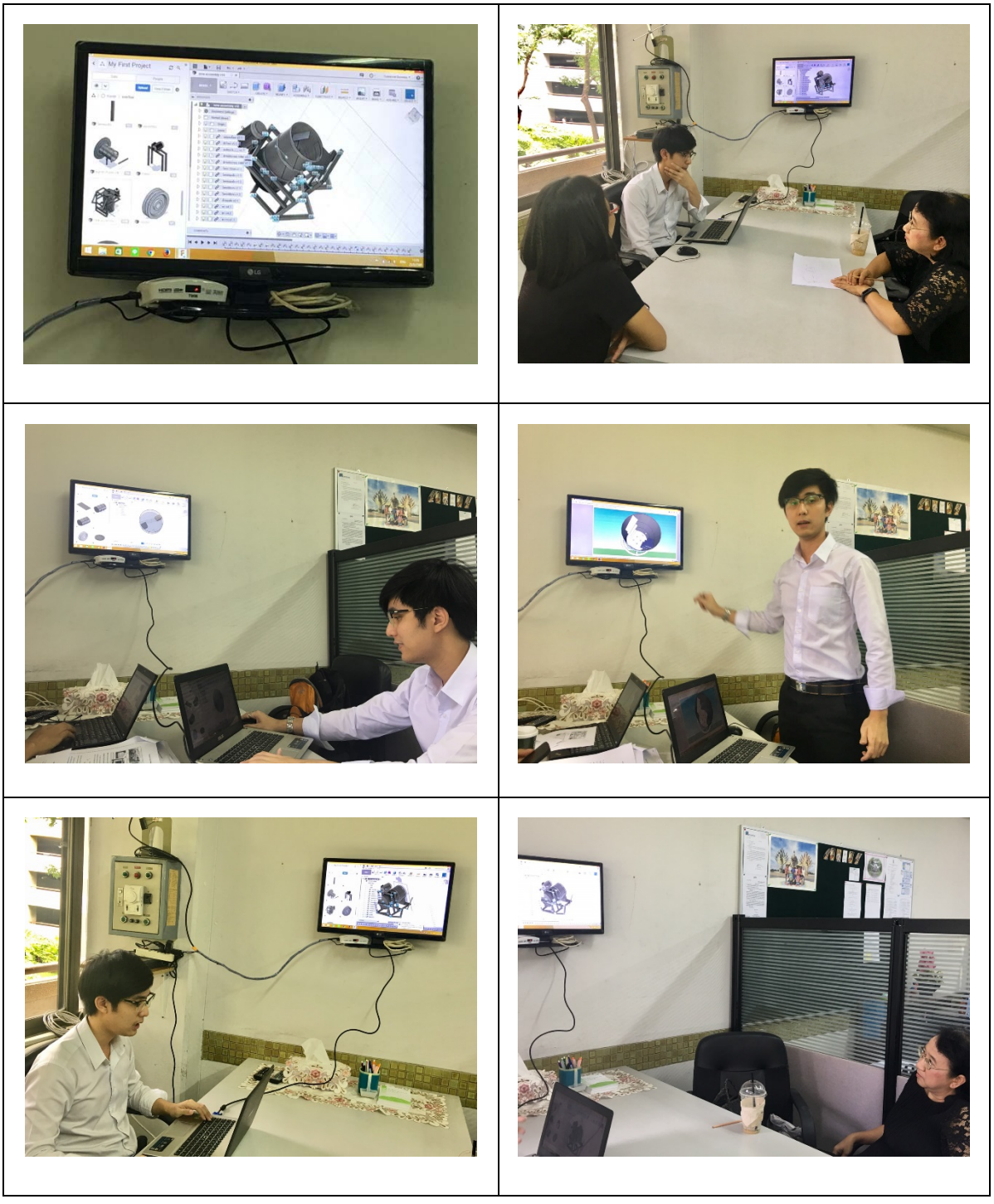
ตารางที่ 4.16 เกณฑ์การเลือกการวางตัวของถังต้นแบบ

การเลือกการวางตัวของถัง	ค่าถ่วงน้ำหนัก (คะแนน)	ถังต้นแบบที่มีแกนเป็นแนวนอน	ถังต้นแบบที่มีแกนเป็นแนวตั้ง	ถังต้นแบบที่มีแกนหมุนเอียงทำมุม 45 องศากับแกนตั้ง
1. ความง่ายต่อการบรรจุวัสดุผสมลงถัง	3 (15)	5 (15)	3 (9)	5 (15)
2. ความง่ายต่อการนำวัสดุผสมออกจากถัง	3 (15)	4 (12)	2 (6)	4 (12)
3. พื้นที่ที่ใช้ในการติดตั้ง (ใช้พื้นที่น้อย)	2 (10)	1 (2)	4 (8)	3 (6)
รวม (40 คะแนน)	**40**	**29**	**23**	**33**

2) รูปแบบภาชนะหรือตัวถังต้นแบบ

โครงการได้ทำการพิจารณาจากปริมาณกากไขมันที่เกิดขึ้น ความสะดวกและง่ายต่อการซื้อหา และงบประมาณในการจัดทำถังต้นแบบ จึงได้พิจารณา และเลือกถังต้นแบบที่มีปริมาตรรวม 200 ลิตร (มีปริมาตรบรรจุเท่ากับ 155 กิโลกรัมเมื่อเอียงทำมุม 45 องศา) ซึ่งหาซื้อได้ง่าย และมีขายโดยทั่วไป ประกอบกับการ

ออกแบบได้ทำการพิจารณาถังต้นแบบต่อ 1 แกนหมุนเพื่อผสมวัสดุต่าง ๆ ที่นำมาทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน นอกจากนี้ จากตารางที่ 4.17 เมื่อพิจารณาถึงขนาดของตัวถังต้นแบบ ความง่ายต่อการติดตั้งอุปกรณ์ และการควบคุมการหมุนของตัวเครื่อง พบว่า การใช้ถังต้นแบบที่มีขนาดใหญ่ถังเดียวที่คัดเลือกนั้น มีความเหมาะสมกว่า การออกแบบที่ใช้ถังต้นแบบขนาดเล็กหลาย ๆ ถังมาประกอบต่อกับหนึ่งแกนหมุนด้วย



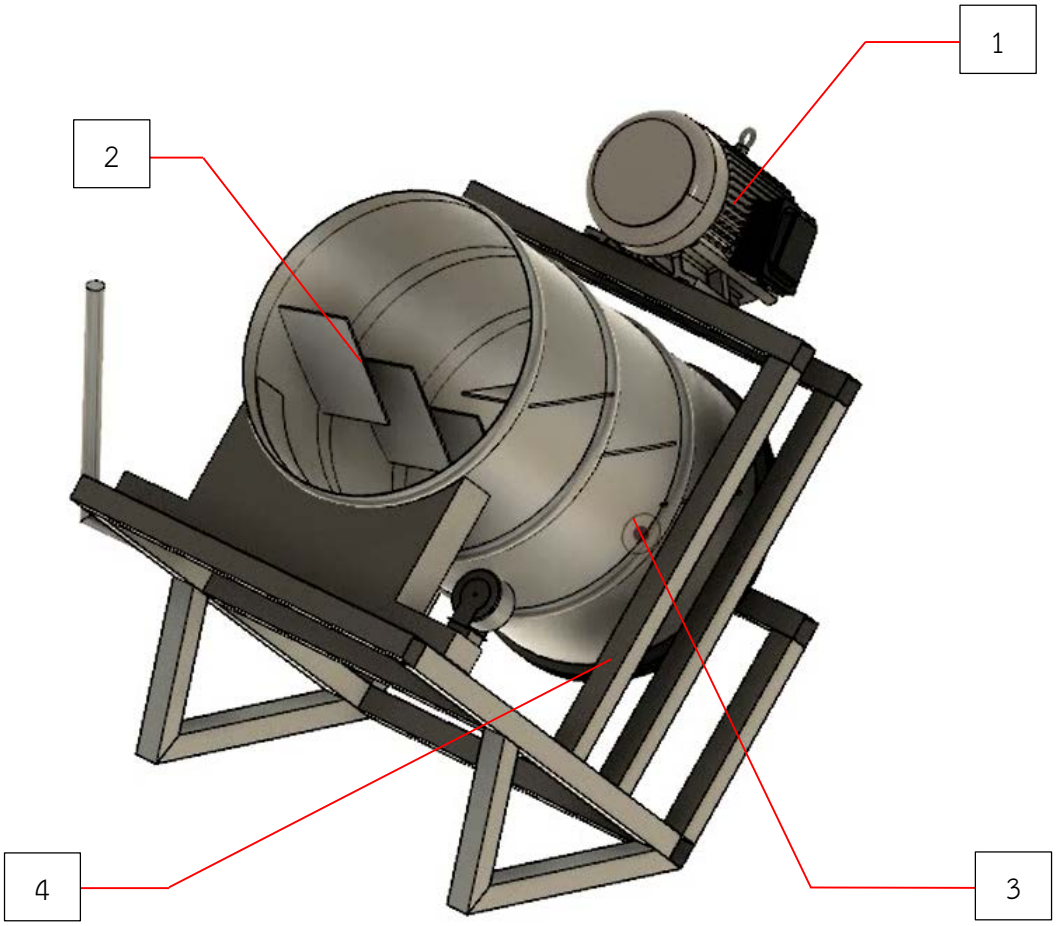
รูปที่ 4.24 การนำเสนอขั้นตอนการออกแบบถังผสมปุ๋ย

ตารางที่ 4.17 เกณฑ์การคัดเลือกรูปแบบภาชนะหรือตัวถังต้นแบบ

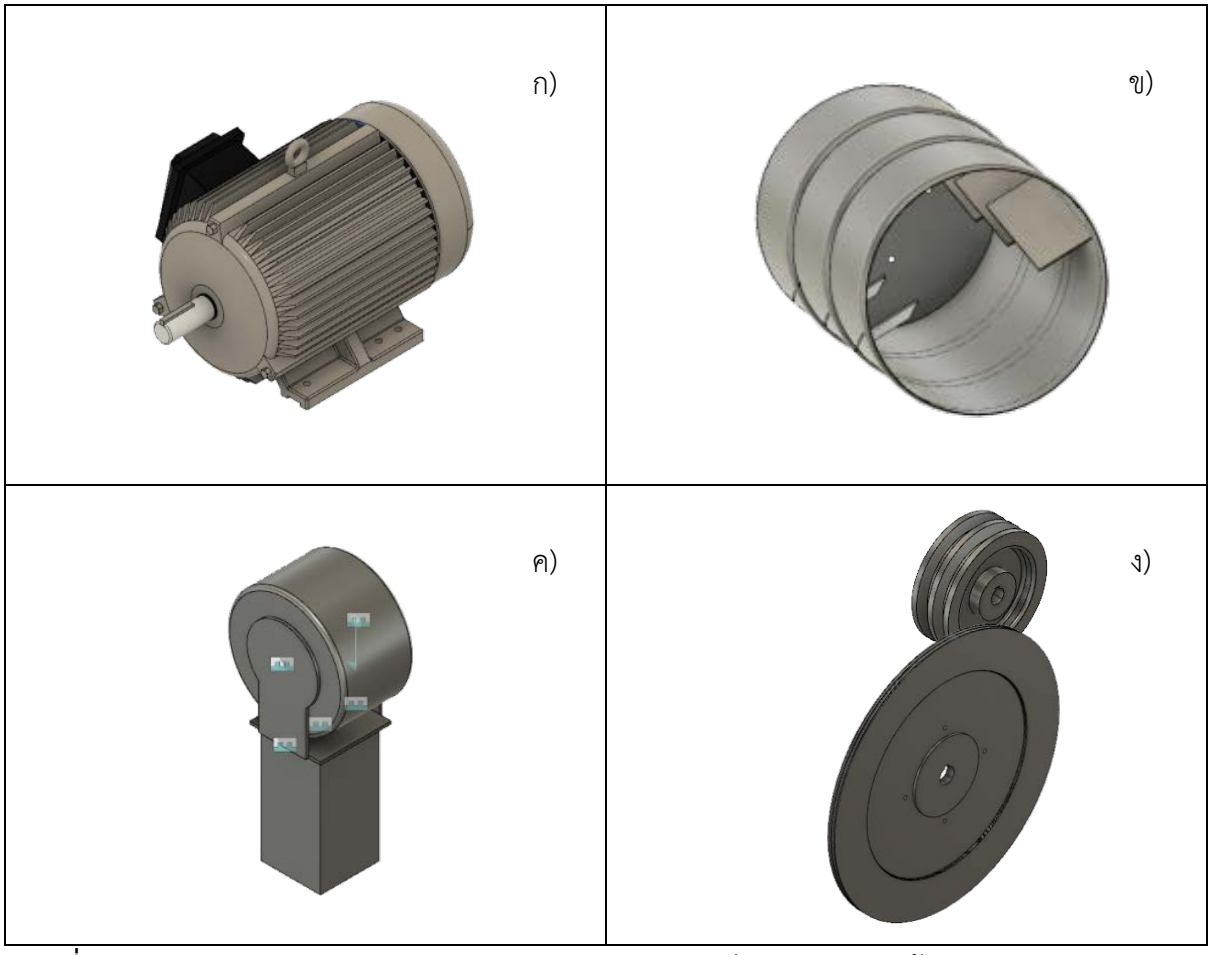
การเลือกรูปแบบภาชนะ	ค่าถ่วงน้ำหนัก (คะแนน)	ถังต้นแบบขนาดเล็กหลาย ๆ ถัง	ถังต้นแบบขนาดถังใหญ่ 1 ถัง
1. ขนาดของตัวถังต้นแบบ	2 (10)	4 (8)	5 (10)
2. ความง่ายต่อการประกอบและติดตั้ง	2 (10)	3 (6)	4 (8)
3. ความง่ายต่อการควบคุมการหมุนของแกน	3 (15)	3 (9)	4 (12)
รวม (35 คะแนน)	**35**	**23**	**30**

4.4.5 ลักษณะและส่วนประกอบของถังต้นแบบ

จากการออกแบบขั้นต้น โครงการได้ดำเนินการจัดทำถังต้นแบบที่ผ่านการคัดเลือก ผ่านการพิจารณาตามเกณฑ์ต่าง ๆ พร้อมเป็นถังต้นแบบที่ได้รับคะแนนสูงสุด และคาดว่าจะเป็นถังต้นแบบที่มีการใช้งานที่ง่ายสะดวก และมีความเหมาะสมสูงสุดกับพื้นที่ศึกษา ซึ่งลักษณะ และส่วนประกอบของถังต้นแบบ เพื่อการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน จากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี สามารถแสดงได้ดังโดยมีลักษณะ และส่วนประกอบของการประกอบถังต้นแบบ ได้แก่ 1) มอเตอร์ 2) ใบครีบสำหรับการกวน 3) ถังเหล็ก 200 ลิตร และ 4) พูเล่ย์สำหรับการทดรอบ ดังรูปที่ 4.26 และรูปที่ 4.27



รูปที่ 4.25 ลักษณะและส่วนประกอบของถังต้นแบบ



รูปที่ 4.26 ส่วนประกอบหลักของถัง (ภาพออกแบบ) ก) มอเตอร์ขนาด 1/2 แรงม้า ข) ถังขนาด 200 ลิตร พร้อมใบกวน ค) ลูกกลิ้งรองถัง และ ง) ชุดพูเลย์ทดรอบ 2/24 นิ้ว

4.4.6 การประกอบและติดตั้งถังต้นแบบ

ในการออกแบบของถังต้นแบบ เพื่อการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน ในขั้นต้นของการออกแบบ ได้มีข้อกำหนดที่ต้องการให้มีงบลงทุน หรือค่าใช้จ่ายในการจัดทำถังต้นแบบ 1 ชุด อยู่ระหว่าง 5,000-10,000 บาท หากแต่เมื่อโครงการ และผู้ออกแบบได้ว่าจ้างบุคคล หรือร้านค้าที่ทำงานด้านการเชื่อม และอ๊อคเหล็กต่าง ๆ ให้ทำการสร้าง และประกอบถังต้นแบบตามที่ได้ออกแบบไว้ พบว่า ไม่สามารถที่จะสร้างถังต้นแบบให้อยู่ในช่วงงบประมาณที่ตั้งไว้ตอนต้นได้ เนื่องจากถังต้นแบบนั้นมีค่าใช้จ่าย หรืองบประมาณทั้งหมดต่อถังสูงกว่าที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เนื่องจากต้องมีการทำเป็นแบบและโครงสร้างเฉพาะงาน ดังรูปที่ 4.27 ประกอบกับมีการปรับส่วนประกอบของถังต้นแบบ กล่าวคือ เปลี่ยนชุดพูเลย์สำหรับการทดรอบ 2/24 นิ้ว เป็นเกียร์ทด 1 : 60 เพื่อให้รอบที่เกิดขึ้นต่ำลง และมีความเหมาะสมกับการใช้งานของการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันมากขึ้น ดังรูปที่ 4.28 โดยสามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ยังพบว่า ถังต้นแบบขนาดปริมาตร 200 ลิตร ดังกล่าวทำมาจากเหล็กที่มีอายุการใช้งานอยู่ที่ระยะเวลา 6-8 เดือนเท่านั้น ซึ่งหากมีการเพิ่มงบประมาณมากขึ้น ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนจากถังสังกะสี เป็นถังสแตนเลสขนาด 200 ลิตรได้ โดยจะทำให้ตัวถังต้นแบบนั้นมีอายุสำหรับการใช้งานเพิ่มขึ้นมากกว่า 1 ปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการใช้งาน และการดูแลรักษา อย่างไรก็ตามส่วนประกอบต่าง ๆ ของการทำถังต้นแบบนั้น ผู้ใช้สามารถประยุกต์ ปรับเปลี่ยน หรือเปลี่ยนชิ้นส่วนได้ทั้งหมดตามความเหมาะสม หรือตามความต้องการของผู้ใช้งานนั้นได้ทั้งหมด



ก)



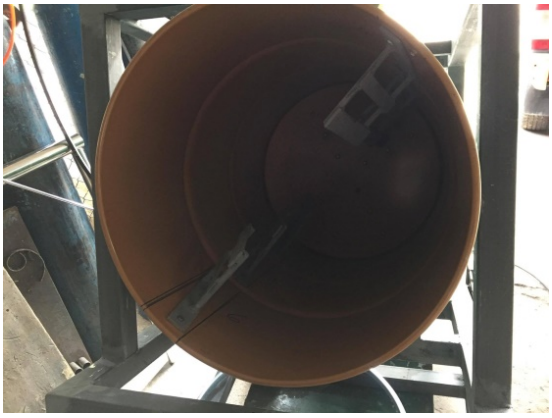
ข)



ค)



ง)



จ)



ช)

รูปที่ 4.27 การประกอบและลักษณะถังต้นแบบ

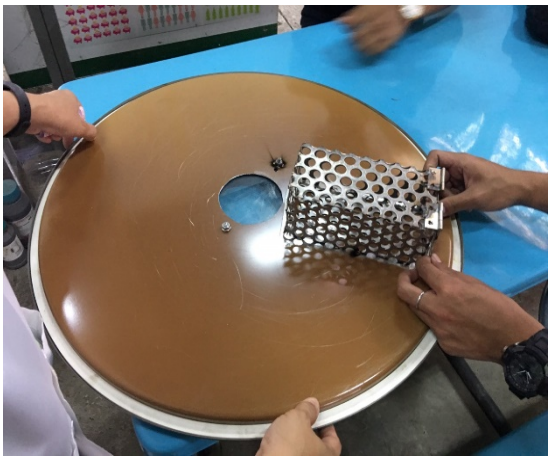
ก) ลักษณะถังโดยรวม (ด้านข้าง) ข) หูจับสำหรับยกขึ้น-ลง ค) ลักษณะฝาถัง (ด้านใน)
ง) ลักษณะถังโดยรวม (ด้านหน้า) จ) ลักษณะภายในถัง และ ช) ลักษณะการติดตั้งมอเตอร์



ก)



ข)



ค)



ง)



จ)



ช)

รูปที่ 4.28 การติดตั้งถังต้นแบบเพื่อการทดลอง ณ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4.5 ผลการศึกษาในภาคสนามพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

4.5.1 ผลจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ เพื่อการคัดเลือกสภาวะ ตัวแปรที่มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อประยุกต์ใช้งานในภาคสนาม หรือทำการทดลองในถังต้นแบบทำปุ๋ยหมักในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

จากผลการศึกษาในห้องปฏิบัติการฯ นำมาสู่การออกแบบการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน เพื่อการสาธิตการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันในพื้นที่ศึกษา คือ เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยได้กำหนดสูตรหรืออัตราส่วนผสมวัสดุ จำนวน 3 สูตร ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 2 เดือน ทำการเก็บข้อมูลพื้นฐานทุก 3 วัน และทำการเก็บตัวอย่างปุ๋ยหมักทดลองจากถังต้นแบบ เพื่อทำการวิเคราะห์ผลทุก ๆ 15 วัน ได้แก่ 15, 30, 45 และ 60 วัน ดังมีข้อมูลรายละเอียดสูตรการทำปุ๋ย หรืออัตราส่วนผสมวัสดุ ในตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 การสาธิตการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน จำนวน 3 สูตร

วัสดุ	ถังที่ 1 (สูตรเมืองสมุยกรุ๊ป) สาธิต 2 ก.พ. 2561	ถังที่ 2 (สูตรจากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ) สาธิต 3 ก.พ. 2561	ถังที่ 3 (สูตรประยุกต์ ถังที่ 1 และ 2) สาธิต 3 ก.พ. 2561
1. กากไขมัน (กิโลกรัม)	14	40	14
2. เศษวัชพืช (กิโลกรัม)	50	0	50
3. มูลสัตว์ (กิโลกรัม)	13	50	13
4. รำข้าว (กิโลกรัม)	0.3	0	0.3
5. ผงโดโลไมท์ (กิโลกรัม)	0.3	0	0.3
6. ขี้เลื่อย (กิโลกรัม)	0	10	0
7. น้ำหมัก (ลิตร)	7	0	7
8. น้ำเปล่า (ลิตร)	14	0	14
รวม	100	100	100
กรดฟอสฟอริก (ลิตร)	-	40	14

จากการลงพื้นที่เกาะสมุย มีโรงแรมหลายแห่งที่มีการทำปุ๋ยหมักที่มีส่วนผสมกับกากไขมัน และมีการทำน้ำหมัก EM ร่วมด้วย นอกจากนี้มีการนำวัสดุเหลือใช้ทั้งจากห้องครัว ร้านอาหาร และพื้นที่สวน มาเป็นวัสดุผสมร่วมด้วย ซึ่งยังไม่มีอัตราส่วนที่แน่นอนหรือชัดเจนนัก คณะผู้วิจัยฯ จึงได้จัดให้มีการประชุม และเชิญชวนเข้าร่วมกิจกรรมการวิจัย และทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบสูตร หรืออัตราส่วนของการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน โดยได้ทำการออกแบบการทำปุ๋ยหมัก 3 สูตร บรรจุในถังต้นแบบ จำนวน 3 ถัง โดยผสมกากไขมันกับวัสดุต่าง ๆ รายละเอียดดังตารางที่ 4.18 โดยถังต้นแบบที่ 1 ทำการดัดแปลงส่วนผสมมาจากการทำปุ๋ยหมัก สูตรเมืองสมุยกรุ๊ปฯ ถังต้นแบบที่ 2 ใช้อัตราส่วนที่ได้จากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการของโครงการวิจัยฯ โดยมีการปรับปรุงกากไขมันด้วยกรดฟอสฟอริกนาน 1 คืนก่อนทำการหมัก (ผลการทดลองจากห้องปฏิบัติการแช่กรดฟอสฟอริกนาน 3 คืน) และถังต้นแบบที่ 3 ใช้น้ำหมัก EM เพื่อปรับปรุงกากไขมันนาน 1 คืนก่อนทำการหมัก และใช้วัสดุหมักเช่นเดียวกับถังต้นแบบที่ 1

4.5.2 การศึกษาสมบัติเบื้องต้นของส่วนผสมที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมัก

จากการพิจารณาวัสดุผสมที่เลือกนำมาใช้ทำการศึกษาวิจัยในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ประกอบด้วย กากไขมัน เศษวัชพืช ปุ๋ยคอก ขี้เลื่อย รำข้าว และน้ำหมัก (EM) ซึ่งเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายในพื้นที่เกาะสมุย และสามารถหาได้ทั่วไปตามธรรมชาติ โดยคุณสมบัติของวัสดุผสมที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมักสาธิต ณ พื้นที่เกาะสมุย มีสมบัติเบื้องต้น แสดงดังตารางที่ 4.19

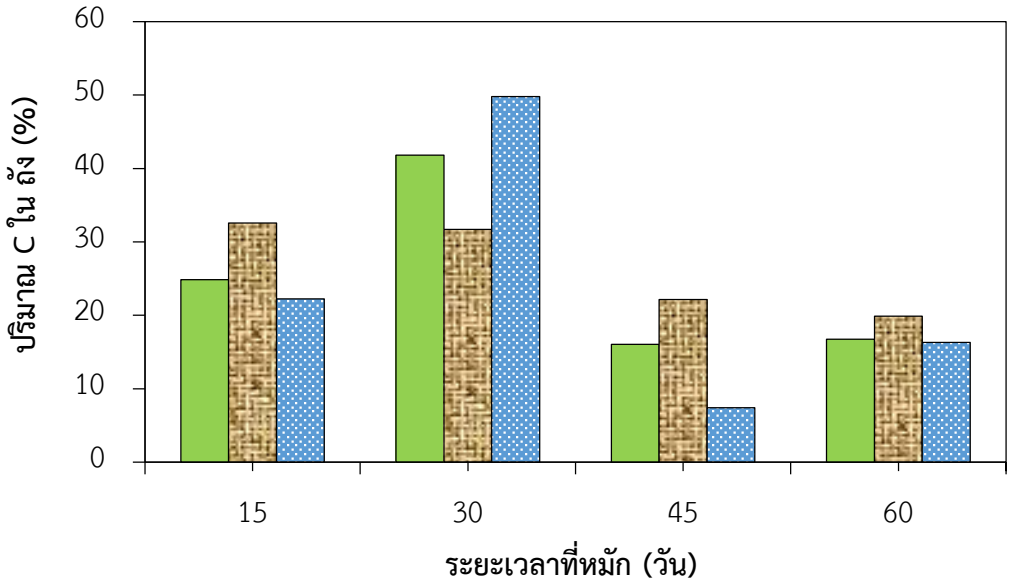
ตารางที่ 4.19 สมบัติของวัสดุผสมที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมัก จากการทดลองในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

พารามิเตอร์	กาก ไขมัน	เศษ วัชพืช	ปุ๋ยคอก	ขี้เลื่อย	รำข้าว	น้ำหมัก
ค่าพีเอช	6.14 ±0.04	8.45 ±0.03	8.65 ±0.01	6.59 ±0.01	5.70 ±0.01	3.61 ±0.01
ความชื้น (%)	3.25* ±1.30	57.82 ±3.10	14.43 ±2.48	26.97 ±3.68	19.77 ±2.12	ของเหลว
สภาพนำไฟฟ้า (เดซิซีเมนส์/เมตร)	8.19 ±0.15	105.27 ±0.47	93.13 ±1.96	2.85 ±0.04	67.97 ±4.93	95.90 ±0.10
ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	7.67 ±0.97	1.10 ±0.21	1.54 ±0.07	0.19 ±0.03	3.13 ±0.06	0.05 ±0.00
คาร์บอนทั้งหมด (%)	93.77 ±1.09	45.15 ±0.89	19.55 ±1.09	15.04 ±1.21	27.89 ±3.61	1.11 ±0.04
อัตราส่วน C/N	12.22	41.19	12.73	80.65	8.91	23.72
โพแทสเซียมทั้งหมด (%)	0.77 ±0.32	0.32 ±0.04	0.44 ±0.26	0.004 ±0.002	0.40 ±0.01	0.009 ±0.000
โพแทสเซียมละลายน้ำ	0.014 ±0.003	0.040 ±0.014	0.021 ±0.004	0.008 ±0.002	0.054 ±0.012	0.057 ±0.005
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%P_2O_5)	1.59 ±0.01	0.09 ±0.003	0.04 ±0.001	0.02 ±0.001	0.04 ±0.002	ND
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (%P)	0.69	2.21E-03	2.28E-04	1.83E-03	9.83E-03	ND
ปริมาณสารหนู (มก./กก.)	0.0639 ±0.0002	0.0781 ±0.0006	0.0548 ±0.0002	0.0756 ±0.0002	0.0521 ±0.0009	0.0007 ±0.0002
ปริมาณแคดเมียม (มก./กก.)	1.0703 ±0.0004	1.2986 ±0.0004	1.0169 ±0.0002	1.2283 ±0.0004	0.9966 ±0.0040	0.0134 ±0.0003
ปริมาณทองแดง (มก./กก.)	0.9824 ±0.0008	1.1814 ±0.0007	0.9152 ±0.0002	1.1905 ±0.0004	0.9371 ±0.0014	0.0124 ±0.0011
ปริมาณตะกั่ว (มก./กก.)	1.0224 ±0.0003	1.2693 ±0.0004	1.0013 ±0.0006	1.2189 ±0.0004	0.9817 ±0.0001	0.0967 ±0.0002

พารามิเตอร์	กาก ไขมัน	เศษ วัชพืช	ปุ๋ยคอก	ขี้เลื่อย	รำข้าว	น้ำหมัก
ปริมาณปรอท (มก./กก.)	0.0958 ±0.0002	0.1269 ±0.0002	0.1017 ±0.0004	0.1134 ±0.0003	0.0967 ±0.0002	0.0013 ±0.0003

หมายเหตุ: กากไขมันที่ทำการผึ่งให้แห้งแล้ว

จากตารางที่ 4.19 สมบัติของวัสดุที่ใช้ในการหมัก ณ พื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่า กากไขมันที่ใช้ในครั้งนี้ ทางโรงแรมฯ ได้ทำการเก็บสะสมกากไขมัน เพื่อให้มีจำนวนเพียงพอต่อการหมักในถังต้นแบบถึง 3 ถัง จึงมีการนำกากไขมันไปผึ่งแดดนานหลายวัน ทำให้กากไขมันมีความชื้นน้อยมากเมื่อเทียบกับกากไขมันที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ส่งผลให้มีปริมาณคาร์บอนสูง ทำให้สัดส่วนของ C:N ในการผสมตามสูตรต่าง ๆ มากกว่า 30:1 และเมื่อพิจารณาถึงปริมาณธาตุอาหารหลักอื่น ๆ พบว่า วัสดุต่าง ๆ โดยรวมที่ใช้ทำการหมักผสมมีปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้ในการทำปุ๋ยหมักสูตรเมืองสมุยกรุ๊ปฯ ในถังต้นแบบที่ 1 และสูตรดัดแปลงหรือประยุกต์ในถังต้นแบบ 3 มีการใช้หรือเติมโดโลไมต์เป็นวัสดุผสม เพื่อเป็นจุลธาตุอาหารสำหรับจุลินทรีย์ในการหมักด้วย ซึ่งโดโลไมต์นั้นเมื่อละลายน้ำมีฤทธิ์เป็นเบส (ค่าพีเอชเฉลี่ย 9.92±0.29) มีไอออนที่ละลายน้ำออกมาได้ต่ำ จึงมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำ (เฉลี่ย 96.80±0.17 ไมโครซีเมนต์/ซม.) และถือว่าเป็นอนินทรีย์สารที่มีปริมาณคาร์บอน และไนโตรเจนต่ำมาก ๆ ดังนั้น ค่า C:N จึงมาจากวัสดุผสมอื่น ๆ ดังแสดงในรูปที่ 4.29



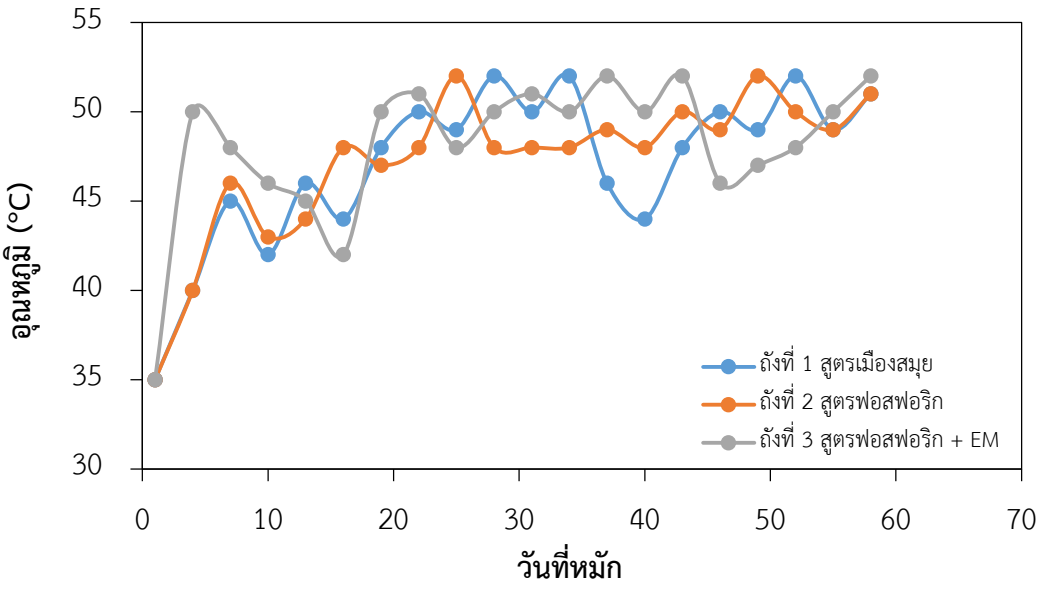
รูปที่ 4.29 ปริมาณคาร์บอนในวัสดุหมัก ที่ระยะเวลาการหมักต่าง ๆ

อย่างไรก็ตาม เมื่อนำวัสดุต่าง ๆ มาผสมเป็นปุ๋ยหมักได้ 15-30 วัน พบว่า ปริมาณคาร์บอนของทุกถังมีค่าแปรปรวนสูงมาก ทั้งนี้เนื่องมาจากตัวอย่างปุ๋ยหมักยังไม่เป็นเนื้อเดียวกัน และเมื่อทำการสุ่มแบบอิสระเพื่อมาวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอน จึงมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation; SD) สูง เมื่อเทียบกับระยะเวลาที่ผ่านการหมักนานขึ้นเป็น 45-60 วัน ซึ่งวัสดุหรือตัวอย่างปุ๋ยหมักมีการย่อยสลายดี มีความเป็นเนื้อเดียวกันมากขึ้น โดยพบว่า ค่า SD มีค่าต่ำ มีความแปรปรวนในการสุ่ม และวิเคราะห์ลดลงอย่างชัดเจน

นอกจากนี้จุลินทรีย์แบบใช้อากาศสามารถย่อยสลายให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้ปริมาณคาร์บอนลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน หากแต่กรณีที่เป็นปริมาณไนโตรเจน และฟอสฟอรัสยังไม่ปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจนนัก

4.5.3 ผลของการแปรระยะเวลาที่สัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน

จากการทดลองในพื้นที่ภาคสนาม พื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยโครงการได้ออกแบบการทำปุ๋ยหมัก จำนวน 3 สูตร บรรจุในถังต้นแบบ จำนวน 3 ถัง โดยผสมกากไขมันกับวัสดุผสมต่าง ๆ โดยถังต้นแบบที่ 1 ทำการดัดแปลงส่วนผสมมาจากการทำปุ๋ยหมัก สูตรเมืองสมุยกรุ๊ปฯ ถังต้นแบบที่ 2 เป็นสูตรปรับปรุงกากไขมันด้วยกรดฟอสฟอริกก่อน 1 วันและถังต้นแบบที่ 3 เป็นสูตรเมืองสมุยแต่ปรับปรุงกากไขมันด้วยกรดฟอสฟอริก ก่อน 1 วัน และใช้น้ำหมักร่วมด้วย ซึ่งใช้ระยะเวลาในการศึกษาทดลองเป็นเวลา 2 เดือน (เริ่มทำการทดลองวันที่ 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2561) และทำการเก็บข้อมูลพื้นฐานทุก 3 วัน ได้แก่ อุณหภูมิ ค่าพีเอช ความชื้น และกลิ่น (ดังภาคผนวก ญ) โดยสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้



รูปที่ 4.30 อุณหภูมิในถังหมักสูตรต่าง ๆ ถังที่ 1 สูตรเมืองสมุยกรุ๊ป ถังที่ 2 สูตรปรับปรุงกากไขมันด้วยกรดฟอสฟอริกก่อน 1 วัน และถังที่ 3 สูตรเมืองสมุยกรุ๊ป แต่ปรับปรุงกากไขมันด้วยกรดฟอสฟอริกก่อน 1 วัน และใช้น้ำหมักร่วมด้วย

จากรูปที่ 4.30 กราฟแสดงอุณหภูมิในถังต้นแบบทั้ง 3 ถัง ในช่วง 5 วันแรก พบว่า ถังที่ 3 เกิดปฏิกิริยาได้ดีเมื่อเทียบกับถังที่ 1 และ 2 หากแต่เมื่อมีการเปิดมอเตอร์ให้ถังต้นแบบหมุน ซึ่งเป็นทั้งการกลับกองปุ๋ยหมักและเป็นการเติมอากาศ พบว่า ทุกถังเกิดการหมักได้ที่อุณหภูมิสูงเกิน 50 องสาเซลเซียสในหลายช่วงระยะเวลา แสดงให้เห็นได้ว่า มีจุลินทรีย์ที่ว่องไว สภาวะที่มีความเหมาะสม จึงทำให้เกิดการย่อยสลายต่อได้เรื่อย ๆ ทั้งนี้เนื่องจากมีสารอาหารที่เหมาะสม ดังอัตราส่วนของ C:N จากตารางที่ 4.19 (ตารางสมบัติของวัสดุผสมที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมัก จากการทดลองในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี)

4.5.4 ผลการศึกษาคุณสมบัติของปุ๋ยหมัก เพื่อให้ได้ปุ๋ยที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์

มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์

1) มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548

ด้วยปัจจุบันมีการส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปรับปรุงบำรุงดิน ตลอดจนนำเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้ในการปรับปรุงบำรุงดิน เพิ่มคุณค่าของธาตุอาหารพืชทำให้มีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มมากขึ้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องควบคุมมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อรักษาผลประโยชน์ของเกษตรกร กรมวิชาการเกษตรจึงกำหนดมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (กรมวิชาการเกษตร, 2548) สำหรับรายละเอียดเกณฑ์กำหนดคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548 แสดงดังตารางที่ 4.20 ประกอบด้วย

ตารางที่ 4.20 คุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548

ลำดับที่	คุณลักษณะปุ๋ย	เกณฑ์กำหนด
1	ขนาดของปุ๋ย	ไม่เกิน 12.5x12.5 มิลลิเมตร
2	ปริมาณความชื้นและสิ่งที่ระเหยได้	ไม่เกิน 35% โดยน้ำหนัก
3	ปริมาณหินและกรวด	ขนาดใหญ่กว่า 5 มิลลิเมตร ไม่เกิน 5% โดยน้ำหนัก
4	พลาสติก แก้ว วัสดุมีคม และโลหะอื่น ๆ	ต้องไม่มี
5	ปริมาณอินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)	ไม่น้อยกว่า 30% โดยน้ำหนัก
6	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	5.5-8.5
7	อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N)	ไม่เกิน 20:1
8	ค่าการนำไฟฟ้า (EC : Electrical Conductivity)	ไม่เกิน 6 เดซิเมน/เมตร
9	ปริมาณธาตุอาหารหลัก (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) 1) ไนโตรเจน (Total N) 2) ฟอสฟอรัส (Total P_2O_5) 3) โพแทสเซียม (Total K_2O)	 ไม่น้อยกว่า 1.0% โดยน้ำหนัก ไม่น้อยกว่า 0.5% โดยน้ำหนัก ไม่น้อยกว่า 0.5% โดยน้ำหนัก
10	การย่อยสลายที่สมบูรณ์	มากกว่า 80%
11	สารหนู (Arsenic) แคดเมียม (Cadmium) โครเมียม (Chromium) ทองแดง (Copper) ตะกั่ว (Lead) ปรอท (Mercury)	ไม่เกิน 50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ไม่เกิน 5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ไม่เกิน 300 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ไม่เกิน 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ไม่เกิน 50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ไม่เกิน 2 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร, 2548

จากการทดลองการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่า ปุ๋ยหมักที่ผ่านการทดลองแล้วมีสมบัติดังตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 สมบัติของปุ๋ยที่ผ่านการหมัก 15, 30, 45 และ 60 วัน จากการทดลองในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ตัวอย่าง	ค่ามาตรฐาน	ระยะเวลาหมัก15 วัน			ระยะเวลาหมัก 30 วัน			ระยะเวลาหมัก 45 วัน			ระยะเวลาหมัก 60 วัน		
		ถัง 1	ถัง 2	ถัง 3	ถัง 1	ถัง 2	ถัง 3	ถัง 1	ถัง 2	ถัง 3	ถัง 1	ถัง 2	ถัง 3
ค่าพีเอช	5.5-8.5	8.23 ±0.25	6.28 ±0.10	8.33 ±0.13	7.79 ±0.15	7.26 ±0.46	8.25 ±0.03	8.16 ±0.21	7.60 ±0.11	7.86 ±0.09	8.54 ±0.03	8.16 ±0.11	8.62 ±0.01
ความชื้น (%)	<35 %	52.55 ±2.51	34.83 ±1.32	55.44 ±0.53	53.78 ±2.85	37.72 ±0.60	65.45 ±3.60	52.25 ±2.69	31.33 ±2.60	65.45 ±0.56	56.66 ±1.54	46.41 ±1.97	58.28 ±0.65
การนำไฟฟ้า (เดซิซีเมนส์/เมตร)	<6 dS/m	2.73 ±0.49	0.57 ±27.65	3.22 ±0.17	4.09 ±0.96	1.62 ±0.17	4.52 ±0.21	3.17 ±0.39	11.43 ±1.13	4.30 ±0.52	2.64 ±0.18	0.96 ±0.30	3.32 ±0.36
คาร์บอนทั้งหมด (%)	ไม่ระบุ	24.85 ±4.01	32.55 ±14.29	22.25 ±6.85	41.82 ±15.16	31.70 ±10.91	49.78 ±15.28	16.04 ±0.90	22.16 ±1.74	7.4 ±9.01	16.74 ±0.69	19.89 ±3.58	16.33 ±0.85
ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	>1.0 %	1.37 ±0.06	0.35 ±0.07	0.34 ±0.02	1.62 ±0.09	1.11 ±0.02	1.67 ±0.13	1.86 ±0.09	1.07 ±0.07	1.75 ±0.12	1.01 ±0.16	0.69 ±0.03	0.93 ±0.08
อัตราส่วน C/N	ไม่เกิน 20:1	18.14	93.00	87.54	25.81	28.56	29.81	8.74	21.24	11.50	12.03	17.26	12.30
ไนโตรเจนที่ใช้ได้ (%)	ไม่ระบุ	-	-	-	0.01	0.0067	0.0107	0.0017	0.0225	0.060	0.0047	0.0026	0.0041
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%P_2O_5)	>0.50 %	9.32 ±0.006	6.51 ±0.018	10.12 ±0.008	5.52 ±0.003	5.01 ±0.001	3.98 ±0.004	5.05 ±0.01	2.25 ±0.03	6.01 ±0.004	5.24 ±0.03	4.56 ±0.01	4.26 ±0.02
ฟอสฟอรัสที่ใช้ได้ (%)	ไม่ระบุ	0.17 ±0.041	0.43 ±0.067	0.24 ±0.049	0.0042 ±0.001	0.0032 ±0.001	0.0026 ±0.001	0.17 ±0.01	0.43 ±0.02	0.31 ±0.01	0.39 ±0.01	0.54 ±0.01	0.32 ±0.02
โพแทสเซียมทั้งหมด (%K_2O)	>0.50 %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03 ±0.001	0.01 ±0.002	0.04 ±0.002
โพแทสเซียมที่ใช้ได้ (%)	ไม่ระบุ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	00.14 ±0.001	0.004 ±0.001	0.024 ±0.012

ตัวอย่าง	ค่ามาตรฐาน		ระยะเวลาหมัก15 วัน			ระยะเวลาหมัก 30 วัน			ระยะเวลาหมัก 45 วัน			ระยะเวลาหมัก 60 วัน		
			ถัง 1	ถัง 2	ถัง 3	ถัง 1	ถัง 2	ถัง 3	ถัง 1	ถัง 2	ถัง 3	ถัง 1	ถัง 2	ถัง 3
ดัชนีการงอกของเมล็ด	อัตรา 1:10	>80%	119.54	120.41	129.97	119.54	120.40	129.97	94.45	119.86	123.03	96.97	123.66	142.94
	อัตรา 1:100		123.69	121.47	124.40	123.69	121.47	124.4	117.21	102.55	113.82	121.91	100.86	105.10
ปริมาณสารหนู (มก./กก.)	<50		0.052 ±0.000	0.063 ±0.001	0.071 ±0.005	0.052 ±0.006	0.070 ±0.002	0.073 ±0.001	0.062 ±0.002	0.070 ±0.001	0.071 ±0.007	0.082 ±0.001	0.070 ±0.001	0.080 ±0.005
ปริมาณแคดเมียม (มก./กก.)	<5		0.991 ±0.007	1.253 ±0.040	1.105 ±0.005	0.981 ±0.040	1.301 ±0.173	1.170 ±0.021	1.003 ±0.007	1.328 ±0.019	1.148 ±0.046	1.359 ±0.001	1.324 ±0.087	1.319 ±0.001
ปริมาณทองแดง (มก./กก.)	<500		0.894 ±0.012	1.211 ±0.020	1.111 ±0.011	0.892 ±0.053	1.181 ±0.174	1.097 ±0.019	1.001 ±0.002	1.140 ±0.022	1.165 ±0.045	1.257 ±0.034	1.165 ±0.102	1.239 ±0.026
ปริมาณตะกั่ว (มก./กก.)	<50		0.997 ±0.006	1.213 ±0.001	1.145 ±0.057	0.966 ±0.001	1.271 ±0.009	1.179 ±0.199	1.004 ±0.002	1.274 ±0.017	1.201 ±0.001	1.328 ±0.173	1.274 ±0.017	1.309 ±0.021
ปริมาณปรอท (มก./กก.)	<2		0.115 ±0.010	0.128 ±0.008	0.155 ±0.025	0.097 ±0.011	0.130 ±0.017	0.119 ±0.010	0.147 ±0.044	0.477 ±0.574	0.153 ±0.037	0.123 ±0.010	0.129 ±0.017	0.130 ±0.002

จากตารางที่ 4.21 (ตารางสมบัติของปุ๋ยที่ผ่านการหมัก 15, 30, 45 และ 60 วัน จากการทดลองในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี) สามารถสรุปได้ว่า สูตรจากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการฯ และนำมาทดลองใช้ในพื้นที่เกาะสมุย หรือถังที่ 2 มีสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ ตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548 โดยมีระยะเวลาของการเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ ในช่วง 45-60 วัน สำหรับถังที่ 1 และ 3 พบว่า ระยะเวลาของการเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์เพียง 45 วัน สมบัติของปุ๋ยหมักส่วนมากเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ยกเว้นค่าพีเอชของถังที่ 3 และความชื้น เนื่องจากมีการพรมน้ำรักษาระดับความชื้น ข้อสังเกตุในแต่ละรอบของการทำปุ๋ยหมัก 100 กิโลกรัม พบว่า สูตรการทำปุ๋ยหมักที่ 1 และ 3 (ถังที่ 1 และ 3) สามารถกำจัดกากไขมันได้เพียง 14 กิโลกรัมเท่านั้น ทำให้ใช้เวลาในการสลายได้เร็วกว่า ในขณะที่ การทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันโดยใช้สูตรที่ 2 หรือรูปแบบการทดลองในถังต้นแบบที่ 2 สามารถกำจัดกากไขมันจากโรงแรมได้ถึง 40 กิโลกรัม ซึ่งควรมีการส่งเสริม และสนับสนุนให้มีการจัดการกากไขมันโดยใช้สูตรของการทำปุ๋ยที่ 2 เพื่อให้สามารถกำจัดปริมาณกากไขมันจากโรงแรมได้ในปริมาณที่มาก มีประสิทธิภาพสูงสุด และไม่ส่งกลิ่นรบกวน

จากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ และการทดลองในพื้นที่ศึกษา ณ เกาะสมุย จากข้อสังเกตของการศึกษา สามารถให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

1) ก่อนทำการใส่กากไขมันลงถังหมัก ควรแช่กากไขมันลงในสารละลายกรดฟอสฟอริกนานประมาณ 2-3 วัน สามารถช่วยลดเรื่องของกลิ่นได้ โดยให้มีการคนหรือปั่นกวน เติมอากาศให้แทรกเข้าชั้นกากไขมันให้บ่อยครั้ง เพื่อให้กากไขมันแตกตัวได้มากที่สุด แยกเฉพาะส่วนของแข็งนำลงถังหมักได้ สารละลายกรดที่เหลือ สามารถนำไปใช้ซ้ำได้หลายครั้ง จนกว่าค่าพีเอชเกิน 5
2) การใช้กรดเข้มข้นต้องระมัดระวังในการเทผสม ควรเทกรดลงในน้ำ และสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล เช่น แว่นตา ถุงมือ และสวมเสื้อป้องกันกรดกระเด็นใส่ เป็นต้น
3) ควรลดขนาดเศษวัชพืชหรือวัสดุผสมอื่น ๆ ก่อนนำมาหมัก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลายและลดระยะเวลาการหมัก
4) ควรเปิดเครื่องหรือมอเตอร์หมุนถังหมัก เพื่อเป็นการพลิกหรือกลับกอง และเป็นการเติมอากาศให้กับปุ๋ยหมักในถัง โดยทำการหมุนถังหมักทุกวัน ๆ ละประมาณ 10 นาที
5) ควรสังเกตลักษณะของปุ๋ยในถังหมัก ภายหลังจากเดินเครื่องแล้ว หากวัสดุผสมแห้งและร่วน ให้ทำการพรมน้ำเพื่อเพิ่มความชื้นในถังหมักด้วย กรณีที่มีน้ำหรือความชื้นมากเกินบริเวณด้านล่างสามารถไขออกจากก้นถัง และนำมาพรมบริเวณผิวด้านบนได้
6) กรณีที่ใช้ถังหมักไประยะหนึ่งแล้ว ควรเปลี่ยนผงถ่านที่ช่องใส่ผงถ่านบริเวณฝาถังหมัก เพื่อดักกลิ่นที่อาจจะเกิดจากการหมักวัสดุผสมในถังหมักด้วย

4.6 การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการฯ

4.6.1 การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการกำจัดกากไขมันที่เหมาะสมให้กับอุตสาหกรรมโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี (วันที่ 2-4 กุมภาพันธ์ 2561)

การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลาง และขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” เมื่อวันที่ 2-4 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2561 เวลา 08:30-16:00 น. ณ ห้องประชุม โรงแรม รอยัล เมืองสมุย วิลล่า จัดโดย สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ร่วมกับ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง และกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม เพื่อนำเสนอรายละเอียดโครงการ วัตถุประสงค์โครงการ และรายละเอียดของการประชุม โดยได้มีการนำเสนอผลของการสำรวจข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับกากไขมันจากโรงแรม การนำเสนอผลของการศึกษาวิจัยในห้องปฏิบัติการฯ รวมทั้งการนำเสนอรูปแบบการพัฒนาต้นแบบถังทำปุ๋ยหมัก และมีการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการกำจัดกากไขมัน (ตัวแทนจากโรงแรมที่สนใจเข้าร่วมโครงการฯ) ตลอดจนการประชาสัมพันธ์โครงการ และเชิญชวนเข้าร่วมการเป็นอุตสาหกรรมโรงแรมต้นแบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Hotel) โดยมีกำหนดการประชุมเชิงปฏิบัติการฯ (ดังภาคผนวก ฎ) เอกสารประกอบการประชุม (ภาคผนวก ฏ) พร้อมการรับฟังความคิดเห็น และข้อเสนอแนะจากโรงแรมที่สนใจเข้าร่วมการประชุมและการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการในครั้งนี้

การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการในครั้งนี้ มีผู้เข้าร่วมทั้งหมดจำนวน 48 คน ดังตารางที่ 4.22 และรูปที่ 4.31 ทั้งนี้จากการประชุมในช่วงเช้าของวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2561 มีรายชื่อผู้เข้าร่วมประชุม ดังแสดงในภาคผนวก ฐ พบว่า มีผู้เข้าร่วมประชุมจากโรงแรมในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีข้อเสนอแนะหรือประเด็นคำถามต่าง ๆ ที่ได้นำเสนอในที่ประชุม ซึ่งสามารถสรุปประเด็นการซักถามหลัก ๆ ได้ดังตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.22 จำนวนผู้เข้าร่วมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” วันที่ 2-4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561 เวลา 08:30-16:00 น. ณ ห้องประชุม โรงแรม รอยัล เมืองสมุย วิลล่า

ผู้เข้าร่วมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ	รายละเอียด	จำนวนผู้เข้าร่วม (คน)
1. อุตสาหกรรมโรงแรม	1) โรงแรมขนาดกลาง	39
	2) เทศบาลนครเกาะสมุย	2
2. ที่ปรึกษาโครงการฯ	1) สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	4
	2) คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	1
	3) กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม	2



สถานที่จัดประชุม ณ โรงแรมรอยัล เมืองสมุย วิลล่า



บรรยากาศการลงทะเบียนของผู้เข้าร่วมประชุม



นายหมื่นศิลป์ พูลสวัสดิ์ รองนายกเทศมนตรี เทศบาลนครเกาะสมุย กล่าวเปิดงาน (ผู้แทนนายกฯ)



นางวรวรรณ ประชาเกษม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กล่าวรายงานรายละเอียดโครงการ

รูปที่ 4.31 การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการกำจัดกากไขมันที่เหมาะสม ให้กับอุตสาหกรรมโรงแรมที่เข้าร่วมโครงการ (วันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2561)



รองศาสตราจารย์ ดร. พันธวัศ สัมพันธ์พานิช กล่าววัตถุประสงค์โครงการ รายละเอียดของการประชุม
นำเสนอผลการสำรวจข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับกากไขมันจากโรงแรม และนำเสนอรูปแบบการพัฒนาต้นแบบถังทำปุ๋ยหมัก



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กรองแก้ว ทิพยศักดิ์ นำเสนอผลของการศึกษาวิจัยในห้องปฏิบัติการ



สรุปผลการประชุมเชิงปฏิบัติการ ซักถามข้อสงสัยและข้อเสนอแนะ



ตัวแทนจากโรงแรมที่สนใจเข้าร่วมโครงการฯ ร่วมถ่ายรูปที่ระลึกในการประชุมครั้งนี้

รูปที่ 4.31 การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการกำจัดกากไขมันที่เหมาะสม ให้กับอุตสาหกรรมโรงแรมที่เข้าร่วมโครงการ (วันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2561) (ต่อ)

ตารางที่ 4.23 ประเด็นคำถามและข้อเสนอแนะจากผู้เข้าร่วมการประชุม และการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการฯ

คำถาม/ข้อเสนอแนะ	คำตอบ/คำชี้แจง
1. น้ำหมักชีวภาพ (EM) ล้างทำความสะอาดภายในโรงแรมและรวบรวมลงถังดักไขมัน สามารถเปลี่ยนรูปไขมันจากของแข็งให้เป็นไขมันที่นิ่มและตักไปกำจัดได้ ดังนั้นน้ำหมักชีวภาพ (EM) สามารถใช้เปลี่ยนรูปไขมันได้ผลเหมือนกับสารเคมีอื่นที่ใช้ทดลองหรือไม่	การใช้น้ำหมักชีวภาพ (EM) สามารถใช้ทดแทนสารเคมีได้แต่ประสิทธิภาพในการลดกลิ่นอาจไม่เทียบเท่าสารเคมี เนื่องจากการเติมสารเคมี ร่วมกับการปั่นกวนให้อากาศเข้าสู่ก้อนกากไขมัน สามารถกำจัดจุลินทรีย์ประเภทที่ไม่ใช้อากาศ (Anaerobic bacteria) ที่ทำให้เกิดกลิ่นจากการย่อยไขมันได้ดี
2. สามารถใช้เศษอาหารอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นในโรงแรมนำมาหมักรวมกับการแปรรูปจากจากกากไขมันเพื่อเพิ่มธาตุอาหารได้หรือไม่	เศษอาหารมีปริมาณคาร์บอนสูง จะทำให้ C/N Ratio ไม่เป็นไปตามเกณฑ์การทำปุ๋ยหมัก (ควรมีค่า C/N Ratio ของวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ผสมประมาณ 25-30) แต่ถ้าเศษอาหารที่มีปริมาณไนโตรเจนสูง เช่น เศษเนื้อสัตว์ เศษปลา จะมีความเหมาะสมมากกว่า
3. ถ้าต้องการเติมปุ๋ยยูเรียเพื่อเพิ่มไนโตรเจนในระหว่างการปรับปรุงดินโดยใช้ใบมะพร้าวและกากไขมัน ได้หรือไม่	ได้ แต่เป็นการเพิ่มธาตุไนโตรเจน ไม่ได้เพิ่มจุลินทรีย์ในการช่วยย่อย ดังนั้นควรเติมปุ๋ยคอกหรือน้ำหมักจุลินทรีย์เพิ่มด้วย
4. กากไขมันที่นำมาใช้ไม่อยู่ในรูปของแข็งได้หรือไม่	กรณีที่เป็นของเหลวข้น ทำได้โดยเติมกรด และตีหรือคนหรือกวนให้กรดกับกากไขมันเข้ากันได้ดี จะทำให้มีอากาศเข้าแทรกในกากไขมันไว้ก่อน
5. กรณีมีปริมาณไขมันแต่ละครั้งไม่เท่ากัน เมื่อเติมสารแปรสภาพไขมันแล้ว และนำไปเก็บไว้ให้มีปริมาณมาก ๆ แล้วค่อยนำมาหมักทำปุ๋ยได้หรือไม่	ทำได้ ถ้ามีสถานที่เก็บ มีภาชนะปิดมิดชิด ไม่ส่งกลิ่นเหม็นรบกวน และต้องเตรียมกากไขมันโดยเติมกรดและตีให้กรดกับกากไขมันเข้ากันได้ดีก่อน ซึ่งจะเป็นการเพิ่มอากาศให้เข้าแทรกไปในกากไขมันไว้ก่อน เมื่อพร้อม ให้แยกส่วนกากไขมันออกจากส่วนที่เป็นน้ำ และนำไปผสมกับวัสดุอื่น ๆ เพื่อการทำปุ๋ยหมักต่อไป
6. การใช้ปุ๋ยยูเรียแทนไนโตรเจน เมื่อนำไปใช้ปรับปรุงดินจะทำให้มียูเรียตกค้างในดินหรือไม่	ยูเรีย เป็นสารประกอบไนโตรเจน พืชสามารถดูดซึมและนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง ไม่ควรมีการตกค้าง ถ้าใส่ในอัตราส่วนที่เหมาะสม แต่สลายได้ง่ายถ้าปุ๋ยยูเรียอยู่ในที่มีแดดจัด หรืออุณหภูมิสูง
7. ถ้าทำเป็นอุตสาหกรรมสามารถใช้แกลบแทนขี้เลื่อยได้หรือไม่	ได้ ทั้งกรณีที่เป็นแกลบสด และแกลบดำที่ผ่านการเผาแล้ว แต่ต้องไม่ทำให้ส่วนผสมมีค่าพีเอชเป็นเบสมาก
8. การใช้วัสดุเหลือใช้ เช่น กิ่งไม้ ใบไม้ เศษหญ้าที่มีค่าคาร์บอนสูง การทำให้อัตราส่วนระหว่าง C/N Ratio เป็นไปตามข้อกำหนดการทำปุ๋ยจะปรับให้มีค่าไนโตรเจนได้อย่างไร และการหา C/N Ratio จะมีหน่วยงานใดสามารถตรวจหา C/N Ratio ได้	สามารถเติมรำข้าว หรือปุ๋ยยูเรีย เพื่อเพิ่มปริมาณไนโตรเจนได้ ถ้า C/N Ratio สูงกว่า 30 ต้องใช้เวลาในการหมักนานมากขึ้น และการเติมอากาศเพื่อให้เกิดการสลายคาร์บอน สำหรับการตรวจวัดค่า C/N Ratio นั้น กรมวิชาการเกษตร สามารถตรวจวิเคราะห์ได้หรือดูรายละเอียดได้ตามเว็บไซต์

คำถาม/ข้อเสนอแนะ	คำตอบ/คำชี้แจง
	● http://www.soiltestku.agr.ku.ac.th/index.php?option=com_content&view=article&id=16:2010-02-25-07-50-13&catid=3:service-fee&Itemid=3 ● http://www.ppsf.doae.go.th/pdfevents/soil_analysis.pdf **หน่วยงานที่รับบริการตรวจวิเคราะห์ดิน น้ำ พืช ปุ๋ย และวัสดุปรับปรุงดิน** **(โดย...กลุ่มส่งเสริมการจัดการดินปุ๋ย)** **๑. กรมวิชาการเกษตร** รับตรวจวิเคราะห์ดิน เพื่อหาปริมาณ N P K และ pH ของดินตลอดจนโลหะหนัก ที่ปนเปื้อนอยู่ในดิน โดยเกษตรกรเก็บตัวอย่างดินส่งตรวจวิเคราะห์ และไม่เสียค่าใช้จ่ายที่ :- กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร โทร. ๐ ๒๕๗๙ ๔๑๑๖, ๐ ๒๕๗๙ ๘๖๐๐ และ๐ ๒๕๖๑ ๔๖๘๑ **หมายเหตุ** รับบริการตรวจวิเคราะห์ดิน น้ำ พืช ปุ๋ย และวัสดุปรับปรุงดินให้กับเกษตรกรโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย แต่ทั้งนี้จะต้องให้เกษตรตำบลหรือเกษตรอำเภอมีหนังสือรับรองว่าเป็นเกษตรกรจริง **๒. สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน** กลุ่มวิจัยเคมีดิน โทร.๐ ๒๕๖๑ ๑๘๕๐ ค่าธรรมเนียมการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน ค่าธรรมเนียมการวิเคราะห์ (เอกชน) **รายการ** — **ราคา/รายการ** pH (ความเป็นกรดเป็นด่าง) — ๕๐ บาท LR (ปริมาณปูนที่ควรใช้แก้ไขดินกรด) — ๑๐๐ บาท EC (ค่าการนำไฟฟ้า) — ๑๐๐ บาท OM (อินทรียวัตถุ) — ๓๐๐ บาท P (ฟอสฟอรัส) — ๓๐๐ บาท K (โพแทสเซียม) — ๓๐๐ บาท Ca (แคลเซียม) — ๓๐๐ บาท Mg (แมกนีเซียม) — ๓๐๐ บาท Texture (เนื้อดิน) — ๒๐๐ บาท ค่าธรรมเนียมการวิเคราะห์ตัวอย่าง (โลหะหนักในดิน) ค่าธรรมเนียมการวิเคราะห์ (เอกชน)
9. เมื่อหมักปุ๋ยได้ที่แล้วจะทดสอบอัตราการงอกของพืช จะตรวจสอบคุณภาพของปุ๋ยได้อย่างไร	**วิธีการทดสอบอย่างง่าย** 1) แช่ปุ๋ยที่ต้องการทดสอบในน้ำอัตราส่วน 1 ต่อ 10 นานประมาณ 15 ชั่วโมง กรองเฉพาะส่วนของเหลว เป็นน้ำสกัดจากปุ๋ยไว้ทดลองขั้นต่อไป 2) คัดเลือกเมล็ดถั่วเขียวที่สมบูรณ์อย่างน้อย 40 เมล็ด 3) แบ่งเมล็ดถั่วเขียว 10 เมล็ด แช่ในน้ำธรรมดาให้ท่วมเมล็ดพอประมาณในภาชนะที่ปิดฝาได้ ให้เป็นชุดควบคุม 4) แบ่งเมล็ดถั่วเขียว เป็น 3 เซต ๆ ละ 10 เมล็ด แช่ในน้ำสกัดจากปุ๋ยทั้ง 3 เซต ให้ท่วมเมล็ดพอประมาณในภาชนะที่ปิดฝาได้ ให้เป็นชุดทดลองที่ 1, 2 และ 3 5) สังเกตการณ์งอกของเมล็ดทั้งชุดควบคุม และชุดทดลอง 1-3 ทุกวัน นานไม่น้อยกว่า 7 วัน และทำการวัดความยาวรากของแต่ละเมล็ด

คำถาม/ข้อเสนอแนะ	คำตอบ/คำชี้แจง
	6) เปอร์เซ็นต์ดัชนีการงอกของเมล็ด คิดจากผลรวมของความยาวรากทั้งหมดในชุดทดลอง คูณด้วย 100 และหารด้วยผลรวมของความยาวรากทั้งหมดในชุดควบคุม 7) เปอร์เซ็นต์ดัชนีการงอกของเมล็ด ควรมีค่ามากกว่า 80% ถือว่าน้ำที่สกัดจากปุ๋ยไม่มีสารต่าง ๆ ละลายออกมากับน้ำจนเป็นอันตรายต่อการงอกของเมล็ดพืช
10. ถ้ามีกากไขมันปริมาณมาก สามารถใช้ถังโม่ปูนแทนถัง 200 ลิตรได้หรือไม่	ได้ แต่มีขีดจำกัดหลายประการ เช่น วัสดุตัวถังอาจผุ ไม่ทนในสภาพเป็นกรด อาจมีสนิมโลหะเป็นพิษหรือตกค้างในปุ๋ย ไม่ระบายน้ำ ดังนั้นถ้าใช้ถังโม่ปูนควรแก้ไขดัดแปลงให้มีรูระบายน้ำด้านล่าง และมีฝาปิดพร้อมทำที่ดักกลิ่น และตรวจสอบว่า ไม่เกิดสนิมเมื่อใช้งานหมักนาน ๆ

จากการประชุมในช่วงเช้าแล้วนั้น ช่วงบ่ายของวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2561 เวลา 13.00-16.00 น. ได้มีการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการฯ โดยได้คัดเลือกโรงแรมต้นแบบ จำนวน 3 โรงแรมเข้าร่วมฝึกอบรมในครั้งนี้ ได้แก่ โรงแรม เมืองสมุย สปา รีสอร์ท โรงแรม ซิกซ์เซ้นส์เซส และโรงแรม ลไมวันทา เพื่อการสาธิตหรือปฏิบัติการทำปุ๋ยหมักในถังต้นแบบ หรือการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการจัดการกากไขมัน ณ โรงเรือนเพาะชำ ของโรงแรมเมืองสมุย สปา รีสอร์ท (ดังรูปที่ 4.32) อย่างไรก็ตามได้มีอุตสาหกรรมโรงแรมขนาดกลาง และขนาดย่อมที่ให้ความสนใจ และขอเข้าร่วมอีกจำนวนดัง ดังรายชื่อผู้เข้าร่วมประชุมเชิงปฏิบัติฯ ภาคผนวก ฐ ทั้งนี้โครงการได้ทำการสาธิตการทำปุ๋ยหมัก จำนวน 1 ถังต้นแบบ โดยใช้สูตรการทำปุ๋ยหมักประยุกต์ และดัดแปลงจากสูตรเมืองสมุยกรุ๊ป ซึ่งตัวแทนจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เข้าร่วมได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี และมีความสนใจอย่างยิ่งในการสาธิตการทำปุ๋ยหมัก ดังกล่าว

โครงการฯ ได้มีการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการฯ หรือการสาธิตการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันให้กับโรงแรมที่เข้าร่วมโครงการฯ ในวันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2561 เวลา 9.00-12.00 น. ณ โรงเรือนเพาะชำ ของโรงแรม เมืองสมุย สปา รีสอร์ท (ดังรูปที่ 4.33) โดยมีรายชื่อผู้เข้าร่วมประชุมเชิงปฏิบัติฯ ในครั้งนี้ ดังภาคผนวก ฑ อย่างไรก็ตามการสาธิตการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน ได้ทำการสาธิตเพิ่มอีกจำนวน 2 ถังต้นแบบ (2 สูตร) โดยใช้สูตรที่ได้จากผลการทดลองในห้องปฏิบัติ และสูตรประยุกต์จากเมืองสมุยกรุ๊ป ร่วมกับผลจากห้องปฏิบัติการฯ จึงเป็นการสาธิตและการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการฯ ในการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน รวมจำนวน 3 ถังต้นแบบ

นอกจากนี้ ในวันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2561 เวลา 13.00-17.00 น. โรงแรมที่เข้าร่วมโครงการฯ และมีความสนใจในการจัดการกากไขมันด้วยการทำปุ๋ยหมักนั้น ได้เชิญคณะทำงานเข้าศึกษา และดูงานการจัดการกากไขมันของโรงแรม ได้แก่ โรงแรมสันติบุรี โรงแรมพาวิเลียน สมุย วิลล่าแอนด์รีสอร์ท และโรงแรมไทยเฮ้าส์ บีช รีสอร์ท เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎ์ธานี (ดังรูปที่ 4.34-รูปที่ 4.36) ทั้งนี้เพื่อให้คณะทำงานได้ให้คำแนะนำ และให้ข้อเสนอแนะในการจัดการกากไขมันที่จะเป็นประโยนช์ต่อโรงแรมต่อไป



ตัวอย่างถังต้นแบบ และสถานที่จัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ ภายในโรงเรือนเพาะชำ



กากไขมัน ที่นำมาใช้ในการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน



การถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการจัดการกากไขมัน (ถังต้นแบบที่ 1)



ทางคณะที่ปรึกษาโครงการฯ มอบอุปกรณ์ที่จำเป็นในการตรวจวัดปุ๋ยหมักจากกากไขมัน

รูปที่ 4.32 การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ การถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการจัดการกากไขมัน ณ โรงเรือนเพาะชำของ โรงแรม เมืองสมุย สปา รีสอร์ท (วันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2561)



การเตรียมตัวอย่างกากไขมัน



การเตรียมตัวอย่างวัสดุต่าง ๆ ที่นำมาผสม



การถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการจัดการกากไขมัน (ถังต้นแบบที่ 2 และ 3)



ตัวแทนจากโรงแรมที่สนใจเข้าร่วมโครงการฯ ร่วมถ่ายรูปที่ระลึกในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการครั้งนี้

รูปที่ 4.33 การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ การถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการจัดการกากไขมัน ณ โรงเรือนเพาะชำของ โรงแรม เมืองสมุย สปา รีสอร์ท (วันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2561)



ถังดักไขมัน และตะแกรงดักเศษขยะ



บ่อดักไขมันของทางโรงแรม



ห้องครัวและสถานที่ประกอบอาหารของทางโรงแรม



การทำน้ำหมัก EM ภายในโรงแรม

รูปที่ 4.34 การสำรวจพื้นที่การจัดการกากไขมัน
โรงแรมสันติบุรี เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎ์ธานี (วันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2561)





คุณปัญญา จันทร์เพชร ผู้จัดการโรงแรมพาวิเลียน สมุย วิลล่าแอนด์รีสอร์ท





บ่อดักไขมัน และห้องเครื่องของทางโรงแรม





ถังดักไขมันข้างห้องครัวของทางโรงแรม





ทางคณะที่ปรึกษาโครงการฯ แลกเปลี่ยนเสนอความคิดเห็นกับทางโรงแรม

รูปที่ 4.35 การสำรวจพื้นที่การจัดการกากไขมัน
โรงแรมพาวิเลียน สมุย วิลล่าแอนด์รีสอร์ท เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎ์ธานี (วันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2561)



โรงแรมไทย เฮ้าส์ บีช รีสอร์ท



บริเวณบ่อดักไขมันหลังห้องครัวของโรงแรม



บริเวณบ่อดักไขมันหลังห้องครัวของโรงแรม



ทางคณะที่ปรึกษาโครงการฯ แลกเปลี่ยนเสนอความคิดเห็นกับทางโรงแรม

รูปที่ 4.36 การสำรวจพื้นที่การจัดการกากไขมัน
โรงแรมไทย เฮ้าส์ บีช รีสอร์ท เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎ์ธานี (วันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2561)

4.6.2 การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการกำจัดกากไขมันจากการทดลองในพื้นที่เกาะสมุย ให้กับอุตสาหกรรมโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี (วันที่ 4-5 พฤษภาคม 2561)

การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลาง และขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” เมื่อวันที่ 4-5 พฤษภาคม พ.ศ.2561 เวลา 08:30-16:30 น. ณ โรงเรือนเพาะชำของ โรงแรม เมืองสมุย สปา รีสอร์ท จัดโดย สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ร่วมกับ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง และกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม ดังกำหนดการประชุมเชิงปฏิบัติการในภาคผนวก ฒ ซึ่งเป็นการประชุมเชิงปฏิบัติการที่เน้นประเด็นการนำเสนอผลของการทดลองการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันจำนวน 3 สูตรทดลองที่ทำการศึกษาในพื้นที่เกาะสมุยฯ อีกทั้งยังเป็นการให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ต่อกระบวนการพัฒนาการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันฯ และรูปแบบการพัฒนาหรือประยุกต์ใช้ถังต้นแบบทำปุ๋ยหมัก พร้อมทั้งมีการประชาสัมพันธ์โครงการที่เชิญชวนโรงแรมต่าง ๆ เข้าร่วมการเป็นอุตสาหกรรมโรงแรมต้นแบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Hotel) ตลอดจนการเปิดโอกาสให้ตัวแทนจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เข้าร่วมได้มีการซักถามทางคณะที่ปรึกษาโครงการ พร้อมการรับฟังความคิดเห็น และข้อเสนอแนะต่าง ๆ จากโรงแรมที่สนใจเข้าร่วมโครงการ การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการในครั้งนี้โครงการได้มีเอกสารเผยแพร่ความรู้การทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน ดังภาคผนวก ณ พร้อมแผ่นพับเพื่อเผยแพร่ความรู้ และประชาสัมพันธ์โครงการฯ ดังภาคผนวก ด นอกจากนี้โครงการได้จัดทำป้ายไวนิลเผยแพร่ความรู้ และประชาสัมพันธ์โครงการฯ (ดังภาคผนวก ต) พร้อมได้ติดตั้งไว้ ณ โรงเรือนเพาะชำของ โรงแรมเมืองสมุย สปา รีสอร์ท ดังรูปที่ 4.37

การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการในครั้งนี้ มีผู้เข้าร่วมทั้งหมดจำนวน 37 คน ดังตารางที่ 4.24 และรูปที่ 4.37 สำหรับรายชื่อผู้เข้าร่วมประชุม สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาคผนวก ถ

ตารางที่ 4.24 จำนวนผู้เข้าร่วมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” วันที่ 4-5 พฤษภาคม พ.ศ.2561 เวลา 08:30-16:30 น. ณ โรงเรือนเพาะชำของโรงแรม เมืองสมุย สปา รีสอร์ท

ผู้เข้าร่วมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ	รายละเอียด	จำนวนผู้เข้าร่วม (คน)
1. อุตสาหกรรมโรงแรม	1) โรงแรมขนาดกลาง	28
	2) เทศบาลนครเกาะสมุย	3
2. ที่ปรึกษาโครงการฯ	1) สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	3
	2) คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	1
	3) กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม	2



นางวรวรรณ ประชาเกษม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กล่าวรายงานรายละเอียดโครงการ



ทางคณะที่ปรึกษาโครงการฯ มอบเอกสารเผยแพร่ความรู้การทำปุ๋ยหมัก



รองศาสตราจารย์ ดร. พันธวัศ สัมพันธ์พานิช นำเสนอผลของการศึกษาวิจัยในพื้นที่ศึกษา เกาะสมุยฯ



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กรองแก้ว ทิพยศักดิ์ นำเสนอผลของการศึกษาวิจัยในห้องปฏิบัติการ

รูปที่ 4.37 การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ การถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการจัดการกากไขมัน ณ โรงเรือนเพาะชำของ โรงแรม เมืองสมุย สปา รีสอร์ท (วันที่ 4 พฤษภาคม 2561)



ภาพแสดงปุ๋ยหมักในถังต้นแบบที่ 1, 2 และ 3



พิธีมอบถังต้นแบบทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันให้แก่โรงแรมต้นแบบ 3 โรงแรม



ตัวแทนจากโรงแรมที่สนใจเข้าร่วมโครงการฯ ร่วมถ่ายรูปที่ระลึกในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ



ตัวแทนจากโรงแรมที่สนใจเข้าร่วมโครงการฯ ร่วมถ่ายรูปที่ระลึกในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ

รูปที่ 4.37 การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ การถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการจัดการกากไขมัน ณ โรงเรือนเพาะชำของ โรงแรม เมืองสมุย สปา รีสอร์ท (วันที่ 4 พฤษภาคม 2561) (ต่อ)

จากการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการในครั้งนี้ มีโรงแรมที่สนใจและเข้าร่วมเป็นจำนวนมาก และโครงการได้มีการรายงานผลการศึกษาจากห้องปฏิบัติการ และผลการศึกษาในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยผู้เข้าร่วมอบรมได้มีการซักถามถึงการนำองค์ความรู้ไปปรับหรือประยุกต์ใช้ประโยชน์กับโรงแรมแต่ละแห่ง อีกทั้งบางโรงแรมยังได้นำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้แล้วอีกด้วย ประเด็นสำคัญของการประชุมได้แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน จำนวน 3 สูตร (ดังรูปที่ 4.38) ข้อดี ข้อเสีย และคุณสมบัติของปุ๋ยที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้ ตามเกณฑ์กำหนดคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ ของประกาศจากกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548 ตลอดจนมีการประชาสัมพันธ์โครงการเพื่อการนำไปประยุกต์ การเข้าร่วมโครงการโรงแรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Hotel) ของกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม และการมอบถังต้นแบบให้กับโรงแรมต้นแบบ 3 โรงแรม ได้แก่ 1) โรงแรม เมืองสมุย สปา รีสอร์ท 2) โรงแรม ซิกเซ้นท์ สมุย และ 3) โรงแรม ละไมวันทา บีช รีสอร์ท ดังรูปที่ 4.37

4.6.3 การประชาสัมพันธ์โครงการ และเชิญชวนผู้ประกอบการโรงแรมเข้าร่วมโครงการ

1) เอกสารเผยแพร่ความรู้การทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน (ดังภาคผนวก ณ) แผ่นพับเพื่อเผยแพร่ความรู้ และประชาสัมพันธ์โครงการฯ (ภาคผนวก ด) และป้ายไวนิลรายงานผลและประชาสัมพันธ์ (ดังภาคผนวก ต) ทั้งนี้ เพื่อให้เกิดการถ่ายโอนองค์ความรู้ในวงกว้าง

สำหรับการประชาสัมพันธ์โครงการ และเชิญชวนผู้ประกอบการโรงแรมเข้าร่วมทั้งในวันที่ 2-4 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2561 และวันที่ 4-5 พฤษภาคม พ.ศ.2561 ได้มีการจัดทำเอกสารต่าง ๆ ดังนี้

1.1) เอกสารคู่มือเผยแพร่ความรู้การทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน

1.2) โปสเตอร์ผลการศึกษาวิจัยในพื้นที่ศึกษา เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

1.3) แผ่นพับความรู้เบื้องต้นในการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน

จากการประชาสัมพันธ์โครงการ ได้มีผู้ให้ความสนใจ ซึ่งทางคณะตัวแทนจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้ติดต่อประสานงานกับทางคณะที่ปรึกษาโครงการฯ เพื่อเข้าร่วมในการอบรมเชิงปฏิบัติการ และรับการถ่ายทอดองค์ความรู้ในเรื่องการจัดการกากไขมัน

2) การส่งเสริมการมีส่วนร่วมโรงแรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Hotel) โรงแรมเป็นสถานประกอบการที่ให้บริการแก่ผู้มาพัก หรือผู้ใช้บริการ ซึ่งมีการใช้ทรัพยากร และพลังงานในปริมาณค่อนข้างมาก เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ลูกค้า ขณะเดียวกันมักก่อให้เกิดมลพิษสิ่งแวดล้อม ได้แก่ น้ำเสีย และขยะจากการให้บริการ โดยเฉพาะกากไขมันที่เกิดจากห้องครัว และห้องอาหาร เป็นต้น

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม เป็นหน่วยงานภาครัฐที่สนับสนุน และส่งเสริมการดำเนินงานด้านการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม จึงได้มีการจัดทำโครงการส่งเสริมการมีส่วนร่วมโรงแรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Hotel) เพื่อส่งเสริมศักยภาพสถานประกอบการให้เกิดการใช้ทรัพยากร และพลังงานอย่างคุ้มค่า และมีประสิทธิภาพ มีการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดี ยกระดับมาตรฐานการบริการพร้อมขยายจำนวนเครือข่ายโรงแรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมให้มากขึ้น ทั้งนี้เพื่อรองรับมาตรการการจัดซื้อ จัดจ้างสินค้า และบริการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมของหน่วยงานภาครัฐ (Green Procurement) และการบริโภคที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ตลอดจนเพื่อเตรียมความพร้อมสู่การประเมินมาตรฐานสิ่งแวดล้อมในระดับสากล อันจะทำให้เกิดการพัฒนา และส่งเสริมการท่องเที่ยวของประเทศอย่างยั่งยืน และสามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างเป็นรูปธรรมต่อไป



ปุ๋ยหมักจากกากไขมันที่ระยะเวลา 30 วัน



ปุ๋ยหมักจากกากไขมันที่ระยะเวลา 60 วัน



ปุ๋ยหมักจากกากไขมันที่ระยะเวลา 75 วัน

รูปที่ 4.38 การทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน จำนวน 3 สูตร
ณ ระยะเวลาในการสัมผัสทุก ๆ 15 วัน ได้แก่ 30, 60 และ 75 วัน

การส่งเสริมการมีส่วนร่วมโรงแรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Hotel) ได้มีการใช้เกณฑ์ในการประเมินโรงแรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการดำเนินงาน ประกอบด้วย 6 หมวดหลัก ได้แก่ 1) นโยบายและการวางแผนการดำเนินงาน 2) การพัฒนาบุคลากร 3) การรณรงค์ประชาสัมพันธ์ 4) การจัดซื้อจัดจ้างที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม 5) การจัดการสิ่งแวดล้อมและพลังงาน 6) การมีส่วนร่วมกับท้องถิ่นและชุมชน โดยหมวดที่ 5 มีคะแนนการประเมินมากที่สุด ซึ่งมีตัวชี้วัดเกี่ยวกับการจัดการของเสีย 2 ประเด็น คือ การจัดการน้ำเสีย และการจัดการขยะ

โครงการการพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรม จึงเป็นการจัดการกากไขมันที่สามารถนำไปประยุกต์ และนำไปปฏิบัติในโรงแรมขนาดต่าง ๆ ของประเทศได้อย่างเป็นรูปธรรม และมีประสิทธิภาพ เป็นวิธีการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังเป็นการนำของเสียที่เกิดขึ้นมาใช้ประโยชน์ในสถานประกอบการนั้น ๆ ซึ่งกากไขมันและของเสียอินทรีย์ที่เกิดจากกิจกรรมของโรงแรม สามารถนำมาทำเป็นปุ๋ยหมักร่วมกับการผสมคลุกเคล้ากับวัสดุเหลือใช้อื่น ๆ เพื่อใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงบำรุงดิน และพันธุ์ไม้ต่าง ๆ ในบริเวณโรงแรมนั้น จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สอดรับกับเกณฑ์ Green Hotel ซึ่งเป็นโครงการสำคัญของกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมดังกล่าวข้างต้น อีกทั้งวิธีการนี้ยังสามารถจัดการกากไขมันก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียอย่างมีประสิทธิภาพ หรือเป็นวิธีการนำกากไขมันไปกำจัดอย่างถูกต้อง และเหมาะสม

ดังนั้น ในกรณีที่โรงแรมนำผลการวิจัยโครงการ “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรม” ไปใช้ในการจัดการกากไขมันจากกิจกรรมของโรงแรม นอกจากเพื่อทำเป็นปุ๋ยหมักในรูปแบบปุ๋ยอินทรีย์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงบำรุงดิน สามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อ และใช้ปุ๋ยเคมี อีกทั้งช่วยลด และแก้ไขปัญหาการกำจัดกากไขมันของโรงแรมได้แล้ว ยังสามารถต่อยอด และยกระดับการดำเนินงานของโรงแรมสู่การเป็น “โรงแรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม” หรือ “Green Hotel” ได้ ซึ่งจะเป็นการสร้างภาพลักษณ์ที่ดีของโรงแรมที่มีความตระหนัก และร่วมรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังสามารถขยายตลาดสู่กลุ่มผู้บริโภคที่ใส่ใจและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้อีกด้วย

4.7 การติดตามผลการนำไปใช้ประโยชน์

จากผลการดำเนินงานโครงการนี้ ได้มีโรงแรมต้นแบบที่จะดำเนินการประยุกต์ ปรับปรุง ให้มีความเหมาะสมในแต่ละโรงแรม ซึ่งสามารถตรวจสอบและติดตามการนำไปใช้ประโยชน์ได้จากโรงแรมต้นแบบจำนวน 3 โรงแรม ได้แก่ 1) โรงแรม เมืองสมุย สปา รีสอร์ท 2) โรงแรม ซิกเซ้นท์ สมุย และ 3) โรงแรม ละไม วันทา บีช รีสอร์ท และโรงแรมที่นำสูตร หรือวิธีการที่ส่งเสริมไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ ได้แก่ โรงแรม บ้านท้องทราย ในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

4.8 การคำนวณต้นทุนการผลิต

จากสภาวะการแข่งขันที่สูง และรุนแรงของสภาพการตลาดในปัจจุบัน ส่งผลให้ทุกองค์กรมีการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแข่งขันทางธุรกิจ ในส่วนของอุตสาหกรรมการผลิตนั้น กลยุทธ์ที่มักนิยมนำมาใช้เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันทางธุรกิจ มักจะเป็นเรื่องการขายสินค้าด้วยราคาที่ถูกกว่าเพื่อตอบสนองความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคสินค้าที่ต้องการซื้อสินค้าที่มีราคาถูก อย่างไรก็ดี การที่จะได้มาซึ่งสินค้าที่มีราคาถูกนั้น จำเป็นต้นคำนึงถึงองค์ประกอบหลักของผู้ผลิต คือ ต้นทุนการผลิต ซึ่งจะต้องทำให้มี

ค่าต่ำที่สุด หากแต่ต้องไม่ทำให้คุณภาพ และคุณค่าในการใช้งานของสินค้านั้น ๆ ลดลง อีกทั้งยังต้องอยู่ภายใต้การยอมรับของผู้บริโภคอีกด้วย (บล็อกเชิงวิชาการ Production-Cost, 2557)

4.8.1 ความหมายของต้นทุนและต้นทุนการผลิต

ต้นทุน (Cost) หมายถึง ค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ส่วนต้นทุนการผลิต (Production Cost) หมายถึง ค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจกรรมทางการผลิต เพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ดี มีคุณภาพตามความต้องการของลูกค้า

4.8.2 องค์ประกอบของต้นทุนการผลิต

การคำนวณต้นทุนการผลิต ประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1) ต้นทุนด้านวัสดุ (Material Cost) ได้แก่ ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ ที่ใช้ในการผลิตทั้งทางตรง และทางอ้อม ดังนี้

1.1) วัสดุทางตรง (Direct Material Cost) คือ วัสดุหรือวัตถุดิบที่ใช้เพื่อการผลิตโดยตรง โดยส่วนมากมักจะเป็นส่วนประกอบหนึ่งของผลิตภัณฑ์ เช่น การผลิตยางรถยนต์มียางเป็นวัตถุดิบทางตรง การผลิตปากกามีพลาสติก และหมึกเป็นวัตถุดิบทางตรง เป็นต้น ทั้งนี้จำนวนในการใช้งานวัสดุหรือวัตถุดิบทางตรงนี้จะแปรผันกับหน่วยในการผลิตโดยตรง

1.2) วัสดุทางอ้อม (Indirect Material Cost) เช่น วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้สนับสนุนการผลิต โดยส่วนมากจะไม่แปรผันกับปริมาณการผลิตโดยตรง เช่น กระดาษทราย ผ้าเช็ดมือ กาว ตะปู เป็นต้น ในบางครั้งวัสดุทางอ้อมก็อาจถูกจัดให้อยู่ในหมวดหมู่ของวัสดุทางตรงก็ได้ ขึ้นอยู่กับนโยบายทางการบัญชีของแต่ละองค์กร เช่น มีดกลึงสำหรับเครื่องจักรซีเอ็นซี ซึ่งเป็นวัถุดิบทางอ้อม สามารถถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มของวัตถุดิบทางตรงก็ได้ เนื่องจากเหตุผลด้านราคาที่สูง และสามารถคำนวณอายุการใช้งานต่อจำนวนชิ้นงานที่ทำการผลิตได้ (Tool Life) แม้ว่ามีดกลึงจะไม่ได้ถูกประกอบไปกับชิ้นงานก็ตาม

2) ต้นทุนด้านแรงงาน (Labor Cost) ได้แก่ ค่าใช้จ่ายด้านแรงงานในการทำงาน และผลิตสินค้าเพื่อให้เกิดผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป สามารถแบ่งออกได้คล้าย ๆ กับต้นทุนด้านวัสดุ ซึ่งจะประกอบไปด้วย ค่าใช้จ่ายด้านแรงงานทางตรง และค่าจ่ายด้านแรงงานทางอ้อม ดังนี้

2.1) ค่าใช้จ่ายด้านแรงงานทางตรง (Direct Labor Cost) เช่น ค่าจ้างรายวัน เงินเดือนของพนักงานฝ่ายผลิต ซึ่งจะแปรผันกับปริมาณการผลิตโดยตรง

2.2) ค่าใช้จ่ายด้านแรงงานทางอ้อม (Indirect Labor Cost) เช่น เงินเดือนของพนักงานขาย เงินเดือนของผู้จัดการ เงินดือนของวิศวกร โดยปกติแล้วค่าใช้จ่ายเหล่านี้จะไม่แปรผันกับปริมาณในการผลิตโดยตรง

2.3) ค่าใช้จ่ายโรงงานหรือค่าโสหุ้ยในการผลิต (Overhead Cost) ได้แก่ ค่าใช้จ่ายที่นอกเหนือจากจากค่าใช้จ่ายของวัสดุ และค่าใช้จ่ายด้านแรงงาน เช่น ค่าสาธารณูปโภค ค่าเช่าโรงงาน ค่าบำรุงรักษา ครื่องจักร และสวัสดิการต่าง ๆ เป็นต้น

4.8.3 การคำนวณต้นทุนการผลิต โดยทั่วไปแล้วต้นทุนการผลิต สามารถคำนวณได้ดังนี้

ต้นทุนการผลิต = ต้นทุนวัสดุ + ต้นทุนแรงงาน + ค่าโสหุ้ย

ตัวอย่างการคำนวณหาต้นทุนการผลิตอย่างง่าย สามารถแสดงได้ดังนี้

โรงงานอุตสาหกรรมผลิตสินค้าชนิดหนึ่ง มีค่าใช้จ่ายด้านวัตถุดิบเพื่อผลิตสินค้า 199,000 บาท โดยต้องใช้งบประมาณจ้างแรงงานผลิตสินค้า 121,000 บาท และมีค่าใช้จ่ายในการผลิตทั้งสิ้น 130,000 บาท ดังนั้น ต้นทุนการผลิตสินค้า จึงเท่ากับ 199,000 + 121,000 + 130,000 บาท หรือ 450,000 บาท (ลักขณา ตันเจริญ, 2554)

4.8.4 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต

การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตนั้นเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมาก โดยจะต้องมีการรวบรวม แจกแจง และวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในส่วนของต้นทุนต่าง ๆ ของการผลิตเพื่อประโยชน์ต่อการบริหารงาน และการดำเนินนโยบายของฝ่ายบริหาร โดยทั่วไปแล้วการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตนั้น มีวัตถุประสงค์ในการดำเนินการ ดังนี้

1) เพื่อกำหนดหาต้นทุนการผลิตที่ใกล้เคียงที่สุด กล่าวคือ โดยปกติต้นทุนการผลิตที่ได้จากการคำนวณจะมีการคลาดเคลื่อนเนื่องจากหลายปัจจัยในการผลิต เช่น ต้องมีการผลิตซ้ำเนื่องจากชิ้นงานเสีย จึงทำให้ราคาต้นทุนต่อหน่วยเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า หรือกระบวนการผลิตที่ขาดประสิทธิภาพจนทำให้กระบวนการผลิตสินค้าล่าช้า จนส่งผลให้จำเป็นต้องใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ในโรงงานเพิ่มขึ้น และต้นทุนแรงงานในการผลิตเพิ่มขึ้นด้วย ด้วยเหตุนี้การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต จึงทำให้ทราบถึงจุดที่มีต้นทุนการผลิตที่สูง-ต่ำ รวมไปถึงสาเหตุ และที่มาที่ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นได้

2) เพื่อการควบคุม และลดต้นทุนการผลิต เมื่อทราบสาเหตุที่ทำให้เกิดต้นทุนการผลิตที่สูงจะทำให้สามารถดำเนินการปรับปรุง และแก้ไขกระบวนการผลิตเพื่อทำให้ต้นทุนการผลิตนั้นลดต่ำลงได้

3) เพื่อทำให้สามารถตัดสินใจและวางแผนงานต่าง ๆ ได้ เช่น เมื่อทราบถึงสาเหตุที่ทำให้ต้นทุนการผลิตนั้นมีค่าสูงขึ้น จะสามารถทำให้เกิดการตัดสินใจดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขกระบวนการผลิตเพื่อทำให้ต้นทุนการผลิตนั้นลดต่ำลง จนสามารถเพิ่มความสามารถในการแข่งขันในด้านราคาได้

4) การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตนั้นจะทำให้สามารถประมาณการต้นทุนการผลิต และสามารถกำหนดกำไร และฐานะทางการเงินของการประกอบกิจการได้ นอกจากนั้นแล้ว ยังสามารถนำมาประเมินผลและควบคุมการบริหารงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งในส่วนของบุคลากรที่ดำเนินงานและการบริหารองค์กร

4.8.5 กรณีศึกษาการคำนวณต้นทุนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์

เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์นั้น สามารถใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดินได้ ทำให้ดินมีความร่วนซุย มีการระบายน้ำและถ่ายเทอากาศได้ดี และยังสามารถให้ธาตุอาหารแก่พืชได้ จึงทำให้หน่วยงานต่าง ๆ ดำเนินการศึกษา และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ขึ้น และได้ดำเนินการประมาณการต้นทุนในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ไว้ ดังนี้

1) การผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง โดยสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางจังหวัดอุบลราชธานี ร่วมกับสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วท.) ซึ่งได้เน้นการใช้วัตถุดิบที่มีอยู่ในชุมชนเป็นวัตถุดิบในการนำมาผลิต เพื่อให้เกษตรกรผู้ปลูกยางพาราสามารถผลิตปุ๋ยไว้ใช้เอง ช่วยลดต้นทุนการผลิตและปรับปรุงบำรุงดิน ให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ ได้ประมาณต้นทุนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงไว้ดังตารางที่ 4.25 (สุริยา สาสนรักกิจ, 2511)

อย่างไรก็ดี ปุ๋ยที่ผลิตได้นั้นมีความชื้น 35% จึงทำให้ปุ๋ยที่ผลิตได้มีน้ำหนัก 1,387 กิโลกรัม ด้วยเหตุนี้จึงอาจกล่าวได้ว่า ต้นทุนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงนี้มีค่าประมาณ 1.53 บาท/กิโลกรัม ทั้งนี้ทางโครงการวิจัยนี้ได้ดำเนินการขายปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ผลิตได้ในราคา 3 บาท/กิโลกรัม

2) การผลิตปุ๋ยหมัก และปุ๋ยอัดเม็ดจากวัสดุอินทรีย์เหลือใช้ทางการเกษตร โดยศูนย์วิจัยและบริการเพื่อชุมชนและสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ได้ประมาณต้นทุนในการผลิตปุ๋ยหมัก 750 กิโลกรัม และปุ๋ยอัดเม็ด 500 กิโลกรัม ดังแสดงในตารางที่ 4.26 และตารางที่ 4.27 ตามลำดับ โดยโครงการวิจัยนี้ได้ดำเนินการขายปุ๋ยหมักและปุ๋ยอัดเม็ดที่ผลิตได้ในราคา 5 บาท/กิโลกรัม และ 7.5-8 บาท/กิโลกรัม ตามลำดับ (วาสนา มานิช และคณะ, 2557)

ตารางที่ 4.25 การประมาณการต้นทุนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงของสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางจังหวัดอุบลราชธานี ร่วมกับสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ค่าใช้จ่าย	ปริมาณ	จำนวนเงิน (บาท)	รวมเป็นเงิน (บาท)
มูลสัตว์แห้ง	1,000 กิโลกรัม	2 บาท/กิโลกรัม	2,000.00
ปุ๋ยยูเรีย สูตร 46-0-0	2 กิโลกรัม	17.60 บาท/กิโลกรัม	35.20
ปุ๋ยฟอสเฟต สูตร 0-3-0	25 กิโลกรัม	3 บาท/กิโลกรัม	75.00
ต้นทุนการผลิตรวมเป็นเงิน			**2,110.20** **หรือ 1.53 บาท/กิโลกรัม**

ตารางที่ 4.26 การประมาณการต้นทุนการผลิตปุ๋ยหมักจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของศูนย์วิจัยและบริการเพื่อชุมชนและสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ค่าใช้จ่าย	ปริมาณ	จำนวนเงิน (บาท)	รวมเป็นเงิน (บาท)
มูลแพะ	200 กิโลกรัม	1 บาท/กิโลกรัม	200.00
ผักตบชวา	1,000 กิโลกรัม	2 บาท/กิโลกรัม	2,000.00
ค่าจ้างขึ้นกองปุ๋ยหมัก			600.00
ค่าน้ำและค่าไฟ			50.00
ค่าเสื่อมวัสดุ			50.00
ต้นทุนการผลิตรวมเป็นเงิน			**2,900.00** **หรือ 3.86 บาท/กิโลกรัม**

ตารางที่ 4.27 การประมาณการต้นทุนการผลิตปุ๋ยอัดเม็ดจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของศูนย์วิจัยและบริการเพื่อชุมชนและสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ค่าใช้จ่าย	ปริมาณ	จำนวนเงิน (บาท)	รวมเป็นเงิน (บาท)
ปุ๋ยหมัก	500 กิโลกรัม	5 บาท/กิโลกรัม	2,500.00
ค่าแรงอัดเม็ด	2 คน (ทำงาน 4 ชั่วโมง/คน)	150 บาท/คน	300.00
ค่าแรงเก็บปุ๋ย	2 คน (ทำงาน 4 ชั่วโมง/คน)	150 บาท/คน	150.00
ค่าน้ำและค่าไฟ			100.00
ต้นทุนการผลิตรวมเป็นเงิน			**3,050.00** **หรือ 6.10 บาท/กิโลกรัม**

3) การผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด โดยเกษตรกรตัวอย่าง จังหวัดชลบุรี ได้ประมาณต้นทุนในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 1,000 กิโลกรัมไว้ ดังตารางที่ 4.28 (พยอม คงอยู่, 2560)

ตารางที่ 4.28 การประมาณการต้นทุนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด

ค่าใช้จ่าย	ปริมาณ	รวมเป็นเงิน (บาท)
อินทรีย์วัตถุ	100 ส่วน	2,300.00
แกลบดิบ	1 ส่วน	50.00
แกลบเผา	1 ส่วน	100.00
รำละเอียด	1 ส่วน	200.00
เพอร์ไลต์	20 ส่วน	300.00
น้ำหมักชีวภาพ	10 ลิตร	20.00
ค่าแรงผลิตปุ๋ยอัดเม็ด	1 คน	400.00
ค่าไฟ		50.00
ต้นทุนการผลิตรวมเป็นเงิน		**3,600.00** **หรือ 3.6 บาท/กิโลกรัม**

4) กลุ่มเครือข่ายปุ๋ยอินทรีย์ บ้านบัวแก้ว อำเภอกุดรัง จังหวัดมหาสารคาม โดยความร่วมมือของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วท.) ได้ประมาณต้นทุนในการผลิต และรายได้จากการจำหน่ายปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตได้ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.29 (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2557) โดยกลุ่มเครือข่ายได้จำหน่ายปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตได้ในราคา 380-450 บาท/กระสอบ

4.8.6 เทคนิคการเลือกซื้อปุ๋ยที่คุ้มค่า

สำนักนิเทศและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2551) ได้แนะนำวิธีการคำนวณเปรียบเทียบราคาของปุ๋ยต่อน้ำหนักธาตุอาหารพืช เพื่อให้การเลือกซื้อปุ๋ยมีประสิทธิภาพ และมีความคุ้มค่า ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตารางที่ 4.29 การประมาณการต้นทุนการผลิตของกลุ่มเครือข่ายปุ๋ยอินทรีย์ บ้านบัวแก้ว อำเภอกุดรัง จังหวัดมหาสารคาม

ค่าใช้จ่าย	ปริมาณ	จำนวนเงิน (บาท)	รวมเป็นเงิน (บาท)
มูลโค	40,000 กิโลกรัม	1.50 บาท/กิโลกรัม	60,000.00
ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0	80 กิโลกรัม	19 บาท/กิโลกรัม	1,520.00
ปุ๋ยฟอสเฟตสูตร 0-3-0	1,000 กิโลกรัม	3 บาท/กิโลกรัม	3,000.00
ค่าแรงงานฝ่ายผลิต	40,000 กิโลกรัม	1 บาท/กิโลกรัม	40,000.00
ค่ากระสอบปุ๋ย	800 กระสอบ	11 บาท/กระสอบ	8,800.00
ค่าด้ายเย็บกระสอบปุ๋ย	800 กระสอบ	1 บาท/กระสอบ	800.00
ค่าน้ำ	800 กระสอบ	0.25 บาท/หน่วย	200.00
ค่าไฟ	800 กระสอบ	1.25 บาท/หน่วย	1,000.00
ค่าน้ำมัน	800 กระสอบ	1.50 บาท/หน่วย	1,200.00
ต้นทุนการผลิตรวมเป็นเงิน			**287,200.00** **หรือ 359 บาท/กระสอบ**

1) การเปรียบเทียบราคาปุ๋ย 46-0-0 และปุ๋ย 21-0-0

1.1) ปุ๋ย 46-0-0 ราคาตันละ 13,400 บาท

1.2) ปุ๋ย 21-0-0 ราคาตันละ 8,000 บาท

วิธีคำนวณ

1) ปุ๋ย 46-0-0 หมายความว่า ปุ๋ย 1,000 กิโลกรัม มีไนโตรเจนอยู่ 460 กิโลกรัม ดังนั้น ไนโตรเจน 1 กิโลกรัม มีราคาเท่ากับ 13,400 บาท/460 กิโลกรัม หรือ 29.10 บาท/กิโลกรัม

2) ปุ๋ย 21-0-0 หมายความว่า ปุ๋ย 1,000 กิโลกรัม มีไนโตรเจนอยู่ 210 กิโลกรัม ดังนั้น ไนโตรเจน 1 กิโลกรัม มีราคาเท่ากับ 8,800 บาท/210 กิโลกรัม หรือ 38.10 บาท/กิโลกรัม

ด้วยเหตุนี้ จึงสามารถสรุปได้ว่า ปุ๋ย 21-0-0 จึงมีราคาแพงกว่าปุ๋ย 46-0-0

2) การเปรียบเทียบราคาปุ๋ย 15-15-15 และปุ๋ย 16-20-0

2.1) ปุ๋ย 15-15-15 ราคาตันละ 12,000 บาท

2.2) ปุ๋ย 16-20-0 ราคาตันละ 11,000 บาท

วิธีคำนวณ

1) ปุ๋ย 15-15-15 หมายความว่า ปุ๋ย 1,000 กิโลกรัม มีธาตุอาหารพืชอยู่ 450 กิโลกรัม ดังนั้น ธาตุอาหารพืช 1 กิโลกรัม มีราคาเท่ากับ 12,000 บาท/450 กิโลกรัม หรือ 26.60 บาท/กิโลกรัม

2) ปุ๋ย 16-20-0 หมายความว่า ปุ๋ย 1,000 กิโลกรัม มีไนโตรเจนอยู่ 360 กิโลกรัม ดังนั้น ธาตุอาหารพืช 1 กิโลกรัม มีราคาเท่ากับ 11,000 บาท/360 กิโลกรัม หรือ 30.50 บาท/กิโลกรัม

ด้วยเหตุนี้ จึงสามารถสรุปได้ว่า ปุ๋ย 16-20-0 จึงมีราคาแพงกว่าปุ๋ย 15-15-15

3) การเปรียบเทียบราคาธาตุอาหารพืชในปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์ (2-1-1) ราคาตันละ 3,000 บาท

วิธีคำนวณ

ปุ๋ยอินทรีย์ 1,000 กิโลกรัม มีธาตุอาหารพืชอยู่ 40 กิโลกรัม ดังนั้น ธาตุอาหารพืช 1 กิโลกรัม ไนโตรเจน 1 กิโลกรัม มีราคาเท่ากับ 3,000 บาท/40 กิโลกรัม หรือ 75 บาท/กิโลกรัม

ด้วยเหตุนี้ เมื่อเปรียบเทียบราคาต่อหน่วยของธาตุอาหารพืชของปุ๋ยอินทรีย์แล้ว จะพบว่า มีราคาแพงกว่าปุ๋ยเคมี ส่วนธาตุอาหารทั้งหมด 40 กิโลกรัมในปุ๋ยอินทรีย์ 1 ตันนั้น พืชจะไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทั้งหมดได้ทันที แต่จะต้องผ่านกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์เพื่อเปลี่ยนรูปจากอินทรียสารให้เป็นธาตุอาหารเสียก่อน พืชจึงจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยอัตราการย่อยสลายนี้ช้ามาก ด้วยเหตุนี้ปุ๋ยอินทรีย์จึงปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาอย่างสม่ำเสมอ โดยจะปล่อยธาตุอาหารพืชออกมาในปีแรกประมาณร้อยละ 12-20

4.8.7 จุดคุ้มทุน (กชพร วานิชสรรพ์, 2560)

จุดคุ้มทุน หมายถึง จุดหรือระดับของรายได้จากการขายสินค้าหรือบริการที่เท่ากับต้นทุนการผลิตหรือต้นทุนที่หน่วยธุรกิจได้จ่ายออกไป หรือจุด หรือระดับที่รายได้ทางธุรกิจนั้นมีค่าเท่าทุน โดยส่วนที่เลยจุดหรือระดับของรายได้ดังกล่าว คือ ส่วนที่เรียกว่าผลกำไรที่หน่วยธุรกิจจะได้รับ เช่น หากธุรกิจหนึ่งดำเนินการผลิตสินค้าเพื่อจำหน่ายจำนวน 10,000 ชิ้นต่อเดือน โดยขายสินค้าในราคาชิ้นละ 100 บาท ดังนั้น หากธุรกิจนี้ขายสินค้าได้ทั้งหมด จะมีรายได้จากการจำหน่ายสินค้า เท่ากับ 1,000,000 บาทต่อเดือน โดยถ้าหากการคำนวณจุดคุ้มทุนมีค่าเท่ากับร้อยละ 60 ก็จะหมายความถึง หากธุรกิจสามารถสร้างยอดขายได้ 600,000 บาทต่อเดือน หรือขายสินค้าได้ 6,000 ชิ้น จะทำให้รายได้ที่เกิดขึ้นเท่ากับต้นทุนที่ธุรกิจจ่ายออกไปในการผลิต

สินค้า และต้นทุนการขาย และการบริหารธุรกิจทั้งหมด โดยส่วนที่มากกว่า 600,000 บาทต่อเดือน หรือหากมียอดขายสินค้าในส่วนที่มากกว่า 6,000 ชิ้น จะนับเป็นส่วนที่ธุรกิจจะได้รับเป็นผลกำไร

ในกรณีที่ธุรกิจนั้นมีรายได้หรือขายจำนวนสินค้าได้น้อยกว่าระดับจุดคุ้มทุน จะทำให้ธุรกิจประสบกับสภาวะขาดทุน ด้วยเหตุนี้การทราบถึงจุดคุ้มุทนของธุรกิจ จึงนับเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้ประกอบการควรรู้ และให้ความสำคัญ นอกจากนั้นแล้วการมีความเข้าใจเกี่ยวกับจุดคุ้มทุนในการดำเนินธุรกิจยังเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้สามารถตัดสินใจในการดำเนินธุรกิจอีกด้วย เช่น การตัดสินใจในการผลิตสินค้า การบริหารจัดการ และการตัดสินใจในการเลือกทำเลที่ตั้งของธุรกิจ เป็นต้น

การคำนวณจุดคุ้มทุนโดยทั่วไป จะคำนวณจากตัวแปรเพียง 3 ตัวแปรหลัก ได้แก่ ต้นทุนคงที่ ต้นทุนผันแปร และยอดขายสินค้า หรือการบริการ เท่านั้น โดยต้นทุนคงที่ (Fix Cost) คือ ต้นทุนที่ไม่ว่าจะมีการขายสินค้าหรือให้บริการหรือไม่ก็ตามก็จะเกิดต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายขึ้นในส่วนนี้ ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วจะเกิดขึ้นในส่วนของ 1) การผลิต เช่น ค่าเช่าอาคารโรงงานการผลิต ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาระบบการผลิต รวมไปถึงเงินเดือนพนักงานประจำในฝ่ายการผลิต และ 2) การขาย และการบริหาร เช่น ค่าเช่าส่วนร้านค้า ค่าเช่าอาคารสำนักงาน ค่าสาธารณูปโภคพื้นฐาน ค่าภาษีต่าง ๆ ค่าธรรมเนียมทางราชการ ซึ่งต้องจ่ายเป็นประจำทุกเดือน รวมไปถึงต้นทุนค่าใช้จ่ายที่กำหนดไว้ในจำนวนที่แน่นอนโดยไม่สัมพันธ์กับยอดขายสินค้า หรือการบริการ ในส่วนของต้นทุนผันแปร (Variable Cost) นั้น คือ ต้นทุนที่เกิดขึ้นโดยมีค่าผันแปรไปตามยอดขายสินค้าหรือบริการ ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อมีการขายสินค้าหรือบริการนั้น ๆ เช่น ค่าใช้จ่ายของวัตถุดิบ แรงงานการผลิต สินค้าสำเร็จรูปที่ซื้อมาเพื่อการผลิต ค่าโสหุ้ยหรือค่าใช้จ่ายในการผลิต เป็นต้น ในส่วนแรงงานการผลิตนั้น จะคิดเฉพาะแรงงานที่จะมีค่าจ้างหรือค่าใช้จ่ายเมื่อมีการผลิตเท่านั้น ส่วนพนักงานประจำ เช่น ผู้จัดการฝ่ายผลิต วิศวกร ช่างเทคนิคที่จะต้องมีการจ่ายเงินเดือนประจำอยู่แล้วนั้น จะนับเป็นค่าใช้จ่ายที่เป็นต้นทุนคงที่ รวมถึงค่าเช่าที่ดิน ค่าเช่าอาคารโรงงาน ซึ่งไม่ว่าจะผลิตสินค้าหรือบริการหรือไม่ก็จะต้องจ่ายค่าเช่า ก็จะนับเป็นต้นทุนคงที่ด้วยเช่นเดียวกัน

โครงการฯ นี้ได้ทำการศึกษาต้นทุนการกำจัดกากไขมัน และของเหลือใช้ที่สามารถนำมาเป็นวัสดุหมักร่วมกับกากไขมัน ประกอบกับงบประมาณที่โรงแรมใช้ในการจัดซื้อปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดิน และนำมาเปรียบเทียบกับต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการจัดทำถังหมัก และค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำปุ๋ยหมัก รวมไปถึงงบประมาณด้านการจัดซื้อปุ๋ยด้วย

4.9 การศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดการทางเศรษฐศาสตร์ต่อการทำปุ๋ยหมักจากจากกากไขมัน พื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

การศึกษาความเป็นไปได้ทางการจัดการ และทางเศรษฐศาสตร์ต่อการพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันของโครงการ “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” นี้ ได้ดำเนินการศึกษาข้อมูลเพื่อประกอบการประเมินความเป็นไปได้ด้านการจัดการ และทางเศรษฐศาสตร์ต่อการพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมัน ซึ่งประกอบไปด้วย แหล่งกำเนิดกากไขมัน ปริมาณกากไขมันที่ต้องกำจัด ความถี่ และวิธีการกำจัดกากไขมันในปัจจุบัน รวมไปถึงปริมาณ วิธีการ และความถี่ในการกำจัดเศษใบไม้ที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาปุ๋ยจากกากไขมัน (ดังแสดงในสูตรการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันของงานวิจัยนี้) การกำจัดกากไขมัน และเศษใบไม้หรือซากพืชนี้ จำเป็นต้องใช้งบประมาณของโรงแรมในการดำเนินงานทั้งสิ้น นอกจากนั้นแล้วโครงการยังได้ดำเนินการศึกษาข้อมูลงบประมาณที่ใช้ในการจัดซื้อปุ๋ยอินทรีย์ของโรงแรม เพื่อการบำรุงรักษาพื้นที่สีเขียวของโรงแรมอีกด้วย ทั้งนี้มีวัตถุประสงค์โดยรวม เพื่อแสดงให้เห็นภาพรวมของงบประมาณ และค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น

จากการกำจัดกากไขมัน และเศษใบไม้/ซากพืช และการจัดซื้อปุ๋ยอินทรีย์ เปรียบเทียบกับงบประมาณที่เกิดขึ้นจากการนำกากไขมันและเศษใบไม้/ซากพืชมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยหมัก เป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 60 วัน เพื่อให้ได้ปุ๋ยอินทรีย์ที่สามารถนำไปทดแทนการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่จัดซื้อมาได้ ซึ่งจะสามารถช่วยลดงบประมาณในส่วนที่เกี่ยวเนื่องกับการกำจัดกากไขมัน เศษใบไม้ และการซื้อปุ๋ยอินทรีย์ของโรงแรมต่าง ๆ ได้

การศึกษาข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ทางโครงการได้ดำเนินการสำรวจข้อมูลจากโรงแรมที่เข้าร่วมฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการฯ เพื่อการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการกำจัดกากไขมันที่เหมาะสมให้กับอุตสาหกรรมโรงแรมที่เข้าร่วมโครงการ ในระหว่างวันที่ 2-4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561 จำนวนทั้งสิ้น 19 โรงแรม ได้แก่ 1) โรงแรมเมืองสมุย สปา รีสอร์ท ตำบลบ่อผุด 2) โรงแรมบ้านท้องทราย ตำบลบ่อผุด 3) โรงแรมซิกเซ้นท์ สมุย ตำบลบ่อผุด 4) โรงแรมเรเนซองส์ สมุย ตำบลมะเร็ต 5) โรงแรมบ้านสมุย รีสอร์ท ตำบลบ่อผุด 6) โรงแรมบานาน่า แฟนซี ตำบลบ่อผุด 7) โรงแรมโฟร์ซีซั่น รีสอร์ท ตำบลอ่างทอง 8) โรงแรมบ่อผุด รีสอร์ท แอนด์ สปา ตำบลบ่อผุด 9) โรงแรมบันยันทรี สมุย ตำบลมะเร็ต 10) โรงแรมมานะไทย เกาะสมุย ตำบลมะเร็ต 11) โรงแรมอิมพีเรียล โบท เฮาส์ ตำบลบ่อผุด 12) โรงแรมไทยเฮาส์ ตำบลมะเร็ต 13) โรงแรมพีซ รีสอร์ท ตำบลบ่อผุด 14) โรงแรมบ้านดารา สมุย รีสอร์ท ตำบลบ่อผุด 15) โรงแรมใบหยก ซีโคลท์ รีสอร์ท ตำบลบ่อผุด 16) โรงแรมละไมวันทา บีช รีสอร์ท ตำบลมะเร็ต 17) โรงแรมพาวิลเลียน สมุย วิลล่า แอนด์ รีสอร์ท ตำบลมะเร็ต 18) โรงแรมสันติบุรีบีช สปา ตำบลแม่น้ำ และ 19) โรงแรมสมุย ปาล์มบีช รีสอร์ท ตำบลบ่อผุด

สำหรับข้อมูลทั่วไปของการจัดการกากไขมันของโรงแรมที่เข้าร่วมฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ ทั้ง 19 โรงแรม ดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.30

ตารางที่ 4.30 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการจัดการกากไขมันของโรงแรมพื้นที่เกาะสมุย

ข้อมูล	จำนวน
1) จำนวนห้องพัก	
41-60 ห้อง	ร้อยละ 15.8
61-80 ห้อง	ร้อยละ 36.8
ตั้งแต่ 81 ห้องขึ้นไป	ร้อยละ 47.4
2) แหล่งกำเนิดกากไขมัน	
ห้องครัวและห้องอาหาร	ร้อยละ 68.4
ห้องครัว ห้องอาหาร และห้องเบเกอรี่	ร้อยละ 31.6
3) ปริมาณกากไขมันที่เกิดขึ้น	
ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด	10-500 กิโลกรัม/สัปดาห์
ค่าเฉลี่ย±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	97.9±25.8 กิโลกรัม/สัปดาห์
4) วิธีการกำจัดกากไขมันในปัจจุบัน	
ส่งเทศบาลกำจัด*	ร้อยละ 42.1
เติมสารเคมีให้แตกตัวและทิ้งลงลำน้ำสาธารณะหรือทะเล	ร้อยละ 10.5
ฝังกลบในพื้นที่โรงแรม	ร้อยละ 15.8
หมักในถังหมักหรือบ่อบำบัดภายในโรงแรม	ร้อยละ 5.3
ส่งให้เอกชนดำเนินการกำจัด	ร้อยละ 5.3
ทำปุ๋ยหมัก	ร้อยละ 15.8
ตากให้แห้ง แล้วนำไปใส่โคนต้นไม้ เช่น ต้นมะพร้าว	ร้อยละ 5.3

ข้อมูล	จำนวน
5) ความถี่ในการกำจัดกากไขมันในปัจจุบัน	
ส่งเทศบาลกำจัด*	1-2 ครั้ง/สัปดาห์
เติมสารเคมีให้แตกตัวและทิ้งลงลำน้ำสาธารณะหรือทะเล	1-2 ครั้ง/สัปดาห์
ฝังกลบในพื้นที่โรงแรม	1 ครั้ง/สัปดาห์ ถึง 1 ครั้ง/เดือน
หมักในถังหมักหรือบ่อบำบัดภายในโรงแรม	1 ครั้ง/สัปดาห์
ส่งให้เอกชนดำเนินการกำจัด	1 ครั้ง/สัปดาห์
ทำปุ๋ยหมัก	1 ครั้ง/สัปดาห์
ตากให้แห้ง แล้วนำไปใส่โคนต้นไม้ เช่น ต้นมะพร้าว	1 ครั้ง/สัปดาห์
6) ค่าใช้จ่ายในการกำจัดกากไขมันในปัจจุบัน	
ส่งเทศบาลกำจัด*	11-25 บาท/กิโลกรัม
เติมสารเคมีให้แตกตัวและทิ้งลงลำน้ำสาธารณะหรือทะเล	14 บาท/กิโลกรัม
ฝังกลบในพื้นที่โรงแรม	-
หมักในถังหมักหรือบ่อบำบัดภายในโรงแรม	-
ส่งให้เอกชนดำเนินการกำจัด	18 บาท/กิโลกรัม
ทำปุ๋ยหมัก	17 บาท/กิโลกรัม
ตากให้แห้ง แล้วนำไปใส่โคนต้นไม้ เช่น ต้นมะพร้าว	-

หมายเหตุ: *จากการสัมภาษณ์และประชุมร่วมกับเจ้าหน้าที่ของเทศบาลเมืองสมุย แจ้งว่าเทศบาลไม่รับกำจัดกากไขมันจากโรงแรม

ตารางที่ 4.30 แสดงให้เห็นว่า กากไขมันที่เกิดขึ้นจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อมในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานีที่เข้าร่วมโครงการนั้น โดยส่วนมากเป็นกากไขมันจากห้องครัวและห้องอาหารเป็นหลัก (ร้อยละ 68.4) โดยพบว่า ปริมาณไขมันที่เกิดขึ้น มีค่าตั้งแต่ 10 กิโลกรัม/สัปดาห์ จนถึง 500 กิโลกรัม/สัปดาห์ และมีค่าเฉลี่ยปริมาณกากไขมันที่เกิดขึ้นเท่ากับ 97.9±25.8 กิโลกรัม/สัปดาห์ และพบว่า เมื่อจำนวนห้องพักของโรงแรมมีมากขึ้น จะส่งผลให้ปริมาณกากไขมันที่เกิดขึ้นมีค่ามากขึ้นตามไปด้วย กล่าวคือ โรงแรมที่มีห้องพักจำนวน 41-60 ห้อง จะมีปริมาณกากไขมันเกิดขึ้นประมาณ 20-60 กิโลกรัม/สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของปริมาณกากไขมันที่เกิดขึ้นเท่ากับ 40.0±11.5 กิโลกรัม/สัปดาห์) โรงแรมที่มีห้องพักจำนวน 61-80 ห้อง จะมีปริมาณกากไขมันเกิดขึ้นประมาณ 10-200 กิโลกรัม/สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของปริมาณกากไขมันที่เกิดขึ้นเท่ากับ 75.7±28.3 กิโลกรัม/สัปดาห์) และโรงแรมที่มีห้องพักจำนวนตั้งแต่ 81 ห้องขึ้นไป พบว่ามีปริมาณกากไขมันที่เกิดขึ้นประมาณ 30-500 กิโลกรัม/สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของปริมาณกากไขมันที่เกิดขึ้นเท่ากับ 134.4±48.3 กิโลกรัม/สัปดาห์) และพบว่า โดยส่วนมากแล้ว ร้อยละ 42.1 ของโรงแรมที่เข้าร่วมโครงการ ได้ดำเนินการจัดการกากไขมันที่เกิดขึ้นด้วยการจัดส่งกากไขมันให้กับทางองค์การบริหารส่วนท้องถิ่นดำเนินการบริหารจัดการต่อไป (โดยโรงแรมได้ให้ข้อมูลว่า เมื่อโรงแรมมีปริมาณกากไขมันเกิดขึ้น จะทำการเก็บและรวบรวมกากไขมันไว้ในถุงขยะสีดำ และกองรวมไว้กับขยะอื่น ๆ ที่ทางโรงแรมได้ว่าจ้างให้องค์การบริหารส่วนท้องถิ่นจัดเก็บ โดยทางโรงแรมไม่ได้แจ้งองค์การบริหารส่วนท้องถิ่นให้ทราบว่าเป็นกากไขมัน เนื่องจากปัจจุบันองค์การบริหารส่วนท้องถิ่น/เทศบาลไม่ได้รับกำจัดกากไขมัน) ดังนั้นการดำเนินการกำจัดกากไขมันโดยวิธีดังกล่าว จึงมีค่าใช้จ่ายในการจัดการประมาณ 11-25 บาท/กิโลกรัม ส่วนวิธีการกำจัดกากไขมันอื่น ๆ ประกอบไปด้วย การเติมสารเคมี

ให้กากไขมันแตกตัวและทิ้งลงในลำน้ำสาธารณะหรือทะเล การส่งให้เอกชนดำเนินการกำจัด และการทำปุ๋ยหมักที่มีวิธีการจัดการกากไขมัน และการใช้ชนิดของวัสดุผสมที่มีในแต่ละโรงแรม ทั้งสามวิธีการดังกล่าวมีค่าใช้จ่ายในการจัดการโดยประมาณ เท่ากับ 14, 18 และ17 บาท/กิโลกรัม ตามลำดับ

การจัดการกากไขมันด้วยวิธีที่ไม่มีค่าใช้จ่ายที่ทางโรงแรมที่เข้าร่วมโครงการดำเนินการอยู่นั้นประกอบไปด้วย วิธีการหมักในบ่อบำบัดของโรงแรม การฝังกลบในพื้นที่โรงแรม และการตากกากไขมันให้แห้งแล้วนำไปใส่โคนต้นไม้ เช่น ต้นมะพร้าวนั้น พบว่า เป็นวิธีการจัดการกากไขมันที่ไม่สามารถกำจัดกากไขมันได้อย่างยั่งยืน และไม่เหมาะสมกับคุณลักษณะสมบัติของกากไขมัน ดังที่ได้รายงานผลการศึกษาก่อนหน้าแล้วว่า กากไขมันนั้นย่อยสลายได้ยาก จำเป็นต้องใช้ระยะเวลานานในการย่อยสลาย อีกทั้งเมื่อเกิดการย่อยสลายแบบไร้อากาศอาจก่อให้เกิดก๊าซมีเทน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ หากนำไปฝังกลบในดิน จะทำให้น้ำและอากาศไม่สามารถซึมผ่านดินในบริเวณนั้นได้ จึงส่งผลให้พืชขาดน้ำ ขาดธาตุอาหาร และตายได้ในที่สุด

ในส่วนของการพิจารณาข้อมูลการเกิด วิธีการ และงบประมาณที่จำเป็นต้องใช้ในการกำจัดเศษใบไม้หรือซากพืชที่เกิดจากพื้นที่สีเขียวของโรงแรม ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุผสมกับกากไขมันเพื่อผลิตเป็นปุ๋ยหมัก (ดังแสดงในสูตรการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันของงานวิจัยนี้) พบว่า โรงแรมที่เข้าร่วมโครงการนั้นได้มีปริมาณเศษใบไม้หรือซากพืชที่เกิดจากพื้นที่สีเขียวของโรงแรมในปริมาณที่แตกต่างกันไป โดยมีปริมาณที่เกิดขึ้นประมาณ 70-3,000 กิโลกรัม/สัปดาห์ โดยร้อยละ 52.6 ของโรงแรมที่เข้าร่วมโครงการได้ดำเนินการกำจัดเศษใบไม้และซากพืชดังกล่าวด้วยการบดย่อยเศษใบไม้ หรือซากพืชดังกล่าวให้มีขนาดเล็กลง แล้วจึงกองรวมกันให้เกิดการย่อยสลายตามธรรมชาติ หรือผสมกับเศษอาหารเพื่อเป็นปุ๋ยหมักต่อไป ส่วนอีกร้อยละ 47.7 ของโรงแรมที่เข้าร่วมโครงการได้ดำเนินการกำจัดเศษใบไม้หรือซากพืชจากพื้นที่สีเขียวของโรงแรมโดยให้องค์การบริหารส่วนท้องถิ่น หรือบริษัทเอกชนเข้ามาดำเนินการ โดยมีค่าใช้จ่ายในการกำจัดเศษใบไม้หรือซากพืชดังกล่าว ในราคา 1-100 บาท/กิโลกรัม โดยมีค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าใช้จ่ายในการกำจัดเศษใบไม้หรือซากพืชอยู่ที่ประมาณ 30.9±14.4 บาท/กิโลกรัม และจากผลการสำรวจปริมาณเศษใบไม้หรือซากพืชที่เกิดจากพื้นที่สีเขียวของโรงแรม พบว่า โรงแรมที่เข้าร่วมโครงการสามารถนำเศษใบไม้หรือซากพืชที่เกิดจากพื้นที่สีเขียวของโรงแรมที่เกิดขึ้นนี้มาใช้เป็นวัสดุผสม เพื่อปรับปรุงคุณภาพกากไขมันให้เป็นปุ๋ยหมักได้อย่างพอเพียง ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณเศษใบไม้หรือซากพืชที่เหมาะสมต่อการหมักในสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 นั้น ต้องการใช้เศษใบไม้หรือซากพืชในปริมาณ 50 กิโลกรัมต่อการหมักกากไขมัน 14 กิโลกรัม ในขณะที่ปริมาณเศษใบไม้หรือซากพืชจากโรงแรมต่าง ๆ มีค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานอยู่ที่ 963.1±468.9 กิโลกรัม/สัปดาห์

สำหรับงบประมาณ และค่าใช้จ่ายจากการใช้ปุ๋ยในการบำรุง และดูแลพื้นที่สีเขียวภายในโรงแรม พบว่า ร้อยละ 42.1 ของโรงแรมที่เข้าร่วมโครงการนั้นได้จัดซื้อปุ๋ยอินทรีย์ในการบำรุง และดูแลพื้นที่สีเขียว ประมาณ 8-830 กิโลกรัม/เดือน คิดเป็นร้อยละ 57.9 และโรงแรมที่เข้าร่วมโครงการได้มีการจัดซื้อปุ๋ยเคมีในการบำรุงและดูแลพื้นที่สีเขียว ประมาณ 8-250 กิโลกรัม/เดือน โดยคิดเป็นค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี ประมาณ 1.8-5 บาท/กิโลกรัม และ 20-28 บาท/กิโลกรัม ตามลำดับ

ด้วยเหตุนี้ เมื่อพิจารณาข้อมูลด้านงบประมาณ และค่าใช้จ่ายในการกำจัดกากไขมัน เศษใบไม้และซากพืช และการจัดซื้อปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อใช้ในการบำรุง ดูแลพื้นที่สีเขียวของแต่ละโรงแรมแล้ว พบว่างบประมาณการใช้จ่ายในส่วนต่าง ๆ สามารถแสดงรายละเอียดดังได้ตารางที่ 4.31

ตารางที่ 4.31 รายละเอียดงบประมาณที่ต้องใช้ในการกำจัดกากไขมัน เศษใบไม้/ซากพืช และการจัดซื้อปุ๋ยอินทรีย์ของโรงแรมที่เข้าร่วมโครงการ

โรงแรม	งบประมาณค่าใช้จ่าย (บาท/เดือน)			
	การกำจัดกากไขมัน	การกำจัดเศษใบไม้/ซากพืช	การจัดซื้อปุ๋ยอินทรีย์	รวม
เมืองสมุย สปา รีสอร์ท	4,000	0**	1,500	5,500
บ้านท้องทราย	9,000	0**	0***	9,000
ซิกเซ้นท์ สมุย	0*	3,600	1,500	5,100
เรเนซองส์ สมุย	0*	15,000	NA	15,000
บ้านสมุย รีสอร์ท	0*	0**	1,000	1,000
บานาน่า แฟนซี	0*	24,000	5,000	29,000
โฟร์ซีซั่น รีสอร์ท	6,500	15,000	32,000	53,500
บ่อผุด รีสอร์ท แอนด์ สปา	4,000	5,000	NA	9,000
บันยันทรี สมุย	2,500	15,000	NA	17,500
มานะไทย	3,000	2,000	–	5,000
อิมพีเรียล โบท เฮาส์	0*	0**	2,500	2,500
ไทยเฮาส์	2,000	500	–	2,500
ใบหยก ซีโคลท์ รีสอร์ท	5,500	0**	–	5,500
พีซ รีสอร์ท	5,500	0**	NA	5,500
บ้านดารา สมุย รีสอร์ท	0*	0**	600	600
ละไมวันทา บีช รีสอร์ท	500	0**	NA	500
พาวิลเลียน สมุย วิลล่า แอนด์ รีสอร์ท	0*	3,000	500	3,500
สันติบุรีบีช สปา	100	0**	50,000	50,100
สมุย ปาล์มบีช รีสอร์ท	3,000	400	4,000	7,400

หมายเหตุ * ไม่มีค่าใช้จ่ายในการกำจัดกากไขมัน เนื่องจากโรงแรมดำเนินการกำจัดกากไขมันด้วยการฝังกลบในพื้นที่ของโรงแรม การหมักในถังหมักหรือบ่อบำบัดภายในโรงแรม หรือการตากให้แห้ง แล้วนำไปใส่โคนต้นไม้ เช่น ต้นมะพร้าว

** ไม่มีค่าใช้จ่ายในการกำจัดเศษใบไม้/ซากพืช เนื่องจากโรงแรมดำเนินการกำจัดเศษใบไม้/ซากพืชด้วยการนำไปบดให้เป็นชิ้นเล็กแล้วนำไปทำเป็นปุ๋ยหมักเศษใบไม้ ทำน้ำหมักชีวภาพหรือกองทิ้งในพื้นที่โรงแรม

*** ไม่มีค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อปุ๋ยอินทรีย์ เนื่องจากโรงแรมได้นำปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตได้จากการหมักเศษใบไม้และซากพืชมาใช้ประโยชน์

NA หมายถึง โรงแรมไม่สามารถให้ข้อมูลงบประมาณการจัดซื้อปุ๋ยอินทรีย์ได้

– หมายถึง โรงแรมไม่ได้มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการบำรุงรักษาและดูแลพื้นที่สีเขียว

ด้วยเหตุนี้ หากโรงแรมที่เข้าร่วมโครงการดำเนินการหมักกากไขมันตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในวิธีการหมักปุ๋ยจากกากไขมันของโครงการนี้ จะสามารถทำให้โรงแรมสามารถลดงบประมาณค่าใช้จ่ายที่จำเป็นต้องใช้ในการกำจัดกากไขมัน เศษใบไม้ และซากพืชได้ (ดังตารางที่ 4.31 ทั้งนี้เนื่องจากทางโรงแรมสามารถนำวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิดมาผสม และทำการหมักเป็นระยะเวลา 60 วัน เพื่อให้ได้ปุ๋ยหมักที่สามารถนำมาใช้ทดแทนปุ๋ยอินทรีย์ที่ทางโรงแรมต้องจัดซื้อมาใช้ได้อีกด้วย

ในส่วนของการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ของการพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ของโครงการศึกษาวิจัยครั้งนี้นั้น ได้ทำการศึกษาโดยใช้ข้อมูลการสำรวจจากโรงแรมเมืองสมุย สปา รีสอร์ท ตำบลบ่อผุด เป็นกรณีศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากการศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมัน และการประยุกต์ใช้ถังต้นแบบของโครงการนั้นได้ใช้พื้นที่ของโรงแรมแห่งนี้เป็นกรณีศึกษา ทำให้การดำเนินการหมักกากไขมันในถังหมักปุ๋ยต้นแบบที่พัฒนาขึ้นนั้น มีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ สามารถช่วยลดการใช้แรงงานในการกลับกองปุ๋ย และสามารถป้องกันการเกิดกลิ่นรบกวนที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการหมักปุ๋ยได้ ทั้งนี้ทางโครงการได้ดำเนินการสาธิตการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันในถังหมักปุ๋ยต้นแบบ ณ โรงเรือนเพาะชำของ โรงแรม เมืองสมุย สปา รีสอร์ท จำนวน 3 สูตร (ตารางที่ 4.18) และใช้เวลาหมักปุ๋ยทั้งสิ้น 60 วัน

ดังนั้นเมื่อพิจารณาความเป็นไปได้ในการจัดการทางเศรษฐศาสตร์ต่อการพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันของโรงแรมกรณีศึกษา โรงแรมเมืองสมุย สปา รีสอร์ท แล้ว พบว่า กากไขมันที่เกิดขึ้นจากการประกอบกิจการโรงแรมนั้น สามารถนำไปผสมกับเศษใบไม้หรือซากพืชที่เกิดขึ้นจากพื้นที่สีเขียวของโรงแรม (ตามสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 ในตารางที่ 4.18) ได้ เนื่องจากโรงแรมมีปริมาณกากไขมัน และเศษใบไม้/ซากพืชที่เกิดขึ้นประมาณ 240 และ 5,000 กิโลกรัม/เดือน ตามลำดับ

เมื่อทำการประมาณการค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่อาจเกิดขึ้นจากการผลิตปุ๋ยหมักจากการไขมันตามวิธีการที่แนะนำในการศึกษานี้ จึงสามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 4.32

เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการหมักที่ 60 วันแล้วพบว่า ปุ๋ยหมักจากกากไขมันที่ผลิตได้จำนวน 100 กิโลกรัม จากถังหมักปุ๋ยต้นแบบทั้ง 3 สูตรนั้น มีคุณสมบัติของปุ๋ยผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กรมวิชาการเกษตรกำหนดทั้งหมด ยกเว้นค่าความชื้น ซึ่งสามารถปรับปรุงให้ผ่านมาตรฐานได้โดยการนำปุ๋ยที่ผลิตได้นั้นมาผึ่งให้แห้งอีกระยะเวลาหนึ่งก่อนนำไปใช้เป็นปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินต่อไป และเมื่อพิจารณางบประมาณค่าใช้จ่ายโดยตรงของการทำปุ๋ยหมัก ทั้งในส่วนของวัสดุผสมปุ๋ยหมัก ดังแสดงในตารางที่ 4.18 ซึ่งประกอบไปด้วย มูลสัตว์ (10 บาท/กิโลกรัม) รำข้าว (60 บาท/กิโลกรัม) ผงไดนาไมท์ (15 บาท/กิโลกรัม) ขี้เลื่อย (15 บาท/กิโลกรัม) น้ำเปล่า (0.03 บาท/ลิตร) กรดฟอสฟอริก (0.7 บาท/ลิตร) และค่าไฟที่ใช้ในการหมุนถังหมักปุ๋ยต้นแบบวันละ 10 นาที เป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 60 วัน แล้วพบว่า การหมักปุ๋ยแต่ละสูตรจะมีค่าใช้จ่ายโดยตรงของการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน ดังแสดงในตารางที่ 4.32

ทั้งนี้ราคาของวัสดุหมักปุ๋ยนั้นเป็นราคาของวัสดุที่สามารถหาซื้อได้ในพื้นที่เกาะสมุย ส่วนค่าน้ำได้ดำเนินการอ้างอิงจากอัตราค่าน้ำประปาส่วนภูมิภาคของพื้นที่การประปาส่วนภูมิภาคสาขาภูเก็ต เกาะสมุย และเกาะพะงัน สำหรับรัฐวิสาหกิจ อุตสาหกรรม และธุรกิจขนาดใหญ่ที่มีช่วงของการใช้น้ำมากกว่า 3,000 ลูกบาศก์เมตร/เดือน ซึ่งมีอัตราค่าน้ำอยู่ที่ 34.75 บาท/ลูกบาศก์เมตร (รูปที่ 4.39)

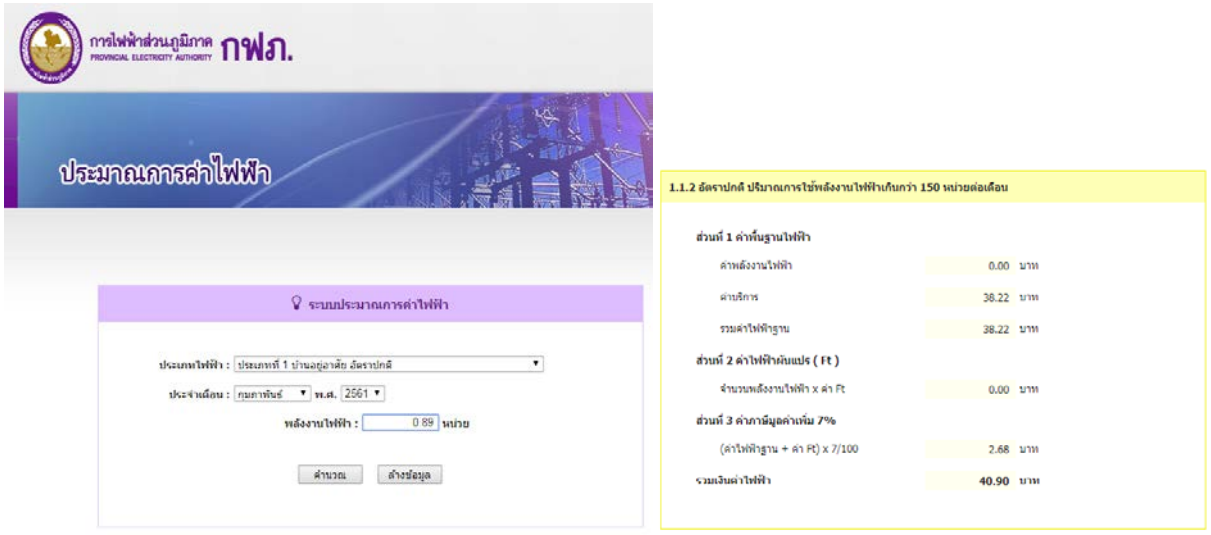
ส่วนของค่าไฟฟ้าที่ใช้สำหรับการหมุนถังหมักปุ๋ยต้นแบบวันละ 10 นาที เป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 60 วัน สามารถประมาณการได้ดังนี้ กำลังไฟฟ้า (วัตต์) * จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า / 1,000 * จำนวนชั่วโมงที่ใช้งานใน 1 วัน เท่ากับจำนวนหน่วยหรือยูนิตไฟฟ้าที่ใช้ (https://www.gotoknow.org/posts/316085) ดังนั้น ถังหมักต้นแบบจึงใช้ไฟฟ้าเท่ากับ 0.89 หน่วยตลอดระยะเวลาการหมัก 60 วัน และเมื่อประมาณการค่าไฟฟ้า

ที่เกิดขึ้นจากการใช้ไฟดังกล่าวโดยการประมาณการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค พบว่า ค่าไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 40.90 บาท (รูปที่ 4.40)

ช่วงการใช้น้ำ (ลบ.ม. / เดือน)	จำนวนหน่วย	1. ที่อยู่อาศัย			2. ราชการและธุรกิจขนาดเล็ก			3. รัฐวิสาหกิจ / อุตฯ / ธุรกิจขนาดใหญ่		
		ราคา	เป็นเงิน	รวมเงิน	ราคา	เป็นเงิน	รวมเงิน	ราคา	เป็นเงิน	รวมเงิน
ค่าน้ำขั้นต่ำ					อัตราขั้นต่ำ 150 บาท / เดือน (8 ลบ.ม.)			อัตราขั้นต่ำ 300 บาท / เดือน (15 ลบ.ม.)		
0 - 10	10	10.20	102.00	102.00	18.00	180.00	180.00	18.50	185.00	185.00
11 - 20	10	16.00	160.00	262.00	21.00	210.00	390.00	22.00	220.00	405.00
21 - 30	10	19.00	190.00	452.00	22.00	220.00	610.00	26.00	260.00	665.00
31 - 50	20	21.20	424.00	876.00	23.00	460.00	1,070.00	29.00	580.00	1,245.00
51 - 80	30				24.00	720.00	1,790.00	31.50	945.00	2,190.00
81 - 100	20				26.00	520.00	2,310.00	32.50	650.00	2,840.00
101 - 300	200				30.25	6,050.00	8,360.00	33.50	6,700.00	9,540.00
301 -1,000	700				30.25	21,175.00	29,535.00	34.75	24,325.00	33,865.00
1001 - 2,000	1,000				30.25	30,250.00	59,785.00	34.75	34,750.00	68,615.00
2,001 - 3,000	1,000				30.25	30,250.00	90,035.00	34.75	34,750.00	103,365.00
> 3,000					30.25			34.75		

1. ผู้ใช้น้ำประเภท 1 หากเดือนใดใช้น้ำมากกว่า 50 ลบ.ม./เดือน ให้คิดอัตราค่าน้ำประปาเท่ากับผู้ใช้น้ำประเภท 2 ณ เวลานั้น โดยคิดตั้งแต่ ลบ.ม.ที่ 51
2. ผู้ใช้น้ำประเภท 2 (รหัสที่ 28 และ 29) หากเดือนใดใช้น้ำมากกว่า 80 ลบ.ม./เดือน ให้คิดอัตราค่าน้ำประปาเท่ากับผู้ใช้น้ำประเภท 3 ณ เวลานั้น โดยคิดตั้งแต่ ลบ.ม.ที่ 81

รูปที่ 4.39 อัตราค่าน้ำประปาส่วนภูมิภาคของพื้นที่การประภาส่วนภูมิภาคสาขาภูเก็ต เกาะสมุย และเกาะพะงัน
ที่มา: https://www.pwa.co.th/contents/service/table-price



รูปที่ 4.40 ประมาณการค่าไฟฟ้าจากการหมุนของมอเตอร์ถังหมักปุ๋ยตลอดระยะเวลาการหมัก 60 วัน
ที่มา: https://www.pea.co.th/webapplications/CheckRate/checkrate.html

จากตารางที่ 4.32 สามารถสรุปได้ว่า การกำจัดกากไขมันด้วยการทำปุ๋ยหมักด้วยวิธีการหมักตามสูตรต่าง ๆ กันจะมีค่าใช้จ่ายโดยตรงเท่ากับ 193.82 บาท/กากไขมัน 14 กิโลกรัม (สูตรที่ 1 และสูตรที่ 3) ถึง 718.90 บาท/กากไขมัน 40 กิโลกรัม (สูตรที่ 2)

เมื่อพิจารณาร่วมกับค่าใช้จ่ายด้านอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต พบว่า การทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันด้วยถังหมักนั้น จะก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายในการผลิตถังหมักราคา 15,000 บาท/ถัง ดังนั้น เมื่อถังหมักกากไขมันมีอายุการใช้งาน 1 ปี และแต่ละรอบการหมักไขมันใช้เวลาประมาณ 60 วัน จึงทำให้ในระยะเวลา 1 ปี สามารถใช้งานถังหมักเพื่อหมักกากไขมันเพื่อผลิตปุ๋ยอินทรีย์ได้ทั้งสิ้น 6 รอบการผลิต คิดเป็นราคาค่าความเสื่อมของถังหมักประมาณ 2,500 บาท/ถัง/รอบการผลิต และด้วยเหตุที่ถังหมักไขมันนี้ไม่จำเป็นต้องใช้แรงงานในการกลับกองปุ๋ยหมัก โครงการจึงไม่ได้ดำเนินการประมาณค่าใช้จ่ายด้านต้นทุนแรงงาน อีกทั้งแต่ละโรงแรมที่เข้าร่วมโครงการได้มีการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบของผู้ปฏิบัติในสวนและพื้นที่สีเขียวอยู่แล้ว จึงสามารถกำหนดให้การดูแลการเดินเครื่องถังหมักปุ๋ยวันละ 10 นาทีเป็นหนึ่งในหน้าที่ความรับผิดชอบของผู้ปฏิบัติงานได้

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาในภาพรวมของงบประมาณค่าใช้จ่ายที่จำเป็นต้องใช้ในการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันของโรงแรมเมืองสมุย สปา รีสอร์ท ซึ่งเป็นกรณีศึกษา ด้วยวิธีการหมักต่าง ๆ กัน (ดังตารางที่ 4.18) จึงสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.33

ตารางที่ 4.32 การประมาณการค่าใช้จ่ายโดยตรงของการทำปุ๋ยหมักแต่ละสูตร

วัสดุ	ค่าใช้จ่าย (บาท)		
	สูตรที่ 1 (สูตรเมืองสมุยกรุ๊ป)	**สูตรที่ 2 (สูตรตามผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ)**	**สูตรที่ 3 (สูตรประยุกต์จากสูตรที่ 1 และ 2)**
มูลสัตว์	130.00	500.00	130.00
รำข้าว	18.00	0.00	18.00
ผงโดโลไมท์	4.50	0.00	4.50
ขี้เลื่อย	0.00	150.00	0.00
น้ำเปล่า	0.42	0.00	0.42
กรดฟอสฟอริก	0.00	28.00	0.00
ไฟฟ้า	40.90	40.90	40.90
รวม	193.82	718.90	193.82

นอกจากนี้ เมื่อทำการเปรียบเทียบผลของการประมาณต้นทุนในการกำจัดกากไขมันที่เกิดจากโรงแรมขนาดกลาง และขนาดย่อม เกาะสมุย สุราษฎร์ธานี เพื่อผลิตเป็นปุ๋ยหมัก พบว่า ต้นทุนการกำจัดกากไขมันในถังต้นแบบ (24.60-25.51 บาท/กิโลกรัม) นั้นมีราคาไม่แตกต่างจากงบประมาณที่จำเป็นต้องใช้ในการกำจัดกากไขมันในปัจจุบันของโรงแรมมากนัก (16.7 บาท/กิโลกรัม ร่วมกับการซื้อปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มที่ในราคา 7.50 บาท/กิโลกรัม จึงเป็นราคารวมประมาณ 24-25 บาทต่อการกำจัดกากไขมัน 1 กิโลกรัม) และเมื่อเปรียบเทียบการดำเนินการในปัจจุบันกับการดำเนินการตามวิธีการหมักปุ๋ยของโครงการแล้ว พบว่า แม้ว่าการผลิตปุ๋ยหมักจากกากไขมันด้วยถังหมักไขมันจะมีต้นทุนในจัดสร้างถังหมัก และการจัดซื้อวัสดุผสม หากแต่วิธีในการจัดการกากไขมัน และหมักกากไขมันร่วมกับวัสดุผสมนั้นเป็นวิธีการที่ถูกต้อง มีความแน่นอนในวัสดุผสมต่าง ๆ จึงสามารถช่วยลดปริมาณกากไขมันที่เกิดขึ้นจากโรงแรมได้อย่างแน่นอน อีกทั้งสามารถทำให้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปได้อีกด้วย

ตารางที่ 4.33 งบประมาณค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการผลิตปุ๋ยหมักจากถังดักไขมันต้นต่อ 1 รอบการผลิต (60 วัน)

รายการค่าใช้จ่าย	ค่าใช้จ่าย (บาท)		
	สูตรที่ 1 (สูตรเมืองสมุยกรุ๊ป)	สูตรที่ 2 (สูตรตามผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ)	สูตรที่ 3 (สูตรประยุกต์จากสูตรที่ 1 และ 2)
ค่าใช้จ่ายโดยตรงในการผลิต (วัสดุผสมและค่าสาธารณูปโภค) (บาท) (อ้างอิงตารางที่ 4.32)	193.82	718.90[2]	193.82
ค่าเสื่อมราคาถังหมักไขมัน (บาท)	2,500.00	2,500.00	2,500.00
รวมต้นทุนการผลิตกากไขมัน (บาท)	2,693.82	3,218.90	2,693.82
ปริมาณกากไขมันที่กำจัดได้ (กิโลกรัม) (อ้างอิงตารางที่ 4.18)	14.00	40.00	14.00
ค่ากำจัดกากไขมันที่ลดลง (บาท)[1]	(-233.18)	(-668.00)	(-233.18)
ต้นทุนรวมกำจัดกากไขมัน/การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ (บาท)	2,460.64	2,550.90	2,460.64
ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตได้ (กิโลกรัม)	100.00	100.00	100.00
ต้นทุนการกำจัดกากไขมัน/การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ (บาท/กิโลกรัม)	24.60	25.51	24.60

หมายเหตุ: [1] ค่ากำจัดกากไขมันปัจจุบันของโรงแรม เท่ากับ 16.7 บาท/กิโลกรัม

[2] ค่าใช้จ่ายในการซื้อปุ๋ยคอก คิดเป็นร้อยละ 69.66

อย่างไรก็ตามหากมีการเร่งปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ในกากไขมันให้เร็วขึ้นในระยะเวลาของการหมัก 45 วัน ก็จะสามารถช่วยลดค่าเสื่อมราคาของถังหมักให้ลดลงได้ และจะทำให้ต้นทุนในการกำจัดการกากไขมันในถังหมักต้นแบบลดลงได้ถึง 18.36-19.26 บาท/กิโลกรัม ซึ่งราคาที่ได้จะต่ำกว่าราคาที่โรงแรมใช้ในการกำจัดกากไขมัน รวมกับการจัดซื้อปุ๋ยอินทรีย์ นอกจากนั้นแล้วยังอาจสามารถดำเนินการลดต้นทุนของวัสดุผสมปุ๋ยหมักได้โดยการศึกษาถึงวิธีในการประยุกต์ใช้เศษอาหารจากโรงครัว หรือห้องอาหาร และวัสดุเหลือใช้เศษไม้ กิ่งไม้ ใบไม้ ในพื้นที่สวนของโรงแรม มาใช้ทดลองเป็นวัสดุผสมที่มีราคาต่ำกว่าปุ๋ยคอก นอกจากนี้ผลผลิตปุ๋ยหมักที่ผลิตได้นั้นจำเป็นต้องได้มาตรฐานตามเกณฑ์การกำหนดคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548 เพื่อให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นปุ๋ยอินทรีย์ได้ต่อไป

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลจากการทบทวนวรรณกรรม

จากการทบทวนวรรณกรรม การรวบรวมข้อมูล และค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการกากไขมันที่เกิดจากแหล่งต่าง ๆ ทั้งในและต่างประเทศ โดยเฉพาะปัญหาในการจัดการกากไขมันของกลุ่มอุตสาหกรรมโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อยในบริเวณพื้นที่ศึกษา ได้แก่ เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี สามารถพิจารณาแนวทางเลือกของการจัดการ และกำจัดหรือบำบัดกากไขมันที่เกิดขึ้นได้ ด้วยการแปรรูปกากไขมันเป็นปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินจากกลุ่มอุตสาหกรรมโรงแรม เพื่อนำไปสู่การส่งเสริมการมีส่วนร่วม และเป็นโรงแรมต้นแบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Hotel) ทั้งนี้คาดว่าจะได้วิธีการและขั้นตอนการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันที่ถูกต้อง และมีความเหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นหรือสภาพที่ตั้งของอุตสาหกรรมโรงแรมที่เข้าร่วมโครงการ

ดังนั้นจากการทบทวนวรรณกรรม สามารถสรุปสภาพพื้นที่ที่ทำการศึกษา การแสดงข้อมูลรายละเอียดพื้นฐานของกากไขมัน (Fat, Oil and Grease: FOG) ที่ได้จากการปรุงอาหาร โดยรวมทั้งเศษอาหาร น้ำมัน เนย จากการทอด อบ ขนมเบเกอรี่ต่าง ๆ ซึ่งมีกรดไขมันอิสระต่าง ๆ ที่มักพบบ่อย โดยเฉพาะร้านอาหารและภัตคารอาเซียนในประเทศไทย มีการปนเปื้อนของไขมัน และน้ำมันในน้ำทิ้ง มีค่าความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 730-1,100 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยส่วนมากแหล่งกำเนิดของกากไขมัน มาจากร้านประเภทอาหารด่วน เช่น ไก่ทอด อาหารทะเล และมันฝรั่งทอด เป็นต้น รวมทั้งทราบความหมายและประเภทของปุ๋ยอินทรีย์ ทำให้ทราบข้อดีและข้อจำกัดของปุ๋ยอินทรีย์ การนำปุ๋ยอินทรีย์กับพืชต่าง ๆ ไปใช้ประโยชน์ ทราบถึงกระบวนการเกิดปุ๋ยหมัก ปัจจัยที่มีผลต่อการทำปุ๋ยหมัก เช่น ความชื้น (Moisture) อากาศ (Aeration) อุณหภูมิ (Temperature) ขนาดของวัตถุดิบ (Particle Size) และอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (Carbon to Nitrogen Ratio : C/N Ratio) นอกจากนี้ทำให้ทราบประโยชน์ของปุ๋ยหมักที่ได้รับ ตลอดจนคุณสมบัติของปุ๋ยหมักก่อนนำไปใช้ประโยชน์ต้องได้มาตรฐานคุณภาพปุ๋ยอินทรีย์ พร้อมการแสดงรายละเอียดของตัวอย่างวัตถุดิบสำหรับการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง วิธีการทำปุ๋ยหมัก รูปแบบในการหมักแบบต่าง ๆ และปัจจัยพื้นฐานที่เกี่ยวข้องในการหมัก ตลอดจนข้อมูลการเจริญของแบคทีเรีย พร้อมหลักในการพิจารณาปุ๋ยหมักที่สามารถนำไปใช้ได้

สำหรับการผลิตถังต้นแบบ เพื่อการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน ได้มีการพิจารณา เพื่อการออกแบบวิธีการทำปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์ สำหรับการพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย สุราษฎร์ธานี เพื่อให้เกิดแนวคิดในการคัดเลือกวิธีการทำปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์ และอื่น ๆ ซึ่งเป็นการนำเสนอรายละเอียดในเชิงการเปรียบเทียบการทำปุ๋ยหมักรูปแบบต่าง ๆ เพื่อการพัฒนาถังต้นแบบเพื่อการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันขั้นต่อไป รวมทั้งการนำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการและกำจัดหรือบำบัดกากไขมัน จากอุตสาหกรรมโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อยของพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

5.2 สรุปผลจากการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วย

การสำรวจข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วย การศึกษาและสำรวจพื้นที่ศึกษา และการประชุมเปิดตัวโครงการ พร้อมการสัมภาษณ์อุตสาหกรรมโรงแรมที่เข้าร่วมโครงการ โดยสามารถสรุปรายละเอียดได้ดังนี้

1) การสำรวจและเยี่ยมชมพื้นที่อุตสาหกรรมโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อมเพื่อทราบสถานการณ์ของผู้ประอบการ การดำเนินการ แหล่งและปริมาณการเกิดกากไขมันของพื้นที่ศึกษา อีกทั้งยังเป็นการสำรวจพื้นที่เพื่อการติดตั้งถังทำปุ๋ยหมักต้นแบบ โดยโรงแรมที่ทำการสำรวจแหล่งกำเนิดกากไขมัน และกระบวนการแปรรูป หรือการจัดการ หรือการกำจัดกากไขมัน ได้แก่ โรงแรม เมืองสมุย สปา รีสอร์ท โรงแรม ซิกซ์เซ้นส์เซส และโรงแรม ละไมวันทา บีชรีสอร์ท ซึ่งโรงแรมดังกล่าวมีแหล่งกำเนิดกากไขมันจากห้องครัวประกอบอาหารหรือร้านอาหาร รวมทั้งครัวเบเกอรี่ที่มีการประกอบการของโรงแรม โดยทั้งสามโรงแรมได้มีการใช้จุลินทรีย์แบบซองมาละลายน้ำตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้ในฉลากของการใช้เพื่อเลี้ยงเชื้อ และนำมาเทใส่ในบ่อดักไขมันเพื่อใช้ในการสลายไขมัน ทั้งนี้โรงแรมดังกล่าวได้มีการตักกากไขมันแล้วนำไปผสมทำปุ๋ยหมักเพื่อใช้ปรับปรุงบำรุงดินในพื้นที่สวนสีเขียว ต้นไม้ และสนามหญ้าของโรงแรม

อย่างไรก็ตามแม้ว่าโรงแรมที่ทำการสำรวจจะมีการนำกากไขมันไปเป็นส่วนผสมในการทำปุ๋ยหมัก หากแต่เป็นการปฏิบัติที่มีการลองผิดลองถูก มีรูปแบบในการทำปุ๋ยหมักแบบเทกอง และมีการพลิกกลับกอง หรือรูปแบบใส่ถังหรือท่อซีเมนต์หรือคอนกรีต ซึ่งไม่มีส่วนผสมใดที่ใช้ประจำหรือเป็นสูตรที่กำหนดไว้ และไม่มีอัตราส่วนของการผสมที่มีมาตรฐานกำหนด ตลอดจนไม่ทราบถึงคุณสมบัติของปุ๋ยหมักที่นำไปใช้ทั้งสิ้นว่ามีความเหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์หรือไม่

2) การประชุมเปิดตัวโครงการ

โครงการได้มีการประชุมเปิดตัวโครงการ “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” เมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม 2560 เวลา 13.00-16.00 น. ณ ห้องประชุมสำนักงานเทศบาลนครเกาะสมุย (ห้องปะการัง) เพื่อนำเสนอรายละเอียดของโครงการ การกำหนดขอบเขตการศึกษา ประเด็นผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม ข้อกังวลใจ และแนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหากากไขมัน อันเกิดจากอุตสาหกรรมโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม พร้อมการรับฟังความคิดเห็น และข้อเสนอแนะจากกลุ่มเป้าหมายเพื่อการพัฒนาโครงการฯ ซึ่งการประชุมเปิดตัวโครงการในครั้งนี้ มีผู้เข้าร่วมทั้งหมดจำนวน 53 คน เป็นกลุ่มเป้าหมายหรืออุตสาหกรรมโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม จำนวน 30 โรงแรม อย่างไรก็ตามผู้เข้าร่วมประชุม มีประเด็นซักถาม ข้อกังวลใจ รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ จากผู้เข้าร่วมประชุมพอสรุปได้ ดังนี้

(1) ผู้เข้าร่วมประชุมขาดความรู้

- ต้องการทราบว่า กากไขมันที่มาจากห้องครัวประกอบอาหารมีความต่างแตกกับกากไขมันที่มาจากครัวเบเกอรี่หรือไม่
- ปุ๋ยที่มีการผสมกับกากไขมันจะมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าปุ๋ยตามปกติหรือไม่
- ปุ๋ยหมักที่มีการผสมกากไขมันจะเป็นอันตรายต่อมนุษย์ ถ้ามีการใส่หรือใช้กับพืชผักสวนครัวหรือไม่
- กากไขมันที่เกิดขึ้นสามารถนำไปทำประโยชน์อื่น ๆ เช่น เทียนไข หรือแปรรูปเป็นอาหารสัตว์ได้หรือไม่

- ปุ๋ยหมักที่มีการผสมกับกากไขมัน เมื่อนำไปใส่หรือใช้เพื่อการเพาะปลูก จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่

- สามารถนำน้ำหมัก EM มาใช้เป็นวัสดุปรับปรุงกากไขมันได้หรือไม่ รวมถึงสิ่งของหรือของเหลือใช้ใกล้ ๆ ตัว โดยเฉพาะมะพร้าว กากมะพร้าว ขี้เลื่อย รวมทั้งลูกมะพร้าว เป็นต้น

- การกำจัดกากไขมัน โดยทั่วไปสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเติมจุลินทรีย์ สารชีวภาพ หรือสารเคมี เพื่อลดการสะสมไขมันในบ่อดักไขมัน เป็นนวัตกรรมในการกำจัดกากไขมัน แต่ราคาสูง ส่วนการตักไขมันจากบ่อดักไขมันเป็นประจำเป็นการใช้แรงงานคนที่ต้องทำเป็นประจำ ประหยัดค่าใช้จ่าย แต่มีข้อจำกัดในการนำไปกำจัดในหลุมฝังกลบ ดังนั้นหากต้องการหาทางเลือกสำหรับการกำจัดกากไขมัน เช่น การนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรในอัตราส่วนไขมันที่ใช้อย่างเหมาะสม สามารถแปรรูปเป็นสบู่ เทียน หรือเชื้อเพลิง เป็นต้น

- การนำกากไขมันมาใช้ในการเกษตร ควรหมั่นตักไขมันจากบ่อดักไขมันเป็นประจำ เพื่อลดปัญหาเรื่องกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ขณะนำมาใช้งาน

(2) ความสะดวกในการนำไปใช้ (ปุ๋ยหมักกับปุ๋ยน้ำ) และค่าจ้างคนงานทำสวน

- การผลิตปุ๋ยไว้ใช้ภายในโรงแรม เป็นการลดค่าใช้จ่าย และลดปัญหาการทิ้งกากไขมัน

- การเลือกผลิตปุ๋ยชนิดน้ำที่มีความเข้มข้นสูง หรือปุ๋ยหมักที่มีสารฮิวมัส เพื่อปรับปรุงสภาพดินขึ้นกับชนิดของวัตถุดิบที่เกิดขึ้นภายในโรงแรม และการนำไปใช้งานในพื้นที่การเกษตร

(3) ยังไม่มีการจัดการของเสียที่ต้นทางอย่างมีประสิทธิภาพ

- การตักกากไขมันจากบ่อดักเป็นประจำ ลดปัญหาจากต้นทาง ส่วนการกำจัดปลายทางเป็นการนำไปกำจัดอย่างถูกหลักวิชาการ ได้แก่ การฝังกลบใน landfill หรือนำไปใช้ประโยชน์เพื่อลดภาระ landfill

(4) ไม่มีการจัดการกำจัดกากไขมันจากภาครัฐ

- เนื่องจากการจัดเก็บกากไขมันของภาครัฐไม่สามารถจัดเก็บไปพร้อมกับขยะทั่วไปเนื่องจากมีความชื้นสูง จึงต้องแยกเก็บเฉพาะกากไขมัน ซึ่งการจัดเก็บแต่ละครั้งโรงแรมจะรอให้มีปริมาณไขมันมากเพียงพอที่รถสูบสามารถสูบไปได้แต่ละครั้ง ขึ้นกับขนาดของรถสูบทั่วไป เช่น รถสูบมีปริมาตร 6 ลูกบาศก์เมตร โรงแรมจึงต้องรอให้มีปริมาณกากไขมันมากขึ้นเพื่อให้คุ้มค่าต่อค่าใช้จ่ายในการสูบไปกำจัดต่อไปในแต่ละครั้ง

- ผลการศึกษาสามารถนำเสนอเทศบาลนครเมืองสมุยพิจารณาสนับสนุนส่งเสริมการจัดการกากไขมันด้วยการทำปุ๋ยหมักต่อไป

(5) ไม่มีการบูรณาการองค์ความรู้ในการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันอย่างเป็นรูปธรรม

(6) ยังไม่มีระบบและกระบวนการที่เป็นรูปธรรมอย่างครบวงจร

- ควรส่งเสริมให้มีการอบรมให้ความรู้ในการจัดการน้ำเสียแก่สถานประกอบการเนื่องจาก ในแต่ละปีโรงแรมมีการหมุนเวียนเข้าออกของพนักงานเป็นประจำ

(7) ยังไม่มีอุปกรณ์ในการเตรียมวัตถุดิบในการทำปุ๋ยในปริมาณมาก ๆ

- การจัดเตรียมทำปุ๋ยในปริมาณมาก ควรแบ่งเป็น batch ย่อย ๆ เนื่องจากออกแบบขนาดถังใหญ่ ๆ ต้องใช้เครื่องจักรที่มีกำลังสูง ๆ ทำให้เกิดเสียงดังเวลาดำเนินการ เป็นการรบกวนแขกที่มาเข้าพักในโรงแรม

สำหรับข้อเสนอแนะในการประชุม ได้แก่

(1) กากไขมันนอกจากนำมาทำปุ๋ยหมักแล้วนั้น สามารถนำมาทำเป็นปุ๋ยน้ำได้หรือไม่ เพื่อความสะดวกสบาย และลดจำนวนคนงานในการทำหมักปุ๋ย

(2) มีการเสนอให้มีการจัดการของเสียที่ต้นทางให้มากที่สุด

(3) เสนอให้มีบริษัทรับจ้างขนส่งกากไขมัน ที่มีการปิดด้วยผ้าใบอย่างมิดชิด เพื่อป้องกันการรั่วไหล หรือให้มีการขนส่งไปกำจัดที่เทศบาลนครเกาะสมุย ทั้งนี้เทศบาลควรที่จะต้องมีบ่อหมัก และความพร้อมรอบด้าน

(4) ควรนำข้อมูล และองค์ความรู้ต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้กับการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน รวมถึงให้มีการปรับปรุง และพัฒนาจากงานวิจัยที่ผ่าน ๆ มาแล้ว

(5) สร้างระบบ และกระบวนการทำหมักปุ๋ยจากกากไขมันรอบด้าน พร้อมการจำหน่าย

(6) เสนอให้มีการคิดค้นเครื่องบดลูกมะพร้าวแบบทั้งลูก เพื่อให้ในแต่ละวันได้มีการบดในปริมาณที่มากขึ้น

3) การสัมภาษณ์ผู้แทนอุตสาหกรรมโรงแรม

ผลจากแบบสอบถามที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้แทนกลุ่มอุตสาหกรรมโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อยที่มีต่อโครงการ “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อมเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” ด้วยแบบสอบถาม ประกอบด้วยเนื้อหาของคำถาม 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนที่ 2 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับโรงแรม ส่วนที่ 3 การรับรู้และการมีส่วนเกี่ยวข้องกับของเสียในรูปกากไขมันที่เกิดขึ้นภายในโรงแรม และส่วนที่ 4 ความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบการกำจัด/บำบัดกากไขมันภายในโรงแรม ทั้งนี้มีผู้ตอบแบบสอบถาม มีจำนวน 33 ชุด และจากการวิเคราะห์ผลของแบบสอบถามดังกล่าว สามารถสรุปผลในประเด็นหลักที่สำคัญ ได้ดังนี้

3.1) การรับรู้และการมีส่วนเกี่ยวข้องกับของเสียในรูปกากไขมันที่เกิดขึ้นภายในโรงแรม

ผลจากการสัมภาษณ์ผู้แทนโรงแรมด้วยแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่มีส่วนเกี่ยวข้องหรือรับทราบถึงสภาพปัญหาที่เกี่ยวกับกากไขมันที่เกิดขึ้นภายในโรงแรม โดยโรงแรมส่วนใหญ่มีระบบการรวบรวมกากไขมัน ทั้งนี้โรงแรมมีระบบการรวบรวมกากไขมันรูปแบบบ่อดักไขมันมากที่สุด รองลงมา คือ ถังใต้ซิงค์น้ำ ระบบแยก (ร้านอาหารและห้องครัว แยกกับเบเกอรี่) ระบบรวมทั้งหมด (ร้านอาหารห้องครัว เบเกอรี่ และอื่น ๆ) และระบบบ่อบำบัด โดยสามารถอธิบายได้ ดังนี้ 1) ระบบรวบรวม และ 2) ระบบแยก การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียส่วนใหญ่ อาจมีบ่อรวบรวมน้ำเสียแยกเป็นจุดต่าง ๆ จากครัวและเบเกอรี่ จากห้องซักรีด จากห้องพัก แล้วส่งต่อไปยังระบบบำบัดน้ำเสียรวมอีกครั้ง ดังนั้นกากไขมันที่เกิดขึ้นมาจากจุดรวบรวมในจุดพักจากห้องครัว จะมีปริมาณกากไขมันสูงสุด เนื่องจากเป็นจุดรวบรวมน้ำทิ้งที่เกิดจากการประกอบาหารก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย 3) รูปแบบถังใต้ซิงค์น้ำ (grease tab) คือ ถังดักไขมันสำเร็จรูป ปริมาณกากไขมันที่รวมรวมได้ใน ถังใต้ซิงค์น้ำ มีปริมาณเพียงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับระบบรวบรวม ถังใต้ซิงค์ เป็นการรวบรวมไขมันขั้นต้นจากนั้นเป็นการรวบรวมไขมันก่อนเข้าระบบบำบัด 4) ระบบบ่อบำบัด โดยทั่วไปต้องกำจัดกากไขมันให้เหลือเข้าระบบบำบัดน้อยที่สุด เนื่องจากการบำบัดน้ำเสียของโรงแรมเป็นระบบ AS (Activated Sludge) การปล่อยให้มีกากไขมันเข้าไปในระบบจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย และ 5) ระบบอื่น ๆ (บ่อดักไขมัน) คือ บ่อดักไขมันที่ทำหน้าที่เหมือนหรือระบบแยกระบบรวบรวม หรือระบบแยก ดังนั้นปริมาณไขมันจะเก็บรวบรวมได้มากเช่นกัน ดังนั้น การเก็บรวบรวมกากไขมันจะทำได้ในจุดบ่อดักไขมัน ระบบรวบรวม หรือระบบแยก

นอกจากนี้กลุ่มตัวอย่างทราบอัตราส่วนของกากไขมันที่ได้จากห้องครัว : ส่วนเบเกอรี่ อย่างไรก็ตามผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ไม่ทราบข้อมูลปริมาณกากไขมันที่เกิดขึ้นภายในโรงแรม ในขณะที่บางส่วนทราบข้อมูลปริมาณกากไขมันที่เกิดขึ้น ซึ่งมีผู้แทนโรงแรมทราบข้อมูลปริมาณกากไขมันที่เกิดขึ้นภายในโรงแรม มีปริมาณ 5-7 กิโลกรัมต่อวัน รองลงมา ทราบปริมาณกากไขมันที่เกิดขึ้นภายในโรงแรมน้อยกว่า 3 กิโลกรัมต่อวัน และอีกจำนวน 1 ที่เท่ากัน ทราบปริมาณกากไขมันที่เกิดขึ้นภายในโรงแรม 8-10 และมากกว่า 10 กิโลกรัมต่อวัน ทั้งนี้ผู้แทนตัวอย่างโรงแรมโดยมากแจ้งว่า โรงแรมใช้เวลาในการเก็บรวบรวมกากไขมันก่อนนำไปกำจัด/

บำบัดนาน 1-2 สัปดาห์ รองลงมา นานน้อยกว่า 1 สัปดาห์ นานมากกว่า 1 เดือน และประมาณ 1 เดือน ตามลำดับ

ปัจจุบันโรงแรมมีวิธีการกำจัดกากไขมันที่เกิดขึ้นโดยรวมไปกับขยะทั่วไป และส่งให้เทศบาลกำจัดเป็นส่วนใหญ่ แม้ว่าทางเทศบาลจะแจ้งว่าไม่รับให้บริการกำจัดกากไขมันจากโรงแรมก็ตาม อีกทั้งบางส่วนระบุว่าวิธีการกำจัดกากไขมันด้วยการหมักในถังหมักหรือบ่อบำบัดภายในโรงแรม บางโรงแรมใช้วิธีการฝังกลบในพื้นที่โรงแรม หรือบางโรงแรมมีวิธีการส่งเอกชนดำเนินการกำจัด และผู้แทนโรงแรมโดยส่วนใหญ่ไม่ทราบว่าโรงแรมมีงบประมาณในการจัดการ/จำกัดกากไขมันที่เกิดขึ้น อีกทั้งโรงแรมมีการใช้สารชีวภาพเติมในท่อระบายน้ำทิ้งหรือในถังดักไขมัน และมีการเติมสารชีวภาพในท่อระบายน้ำทิ้งหรือในถังดักไขมัน มากกว่า 150 ลิตรต่อกรัมต่อเดือน

3.2) ความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบการกำจัด/บำบัดกากไขมันภายในโรงแรม

จากการแสดงความคิดเห็นของผู้แทนโรงแรม พบว่า เกือบทั้งหมดคิดว่าโรงแรมควรมีระบบการกำจัด/บำบัดกากไขมัน และโรงแรมควรมีระบบกำจัด/บำบัดกากไขมันด้วยการนำไปใช้เป็นปุ๋ยเพื่อปรับปรุงบำรุงดิน ทั้งนี้ผู้แทนโรงแรมเห็นว่า หากโครงการศึกษาในครั้งนี้ สามารถผลิตหรือสร้างถังต้นแบบเพื่อทำปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินจากกากไขมันได้ โรงแรมจะพิจารณาและนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

สำหรับการแสดงความคิดเห็นด้านขนาดของถังต้นแบบ หรือถังหมักกากไขมันเพื่อใช้ทำปุ๋ย พบว่าผู้แทนโรงแรมคิดว่าขนาดถังหมักที่เหมาะสมควรมีปริมาตร 200 ลิตร รองลงมา คือ 100 และ 50 ลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้มีความต้องการถังต้นแบบเพื่อใช้ประโยชน์ จำนวน 1-2, 3-4 และ 5-6 ถัง ตามลำดับ โดยผู้แทนโรงแรมหรือผู้ตอบแบบสอบถามยังให้ความคิดเห็นว่า ถังหมักต้นแบบ 1 ถังที่มีความเหมาะสมต่อการจัดการ/กำจัดกากไขมันภายในโรงแรมนั้น ควรมีการใช้งบประมาณในการผลิตถังหมัก หรือขายในราคาประมาณ 3,000-5,000 บาท ที่โรงแรมจะสามารถรับได้ในการซื้อ และนำไปใช้ประโยชน์ต่อการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันของโรงแรม

5.3 สรุปผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

การวิเคราะห์สมบัติที่เกี่ยวข้องกับกากไขมันจากโรงแรมต่าง ๆ พบว่า แหล่งที่มาจากทั้งห้องครัวและเบเกอรีมีผลทำให้ปริมาณไขมัน และน้ำมันในกากไขมันสูงมากกว่ากากไขมันที่มาจากห้องครัวเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้คาดว่าจำนวนนักท่องเที่ยวมีผลต่อปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นด้วยโดยเฉพาะ FOG การทราบวิธีปฏิบัติที่เหมาะสมสามารถช่วยลดปัญหาด้านกลิ่นได้ดี การใช้วัสดุปรับปรุงต่าง ๆ จึงเป็นวิธีการที่อาจช่วยในเรื่องของการช่วยลดปัญหาเรื่องกลิ่นได้ โรงแรมที่มีนโยบายในการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม เพื่อความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Friendly) มีการคัดแยกกากไขมัน และวัสดุที่นำมาทำปุ๋ยหมักชัดเจน ทำให้ทราบสมบัติเบื้องต้นของวัสดุผสมต่าง ๆ ในท้องถิ่น จึงเป็นแนวทางในการเลือกนำมาใช้นำมาทำปุ๋ยหมักในสัดส่วนที่เหมาะสมได้ และสามารถเกิดกระบวนการหมักได้เร็วขึ้น โดยมีข้อสรุปดังนี้

1) การจัดการกากไขมันที่บ่อดัก กรณีที่สะสมนานวันทำให้เกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ได้มาก จึงควรตักออกจากบ่อดักกากไขมัน ควรนำมาปรับปรุงด้วยกรดฟอสฟอริกเข้มข้นในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ระยะเวลาการสัมผัสสารปรับปรุงนานถึง 3 วัน จะสามารถช่วยลดปัญหาด้านกลิ่นลงเมื่อเทียบกับกากไขมันที่ไม่มีการปรับปรุงใด ๆ และกากไขมันที่ปรับปรุงมีผลดีการนำไปหมัก

2) กรณีที่ใช้กรดฟอสฟอริคในการปรับปรุงกากไขมัน ผู้ปฏิบัติงานต้องเพิ่มความระมัดระวังมากขึ้น

3) ในการปรับปรุงกากไขมันโดยการเติมกรดฟอสฟอริค และปั่นกวนนาน ๆ หรือบ่อยครั้ง ช่วยทำให้เกิดการไฮโดรไลซิสของกากไขมันได้ดีขึ้น และเป็นการเติมอากาศเข้าสู่ก้อนกากไขมันได้มากขึ้น ทำให้จุลินทรีย์ประเภทไม่ใช้อากาศ (Anaerobic bacteria) ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดี และลดการเกิดกลิ่น

4) ผลจากห้องปฏิบัติการ อัตราส่วนในการหมักที่เหมาะสมควรมีค่าอัตราส่วน C:N อยู่ในช่วง 25-30 ในกรณีที่มีกากไขมันทั้งจากห้องครัว และเบเกอรี ในสัดส่วนกากไขมัน 50 ต่อ ปุ๋ยคอก 40 และขี้เลื่อย 10% หรือกากไขมัน 60 ต่อ ปุ๋ยคอก 35 และขี้เลื่อย 5% มีอัตราส่วน C:N ที่เหมาะสมใกล้เคียง 25 มาก และการเพิ่มจุลินทรีย์จากตัวปุ๋ยคอกให้มากขึ้นด้วยการพรมน้ำให้มีความชื้นอย่างน้อย 50% ก่อนการหมัก

5) ในระยะเวลาการหมัก 30 วัน สูตรกากไขมัน 50 ปุ๋ยคอก 40 และขี้เลื่อย 10 % ได้ปุ๋ยหมักที่ผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร และน้ำสกัดจากปุ๋ยมีดัชนีการงอกของเมล็ดถั่วเกินค่ามาตรฐาน (มากกว่า 80 %) สามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ได้ ส่วนการใช้วัสดุเหลือใช้ เช่น เศษใบไม้-ใบหญ้า เศษอาหารจากห้องครัว สามารถนำมาใช้ได้ แต่สัดส่วน C:N อาจไม่อยู่ในช่วง 25-30 ทำให้การหมักเกิดช้ากว่าปกติ

6) วัสดุที่นำมาทำปุ๋ยหมักร่วมกับกากไขมัน สามารถใช้เศษใบไม้-ใบหญ้า เศษอาหารจากห้องครัวนำมาทดแทนในส่วนขี้เลื่อยได้

7) กรณีที่มีสัดส่วน C:N ไม่เหมาะสม การหมักเกิดได้ช้า อาจต้องใช้การเติมสารที่มีไนโตรเจนเติมลงในการหมักเพิ่ม เช่น การใช้รำข้าวเป็นแหล่งไนโตรเจน

8) ระยะเวลาการหมักไม่ควรน้อยกว่า 30 วัน หรือ ใช้การตรวจสอบการย่อยสลายว่าสมบูรณ์และมีธาตุอาหารที่เหมาะสมจากการทำดัชนีการงอกของเมล็ดพืชว่า เกิน 80%

5.4 สรุปผลการพัฒนาต้นแบบถังทำปุ๋ยหมัก

การออกแบบ และวางแผนที่จะนำกากไขมันที่เกิดจากครัวอาหาร และครัวเบอการีจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี เข้าสู่กระบวนการผลิตปุ๋ยหมักเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงบำรุงดินในพื้นที่โรงแรม เป็นเหตุที่ต้องมีการออกแบบสร้างถังหมักต้นแบบ เพื่อการพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันที่ดีและเหมาะสม สามารถใช้เป็นนวัตกรรมเพื่อการจัดการกากไขมันในเมืองสมุยได้อย่างยั่งยืน และมีประสิทธิภาพสูงสุด บนหลักการของความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นถังต้นแบบที่ออกแบบ มีคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้ ถังต้นแบบจำเป็นต้องสามารถกักเก็บวัตถุดิบสำหรับการทำปุ๋ยหมักได้อย่างน้อย 100 กิโลกรัม (ถัง 200 ลิตร เมื่อเอียงทำมุม 45 องศา สามารถมีปริมาตรบรรจุเท่ากับ 155 กิโลกรัม และมีพื้นที่ว่างภายในถัง) สามารถผสมวัสดุที่ใส่ไปได้ เก็บกักกลิ่นที่เกิดจากกระบวนการหมักได้ ระบายน้ำออกได้ในกรณีมีน้ำค้างถัง และมีช่องระบายกลิ่นออกได้ด้วย ใช้งานได้ง่ายต่อการจัดการ และมีระบบที่ไม่ซับซ้อน ใช้ได้ทั้งระบบไฟฟ้า และ/หรือปรับเป็นการใช้แรงงานคนในการจัดการได้ (ถังต้นแบบสามารถปรับดัดแปลงได้ก่อนการใช้งาน) อีกทั้งถังต้นแบบสามารถปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ที่เสื่อมสภาพได้โดยเฉพาะตัวถัง และสามารถเคลื่อนย้ายได้ ใช้พื้นที่ตั้งน้อย และมีอายุการใช้งานได้นาน

โครงการได้ทำการพิจารณา และออกแบบประกอบถังต้นแบบขนาดใหญ่ที่มีปริมาตขนาด 200 ลิตรถังเดียว ซึ่งหาซื้อได้ง่าย และมีขายโดยทั่วไป ประกอบกับการออกแบบได้พิจารณาถังต้นแบบต่อ 1 แกนหมุน เพื่อผสมวัสดุต่าง ๆ ที่นำมาทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน หรือเป็นการเอียงถังในแนวที่แกนหมุนเอียงและทำมุม 45 องศาจากแนวตั้ง ซึ่งจะมีความสะดวก ง่าย และมีความเหมาะสมต่อการใช้งานดีที่สุด เนื่องจากมีความง่ายต่อการนำเข้า และการเทออกวัสดุผสมเพื่อการทำปุ๋ยหมักเข้าออกจากตัวถังสะดวก ทั้งนี้ส่วนประกอบหลักของถัง

ต้นแบบ ประกอบด้วย มอเตอร์ ใบครีบสำหรับการกวน ตัวถังเหล็กที่มีขนาดปริมาตรความจุ 200 ลิตร และพูเล่ย์สำหรับการทดรอบ โดยมีงบลงทุนหรือค่าใช้จ่ายในการจัดทำถังต้นแบบ 1 ชุด ประมาณ 12,000-15,000 บาท

5.5 สรุปผลการศึกษาในภาคสนามพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

สมบัติของวัสดุที่ใช้ในการหมัก ณ เกาะสมุย มีการนำมาใช้งานตามผลที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ แต่ทั้งกากไขมัน และวัสดุที่ใช้หมักมีความแตกต่างในองค์ประกอบทางเคมี ทั้งค่าสัดส่วน C:N ที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะกากไขมันมีความชื้นน้อยลงมาก จึงใช้สัดส่วนของกากไขมัน 40 ปุ๋ยคอก 50 และขี้เลื่อย 10 % ในการหมัก ซึ่งโครงการได้ทำการออกแบบการทำปุ๋ยหมัก 3 สูตร บรรจุในถังต้นแบบ จำนวน 3 ถัง โดยผสมกากไขมันกับวัสดุต่าง ๆ โดยถังต้นแบบที่ 1 ทำการดัดแปลงส่วนผสมมาจากการทำปุ๋ยหมัก สูตรเมืองสมุยกรุ๊ปฯ ถังต้นแบบที่ 2 ใช้อัตราส่วนที่ได้จากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการของโครงการวิจัยฯ โดยมีการปรับปรุงกากไขมันด้วยกรดฟอสฟอริกนาน 1 คืนก่อนทำการหมัก และถังต้นแบบที่ 3 ใช้น้ำหมัก EM เพื่อปรับปรุงกากไขมันนาน 1 คืนก่อนทำการหมัก และใช้วัสดุหมักเช่นเดียวกับถังต้นแบบที่ 1

ผลการศึกษา พบว่า สูตรจากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการฯ ที่นำมาทดลองในพื้นที่เกาะสมุย หรือถังที่ 2 มีสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ ตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548 โดยมีระยะเวลาของการเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ ในช่วง 45-60 วัน สำหรับถังที่ 1 และ 3 พบว่า ระยะเวลาของการเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์เพียง 45 วัน สมบัติของปุ๋ยหมักส่วนมากเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ยกเว้นค่าพีเอชของถังที่ 3 และความชื้น เนื่องจากมีการพรมน้ำรักษาระดับความชื้น ข้อสังเกตุในแต่ละรอบของการทำปุ๋ยหมัก 100 กิโลกรัม พบว่า สูตรการทำปุ๋ยหมักที่ 1 และ 3 (ถังที่ 1 และ 3) สามารถกำจัดกากไขมันได้เพียง 14 กิโลกรัมเท่านั้น ทำให้ใช้เวลาในการสลายได้เร็วกว่า ในขณะที่ การทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันโดยใช้สูตรที่ 2 หรือรูปแบบการทดลองในถังต้นแบบที่ 2 สามารถกำจัดกากไขมันจากโรงแรมได้ถึง 40 กิโลกรัม ซึ่งควรมีการส่งเสริม และสนับสนุนให้มีการจัดการกากไขมันโดยใช้สูตรของการทำปุ๋ยที่ 2 เพื่อให้สามารถกำจัดปริมาณกากไขมันจากโรงแรมได้ในปริมาณที่มาก มีประสิทธิภาพสูงสุด และไม่ส่งกลิ่นรบกวน

จากผลการทดลอง สามารถให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

1) ก่อนทำการใส่กากไขมันลงถังหมัก ควรแช่กากไขมันลงในสารละลายกรดฟอสฟอริกนานประมาณ 2-3 วัน สามารถช่วยลดเรื่องของกลิ่นได้ โดยให้มีการคนหรือปั่นกวน เติมอากาศให้แทรกเข้าชั้นกากไขมันให้บ่อยครั้ง เพื่อให้กากไขมันแตกตัวได้มากที่สุด แยกเฉพาะส่วนของแข็งนำลงถังหมักได้ สารละลายกรดที่เหลือสามารถนำไปใช้ซ้ำได้หลายครั้ง จนกว่าค่าพีเอชเกิน 5

2) การใช้กรดเข้มข้นต้องระมัดระวังในการเทผสม ควรเทกรดลงในน้ำ และสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล เช่น แว่นตา ถุงมือ และสวมเสื้อป้องกันกรดกระเด็นใส่ เป็นต้น

3) ควรลดขนาดเศษวัชพืชหรือวัสดุผสมอื่น ๆ ก่อนนำมาหมัก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลายและลดระยะเวลาการหมัก

4) ควรเปิดเครื่องหรือมอเตอร์หมุนถังหมัก เพื่อเป็นการพลิกหรือกลับกอง และเป็นการเติมอากาศให้กับปุ๋ยหมักในถัง โดยทำการหมุนถังหมักทุกวัน ๆ ละประมาณ 10 นาที

5) ควรสังเกตลักษณะของปุ๋ยในถังหมัก ภายหลังจากเดินเครื่องแล้ว หากวัสดุผสมแห้งและร่วน ให้ทำการพรมน้ำเพื่อเพิ่มความชื้นในถังหมักด้วย กรณีที่มีน้ำหรือความชื้นมากเกินบริเวณด้านล่าง สามารถไขออกจากก้นถัง และนำมาพรมบริเวณผิวด้านบนได้

6) กรณีที่ใช้ถังหมักไประยะหนึ่งแล้ว ควรเปลี่ยนผงถ่านที่ช่องใส่ผงถ่านบริเวณฝาถังหมัก เพื่อดักกลิ่นที่อาจจะเกิดจากการหมักวัสดุผสมในถังหมักด้วย

5.6 การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ

1) การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลาง และขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” เมื่อวันที่ 2-4 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2561 เวลา 08:30-16:00 น. ณ ห้องประชุม โรงแรม รอยัล เมืองสมุย วิลล่า โดยได้มีนำเสนอรายละเอียดโครงการ วัตถุประสงค์โครงการ และรายละเอียดของการประชุม โดยได้มีการนำเสนอผลของการสำรวจข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับกากไขมันจากโรงแรม การนำเสนอผลของการศึกษาวิจัยในห้องปฏิบัติการฯ รวมทั้งการนำเสนอรูปแบบการพัฒนาต้นแบบถังทำปุ๋ยหมัก และมีการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการกำจัดกากไขมัน (ตัวแทนจากโรงแรมที่สนใจเข้าร่วมโครงการฯ) ตลอดจนการประชาสัมพันธ์โครงการ และเชิญชวนเข้าร่วมการเป็นอุตสาหกรรมโรงแรมต้นแบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Hotel) ซึ่งมีผู้เข่าร่วมทั้งหมดจำนวน 48 คน

2) การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลาง และขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” เมื่อวันที่ 4-5 พฤษภาคม พ.ศ.2561 เวลา 08:30-16:30 น. ณ โรงเรือนเพาะชำของ โรงแรม เมืองสมุย สปา รีสอร์ท ซึ่งเป็นการประชุมเชิงปฏิบัติการที่เน้นประเด็นการนำเสนอผลของการทดลองการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันจำนวน 3 สูตรทดลองที่ทำการศึกษาในพื้นที่เกาะสมุยฯ อีกทั้งยังเป็นการให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ต่อกระบวนการพัฒนาการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันฯ และรูปแบบการพัฒนาหรือประยุกต์ใช้ถังต้นแบบทำปุ๋ยหมัก พร้อมทั้งมีการประชาสัมพันธ์โครงการที่เชิญชวนโรงแรมต่าง ๆ เข้าร่วมการเป็นอุตสาหกรรมโรงแรมต้นแบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Hotel) ตลอดจนการเปิดโอกาสให้ตัวแทนจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เข้าร่วมได้มีการซักถามทางคณะที่ปรึกษาโครงการ พร้อมการรับฟังความคิดเห็น และข้อเสนอแนะต่าง ๆ จากโรงแรมที่สนใจเข้าร่วมโครงการ การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการในครั้งนี้ โครงการได้มีเอกสารเผยแพร่ความรู้การทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน พร้อมแผ่นพับเพื่อเผยแพร่ความรู้ และประชาสัมพันธ์โครงการฯ นอกจากนี้โครงการได้จัดทำป้ายไวนิลเผยแพร่ความรู้ และประชาสัมพันธ์โครงการฯ พร้อมได้ติดตั้งไว้ ณ โรงเรือนเพาะชำของ โรงแรมเมืองสมุย สปา รีสอร์ท ซึ่งการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการในครั้งนี้ มีผู้เข้าร่วมทั้งหมดจำนวน 37 คน

5.7 สรุปความเป็นไปได้ในการจัดการทางเศรษฐศาสตร์ต่อการทำปุ๋ยหมักจากจากกากไขมัน

การเปรียบเทียบต้นทุนในการกำจัดกากไขมันที่เกิดจากโรงแรมขนาดกลาง และขนาดย่อม เกาะสมุย สุราษฎร์ธานี เพื่อผลิตเป็นปุ๋ยหมัก พบว่า ต้นทุนการกำจัดกากไขมันในถังต้นแบบ (24.60-25.51 บาท/กิโลกรัม) นั้นมีราคาไม่แตกต่างจากงบประมาณที่จำเป็นต้องใช้ในการกำจัดกากไขมันในปัจจุบันของโรงแรมมากนัก (16.7 บาท/กิโลกรัม ร่วมกับการซื้อปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มที่ในราคา 7.50 บาท/กิโลกรัม จึงเป็นราคารวมประมาณ 24-25 บาทต่อการกำจัดกากไขมัน 1 กิโลกรัม) และเมื่อเปรียบเทียบการดำเนินการในปัจจุบันกับการดำเนินการตามวิธีการหมักปุ๋ยของโครงการแล้ว พบว่า แม้ว่าการผลิตปุ๋ยหมักจากกากไขมันด้วยถังหมักไขมันจะมีต้นทุนในจัดสร้างถังหมัก และการจัดซื้อวัสดุผสม หากแต่วิธีในการจัดการกากไขมัน และหมักกากไขมันร่วมกับวัสดุผสมนั้นเป็นวิธีการที่ถูกต้อง มีความแน่นอนในวัสดุผสมต่าง ๆ จึงสามารถช่วยลดปริมาณกาก

ไขมันที่เกิดขึ้นจากโรงแรมได้อย่างแน่นอน อีกทั้งสามารถทำให้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปได้อีกด้วย อย่างไรก็ตามหากมีการเร่งปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ในกากไขมันให้เร็วขึ้นในระยะเวลาของการหมัก 45 วัน ก็จะสามารถช่วยลดค่าเสื่อมราคาของถังหมักให้ลดลงได้ และจะทำให้ต้นทุนในการกำจัดการกากไขมันในถังหมักต้นแบบลดลงได้ถึง 18.36-19.26 บาท/กิโลกรัม ซึ่งราคาที่ได้จะต่ำกว่าราคาที่โรงแรมใช้ในการกำจัดกากไขมัน รวมกับการจัดซื้อปุ๋ยอินทรีย์ นอกจากนั้นแล้วยังอาจสามารถดำเนินการลดต้นทุนของวัสดุผสมปุ๋ยหมักได้โดยการศึกษาถึงวิธีในการประยุกต์ใช้เศษอาหารจากโรงครัว หรือห้องอาหาร และวัสดุเหลือใช้ เศษไม้ กิ่งไม้ ใบไม้ ในพื้นที่สวนของโรงแรม มาใช้ทดลองเป็นวัสดุผสมที่มีราคาต่ำกว่าปุ๋ยคอก นอกจากนี้ ผลผลิตปุ๋ยหมักที่ผลิตได้นั้นจำเป็นต้องได้มาตรฐานตามเกณฑ์การกำหนดคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548 เพื่อให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นปุ๋ยอินทรีย์ได้ต่อไป

ผลการดำเนินงานโครงการ สามารถนำไปสู่โครงการส่งเสริมการมีส่วนร่วมโรงแรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Hotel) ของกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นโครงการส่งเสริมศักยภาพสถานประกอบการโรงแรมให้เกิดมีการใช้ทรัพยากร และพลังงานอย่างคุ้มค่า และมีประสิทธิภาพ มีการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดี ยกระดับมาตรฐานการบริการพร้อมขยายจำนวนเครือข่ายโรงแรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมให้มากขึ้น ทั้งนี้เพื่อรองรับมาตรการการจัดซื้อ จัดจ้างสินค้า และบริการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมของหน่วยงานภาครัฐ (Green Procurement) และการบริโภคที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ตลอดจนเพื่อเตรียมความพร้อมสู่การประเมินมาตรฐานสิ่งแวดล้อมในระดับสากล อันจะทำให้เกิดการพัฒนา และส่งเสริมการท่องเที่ยวของประเทศอย่างยั่งยืน และสามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างเป็นรูปธรรมต่อไป

5.8 การติดตามผลการนำไปใช้ประโยชน์

จากผลการดำเนินงานโครงการนี้ ได้มีโรงแรมต้นแบบที่จะดำเนินการประยุกต์ ปรับปรุง ให้มีความเหมาะสมในแต่ละโรงแรม ซึ่งสามารถตรวจสอบและติดตามการนำไปใช้ประโยชน์ได้จากโรงแรมต้นแบบจำนวน 3 โรงแรม ได้แก่ 1) โรงแรม เมืองสมุย สปา รีสอร์ท 2) โรงแรม ซิกเซ้นท์ สมุย และ 3) โรงแรม ละไม วันทา บีช รีสอร์ท และโรงแรมที่นำสูตรหรือวิธีการที่ส่งเสริมไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ ได้แก่ โรงแรม บ้านท้องทราย ในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

รายการเอกสารอ้างอิง

รายการเอกสารอ้างอิง

กชพร วานิชสรรพ์. 2560. จุดคุ้มทุน. [ออนไลน์] แหล่งที่มา http://www.urnurse.net/ur-brake_point.html (25 ตุลาคม 2560)

กรมการท่องเที่ยว. 2559. สถิตินักท่องเที่ยวภายในประเทศ ปี 2558 (จำแนกตามภูมิภาคและจังหวัด). กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. ออนไลน์: http://tourism2.tourism.go.th/home/details 13 พฤศจิกายน 2559

กรมควบคุมมลพิษ. 2551. คู่มือแนวทางการจัดการน้ำมันและไขมันจากบ่อดักไขมันและการนำไปใช้ประโยชน์สำหรับชุมชน ออนไลน์ http://www.pcd.go.th/Public//Publications/print_water. cfm?task=Commu09. 19 มิถุนายน 2560

กรมควบคุมมลพิษ. 2551. คู่มือแนวทางการจัดการน้ำมันและไขมันจากบ่อดักไขมันและการนำไปใช้ประโยชน์สำหรับบ้านเรือน ออนไลน์ http://pcd.go.th/public/Publications/print_water.cfm?task=Home09. 8 มิถุนายน 2560

กรมพัฒนาที่ดิน (ไม่มีข้อมูล) มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง) ของกรมพัฒนาที่ดิน. ออนไลน์ http://www1.ldd.go.th/ldd/Fertilizer/Organic_Fertilizer.pdf 27 กรกฎาคม 2560

กรมวิชาการเกษตร. 2549. ปุ๋ยอินทรีย์ การผลิต การใช้ มาตรฐาน และคุณภาพ. ออนไลน์ http://aglib.doa.go.th/lib/images/Downloads/2549/EB00280.pdf 27 กรกฎาคม 2560

กรมวิชาการเกษตร. 2551. คู่มือปุ๋ยอินทรีย์ (ฉบับเกษตรกร). ออนไลน์ http://aglib.doa.go.th/lib/ images/Downloads/2551/EB00140.pdf 27 กรกฎาคม 2560

กรมวิชาการเกษตร. 2548. ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548. ออนไลน์ http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2548/00172707.PDF 27 กรกฎาคม 2560

ณกัญภัทร จินดา. 2547. เอนไซม์ไลเปส ; แหล่งและประโยชน์ระดับอุตสาหกรรม วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยหอการค้า ปีที่ 24 ฉบับที่ 3 เดือนกันยายน-ธันวาคม 2547.

ทิพวรรณ ประพันธ์ เนทิยา กรีธาชาติ พิลาณี ไวยถนอมสัตย์ และต่อพงศ์ กรีธาชาติ. 2556. การประเมินกิจกรรมเอนไซม์ของจุลินทรีย์กลุ่มบาซิลลัสสำหรับการย่อยสลายของเสียจากกากไขมัน. วารสารนเรศวรพะเยา 6(2)ม 91-95.

นรีลักษณ์ ชูวรเวช. 2551. เรื่องควรรู้เกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์. ออนไลน์: http://aglib.doa.go.th/lib/images/Downloads/2551/EB00008.pdf 27 กรกฎาคม 2560

นัทพงศ์ จันทมาศ. 2557. กากไขมันเหลือใช้ไม่ไร้ประโยชน์: การใช้ประโยชน์จากของเสียเหลือทิ้ง (The Utilization of Waste Grease: Waste Utilization). วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 8(1), 47-54.

นันทวัน ฤทธิ์เดช. 2556. ข้อควรพิจารณาก่อนทำปุ๋ยหมัก. วารสารวิทยาศาสตร์ มข. (KKU Science Journal) 41(3), 595-606.

บุญใจ แก้วน้อย. 2558. อนาคตสมุย : การบริหารท้องถิ่นรูปแบบพิเศษด้านการท่องเที่ยว. ธนาคารแห่งประเทศไทย สำนักงานภาคใต้.

บล็อกเชิงวิชาการ Production-Cost. 2557. ต้นทุนการผลิต. [ออนไลน์] แหล่งที่มา http://production-cost.blogspot.com/p/blog-page_2.html (25 ตุลาคม 2560)

ปชาบดี มาทรัพย์ พรชนก หัตถภูมิเกษตร และสุทธิดา บัวขม. 2560. การจัดการกากไขมันจากเศษอาหารโดยกระบวนการทำปุ๋ยหมัก โครงงานพิเศษ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม) คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พยอม คงอยู่. 2560. การผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด. แหล่งที่มา http://bothong.chonburi.doae.go.th/% E0%%B8%9B%E0%B8%B8%E0%B9%8B%E0%B8%A2%E0%B8%AD%E0%B8%B4%E0%B8%99%E0%B8%97%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B9%8C%E0%B8%AD%E0%B8%B1%E0%B8%94%E0%B9%80%E0%B8%A1%E0%B9%87%E0%B8%94.pdf (25 ตุลาคม 2560)

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2545. ปุ๋ยอินทรีย์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์ พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).

รัชกร นามกร สุเทพ ศิลปานันทกุล พิศิษฐ์ วัฒนสมบูรณ์ และธวัช เพชรไทย. 2558. การผลิตปุ๋ยหมักร่วมจากกากตะกอนน้ำทิ้ง เศษผัก และกากไขมัน. วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต 3(1): 95-103.

ลักขณา ตันเจริญ. 2554. การคำนวณต้นทุนการผลิต. [ออนไลน์] แหล่งที่มา https://sites.google.com/a/ttc.ac.th/industryaccounting/3-kar-cad-tha-ngb-tnthun-phlit/3-2-kar-khanwn-tnthun-kar-phlit (25 ตุลาคม 2560)

วาสนา มานิช และคณะ. 2557. การผลิตปุ๋ยหมักและปุ๋ยอัดเม็ดจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร. [ออนไลน์] แหล่งที่มา http://www.thai-explore.net/file_upload/submitter/file_doc/9a59cfce9e6d5c71e2ee3369cb6e6525.pdf (25 ตุลาคม 2560)

วิรจิรวัส รวิชญทรัพย์ ธวัช เพชรไทย ธนาศรี สีหะบุตร และวรพจน์ กนกกัณฑพงษ์. 2558. การจัดการกากไขมันจากบ่อดักไขมัน โดยกระบนการทำปุ๋ยหมักร่วมกับดินค่ำและขี้เลื่อย. วารสารสาธารณสุข ฉบับพิเศษ. 117-126.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2557. รายงานผลการดำเนินงาน 2557 SciV 204 กลุ่มแม่ข่ายปุ๋ยอินทรีย์ บ้านบัวแก้ว อำเภอกุดรัง จังหวัดมหาสารคาม. ออนไลน์] แหล่งที่มา http://www.clinictech.most.go.th/online/usermanage/FinalReport/2015317174441.pdf (25 ตุลาคม 2560)

สมศักดิ์ มณีพงศ์. 2560. โครงการต้นปุ๋ย ออนไลน์ http://agri.wu.ac.th/msomsak/ ManureTree/Reactors.htm 29 กรกฎาคม 2560

สมเดช ใจเพ็ชร์. 2543. การย่อยสลายกากไขมันโดยวิธีการทำปุ๋ยหมัก. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. วิทยาศาสตร์ (เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. บัณฑิตวิทยาลัย.

ส่วนขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2559. แนวทางในการพิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่การ

ออกแบบก่อสร้าง และการจัดการสถานที่จัดการมูลฝอยโดยการหมักปุ๋ย (สารบำรุงดิน), พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพมหานคร: บริษัท ธนสิริ ปริ้นติ้ง จำกัด, กรุงเทพ.

ส่วนน้ำเสียชุมชน สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ. 2545. คู่มือการจัดการน้ำเสียสำหรับบ้านเรือน. ออนไลน์ http://www.wangchan.go.th/svl/EBook_01-07-2556_2.pdf 27 กรกฎาคม 2560

สุภาพร พงศ์ธรพฤกษ์ และสิทธิชัย แก้วเกตุ. 2559. การใช้ประโยชน์จากกากไขมันเหลือทิ้งเพื่อผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพร่วมกับเศษผลไม้และฟางข้าว เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ อนามัยสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ครั้งที่ 6 วันที่ 4-5 กรกฎาคม พ.ศ. 2559 สโมสรทหารบก ถนนวิภาวดีรังสิต กรุงเทพมหานคร.

สุวรรณา เนียมสนิท และคณะ. 2540. การคัดเลือกจุลินทรีย์จากน้ำทิ้งที่มีประสิทธิภาพสูงในการย่อยสลายไขมัน วารสารวิจัย มข. 2(1): ม.ค.-มิ.ย.2540.

สุริยา สาสนรักกิจ. 2511. เทคโนโลยีผลิตและโรงงานต้นแบบผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง. [ออนไลน์] แหล่งที่มา http://km.rubber.co.th/index.php?option=com_content&view= article&id=7744:2013-09-12-08-37-20 (25 ตุลาคม 2560)

สำนักนิเทศ และถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2551. เทคนิคการเลือกซื้อปุ๋ยที่คุ้มค่า. [ออนไลน์] แหล่งที่มา http://www.ldd.go.th/menu_Dataonline/G7/G7_08.pdf (25 ตุลาคม 2560)

Jeremiah, D.B., Japareng, L. and Norli, I. 2014. Biodegradation of Palm Oil Mill Effluent (POME) by Bacteria International. *Journal of Scientific and Research Publications*, 4(3): 502-5114(3).

Krishnan, Y. *et al.* 2016. Co-composting of palm empty fruit bunch and palm oil mill effluent: Microbial diversity and potential mitigation of greenhouse gas emission. *Journal of Cleaner Production.* 2017(146) : 94-100.

Neves, L. M.A. Pereira, M. Mota, M.M. Alves, 2009. Detection and quantification of long chain fatty acids in liquid and solid samples and its relevance to understand anaerobic digestion of lipids, *Bioresource Technology*, 100 (2009) 91–96.

Orapin, B., Achara, K. and Suptawee, F. 2002. Biotreatment of high fat and oil wastewater by lipase producing microorganisms. *Kasetsart Journal (Nat. Sci.)* 36: 261-267.

Siddiquee, S. *et al.* 2017. Effective composting of empty fruit bunches using potential *Trichoderma* strains. *Biotechnology Reports.* 17(13) : 1-7.

Soonita, A. S. 2016. Co-composting of vegetable wastes and carton: Effect of carton composition and parameter variations. *Biosource Technology.* 2017(227) *:* 171-178.

ภาคผนวก ก
การเตรียมสารเคมีและวิธีการวิเคราะห์

การเตรียมสารเคมี

1. การเตรียมสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนทั้งหมด (Total carbon)

โดยวิธี Walkley and Black ตามวิธีของ กรมพัฒนาที่ดิน (2547)

1. สารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) 1 N โดยชั่งโพแทสเซียมไดโครเมต (อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง) 49.0400 g ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 L ด้วยน้ำกลั่น

2. สารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต (FAS) 0.5 N โดยชั่งเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต [$Fe(NH_4)_2(SO_4)_26H_2O$] 196.1 g ละลายด้วยน้ำกลั่นพอสมควร เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 20 mL แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 L ด้วยน้ำกลั่น

3. แบเรียมไดฟีนิลลามีนซัลโฟเนต อินดิเคเตอร์ (BDS) 0.16% โดยชั่ง BDS 0.16 g ละลายในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 100 mL ด้วยน้ำกลั่น เก็บสารละลายใส่ขวดสีชาที่มีฝาปิด

2. การเตรียมสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus)

โดยวิธี Vanadomolybdate Method ตามวิธีของกรมพัฒนาที่ดิน (2547)

1. สารละลายแวนาเดท-โมลิบเดท รีเอเนตร โดยสารละลาย A ชั่งแอมโมเนียมโมลิบเดท [$(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$)] 25 g ละลายด้วยน้ำกลั่น 400 mL สารละลาย B ชั่งแอมโมเนียมเมตาแวนาเดท (NH_4VO_3) 1.25 g ละลายด้วยน้ำกลั่น 300 mL นำไปต้มให้เดือด และปล่อยให้เย็น จากนั้นเติมกรดไนตริกเข้มข้น 250 mL ตั้งทิ้งให้เย็นถึงอุณหภูมิห้อง จากนั้นเทสารละลาย A ไปยังสารละลาย B แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 L ด้วยน้ำกลั่น เก็บสารละลายใส่ขวดสีชาที่มีฝาปิด

2. สารละลายฟอสฟอรัสมาตรฐาน 50 mg/L โดยชั่งโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) 0.2195 g อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ละลายและปรับปริมาตรให้เป็น 1 L ด้วยน้ำกลั่น เก็บสารละลายใส่ขวดสีชาที่มีฝาปิด

3. การเตรียมสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสที่มีประโยชน์ (Available Phosphorus)

โดยวิธี Bray II ตามวิธีของกรมพัฒนาที่ดิน (2553)

1. น้ำยาสกัด Bray II (0.03 N NH_4F, 0.1 N HCl) โดย ละลายแอมโมเนียมฟลูออไรด์ (Ammonium fluoride, NH_4F) 1.11 g ในน้ำกลั่น เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (37% w/w) 8.1 mL แล้วปรับให้มีปริมาตร 1 L

2. สารละลายซัลฟิวริกโมลิบเดทตาร์เทรต (รีเอเจนต์ A) โดยละลายแอมโมเนียมโมลิบเดท [$(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$]) 50 g ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 2 L เติมน้ำกลั่น 200 mL คนให้ละลาย ละลายแอนติโมนีโพแทสเซียมตาร์เตรท ($KSbO.C_4H_4O_6$) 1.213 g ในน้ำกลั่น 50 mL ถ้าไม่ละลายนำไปอุ่นแต่ต้องไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส เมื่อละลายเข้ากันดีแล้ว เทใส่ในบีกเกอร์ที่ใส่แอมโมเนียมโมลิบเดท คนให้เข้ากันอีกครั้ง ค่อย ๆ เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 700 mL ทิ้งไว้ให้เย็น เทลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 1 L ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เทเก็บไว้ในขวด สีชาและเก็บไว้ในที่มืดและเย็น เก็บไว้ได้นาน 6 เดือน

3. น้ำยา Develop สี (รีเอเจนต์ B) โดยละลายกรดแอสคอบิก 1.76 g ในน้ำกลั่นประมาณ 1,600 mL เติมสารละลายซัลฟิวริกโมลิบเดทตาร์เตรทลงไป 40 mL ทำให้มีปริมาตร 2 L ด้วยน้ำกลั่น ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นประมาณ 2 ชั่วโมง จึงนำมาใช้ สารละลายนี้เก็บได้ไม่เกิน 24 ชั่วโมง ดังนั้นจึงต้องเตรียมใหม่ทุกครั้ง

4. การเตรียมสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน (Total Nitrogen)

โดยวิธีเจลดาห์ล (Kjeldahl Method) ตามวิธีของกรมพัฒนาที่ดิน (2547)

1. สารละลายกรดกลูตามิก เข้มข้น 1,000 mg/L โดยชั่งกรดกลูตามิกที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง มา 1.000 g ละลายและปรับปริมาตรให้เป็น 1 L ด้วยน้ำกลั่น เก็บสารละลายใส่ขวดสีชาที่มีฝาปิด เก็บไว้ในตู้เย็นได้นาน 3 สัปดาห์

2. สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริก 0.01 N โดยนำกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 28 mL เจือจางให้เป็น 1,000 mL ด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริก 1 N ปิเปตมา 1 mL ปรับปริมาตรให้เป็น 100 mL ด้วยน้ำกลั่น

3. สารละลายมาตรฐานโซเดียมคาร์บอเนต โดยอบสารโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ที่ 250 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมงและปล่อยให้เย็น ชั่งมา 0.2500 g เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 100 mL เก็บสารละลายใส่ขวดสีชาที่มีฝาปิด เก็บได้นาน 1 สัปดาห์

4. สารละลายกรดบอริก โดยชั่งกรดบอริก (H_3BO_3) มา 20 g ละลายและปรับปริมาตรให้เป็น 1 L ด้วยน้ำกลั่น

5. สารละลายอินดิเคเตอร์ผสม (Mixed Indicator Solution) โดยละลายเมทิลเรด 200 mg ในเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ 100 mL และละลายเมทิลีนบลู 100 mg ในเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ 50 mL นำสารทั้ง 2 ชนิดมาผสมกัน เก็บสารละลายใส่ขวดสีชาที่มีฝาปิด ไม่ควรเก็บไว้เกิน 1 เดือน

5. การเตรียมสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Ammonium-N และ Nitrate-N) โดยวิธี Steam Distillation ตามวิธีของกรมพัฒนาที่ดิน (2547)

1. สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) โดยชั่งโพแทสเซียมคลอไรด์ 149.00 g ละลายด้วยน้ำกลั่น

2. สารละลายแมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) เข้มข้น 12 เปอร์เซ็นต์ (%) โดยชั่งแมกนีเซียมออกไซด์ 12.00 g ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 mL

3. บอริกแอซิด อินดิเคเตอร์ โดยชั่งกรดบอริก (H_3BO_3) จำนวน 40 g ละลายในน้ำร้อน 700 mL ปล่อยทิ้งให้เย็น จากนั้นเทลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 1 L ที่บรรจุเอทานอล 200 mL และสารละลายอินดิเคเตอร์ผสม 20 mL เขย่าให้เข้ากัน ค่อย ๆ เติม NaOH 0.05 N ลงไปจนกระทั่ง เมื่อนำสารละลายนี้มา 1 mL มาผสมน้ำ 1 mL สารละลายจะเปลี่ยนจากสีชมพูม่วงเป็นสีเขียว จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

วิธีการวิเคราะห์

1. การวิเคราะห์หาค่า pH ตามวิธีของ กรมพัฒนาที่ดิน **(**2547)

ปั่นตัวอย่างให้ละเอียด ชั่งตัวอย่างมาประมาณ 0.5-1 g ใส่ลงในบีกเกอร์ เติมน้ำกลั่น 50 mL แล้วคนอย่างแรงเป็นเวลา 3-5 นาที ปล่อยให้ตกตะกอนแล้ววัดด้วยค่า pH ด้วย pH Paper

2. การวิเคราะห์หาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น ตามวิธีของ กรมพัฒนาที่ดิน (2547)

1. ชั่งน้ำหนักกระดาษฟอยล์เปล่า บันทึกค่า จากนั้นชั่งตัวอย่างบนกระดาษฟอยล์ แล้วบันทึกค่า
2. นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องซาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
3. นำออกมาปล่อยให้เย็นในโถทำแห้ง ชั่งน้ำหนัก และบันทึกค่า

3. การหาปริมาณค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) ตามวิธีของกรมพัฒนาที่ดิน (2547)

1. ปั่นตัวอย่างให้ละเอียด ชั่งตัวอย่างประมาณ 0.5-1 g ใส่ลงในบีกเกอร์ เติมน้ำกลั่น 50 mL แล้วคนอย่างแรง 3-5 นาที

2. กรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วนำไปวัดค่าการนำไฟฟ้าด้วยเครื่อง Conductivity Meter เปรียบเทียบค่า EC ที่วัดได้

4. การเตรียมสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนทั้งหมด (Total carbon)

โดยวิธี Walkley and Black ตามวิธีของกรมพัฒนาที่ดิน (2547)

1. ชั่งตัวอย่างมา 0.1 g ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 mL เติม 1 N $K_2Cr_2O_7$ 20 mL และกรดซัลฟิวริก 15 mL

2. เทใส่ขวดปรับปริมาตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น 100 mL ปิเปตสารตัวอย่าง 25 mL ลงในขวดปรับปริมาตร 100 mL ด้วยน้ำกลั่น

3. เทสารละลายลงขวดรูปชมพู่ จากนั้นหยด BDS อินดิเคเตอร์ 3-5 หยด ทำการไทเทรตกับเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต (FAS) 0.5 N จุดยุติจะได้สารละลายสีเขียวใส

5. การเตรียมสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus)

โดยวิธี Vanadomolybdate Method ตามวิธีของกรมพัฒนาที่ดิน (2547)

1. ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการบดละเอียดมา 1.0 g ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 100 mL เติมกรดไนตริก 15 mL และกรดซัลฟิวริก 3 mL นำไปย่อยจนสารละลายใส

2. นำสารละลายมากรองใส่ขวดปรับปริมาตรขนาด 50 mL เติมน้ำยาแวนาโด-โมลิบเดท 10 mL ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 nm

6. การเตรียมสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสที่มีประโยชน์ (Available Phosphorus)

โดยวิธี Bray II ตามวิธีของกรมพัฒนาที่ดิน (2553)

1. ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการบดละเอียดมา 1.0 g ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 mL

2. เติมน้ำยาสกัด Bray II 10 mL เขย่าเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ขนาด 125 mm

3. ปิเปตสารละลายที่สกัดได้ อัตราส่วน 1 ส่วนต่อน้ำยา Develop สี 16 ส่วน ลงในหลอดแก้ว

4. ทิ้งไว้ 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 882 nm

7. การเตรียมสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน (Total Nitrogen)

โดยวิธีเจลดาห์ล (Kjeldahl Method) ตามวิธีของกรมพัฒนาที่ดิน (2547)

1. ชั่งตัวอย่าง 1 g ลงในหลอดย่อย เติมสารสำเร็จรูปอัดเม็ด (Kjeltabs) 0.2 mg และกรดซัลฟิวริก 15 mL

2. ทำการย่อยตัวอย่าง โดยย่อยที่อุณหภูมิ 210^{o}C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 10 นาที และย่อยที่อุณหภูมิ 400 ^{0}C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที

3. รอให้ตัวอย่างเย็น จากนั้นต่อขวดย่อยกับเครื่องกลั่นไนโตรเจน และนำขวดรูปชมพู่ขนาด 250 mL มารองรับ

4. ตั้งโปรแกรมเครื่องให้เติมสารละลายกรดบอริก 50 mL น้ำ 50 mL โซเดียมไฮดรอกไซด์ 33% 100 mL ตั้ง Steam 70% และระยะเวลาในการกลั่น 4 นาที

5. หลังจากกลั่นเสร็จ นำขวดรูปชมพู่มาหยด Mixed Indicator 3-5 หยด นำไปไทเทรตกับกรดไฮโดรคลอริก 0.01 N จุดยุติ สีเขียวเป็นสีม่วงอ่อน

8. การเตรียมสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Ammonium-N และ Nitrate-N) โดยวิธี Steam Distillation ตามวิธีของกรมพัฒนาที่ดิน (2547)

1. ชั่งตัวอย่าง 10 g ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 mL เติม 2 N KCl 50 mL นำไปเขย่าเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

2. ปิเปตสารละลายที่สกัดได้ 20 mL ใส่ลงในหลอดย่อย และเติม MgO 10 mL

3. ทำการกลั่นโดยเก็บ NH_3 ที่กลั่นได้ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 mL ที่มีสารละลายกรดบอริกแอซิดอินดิเคเตอร์ บรรจุอยู่ 5 mL กลั่นเป็นระยะเวลา 4 นาที เก็บสารละลายที่กลั่นได้ไว้หาปริมาณ NH_4^+

4. เติมเดวาดา แอลลอย 0.2 g ลงในหลอดย่อย ทำการกลั่นต่อ โดยมีขวดรูปชมพู่ขวดใหม่ที่บรรจุสารละลายกรดบอริกแอซิดผสมอินดิเคเตอร์ 5 mL กลั่นเป็นะระยะเวลา 4 นาที

5. ไทเทรตสารละลายที่กลั่นได้ทั้ง 2 ครั้งด้วย 0.1 N HCl สารละลายที่กลั่นได้ครั้งแรกคือ แอมโมเนียม–ไนโตรเจน (NH_4^+) ส่วนครั้งหลังที่เติมเดวาดาแอลลอย คือ ไนเทรต-ไนโตรเจน (NO_3^--N)

ภาคผนวก ข

เอกสารประกอบการประชุม

โครงการวิจัย (Research Project)
ประจำปีงบประมาณ 2560

กลุ่มเรื่อง	วิสาหกิจชุมชน และวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs)
กรอบวิจัย	เพิ่มผลผลิต มูลค่าสินค้าและบริการ (เพิ่มมูลค่า สร้างนวัตกรรม เพิ่มขีดความสามารถ)
กรอบวิจัยย่อย	การวิจัยเพื่อเพิ่มขีดความสามารถของกระบวนการผลิตของสินค้าและบริการ โดยการนำศักยภาพของพื้นที่มาใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม และสร้างความสมดุลให้เกิดขึ้นระหว่างพื้นที่ โดยครอบคลุมทั้งมิติด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

ชื่อโครงการวิจัย

การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมัน จากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

1. ผู้รับผิดชอบประกอบด้วย

1) หัวหน้าโครงการ รองศาสตราจารย์ ดร. พันธวัศ สัมพันธ์พานิช
สังกัด สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาคารสถาบัน 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

2) ผู้ร่วมงานวิจัย 1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กรองแก้ว ทิพยศักดิ์
สังกัด ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
2) อาจารย์ ดร. เพ็ญรดี จันทร์ภิวัฒน์
สังกัด สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาคารสถาบัน 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

3) ที่ปรึกษาโครงการวิจัย 1) นาง วรวรรณ ประชาเกษม
2) นางสาว รุจิรา ชัยศิริถาวรกุล
สังกัด สำนักส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชน
กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
49 พระราม6 ซอย 30 ถนนพระราม 6 พญาไท กรุงเทพฯ 10400

2. ประเภทการวิจัย

การวิจัยประยุกต์ (Applied Research) โครงการวิจัย “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมัน จากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” จัดเป็น โครงการวิจัยประยุกต์ (Applied Research) ที่มีการศึกษาค้นคว้าเพื่อหาความรู้ใหม่ ๆ และมีวัตถุประสงค์ เพื่อนำความรู้

นั้นไปใช้ประโยชน์อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือเป็นการนำเอาความรู้และวิธีการต่าง ๆ ที่ได้จากการวิจัยขั้นพื้นฐานมาประยุกต์ใช้อีกต่อหนึ่ง หรือหาวิธีใหม่ ๆ เพื่อบรรลุเป้าหมายที่ได้ระบุไว้แน่ชัดล่วงหน้า

3. สาขาวิชาการและกลุ่มวิชาที่ทำการวิจัย

สาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา โครงการวิจัย “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมัน จากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” จัดอยู่ในสาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา ประกอบด้วยกลุ่มวิชาทรัพยากรดิน วิศวกรรมและเครื่องจักรกลการเกษตร สิ่งแวดล้อมทางการเกษตร วิทยาศาสตร์ชีวภาพ และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

4. ความสำคัญ และที่มาของปัญหา

กากไขมัน (Grease Trap Waste) จัดเป็นของเสียประเภทอินทรีย์ โดยเฉพาะกากไขมันจากกิจกรรมของกลุ่มอุตสาหกรรมโรงแรมในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งในปัจจุบันมีการกำจัดเบื้องต้นโดยการตักทิ้งเป็นประจำ เพื่อป้องกันการอุดตันของท่อระบายน้ำ และเป็นปัญหาต่อระบบบำบัดน้ำเสีย โดยทั่วไปกากไขมันมักก่อให้เกิดปัญหาแก่อุตสาหกรรมโรงแรม ซึ่งยากแก่การกำจัด และยังเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสียของโรงแรมอีกด้วย ทั้งนี้เนื่องจากกากไขมันมีการย่อยสลายที่จำเป็นต้องใช้เวลานาน และหน่วยงานรับกำจัดในพื้นที่ไม่สามารถนำไปกำจัดทิ้งพร้อมกับขยะทั่วไปได้ ทั้งนี้เนื่องจากกากไขมันมีส่วนประกอบของน้ำและไขมัน เมื่อมีการบีบอัดตัวของขยะและของเสียทั่วไป จะทำให้น้ำเสียจากขยะโดยรวมไหลออกมา เกิดความสกปรก และเกิดคราบไขมันกับพื้นถนนสาธารณะ ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยในการคมนาคมของประชาชน อีกทั้งส่งกลิ่นเหม็นโดยทั่วขณะทำการขนย้าย และการนำไปฝังกลบ จึงทำให้เป็นภาระและหน้าที่ของอุตสาหกรรมโรงแรมที่ต้องมีการกำจัดและจัดการกับกากไขมันเอง ทำให้มีการซื้อสารเคมี และสารชีวภาพมาใช้ในการจัดการและย่อยสลายกากไขมันก่อนปล่อยลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย โดยมีความเข้าใจว่า เมื่อใส่สารเคมีในกากไขมันแล้วจะสามารถกำจัดได้ หากแต่การใช้สารเคมีเป็นเพียงการทำให้กากไขมันแตกตัวได้มากขึ้นเท่านั้น อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มค่าความสกปรกให้กับระบบบำบัดน้ำเสียอีกด้วย สำหรับโรงแรมบางแห่งซึ่งกำจัดไขมันด้วยการฝังกลบในพื้นที่ส่วนบุคคล หากมีการจัดการที่ไม่เหมาะสมโดยเบื้องต้นจะก่อให้เกิดปัญหาด้านกลิ่น และแมลงพาหะนำโรค ต้นพืชในบริเวณข้างเคียงขาดน้ำตายเนื่องจากน้ำและอากาศไม่สามารถซึมผ่านลงสู่ดินได้ นอกจากนี้จะทำให้เกิดการหมักแบบไร้อากาศ เกิดการปล่อยก๊าซมีเทน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดภาวะเรือนกระจก (Green House Effect) จากการประมาณการหากกากไขมันที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมโรงแรมในพื้นที่เกาะสมุย ที่มีจำนวน มากกว่า 550 แห่ง และมีร้านอาหารอีกมากกว่า 1,000 แห่ง ไม่ได้รับการแก้ไข หรือได้รับการจัดการและการกำจัดที่ถูกต้องเหมาะสมแล้วนั้น อาจทำให้พื้นที่เกาะสมุย ซึ่งเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สวยงาม สามารถดึงดูดนักท่องเที่ยวได้ปีละมากกว่า 1 ล้านคน (กรมการท่องเที่ยว, 2559) ทำรายได้ให้กับพื้นที่ปีละมากกว่า 15,000 ล้านบาท (บุญใจ แก้วน้อย, 2558) จะได้รับผลกระทบอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ และอาจทำให้ชุมชนได้รับผลกระทบด้านรายได้ตกต่ำในที่สุด ดังนั้นการแก้ไขปัญหา หรือการกำจัดกากไขมันให้กับเมืองท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน เช่น เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี จึงควรมีการประสานความร่วมมือระหว่างสถานประกอบการ (โรงแรม) ชุมชน และหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง ในลักษณะของการสร้างการมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาการจัดการขยะ โดยเฉพาะกากไขมันจากอุตสาหกรรมโรงแรมของเมืองท่องเที่ยว ตามนโยบายสนับสนุนการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development Goals : SDGs)

การวิจัยโครงการ “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมัน จากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” เป็นการจัดการกากไขมัน ซึ่งเป็นกากของเสียอินทรีย์ที่ควรถูก

จัดการ และกำจัดอย่างเหมาะสม เพื่อป้องกันปัญหาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากกากไขมัน โดยเฉพาะการวิจัยครั้งนี้ ต้องการนำกากไขมันที่เกิดจากกิจกรรมของโรงแรม มาทำเป็นปุ๋ยหมัก ร่วมกับการผสมคลุกเคล้ากับวัสดุเหลือใช้อื่น ๆ โดยคาดว่าจะได้วิธีการกำจัดกากไขมัน (Grease Trap Waste) จากโรงแรมด้วยการนำมาเป็นส่วนผสมของการทำปุ๋ยหมักใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงบำรุงดินและพันธุ์ไม้ต่าง ๆ โดยรอบพื้นที่ของโรงแรม ซึ่งสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อ และใช้ปุ๋ยเคมี อีกทั้งเป็นการใช้ปุ๋ยในรูปแบบปุ๋ยอินทรีย์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และคาดว่าจะสามารถช่วยลดและแก้ไขปัญหาการกำจัดกากไขมันของโรงแรมในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้อย่างยั่งยืนและมีประสิทธิภาพสูงสุด

5. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

โครงการวิจัย เรื่อง “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมัน จากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” เป็นการวิจัยประยุกต์ที่มุ่งเน้นหาวิธีการกำจัดกากไขมันเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว หรือวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SME) โดยมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการกำจัดกากไขมันจากอุตสาหกรรมโรงแรมหรือผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ด้วยการแปรรูปเป็นปุ๋ยหมักให้เกิดประโยชน์และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2) เพื่อเพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือใช้ และของเสียจากอุตสาหกรรมโรงแรม ด้วยการผสมร่วมกับกากไขมันในอัตราส่วนที่เหมาะสม และแปรรูปเป็นปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดิน ให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม

3) เพื่อพัฒนาต้นแบบถังทำปุ๋ยหมัก และวิธีการแปรรูปกากไขมันเป็นปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่มีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ และทางเศรษฐศาสตร์

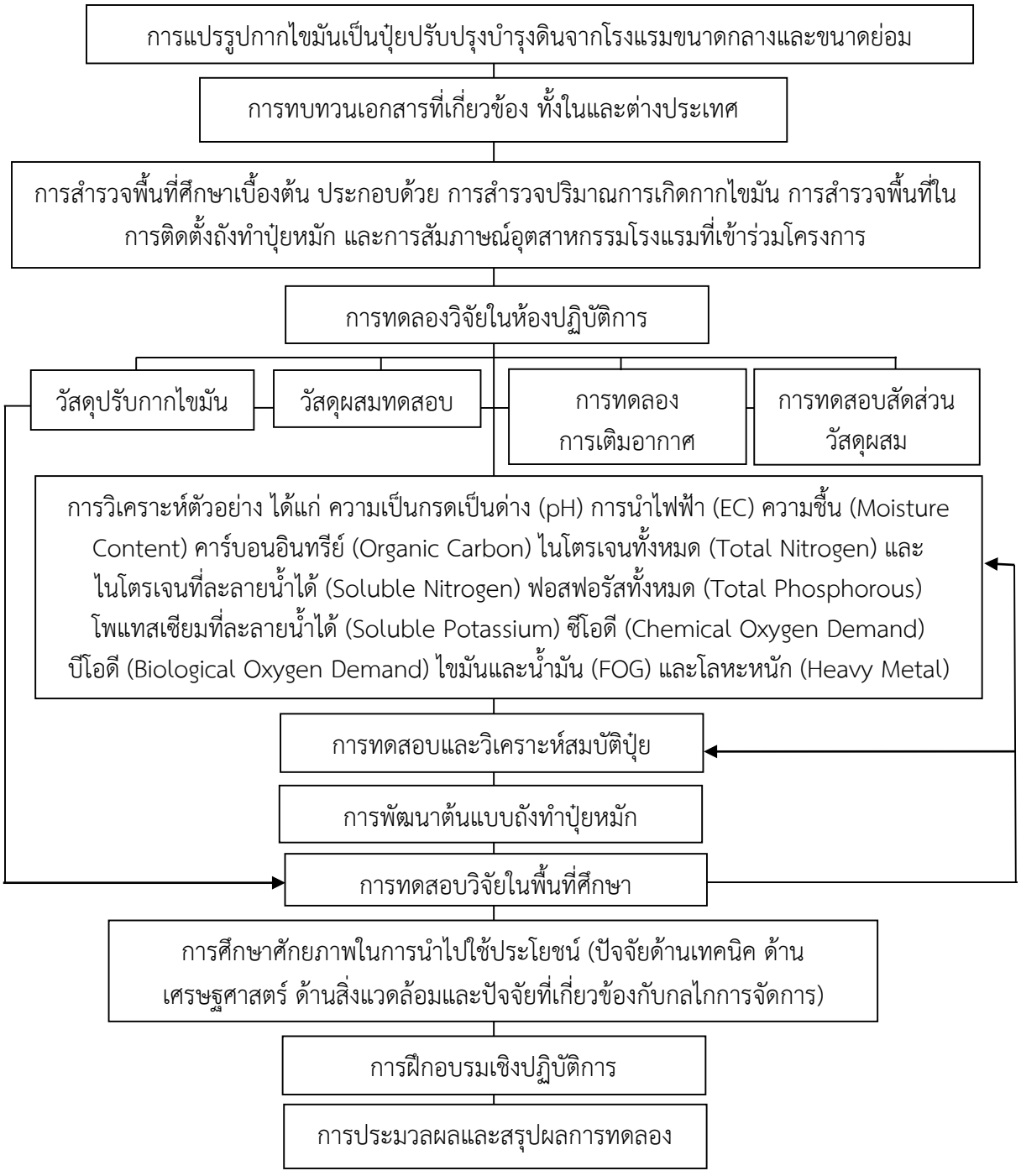
4) เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้การกำจัดกากไขมันจากอุตสาหกรรมโรงแรมที่เหมาะสม และประยุกต์งานสู่การเป็นอุตสาหกรรมโรงแรมต้นแบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Hotel) และส่งเสริมให้มีการนำรูปแบบการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันไปใช้ประโยชน์ได้ในอุตสาหกรรมโรงแรมหรือผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

6. ทฤษฎี สมมติฐานและ / หรือกรอบแนวความคิดของการวิจัย

กากไขมัน (Grease Trap Waste) หรือกากไขมันเหลือใช้จากร้านอาหาร และห้องครัวของอุตสาหกรรมโรงแรมหรือผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งเป็นของเสียอินทรีย์ที่มีการย่อยสลายยาก และต้องใช้ระยะเวลานานในการย่อยสลาย ดังนั้นการนำกากไขมันมากำจัดด้วยรูปแบบของการทำปุ๋ยหมักที่มีการผสมกับวัสดุเหลือใช้ ได้แก่ ขุยมะพร้าว ขี้เลื่อย กากตะกอนวัสดุหรือของเสียอินทรีย์เหลือใช้จากห้องครัวหรือร้านอาหาร และวัสดุหรือของเสียอินทรีย์เหลือใช้จากพื้นที่สีเขียวหรือสวนของอุตสาหกรรมโรงแรม รวมทั้งรูปแบบการเติม และไม่เติมอากาศ ระยะเวลาในการย่อยสลายและสัดส่วนของการผสมกากไขมันและวัสดุเหลือใช้ต่าง ๆ จึงเป็นวิธีการที่คาดว่าน่าจะมีความเหมาะสมต่อการแก้ไขปัญหาการกำจัดกากไขมันได้ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ นอกจากนี้การศึกษาวิจัยครั้งนี้ยังเป็นการเสนอวิธีการผลิตและพัฒนาต้นแบบถังทำปุ๋ยหมัก เพื่อแปรรูปกากไขมันเป็นปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่สามารถทำได้ง่าย สะดวก ประหยัด และมีความเหมาะสมต่ออุตสาหกรรมโรงแรมของพื้นที่ศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นรูปธรรม

7. ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตและแผนการดำเนินงานโครงการวิจัย “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมัน จากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ขอบเขตและแผนการดำเนินงานโครงการวิจัย

8. วิธีการดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัย “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมัน จากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” สามารถแสดงขั้นตอน และวิธีการดำเนินการวิจัย ได้ดังนี้

1. ทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง ทั้งในและต่างประเทศ

1) การรวบรวมข้อมูล และค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ โดยเฉพาะปัญหาในการจัดการกากไขมัน (Fat, Oil and Grease, FOG) ของอุตสาหกรรมโรงแรม บริเวณเกาะสมุย จังหวัดสุราฎษร์ธานี พร้อมการจัดทำข้อมูลปริมาณกากไขมันจากอุตสาหกรรมโรงแรมในบริเวณเกาะสมุย ที่เข้าร่วมโครงการ

2) ศึกษาแนวทางในการกำจัดและบำบัดกากไขมัน จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง และคัดเลือกการบำบัดกากไขมัน โดยการแปรรูปกากไขมันเป็นปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินจากอุตสาหกรรมโรงแรม เพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วม และเป็นโรงแรมต้นแบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Hotel)

1. ศึกษาขั้นตอนการทำปุ๋ยที่ถูกต้อง และมีความเหมาะสมกับสภาพท้องถิ่น หรือสภาพที่ตั้งของอุตสาหกรรมโรงแรมที่เข้าร่วมโครงการ

8.2 การสำรวจข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วย การศึกษาและสำรวจปริมาณการเกิดกากไขมันจากอุตสาหกรรมโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม ในพื้นที่ศึกษา และสำรวจพื้นที่อุตสาหกรรมโรงแรมเพื่อการติดตั้งถังทำปุ๋ยหมักต้นแบบ พร้อมการสัมภาษณ์อุตสาหกรรมโรงแรมที่เข้าร่วมโครงการ โดยการสัมภาษณ์ร่วมกับแบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการเกิดกากไขมัน และข้อมูลการบริการของโรงแรมที่เกี่ยวข้อง

1. การศึกษาวิจัยในห้องปฏิบัติการ โดยมีตัวแปรที่ศึกษาดังนี้

1. การเตรียมกากไขมันขั้นต้น (Pretreatment)

1. การใช้วัสดุปรับปรุงกากไขมันให้เหมาะสม ก่อนเข้าสู่กระบวนการหมัก โดยจะทำการทดลองแบบไม่เติมวัสดุปรับปรุงกากไขมันใด ๆ เป็นชุดควบคุม และเลือกวัสดุใช้ปรับปรุงกากไขมัน จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ กรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) กรดไนตริก (HNO_3) และน้ำหมัก EM จากเกาะสมุย

2. การแปรค่าสัดส่วน 3 อัตราส่วน ระหว่างกากไขมัน และวัสดุใช้ปรับปรุงกากไขมัน

3. การแปรค่าระยะเวลาสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมันที่เหมาะสม

4. ในแต่ละขั้นตอน จะทำการวิเคราะห์สมบัติของกากไขมันทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงกากไขมัน โดยศึกษาพารามิเตอร์ ดังนี้ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) การนำไฟฟ้า (EC ของส่วนที่ละลายออกมา) ความชื้น (Moisture Content) คาร์บอนอินทรีย์ (Organic Carbon) ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) และไนโตรเจนที่ละลายน้ำได้ (Soluble Nitrogen) ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorous) โพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ (Soluble Potassium) ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand) และบีโอดี (Biological Oxygen Demand) ของส่วนที่ละลายออกมา ไขมันและน้ำมัน (FOG) และโลหะหนัก (Heavy Metal) ได้แก่ สารหนู แคดเมียม โครเมียม ทองแดง ตะกั่ว และปรอท

5. การผสมวัสดุเหลือใช้ (วัสดุผสม) กับกากไขมันในรูปแบบการทำปุ๋ยหมัก โดยมีตัวแปรที่ทำการศึกษา ดังนี้

1. การทดสอบวัสดุเหลือที่ใช้ หรือวัสดุผสม จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ ขุยมะพร้าว ขี้เลื่อย กากตะกอน (Night Soil) วัสดุหรือของเสียอินทรีย์เหลือใช้จากห้องครัวหรือร้านอาหาร และวัสดุหรือของเสียอินทรีย์เหลือใช้จากพื้นที่สีเขียวหรือสวนของอุตสาหกรรมโรงแรมที่เข้าร่วมโครงการ

2. การใช้สัดส่วนของกากไขมันกับวัสดุผสม ในสัดส่วน 40, 50 และ 60%

3. การทดลองผลของการเติม และไม่เติมอากาศเข้าสู่ระบบการหมักทำปุ๋ย

4. การวิจัยผลของระยะเวลาต่อการกำจัดกากไขมัน โดยวัดปริมาณกากไขมันทุก ๆ 15 วัน

5. การควบคุมความชื้นในถังหมัก 40-60%

6. การวัดอุณหภูมิ เพื่อติดตามกระบวนการหมัก ทุก 7 วันตลอดระยะเวลาการหมักทำปุ๋ย

7. การผสมวัสดุเหลือใช้ (วัสดุผสม) กับกากไขมันในขั้นตอนศึกษานี้ จะทำการทดลองในถังต้นแบบทำปุ๋ยหมัก จำนวน 3 ถัง

6. การตรวจสอบคุณภาพปุ๋ยหมัก เพื่อให้ได้ปุ๋ยที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ หรือตามประกาศของกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548

7. การพัฒนาถังทำปุ๋ยหมักต้นแบบ ให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานในอุตสาหกรรมโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อมของพื้นที่ศึกษา

8.4 การทดสอบวิจัยในพื้นที่ศึกษา มีวิธีการดำเนินงาน ดังนี้

1. ทำการคัดเลือกสภาวะ ตัวแปรที่มีความเหมาะสม และมีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานภาคสนาม หรือนำไปทดสอบในพื้นที่อุตสาหกรรมโรงแรมที่เข้าร่วมโครงการ ทั้งนี้ปัจจัยสภาพที่ตั้ง สภาพภูมิประเทศของพื้นที่มีลักษณะที่มีความชื้นสูงอาจมีผลต่ออัตราการย่อยสลายของสารอินทรีย์ได้ จนอาจทำให้เกิดกลิ่นรบกวนจากการย่อยสลายที่ไม่สมบูรณ์ของการทำปุ๋ยหมักได้เช่นกัน ดังนั้นในขั้นตอนของการวิจัยอาจจำเป็นต้องหาวิธีการเพิ่มอุณหภูมิการทำปุ๋ยให้สูงขึ้น หรือมีการเติมอากาศอย่างเหมาะสม ซึ่งคาดว่าจะสามารถช่วยลดกลิ่นจากการหมักปุ๋ย หรือกลิ่นจะไม่ก่อให้เกิดผลกระทบโดยรอบพื้นที่ของผู้ประกอบการโรงแรม

2. ทำการคัดเลือกตัวแทนอุตสาหกรรมโรงแรม เข้าร่วมทำการทดลองภาคสนาม จำนวน 2 แห่ง

3. การผสมวัสดุเหลือใช้ (วัสดุผสม) กับกากไขมันในขั้นตอนการทดสอบวิจัยในพื้นที่ศึกษานี้ จะทำการทดลองในถังต้นแบบทำปุ๋ยหมัก จำนวน 3 ถัง

4. การดำเนินงานวิจัยในแต่ละขั้นตอน และเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ จะได้ดำเนินการในลักษณะเช่นเดียวกับการศึกษาวิจัยในห้องปฏิบัติการ

5. การตรวจสอบคุณภาพปุ๋ยหมัก เพื่อให้ได้ปุ๋ยที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์

6. การศึกษาศักยภาพในการนำไปใช้ประโยชน์ โดยพิจารณาจากปัจจัยด้านเทคนิค ปัจจัยด้านศักยภาพเศรษฐศาสตร์ ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกลไกการจัดการ

1. การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ

1. การถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการกำจัดกากไขมันที่เหมาะสม ให้กับอุตสาหกรรมโรงแรมที่เข้าร่วมโครงการ ในลักษณะของการสาธิตการปฏิบัติ หรือลงมือทำ หรือเป็นการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ จำนวนไม่น้อยกว่า 10 แห่ง เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

2. การประชาสัมพันธ์โครงการ และเชิญชวนผู้ประกอบการโรงแรมเข้าร่วมโครงการ และประยุกต์งานสู่การเป็นอุตสาหกรรมโรงแรมต้นแบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Hotel)

3. การติดตามผลการนำไปใช้ประโยชน์

9. แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมายเมื่อสิ้นสุดการวิจัย

1) ผลจากการศึกษาครั้งนี้ จะนำไปฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการให้กับเจ้าหน้าที่ของอุตสาหกรรมโรงแรมที่เข้าร่วมโครงการ ประมาณ 10 โรงแรม (เบื้องต้น) ให้มีความรู้ ความเข้าใจในกระบวนการกำจัดกากไขมันด้วยการแปรรูปเป็นปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดิน ใช้ประโยชน์ในการบำรุงพันธุ์พืชและพื้นที่สีเขียวโดยรอบโรงแรม

2) การประสานความร่วมมือระหว่างหน่วยงานให้การศึกษาวิจัยโครงการ อุตสาหกรรมโรงแรมที่เข้าร่วมโครงการ และกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม ให้มีการพัฒนาต้นแบบถังทำปุ๋ยหมัก เพื่อใช้ประโยชน์ในการกำจัดกากไขมันในแต่ละโรงแรม

10. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

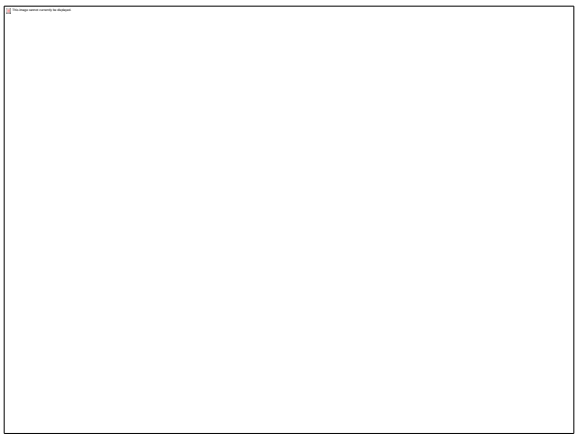
1) ทราบปัจจัย และวิธีการกำจัดกากไขมันที่มีความเหมาะสมต่ออุตสาหกรรมโรงแรม ด้วยการแปรรูปเป็นปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

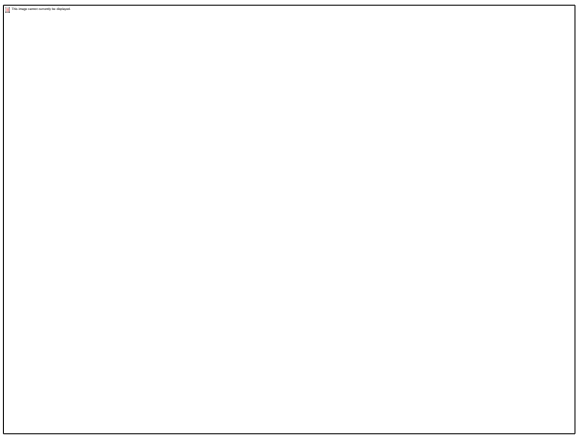
2) วิธีการผลิตถังทำปุ๋ยหมักต้นแบบ เพื่อกำจัดกากไขมันที่มีความเหมาะสมต่ออุตสาหกรรมโรงแรมทั้งในด้านเทคนิค การปฏิบัติ และเศรษฐศาสตร์

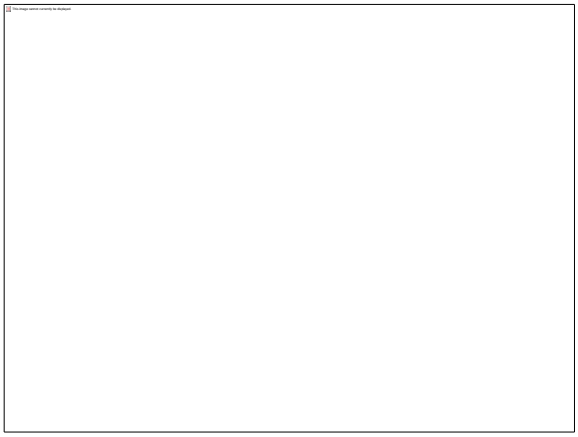
3) วิธีการกำจัดกากไขมัน และต้นแบบถังทำปุ๋ยหมัก จะนำไปใช้ประโยชน์ในโครงการส่งเสริมการมีส่วนร่วมโรงแรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Hotel) ของกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

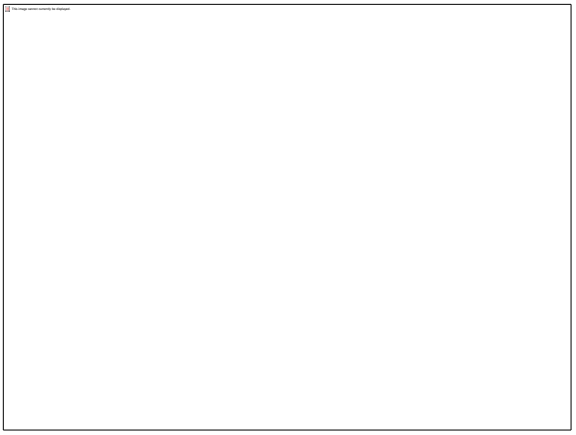
ภาคผนวก ค

เอกสารนำเสนอในการประชุม



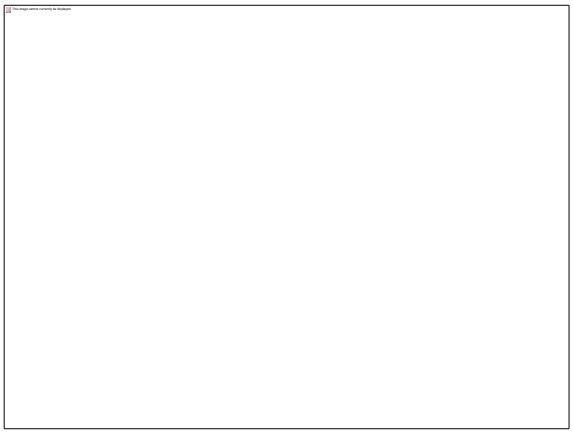


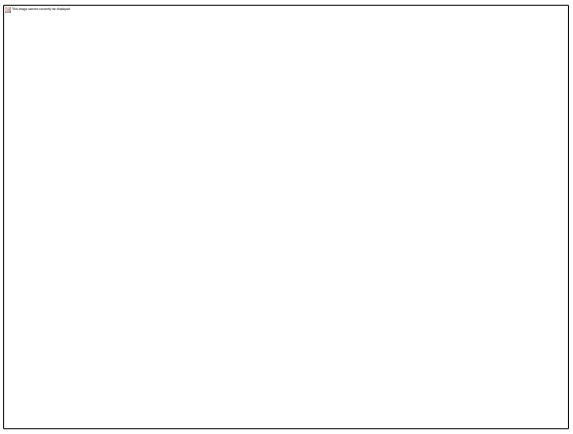


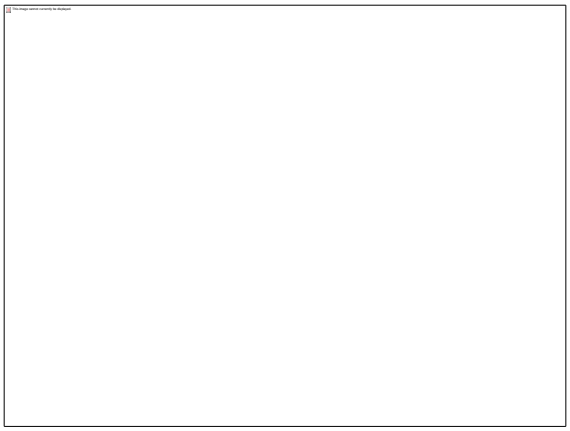


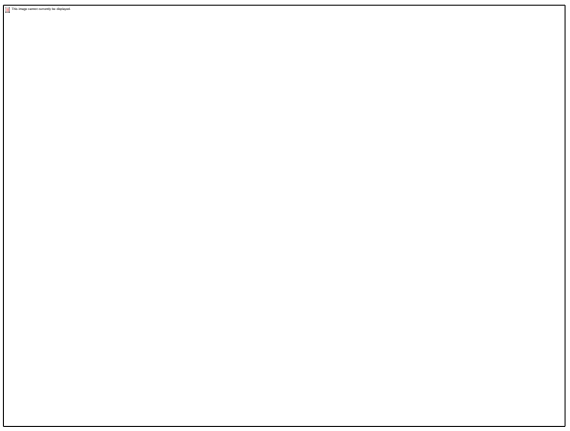


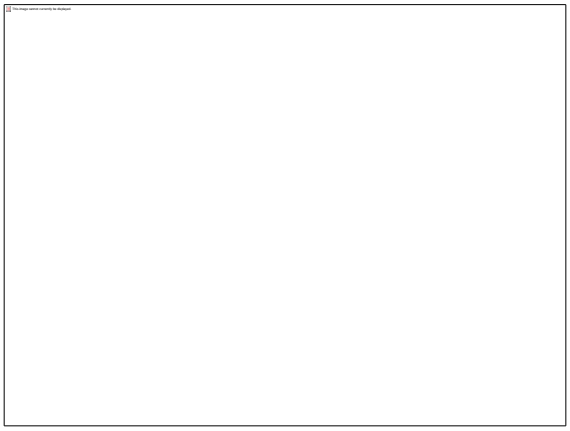


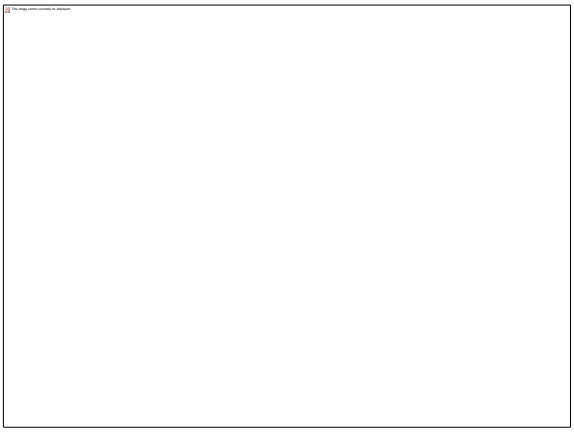


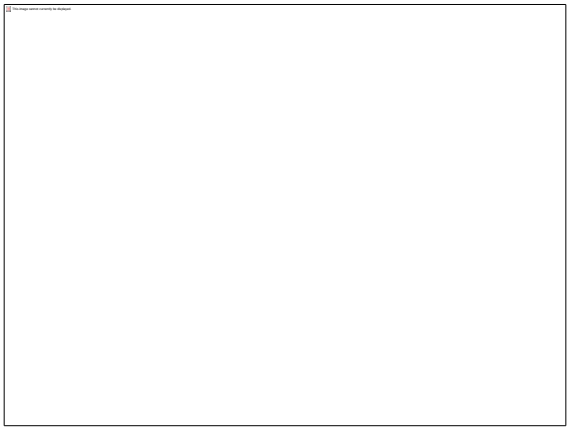


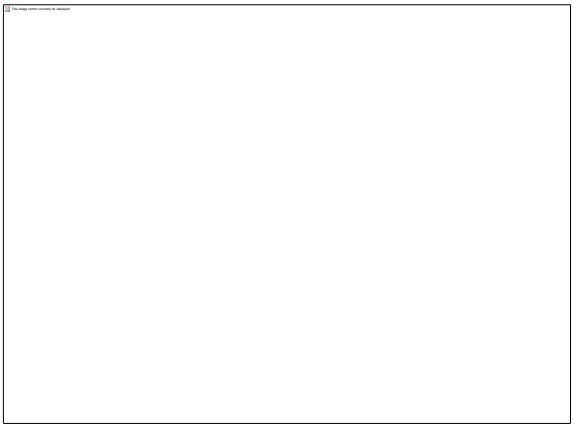

This image cannot currently be displayed.

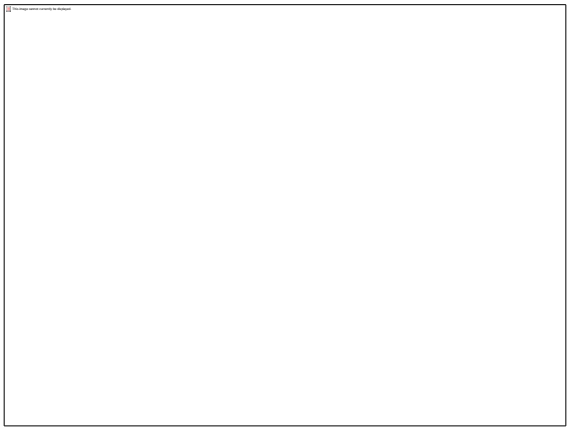

This image cannot currently be displayed.

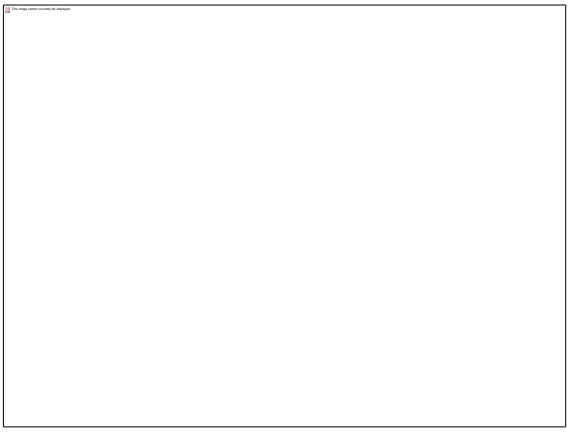

This image cannot currently be displayed.

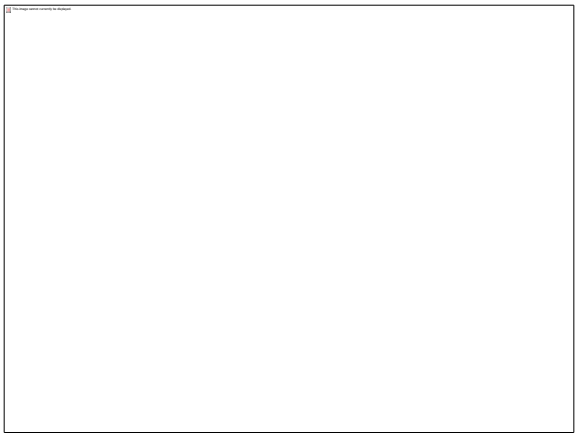

This image cannot currently be displayed.


This image cannot currently be displayed.


This image cannot currently be displayed.


This image cannot currently be displayed.


This image cannot currently be displayed.



ภาคผนวก ง

กำหนดการประชุม

วันที่ 12 กรกฎาคม 2560

กำหนดการประชุม
โครงการ “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจาก
โรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี”

วันที่ ๑๒ กรกฎาคม ๒๕๖๐ เวลา ๑๓.๐๐-๑๖.๐๐ น.
ณ ห้องประชุมสำนักงานเทศบาลนครเกาะสมุย (ห้องปะการัง)

จัดโดย : สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ร่วมกับ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และ
กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

๑๓.๐๐ – ๑๓.๓๐ น. ลงทะเบียน และรับเอกสารประกอบการประชุม

๑๓.๓๐ – ๑๓.๔๕ น. กล่าวรายงานโครงการ
โดย นางวรวรรณ ประชาเกษม
กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

๑๓.๔๕ – ๑๔.๐๐ น. กล่าวเปิดงาน
โดย นายรามเนตร ใจกว้าง
นายกเทศมนตรี เทศบาลนครเกาะสมุย

๑๔.๐๐ – ๑๔.๓๐ น. กล่าวแนะนำโครงการ รายละเอียดและวัตถุประสงค์
โดย รองศาสตราจารย์ ดร. พันธวัศ สัมพันธ์พานิช

๑๔.๓๐ – ๑๕.๔๕.น. นำเสนอประเด็นการปรึกษาหารือและการซักถาม
1. การกำหนดขอบเขตการศึกษา
2. ประเด็นผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม
3. ข้อกังวลใจที่มีต่อการพัฒนาโครงการ
4. แนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหา

โดย ทีมวิจัยสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และ
กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

๑๕.๔๕ – ๑๕.๕๐.น. กล่าวสรุปและปิดการประชุม

๑๕.๕๐ – ๑๖.๐๐.น. ปิดการประชุม

ผู้ดำเนินรายการ โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กรองแก้ว ทิพยศักดิ์

หมายเหตุ: ๑. อาหารว่างเสิร์ฟในห้องประชุม

๒. วันที่ ๑๓ กรกฎาคม ๒๕๖๐ เวลา ๙.๐๐–๑๖.๐๐ ออกสำรวจ / สัมภาษณ์การจัดการกากไขมันจากโรงแรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Hotel)

ภาคผนวก จ

รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุม

รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุม

"การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากใยมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี"

วันที่ ๑๒ กรกฎาคม ๒๕๖๐ เวลา ๑๓.๐๐ - ๑๕.๐๐ น.

ณ ห้องประชุมสำนักงานเทศบาลนครเกาะสมุย (ห้องเพชรสมุย)

จัดโดย : สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ร่วมกับ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

ที่	ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน	โทรศัพท์/E-MAIL	ลายเซ็น
1	รศ.ดร. พันธวัศ สัมพันธ์พาวิช	สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	0812918110	
2	ผศ. กรองแก้ว ทิพย์กิติ	คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	0869408212	กรองแก้ว ทิพย์กิติ
3	นางวรวรรณ ประชานาระ	กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม	081-449-8548	
4	นายสุวิทย์ ทุเลสิน	สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย		
5	นายพัทลิบ์ ชาติเชาวลิตสกุล	สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	087-5916770	
6				
7				
8				
9				
10				

รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุม

"การพัฒนาปัยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี"

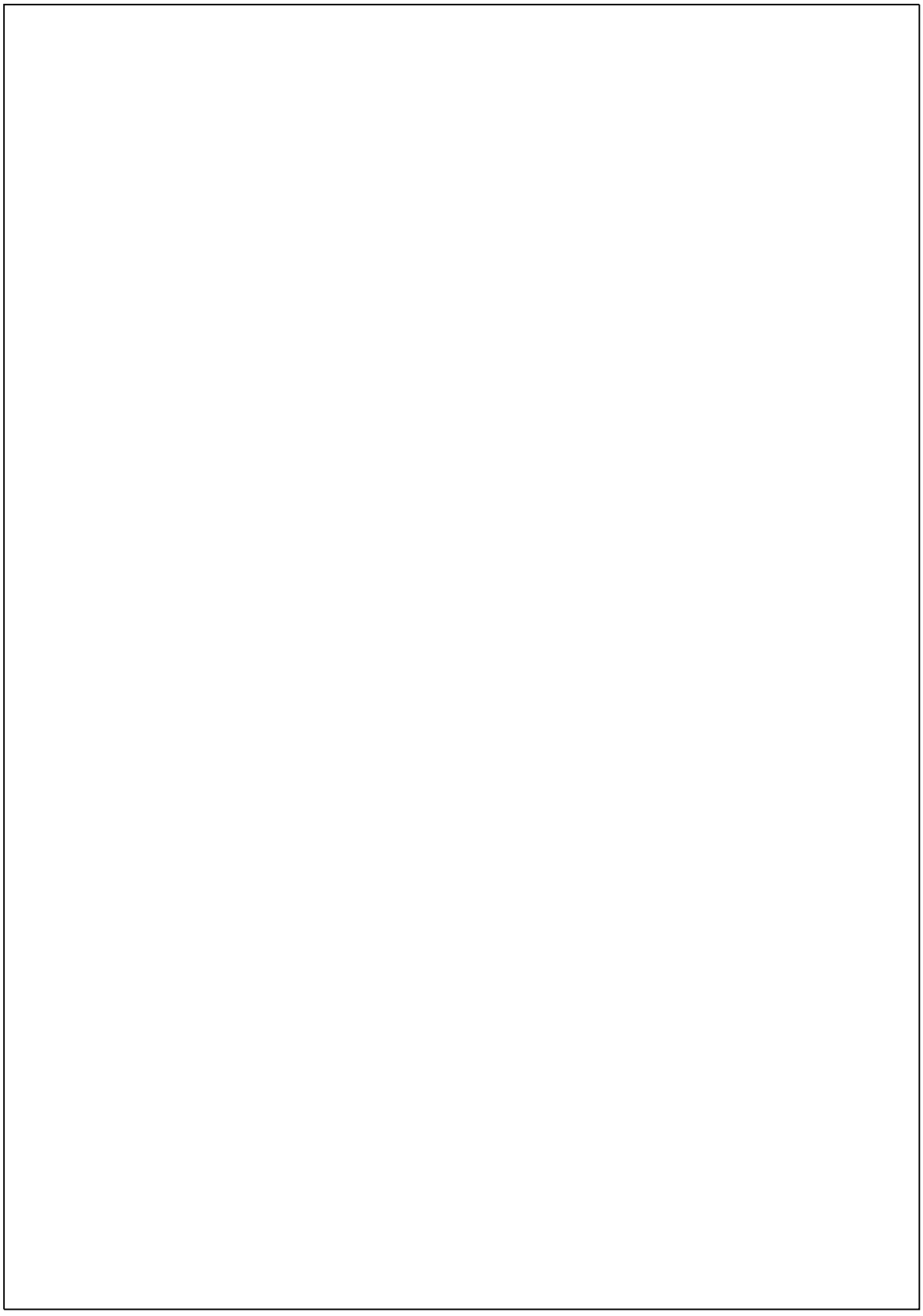
วันที่ ๑๒ กรกฎาคม ๒๕๖๑ เวลา ๑๓.๐๐ - ๑๖.๐๐ น.

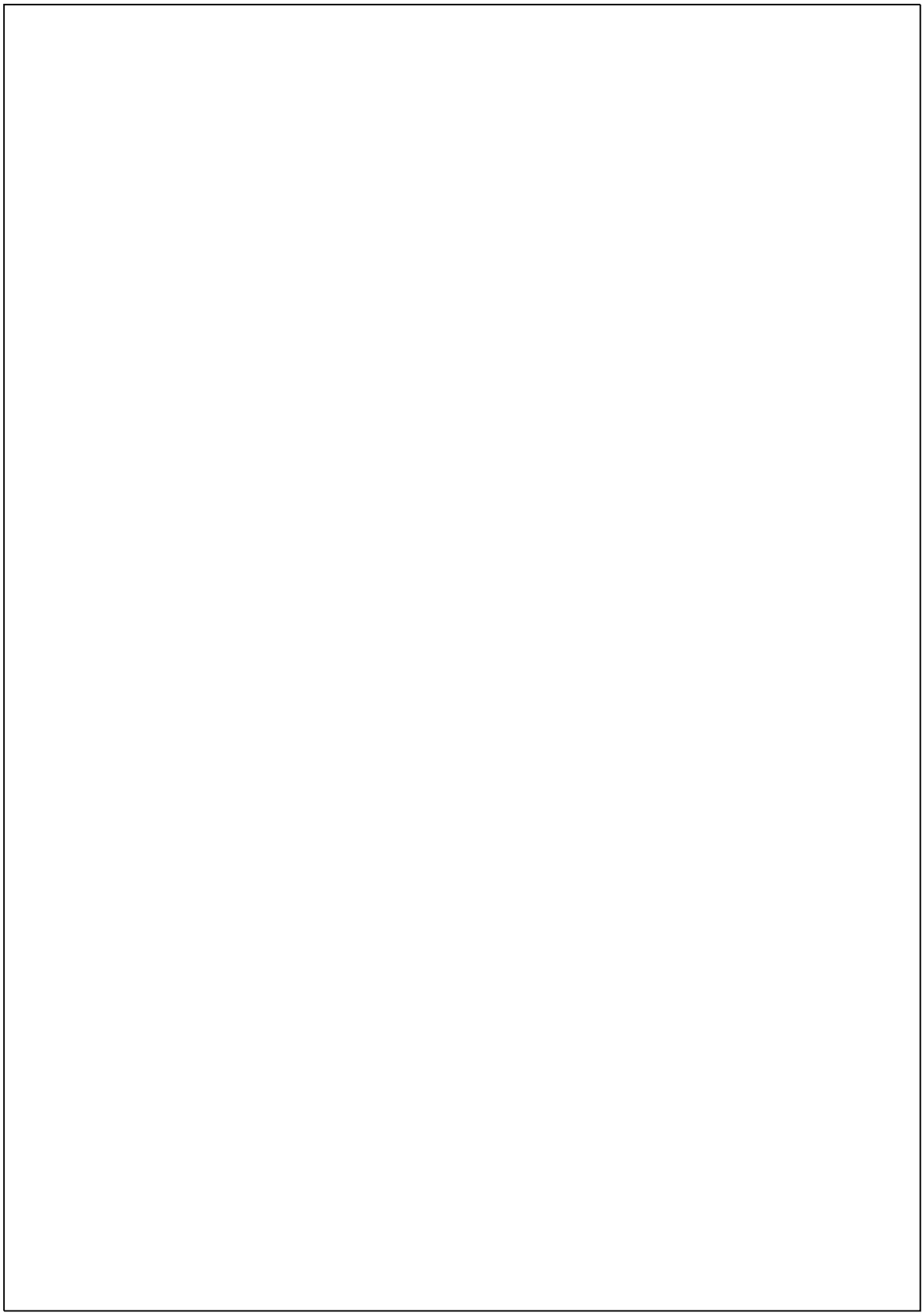
ณ ห้องประชุมสำนักงานเทศบาลนครเกาะสมุย (ห้องเพชรสมุย)

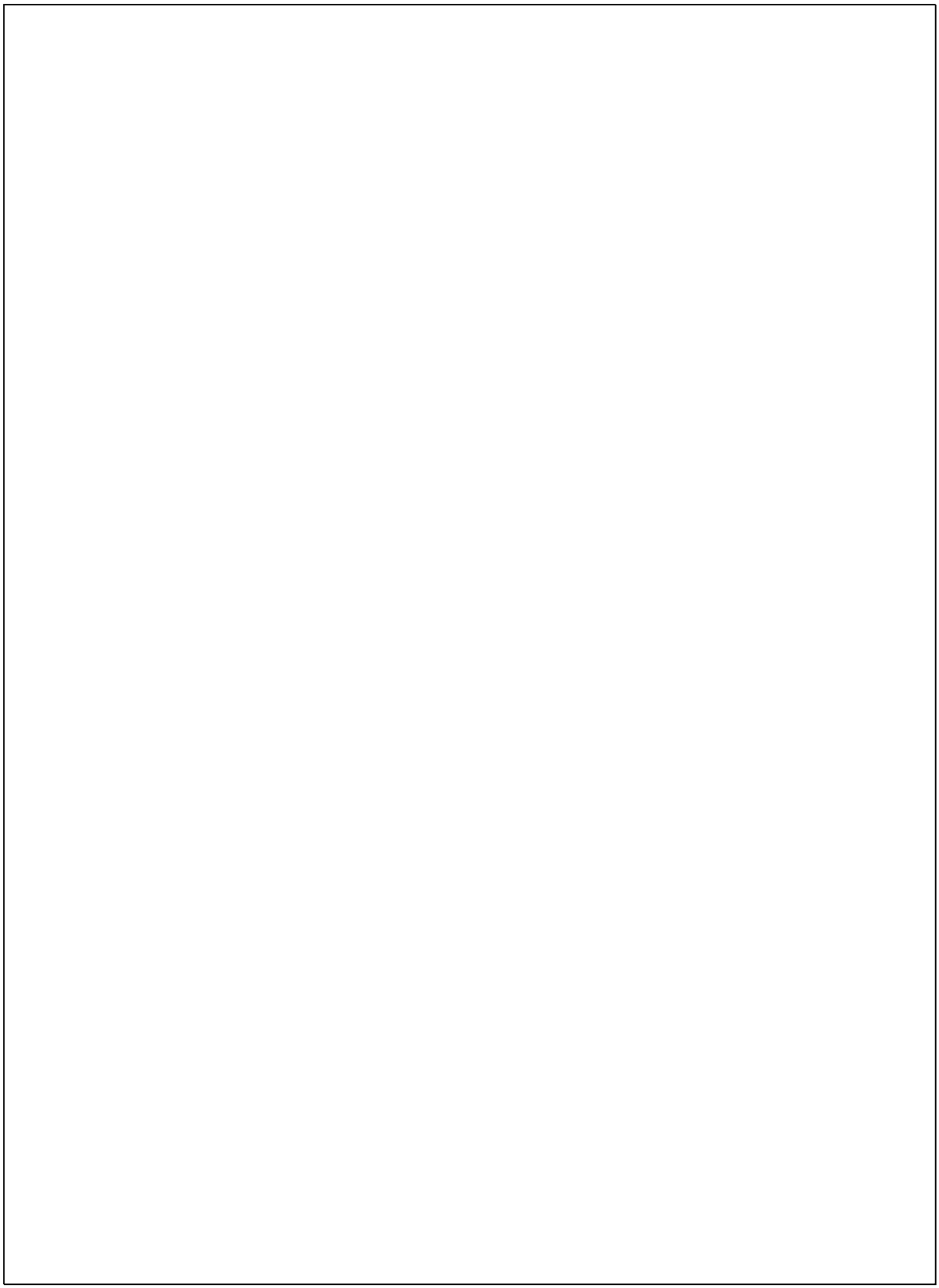
จัดโดย : สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

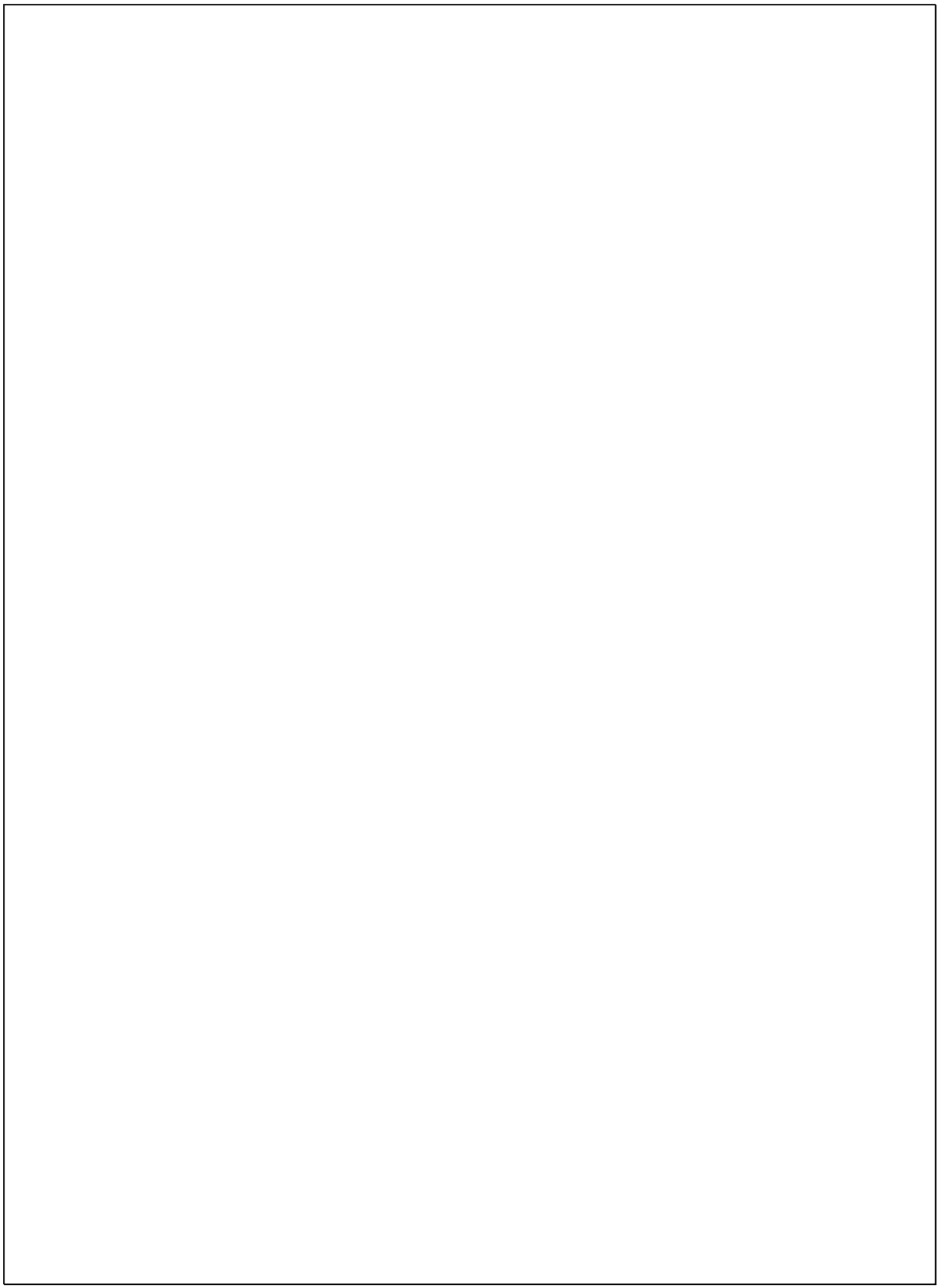
ร่วมกับ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ที่	ชื่อ-สกุล	สถานประกอบการ	โทรศัพท์/E-MAIL	ลายเซ็น
1		โฟร์ซีซั่นรีสอร์ท เกาะสมุย (Four Seasons Resort Samui)		
2		เบลมอนด์ นภาโล เกาะสมุย (Belmond Napasai Samui)		
3		สันติบุรีบีช รีสอร์ท แอนด์สปา (Santiburi Beach Resort & Spa)		
4		แฟร์เฮ้าส์ วิลล่า แอนด์ สปา (Fair House Villas & Spa Samui)		
5		พีช รีสอร์ท (Peace Resort)		
6		บันดารา รีสอร์ท แอนด์ สปา (Bandara Resort and Spa)		
7		อนันตรา บ่อผุด รีสอร์ท แอนด์ สปา (Anantara Bophut Resort & Spa)		
8		เวิลด์ รีสอร์ท (World Resort)		
9		ลาวาณา รีสอร์ท (Lawana Resort)		
10		บ่อผุด รีสอร์ท แอนด์ สปา (Bophut Resort & Spa)		
11		ลักชัวรี่ วิลา แอนด์ โฮม (Luxury villas and homes)		
12		สมายล์เฮาส์ (Smile House)		
13		พรรษา สมุย รีสอร์ท (Pansa Samui)		
14		ไอบิส สมุย (Ibis Samui)		









ภาคผนวก ฉ

แบบสอบถาม

เลขที่แบบสอบถาม.....

แบบสอบถาม

โครงการ“การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ร่วมกับ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และ

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

ชื่อผู้ตอบแบบสอบถาม.....วัน/เดือน/ปี.....

ชื่อโรงแรม.....ที่อยู่.....

คำชี้แจง: แบบสอบถามฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ จัดทำขึ้นเพื่อสำรวจข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับกากไขมันที่เกิดจากโรงแรมขนาดกลาง และขนาดย่อม ในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี รวมถึงรูปแบบการกำจัดหรือบำบัดและการจัดการกากไขมันของโรงแรม และประเด็นอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยมีกลุ่มเป้าหมายของการสำรวจ ประกอบด้วยผู้บริหาร เจ้าหน้าที่ พนักงานโรงแรมหรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการดูแลระบบบำบัดของเสียของโรงแรม คณะผู้วิจัยใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตอบแบบสอบถามนี้ทุกข้อตามความเป็นจริง เพื่อนำไปสู่การประมวลผลของข้อมูลที่มีความถูกต้องและเป็นประโยชน์ต่อไป

แบบสอบถามฉบับนี้ประกอบด้วย 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับโรงแรม

ส่วนที่ 3 การรับรู้และการมีส่วนเกี่ยวข้องกับของเสียในรูปกากไขมันที่เกิดขึ้นภายในโรงแรม

ส่วนที่ 4 ความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบการกำจัด/บำบัดกากไขมันภายในโรงแรม

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ตรงกับความเป็นจริง

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. อายุ .....ปี
3. ตำแหน่งงาน ☐ ผู้บริหาร ☐ เจ้าหน้าที่ ☐ พนักงาน
   ☐ วิศวกร/ช่าง ☐ พ่อครัว/แม่ครัว ☐ คนสวน
   ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ).....
4. ระยะเวลาที่ทำงานในตำแหน่งงานข้างต้น (ข้อ 3)
   ☐ น้อยกว่า 1 ปี ☐ 1 – 3ปี ☐ 3 – 5 ปี

☐ 5 – 10 ปี ☐ 10 ปีขึ้นไป

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับโรงแรม

5. ขนาดพื้นที่ของโรงแรม

☐ ไม่ทราบ ☐ ทราบ ขนาด ..... ไร่ หรือ..... ตารางวา.

6. จำนวนห้องพักในโรงแรม

☐ น้อยกว่า 20 ห้อง ☐ 21 – 40 ห้อง ☐ 41 – 60 ห้อง ☐ 61 – 80 ห้อง
☐ ตั้งแต่ 81 ห้องขึ้นไป

7. ช่วงเวลาที่มีนักท่องเที่ยวมาใช้บริการมากที่สุด คือ

☐ เดือนมกราคม – เมษายน ☐ เดือนพฤษภาคม – กันยายน
☐ เดือนตุลาคม – ธันวาคม ☐ ระบุ.....

8. นอกเหนือไปจากการให้บริการห้องพัก โรงแรมของท่านมีการให้บริการส่วนใดเพิ่มเติมบ้าง

1) ร้านอาหารและห้องครัว	☐ มี	☐ ไม่มี
2) ร้านเบเกอรี่	☐ มี โดยผลิตจำหน่ายเอง	☐ ไม่มี
	☐ มี โดยรับมาจำหน่าย	
3) สวน-สนามหญ้าและเรือนเพาะชำ	☐ มี	☐ ไม่มี
4) สระว่ายน้ำ	☐ มี	☐ ไม่มี
5) ซักรีด	☐ มี	☐ ไม่มี

6) อื่นๆ (โปรดระบุ).....

9. ประเภทของขยะที่มีมากที่สุดภายในโรงแรมของท่าน ประกอบด้วย

☐ เศษอาหารและพืชผัก ☐ เศษใบไม้หรือซากพืช
☐ ขยะรีไซเคิล (ขวดน้ำแก้ว/พลาสติก/กระดาษ) ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ) .....

10. ปริมาณเศษอาหารและพืชผักที่เหลือทิ้งจากร้านอาหารและห้องครัวของโรงแรมมีปริมาณ ประมาณเท่าใด

☐ ไม่ทราบ
☐ ทราบ เป็นปริมาณ .....กิโลกรัม/วัน
โดยส่วนมากเป็น (เรียงลำดับจากมากไปน้อย โดยให้คะแนนเป็นอันดับ 1 – 3)
..... ผัก/ผลไม้ ..... เนื้อสัตว์
..... ข้าว/แป้ง ..... อื่นๆ (โปรดระบุ) .....

11. โรงแรมมีวิธีจัดการ/กำจัดเศษอาหารและพืชผักที่เหลือทิ้งจากร้านอาหารและห้องครัว อย่างไร

☐ ส่งเทศบาล ☐ หมักทำปุ๋ย ☐ อาหารสัตว์ ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ) .....

12. งบประมาณในการจัดการ/จำกัดเศษอาหารและพืชผักที่เหลือทิ้งจากร้านอาหารและห้องครัว คิดเป็นจำนวนเท่าใด

☐ ไม่ทราบ ☐ ทราบ โดยประมาณคิดเป็น ..... บาท/เดือน

13. โรงแรมของท่านมีสวนหรือพื้นที่สนามหญ้าหรือไม่

☐ ไม่มี ☐ มี เป็นพื้นที่ประมาณ ..... เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่โรงแรมทั้งหมด

14. ปริมาณเศษใบไม้หรือซากพืชจากสวนและสนามหญ้าของโรงแรมมีปริมาณ ประมาณเท่าใด

☐ ไม่ทราบ

☐ ทราบ เป็นปริมาณ .....กิโลกรัม/อาทิตย์

โดยส่วนมากเป็น (เรียงลำดับจากมากไปน้อย โดยให้คะแนนเป็นอันดับ 1 – 3)

..... เศษใบไม้ ..... เศษกิ่งไม้

..... วัชพืช ..... อื่นๆ (โปรดระบุ) .....

15. โรงแรมมีวิธีจัดการ/กำจัดเศษใบไม้หรือซากพืชจากสวนและสนามหญ้า อย่างไร

☐ ส่งเทศบาล ☐ หมักทำปุ๋ย ☐ เผา ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ) .....

16. งบประมาณในการจัดการ/จำกัดเศษใบไม้หรือซากพืชจากสวนและสนามหญ้าคิดเป็นจำนวนเท่าใด

☐ ไม่ทราบ ☐ ทราบ โดยประมาณคิดเป็น ..... บาท/เดือน

17. โรงแรมของท่านใช้ปุ๋ยในการบำรุงรักษาต้นไม้และสนามหญ้า หรือไม่

☐ ไม่ทราบ ☐ ไม่ใช้

☐ ใช้ปุ๋ย**<u>เคมี</u>**ประมาณ ..... กิโลกรัม/ปี ☐ ใช้ปุ๋ย**<u>อินทรีย์</u>**ประมาณ ..... กิโลกรัม/ปี

18. งบประมาณในการจัดซื้อปุ๋ยเพื่อบำรุงรักษาต้นไม้และสนามหญ้าภายในโรงแรม คิดเป็นจำนวนเท่าใด

☐ ไม่ทราบ ☐ ทราบ โดยประมาณคิดเป็น ..... บาท/เดือน

ส่วนที่ 3 การรับรู้และการมีส่วนเกี่ยวข้องกับของเสียในรูปกากไขมันที่เกิดขึ้นภายในโรงแรม

19. ท่านทราบความหมายหรือเคยได้ยินคำว่า “กากไขมัน” หรือไม่

☐ ไม่ทราบ/ไม่รับรู้ ☐ ทราบ/เคยรับรู้

20. ท่านมีส่วนเกี่ยวข้องหรือรับทราบถึงสภาพปัญหาที่เกี่ยวกับกากไขมันที่เกิดขึ้นภายในโรงแรมหรือไม่

☐ ไม่ทราบ ☐ ทราบ

(โปรดระบุสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น).....

1. โรงแรมของท่านมีระบบรวบรวมกากไขมัน หรือไม่

☐ ไม่มี ☐ มี (โปรดระบุรูปแบบและระบบการรวบรวมกากไขมันด้านล่าง ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

○ ระบบรวมทั้งหมด (ร้านอาหารห้องครัว เบเกอรี่ และอื่นๆ)

○ ระบบแยก (ร้านอาหารและห้องครัว แยกกับเบเกอรี่)

○ รูปแบบถังใต้ซิงค์น้ำ

○ ระบบบ่อบำบัด

○ ระบบอื่นๆ (โปรดระบุ) .....

2. ***เฉพาะโรงแรมที่มีร้านอาหารหรือห้องครัวและส่วนเบเกอรี่ที่ผลิตจำหน่ายเอง)*** ทราบหรือไม่ว่าอัตราส่วนของกากไขมันที่ได้จาก**ห้องครัว : ส่วนเบเกอรี่**เป็นเท่าไร (โดยประมาณ)

☐ ไม่ทราบ ☐ ทราบ ประมาณ ..... : .....

3. ท่านทราบหรือไม่ว่าปริมาณกากไขมันที่เกิดขึ้นภายในโรงแรมมีปริมาณ (โดยประมาณ) เท่าไร

☐ ไม่ทราบ ☐ ทราบ เป็นปริมาณ .....กิโลกรัม/วัน

4. โรงแรมของท่านใช้เวลาในการเก็บรวบรวมกากไขมันก่อนนำไปกำจัด/บำบัด นานเท่าไร

☐ น้อยกว่า 1 อาทิตย์ ☐ 1 – 2 อาทิตย์

☐ ประมาณ 1 เดือน ☐ มากกว่า 1 เดือน

5. ปัจจุบันโรงแรมของท่านมีวิธีการกำจัดกากไขมันที่เกิดขึ้นอย่างไร

☐ ส่งเทศบาลกำจัด ☐ การเติมสารเคมีให้แตกตัวและทิ้งลงลำน้ำสาธารณะ/ทะเล

☐ ฝังกลบในพื้นที่โรงแรม ☐ หมักในถังหมักหรือบ่อบำบัดในภายโรงแรม

☐ ส่งเอกชนดำเนินการกำจัด ☐ อื่นๆ (ระบุ).....

6. งบประมาณในการจัดการ/จำกัดกากไขมันที่เกิดขึ้นคิดเป็นจำนวนเท่าใด

☐ ไม่ทราบ ☐ ทราบ โดยประมาณคิดเป็น ..... บาท/เดือน

27. โรงแรมมีการใช้สารชีวภาพเติมในท่อระบายน้ำทิ้งหรือในถังดักไขมันหรือไม่

☐ ไม่มี ☐ มี ปริมาณที่เติม ..... ลิตร/กรัม ต่อเดือน

ส่วนที่ 4 ความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบการกำจัด/บำบัดกากไขมันภายในโรงแรม

1. ท่านคิดว่าโรงแรมของท่านควรมีระบบการกำจัด/บำบัดกากไขมัน หรือไม่

☐ ไม่ควรมี เนื่องจาก .....

☐ ควรมี เนื่องจาก .....

2. ท่านเห็นด้วยหรือไม่ หากมีระบบกำจัด/บำบัดกากไขมัน ด้วยการนำไปใช้เป็นปุ๋ยเพื่อปรับปรุงบำรุงดินภายในโรงแรม

☐ เห็นด้วย เนื่องจาก .....

☐ ไม่เห็นด้วย เนื่องจาก .....

3. หากมีถังต้นแบบเพื่อทำปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินจากกากไขมัน โรงแรมท่านจะนำไปใช้หรือไม่

☐ ไม่แน่ใจ เนื่องจาก .....

☐ ใช้ เนื่องจาก .....

☐ ไม่ใช้ เนื่องจาก .....

4. หากจำเป็นต้องมีถังหมักกากไขมันเพื่อใช้ทำปุ๋ย ท่านคิดว่าขนาดถังหมักที่เหมาะสมควรมีปริมาตรเท่าใด

☐ 50 ลิตร ☐ 100 ลิตร ☐ 150 ลิตร ☐ 200 ลิตร ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ).....

และควรมีจำนวน ..... ถัง

5. ท่านคิดว่าถังหมักต้นแบบ 1 ถังที่มีความเหมาะสมต่อการจัดการ/กำจัดกากไขมันภายในโรงแรมของท่าน ควรใช้งบประมาณในการผลิตถังหมักเท่าใด

☐ ต่ำกว่า 3,000 บาท ☐ 3,000 – 5,000บาท ☐ มากกว่า 5,000 บาท

☐ อื่นๆ (โปรดระบุ) .....

ข้อเสนอแนะ :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่ท่านสละเวลาในการตอบแบบสอบถาม

ภาคผนวก ช

ขั้นตอนการทำถังหมักปุ๋ยระดับห้องปฏิบัติการ

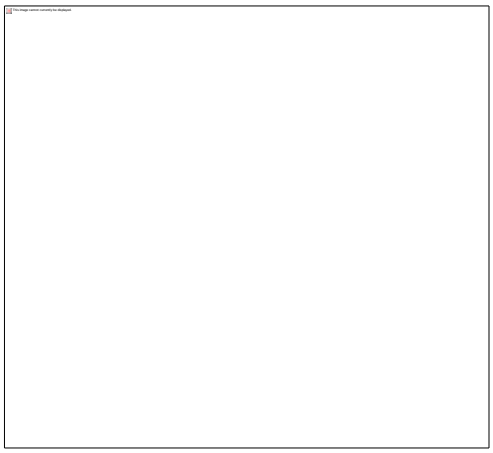
ขั้นตอนการทำถังหมักปุ๋ย (ระดับห้องปฏิบัติการ)

ขั้นตอนการทำถังหมักปุ๋ยในระดับห้องปฏิบัติการ สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

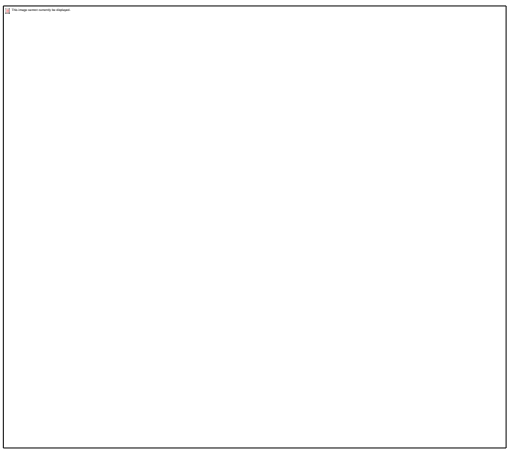
1. นำขวดน้ำพลาสติก ขนาด 6 ลิตร มาตัดส่วนฐานด้านล่างออก โดยวัดจากก้นถังขึ้นมาประมาณ 12 เซนติเมตร เพื่อทำเป็นฐานรองน้ำที่ไหลออกจากการระหว่างการหมักปุ๋ย

2. นำฝาขวดน้ำพลาสติก มาเจาะรูโดยรอบ โดยให้มีระยะห่างของรูที่เท่ากัน เพื่อระบายน้ำที่เกิดจากกระบวนการหมักปุ๋ยไหลออกไปยังฐานรองรับน้ำดัง รูปที่ 1

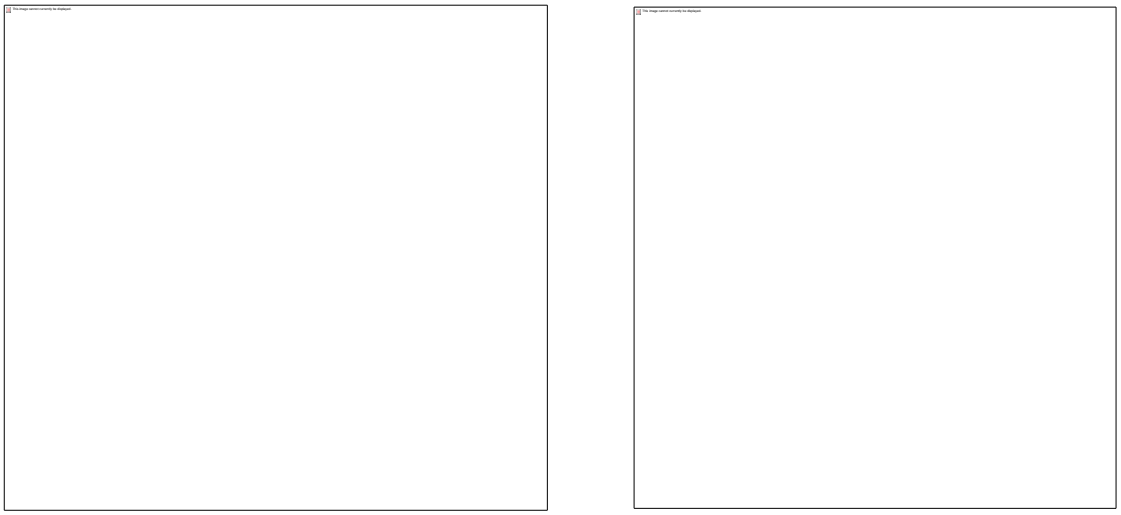
3. นำชิ้นส่วนต่าง ๆ มาประกอบกัน ดังรูปที่ 2 และใช้ใยสังเคราะห์มาใส่บริเวณด้านในถัง เพื่อกันไม่ให้ปุ๋ยหมักร่วงหล่นออกไป ดังรูปที่ 3



รูปที่ 1 ลักษณะฝาขวดที่เจาะรูโดยรอบ



รูปที่ 2 วิธีบรรจุใยสังเคราะห์บริเวณด้านในฝาถัง



รูปที่ 3 ลักษณะภาชนะในการหมักระดับห้องปฏิบัติการ

โดยมีขั้นตอนของการดำเนินการทดลอง ดังต่อไปนี้

1. นำกากไขมัน และวัสดุหมักมาผสมให้เข้ากันตามอัตราส่วนของสูตรที่ทำให้ค่า C : N อยู่ในช่วงที่เหมาะสม โดยขนาดการหมักมีปริมาณซ้ำละ 0.5 กิโลกรัม
2. คลุกเคล้าส่วนผสมให้เข้ากัน และพรมน้ำให้ความชื้นเพียงพอ โดยควบคุมความชื้นให้อยู่
3. ดูแลรักษากองปุ๋ย โดยการควบคุมความชื้นให้อยู่ในช่วงร้อยละ 50-60 ถ้าความชื้นน้อยให้ทำการพรมน้ำลงไป
4. ทำการหมักเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ หรือจนเห็นการเปลี่ยนแปลงชัดเจน
5. ก่อนการเก็บตัวอย่างต้องทำการวัดอุณหภูมิ ทำการกลับกองปุ๋ย และเติมน้ำให้มีความชื้นอยู่ที่ร้อยละ 50-60 จากนั้นจึงทำการเก็บตัวอย่าง โดยเก็บตัวอย่างใส่ถุงซิปล๊อค และรักษาสภาพตัวอย่างในตู้แช่เย็นที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส

สำหรับการศึกษาหาปริมาณกากไขมัน และวัสดุหมักที่เหมาะสม มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. นำกากไขมัน และวัสดุหมักมาผสมให้เข้ากัน โดยแปรผันปริมาณกากไขมัน 3 ค่า คือ ใช้กากไขมันร้อยละ 40, 50 และ 60
2. คลุกเคล้าส่วนผสมให้เข้ากัน และพรมน้ำให้ความชื้นเพียงพอ โดยควบคุมความชื้น ให้อยู่ในช่วงร้อยละ 50-60 และบรรจุลงในถังหมักพลาสติกขนาด 6 ลิตร
3. ทำการหมักปุ๋ยสูตรละ 3 ซ้ำ
4. คลุมกองปุ๋ยด้วยตาข่าย เพื่อป้องกันแมลง และสิ่งแปลกปลอมตกลงไปในกองปุ๋ยหมัก
5. ดูแลรักษากองปุ๋ย โดยการกลับกองปุ๋ยทุก 2 สัปดาห์ เพื่อให้อากาศเกิดการถ่ายเทอากาศ
6. ทำการหมักเป็นระยะเวลา 30-45 วัน

ภาคผนวก ซ

ผลการทดลอง ระดับห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 1 ผลของระยะเวลาต่าง ๆ ที่ สัมผัสสารปรับปรุง ต่ออุณหภูมิในการหมักกากไขมัน 40% หญ้า 60%

การทดลอง	วันที่	อุณภูมิเฉลี่ย และ S.D. (° C)		ความชื้นเฉลี่ย และ S.D. (%)		การทดลอง	อุณภูมิเฉลี่ย และ S.D. (° C)		ความชื้นเฉลี่ย และ S.D. (%)	
ชุดควบคุม 1 ชั่วโมง	0	31.0	0.87	17.8	2.64	EM สัมผัส 1 ชั่วโมง	28.3	0.87	62.2	2.64
	1	30.2	0.94	40.0	8.66		31.2	0.62	63.9	11.12
	2	31.5	0.66	21.1	4.86		31.0	0.00	54.4	11.30
	3	30.1	0.78	16.1	4.86		30.0	0.00	52.2	6.67
	8	28.2	0.66	41.1	18.16		27.6	0.65	33.9	10.83
	9	27.8	0.43	38.3	16.01		28.8	0.62	55.6	4.64
	16	30.6	0.53	20.6	1.67		30.2	1.18	21.1	9.93
	21	30.6	0.53	21.7	5.00		30.7	0.66	53.9	16.54
	23	29.9	1.10	45.0	8.66		29.8	0.35	75.6	19.44
H_3PO_4 สัมผัส 1 ชั่วโมง	0	30.2	3.63	66.7	2.50	HNO_3 สัมผัส 1 ชั่วโมง	29.9	0.33	63.3	2.50
	1	30.9	0.74	79.4	4.64		30.3	1.00	86.7	5.00
	2	31.4	0.53	80.0	3.54		31.8	0.62	61.1	5.46
	3	30.3	0.43	65.0	5.00		30.5	0.50	42.2	7.95
	8	28.2	0.61	90.6	9.17		29.2	0.67	52.8	7.12
	9	27.5	0.43	63.3	9.35		30.1	0.89	61.1	12.44
	16	30.3	0.50	51.7	3.54		31.1	1.11	61.7	10.61
	21	29.3	0.50	54.4	5.83		30.8	0.56	78.3	9.35
	23	30.0	0.79	83.3	5.00		27.4	10.16	79.4	8.08
ชุดควบคุม	0	34.1	0.30	56.7	2.89	EM สัมผัส	35.1	0.49	41.7	2.89

การทดลอง	วันที่	อุณภูมิเฉลี่ย และ S.D. (° C)		ความชื้นเฉลี่ย และ S.D. (%)		การทดลอง	อุณภูมิเฉลี่ย และ S.D. (° C)		ความชื้นเฉลี่ย และ S.D. (%)	
1 วัน	1	32.8	0.61	72.2	2.64	1 วัน	32.5	0.83	73.3	4.33
	6	28.6	0.70	35.0	10.95		29.6	0.46	66.7	20.46
	7	29.4	0.39	-	-		29.7	0.97	-	-
	14	30.8	0.90	52.2	6.67		31.7	1.09	26.1	10.24
	19	29.6	0.49	35.6	15.50		30.7	0.44	30.0	12.50
	21	29.5	0.43	59.4	10.14		30.7	0.83	33.9	6.01
H_3PO_4 สัมผัส 1 วัน	0	31.0	0.25	66.7	2.89	HNO_3 สัมผัส 1 วัน	30.8	0.36	65.0	5.00
	1	30.8	0.62	91.1	3.33		31.9	0.68	77.8	3.63
	6	27.8	0.25	76.1	19.33		29.6	0.46	44.4	13.57
	7	28.7	0.67	-	-		27.3	8.94	-	-
	14	30.9	0.89	21.1	6.51		31.2	0.66	54.4	3.00
	19	30.0	0.87	33.9	4.17		30.5	0.75	47.2	6.67
	21	29.5	0.43	15.6	6.82		30.0	0.87	66.1	6.01
ควบคุมสัมผัส 3 วัน	0	31.4	0.49	74.4	3.00	EM สัมผัส 3 วัน	30.4	0.30	73.3	3.54
	5	31.2	0.61	35.6	14.88		30.7	0.43	47.2	17.6
	11	32.1	0.81	36.1	15.16		32.3	0.97	19.4	7.68
	16	31.1	0.46	22.8	6.67		31.3	0.66	10.6	1.67
	18	31.0	0.83	47.8	20.84		30.7	0.57	43.3	15

ตารางที่ 2 ผลของระยะเวลาสัมผัสสารปรับปรุง ต่ออุณหภูมิในการหมักกากไขมัน 50% ปุ๋ยคอก 40% และขี้เลื่อย 10%

การทดลอง	**วันที่**	**อุณหภูมิเฉลี่ย และ S.D. (°C)**		**ความชื้นเฉลี่ย และ S.D. (%)**		**การทดลอง**	**อุณหภูมิเฉลี่ย และ S.D. (°C)**		**ความชื้นเฉลี่ย และ S.D. (%)**	
ชุดควบคุม 3 วัน	0	32.2	0.83	82.8	5.65	EM 3 วัน	32.6	0.98	66.1	13.41
	1	35.3	1.12	88.3	2.50		32.3	1.48	78.9	7.41
	5	34.7	0.50	71.1	5.46		35.8	0.44	67.8	4.41
	6	33.6	0.30	85.0	2.50		36.3	0.56	69.4	9.17
	7	31.8	1.58	67.8	6.67		35.4	1.05	63.3	8.29
	8	31.4	1.36	64.4	5.27		33.9	1.05	73.9	5.46
H_3PO_4 3 วัน	0	30.6	0.53	89.4	5.83					
	1	34.2	0.61	77.8	6.67					
	5	33.2	0.44	83.3	3.54					
	6	31.8	0.56	71.7	9.17					
	7	31.2	0.94	79.4	7.26					
	8	33.0	0.66	81.1	6.79					

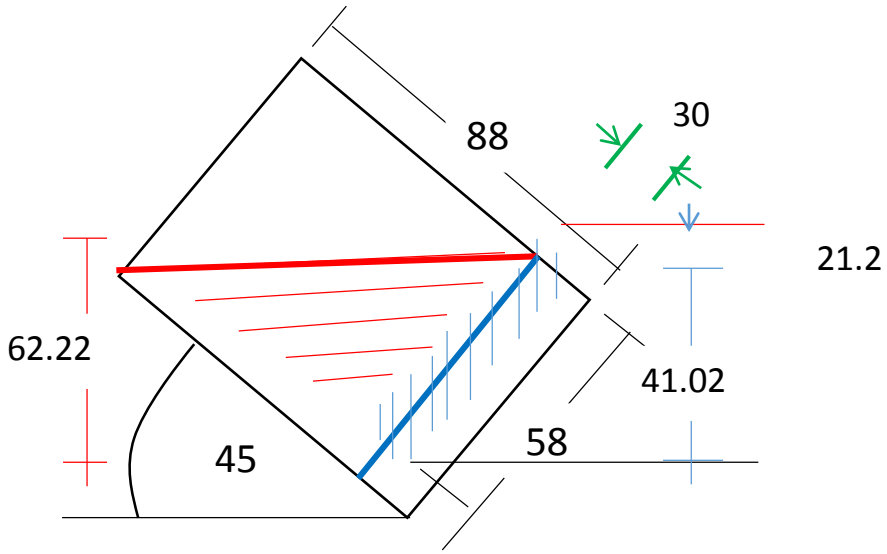
ตารางที่ 3 ผลของระยะเวลาสัมผัสสารปรับปรุง ต่ออุณหภูมิในการหมักกากไขมัน 60% ปุ๋ยคอก 35% และขี้เลื่อย 5%

การทดลอง	**วันที่**	**อุณหภูมิเฉลี่ย และ S.D. (°C)**		**ความชื้นเฉลี่ย และ S.D. (%)**		**การทดลอง**	**อุณหภูมิเฉลี่ย และ S.D. (°C)**		**ความชื้นเฉลี่ย และ S.D. (%)**	
ชุดควบคุม 3 วัน	0	34.8	1.09	70.0	7.07	EM 3 วัน	32.7	1.54	46.7	7.07
	1	34.2	0.90	68.9	2.20		32.7	0.51	47.8	9.72
	5	34.0	0.00	57.8	8.70		32.7	0.87	62.2	6.67
	6	32.2	0.25	61.7	2.50		30.9	0.74	66.1	7.41
	7	31.6	0.70	43.9	4.86		30.3	0.25	75.6	5.83
	8	32.3	1.06	63.9	4.86		27.7	9.24	71.1	14.53
H_3PO_4 3 วัน	0	30.2	1.09	73.3	10.61					
	1	31.8	0.91	71.7	5.00					
	5	33.7	0.50	70.0	13.23					
	6	32.9	0.81	66.7	3.54					
	7	30.9	0.73	60.0	10.61					
	8	31.2	0.25	73.3	18.03					

ภาคผนวก ฌ

การคำนวณปริมาตร ของถัง 200 ลิตร เมื่อเอียง 45 องศา

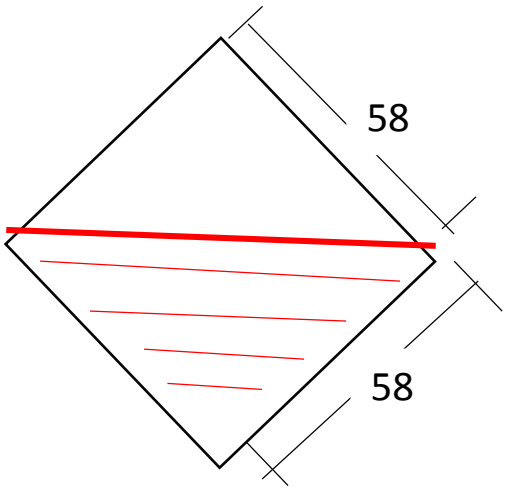
การคำนวนปริมาตรของถัง 200 ลิตร เมื่อเอียง 45 องศา



รูปที่ 1 ขนาดของถังเมื่อเอียง 45 องศาและใส่ปุ๋ยจนถึงปากถัง

** ตัวเลขทั้งหมดเป็นหน่วน เซนติเมตร (cm)

เมื่อถัง 200 ลิตร เอียง 45 องศาและได้ใส่ปุ๋ยลงไปจนถึงขอบปากล่างของถังจะมีลักษณะดังรูปที่ 1 โดยที่เราจะพิจารณาเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนสีแดง ซึ่งจะมีลักษณะเป็นสามเหลี่ยมหากมองด้านข้าง และส่วนสีน้ำเงินจะเป็นสี่เหลี่ยมเมื่อมองด้านข้างเช่นกัน โดยจะได้รูปแบบถังเอียงด้านล่าง

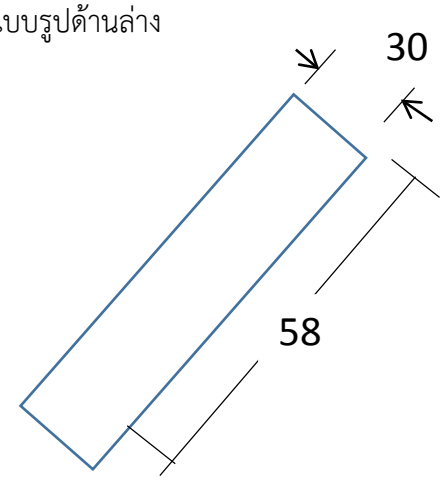


ซึ่งจะเห็นได้ว่า ขนาดที่เหลือจะมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส และเมื่อดูเส้นสีแดง ซึ่งเป็นเส้นที่เกิดจากการเอียงถัง 45 องศา พบว่า จะสามารถแบ่งครึ่งได้พอดี หรือพบว่า เป็นลักษณะทรงกระบอกที่มีการแบ่งครึ่งที่

มีความสูง 58 cm และฐานมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 58 cm เช่นกัน และจะได้สมการ (1) ซึ่งเป็นปริมาตร ในส่วนของที่แรเงา ดังนี้

ปริมาตรส่วนแรเงาสีแดง = $\square$ -----(1)

และในส่วนสีน้ำเงินจะพบได้ดังแบบรูปด้านล่าง



ซึ่งจะพบว่า เป็นลักษณะของทรงกระบอกที่มีความสูง 30 cm และฐานมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 58 cm ซึ่งจะได้สมการที่ (2) ดังนี้

ปริมาตรส่วนสีน้ำเงิน = $\square$ -----(2)

และเมื่อทำการแทนค่า ในสมการที่ (1) จะพบว่า ปริมาตรส่วนที่แรเงาสีแดง มีค่าเท่ากับ 76,620.30 cm^3 และปริมาตรส่วนสีน้ำเงิน มีค่าเท่ากับ 79,262.38 cm^3 ซึ่งรวมแล้วเท่ากับ 155,882 cm^3 หรือคิดเป็น 155.88 ลิตร ดังนั้นเมื่อเอียงถัง 200 ลิตร เป็นมุม 45 องศา ถังจะมีปริมาตรความจุสุทธิเท่ากับ 155 ลิตร

ภาคผนวก ญ

ข้อมูลพื้นฐานของผลการทดลอง

ตารางที่ 1 อุณหภูมิสูง-ต่ำ และปริมาณน้ำฝน ณ เกาะสมุยจังหวัดสุราษฎร์ธานี

วันที่	T สูง	T ต่ำ	ปริมาณฝน	วันที่	T สูง	T ต่ำ	ปริมาณฝน
2 กุมภาพันธ์ 2561	33	23	0 มม.	18 มีนาคม 2561	34	24	0 มม.
3 กุมภาพันธ์ 2561	33	23	0 มม.	19 มีนาคม 2561	34	24	0 มม.
4 กุมภาพันธ์ 2561	33	23	0 มม.	20 มีนาคม 2561	34	24	0 มม.
5 กุมภาพันธ์ 2561	33	23	0 มม.	21 มีนาคม 2561	34	24	0 มม.
6 กุมภาพันธ์ 2561	33	23	0 มม.	22 มีนาคม 2561	34	24	0 มม.
7 กุมภาพันธ์ 2561	33	23	0 มม.	23 มีนาคม 2561	34	24	15 มม.
8 กุมภาพันธ์ 2561	33	23	0 มม.	24 มีนาคม 2561	34	24	2 มม.
9 กุมภาพันธ์ 2561	33	23	0 มม.	25 มีนาคม 2561	34	24	0 มม.
10 กุมภาพันธ์ 2561	33	23	0 มม.	26 มีนาคม 2561	34	24	0 มม.
11 กุมภาพันธ์ 2561	33	23	0 มม.	27 มีนาคม 2561	34	24	0 มม.
12 กุมภาพันธ์ 2561	33	23	0 มม.	28 มีนาคม 2561	34	24	0 มม.
13 กุมภาพันธ์ 2561	33	23	0 มม.	29 มีนาคม 2561	34	24	0 มม.
14 กุมภาพันธ์ 2561	33	23	0 มม.	30 มีนาคม 2561	34	24	2 มม.
15 กุมภาพันธ์ 2561	33	23	0 มม.	31 มีนาคม 2561	34	24	59 มม.
16 กุมภาพันธ์ 2561	33	23	0 มม.	1 เมษายน 2561	34	24	9 มม.
17 กุมภาพันธ์ 2561	33	23	0 มม.	2 เมษายน 2561	34	24	2 มม.
18 กุมภาพันธ์ 2561	33	23	0 มม.	3 เมษายน 2561	34	24	0 มม.
19 กุมภาพันธ์ 2561	34	23	5 มม.	4 เมษายน 2561	34	24	0 มม.
20 กุมภาพันธ์ 2561	34	23	0 มม.	5 เมษายน 2561	34	24	0 มม.
21 กุมภาพันธ์ 2561	34	23	0 มม.	6 เมษายน 2561	34	24	0 มม.
22 กุมภาพันธ์ 2561	34	23	0 มม.	7 เมษายน 2561	34	24	0 มม.
23 กุมภาพันธ์ 2561	34	23	6 มม.	8 เมษายน 2561	34	24	0 มม.
24 กุมภาพันธ์ 2561	34	23	0 มม.	9 เมษายน 2561	34	24	0 มม.
25 กุมภาพันธ์ 2561	34	23	0 มม.	10 เมษายน 2561	34	24	8 มม.
26 กุมภาพันธ์ 2561	34	23	0 มม.	11 เมษายน 2561	34	24	0 มม.

วันที่	T สูง	T ต่ำ	ปริมาณฝน	วันที่	T สูง	T ต่ำ	ปริมาณฝน
27 กุมภาพันธ์ 2561	34	23	0 มม.	12 เมษายน 2561	34	24	0 มม.
28 กุมภาพันธ์ 2561	34	23	0 มม.	13 เมษายน 2561	34	24	0 มม.
1 มีนาคม 2561	34	23	0 มม.	14 เมษายน 2561	34	24	0 มม.

ตารางที่ 2 อุณหภูมิสูง-ต่ำ และปริมาณน้ำฝน ณ เกาะสมุยจังหวัดสุราษฎร์ธานี (ต่อ)

วันที่	T สูง	T ต่ำ	ปริมาณฝน	วันที่	T สูง	T ต่ำ	ปริมาณฝน
2 มีนาคม 2561	34	23	0 มม.	15 เมษายน 2561	34	25	0 มม.
3 มีนาคม 2561	34	23	0 มม.	16 เมษายน 2561	34	25	0 มม.
4 มีนาคม 2561	34	24	0 มม.	17 เมษายน 2561	34	25	0 มม.
5 มีนาคม 2561	34	24	0 มม.	18 เมษายน 2561	34	25	0 มม.
6 มีนาคม 2561	34	24	0 มม.	19 เมษายน 2561	34	25	2 มม.
7 มีนาคม 2561	34	24	4 มม.	20 เมษายน 2561	34	25	1 มม.
8 มีนาคม 2561	34	24	0 มม.	21 เมษายน 2561	34	25	0 มม.
9 มีนาคม 2561	34	24	0 มม.	22 เมษายน 2561	34	25	4 มม.
10 มีนาคม 2561	34	24	0 มม.	23 เมษายน 2561	34	25	0 มม.
11 มีนาคม 2561	34	24	0 มม.	24 เมษายน 2561	33	25	0 มม.
12 มีนาคม 2561	34	24	0 มม.	25 เมษายน 2561	33	25	27 มม.
13 มีนาคม 2561	34	24	0 มม.	26 เมษายน 2561	33	25	8 มม.
14 มีนาคม 2561	34	24	0 มม.	27 เมษายน 2561	33	25	14 มม.
15 มีนาคม 2561	34	24	0 มม.	28 เมษายน 2561	33	25	0 มม.
16 มีนาคม 2561	34	24	22 มม.	29 เมษายน 2561	33	25	29 มม.
17 มีนาคม 2561	34	24	0 มม.	30 เมษายน 2561	33	25	0 มม.

ตารางที่ 3 ค่าความชื้นและอุณหภูมิปุ๋ย ที่แปรรูปจากกากไขมัน

วัน/เดือน/ปี	ถังที่ 1 สูตรเมืองสมุย				ถังที่ 2 สูตรฟอสฟอริก				ถังที่ 3 สูตรฟอสฟอริก + EM			
	T(℃)	pH	ความชื้น	กลิ่น	T(℃)	pH	ความชื้น	กลิ่น	T(℃)	pH	ความชื้น	กลิ่น
2/3/2018	35	6	8	7	35	7	6	8	35	8	8	8
2/6/2018	40	6	8	7	40	7	6	8	50	8	8	8
2/9/2018	45	6	7	6	46	6	7	7	48	7	7	8
2/12/2018	42	5	7	6	43	6	5	7	46	7	7	7
15/2/2018	46	5	6	5	44	5	5	6	45	6	7	7
18/2/2018	44	5	5	5	48	5	5	5	42	5	6	6
21/2/2018	48	7	8	5	47	6	8	5	50	6	8	5
24/2/2018	50	7	7	5	48	6	7	5	51	7	8	5
27/2/2018	49	6	7	5	52	7	7	5	48	6	7	5
3/2/2018	52	7	8	5	48	6	8	4	50	6	8	4
3/5/2018	50	7	7	5	48	6	7	4	51	7	8	4
3/8/2018	52	6	8	4	48	7	7	4	50	6	7	4
3/11/2018	46	5	7	3	49	5	5	4	52	7	8	4
14/3/2018	44	5	7	3	48	7	8	4	50	7	7	4
17/3/2018	48	5	7	2	50	7	7	4	52	6	8	4
20/3/2018	50	4	6	2	49	6	7	4	46	5	7	3
23/3/2018	49	4	6	2	52	7	8	3	47	5	7	3
26/3/2018	52	4	7	1	50	7	6	3	48	5	7	2
29/3/2018	49	4	7	1	49	6	7	3	50	6	6	2
4/1/2018	51	4	8	1	51	6	7	2	52	7	7	1

หมายเหตุ 1. กลิ่นให้คะแนน 1-10 โดยคะแนน 10 เหม็นมากที่สุด*

2. สเกลการวัดความชื้นมีค่า 0 -10

ภาคผนวก ฎ

กำหนดการประชุมเชิงปฏิบัติการ วันที่ 2-3 กุมภาพันธ์ 2561

กำหนดการประชุมเชิงปฏิบัติการ
“การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี”

วันที่ ๒-๔ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๑ ณ ห้องประชุม โรงแรม รอยัล เมืองสมุย วิลล่า
จัดโดย : สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ร่วมกับ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และ
กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

วันที่ ๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๑

๐๘.๓๐ –๐๙.๐๐ น. ลงทะเบียน และรับเอกสารประกอบการประชุม

๐๙.๐๐–๐๙.๑๕ น. กล่าวรายงานรายละเอียดโครงการ
โดย นางวรวรรณ ประชาเกษม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

๐๙.๑๕–๐๙.๓๐ น. กล่าวเปิดงาน
โดย นายรามเนตร ใจกว้าง นายกเทศมนตรี เทศบาลนครเกาะสมุย

๐๙.๓๐ –๑๐.๐๐ น. กล่าววัตถุประสงค์โครงการ และรายละเอียดของการประชุม
โดย รองศาสตราจารย์ ดร. พันธวัศ สัมพันธ์พานิช

๑๐.๐๐ – ๑๐.๑๕.น. รับประทานอาหารว่าง

๑๐.๑๕ – ๑๐.๔๕ น. นำเสนอผลการสำรวจข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับกากไขมันจากโรงแรม
โดย รองศาสตราจารย์ ดร. พันธวัศ สัมพันธ์พานิช

๑๐.๔๕ – ๑๑.๑๕ น. นำเสนอผลของการศึกษาวิจัยในห้องปฏิบัติการ
โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กรองแก้ว ทิพยศักดิ์

๑๑.๑๕ – ๑๑.๓๐ น. นำเสนอรูปแบบการพัฒนาต้นแบบถังทำปุ๋ยหมัก
โดย รองศาสตราจารย์ ดร. พันธวัศ สัมพันธ์พานิช

๑๑.๓๐ – ๑๒.๐๐ น. ประเด็นการซักถาม

๑๒.๐๐ – ๑๓.๐๐ น. รับประทานอาหารกลางวัน

๑๓.๐๐ – ๑๓.๔๕ น. เดินทางสู่พื้นที่เรือนเพาะชำของ โรงแรม เมืองสมุย สปา รีสอร์ท

๑๓.๔๕ – ๑๖.๐๐ น. การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ (ตัวแทนจากโรงแรมที่สนใจเข้าร่วมโครงการฯ)
- การถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการจัดการกากไขมัน
1. การประชาสัมพันธ์โครงการ และเชิญชวนเข้าร่วมการเป็นอุตสาหกรรมโรงแรมต้นแบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Hotel)
โดย ทีมวิจัยสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และ
กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม
ผู้ดำเนินรายการ โดย อาจารย์ ดร. เพ็ญรดี จันทร์ภิวัฒน์

วันที่ ๓ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๑

๐๙.๐๐ – ๑๒.๐๐ น. การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ (๓ โรงแรมตัวอย่างที่คัดเลือก)

๑๒.๐๐ – ๑๓.๐๐ น. รับประทานอาหารกลางวัน

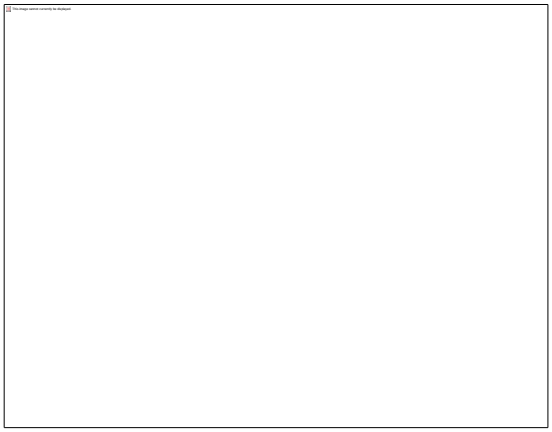
๑๓.๐๐ – ๑๖.๐๐ น. ออกสำรวจ/สัมภาษณ์การจัดการกากไขมัน
จากโรงแรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Hotel)

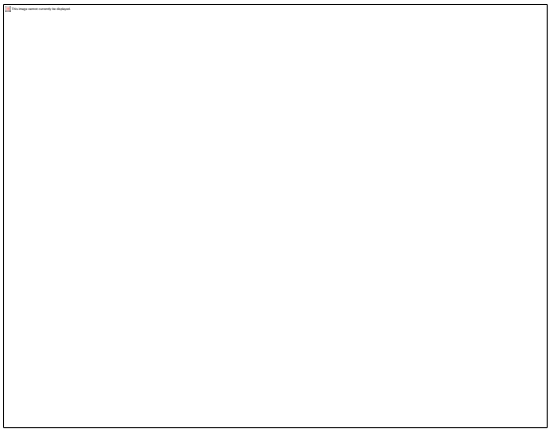
วันที่ ๔ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๑

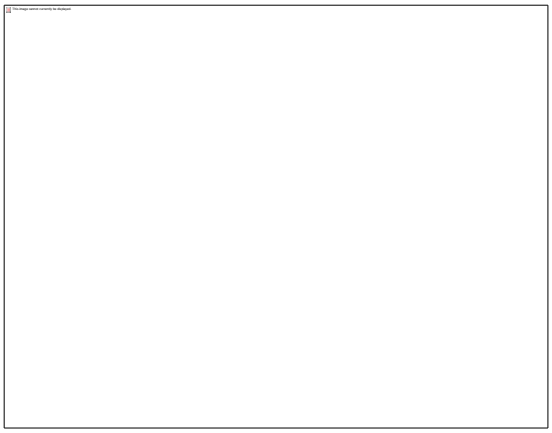
๐๙.๐๐ – ๑๒.๐๐ น. ออกสำรวจ/สัมภาษณ์การจัดการกากไขมัน
จากโรงแรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Hotel) (ต่อ)

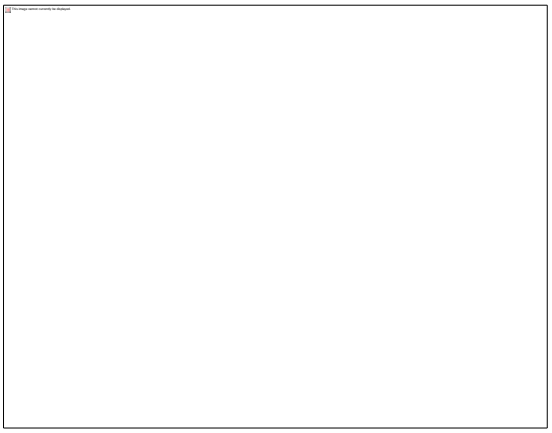
ภาคผนวก ฎ

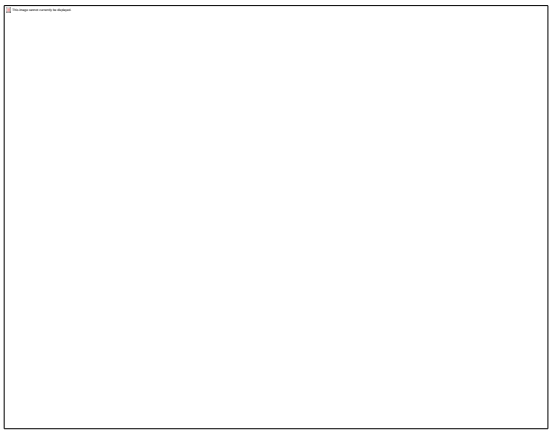
เอกสารประกอบการประชุม

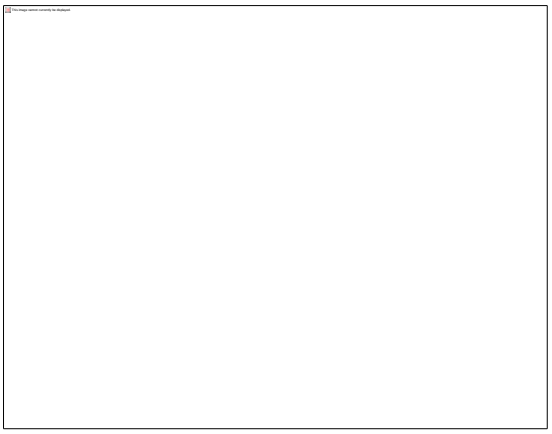


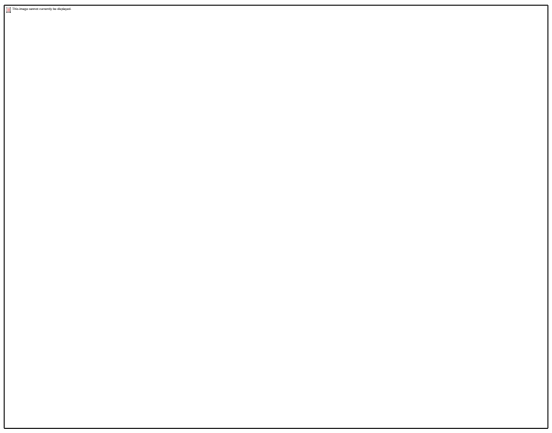


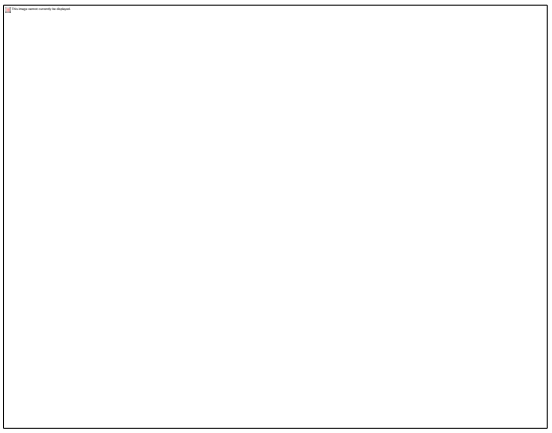


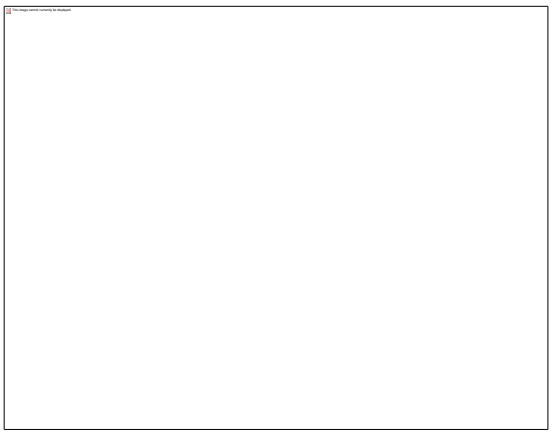


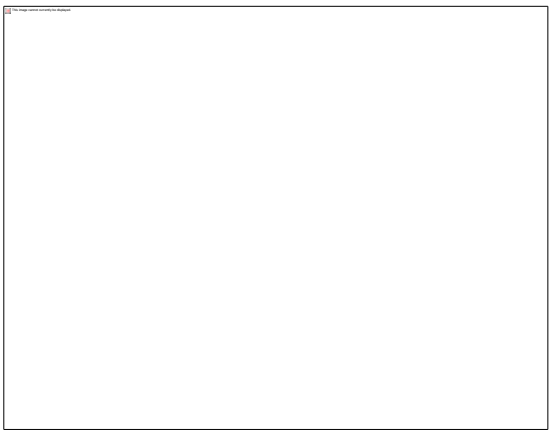


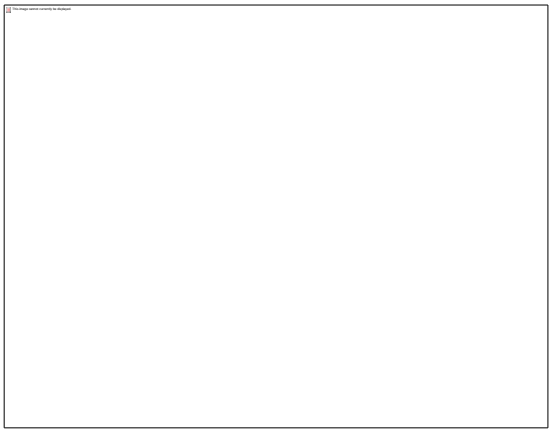


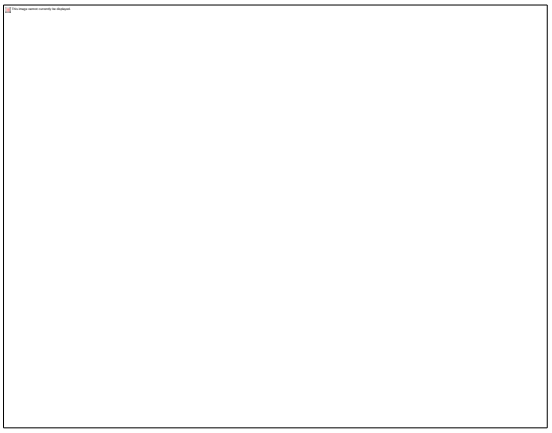


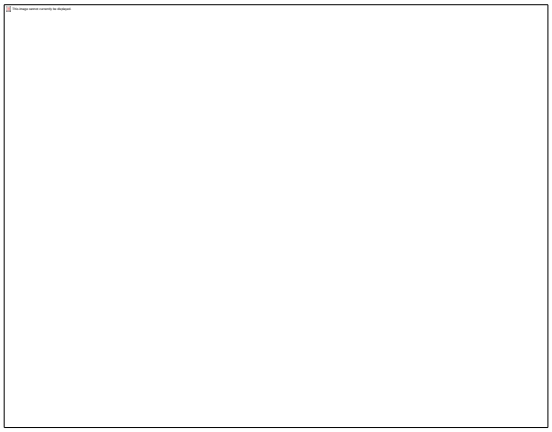


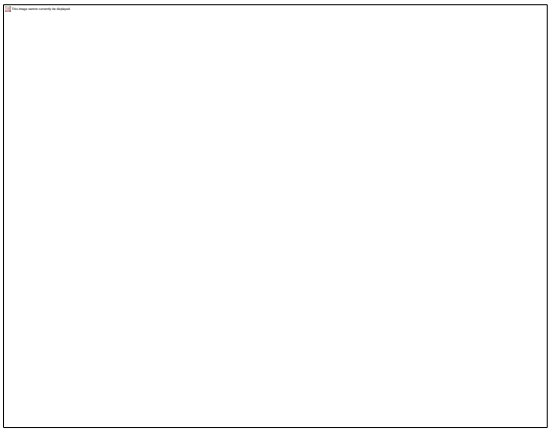


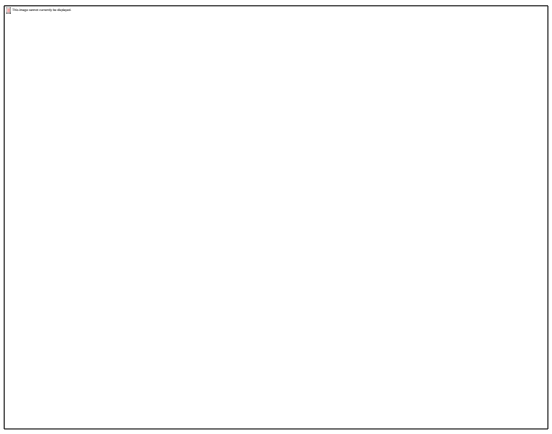


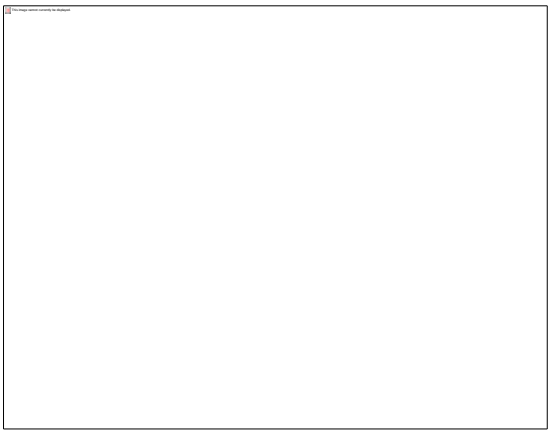


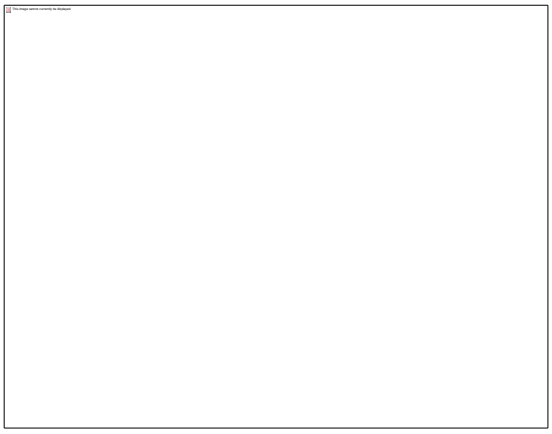


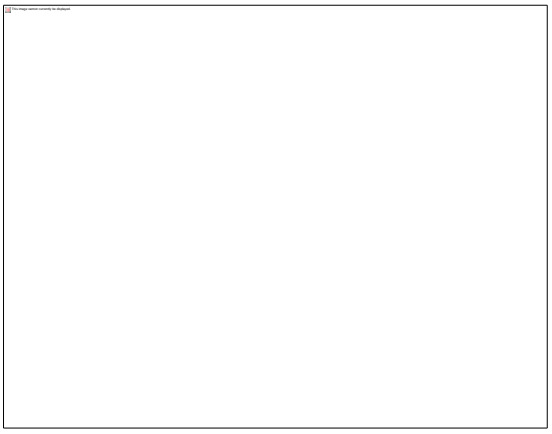


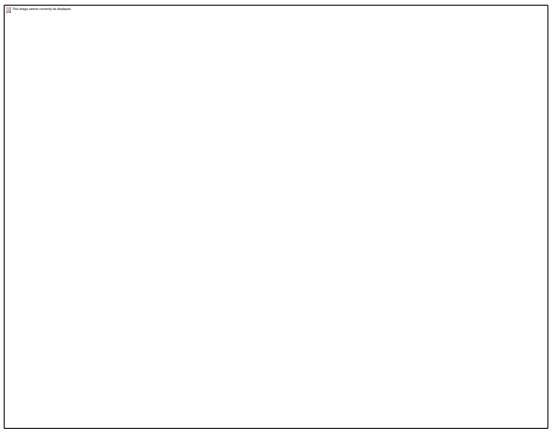


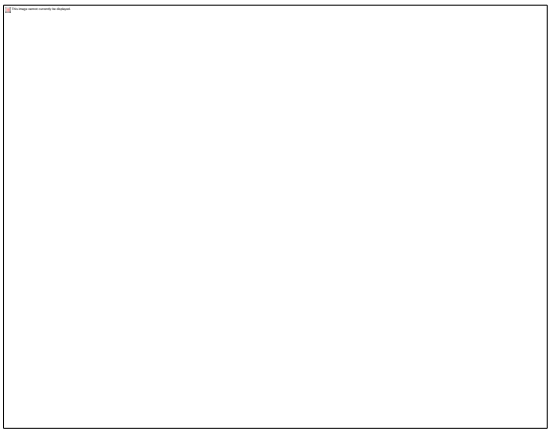


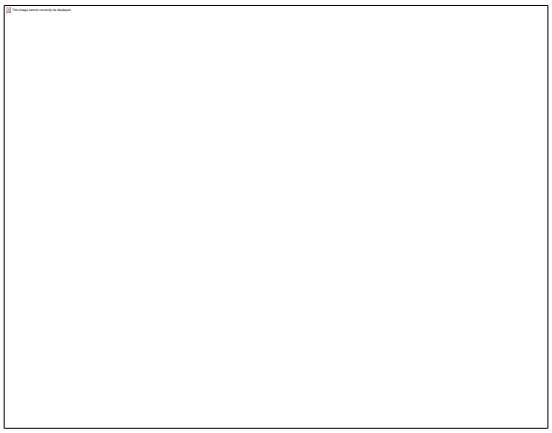


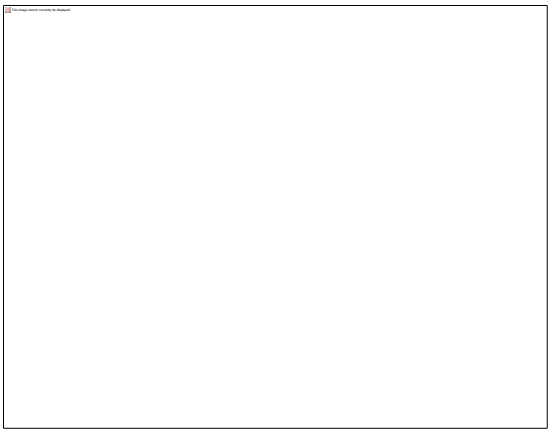


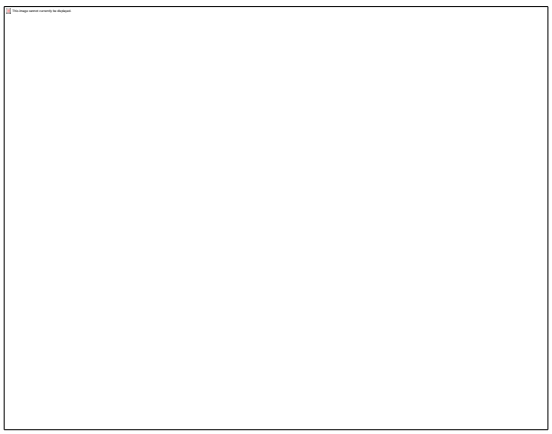


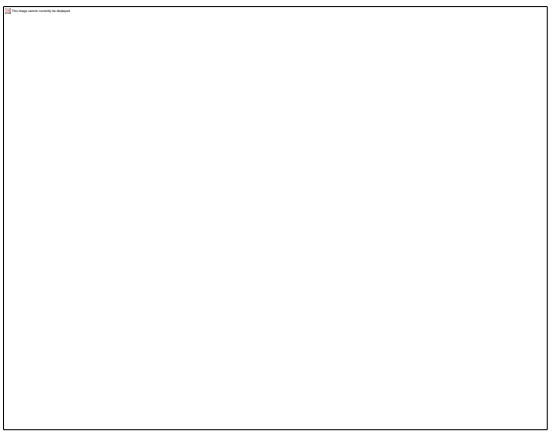


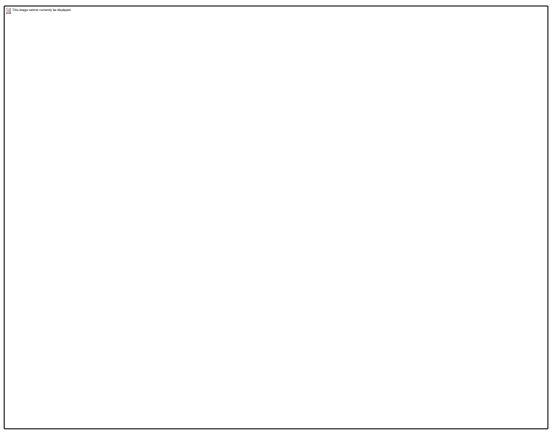


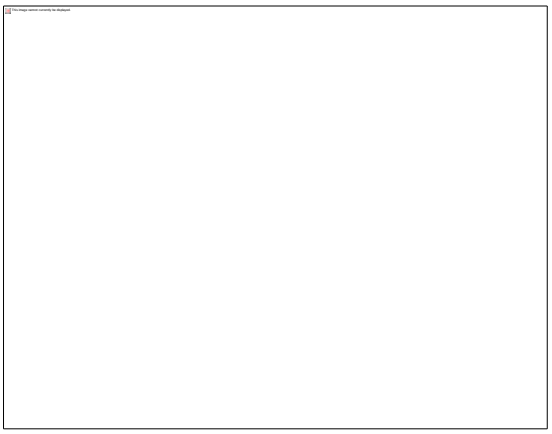


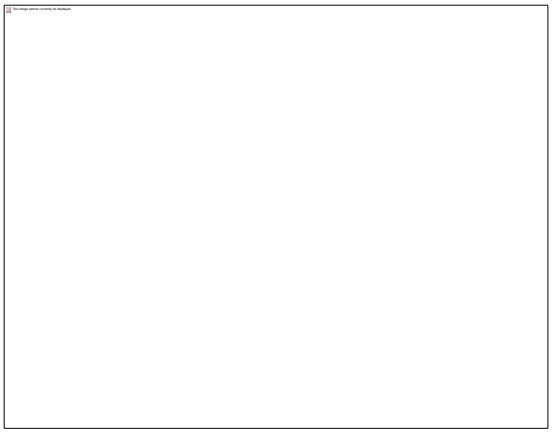


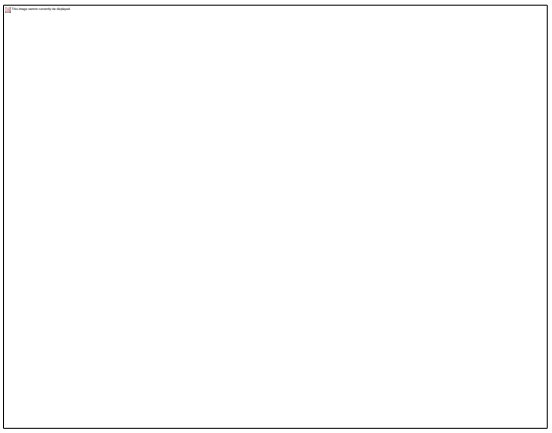


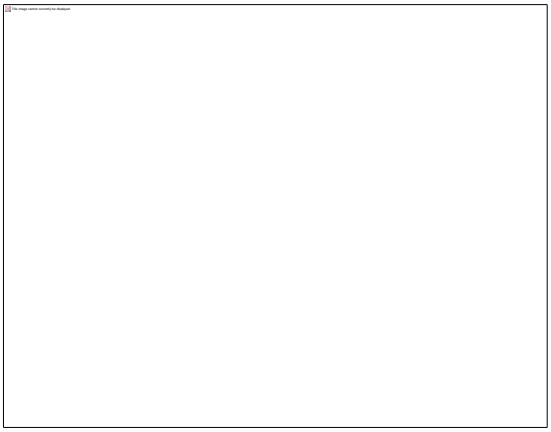


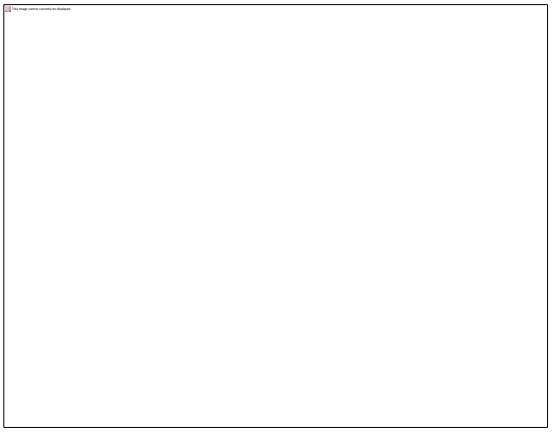










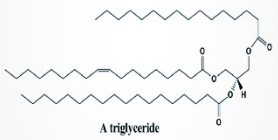


การศึกษาวิจัยในห้องปฏิบัติการ

มีอะไรบ้างในกากไขมัน?

กากไขมัน ในรูปไตรกลีเซอไรด์

ประกอบด้วยกรดไขมันเชื่อมต่อกับแอลกอฮอล์ จุลินทรีย์ย่อยสลายยาก



A triglyceride

ทำอย่างไรจึงย่อยสลายง่ายและนำมาใช้เป็นประโยชน์ได้ ?

ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

1.การศึกษาสมบัติเบื้องต้นของกากไขมัน

เก็บตัวอย่างกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลาง และขนาดย่อมต่างๆ ในพื้นที่เกาะสมุย

โดยได้พิจารณาจากแหล่งที่มาของการใช้ไขมันเป็นหลัก ประกอบด้วย

- กากไขมันที่ได้จากการประกอบอาหาร (กากไขมันจากครัวอาหาร)
- กากไขมันที่ได้จากการทำขนมประเภทเบเกอรี่ (กากไขมันจากครัวอาหารและเบเกอรี่)

กากไขมัน/โรงแรม	จากครัวอาหาร	จากครัวเบเกอรี่	มีการจัดการกากไขมันในเบื้องต้น*
กากไขมัน A จากโรงแรมบันยันทรี	✓	✓	x
กากไขมัน B จากโรงแรมท้องทราย	✓	✓	✓
กากไขมัน C จากโรงแรมเรือนสมุย สปาซิสอร์ท ครั้งที่ 1 (เดือนกุมภาพันธ์ 2560)	✓	x	✓
กากไขมัน D จากโรงแรมละไมรีสอร์ท	✓	x	✓
กากไขมัน E จากโรงแรมเรือนสมุย สปาซิสอร์ท ครั้งที่ 2 (เดือนกรกฎาคม 2560)	✓	x	✓
กากไขมัน F จากโรงแรมเคอะ ซีกเซ้นส์	✓	✓	x

ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

1.การศึกษาสมบัติเบื้องต้นของกากไขมัน

พารามิเตอร์	กากไขมัน					
	A	B	C	D	E	F
1. ความเป็นกรดเป็นด่าง*	4	5	5	5	5	4
2. การนำไฟฟ้า (ms/cm, $\bar{X}\pm$S.D.)	78.90 ±9.51	121.67 ±6.81	25.10 ±1.21	19.27 ±0.68	997.50 ±0.71	37.27 ±5.05
มีปริมาณคาร์บอนต่างกันมาก 9 -65 %						
3. ความชื้น (%, $\bar{X}\pm$S.D.)	±9.90	±1.21	±3.31	±15.76	±1.61	±0.64
4. คาร์บอนอินทรีย์ (Organic Carbon, %, $\bar{X}\pm$S.D.)	31.74 ±19.53	9.08 ±3.29	26.15 ±7.39	37.91 ±1.75	65.27 ±5.96	53.84 ±4.57

ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

1.การศึกษาสมบัติเบื้องต้นของกากไขมัน

พารามิเตอร์	กากไขมัน					
	A	B	C	D	E	F
5. ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen, %, $\bar{X}$±S.D.)	0.37	0.65	0.10	0.41	0.37	0.40
	±0.02	±0.04	±0.05	±0.03	±0.05	±0.02
6. ไนโตรเจนที่ละลายน้ำได้ (Soluble Nitrogen, %, $\bar{X}$±S.D.)	1.33	9.00	0.38	0.74	4.63	0.76
	±0.30	±1.63	±0.07	±0.39	±0.45	±0.17
7. ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorous, %, $\bar{X}$±S.D.)	3.11	1.01	0.45	1.08	2.32	1.48
	±0.32	±0.08	±0.05	±0.10	±0.50	±0.47

ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

นอกจากนี้พบว่ากากไขมัน A มีลักษณะทางกายภาพที่เห็นดีอมีเศษอาหารและเศษผัก ปนในกากไขมันด้วย ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ปริมาณ FOG ต่ำกว่าโรงแรมอื่นๆ

พารามิเตอร์	กากไขมัน					
	A	B	C	D	E	F
8. โพแทสเซียมทั้งหมด (Total Potassium, %, $\bar{X}$±S.D.)	-	-	-	-	0.07	-
	-	-	-	-	±0.01	-
9. ปริมาณไขมันและน้ำมัน (FOG , %w/w $\bar{X}$±S.D.)	11.03	85.32	60.88	34.11	80.96	71.54
	±3.82	±3.69	±5.94	±5.90	±11.34	±2.68
10. กรดไขมันอิสระ (%Free Fatty Acid, FFA, $\bar{X}$±S.D.)	77.16	19.55	22.05	63.55	14.69	23.44
	±2.90	±0.53	±3.46	±2.71	±3.55	±4.04

8

ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

2. การเตรียมกากไขมันขั้นต้น (Pretreatment)

การใช้วัสดุปรับปรุงกากไขมันให้เหมาะสม ก่อนเข้าสู่กระบวนการหมัก

- แบบไม่เติมวัสดุปรับปรุงกากไขมันใด ๆ เป็นชุดควบคุม
- เลือกวัสดุใช้ปรับปรุงกากไขมัน จำนวน 3 ชนิด

กรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) เข้มข้น 1 โมลาร์ ข้อดีต่อการเป็นปุ๋ย เพราะช่วยในการเพิ่มธาตุอาหารหลักประเภทฟอสฟอรัสให้แก่พืช เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ นอกจากนี้ สภาพกรดสามารถช่วยให้เกิดไฮโดรไลซิส และทำให้กากไขมันให้มีขนาดเล็กลง

กรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้น 1 โมลาร์ มีข้อดีเป็นการเพิ่มธาตุอาหารหลักประเภทไนโตรเจน แทนฟอสฟอรัส ช่วยให้เกิดไฮโดรไลซิส และทำให้กากไขมันให้มีขนาดเล็กลง

น้ำหมัก (โรงแรมตัวอย่างจากเมืองสมุย) ใช้ในอัตราส่วน 1 : 1 โดยปริมาตร น้ำหมักที่ใช้มีคุณสมบัติเป็นกรดอ่อนซึ่งจากการวิเคราะห์ค่าพีเอช มีค่าเท่ากับ 5 ช่วยให้กากไขมันเกิดไฮโดรไลซิสได้ดีขึ้น

ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

บทบาทของวัสดุปรับปรุงกากไขมัน

วัสดุปรับปรุงกากไขมันทั้ง 3 ชนิด ช่วยให้กากไขมันมีความเป็นเนื้อเดียวกันมากขึ้น ความหนืดลดลง สามารถนำมาดูดซับเคลือบกับวัสดุเหลือใช้ได้ง่ายขึ้น และมีกลิ่นลดลงบ้าง

เมื่อเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพ ความแตกต่างของกากไขมัน ก่อน และหลังเติมวัสดุที่ใช้ปรับปรุงทั้ง 3 ชนิด ในขั้นนี้ ที่ใช้เวลาสัมผัส 1 ชั่วโมง ไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจน

การใช้วัสดุปรับปรุงกากไขมัน ควรเลือก ใช้สารใดเป็นสารที่ใช้ในการปรับปรุงที่เหมาะสม จึงใช้ผลจากการหมักปุ๋ย เป็นพารามิเตอร์ในการพิจารณา

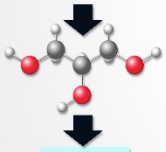


ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

Treatment H_3PO_4

ไม่มีออกซิเจน Anaerobic

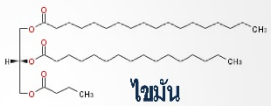
จุลินทรีย์





H_2S ,NH_3

มีกลิ่นเหม็น



ไขมัน

มีออกซิเจน Aerobic



จุลินทรีย์

O_2



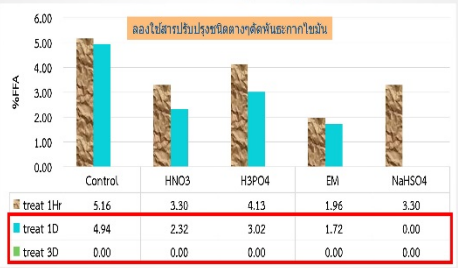
FA

CO_2 ,NO_3^-

ไม่ส่งกลิ่นเหม็น

ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

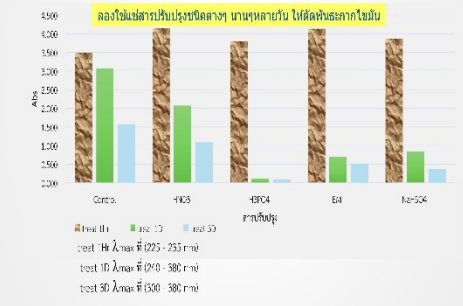
ผลของการแปรระยะเวลาที่สัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน



	Control	HNO3	H3PO4	EM	NaHSO4
treat 1Hr	5.16	3.30	4.13	1.96	3.30
treat 1D	4.94	2.32	3.02	1.72	0.00
treat 3D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

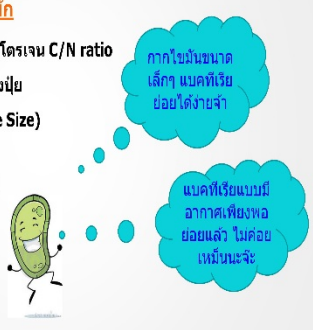
ผลของการแปรระยะเวลาที่สัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน



ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

ปัจจัยที่มีผลต่อการทำปุ๋ยหมัก

- อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน C/N ratio
- ความชื้น (Moisture)ในกองปุ๋ย
- ขนาดของวัตถุดิบ (Particle Size)
- อุณหภูมิ (Temperature)
- การเติมอากาศ (Aeration)



ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

การผสมวัสดุเหลือใช้

วัสดุ	ความชื้น (%)		คาร์บอนอินทรีย์ (%)		ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	
	X̄	S.D.	X̄	S.D.	X̄	S.D.
ใบไม้-ใบหญ้า	34.49	±0.45	44.74	±2.03	1.04	±0.05
เส้นใยปาล์ม	5.25	±1.13	9.43	+2.19	0.88	±0.14
ปุ๋ยคอก (จากมูลวัว)	7.07	±0.13	33.42	±1.02	1.85	±0.11
กากตะกอนโรงบำบัดน้ำเสีย	35.06	±1.31	14.08	±2.37	1.75	±0.10
เศษผักจากตรัง	89.52	±1.38	43.15	±4.55	0.40	±0.02
ขี้เลื่อยจากยางพารา	30.81	±2.15	40.95	±4.36	0.12	±0.09
ขี้เลื่อยจากเกาะสมุย	13.09	±0.35	31.76	±1.35	0.16	±0.03

มีไนโตรเจนสูง เมื่อเทียบกับเศษวัสดุอื่นๆ

ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

วัสดุอินทรีย์บางชนิดที่สามารถนำมาผลิตปุ๋ยอินทรีย์ได้

ตัวอย่าง	%N	%P	%K	%OM	%Ca	%Mg	%Mn	%Zn	%Cu	%Fe
แกลบ	0.35	0.014	0.52	0.22	0.22	0.027	0.039	0.002	0.001	2.744
ใบยาสูบ	1.77	0.347	3.18	2.49	2.49	0.248	0.009	0.005	0.002	0.166
กากตะกอนหม้อกรองน้ำอ้อย	1.96	2.670	1.13	5.91	5.91	0.350	0.055	0.020	0.003	1.904
ขี้เถ้าเตา	0.15	0.233	1.78	0.50	0.50	0.145	0.021	0.010	0.001	0.702
อ้อย	0.47	0.018	0.40	0.58	0.58	0.030	0.004	0.003	0.001	0.549
กากอ้อย	0.34	0.018	0.35	0.11	0.11	0.019	0.002	0.002	0.001	0.034
ใบอ้อย	0.94	0.149	1.53	0.29	0.29	0.082	0.002	0.002	0.001	0.024
ขี้เถ้าแกลบ	0.22	0.008	0.50	0.05	0.05	0.057	0.013	0.010	0.001	0.042
ซังข้าวโพดหวาน	2.13	0.342	0.94	0.05	0.05	0.114	0.002	0.010	0.001	0.018
เปลือกข้าวโพด	1.37	0.197	1.38	0.10	0.10	0.087	0.001	0.002	0.002	0.031
ราอ่อน	2.64	2.521	2.09	0.03	0.03	0.617	0.008	0.010	0.001	0.015
ขี้เลื่อยเพาะเห็ดแล้ว	2.29	1.196	0.43	0.93	0.93	0.520	0.008	0.025	0.001	0.164

ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

พารามิเตอร์	ใบไม้ - ใบหญ้า	ปุ๋ยคอก (จากมูลวัว)	กากตะกอนโรงบำบัดน้ำเสีย
1. ความเป็นกรดเป็นด่าง	6	6	6
	±0.00	±0.00	±0.00
2. การนำไฟฟ้า (µs/cm, X+SD)	287.67	357.33	124.67
	±5.03	±9.71	±11.02
3. คาร์บอนอินทรีย์	44.74	33.42	5.73
(Organic Carbon, %, X+SD)	±2.03	±1.02	±5.91

ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

พารามิเตอร์	ใบไม้ - ใบหญ้า	ปุ๋ยคอก (จากมูลวัว)	กากตะกอนโรงบำบัดน้ำเสีย
4. ไนโตรเจนทั้งหมด	1.04	1.85	0.52
(Total Nitrogen, %, X±SD)	±0.05	±0.11	±0.08
5. ไนโตรเจนที่ละลายน้ำได้	1.01	0.67	1.05
(Soluble Nitrogen, % , X+SD)	±0.15	±0.05	±0.57
6. ฟอสฟอรัสทั้งหมด	10.43	6.29	9.57
(Total Phosphorous, %, X+SD)	±2.29	±0.39	±3.44
7. โพแทสเซียมทั้งหมด	1.27	0.45	0.04
(Total Potassium, %, X+SD)	±0.54	±0.05	±0.02

ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

ปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนในกากไขมัน และวัสดุผสม

ตัวอย่าง	% carbon (1)	% nitrogen (2)	น้ำหนักเปียก, g (3)	น้ำหนักแห้ง, g (4)	Carbon, g =(1)*(4)/100	Nitrogen, g =(2)*(4)/100
กากไขมัน	31.74	0.37	400.00	88.15	27.98	0.33
			500.00	110.18	34.97	0.41
			600.00	132.22	41.97	0.49
หญ้า	44.74	1.04	400.00	262.03	117.22	2.72
			500.00	327.54	146.53	3.40
			600.00	393.04	175.83	4.08
ปุ๋ยคอก	33.42	1.85	300.00	278.80	93.18	5.15
			400.00	371.73	124.25	6.87
			500.00	464.66	155.31	8.58

ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

ปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนในกากไขมัน และวัสดุผสม

ตัวอย่าง	% carbon (1)	% nitrogen (2)	น้ำหนักเปียก, g (3)	น้ำหนักแห้ง, g (4)	Carbon, g =(1)*(4)/100	Nitrogen, g =(2)*(4)/100
กากตะกอน	5.73	0.52	300.00	142.42	8.15	0.75
			400.00	189.90	10.87	1.00
			500.00	237.37	13.59	1.24
ขี้เลื่อยจากเกาะสมุย	31.76	0.16	100.00	99.84	31.71	0.16
			200.00	199.68	63.42	0.31
			300.00	299.53	95.13	0.47

ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

ผลของการแปรระยะเวลาที่สัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน

ตัวอย่างการทดลองหมักปุ๋ย



ระยะเวลาสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน 1 วัน



การเติมกากไขมัน 40% ใบไม้-ใบหญ้า 60% ระยะเวลาสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน 1 วัน

ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

ระยะเวลาสัมผัสวัสดุปรับปรุงกากไขมัน 3 วัน



ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

สัดส่วน (%)			สารปรับปรุง	กลิ่น	pH	การนำไฟฟ้า	TC	TN	C:N	P
กากไขมัน	ปุ๋ยคอก	ชี้เลื่อย		-	5.5 - 8.5	<10 dS/m	>30%	>1.00%	ไม่เกิน 20:1	≤0.50%
50	40	10	-	✓	✓	✓	✓ 41.25	1.52	27	✓
50	40	10	H_3PO_4	✓	✓	✓	25.18	1.36	17.04	✓
50	40	10	EM	✓	✓	✓	x 19.09	1.88	13	✓
60	35	5	-	✓	✓	✓	✓ 45.43	1.43	31.77	✓
60	35	5	H_3PO_4	✓	✓	✓	✓ 63.64	1.22	52.16	✓
60	35	5	EM	✓	✓	✓	✓ 96.4	1.27	75.90	✓

ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

วัสดุ	น้ำหนัก
เศษวัชพืช	50.4
มูลสัตว์	13.0
กากไขมัน	14.4
รำข้าว	0.3
น้ำหมักEM	7.2
น้ำเปล่า	14.4
ผงโดนาไมท์	0.3
รวม	100

การผสมวัสดุเหลือใช้แบบเมืองสมุยกรีน



อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน

การผสมกากไขมัน 40 % กับวัสดุต่างๆ

C/N = 40

ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ ตัวอย่างการผสมวัสดุเหลือใช้

สูตร	%กากไขมัน	%หญ้า	%ปุ๋ยคอก	%เศษผักจากครัว	%กากมะกอน	%ชี้เลื่อย	C/N* ratio
1	40	30	30	-	-	-	74.31
2	40	-	30	-	-	30	36.36
3	40	0	0	30	0	30	147.98
4	40	0	0	0	30	30	84.95
5	40	40	0	0	0	20	62.04
6	40	0	40	0	0	20	28.72
7	40	0	0	40	0	20	135.56
8	40	0	0	0	40	20	62.49
9	40	50	0	0	0	10	53.08
10	40	0	50	0	0	10	23.71

ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ ตัวอย่างการผสมวัสดุเหลือใช้

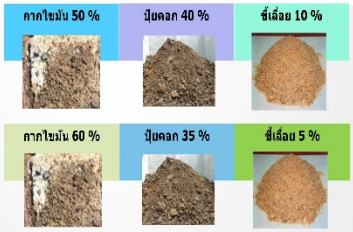
สูตร	%กากไขมัน	%หญ้า	%ปุ๋ยคอก	%เศษผักจากครัว	%กากมะกอน	%ชี้เลื่อย	C/N* ratio
11	40	0	0	50	0	10	118.97
12	40	0	0	0	50	10	42.41
13	40	60	0	0	0	0	46.24
14	50	0	40	0	0	10	25.69
15	60	0	35	0	0	5	25.05

ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

การศึกษาคุณสมบัติของปุ๋ยหมัก

วิเคราะห์คุณสมบัติของปุ๋ยตามประกาศของกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548 เพื่อตรวจสอบลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และองค์ประกอบทางเคมีของปุ๋ยหมัก โดยเลือกสูตรของปุ๋ยหมักที่ช่วยคำจัดกากไขมันได้มาก

ศึกษาจากผลของอุณหภูมิ และความชื้น ซึ่งพบว่าอุณหภูมิของปุ๋ยหมักที่สูงอย่างมีนัยสำคัญนั้น คือ



ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

สูตรที่ P1
กากไขมัน 50 %
ปุ๋ยคอก 40 %
ชี้เลื่อย 10 %
✗ไม่ใส่สารปรับปรุง
ชุดควบคุม

สูตรที่ P2
กากไขมัน 50 %
ปุ๋ยคอก 40 %
ชี้เลื่อย 10 %
✓ปรับปรุงด้วยกรดฟอสฟอริก

สูตรที่ P3
กากไขมัน 50 %
ปุ๋ยคอก 40 %
ชี้เลื่อย 10 %
✓ปรับปรุงด้วย EM

สูตรที่ P4
กากไขมัน 60 %
ปุ๋ยคอก 35 %
ชี้เลื่อย 5 %
✗ไม่ใส่สารปรับปรุง ชุดควบคุม

สูตรที่ P5
กากไขมัน 60 %
ปุ๋ยคอก 35 %
ชี้เลื่อย 5 %
✓ปรับปรุงด้วยกรดฟอสฟอริก

สูตรที่ P6
กากไขมัน 60 %
ปุ๋ยคอก 35 %
ชี้เลื่อย 5 %
✓ปรับปรุงด้วย EM



ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ สมบัติของปุ๋ยหมักสูตรต่างๆ

พารามิเตอร์	การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ		องค์ประกอบทางเคมีของปุ๋ย		
	pH	ค่าการนำไฟฟ้า (dS/m)	ปริมาณอินทรียวัตถุ (%w/w)	C:N	%P_2O_5
ปุ๋ย	5.5 - 8.5	<10 dS/m	>30%	<20:1	>0.5%
P1 - 50	5	4.46	41.25	15.78	4.82
P2 – 50 H3PO4	5	9.14	23.18	9.89	8.04
P3- 50 EM	5	5.64	19.09	5.90	6.16
P4 - 60	5	5.32	45.43	18.41	9.08
P5 – 60 H3PO4	5	9.51	63.64	30.26	10.03
P6 – 60 EM	5	3.26	96.40	42.24	4.61

ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ

กลิ่น (Odor)

1. สูตรที่ 4 - 6 มีกลิ่นคล้ายน้ำหมักรวมอยู่ด้วย สูตรที่ใช้กากไขมันปริมาณเร้อยละ 60 โดยน้ำหนัก มีกลิ่นรุนแรงกว่า กากไขมันปริมาณร้อยละ 50 นอกจากนี้ทุกสูตรนั้น ยังได้กลิ่นของเศษอาหาร
2. การปรับปรุงด้วยกรดฟอสฟอริกมีกลิ่นน้อยกว่าชุดควบคุม และชุดที่ใช้ EM เมื่อทำการหมักปุ๋ยได้ระยะเวลา 1 สัปดาห์ กลิ่นของกากไขมันทุกสูตรเริ่มจางลง โดยเหลือเพียงกลิ่นของปุ๋ยคอกซึ่งเป็นวัสดุหมัก
3. สูตรที่ 6 ยังคงมีกลิ่นของน้ำหมักเล็กน้อย เมื่อครบระยะเวลา 30 วันของการหมักทั้ง 6 สูตร ไม่หลงเหลือกลิ่นเหม็นของกากไขมัน และมีกลิ่นคล้ายดิน

ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ

ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) อยู่ในค่ามาตรฐาน ปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตรของแต่ละสูตรนั้นมีค่าการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกัน

ปริมาณอินทรียวัตถุของสูตรกากไขมัน 50 % ในการปรับปรุงด้วยกรดฟอสฟอริก (P2) และ EM (P3) น้อยกว่าเกณฑ์ มีการสลายตัวของอินทรียวัตถุได้ดีกว่าชุดควบคุม (P1)

ปริมาณอินทรียวัตถุของสูตรกากไขมัน 60 %ของชุดควบคุม (P3) เกิดการย่อยสลายได้ดีกว่าทั้งในการปรับปรุงด้วยกรดฟอสฟอริก (P4) และ EM (P5)

ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

การศึกษาการย่อยสลายที่สมบูรณ์มากกว่า 80 % (Seed Germination Index)

1. วัดได้ง่าย และได้ผลรวดเร็ว และสามารถปรับใช้ได้ทั้งในห้องปฏิบัติการและภาคสนาม
2. วัดสารพิษต่อพืช (Phytotoxic Substance) ที่เกิดจากการย่อยสลายที่ไม่สมบูรณ์ของปุ๋ยหมัก
3. การสกัดสารอินทรีย์ในปุ๋ยหมักด้วยน้ำในอัตราส่วน 1 ต่อ 10 โดยแช่นาน 15 ชั่วโมง
4. นำน้ำที่สกัดได้ไปแช่ในเมล็ดถั่วเขียวกะเพาะเมล็ดที่สมบูรณ์พร้อมชุดควบคุม
5. ใช้ถั่วเขียว 10 เมล็ดต่อน้ำสกัด 10มล. ติดตามผลนาน 10 วัน เมื่อวัดความยาวราก

$$\text{ดัชนีการงอก (\%)} = \frac{(\text{ผลรวมของค่าจำนวนเมล็ดที่งอก} \times \text{ความยาวรากในชุดทดลอง}) \times 100}{(\text{ผลรวมของค่าจำนวนเมล็ดที่งอก} \times \text{ความยาวรากในชุดควบคุม})}$$

ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

ผลของการงอกและความยาวของรากถั่วเขียว

จำนวนเมล็ดที่งอก	สูตร					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
ชุดควบคุม (น้ำ)	50	50	50	50	50	50
ชุดน้ำสกัด	50	50	50	50	50	50
ความยาวรากเฉลี่ย (ซม.)						
ชุดควบคุม (น้ำ)	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03
ชุดน้ำสกัด	6.55	6.45	6.50	8.51	8.91	8.80
% ดัชนีการงอก	81.57	80.32	80.95	105.98	110.96	109.59

ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

ผลจากสมบัติต่างๆ ของปุ๋ย

1. อัตราส่วนกากไขมัน 50 ผสมกับปุ๋ยคอก 40 และขี้เลื่อย10% โดยไม่ทำการปรับปรุงด้วยสารปรับปรุง (P1) สามารถทำให้ปุ๋ยหมักได้มาตรฐานตามข้อกำหนดของกรมวิชาการเกษตร แต่ระหว่างการหมักยังคงมีกลิ่นรุนแรงในช่วงสัปดาห์แรก
2. สัดส่วนและปรับปรุงกากไขมันด้วยกรดฟอสฟอริก หรือ EM ระยะเวลาสัมผัส 3 วัน ก่อนนำไปหมัก ตามสูตร P2 และ P3 พบว่า มีกลิ่นน้อยกว่า P1 แต่อาจทำให้เกิดการสลายอินทรียวัตถุดีกว่าทำให้ P2 ปริมาณอินทรียวัตถุน้อยกว่าค่ามาตรฐาน
3. โรงแรมที่มีพื้นที่น้อย ถ้าทำปุ๋ยหมักมีปัญหากลิ่นรบกวนควรใช้กรดฟอสฟอริกในการปรับปรุง เหมาะสมกว่าการไม่ใช้สารปรับปรุง และสามารถใช้ EM ทดแทนได้ แต่การสลายอินทรียวัตถุของ EM มากเกินไป (C:N = 19.09) อาจทำให้คุณภาพปุ๋ยด้อยลงมาก
4. กากไขมันถึง 60% ไม่สามารถทำให้ปุ๋ยหมักได้มาตรฐานตามข้อกำหนดของกรมวิชาการเกษตร และมีกลิ่นรุนแรง การสลายของอินทรียวัตถุต่ำ ในสูตร P 4 - 6 ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุที่เหลือสูง



คุณลักษณะ	เกณฑ์กำหนด	ข้อมูลผลการตรวจวิเคราะห์		
		โรงแรมชิกเร็ปส์	โรงแรมนิลสมุย	โรงแรมอโนวัฒพา
ขนาดของปุ๋ย (mm.)	< 12.5x12.5 mm.	< 12.5x12.5 mm.	< 12.5x12.5 mm.	< 12.5x12.5 mm.
ปริมาณความชื้นและสิ่งที่ระเหยได้ (% w/w)	< 35 %	58.64 %	15.28 %	51.86 %
ปริมาณสิ่งแปลกปลอม > 5 mm.	< 5 %	4.71 %	0 %	8.59 %
พลาสติก เก้า วัสดุมีคม และโลหะอื่นๆ	ห้ามมี	มี พบ	ไม่พบ	มี พบ
ปริมาณอินทรียวัตถุ (% w/w)	> 30 %	52.68 %	61 .2 %	46.72 %
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (1:4)	5.5-8.5	6.84	7.08	7.22
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N)	< 20 : 1	18.96 : 1	22.74 : 1	13.53 : 1
ค่าการนำไฟฟ้า (dS/m)	< 5 dS/m	3.12 dS/m	3.42 dS/m	10.42 dS/m
ปริมาณธาตุอาหารหลัก (ปอร์เซ็นต์)				
- ไนโตรเจน (total N)	> 1 %	1.61 %	1.61 %	2.00 %
- ฟอสฟอรัส (total P_2O_5)	> 0.5 %	0.20 %	0.50 %	1.38 %
- โพแทสเซียม (total K_2O)	> 0.5 %	0.18 %	0.49 %	1.84 %
การย่อยสลายอินทรียวัตถุ	> 80 %	10.10 %	13.15 %	11.00 %
ปริมาณโลหะหนัก (mg/kg)				
- สารหนู (As)	< 50 mg/kg	11.742 mg/kg	< 8.145 mg/kg	ND
- แคดเมียม (Cd)	< 5 mg/kg	1.1000 mg/kg	0.5000 mg/kg	0.2000 mg/kg
- โครเมียม (Cr)	< 300 mg/kg	35.3000 mg/kg	33.8000 mg/kg	7.4000 mg/kg
- ทองแดง (Cu)	< 500 mg/kg	35.3000 mg/kg	36.7000 mg/kg	11.900 mg/kg
- ตะกั่ว (Pb)	< 500 mg/kg	11.5000 mg/kg	11.8000 mg/kg	2.0000 mg/kg
- ปรอท (Hg)	< 2 mg/kg	0.0630 mg/kg	0.0480 mg/kg	0.0680 mg/kg

การประชุมเชิงปฏิบัติการ

"การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมัน
จากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี"

วันที่ ๒-๓ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๑
ณ ห้องประชุม โรงแรม รอยัล เมืองสมุย วิลล่า
จัดโดย : สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ร่วมกับ : คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
และกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

รูปแบบการพัฒนาต้นแบบถังทำปุ๋ยหมัก

แนวคิดในการพัฒนาถังต้นแบบ

1. วิธีการจัดการปริมาณกากไขมันที่ช่วยลดปัญหาเรื่องกลิ่นที่เกิดขึ้น
2. นำกากไขมันเข้าสู่กระบวนการผลิตปุ๋ยหมักเพื่อใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงบำรุงดิน
3. เป็นนวัตกรรมเพื่อการจัดการกากไขมันที่อย่างยั่งยืน มีประสิทธิภาพสูงสุด บนหลักการของความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Friendly)





3

ความต้องการของการออกแบบถังต้นแบบ

1) สามารถกักเก็บวัตถุดิบสำหรับการทำปุ๋ยหมักได้
2) รับน้ำหนักวัตถุดิบได้อย่างน้อย 100 กิโลกรัม
3) สามารถทำให้วัตถุดิบสำหรับการทำปุ๋ยหมักเกิดการผสมกันได้
4) เก็บกักกลิ่นที่เกิดจากกระบวนการหมักได้
5) มีการระบายน้ำออกได้ในกรณีมีน้ำค้างถัง และมีช่องระบายกลิ่นออกได้ด้วย
6) งานได้ง่ายต่อการจัดการ และมีระบบที่ไม่ซับซ้อน
7) สามารถใช้ทั้งระบบไฟฟ้า และ/หรือปรับเป็นการใช้แรงงานคนในการจัดการได้
8) สามารถปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ที่เสื่อมสภาพได้ โดยเฉพาะตัวถัง
9) สามารถเคลื่อนย้ายได้ และใช้พื้นที่ตั้งน้อย
10) มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 12 เดือน
11) มีค่าใช้จ่ายต่ำ

4

หลักการของการออกแบบถังต้นแบบ

1. ออกแบบให้มีความคล้ายคลึงกับเครื่องผสมปูน
2. ภายในตัวถังจะมีใบครีบเหล็กที่ติดตั้งไว้ผสมวัสดุต่างๆ
3. ทำงานด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส หรือการปรับเปลี่ยนเป็นการใช้แรงงานคนหมุน
4. การหมุนถังจะทำให้เกิดอากาศสามารถเข้าไปแทรกตัวระหว่างส่วนผสมของวัสดุต่างๆ
5. มีการออกแบบที่ฝาถังให้มีการทำช่องขนาดเล็กและติดตั้งหรือใส่สารกำจัดกลิ่น (ผงถ่าน เป็นต้น)
6. ที่กันถังให้มีการทำช่องขนาดเล็กระบายน้ำออกได้

5

เกณฑ์การเลือกการวางตัวของถังต้นแบบ

การเลือกการวางตัวของถัง	ค่าถ่วงน้ำหนัก (คะแนน)	ถังต้นแบบที่มีแกนเป็นแนวนอน	ถังต้นแบบที่มีแกนเป็นแนวตั้ง	ถังต้นแบบที่มีแกนหมุนเอียงทำมุม 45 องศากับแกนตั้ง
1. ความง่ายต่อการบรรจุวัสดุผสมลงถัง	3 (15)	5 (15)	3 (9)	5 (15)
2. ความง่ายต่อการนำวัสดุผสมออกจากถัง	3 (15)	4 (12)	2 (6)	4 (12)
3. พื้นที่ที่ใช้ในการติดตั้ง (ใช้พื้นที่น้อย)	2 (10)	1 (2)	4 (8)	3 (6)
รวม (40 คะแนน)	40	29	23	33

6

เกณฑ์การคัดเลือกรูปแบบกาชนะหรือตัวถังต้นแบบ

การเลือกรูปแบบกาชนะ	ค่าถ่วงน้ำหนัก (คะแนน)	ถังต้นแบบขนาดเล็กหลายๆ ถัง	ถังต้นแบบขนาดถังใหญ่ 1 ถัง
1. ขนาดของตัวถังต้นแบบ	2 (10)	4 (8)	5 (10)
2. ความง่ายต่อการประกอบและติดตั้ง	2 (10)	3 (6)	4 (8)
3. ความง่ายต่อการควบคุมการหมุนของแกน	3 (15)	3 (9)	4 (12)
รวม (35 คะแนน)	35	23	30

7



ลักษณะและส่วนประกอบของถังต้นแบบ

1. มอเตอร์ขนาด 1/2 แรงม้า
2. ถังขนาด 200 ลิตร พร้อมใบกวน
3. ลูกกลิ้งรองถัง
4. ชุดพูเลย์ทดรอบ 2/24 นิ้ว






8

รูปแบบถังต้นแบบ







9

เครือข่ายองค์กรบริหารงานวิจัยแห่งชาติ
Thailand Research Organizations Network (TRON)

จบการนำเสนอ

10

ตัวอย่างเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในวัสดุ

วัสดุผสม	%N
แกลบ	0.35
ใบยาสูบ	1.77
กากตะกอนหม้อกรองน้ำอ้อย	1.96
ขี้เถ้าเตา	0.15
อ้อย	0.47
กากอ้อย	0.34
ใบอ้อย	0.94
ขี้เถ้าแกลบ	0.22
ซังข้าวโพดหวาน	2.13
เปลือกข้าวโพด	1.37
รำอ่อน	2.64
ขี้เลื่อยเพาะเห็ดแล้ว	2.29

ที่มา: www.dca.go.th/apsrdo/index.php/download/.../1-download?...15...







ที่มา: https://assets.change.org/photos/1/oz/xr/xQozxrzilwarblw-800x450-noPad.jpg?1509295505

มาเหลียวหลังแลหน้า กากไขมันกันเถอะ
1 ปี สมุยสะอาด

จัดทำโดย:
สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถ.พญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทร. 02 218 8447 โทรสาร 02 218 8210
E-mail: eric@chula.ac.th

เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการ

"การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจาก กากไขมันจากโรงแรมขนาดกลาง และขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี"

2 – 4 กุมภาพันธ์ 2561

ณ ห้องประชุม
โรงแรม รอแยล เมืองสมุย วิลล่า



กากไขมัน

ต้องปรับปรุงกากไขมันเบื้องต้นก่อน
การกวน หรือคนให้สารกระจายสม่ำเสมอ
เพื่อทำให้กากไขมันแตกตัวได้ดี **(คล้ายทำน้ำสลัด)**
เมื่ออากาศเข้าทั่วถึงจะทำจุลินทรีย์แบบไม่ใช้อากาศตาย
หรือลดจำนวน และกลิ่นเหม็นลดลง

หัวใจสำคัญ !!!
ทำอย่างไรให้จุลินทรีย์ช่วยย่อยสลายกากไขมัน แล้วไม่ (ค่อย) เหม็น

1. เลือกวัสดุผสมให้มีสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนใกล้เคียง 25 (C/N ratio ใกล้เคียง 25)
2. ขนาดวัสดุที่ใช้ควรมีขนาดน้อยกว่า 1 – 2 เซนติเมตร
3. ปั่นกวนกากไขมันกับสารปรับปรุงให้ทั่วกัน เช่น ใช้กรดฟอสฟอริก น้ำอีเอ็ม กรดน้ำส้ม หรือเอนไซม์ แต่รักษาให้ค่าพีเอชอยู่ในช่วง 5 – 6
4. ถ้าความชื้นต่ำกว่า 50 % ควรเติมจุลินทรีย์ช่วยย่อยจากน้ำแช่ปุ๋ยคอก **(มูลสัตว์)** ลงกองปุ๋ยบ้าง

ถ้ามี<u>กากไขมันมาก</u>ในแต่ละวันควรทำอย่างไร ??

- ตักกากไขมันออกจากบ่อให้บ่อยครั้ง **(อย่าพึ่งไว้นานหลายวัน)** จุลินทรีย์แบบสร้างกลิ่นมีการเติบโตเร็ว และจะมีกลิ่นเหม็น
- ตักแล้ว ควรแยกส่วนน้ำเสียกลับคืนลงไปในระบบบำบัดน้ำเสีย
- นำกากไขมันมาปรับปรุงด้วยสารที่เหมาะสม **(ควรควบคุมให้มีน้ำน้อยๆ)**
- กากไขมัน และเศษวัสดุปริมาณมากพอรวบรวมไปทำปุ๋ยหมักต่อไป

- กรณีที่มีเศษใบไม้ วัสดุต่างๆ เศษอาหาร ผสมใช้ได้ไหมนั้น ควรพิจารณาจาก **อัตราส่วนคาร์บอน ไนโตรเจน ให้ใกล้เคียง 25** โดยประมาณค่าคาร์บอนในเศษใบไม้
- วัสดุทางการเกษตร มีคาร์บอนประมาณ 40 – 50 % ตามที่มี เช่นสูตรเมืองสมุยกรุ๊ป ได้ค่า C/N = 40 ใช้เวลานาน 45 – 60 วัน



วัสดุและสูตรการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันของเมืองสมุยกรุ๊ปฯ ได้แก่
กากไขมันแห้ง เศษวัชพืช มูลสัตว์ รำข้าว น้ำหมักEM น้ำเปล่า และผงโดนาไมท์

ขั้นตอนการปฏิบัติ

1. นำเศษวัชพืช 36 กิโลกรัม รองพื้น
2. นำมูลสัตว์ 13 กิโลกรัม โรยทับเศษวัชพืช
3. นำกากไขมัน 14 กิโลกรัม ใส่ทับลงไปอยู่ในชั้นที่ 3
4. นำรำข้าว 3 ขีด โรยให้ทั่วกองปุ๋ยหมัก
5. นำน้ำหมักEM 7 ลิตร รดให้ทั่วกองปุ๋ยหมัก
6. นำเศษวัชพืช 14 กิโลกรัม โรยทับอีกที
7. นำน้ำเปล่า 14 ลิตร ฉีดให้ทั่วกองปุ๋ยหมัก
8. นำผงโดโลไมท์ 2 ขีด โรยให้ทั่วกองปุ๋ยหมัก
9. นำผ้าใบหรือผ้ายางปิดคลุมกองปุ๋ยหมักให้มิดชิด เติมอากาศ/กลับกองทุก 2 สัปดาห์

ภาคผนวก ฐ

รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุม
วันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2561



รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมเชิงปฏิบัติการ "การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อมเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี"

วันที่ ๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๑ เวลา 08.30 – 16.00 น. ณ ห้องประชุม โรงแรม รอยัล เมืองสมุย วิลล่า

ที่	ชื่อ-สกุล	สถานประกอบการ	โทรศัพท์	E-mail	ลายเซ็นต์	
					เช้า	บ่าย
1	นางสาว ชารีญา ยะเดหวา	โรงแรมพีช รีสอร์ท				
2	นาย ทรงศักดิ์ เจริญศักดิ์	โรงแรมพีช รีสอร์ท	0626615350	EN@peace.com		
3	นาย เจริญ ทองดองแก้ว	โรงแรมพีช รีสอร์ท	0115746744/0	gm_peace-com		
4	นาง ราตรี อยู่คชลักษณ์	โรงแรมบัญดารา รีสอร์ทแอนสปา, สมุย				
5	นาย ชลธี คงเสน่ห์	โรงแรมบัญดารา รีสอร์ทแอนสปา, สมุย	081-9582987	thophat@hotmail.com		
6	นาย ศรชัย คำถีระ	โรงแรมบัญดารา รีสอร์ทแอนสปา, สมุย	085-8886149	-		
7	นาย ทองสุข สุวรรณ	โรงแรมสมุยปาล์มบีชรีสอร์ท	0847620013			
8	นาย ไพฑูรย์ สิสุมา	โรงแรมโฟร์ซีซั่นเกาะสมุย	0883748196	paitoon9822@icloud.com		
9	นาย บุญเลิศ เกษแป้น	โรงแรมเวิล์ดรีสอร์ท				
10	นาย ฟ้าสนั่น บัวสระ	โรงแรมเวิล์ดรีสอร์ท				
11	นางสาว เทพสุดา ลอยจิ้ว	โรงแรมบันยันทรีย์สมุย	0887608839	thepsuda.loyjiw@banyantree.com		
12	นางสาว อุมาภรณ์ นาคย่อง	โรงแรมบันยันทรีย์สมุย	0894928295	Umaporn.Yokyong@banyantree.com		
13	นาย โกมลชัย โพธิ์กลาง	โรงแรมบันยันทรีย์สมุย	0860098744	Steward.samui@banyantree.com		
14	นาย ปัญญา จั่นเพชร	โรงแรมพาวิลเลียน สมุย บูชาค รีสอร์ท				
15	นาย ชัยประสิทธิ์ นารถอมแสน	โรงแรมพาวิลเลียน สมุย บูชาค รีสอร์ท	0856459522 0612135303			



รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมเชิงปฏิบัติการ "การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อมเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี"

วันที่ ๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๑ เวลา 08.30 – 16.00 น. ณ ห้องประชุม โรงแรม รอยัล เมืองสมุย วิลล่า

ที่	ชื่อ-สกุล	สถานประกอบการ	โทรศัพท์	E-mail	ลายเซ็นต์	
					เข้า	บ่าย
16	นาย สายชล อินทนน	โรงแรมพาวิลเลียน สมุย บูชาค รีสอร์ท				
17	นาย เสริมโชค ส่งเสียง	โรงแรมสันติบุรี บีช รีสอร์ท แอนด์สปา	087-4272078	gdo.santiburi@gmail.com		
18	นางสาว บุษบา บุญมาเถ้า	โรงแรมมานะไทย	0918140145	am.boodsaba@gmail.com		
19	นางสาว อมรรัตน์ แววเพ็ชร	โรงแรมละไมวันธา บีช รีสอร์ท	088-7601340	laolamaivanta.com		
20	นาย ซอลาหุกัน มีนา	โรงแรมละไมวันธา บีช รีสอร์ท	093-2215128			
21	นาย ฉัตรชัย หนูรอด	โรงแรมอิมพีเรียลโบ๊ทเฮาส์ บีช รีสอร์ท	0657832200		chatchai	chatchai
22	นาย สำอาง พิมพล	โรงแรมอิมพีเรียลโบ๊ทเฮาส์ บีช รีสอร์ท	08			
23	นาย สมใจ มีจันทร์	โรงแรมเบย์วอเตอร์ รีสอร์ท	093-5975976			
24	นาย กิตติพงศ์ โสมจันทร์	โรงแรมศาลาเชิงมนบีช				
25	นาย เนย บุญเลิศ	โรงแรมศาลาเชิงมนบีช				
26	นาย ชยพล บุตรรัตน์	โรงแรม รอยัล เมืองสมุย วิลล่า	0847305656	chief_engineer@		
27	นาย สิทธิโชค พลเทพ	โรงแรม รอยัล เมืองสมุย วิลล่า	090-1530755			
28	นาย ประจักษ์ พรหมสุทธิ์	โรงแรมเมืองสมุย สปา รีสอร์ท				
29	นาย เชิด น่วมยิ้ม	โรงแรมเมืองสมุย สปา รีสอร์ท				
30	นาย คำ สีบสวน	ไทยเฮาส์ บีช รีสอร์ท	864-2109405			
31	นาย ยมนา ลื้อแหมะ	ไทยเฮาส์ บีช รีสอร์ท	0692455235		ยมนา ลื้อแหมะ	ยมนา ลื้อแหมะ
32	นาย วิโรจน์ ชูหนู	บริษัทใบหยกซีโคสท์รีสอร์ทจำกัด	077-428130			



รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมเชิงปฏิบัติการ "การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อมเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี"

วันที่ ๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๑ เวลา 08.30 – 16.00 น. ณ ห้องประชุม โรงแรม รอยัล เมืองสมุย วิลล่า

ที่	ชื่อ-สกุล	สถานประกอบการ	โทรศัพท์	E-mail	ลายเซ็นต์	
					เข้า	บ่าย
33	นางสาว ศุภลักษณ์ กาญจนศรี	โรงแรมบ้านสมุย รีสอร์ท จำกัด	081-4693452	tomiraoi@gmail.com		
34	นาย คมเกียว เจริญลาภ	โรงแรมบ้านสมุย รีสอร์ท จำกัด				
35	นาย บุญสุข คงสุวรรณ์	โรงแรมซิกส์เซนส์ สมุย				
36	นาย ธนกร พรวิทยาพันธ์	โรงแรมซิกส์เซนส์ สมุย	082-2650961			
37	นาย สุรศักดิ์ กุลศรี	โรงแรมบานานาแฟนซีรีสอร์ท	086-7469777	engineer@bananafancy.com		
38	นาย สำลี อุยไขพันธ์	โรงแรมบานานาแฟนซีรีสอร์ท	083-1854615			
39	นาย รุ่งอรุณ ทีมโชติ	โรงแรมเรเนอซองส์เกาะสมุย	082-2748921			
40	นาย อภัย มีเงิน	โรงแรมเรเนอซองส์เกาะสมุย	087-0971629			
41	นางสาว ศิริรัตน์ ปั่นรอด	โรงแรมบ้านท้องทราย	081-7346413	greenproject@tongsaibaysummi.com		
42	นาย สุทิน ชุมแก้ว	โรงแรมบ้านท้องทราย	086-2981698	-		
43	คุณ เสาวนีย์ พงสุพัฒน์	โรงแรมสมุยวิลล่าแอนด์โฮมจำกัด				
44			087-7882973			
45			082-4173097			
46						
47			098-3304089			
48			084-6524218			
49						



รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมเชิงปฏิบัติการ "การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อมเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี"

วันที่ ๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๑ เวลา 08.30 – 16.00 น. ณ ห้องประชุม โรงแรม รอยัล เมืองสมุย วิลล่า

ที่	ชื่อ-สกุล	สถานประกอบการ	โทรศัพท์	E-mail	ลายเซ็นต์	
					เข้า	บ่าย
50	นายอิทธพงษ์ ปิยินทอาญ	โรงแรมน้ำอยุดี รีสอร์ท แอนด์ สปา	089-9344989	AHR@bophutresort.com	อิทธพงษ์	อิทธพงษ์
51	นายอภินันท์ สังข์โพธิ์	"	061-2241926	"	อภินันท์	อภินันท์
52	อรทัย ว.ศ. ไทยลาด อิสสิ	[illegible]	081-6761682		[illegible]	[illegible]
53	น.ส อัญชลี เมืองนิล	"	094-0166427		อัญชลี	อัญชลี
54						
55						
56						
57						
58						
59						
60						
61						
62						
63						
64						
65						
66						



รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมเชิงปฏิบัติการ "การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อมเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี"

วันที่ ๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๑ เวลา 08.30 – 16.00 น. ณ ห้องประชุม โรงแรม รอยัล เมืองสมุย วิลล่า

ที่	ชื่อ-สกุล	สถานประกอบการ	โทรศัพท์	E-mail	ลายเซ็นต์	
					เข้า	บ่าย
1	รศ.ดร.พันธวัศ สัมพันธ์พานิช	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	02-2188446			
2	ผศ.ดร.กรองแก้ว ทิพย์ศักดิ์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง				
3	อ.ดร.เพ็ญรดี จันทร์ภิวัฒน์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	02-2188215			
4	นาย เอกชา ตนานนท์ชัย	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	02-2188447			
5	นางสาวมนทิรา สุขเจริญ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	02-2188447			
6	นางวรวรรณ ประชาเกษม	กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม				
7	นางสาวรุจิรา ชัยศิริถาวรกุล	กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม				
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						

ภาคผนวก ฑ

รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุม
วันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2561



รายชื่อผู้เข้าร่วมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ "การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อมเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี"

วันที่ ๓ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๑ เวลา 08.30 – 16.00 น. ณ ห้องประชุม โรงแรม รอยัล เมืองสมุย วิลล่า

ที่	ชื่อ-สกุล	สถานประกอบการ	โทรศัพท์	E-mail	ลายเซ็นต์	
					เข้า	บ่าย
1	[illegible]	โรงแรม [illegible]	0848513618		[illegible]	
2	Boonsuk	Six Senses	095419 5513		[illegible]	
3	Prakit T.	Six Senses	084 1971164		[illegible]	
4	[illegible]	ทนะไทย [illegible]	0918100145		[illegible]	
5	[illegible]	โรงแรม [illegible]	086-2981698		[illegible]	
6	[illegible]	โรงแรม [illegible]	097-[illegible]		[illegible]	
7	[illegible]	โรงแรม [illegible]	062-4173097		[illegible]	
8	[illegible]	โรงแรม [illegible]	0824620013		[illegible]	
9	[illegible]	Lamaiwanta	088-760[illegible]	hra@lamaiwanta.com	[illegible]	
10	[illegible]	"	093-[illegible]		[illegible]	
11	[illegible]	"	081-784[illegible]		[illegible]	
12	[illegible]	โรงแรม [illegible]	081-7346493	greenproject@tongsaibaysamui.com	[illegible]	
13	[illegible]	โรงแรม [illegible]	0891467592		[illegible]	
14	[illegible]	"	0612133306		[illegible]	
15	[illegible]	วิลล่า [illegible]	0901330133		[illegible]	
16	[illegible]	[illegible]	0842955235		[illegible]	
17	[illegible]	[illegible]	0817882273		[illegible]	
18	[illegible]	ไทยเข้าร์	0642109[illegible]		[illegible]	



รายชื่อผู้เข้าร่วมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ "การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อมเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี"

วันที่ ๓ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๑ เวลา 08.30 – 16.00 น. ณ ห้องประชุม โรงแรม รอยัล เมืองสมุย วิลล่า

ที่	ชื่อ-สกุล	สถานประกอบการ	โทรศัพท์	E-mail	ลายเซ็นต์	
					เข้า	บ่าย
1	รศ.ดร.พันธวัศ สัมพันธ์พานิช	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	02-2188446			
2	ผศ.ดร.กรองแก้ว ทิพย์ศักดิ์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง				
3	อ.ดร.เพ็ญรดี จันทร์ภิวัฒน์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	02-2188215			
4	นาย เอกชา ตนานนท์ชัย	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	02-2188447			
5	นางสาวมนทิรา สุขเจริญ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	02-2188447			
6	นางวรวรรณ ประชาเกษม	กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม				
7	นางสาวรุจิรา ชัยศิริถาวรกุล	กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม				
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						

ภาคผนวก ฒ

กำหนดการประชุมเชิงปฏิบัติการ วันที่ 4-5 พฤษภาคม 2561

กำหนดการประชุมเชิงปฏิบัติการ
“การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี”

วันที่ ๔-๕ พฤษภาคม ๒๕๖๑ ณ โรงเรือนเพาะชำ โรงแรม เมืองสมุย สปา รีสอร์ท

จัดโดย : สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ร่วมกับ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และ
กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

วันที่ ๔ พฤษภาคม ๒๕๖๑

๑๒.๓๐ – ๑๓.๐๐ น. ลงทะเบียน และรับเอกสารประกอบการประชุม

๑๓.๐๐ – ๑๓.๑๕ น. กล่าวรายงานรายละเอียดโครงการ
โดย นางวรวรรณ ประชาเกษม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

๑๓.๑๕ – ๑๓.๓๐ น. กล่าววัตถุประสงค์โครงการ และรายละเอียดของการประชุม
โดย รองศาสตราจารย์ ดร. พันธวัศ สัมพันธ์พานิช

๑๓.๓๐ – ๑๔.๐๐ น. นำเสนอผลของการศึกษาวิจัยในห้องปฏิบัติการ
โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กรองแก้ว ทิพยศักดิ์

๑๔.๐๐ – ๑๔.๓๐ น. รับประทานอาหารว่าง

๑๔.๓๐ – ๑๕.๐๐ น. นำเสนอผลของการศึกษาวิจัยในพื้นที่ศึกษา เกาะสมุยฯ
โดย รองศาสตราจารย์ ดร. พันธวัศ สัมพันธ์พานิช

๑๕.๐๐ – ๑๕.๓๐ น. ประเด็นปัญหาและอุปสรรค ของกระบวนการพัฒนาการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันฯ และรูปแบบการพัฒนาประยุกต์ใช้ถังต้นแบบทำปุ๋ยหมัก
โดย รองศาสตราจารย์ ดร. พันธวัศ สัมพันธ์พานิช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กรองแก้ว ทิพยศักดิ์

๑๕.๓๐ – ๑๖.๐๐ น. ประเด็นการซักถาม

๑๖.๐๐ – ๑๖.๑๕ น. การประชาสัมพันธ์โครงการและเชิญชวนเข้าร่วมการเป็นอุตสาหกรรมโรงแรมต้นแบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Hotel)
โดย นางวรวรรณ ประชาเกษม
นางสาวรุจิรา ชัยศิริถาวรกุล

๑๖.๑๕ – ๑๖.๓๐ น. กล่าวสรุปผลการประชุมเชิงปฏิบัติการ
โดย อาจารย์ ดร.เพ็ญรดี จันทร์ภิวัฒน์

วันที่ ๕ พฤษภาคม ๒๕๖๑

๐๙.๐๐ – ๑๒.๐๐ น. ออกสำรวจ/สัมภาษณ์การจัดการกากไขมัน
จากโรงแรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Hotel) (ต่อ)

ภาคผนวก ณ

เอกสารเผยแพร่ความรู้ การทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน



การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Production of Soil Amendment with Grease Trap Waste from the SME Hotels at Koh Samui, Surat Thani

จัดโดย : สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ร่วมกับ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
และกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

1. รายละเอียดโครงการ

การวิจัยโครงการ “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมัน จากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” เป็นการจัดการกากไขมัน ซึ่งเป็นกากของเสียอินทรีย์ที่ควรถูกจัดการ และกำจัดอย่างเหมาะสม เพื่อป้องกันปัญหาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากกากไขมัน โดยเฉพาะการวิจัยครั้งนี้ ต้องการนำกากไขมันที่เกิดจากกิจกรรมของโรงแรมมาทำเป็นปุ๋ยหมัก ร่วมกับการผสมศลุกเคล้ากับวัสดุเหลือใช้อื่น ๆ โดยคาดว่าจะได้วิธีการกำจัดกากไขมัน (Grease Trap Waste) จากโรงแรมด้วยการนำมาเป็นส่วนผสมของการทำปุ๋ยหมักใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงบำรุงดิน และพันธุ์ไม้ต่าง ๆ โดยรอบพื้นที่ของโรงแรม สามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อ และใช้ปุ๋ยเคมี อีกทั้งเป็นการใช้ปุ๋ยในรูปแบบปุ๋ยอินทรีย์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และคาดว่าสามารถช่วยลด และแก้ไขปัญหาการกำจัดกากไขมันของโรงแรมในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้อย่างยั่งยืนและมีประสิทธิภาพสูงสุด

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

โครงการวิจัย เรื่อง “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมัน จากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” เป็นการวิจัยประยุกต์ที่มุ่งเน้นหาวิธีการกำจัดกากไขมัน เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวหรือวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SME) โดยมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการกำจัดกากไขมันจากอุตสาหกรรมโรงแรมหรือผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ด้วยการแปรรูปเป็นปุ๋ยหมักให้เกิดประโยชน์และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2) เพื่อเพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือใช้ และของเสียจากอุตสาหกรรมโรงแรม ด้วยการผสมร่วมกับกากไขมันในอัตราส่วนที่เหมาะสม และแปรรูปเป็นปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดิน ให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม

3) เพื่อพัฒนาต้นแบบถังทำปุ๋ยหมัก และวิธีการแปรรูปกากไขมันเป็นปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่มีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ และทางเศรษฐศาสตร์

4) เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้การกำจัดกากไขมันจากอุตสาหกรรมโรงแรมที่เหมาะสม และประยุกต์งานสู่การเป็นอุตสาหกรรมโรงแรมต้นแบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Hotel) และส่งเสริมให้มีการนำรูปแบบการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันไปใช้ประโยชน์ได้ในอุตสาหกรรมโรงแรมหรือผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

1) ทราบปัจจัย และวิธีการกำจัดกากไขมันที่มีความเหมาะสมต่ออุตสาหกรรมโรงแรม ด้วยการแปรรูปเป็นปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2) วิธีการผลิตถังทำปุ๋ยหมักต้นแบบ เพื่อกำจัดกากไขมันที่มีความเหมาะสมต่ออุตสาหกรรมโรงแรมทั้งในด้านเทคนิค การปฏิบัติ และเศรษฐศาสตร์

3) วิธีการกำจัดกากไขมัน และต้นแบบถังทำปุ๋ยหมัก จะนำไปใช้ประโยชน์ในโครงการส่งเสริมการมีส่วนร่วมโรงแรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Hotel) ของกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

4. ความรู้เบื้องต้นด้านกากไขมัน

1) ไขมันและน้ำมัน

ไขมันมีองค์ประกอบธาตุหลัก 3 ชนิด ได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน และ ออกซิเจน กากไขมันที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้เกิดจากแหล่งกำเนิดกากไขมันจากการประกอบอาหารในครัว และเบเกอรี่ภายในโรงแรม เช่น น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม ไขมันพืช ไขมันสัตว์ เนย มาการีน และน้ำมันมะกอก เป็นต้น มีการปนเปื้อนลงในน้ำเสีย กากไขมันก่อให้เกิด

ปัญหาการเน่าเสียของน้ำ เนื่องจากไขมันลอยตัวที่ผิวน้ำทำให้ออกซิเจนไม่สามารถละลายลงน้ำได้ เกิดการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ส่งกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ และสามารถจับตัวเป็นก้อนแข็ง และเกิดการอุดตันของระบบท่อระบายน้ำ

2) การจัดการกากไขมัน

การกำจัดกากไขมันสามารถทำได้หลายวิธีไม่ว่าจะใช้การย่อยสลายโดยวิธีทางชีวภาพหรือเคมี การจัดการในเบื้องต้น ควรตักกากไขมันออกจากบ่อพักเป็นประจำ ไม่ควรให้ไขมันอุดตันภายในท่อระบายน้ำ เมื่อได้กากไขมันแล้ว ควรรวบรวมนำไปกำจัดในหลุมฝังกลบ หรือใช้รถสูบสิ่งปฏิกูลสูบกากไขมันและนำไปกำจัดที่หลุมฝังกลบต่อไป

การจัดการกากไขมันด้วยบ่อดักไขมัน (Grease Tap) เป็นขั้นตอนแรกที่สำคัญในการกำจัดไขมัน เพื่อลดปัญหาการอุดตันของท่อระบายน้ำ ลดกลิ่นจากการย่อยสลายไขมัน และเป็นวิธีที่ทำได้ง่ายสุดในการจัดการกากไขมัน ดังนั้นเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดการกากไขมันในถังดักไขมัน ควรมีระยะเวลาของการกักพัก (Detention Time) ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง เพื่อให้ไขมัน และน้ำมันมีโอกาสลอยตัวขึ้นบนผิวน้ำ ซึ่งสะดวกต่อการตักไปกำจัด อย่างไรก็ตามการออกแบบบ่อดักไขมันสำหรับประเทศไทยซึ่งมีอุณหภูมิสูง การจับตัวของไขมันช้า ต้องออกแบบถังดักไขมันให้มีระยะเวลากักพัก (Detention Time) ของบ่อดักไขมันมากกว่า 1 ชั่วโมง เพื่อให้น้ำมันและไขมันมีโอกาสแยกตัว และลอยขึ้นมาสะสมกันอยู่บนผิวน้ำ เพื่อตักออกไปกำจัดเมื่อปริมาณไขมันและน้ำมันสะสมมากขึ้น

5. การทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน

การทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันเป็นทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสมในการจัดการกากไขมันจากบ่อดักไขมันให้เกิดประโยชน์ โดยนำมาผสม และหมักร่วมกับวัสดุเหลือใช้อื่นๆ อาทิ ใบไม้ใบหญ้า ขี้เลื่อย ปุ๋ยคอก (จากมูลวัว) และน้ำหมักชีวภาพ เป็นต้น โดยคำนึงถึงความชื้น (%) คาร์บอนอินทรีย์ (%)และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด เมื่อเริ่มกระบวนการหมักต้องมีการควบคุมสภาวะให้มีความเหมาะสมในการย่อยสลาย คือ

1) อุณหภูมิ ในการทำปุ๋ยหมักในช่วง 3-4 วัน หรือ 3-6 สัปดาห์ ขึ้นกับองค์ประกอบที่ใช้ในการหมักแต่อย่างไรก็ตาม ควรควบคุมอุณหภูมิให้สูงกว่า 55 ^{o}C เพื่อทำลายเมล็ดวัชพืช ตัวอ่อนของแมลงวัน และโรคพืชต่าง ๆ เป็นต้น

2) การเติมอากาศ เป็นการป้องกันไม่ให้เกิดการย่อยสลายแบบไร้อากาศเนื่องจากก่อให้เกิดสารประกอบที่เกิดกลิ่น เช่น ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ควรให้กองปุ๋ยมีช่องว่าง

ประมาณ 30-35% เพื่อควบคุมการระบายอากาศในกองปุ๋ยหมักในสภาวะใช้อากาศให้ดีที่สุด

3) ความชื้น กองปุ๋ยควรมีความชื้นประมาณ 40-60 % เพื่อให้จุลินทรีย์ไม่ขาดน้ำ และช่วยให้เกิดการย่อยสลายของสารอินทรีย์ได้เหมาะสม

4) ขนาดของอินทรีย์วัตถุที่เหมาะสม ไม่ควรเกิน 2 นิ้ว และควรผสมวัตถุที่มีเนื้อต่างกัน เพื่อให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก

5) การพลิกกลับกอง ต้องพิจารณาระยะเวลาการพลิกกลับ โดยสังเกตจากอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมัก ควรมีอุณหภูมิประมาณ 45-65 องศาเซลเซียส หากสูงเกินกว่าควรกลับกองเพื่อเติมอากาศ

6) อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่จุลินทรีย์ต้องการอยู่ที่อัตราส่วน 25 ถึง 35:1 ถ้าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำ จะเกิดก๊าซแอมโมเนีย ทั้งนี้เมื่อหมักปุ๋ยเสร็จแล้ว อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ต้องไม่เกิน 20:1

กระบวนการหมักปุ๋ยจากกากไขมัน พบปัญหาอันเนื่องจากกลิ่นของกากไขมันที่เกิดจากการย่อยสลายของไขมันโดยจุลินทรีย์ที่ไม่มีการใช้ออกซิเจน จนเกิดเป็นก๊าซไข่เน่า และก๊าซแอมโมเนีย โดยทั่วไปมักนำไปทิ้งในหลุมฝังกลบขยะ ซึ่งการย่อยสลายใช้เวลานาน และเกิดกลิ่นที่น่ารังเกียจ ดังนั้นการลดปัญหากลิ่นจากไขมันด้วยการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนในการย่อยไขมัน สามารถทำได้โดยการปรับปรุงกากไขมันขั้นต้น ด้วยการเติมกรดในปริมาณที่เหมาะสม และปั่นกวนให้อากาศเข้าไปแทรกตามชั้นของกากไขมัน ทำให้แบคทีเรียที่ไม่ใช้อากาศ (Anaerobic bacteria) ไม่เจริญเติบโต และเพื่อให้กรดเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส สลายโครงสร้างกากไขมันจะทำให้เกิดการย่อยแบบใช้อากาศได้ง่าย จากนั้นทำการหมักกากไขมันที่ผ่านการปรับปรุงแล้วให้เป็นปุ๋ยหมัก เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และไนเทรต ซึ่งการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน สามารถช่วยลดปัญหาเรื่องกลิ่น และจัดการกากไขมันได้ โดยการเลือกใช้สารต่างๆ เพื่อเปลี่ยนโครงสร้างของกากไขมัน มี 3 ทางเลือก ได้แก่

1) กรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) เข้มข้น 1 โมลาร์ ข้อดีต่อการเป็นปุ๋ย คือ ช่วยเพิ่มธาตุอาหารหลักประเภทฟอสฟอรัสให้แก่พืช เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ นอกจากนี้ สภาพกรดสามารถช่วยให้เกิดไฮโดรไลซิส และทำให้กากไขมันมีขนาดเล็กลง

2) กรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้น 1 โมลาร์ ข้อดีต่อการเพิ่มธาตุอาหารหลักประเภทไนโตรเจน แทนฟอสฟอรัส ช่วยให้เกิดไฮโดรไลซิส และทำให้กากไขมันมีขนาดเล็กลง

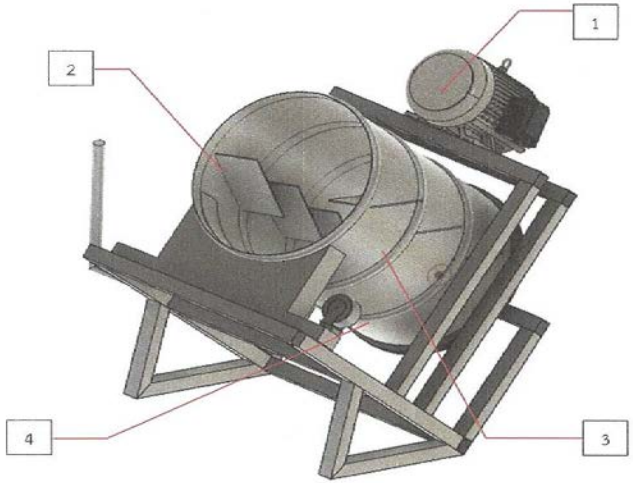
3) EM หรือ น้ำหมัก จากสับปะรดใช้ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร น้ำหมักที่ใช้มีฤทธิ์เป็นกรดอ่อนซึ่งจากการวิเคราะห์ค่าพีเอชมีค่าเท่ากับ 5 ช่วยให้กากไขมันเกิดไฮโดรไลซิสได้ดีขึ้น

6. การผลิตถังต้นแบบทำปุ๋ยหมัก

ข้อพิจารณาและแนวทางการทำถังหมัก ประกอบด้วย

1) สามารถกักเก็บวัตถุดิบสำหรับการทำปุ๋ยหมักได้
2) รับน้ำหนักวัตถุดิบได้อย่างน้อย 100 กิโลกรัม
3) สามารถทำให้วัตถุดิบสำหรับการทำปุ๋ยหมักเกิดการผสมกันได้
4) เก็บกักกลิ่นที่เกิดจากกระบวนการหมักได้
5) มีการระบายน้ำออกได้ในกรณีมีน้ำค้างถัง และมีช่องระบายกลิ่นออกได้ด้วย
6) สามารถใช้งานได้ง่ายต่อการจัดการ และมีระบบที่ไม่ซับซ้อน
7) สามารถใช้ทั้งระบบไฟฟ้า และ/หรือปรับเป็นการใช้แรงงานคนในการจัดการได้
8) สามารถปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เสื่อมสภาพได้ โดยเฉพาะตัวถัง
9) สามารถเคลื่อนย้ายได้ และใช้พื้นที่ตั้งน้อย
10) มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 12 เดือน
11) มีค่าใช้จ่ายต่ำ
12) ถังที่ใช้เป็นโลหะควรทาสีกันสนิม และทนต่อการกัดกร่อนของกรด-ด่าง

จากการออกแบบขั้นต้น โครงการฯ ได้จัดทำถังต้นแบบตามข้อพิจารณาข้างต้น ประกอบกับการพิจารณาหลักการของการออกแบบถังต้นแบบ และการให้คะแนน เช่น รูปแบบของการวางตัวของถังต้นแบบ และรูปแบบภาชนะหรือตัวถังต้นแบบ เป็นต้น โดยคาดว่าจะเป็นถังต้นแบบที่มีการใช้งานที่ง่าย สะดวก และมีความเหมาะสมสูงสุดกับพื้นที่ศึกษา เพื่อการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน จากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยถังต้นแบบมีลักษณะ และส่วนประกอบ ได้แก่ 1) มอเตอร์ 2) ใบครีบสำหรับการกวน 3) ถังเหล็ก 200 ลิตร และ 4) พูเล่ย์สำหรับการทดรอบ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ลักษณะและส่วนประกอบของถังต้นแบบ

ถังต้นแบบขนาดปริมาตร 200 ลิตร ดังกล่าวทำมาจากเหล็ก ที่มีอายุการใช้งานโดยประมาณ 6-8 เดือนเท่านั้น ซึ่งหากมีงบประมาณเพิ่มมากขึ้น ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนจากถังเหล็ก เป็นถังสแตนเลสขนาด 200 ลิตร โดยจะทำให้ถังมีอายุการใช้งานเพิ่มขึ้นมากกว่า 1 ปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการใช้งาน และการดูแลรักษา อย่างไรก็ตาม ส่วนประกอบต่าง ๆ ของการทำถังหมักนั้น สามารถประยุกต์ ปรับเปลี่ยน หรือเปลี่ยนชิ้นส่วนได้ตามความเหมาะสม หรือตามความต้องการของผู้ใช้งาน

7. มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์

มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548

ด้วยปัจจุบันมีการส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปรับปรุงบำรุงดิน ตลอดจนนำเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้ในการปรับปรุงบำรุงดิน เพิ่มคุณค่าของธาตุอาหารพืช ทำให้มีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มมากขึ้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องควบคุมมาตรฐานปุ๋ย

อินทรีย์ เพื่อรักษาผลประโยชน์ของเกษตรกร กรมวิชาการเกษตรจึงกำหนดมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (กรมวิชาการเกษตร, 2548) สำหรับรายละเอียดเกณฑ์กำหนดคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548 แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์สมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ ตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548

ลำดับที่	คุณลักษณะปุ๋ย	เกณฑ์กำหนด
1	ขนาดของปุ๋ย	ไม่เกิน 12.5x12.5 มิลลิเมตร
2	ปริมาณความชื้นและสิ่งที่ระเหยได้	ไม่เกิน 35 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
3	ปริมาณหินและกรวด	ขนาดใหญ่กว่า 5 มิลลิเมตร ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
4	พลาสติก แก้ว วัสดุมีคม และโลหะอื่น ๆ	ต้องไม่มี
5	ปริมาณอินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)	ไม่น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
6	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	5.5-8.5
7	อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N)	ไม่เกิน 20:1
8	ค่าการนำไฟฟ้า (EC : Electrical Conductivity)	ไม่เกิน 6 เดซิซีเมนส์/เมตร
9	ปริมาณธาตุอาหารหลัก (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) 1) ไนโตรเจน (Total N) 2) ฟอสฟอรัส (Total P_2O_5) 3) โพแทสเซียม (Total K_2O)	 ไม่น้อยกว่า 1.0 เปอร์เซ็นต์ ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์
10	การย่อยสลายที่สมบูรณ์	มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์
11	สารหนู (Arsenic) แคดเมียม (Cadmium) โครเมียม (Chromium) ทองแดง (Copper) ตะกั่ว (Lead)	ไม่เกิน 50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ไม่เกิน 5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ไม่เกิน 300 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ไม่เกิน 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ไม่เกิน 50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร, 2548

8. ผลของการศึกษาในห้องปฏิบัติการจากถังต้นแบบ

จากผลการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการฯ ให้ผลการทดลองที่ดีที่สุด คือ การปรับปรุงกากไขมันด้วยกรดฟอสฟอริกนาน 3 วัน และใช้อัตราส่วนของกากไขมัน 50 ผสมกับปุ๋ยคอก 40 และขี้เลื่อย 10% (อัตราส่วน 50:40:10) เพื่อการทำปุ๋ยหมัก โดยพบว่า มีกลิ่นน้อยกว่าการหมักด้วยน้ำหมัก EM โดยเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ทั้งนี้การดำเนินการทำปุ๋ยหมักได้แบ่งปริมาณการใส่กากไขมันและวัสดุผสม ออกเป็น 3 ครั้ง (แบบทยอยเติม) โดยเติมกากไขมันสลับกับวัสดุหมักเป็นชั้น ๆ ลงในถังต้นแบบ เพื่อให้เกิดการกระจาย และการเข้ากันของกากไขมันกับวัสดุผสมมากขึ้น ทำการวัดอุณหภูมิและความชื้น โดยควบคุมความชื้นให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม หากความชื้นต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสม จะทำการพรมน้ำให้ความชื้นเพียงพอ

การตรวจสอบการใช้งานของถังต้นแบบ เริ่มด้วยการเทวัสดุผสมลงถังต้นแบบ (ดังรูปที่ 2) และเปิดมอเตอร์หมุนถังต้นแบบเพื่อการผสมหรือคลุกเคล้ากันระหว่างกากไขมันและวัสดุผสมให้เข้ากันมากขึ้น ระหว่างการหมักทำปุ๋ย ได้ทำการเติมอากาศด้วยการเปิดรูที่ฝาถังหมัก และเปิดมอเตอร์ให้หมุน เพื่อเป็นทั้งการกลับกองปุ๋ยหมักในถังหมัก และเป็นการเติมอากาศลงในกองปุ๋ยหมักทุก ๆ วัน และเมื่อทำการหมักนานถึง 45 วัน พบว่าปุ๋ยหมักจากการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการฯ มีคุณสมบัติ ดังตารางที่ 2 และตารางที่ 3

สำหรับชุดควบคุม พบว่า ยังคงมีกลิ่นกากไขมันอยู่ และเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายได้บ้าง ทำให้มีอัตราส่วนของ C:N 29.89:1 ปุ๋ยชุดทดลองที่ผ่านการปรับปรุงกากไขมันทั้งการใช้กรดฟอสฟอริก และน้ำหมัก EM จะไม่มีกลิ่นจากกากไขมันหลงเหลืออยู่ แต่มีกลิ่นแบบปุ๋ยหมักทั่วไป ทั้งนี้ถังที่ใช้กรดฟอสฟอริก จะเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายได้ดีกว่าถังที่ใช้น้ำ EM ทำให้มีอัตราส่วนของ C:N ต่ำสุดเมื่อเทียบกันทุกถัง อย่างไรก็ตามปุ๋ยที่ทำการหมักจากการวิเคราะห์ผล พบว่า ยังไม่เป็นไปตามมาตรฐานปุ๋ยหมักของกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548 โดยปุ๋ยหมักที่ได้ทุกถัง มีความเข้มข้นของสารประกอบที่ละลายน้ำได้ทำให้ค่าการนำไฟฟ้าสูงเกินค่ามาตรฐาน (มาตรฐานต้องน้อยกว่า 6 dS/m) ปริมาณธาตุอาหารของทุกถังหมัก เช่น N และ P ผ่านเกณฑ์ ยกเว้น K เนื่องจากทั้งวัสดุหมัก กากไขมัน ปุ๋ยคอก และขี้เลื่อย มีปริมาณโพแทสเซียมต่ำอยู่แล้ว แต่สามารถนำปุ๋ยไปใช้กับพืชที่ต้องการการบำรุงใบ และลำต้นได้ หากแต่ไม่เหมาะสมกับพืชที่ต้องการให้ออกดอก และเมื่อตรวจสอบดัชนีการงอกที่อัตราส่วนของการสกัดด้วยน้ำ 1:10 และทำการศึกษาอัตราการงอก และความยาวรากของเมล็ดถั่วเขียวในช่วง 150 ชั่วโมง

พบว่า มีเฉพาะปุ๋ยที่ปรับปรุงด้วยน้ำหมัก EM มีดัชนีการงอกเกิน 80% แสดงให้เห็นได้ว่าสารต่าง ๆ ที่สกัดออกจากปุ๋ยด้วยน้ำออกมา อาจมีความเข้มข้นมากจนมีผลต่อดัชนีการงอก แต่ถ้าใช้อัตราส่วนการสกัดด้วยน้ำ 1:100 พบว่า ทุกถังมีดัชนีการงอกผ่านเกณฑ์



รูปที่ 2 การเพิ่มจำนวนวัสดุหมัก และทดสอบการใช้งานถังหมัก

ตารางที่ 2 สมบัติของปุ๋ยหมักจากกากไขมัน จากการทดลองในห้องปฏิบัติการเปรียบเทียบประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548

พารามิเตอร์	มาตรฐานปุ๋ยหมัก		ชุดควบคุม	กรดฟอสฟอริก	น้ำหมัก EM
ขนาดของปุ๋ย	ไม่เกิน 12.5 x 12.5		ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
กลิ่น	-		มีกลิ่น	ไม่มี	ไม่มี
พีเอช	5.5-8.5		7.79	7.20	9.30
ค่าการนำไฟฟ้า	<6 dS/m		6.55	9.73	7.65
คาร์บอนต่อ	ไม่เกิน 20:1		29.89:1	25.94:1	33.13:1
ไนโตรเจน	≥1.00%		1.37	1.68	1.05
โพแทสเซียม	≥0.50%		0.10	0.10	0.28
ฟอสฟอรัส	≥0.50%		2.99	3.96	3.00
ดัชนีการงอกของเมล็ด	≥80%	1:10	58.38	58.26	85.30
		1 : 100	96.89	107.74	98.94

ตารางที่ 3 สรุปการหมักในถังต้นแบบ จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ

พารามิเตอร์	มาตรฐานปุ๋ยหมัก		ชุดควบคุม	กรดฟอสฟอริก	น้ำหมัก EM
ขนาดของปุ๋ย	ไม่เกิน 12.5 x 12.5 มม.		✓	✓	✓
กลิ่น	-		×	✓	✓
พีเอช	5.5-8.5		✓	✓	×
ค่าการนำไฟฟ้า	<6 dS/m		×	×	×
คาร์บอนต่อไนโตรเจน	ไม่เกิน 20:1		×	×	×
ไนโตรเจน	≥1.00%		✓	✓	✓
โพแทสเซียม (%K_2O)	≥0.50%		×	×	×
ฟอสฟอรัส (% P_2O_5)	≥0.50%		✓	✓	✓
ดัชนีการงอกของเมล็ด	≥80%	1:10	×	×	✓
		1 : 100	✓	✓	✓

9. การสาธิตการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน จำนวน 3 สูตร

จากผลการศึกษาในห้องปฏิบัติการฯ นำมาสู่การออกแบบการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน เพื่อการสาธิตการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันในพื้นที่ศึกษา คือ เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยได้กำหนดสูตร หรืออัตราส่วนผสมวัสดุ จำนวน 3 สูตร ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 3 เดือน ทำการเก็บข้อมูลพื้นฐานทุก 3 วัน และเก็บตัวอย่างปุ๋ยหมักทดลองจากถังต้นแบบ เพื่อวิเคราะห์ผลทุก ๆ 15 วัน ได้แก่ 15, 30, 45 และ 60 วัน ดังมีข้อมูลรายละเอียดสูตรการทำปุ๋ย หรืออัตราส่วนผสมวัสดุ ในตารางที่ 4

10. ผลการศึกษาในภาคสนาม พื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

จากการลงพื้นที่เกาะสมุย มีโรงแรมหลายแห่งที่มีการทำปุ๋ยหมักที่มีส่วนผสมกับกากไขมัน และมีการทำน้ำหมัก EM ร่วมด้วย นอกจากนี้มีการนำวัสดุเหลือใช้ทิ้งจากห้องครัว ร้านอาหาร และพื้นที่สวน มาเป็นวัสดุผสมร่วมด้วย ซึ่งยังไม่มีอัตราส่วนที่แน่นอนหรือชัดเจนนัก คณะผู้วิจัยฯ จึงได้จัดให้มีการประชุม และเชิญชวนเข้าร่วมกิจกรรมการวิจัย และทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบสูตร หรืออัตราส่วนของการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน โดยออกแบบการทำปุ๋ยหมัก 3 สูตร บรรจุในถังต้นแบบ จำนวน 3 ถัง โดยผสมกากไขมันกับวัสดุต่าง ๆ รายละเอียดดังตารางที่ 4 โดยถังต้นแบบที่ 1 ทำการดัดแปลงส่วนผสมมาจากการทำปุ๋ยหมัก สูตรเมืองสมุยกรุ๊ปฯ ถังต้นแบบที่ 2

ใช้อัตราส่วนที่ได้จากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการของโครงการวิจัยฯ โดยมีการปรับปรุงกากไขมันด้วยกรดฟอสฟอริกนาน 1 คืนก่อนทำการหมัก และถังต้นแบบที่ 3 ใช้น้ำหมัก EM เพื่อปรับปรุงกากไขมันนาน 1 คืนก่อนทำการหมัก และใช้วัสดุหมักเช่นเดียวกับถังต้นแบบที่ 1 โดยคุณสมบัติของวัสดุผสมที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมักสาธิต ณ พื้นที่เกาะสมุย แสดงดังตารางที่ 5 และจากการสาธิตการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน พบว่า คุณสมบัติของปุ๋ยที่ผ่านการหมักแล้ว ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 4 การสาธิตการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน จำนวน 3 สูตร

วัสดุ	ถังที่ 1 (สูตรเมืองสมุยกรุ๊ป) สาธิต 2 ก.พ. 2561	ถังที่ 2 (สูตรจากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ) สาธิต 3 ก.พ. 2561	ถังที่ 3 (สูตรประยุกต์ถังที่ 1 และ 2) สาธิต 3 ก.พ. 2561
1. กากไขมัน (กิโลกรัม)	14	40	14
2. เศษวัชพืช (กิโลกรัม)	50	0	50
3. มูลสัตว์ (กิโลกรัม)	13	50	13
4. รำข้าว (กิโลกรัม)	0.3	0	0.3
5. ผงโดโลไมต์ (กิโลกรัม)	0.3	0	0.3
6. ขี้เลื่อย (กิโลกรัม)	0	10	0
7. น้ำหมัก (ลิตร)	7	0	7
8. น้ำเปล่า (ลิตร)	14	0	14
รวม	100	100	100
กรดฟอสฟอริก (ลิตร)	-	40	14

ตารางที่ 5 สมบัติของวัสดุผสมที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมัก จากการทดลองในพื้นที่เกาะสมุย

พารามิเตอร์	กากไขมัน	เศษวัชพืช	ขี้วัว	ขี้เลื่อย	รำข้าว	น้ำหมัก
พีเอช	6.14	8.45	8.65	6.59	5.70	3.61
ความชื้น (%)	3.25*	42.18	85.57	73.03	80.23	ของเหลว
สภาพนำไฟฟ้า (เดซิเซนติเมตร/เมตร)	8.19	105.27	93.13	2.85	67.97	95.90
ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	7.67	1.10	1.54	0.19	3.13	0.05
คาร์บอนทั้งหมด (%)	93.77	45.15	19.55	15.04	27.89	1.11
อัตราส่วน C/N	12.22	41.19	12.73	80.65	8.91	23.72
โพแทสเซียมทั้งหมด (%)	0.77	0.32	0.44	0.0004	0.40	0.009
โพแทสเซียมละลายน้ำ (%)	0.01	0.04	0.02	0.01	0.05	0.06
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%P_2O_5)	1.59	0.09	0.04	0.02	0.04	0.00
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (%P)	0.69	0.0021	0.00023	0.0018	0.0098	มีค่าต่ำกว่าขีดจำกัดของเครื่องมือ
ปริมาณสารหนู (มก./กก.)	0.0639	0.0781	0.0548	0.0756	0.0521	0.0007
ปริมาณแคดเมียม (มก./กก.)	1.0703	1.2986	1.0169	1.2283	0.9966	0.0134
ปริมาณทองแดง (มก./กก.)	0.9824	1.1814	0.9152	1.1905	0.9371	0.0124
ปริมาณตะกั่ว (มก./กก.)	1.0224	1.2693	1.0013	1.2188	0.9817	0.0131
ปริมาณปรอท (มก./กก.)	0.0958	0.1269	0.1017	0.1134	0.0967	0.0013

หมายเหตุ: กากไขมันที่ทำการผึ่งให้แห้งแล้ว

ตารางที่ 6 สมบัติของปุ๋ยที่ผ่านการหมัก จากการทดลองในพื้นที่เกาะสมุย

ตัวอย่าง	ค่ามาตรฐาน		ระยะเวลาหมัก 15 วัน			ระยะเวลาหมัก 30 วัน		
			ถัง 1	ถัง 2	ถัง 3	ถัง 1	ถัง 2	ถัง 3
ความชื้น (%)	<35 %		52.55	34.83	55.44	53.78	37.72	65.45
pH	5.5-8.5		8.23	6.28	8.33	7.79	7.26	8.25
การนำไฟฟ้า (เดซิซีเมนส์/เมตร)	<6 dS/m		2.73	0.57	3.22	4.09	1.62	4.52
คาร์บอนทั้งหมด (%)	ไม่ระบุ		24.85	32.55	35.45	41.82	31.7	49.78
ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	>1.0 %		1.37	0.35	0.34	1.62	1.11	1.67
อัตราส่วน C/N	ไม่เกิน 20:1		18.14	93.01	87.54	25.81	28.56	29.81
ไนโตรเจนที่ใช้ได้ (%)	ไม่ระบุ		*	*	*	0.013	0.007	0.011
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%P_2O_5)	>0.50 %		9.32	6.51	10.12	5.52	5.01	3.98
ฟอสฟอรัสที่ใช้ได้ (%)	ไม่ระบุ		0.17	0.43	0.24	0.42	0.32	0.26
ดัชนีการงอกของเมล็ด	อัตรา 1:10	>80 %	119.54	120.41	129.97	119.54	120.40	129.97
	อัตรา 1:100		123.69	121.47	124.40	123.69	121.47	124.4
ปริมาณสารหนู (มก./กก.)	<50		0.052	0.082	0.070	0.051	0.081	0.070
ปริมาณแคดเมียม (มก./กก.)	<5		0.981	1.3001	1.170	0.992	1.311	1.155
ปริมาณทองแดง (มก./กก.)	<500		0.892	1.181	1.165	0.829	1.171	1.215
ปริมาณตะกั่ว (มก./กก.)	<50		0.966	1.328	1.271	0.967	1.347	1.269
ปริมาณปรอท (มก./กก.)	<2		0.999	0.121	0.132	0.097	0.123	0.130

ตารางที่ 6 สมบัติของปุ๋ยที่ผ่านการหมัก จากการทดลองในพื้นที่เกาะสมุย (ต่อ)

ตัวอย่าง	ค่ามาตรฐาน	ระยะเวลาหมัก 45 วัน			ระยะเวลาหมัก 60 วัน		
		ถัง 1	ถัง 2	ถัง 3	ถัง 1	ถัง 2	ถัง 3
ความชื้น (%)	<35 %	52.25	31.33	65.45	56.66	46.41	58.28
pH	5.5-8.5	8.16	7.60	7.86	8.54	8.16	8.62
การนำไฟฟ้า (เดซิซีเมนส์/เมตร)	<6 dS/m	3.17	1.43	4.30	2.64	0.96	3.32
คาร์บอนทั้งหมด (%)	ไม่ระบุ	16.04	22.16	19.71	16.74	19.89	16.33
ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	>1.0 %	1.83	1.04	1.71	1.39	1.15	1.33
อัตราส่วน C/N	ไม่เกิน 20:1	8.74	21.24	11.50	12.03	17.26	12.30
ไนโตรเจนที่ใช้ได้ (%)	ไม่ระบุ	0.011	0.006	0.008	0.009	0.005	0.008
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (% P_2O_5)	>0.50 %	5.05	2.25	6.01	5.24	4.56	4.26
ฟอสฟอรัสที่ใช้ได้ (%)	ไม่ระบุ	0.17	0.43	0.31	0.39	0.54	0.32
ดัชนีการงอกของเมล็ด	อัตรา 1:10 >80 %	94.45	119.86	123.03	96.97	123.66	142.94
	อัตรา 1:100	117.21	102.55	113.82	121.91	100.86	105.1
ปริมาณสารหนู (มก./กก.)	<50	0.082	0.073	0.081	0.081	0.076	0.080
ปริมาณแคดเมียม (มก./กก.)	<5	1.359	1.324	1.319	1.213	1.313	1.212
ปริมาณทองแดง (มก./กก.)	<500	1.257	1.097	1.239	1.255	1.113	1.241
ปริมาณตะกั่ว (มก./กก.)	<50	1.274	1.179	1.309	1.270	1.181	1.299
ปริมาณปรอท (มก./กก.)	<2	0.130	0.123	0.131	0.129	0.119	0.1309

จากตารางที่ 6 สามารถสรุปได้ว่า สูตรจากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการฯ และนำมาทดลองใช้ในพื้นที่เกาะสมุย หรือถังที่ 2 มีสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ ตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548 โดยมีระยะเวลาของการเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ ในช่วง 45-60 วัน สำหรับถังที่ 1 และ 3 พบว่า ระยะเวลาของการเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์เพียง 45 วัน สมบัติของปุ๋ยหมักส่วนมากเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ยกเว้นค่าพีเอชของถังที่ 3 และความชื้น เนื่องจากมีการพรมน้ำรักษาระดับความชื้น ข้อสังเกตุในแต่ละรอบของการทำปุ๋ยหมัก 100 กิโลกรัม พบว่า สูตรการทำปุ๋ยหมักที่ 1 และ 3 (ถังที่ 1 และ 3) สามารถกำจัดกากไขมันได้เพียง 14 กิโลกรัมเท่านั้น ทำให้ใช้เวลาในการสลายได้เร็วกว่า ในขณะที่ การทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันโดยใช้สูตรที่ 2 หรือรูปแบบการทดลองในถังต้นแบบที่ 2 สามารถกำจัดกากไขมันจากโรงแรมได้ถึง 40 กิโลกรัม ซึ่งควรมีการส่งเสริม และสนับสนุนให้มีการจัดการกากไขมันโดยใช้สูตรของการทำปุ๋ยที่ 2 เพื่อให้สามารถกำจัดปริมาณกากไขมันจากโรงแรมได้ในปริมาณที่มาก มีประสิทธิภาพสูงสุด และไม่ส่งกลิ่นรบกวน

ข้อเสนอแนะ

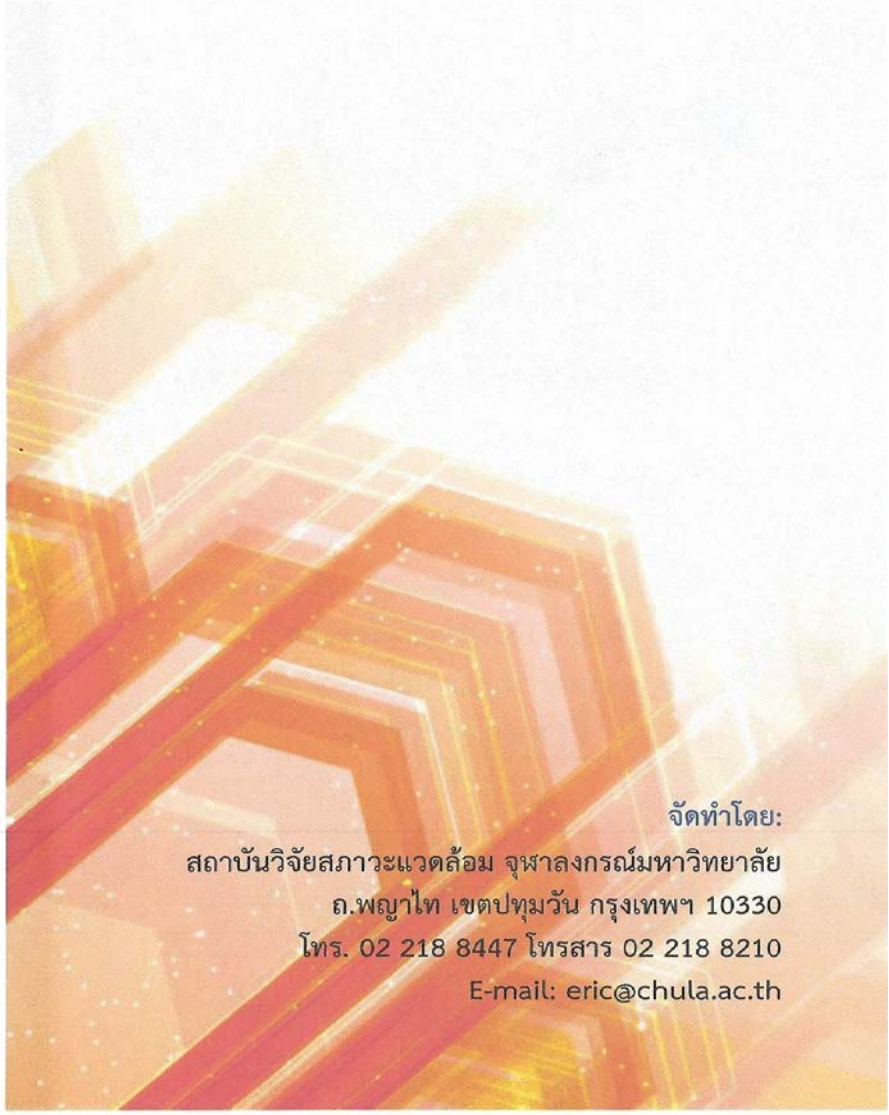
จากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ และการทดลองในพื้นที่ศึกษา ณ เกาะสมุย จากข้อสังเกตของการศึกษา สามารถให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ก่อนทำการใส่กากไขมันลงถังหมัก ควรแช่กากไขมันลงในสารละลายกรดฟอสฟอริกนานประมาณ 2-3 วัน สามารถช่วยลดเรื่องของกลิ่นได้ โดยให้มีการคนหรือปั่นกวน เติมอากาศให้แทรกเข้าชั้นกากไขมันให้บ่อยครั้ง เพื่อให้กากไขมันแตกตัวได้มากที่สุด แยกเฉพาะส่วนของแข็งนำลงถังหมักได้ สารละลายกรดที่เหลือ สามารถนำไปใช้ซ้ำได้หลายครั้ง จนกว่าค่าพีเอชเกิน 5
2. ควรลดขนาดเศษวัชพืชหรือวัสดุผสมอื่น ๆ ก่อนนำมาหมัก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลาย และลดระยะเวลาการหมัก
3. ควรเปิดเครื่องหรือมอเตอร์หมุนถังหมักเพื่อเป็นการพลิกหรือกลับกอง และเป็นการเติมอากาศ ให้กับปุ๋ยหมักในถัง โดยทำการหมุนถังหมักทุกวัน ๆ ละประมาณ 10 นาที

4. ควรสังเกตลักษณะของปุ๋ยในถังหมัก ภายหลังจากเดินเครื่องแล้ว หากวัสดุผสมแห้งและร่วน ให้ทำการพรมน้ำเพื่อเพิ่มความชื้นในถังหมักด้วย กรณีที่มีน้ำหรือความชื้นมากเกินบริเวณด้านล่าง สามารถไขออกจากก้นถัง และนำมาพรมบริเวณผิวด้านบนได้
5. กรณีที่ใช้ถังหมักไประยะหนึ่งแล้ว ควรเปลี่ยนผงถ่านที่ช่องใส่ผงถ่านบริเวณฝาถังหมัก เพื่อดักกลิ่นที่อาจจะเกิดจากการหมักวัสดุผสมในถังหมักด้วย

สนับสนุนโดย เครือข่ายองค์กรบริหารงานวิจัยแห่งชาติ (คอบช.)

บันทึกความทรงจำ



ภาคผนวก ด

แผ่นพับเพื่อเผยแพร่ความรู้และประชาสัมพันธ์โครงการฯ

มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548

ตารางที่ 3 รายละเอียดกำหนดคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548

ลำดับที่	คุณลักษณะปุ๋ย	เกณฑ์กำหนด
1	ขนาดของปุ๋ย	ไม่เกิน 12.5x12.5 มิลลิเมตร
2	ปริมาณความชื้นและสิ่งที่ระเหยได้	ไม่เกิน 35 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
3	ปริมาณหินและกรวด	ขนาดใหญ่กว่า 5 มิลลิเมตร ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
4	พลาสติก แก้ว วัสดุมีคม และโลหะอื่น ๆ	ต้องไม่มี
5	ปริมาณอินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)	ไม่น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
6	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	5.5-8.5
7	อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N)	ไม่เกิน 20:1
8	ค่าการนำไฟฟ้า (EC : Electrical Conductivity)	ไม่เกิน 6 เดซิเมน/เมตร
9	ปริมาณธาตุอาหารหลัก (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) 1) ไนโตรเจน (Total N) 2) ฟอสฟอรัส (Total P_2O_5) 3) โพแทสเซียม (Total K_2O)	 ไม่น้อยกว่า 1.0 เปอร์เซ็นต์ ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์
10	การย่อยสลายที่สมบูรณ์	มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์
11	สารหนู (Arsenic) แคดเมียม (Cadmium) โครเมียม (Chromium) ทองแดง (Copper) ตะกั่ว (Lead)	ไม่เกิน 50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ไม่เกิน 5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ไม่เกิน 300 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ไม่เกิน 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ไม่เกิน 50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร, 2548





จัดทำโดย:
สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถ.พญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทร. 02 218 8447 โทรสาร 02 218 8210
E-mail: eric@chula.ac.th

เอกสารการเผยแพร่ความรู้ การทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน

"เอกสารภายใต้โครงการพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดิน ที่แปรรูปจากกากไขมันจาก โรงแรมขนาดกลาง และขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี"



สนับสนุนโดย
เครือข่ายองค์กรบริหารงานวิจัยแห่งชาติ (คอบช.)

การสาธิตการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน

การทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน จำนวน 3 สูตร ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 3 เดือน ทำการข้อมูลพื้นฐานทุก 3 วัน และเก็บตัวอย่างปุ๋ยเพื่อทำการวิเคราะห์ผลทุก 15 วัน ได้แก่ 15, 30, 45, และ 60 วัน ดังตารางที่ 1 โดยมีสูตรหรืออัตราส่วนผสม ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 การสาธิตการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน

วัสดุ	ถังที่ 1 (สูตรเมืองสมุย(ร้า))	ถังที่ 2 (สูตรจากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ)	ถังที่ 3 (สูตรประยุกต์ ถังที่ 1 และ 2)
1. กากไขมัน (กิโลกรัม)	14	40	14
2. เศษวัชพืช (กิโลกรัม)	50	0	50
3. มูลสัตว์ (กิโลกรัม)	13	50	13
4. ร่ำข้าว (กิโลกรัม)	0.3	0	0.3
5. จุลินทรีย์ (มิลลิกรัม)	0.3	0	0.3
6. ขี้เลื่อย (กิโลกรัม)	0	10	0
7. น้ำหมัก (ลิตร)	7	0	7
8. น้ำเปล่า (ลิตร)	14	0	14
รวม	100	100	100
กรดฟอสฟอริก (ลิตร)	-	40	14

จากตารางที่ 1 ถังที่ 2 (สูตรที่ได้จากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ) มีการใช้กากไขมันเป็นวัสดุในการหมักปุ๋ยหมักสูงกว่าในถังที่ 1 และ 3 เมื่อพิจารณาในมุมมองของการจัดการแล้ว จะเห็นได้ว่า ถังที่ 2 (สูตรที่ได้จากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ) มีความเหมาะสมต่อการกำจัด และจัดการกากไขมันที่เกิดขึ้นจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อมของเมืองสมุยได้

ผลการศึกษาในภาคสนาม พื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

จากการลงพื้นที่เกาะสมุย พบว่า มีโรงแรมหลายแห่งมีการทำปุ๋ยหมักผสมกากไขมัน และมีการทำน้ำหมัก EM จากวัสดุเหลือใช้ทั้งจากห้องครัว และพื้นที่สวนของโรงแรม จึงได้ทำการออกแบบทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน จำนวน 3 ถัง พบว่า ที่ระยะเวลา 45-60 วัน การทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันมีการย่อยสลายที่สมบูรณ์ และมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ประโยชน์สูงสุดในการทำเป็นปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินในพื้นที่สีเขียวของโรงแรม จากผลการทดลองในระยะเวลาที่เหมาะสมสูงสุด ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของปุ๋ยเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กรมวิชาการเกษตรกำหนด

ตัวอย่าง	ระยะเวลาหมัก 15 วัน			ระยะเวลาหมัก 30 วัน			ระยะเวลาหมัก 45 วัน			ระยะเวลาหมัก 60 วัน		
	ถัง 1	ถัง 2	ถัง 3	ถัง 1	ถัง 2	ถัง 3	ถัง 1	ถัง 2	ถัง 3	ถัง 1	ถัง 2	ถัง 3
ความชื้น (%)	×	√	×	×	×	×	×	√	×	×	×	×
pH	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
อินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	√	×	×	√	√	√	√	√	√	√	√	√
อัตราส่วน C/N	√	×	×	×	×	√	√	×	√	√	√	√
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (P_2O_5)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
ค่าการนำไฟฟ้า (EC)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
ขนาดเล็ก	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
ปริมาณสารหนู (มก./กก.)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
ปริมาณแคดเมียม (มก./กก.)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
ปริมาณโครเมียม (มก./กก.)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
ปริมาณทองแดง (มก./กก.)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
ปริมาณตะกั่ว (มก./กก.)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

หมายเหตุ ✓ ผ่าน × ไม่ผ่าน

ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ และการทดลองในพื้นที่ศึกษา ณ เกาะสมุย จากข้อสังเกตของการศึกษา สามารถให้ข้อเสนอแนะ ได้ดังนี้

1. ก่อนทำการใส่กากไขมันลงถังหมัก ควรแช่กากไขมันลงในสารละลายกรดฟอสฟอริก นานประมาณ 2-3 วัน สามารถช่วยลดเรื่องของกลิ่นได้ โดยให้มีการคนหรือปั่นกวนบ่อยครั้ง เพื่อให้กากไขมันแตกตัวได้มากที่สุด จึงนำลงถังหมักได้
2. ควรมีการลดขนาดเศษวัชพืชหรือวัสดุผสมอื่นๆ ก่อนการนำมาทำการหมัก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลาย และลดระยะเวลาในการทำการหมัก
3. ควรเปิดเครื่องหรือมอเตอร์ให้ถังหมักหมุน เพื่อเป็นการพลิกหรือกลับกอง และเป็นการเติมอากาศ โดยทำการหมุนถังหมักทุกๆ วันๆ ละประมาณ 10 นาที
4. ควรสังเกตลักษณะของปุ๋ยในถังหมักภายหลังจากเดินเครื่องแล้ว หากวัสดุผสมแห้ง และร่วน ให้ทำการพรมน้ำเพื่อเพิ่มความชื้นในถังหมักด้วย
5. ในกรณีที่ใช้ถังหมักไปเป็นระยะเวลานานๆ ควรมีการเปลี่ยนผงถ่านที่ช่องใส่ผงถ่านบริเวณฝาถังหมัก เพื่อดักกลิ่นที่อาจจะเกิดจากการหมักวัสดุผสมในถังหมักด้วย

ภาคผนวก ต

ป้ายไวนิลเผยแพร่ความรู้และประชาสัมพันธ์โครงการฯ

การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมัน จากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

การวิจัยโครงการ “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมัน จากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” เป็นการจัดการกากไขมัน (Grease Trap Waste) ซึ่งเป็นกากของเสียอินทรีย์ที่ควรมีการจัดการ และกำจัดอย่างถูกต้อง เหมาะสม เพื่อป้องกันปัญหาผลกระทบสิ่งแวดล้อม การวิจัยครั้งนี้ เป็นการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันที่เกิดจากกิจกรรมของโรงแรมมาผสมคลุกเคล้ากับวัสดุเหลือใช้อื่นๆ เพื่อนำปุ๋ยหมักที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงบำรุงดินโดยใส่ต้นไม้กระถาง และพื้นที่สีเขียวของโรงแรม อันเป็นการแก้ไขปัญหาการกำจัดกากไขมันของโรงแรมในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้อย่างยั่งยืนและมีประสิทธิภาพสูงสุด

วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการกำจัดกากไขมันจากอุตสาหกรรมโรงแรมหรือผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ด้วยการแปรรูปเป็นปุ๋ยหมักให้เกิดประโยชน์และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
2) เพื่อเพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือใช้และของเสียจากอุตสาหกรรมโรงแรมด้วยการผสมร่วมกับกากไขมันในอัตราส่วนที่เหมาะสม และแปรรูปเป็นปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม
3) เพื่อพัฒนาต้นแบบถังทำปุ๋ยหมักและวิธีการแปรรูปกากไขมันเป็นปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่มีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติและทางเศรษฐศาสตร์
4) เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้การกำจัดกากไขมันจากอุตสาหกรรมโรงแรมที่เหมาะสม และประยุกต์งานสู่การเป็นอุตสาหกรรมโรงแรมต้นแบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Hotel) และส่งเสริมให้มีการนำรูปแบบการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันไปใช้ประโยชน์ได้ในอุตสาหกรรมโรงแรมหรือผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

1) ทราบปัจจัยและวิธีการกำจัดกากไขมันที่มีความเหมาะสมต่ออุตสาหกรรมโรงแรมด้วยการแปรรูปเป็นปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
2) วิธีการผลิตถังทำปุ๋ยหมักต้นแบบเพื่อกำจัดกากไขมันที่มีความเหมาะสมต่ออุตสาหกรรมโรงแรมทั้งในด้านเทคนิค การปฏิบัติและเศรษฐศาสตร์
3) วิธีการกำจัดกากไขมันและต้นแบบถังทำปุ๋ยหมักจะนำไปใช้ประโยชน์ในโครงการส่งเสริมการมีส่วนร่วมโรงแรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Hotel) ของกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม



การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมัน จากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ผลการทดลองในพื้นที่เกาะสมุย

จากผลการศึกษาในห้องปฏิบัติการนำมาสู่การออกแบบเพื่อการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน จำนวน 3 สูตร ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 2 เดือน ทำการเก็บข้อมูลพื้นฐานทุก 3 วัน และเก็บตัวอย่างปุ๋ยเพื่อทำการวิเคราะห์ผลทุก 15 วัน โดยมีสูตรหรืออัตราส่วนผสมของวัสดุต่างๆ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สูตรหรืออัตราส่วนผสมในการทำปุ๋ยหมัก

วัสดุ	ถังที่ 1 (สูตรเมืองสมุยกรุ๊ป)	ถังที่ 2 (สูตรจากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ)	ถังที่ 3 (สูตรประยุกต์ ถังที่ 1 และ 2)
1. กากไขมัน (กิโลกรัม)	14	40	14
2. เศษวัชพืช (กิโลกรัม)	50	0	50
3. มูลสัตว์ (กิโลกรัม)	13	50	13
4. รำข้าว (กิโลกรัม)	0.3	0	0.3
5. ผงโดโลไมท์ (กิโลกรัม)	0.3	0	0.3
6. ซีเมี่ยว (กิโลกรัม)	0	10	0
7. น้ำหมัก (ลิตร)	7	0	7
8. น้ำเปล่า (ลิตร)	14	0	14
รวม	100	100	100
กรดฟอสฟอริก (ลิตร)		40	14

จากตารางที่ 1 ถังที่ 1 ดัดแปลงส่วนผสมมาจากการทำปุ๋ยหมักสูตรเมืองสมุยกรุ๊ปฯ ถังที่ 2 ใช้อัตราส่วนที่ได้จากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการของโครงการวิจัยฯ โดยมีการปรับปรุงกากไขมันด้วยกรดฟอสฟอริกนาน 1 คืนก่อนทำการหมัก และถังที่ 3 ใช้น้ำหมัก EM เพื่อปรับปรุงกากไขมันนาน 1 คืนก่อนทำการหมัก และใช้วัสดุหมักเช่นเดียวกับถังที่ 1



จากการสาธิตการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมัน พบว่า คุณสมบัติของปุ๋ยที่ผ่านการหมักแล้ว แสดงข้อมูลได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของปุ๋ยเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร

ตัวอย่าง	ระยะเวลาหมัก 15 วัน			ระยะเวลาหมัก 30 วัน			ระยะเวลาหมัก 45 วัน			ระยะเวลาหมัก 60 วัน		
	ถัง 1	ถัง 2	ถัง 3	ถัง 1	ถัง 2	ถัง 3	ถัง 1	ถัง 2	ถัง 3	ถัง 1	ถัง 2	ถัง 3
ความชื้น (%)	×	√	×	×	×	×	×	√	×	×	×	×
pH	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
การย่อยสลาย (ลดปริมาณน้ำ/ปริมาตร)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	√	×	×	√	√	√	√	√	√	√	√	√
อัตราส่วน C/N	√	×	×	×	×	×	√	×	√	√	√	√
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (P_2O_5)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
สิ่งปนเปื้อนของเมล็ด	อัตรา 1:10	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	อัตรา 1:100	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
ปริมาณสารหนู (มก./กก.)		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
ปริมาณแคดเมียม (มก./กก.)		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
ปริมาณตะกั่ว (มก./กก.)		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
ปริมาณปรอท (มก./กก.)		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

จากตารางที่ 2 สรุปได้ว่า ถังที่ 2 มีคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร โดยมีระยะเวลาของการเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ในช่วง 45-60 วัน จากข้อสังเกตในแต่ละรอบของการทำปุ๋ยหมัก 100 กิโลกรัม พบว่า ถังที่ 1 และถังที่ 3 กำจัดกากไขมันได้ 14 กิโลกรัม เท่านั้น ทำให้ใช้เวลาในการสลายได้เร็วกว่า ในขณะที่ถังที่ 2 กำจัดกากไขมันจากโรงแรมได้ถึง 40 กิโลกรัม ซึ่งควรมีการส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการจัดการกากไขมันโดยใช้สูตรของการทำปุ๋ยที่ 2 เพื่อให้สามารถกำจัดกากไขมันจากโรงแรมได้ในปริมาณมาก มีประสิทธิภาพสูงสุด และไม่ส่งกลิ่นรบกวน

ข้อเสนอแนะ

1) ควรแช่กากไขมันในสารละลายกรดฟอสฟอริกนาน 2-3 วัน สามารถช่วยลดเรื่องของกลิ่น และให้คนหรือปั่นกวนบ่อยครั้ง เพื่อให้กากไขมันแตกตัวได้มากที่สุดจึงนำลงถังหมักได้
2) ควรทำการลดขนาดเศษวัชพืชหรือวัสดุผสมอื่นๆ ก่อนการหมัก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลาย และลดระยะเวลาในการทำการหมัก
3) ควรเปิดเครื่องหรือมอเตอร์ให้ถังหมักหมุนทุกวัน วันละประมาณ 10 นาที เพื่อเป็นการพลิก หรือกลับกอง และเป็นการเติมอากาศ
4) ควรสังเกตลักษณะของปุ๋ยในถังหมักภายหลังจากเดินเครื่องแล้ว หากวัสดุผสมแห้งและร่วนให้ทำการพรมน้ำ เพื่อเพิ่มความชื้นให้กับปุ๋ย
5) ในกรณีที่ใช้ถังหมักไปเป็นระยะเวลานานๆ ควรมีการเปลี่ยนผงถ่านที่ช่องใส่ผงถ่านบริเวณฝาถังหมัก เพื่อดักกลิ่นที่อาจจะเกิดจากการหมักวัสดุผสมในถังหมักด้วย

ภาคผนวก ถ

รายชื่อผู้เข้าร่วมประชุม
วันที่ 4-5 พฤษภาคม 2561



รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมเชิงปฏิบัติการ "การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อมเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี"

วันที่ ๔ พฤษภาคม ๒๕๖๑ เวลา ๑๒.๓๐ – ๑๖.๓๐ น. ณ โรงเรือนเพาะชำ โรงแรม รอยัล เมืองสมุย วิลล่า

ที่	ชื่อ-สกุล	สถานประกอบการ	โทรศัพท์	E-mail	ลายเซ็นต์
1	รศ.ดร.พันธวัศ สัมพันธ์พานิช	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	88219	pantawat.s@chula.ac.th	
2	ผศ.ดร.กรองแก้ว ทิพยศักดิ์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	086-990 8212	krongkaew.ti@kmitl.ac.th	
3	อ.ดร.เพ็ญรดี จันทร์ภิวัฒน์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	097-0616018	Penradee.C@chula.ac.th	
4	นาง วรวรรณ ประชาเกษม	กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม	081-4548948	worrawand@yahoo.com	
5	นางสาว รุจิรา ชัยศิริถาวรกุล	กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม	089622384	chrujira@gmail.com	
6	นาย เอกชา ตนานนท์ชัย	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	099-2915158	a-ake-akecha@windowslive.com	
7	นาย เกรียงศักดิ์ สุดประเสริฐ	โรงแรมพาวิลเลียนสมุยวิลล่า แอนด์รีสอร์ท			
8	นาย ชัยประสิทธิ์ นารถอ่อมแสน	โรงแรมพาวิลเลียนสมุยวิลล่า แอนด์รีสอร์ท	084-4479806		
9	นาย อัสรีย์ กีโร	โรงแรมพาวิลเลียนสมุยวิลล่า แอนด์รีสอร์ท	061-2564405		
10	นาย ไพฑูรย์ อิสุมา	โรงแรมโฟร์ซีซั่นเกาะสมุย			



รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมเชิงปฏิบัติการ "การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อมเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี"

วันที่ ๔ พฤษภาคม ๒๕๖๑ เวลา ๑๒.๓๐ – ๑๖.๓๐ น. ณ โรงเรือนเพาะชำ โรงแรม รอยัล เมืองสมุย วิลล่า

ที่	ชื่อ-สกุล	สถานประกอบการ	โทรศัพท์	E-mail	ลายเซ็นต์
11	นาย วิโรจน์ ชูหนู	โรงแรมใบหยกซีโคสท์ รีสอร์ท			
12	นาย สิทธิพร เรืองศรี	โรงแรมพีช รีสอร์ท	0615747710		
13	นาย เสกสรร รัตนบุรี	โรงแรมพีช รีสอร์ท	081-7371682		
14	นาย สมใจ มีจันทร์	โรงแรมเบย์วอเตอร์รีสอร์ทสมุย	093-5975826		
15	นาย ณัฐพงษ์ หาฝ่ายเหนือ	โรงแรมเบย์วอเตอร์รีสอร์ทสมุย	062-2163094		
16	นางสาว ฐานิตา ชีวพันธุศรี	โรงแรมซิกเซนซ์สมุย	086-979-2585		
17	นาย บุญสุข คงสุวรรณ	โรงแรมซิกเซนซ์สมุย	095 419 5513		
18	นาย ชุมพร จันทรชิต	โรงแรมบ้านท้องทราย	0837777886		
19	นาย สุทิน ชุมแก้ว	โรงแรมบ้านท้องทราย	086-2981698		
20	นางสาว อมรรัตน์ แววเพชร	โรงแรมละไมวันทารีสอร์ท	081-7873405		



รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมเชิงปฏิบัติการ "การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อมเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี"

วันที่ ๔ พฤษภาคม ๒๕๖๑ เวลา ๑๒.๓๐ – ๑๖.๓๐ น. ณ โรงเรือนเพาะชำ โรงแรม รอยัล เมืองสมุย วิลล่า

ที่	ชื่อ-สกุล	สถานประกอบการ	โทรศัพท์	E-mail	ลายเซ็นต์
21	นาย ซาลาอุดีน มีนา	โรงแรมละไมวันทา รีสอร์ท	0937715128		
22	นายธีระพงษ์ วิชัยดิษฐ์	โรงแรมบ่อผุด รีสอร์ท แอนด์ สปา			
23	นางสาว บุษบา บุญมาเถ้า	โรงแรมมานะไทย			
24	นาย สุรศักดิ์ กุลศรี	โรงแรมบานาน่าแฟนซีรีสอร์ท			
25	นาย สำลี อุยไชพันธ์	โรงแรมบานาน่าแฟนซีรีสอร์ท			
26	นายทองสุข สุวรรณ	โรงแรมสมุยปาร์มบีชรีสอร์ท			
27		โรงแรมเมืองสมุย สปา รีสอร์ท			
28		โรงแรมเมืองสมุย สปา รีสอร์ท			
29		โรงแรมรอยัลเมืองสมุย	090-1530155		
30		โรงแรมรอยัลเมืองสมุย	087-3575488		



รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมเชิงปฏิบัติการ "การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อมเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี"

วันที่ ๔ พฤษภาคม ๒๕๖๑ เวลา ๑๒.๓๐ – ๑๖.๓๐ น. ณ โรงเรือนเพาะชำ โรงแรม รอยัล เมืองสมุย วิลล่า

ที่	ชื่อ-สกุล	สถานประกอบการ	โทรศัพท์	E-mail	ลายเซ็นต์
31	นาย ชลธี คงสเน่ห์	โรงแรมบัญดารา รีสอร์ท แอนด์ สปา	091-9582387	thophat@hotmail.com.	
32	นาย ศรชัย คำธีระ	โรงแรมบัญดารา รีสอร์ท แอนด์ สปา			
33	นางสาว ศุภลักณ์ กาญจนศรี	โรงแรมบ้านสมุย รีสอร์ท			
34	นางกฤษณา พรหมมาณ	ล.ไมวินท ชัยรีสอร์ท	081-7893405	krissana@lamaiwantm.com	กฤษ
35	น.ส. ขุญสุข แซ่ชุจันทร์	โรงแรมเมืองสมุย สปา รีสอร์ท	090-8211167		ขุญสุข
36	อาจ ว.ว. ไพฑูรย์ สิริพงษ์	หอพักลมหายใจ สมุย	081-686-1572		
37	น.ส. เกรียงศิริ มุสิกคง	Lamaichada			เกรียงศิริ
38	นาย.สิริชัย นาคแป้น	ล.ไมวินท ชัยรีสอร์ท			
39	Thanakorn Pornvitthupan.				
40	นายวรวิทย์ ศรีพงษ์	ล.ไมวินท ชัยรีสอร์ท			



รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมเชิงปฏิบัติการ "การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อมเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี"

วันที่ ๔ พฤษภาคม ๒๕๖๑ เวลา ๑๒.๓๐ – ๑๖.๓๐ น. ณ โรงเรือนเพาะชำ โรงแรม รอยัล เมืองสมุย วิลล่า

ที่	ชื่อ-สกุล	สถานประกอบการ	โทรศัพท์	E-mail	ลายเซ็นต์
41	คุณสุวิญญา สวัสดิกุล	world resort	080-5154544		
42	คุณเอกสิทธิ์ [illegible]	ชันตารา รีสอร์ท			
43	คุณฟ้าทิพย์ ทองดี	เทศบาลนครเกาะสมุย			
44	คุณสมเจตน์ ยุทธชิตตะ	เทศบาลนครเกาะสมุย			
45	คุณมาลี สิงห์	เทศบาลนครเกาะสมุย			
46					
47					
48					
49					
50					