

การออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

THE DESIGN OF SMALL HOUSEHOLD COMPOSTERS



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการออกแบบอุตสาหกรรม

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2559

KMITL-2016-AR-M-004-040

การออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

THE DESIGN OF SMALL HOUSEHOLD COMPOSTERS



อัจจรสิริ อุนมณี  
ADCHARASIRI ANUMANEE

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการออกแบบอุตสาหกรรม

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2559

KMITL-2016-AR-M-004-040

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# THE DESIGN OF SMALL HOUSEHOLD COMPOSTERS

ADCHARASIRI ANUMANEE



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF ARCHITECTURE PROGRAM IN INDUSTRIAL DESIGN  
FACULTY OF ARCHITECTURE  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2016

KMITL-2016-AR-M-004-040

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2016

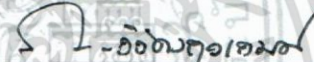


FACULTY OF ARCHITECTURE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย  
THE DESIGN OF SMALL HOUSEHOLD COMPOSTERS  
นักศึกษา นางสาวอัจฉรลลรี อนุมณี  
รหัสประจำตัว 55620901  
ปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชา การออกแบบอุตสาหกรรม  
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์บรรจงศักดิ์ พิมพ์ทอง  
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์บรรจงศักดิ์ พิมพ์ทอง	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกษมรัสมิ วิจิตรกุลเกษม	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญาดา ชวาสกุล	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิงศา	
ดร.ลักขณา เบ็ญจวรรณ	

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ 28 กันยายน 2559  
สถานที่สอบ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์รับรองแล้ว



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิเชฐ โสวิทยสกุล)

คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

วันที่ 21 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2559

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็ก สำหรับบ้านพักอาศัย
นักศึกษา	นางสาวอัจฉรสิริ อนุมณี
รหัสนักศึกษา	55620901
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การออกแบบอุตสาหกรรม
พ.ศ.	2559
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ. บรรจงศักดิ์ พิมพ์ทอง

### บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงประยุกต์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย โดยศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างและลักษณะสมบัติของปุ๋ยหมักภายใต้การวิจัยเชิงปริมาณด้วยแบบสอบถามความคิดเห็นจากกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร จำนวน 200 ชุด และการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการขยะอินทรีย์ จำนวน 3 คน เพื่อสรุปแนวทางการออกแบบภายใต้การดูแลของผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษา

ผลการศึกษาได้ข้อสรุป คือ ถังพลาสติกรูปทรง 4 เหลี่ยมเรียงซ้อนกันจำนวน 3 ชั้น ประกอบด้วย ชั้นที่ 1 ชั้นหมักขยะอินทรีย์พร้อมท่อระบายอากาศ ชั้นที่ 2 ลีนชกเก็บปุ๋ยหมัก และชั้นที่ 3 ฐานรองถังหมัก พร้อมคู่มือการใช้งานและการใช้ประโยชน์จากปุ๋ยหมัก โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่านเป็นผู้ประเมินความเหมาะสมในด้านรูปลักษณะ ด้านการใช้งานและด้านการนำเสนอข้อมูลคู่มือการใช้งาน ผลการประเมินมีค่าเฉลี่ยรวมในแต่ละด้านเท่ากับ 4.38, 4.1 และ 4.56 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยรวมของถังหมักขยะอินทรีย์เท่ากับ 4.34 คะแนน คือมีความเหมาะสมในระดับมาก

ผลจากการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อถังหมักขยะอินทรีย์ที่ผู้วิจัยออกแบบจำนวน 30 คน พบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจโดยรวมในระดับมาก ทั้งด้านรูปลักษณะ ด้านการใช้งานและด้านการนำเสนอข้อมูลคู่มือการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยแต่ละด้านเท่ากับ 4.17, 4.07 และ 4.53 ตามลำดับ ส่วนผลการทดสอบลักษณะสมบัติของปุ๋ยหมัก พบว่า ปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.8, 0.5 และ 0.88 ตามลำดับ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีค่าเท่ากับ 8.2 ค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N) มีค่าเท่ากับ 11.25 :1 และค่าปริมาณความชื้นมีค่าเท่ากับร้อยละ 71.5 ผู้วิจัยสรุปได้ว่าถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยที่ผู้วิจัยออกแบบช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถหมักขยะอินทรีย์ทำปุ๋ยเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	The design of small household composters
Student	Ms. Adcharasiri Anumanee
Student ID	55620901
Degree	Master of Architecture
Program	Industrial Design
Year	2016
Thesis	Assoc., Prof. Bunjongsak Pimthong

## ABSTRACT

The objectives of this applied research were to design and develop a small household composter as well as conduct a survey on user satisfaction and investigate the properties of the produced compost. In-depth interviews were carried out with 3 organic waste experts in order to formulate a design specification under the guidance of the thesis advisor. A quantitative questionnaire was used to elicit responses from a sample of 30 users.

The designed composter consisted of 3 rectangular bins, one on top of the other. The top bin is a composting bin with a ventilation tube; the middle bin is a compost collecting bin; and the bottom bin is the base. The composter was also provided with a user manual and a compost utilization handbook written by the author.

The composter and the documents were evaluated by the 3 experts—the composter was evaluated on its appearance and utility while the documents were evaluated on their presentation. The average evaluation scores were 4.38, 4.1, and 4.56, respectively, and the overall score was 4.34. The average user satisfaction scores on appearance, utility, and presentation were 4.17, 4.07, and 4.53. The properties of the compost were as follows: the amounts of nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K) essential nutrients were 0.8, 0.5, and 0.88, respectively; the pH were 8.2 and carbon to nitrogen ratio (C/N) were 11.25:1 and the humidity were 71.5%. It was concluded that this developed small household composter is fully functional and beneficial to users.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ภายใต้การดูแลจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ. บรรจงศักดิ์ พิมพ์ทองที่ให้ความกรุณาช่วยเหลือ แนะนำแนวทางการดำเนินการวิจัย รวมทั้ง คณาจารย์คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาออกแบบอุตสาหกรรมทุกท่านที่ให้คำปรึกษาทั้ง เรื่องการเรียนและการทำงานตลอดการดำเนินวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ดร. ลักขณา เบ็ญจวรรณ นักวิจัยประจำศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง (ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ) คณะเกษตรกำแพงแสน วิทยาเขตกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่ให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางการดำเนินงานวิจัยให้สำเร็จได้ด้วยดี ตลอดจนการร่วมเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญคุณชูเกียรติ โกแมน คุณนคร ลิมปคุปตถาวร และผู้ทรงคุณวุฒิ จากคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่านที่ให้ คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. ทรงวุฒิ เอกวุฒิมงคลที่ร่วมเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์รวมทั้ง คณาจารย์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุก ท่านที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่ดีแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ทุกฝ่ายของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่านที่ให้คำปรึกษาและช่วยให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณสมาชิกร่วมสาขาออกแบบอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ทุกคนที่ให้ กำลังใจและความช่วยเหลือในทุกครั้ง จนทำให้การทำวิจัยในครั้งนี้ผ่านพ้นไปด้วยดี

ขอขอบคุณครอบครัวอันเป็นที่รักและเพื่อนทุกคนของข้าพเจ้าที่ให้การสนับสนุนในทุกด้าน ทั้งร่างกาย แรงใจ รวมทั้งทุนทรัพย์แก่ข้าพเจ้า

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแก่ครอบครัว และคณาจารย์ที่ข้าพเจ้าเคารพทุกท่านที่ประสพหาวิชาความรู้และหล่อหลอมประสบการณ์แก่ข้าพเจ้า

อัจฉรสิริ อนุมณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต่อ|||อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	I
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญภาพ.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 คำถามของการวิจัย.....	2
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.5 ขั้นตอนการวิจัย.....	4
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ.....	5
1.7 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย.....	6
1.8 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	6
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 ชยะอินทรีย์.....	8
2.1.1 ลักษณะชยะอินทรีย์.....	8
2.1.2 ปัจจัยที่มีผลต่อองค์ประกอบและปริมาณชยะมูลฝอย.....	10
2.1.3 ระบบการจัดการชยะมูลฝอย.....	11
2.2. การหมัก.....	15
2.2.1 การหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน.....	16
2.2.2 การหมักแบบใช้ออกซิเจน.....	18
2.2.3 แนวทางการใช้ประโยชน์จากผลผลิต.....	21
2.3 บ้านพักอาศัย.....	22
2.3.1 บ้านพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยว.....	23
2.3.2 บ้านพักอาศัยประเภททาวน์เฮาส์.....	24
2.3.3 ปัจจัยที่มีผลการเปลี่ยนแปลงลักษณะบ้านพักอาศัย.....	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงการจัดการขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย.....	27
2.4.1 ผลิตภัณฑ์หมักขยะอินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจน.....	27
2.4.2 ผลิตภัณฑ์หมักขยะอินทรีย์แบบใช้ออกซิเจน.....	33
2.5 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	38
2.5.1 แนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม.....	38
2.5.2 แนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.....	42
2.5.3 การยศาสตร์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์.....	47
2.5.4 วัสดุและกรรมวิธีการผลิต.....	51
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	56
2.6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ.....	56
2.6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ.....	59
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	60
3.1 รูปแบบและขั้นตอนการวิจัย.....	60
3.2 ข้อมูลและขอบเขตของการวิจัย.....	63
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	65
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	69
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	70
3.6 การสรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	70
บทที่ 4 ผลวิเคราะห์ข้อมูล.....	71
4.1 ผลการสอบถามการจัดการขยะอินทรีย์และแนวทางการใช้ประโยชน์ในบ้านพักอาศัย.....	71
4.2 ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบ .....	81
4.3 ผลการออกแบบต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย .....	82
4.4 ผลการผลการประเมินต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย	91
4.5 ผลการสอบถามความพึงพอใจต่อถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพัก	94
อาศัยของกลุ่มตัวอย่าง.....	
4.6 ผลการทดสอบปุ๋ยหมักจากถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย	98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	100
5.1 สรุปผล .....	100
5.2 อภิปรายผล .....	107
5.3 ข้อเสนอแนะ .....	109
บรรณานุกรม.....	110
ภาคผนวก.....	116
ภาคผนวก ก. รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ.....	117
ภาคผนวก ข. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	119
ภาคผนวก ค. รูปแบบถึงหมักขยะอินทรีย์ที่ผู้วิจัยออกแบบ.....	131
ภาคผนวก ง. เอกสารประกอบการดำเนินงานวิจัย.....	138

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงลักษณะทางกายภาพของกระบวนการหมัก.....	16
2.2 แสดงธาตุอาหารที่อยู่ในน้ำหมักชีวภาพ.....	17
2.3 แสดงชนิดของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากวัสดุหมักต่างๆ.....	17
2.4 แสดงองค์ประกอบที่เหมาะสมในการหมักแบบใช้ออกซิเจน.....	18
2.5 กลุ่มจุลินทรีย์และหน้าที่ในกระบวนการหมัก.....	20
2.6 การเปรียบเทียบการหมักระหว่างแบบใช้ออกซิเจนและแบบไม่ใช้ออกซิเจน.....	20
2.7 แสดงที่พักอาศัยจำแนกตามประเภทของที่อยู่อาศัย กรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2553.....	22
2.8 แสดงกิจกรรมใช้พื้นที่ห้องครัว.....	26
2.9 แสดงตัวอย่างถังหมักขยะอินทรีย์ร่วมกับสารเร่งจุลินทรีย์.....	27
2.10 แสดงการวิเคราะห์ถังหมักขยะอินทรีย์ร่วมกับสารเร่งจุลินทรีย์.....	31
2.11 แสดงการวิเคราะห์ตัวอย่างผลิตภัณฑ์หมักขยะอินทรีย์แบบใช้ออกซิเจน.....	33
2.12 แนวทางการออกแบบที่ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม.....	37
2.13 แสดงค่าเฉลี่ยสัดส่วนของมือเปศหญิงและชายไทยทั่วประเทศอายุ 40 – 49 ปี.....	47
2.14 แสดงการเคลื่อนไหวในลักษณะต่างกันของร่างกาย.....	49
2.15 แสดงค่าตัวเลขน้ำหนักที่เหมาะสมในการยกน้ำหนักของเพศหญิงและชาย.....	50
2.16 แสดงคุณสมบัติของพลาสติกด้านต่างๆ.....	52
3.1 จำนวนกลุ่มตัวอย่างเขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร.....	65
4.1 ข้อมูลทั่วไป เพศ รายได้และสถานภาพอายุของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	72
4.2 ข้อมูลทั่วไป อาชีพของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	72
4.3 ข้อมูลทั่วไป รายได้ต่อเดือนของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	73
4.4 ข้อมูลทั่วไป ลักษณะบ้านพักอาศัย สถานะการพักอาศัยและขนาดครัวเรือนของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	73
4.5 กิจกรรมสร้างขยะอินทรีย์ในครัวเรือนของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	74
4.6 องค์ประกอบของขยะอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในครัวเรือนของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	74
4.7 พฤติกรรมการคัดแยกขยะอินทรีย์ของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	75
4.8 ช่วงเวลาในการจัดการขยะอินทรีย์ของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	75
4.9 ปริมาณขยะอินทรีย์ในมืออาหารของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	76

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.10 สถานที่เก็บรวบรวมและช่วงเวลาการทิ้งขยะอินทรีย์ของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	76
4.11 ปัญหาและผลกระทบจากการจัดการขยะอินทรีย์ของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	77
4.12 แนวทางการจัดการขยะอินทรีย์ในครัวเรือนของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	78
4.13 แสดงปัญหาและอุปสรรคในการหมักขยะอินทรีย์.....	79
4.14 ความสนใจการใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์ด้วยกระบวนการหมัก (1-3).....	79
4.15 ความสนใจการใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์ด้วยกระบวนการหมัก.....	80
4.16 การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์หมักขยะอินทรีย์.....	80
4.17 ข้อกำหนดผลิตภัณฑ์ถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย.....	83
4.18 แสดงผลการประเมินต้นแบบจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน.....	92
4.19 แสดงข้อมูลทั่วไป เพศ และอายุของผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ.....	94
4.20 ข้อมูลทั่วไป อาชีพของผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ.....	95
4.21 ข้อมูลทั่วไป รายได้ต่อเดือนของผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ.....	95
4.22 ข้อมูลทั่วไป ลักษณะบ้านพักอาศัยและจำนวนสมาชิกของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	95
4.23 แสดงความพึงพอใจที่มีต่อถังหมักขยะอินทรีย์ที่ผู้วิจัยออกแบบ.....	96
4.24 ผลการทดสอบลักษณะทางเคมี (Chemical Testing).....	99

# สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 ลักษณะภาชนะรองรับขยะมูลฝอยในแต่ละชุมชน.....	2
1.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	6
2.1 แสดงตัวอย่างถังขยะประเภทต่างๆ.....	12
2.2 การเก็บขนขยะมูลฝอยแบบบ้านต่อบ้าน.....	13
2.3 การเก็บขนขยะแบบบ้านต่อบ้านของเจ้าหน้าที่เก็บขนขยะ.....	13
2.4 แสดงการเก็บขนขยะแบบกำหนดจุด.....	14
2.5 การเก็บขนขยะแบบกำหนดจุดของเจ้าหน้าที่เก็บขนขยะ .....	14
2.6 ตัวอย่างบ้านเดี่ยวสองชั้นและบ้านเดี่ยวชั้นเดียว.....	23
2.7 ตัวอย่างที่พักอาศัยประเภททาวน์เฮาส์.....	24
2.8 ตัวอย่างการจัดแบ่งพื้นที่ใช้สอยทาวน์เฮาส์ 2 ชั้น.....	25
2.9 แสดงพื้นที่ใช้สอยส่วนต่างๆ ภายในบ้านพักอาศัย.....	25
2.10 แบบจำลองการเชื่อมโยงระหว่างประโยชน์ใช้สอยกับปัจจัยแต่ละด้าน.....	43
2.11 แสดงสัดส่วนขนาดมือและฝ่ามือ.....	48
2.12 ตำแหน่งการวัดขนาดสัดส่วนของมือและนิ้วมือในมิติต่างๆ.....	48
2.13 แสดงกิจกรรมที่ใช้การเคลื่อนไหวร่างกายในพื้นที่ครัว.....	50
2.14 การยกน้ำหนักของวัตถุลักษณะต่างๆ (1).....	50
2.15 การยกน้ำหนักของวัตถุลักษณะต่างๆ (2).....	51
2.16 แสดงสัญลักษณ์พลาสติกที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (1).....	52
2.17 แสดงสัญลักษณ์พลาสติกที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (2).....	53
2.18 แสดงขั้นตอนการผลิตชิ้นงานด้วยวิธีผลิตแบบฉีด.....	55
3.1 แสดงขั้นตอนการวิจัย.....	61

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.1 แสดงการสังเคราะห์แนวทางการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย	83
4.2 แสดงถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย รูปแบบที่ 1.....	85
4.3 แสดงถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย รูปแบบที่ 2.....	86
4.4 แสดงถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย รูปแบบที่ 3.....	86
4.5 แสดงถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย รูปแบบที่ 4.....	87
4.6 แสดงถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย รูปแบบที่ 5.....	88
4.7 แสดงพื้นที่ใช้งานถังหมักขยะอินทรีย์.....	88
4.8 แสดงการปรับปรุงแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย.....	89
4.9 แสดงภาพเสมือนจริงของต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย.....	90
4.10 แสดงคู่มือใช้งานถังหมักขยะอินทรีย์.....	90
4.11 ภาพสามมิติต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย.....	91
4.12 คู่มือการใช้งานถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย.....	91
4.13 ภาพจำลองรูปทรงถังหมักขยะอินทรีย์ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ.....	93
4.14 ลักษณะปัญหาหมักขยะอินทรีย์จากถังหมักที่ผู้วิจัยออกแบบในระยะเวลา 30 วัน.....	96
5.1 แสดงแนวทางการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย.....	103
5.2 สรุบบางถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย.....	104
5.3 แสดงการเติมอากาศเข้าสู่ถังหมักขยะอินทรีย์.....	104
5.4 แผ่นพับแสดงข้อมูลประกอบการใช้งานถังหมักขยะอินทรีย์ที่ผู้วิจัยออกแบบ.....	105
5.5 การประเมินต้นแบบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ.....	106

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กรุงเทพมหานครเป็นศูนย์กลางพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคมมีประชากรทั้งหมด 5,692,284 คน เมื่อการขยายตัวของประชากรส่งผลต่อปริมาณขยะอินทรีย์ที่เกิดจากการบริโภคอุปโภคเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งจำนวนประชากรแปรผันตรงกับปริมาณขยะที่เกิดขึ้น กรุงเทพฯ มีอัตราการผลิตขยะสูงขึ้นต่อเนื่องทุกปีมีปริมาณขยะที่จัดเก็บได้เฉลี่ย 9,900 ตันต่อวัน (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2557) จากการศึกษาองค์ประกอบของขยะ พบว่า เศษอาหารมากที่สุดถึงร้อยละ 40 ของปริมาณขยะทั้งหมด โดยการกำจัดที่ไม่ถูกต้องและสูญเปล่า ทำให้เพิ่มภาระงานแก่ภาครัฐและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

จากการสำรวจการจัดการขยะในบ้านพักอาศัย พบว่า คริวเรือนทิ้งขยะทุกชนิดในภาชนะใบเดียว (One-Can System) โดยไม่มีการคัดแยกประเภทขยะ ทำให้เกิดการปนเปื้อนของขยะเป็นวิธีที่ง่าย สะดวกรวดเร็ว ซึ่งถังขยะที่คริวเรือนเลือกใช้เน้นการใช้งานง่าย ราคาถูก หาซื้อได้ง่ายหรือดัดแปลงจากของเหลือใช้ ได้แก่ ถังขยะจากยางรถยนต์มีฝาปิดพร้อมขาตั้ง ถังพลาสติกพร้อมหูจับมีฝาปิดและไม่มีฝาปิด ส่วนถังขยะที่เกิดจากการดัดแปลงนำของเหลือใช้ เช่น ถังพลาสติกใส่น้ำ ส่วนถังขยะที่ภาครัฐเป็นผู้รับผิดชอบมีขนาดตั้งแต่ 20 ลิตรขึ้นไป ได้แก่ ถังพลาสติกสีขาวขุ่นไม่มีฝาปิดและมีฝาปิด ถังพลาสติกทรงกลมไม่มีฝาปิด ถังพลาสติกมีฝาปิดติดล้อลาก ดังภาพที่ 1.1 ซึ่งการทิ้งขยะอินทรีย์ร่วมกับขยะประเภทอื่น นอกจากไม่เกิดประโยชน์ยังเกิดโทษทั้งแก่คริวเรือนและสิ่งแวดล้อม



ภาพที่ 1.1 ลักษณะถังขยะในแต่ละชุมชน

ภาพโดย อัจฉรสิริ อนุมณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากสภาพอากาศร้อนชื้นของประเทศไทยช่วยให้จุลินทรีย์กลุ่มเป็นโทษย่อยสลายขยะอินทรีย์ได้ดี อีกทั้งถึงขยะที่ไม่มีการคัดแยกประเภทขยะอินทรีย์ทำให้มีความชื้นสูงเกิดการเน่าเสียเร็วขึ้น ส่งกลิ่นเหม็น รวมถึงแหล่งเพาะเชื้อโรคและพาหะนำโรค เช่น แมลงวัน หนู ที่ทำให้เกิดโรค เกิดน้ำเน่าเสียไหลลงสู่แหล่งน้ำใต้ดิน ส่วนปัญหากลิ่นเหม็นมีการรณรงค์ด้านมลพิษทางสิ่งแวดล้อมมากที่สุดเฉลี่ยร้อยละ 39 (กรมควบคุมมลพิษ. 2557) รวมทั้งส่งผลต่อสุขภาพของเจ้าหน้าที่ขนขยะผลกระทบจากขยะอินทรีย์ดังกล่าว ภาครัฐจึงให้ความสำคัญการจัดการขยะที่แหล่งกำเนิด เพื่อช่วยลดปริมาณขยะและการใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์ในครัวเรือน ด้วยยุทธศาสตร์การลด ใช้ซ้ำและนำกลับมาใช้ใหม่ (Reduce, Reuse, Recycle: 3Rs) ด้วยการหมักขยะอินทรีย์ทำปุ๋ยเป็นทางเลือกที่ลดปริมาณขยะอินทรีย์และใช้ประโยชน์ที่ง่ายสอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นของประเทศไทยที่เหมาะสมในการย่อยสลาย ส่วนใหญ่ถึงหมักขยะอินทรีย์ที่พบเกิดจากการตัดแปลงตามความเหมาะสมของผู้ใช้งาน ไม่มีรูปแบบที่แน่นอนยากต่อการควบคุมประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักให้คงที่ขึ้นอยู่กับทักษะและความรู้แต่ละบุคคล จึงเป็นเรื่องยากสำหรับผู้ที่ไม่มีความรู้และประสบการณ์ในการหมักแตกต่างจากถังหมักขยะอินทรีย์ในต่างประเทศที่สามารถควบคุมประสิทธิภาพการหมักได้และผลิตในเชิงพาณิชย์ รวมทั้งมีรูปแบบถังหมักที่หลากหลายหาซื้อได้ง่ายตามความต้องการและวิธีใช้งานง่ายช่วยสร้างแรงจูงใจใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์ได้

ผู้วิจัยจึงสนใจออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยตามแนวความคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อมที่คำนึงถึงความคุ้มค่าของผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย รวมทั้งความสามารถในการผลิตและหน้าที่ใช้งานที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ เป็นสำคัญ (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2557) ภายใต้การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ให้ความสำคัญวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ช่วงการออกแบบด้านรูปลักษณ์และด้านการใช้งานที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานเป็นสำคัญและช่วงหลังอายุการใช้งานผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องกับหลักการ 3Rs เพื่อช่วยลดปริมาณและการใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์อย่างมีประสิทธิภาพตามความต้องการและสอดคล้องกับการดำเนินชีวิตของครัวเรือนในปัจจุบัน

## 1.2 คำถามการวิจัย

1.2.1 ถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยมีรูปลักษณ์และรูปแบบการใช้งานอย่างไร

1.2.2 ถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยที่ผู้วิจัยออกแบบใช้งานในบ้านพักอาศัยได้หรือไม่ อย่างไร

1.2.3 ผู้ใช้งานมีความคิดเห็นและความพึงพอใจต่อถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยที่ผู้วิจัยออกแบบอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1.3.1 เพื่อออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย
- 1.3.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยของผู้ใช้งาน และประสิทธิภาพปุ๋ยหมักที่ได้
- 1.3.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อรูปแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

### 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

#### 1.4.1 ตัวแปร

1.4.1.1 ตัวแปรที่ส่งผลต่อการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย  
ตัวแปรต้น ได้แก่

- 1) ชนิดของขยะอินทรีย์ที่นำมาใช้หมัก
- 2) ปริมาณขยะอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในครัวเรือน
- 3) การใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย
- 4) ขนาดพื้นที่ใช้สอยในบ้านพักอาศัย
- 5) รูปแบบการหมักขยะอินทรีย์

ตัวแปรตาม คือ รูปแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

1.4.1.2 ตัวแปรที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

ตัวแปรต้น คือ ถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยที่ผู้วิจัยออกแบบ

ตัวแปรตาม ได้แก่

- 1) ลักษณะสมบัติของปุ๋ยหมักจากถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย
- 2) ความคิดเห็นและความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยที่ผู้วิจัยออกแบบ

#### 1.4.2 พื้นที่ที่ใช้ในการวิจัย

เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร เนื่องจากครัวเรือนนำขยะอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์มากที่สุด รวมทั้งการให้ความร่วมมือของกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่ศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.4.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

#### 1.4.3.1 ประชากร

ครัวเรือนที่พักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยวและทาวน์เฮาส์ที่มีขนาดพื้นที่ใช้สอยตั้งแต่ 95 –160 ตารางเมตรและขนาดที่ดินไม่เกิน 50 ตารางวา จำนวนสมาชิกในครัวเรือนไม่เกิน 4 คนในชุมชนชานเมืองประเภทหมู่บ้านจัดสรร เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร

1.4.3.2 กลุ่มตัวอย่างเพื่อเก็บข้อมูลแนวทางการออกแบบถึงหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยในเขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบโควตา (Quota sampling) โดยเลือกทั้งหมด 200 ครัวเรือน จาก 11,239 ครัวเรือน ผู้วิจัยเลือกบ้านพักอาศัยบ้านเดี่ยวและทาวน์เฮาส์อย่างละ 100 ครัวเรือนในโครงการหมู่บ้านจัดสรรขนาดที่ดินไม่เกิน 50 ตารางวา

1.4.3.3 กลุ่มตัวอย่างเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย ผู้วิจัยใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบอาสาสมัคร (Voluntary) จำนวน 30 ครัวเรือนที่สมัครใจเข้าร่วมทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยที่ผู้วิจัยออกแบบ

### 1.4.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.4.4.1 แบบสอบถามความคิดเห็น เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยของผู้ใช้งาน

1.4.4.2 แบบสัมภาษณ์ เพื่อกำหนดแนวทางการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย ด้วยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (Semi- Structured interview)

1.4.4.3 แบบประเมิน เพื่อประเมินความเหมาะสมของต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยที่ผู้วิจัยออกแบบโดยผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละด้าน

1.4.4.4 แบบสอบถามความพึงพอใจ เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยที่ผู้วิจัยออกแบบ

## 1.5 ขั้นตอนของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยประยุกต์ (Applied Research) ภายใต้กระบวนการเชิงปริมาณและการทดสอบประสิทธิภาพ ผู้วิจัยดำเนินงานวิจัย ดังนี้

1.5.1 ผู้วิจัยทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและผลกระทบจากขยะอินทรีย์ รวมทั้งผลิตภัณฑ์หมักขยะอินทรีย์ที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ เพื่อสรุปแนวทางการจัดการขยะอินทรีย์และแนวทางแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.2 ผู้วิจัยศึกษาผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับขยะอินทรีย์ในประเทศไทยและความต้องการของกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบสอบถามความคิดเห็นกับผู้ที่พักอาศัยในบ้านพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยวและทาวน์เฮาส์จำนวน 40 ครัวเรือน เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหาการจัดการขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยเบื้องต้น

1.5.3 ผู้วิจัยสอบถามความคิดเห็นกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับปัญหาและอุปสรรคในการจัดการในพื้นที่เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร จำนวน 200 ครัวเรือนด้วยแบบสอบถามความคิดเห็น

1.5.4 ผู้วิจัยสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการขยะอินทรีย์ จำนวน 3 คนด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างในประเด็นปัญหาด้านการจัดการขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยและแนวทางใช้ประโยชน์

1.5.4 ผู้วิจัยสรุปปัญหาและความต้องการจากแบบสอบถามความคิดเห็น จำนวน 200 ชุดและแบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน เพื่อกำหนดแนวทางการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยทั้งด้านการใช้งานและรูปลักษณ์ให้สอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มตัวอย่าง

1.5.5 ผู้วิจัยดำเนินการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย ผู้วิจัยใช้การร่างแบบด้วยภาพวาดและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการออกแบบภายใต้คำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ

1.5.6 ผู้วิจัยสรุปแบบร่างถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยสู่การผลิตต้นแบบ เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่านเป็นผู้ประเมินความเหมาะสมต่อไป

1.5.7 กลุ่มตัวอย่างทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยภายใต้สถานการณ์จำลองที่ผู้วิจัยกำหนด พร้อมสอบถามความคิดเห็นและความพึงพอใจด้วยแบบสอบถามความคิดเห็นและความพึงพอใจ จำนวน 30 คน

1.5.8 ผู้วิจัยทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักจากถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยในห้องปฏิบัติการ เพื่อเปรียบเทียบผลทดสอบอ้างอิงมาตรฐานปุ๋ยหมักของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ปี 2548

1.5.9 ผู้วิจัยรายงานผลและสรุปผลการวิจัยด้วยการบรรยายเชิงพรรณนาพร้อมภาพประกอบตาราง และค่าเฉลี่ยทางสถิติอย่างง่ายในรูปเล่มวิทยานิพนธ์

## 1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.6.1 ถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยช่วยสร้างแรงจูงใจการลดปริมาณขยะอินทรีย์ของครัวเรือน

1.6.2 ถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยช่วยลดภาระการจัดการขยะอินทรีย์ของภาครัฐ

1.6.3 ถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.7 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1.7.1 ขยะอินทรีย์ หมายถึง ของเหลือทิ้งจากการบริโภคและอุปโภคของครัวเรือน ยกเว้น กระดุกสัตว์ ก้างปลา มูลสัตว์

1.7.2 การหมัก หมายถึง กระบวนการหมักแบบใช้ออกซิเจนที่มีสารเร่งปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ ช่วยในการย่อยสลาย

1.7.3 ปุ๋ยหมัก หมายถึง ผลผลิตที่ผ่านกระบวนการหมักแบบใช้ออกซิเจนของขยะอินทรีย์

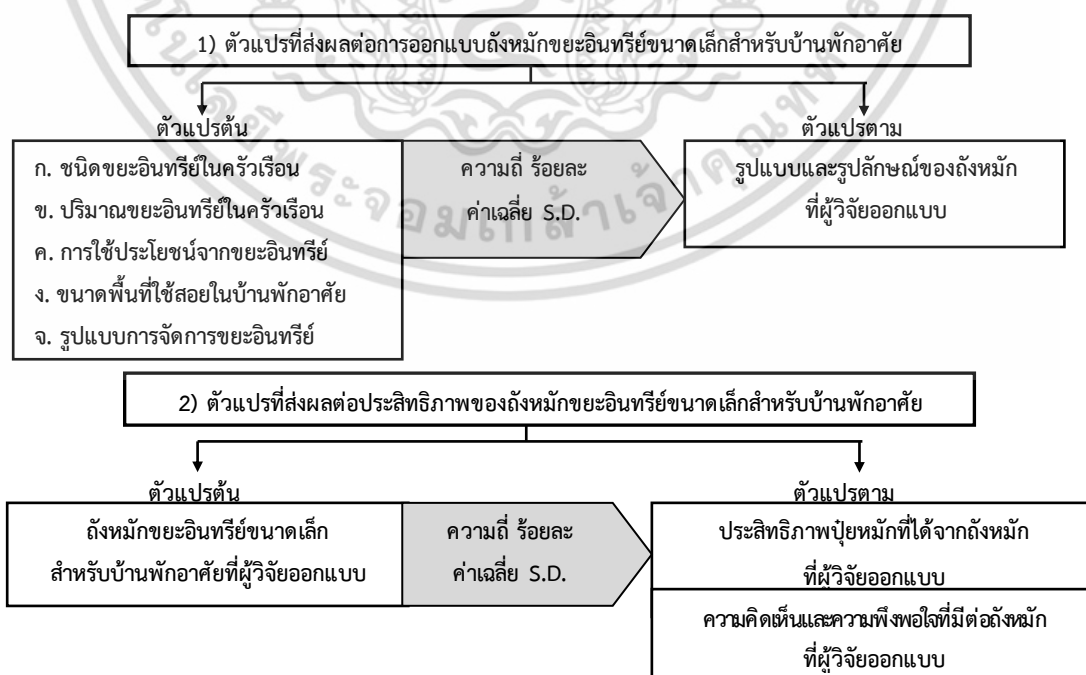
1.7.4 ประสิทธิภาพการใช้งาน หมายถึง ถังหมักขยะอินทรีย์ที่ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยย่อยสลายขยะอินทรีย์เป็นปุ๋ยหมักในระยะ 30 วันได้

1.7.5 ประสิทธิภาพของผลผลิต หมายถึง การทดสอบลักษณะสมบัติของปุ๋ยหมัก ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ปริมาณธาตุอาหารหลักของพืช ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และ โพแทสเซียม (K) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N) ที่ผ่านการทดสอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการเปรียบเทียบตามเกณฑ์ตามมาตรฐานปุ๋ยหมักกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ปี 2548

1.7.6 รูปลักษณ์ หมายถึง ลักษณะทางกายภาพภายนอกของถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย ได้แก่ วัสดุ ขนาด รูปทรง รูปร่าง สัญลักษณ์และสี

1.7.7 การใช้งาน หมายถึง รูปแบบการใช้งานถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยเพื่อทำปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์ได้

## 1.8 กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1.2 กรอบแนวคิดการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

# วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่องการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในแต่ละด้าน ดังนี้

### 2.1 ขยะอินทรีย์

#### 2.1.1 ลักษณะขยะอินทรีย์

#### 2.1.2 คุณสมบัติทางกายภาพ เคมีและชีวภาพขยะอินทรีย์

#### 2.1.3 ระบบการจัดการขยะมูลฝอย

### 2.2 การหมัก

#### 2.2.1 การหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน

#### 2.2.2 การหมักแบบใช้ออกซิเจน

#### 2.2.3 แนวทางการใช้ประโยชน์จากปุ๋ยหมัก

### 2.3 บ้านพักอาศัย

#### 2.3.1 บ้านพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยว

#### 2.3.2 บ้านพักอาศัยประเภททาวน์เฮาส์

#### 2.3.3 ปัจจัยที่มีผลการเปลี่ยนแปลงลักษณะบ้านพักอาศัย

### 2.4 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงที่เกี่ยวข้องการจัดการขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย

#### 2.4.1 ถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย

### 2.5 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

#### 2.5.1 แนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม

#### 2.5.2 แนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

#### 2.5.3 การยศาสตร์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์

#### 2.5.4 วัสดุและกรรมวิธีการผลิต

### 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องการจัดการขยะอินทรีย์

#### 2.6.1 งานวิจัยภายในประเทศ

#### 2.6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.1 ขยะอินทรีย์

### 2.1.1 ลักษณะขยะอินทรีย์

การเรียกชื่อลักษณะของขยะอินทรีย์มีมากมายแตกต่างกันตามการจำแนกขยะแต่ละประเภท ดังนี้

2.1.1.1 การจำแนกตามลักษณะทางกายภาพจำแนกตามลักษณะที่ปรากฏและมองเห็นจากภายนอกสามารถจำแนกออกได้ดังนี้

1) ขยะเปียก (garbage) หมายถึง ขยะมูลฝอยที่เป็นสารอินทรีย์ชนิดต่างๆ และมีความชื้นสูงสามารถย่อยสลายได้ง่ายโดยขบวนการทางชีวภาพ เช่น เศษอาหาร เศษพืชผักและผลไม้ เศษหญ้า เป็นต้น ดังนั้น จึงจำเป็นต้องทำการเก็บขนและนำไปกำจัดทำลายอย่างรวดเร็ว เพื่อป้องกันกลิ่นเหม็นจากการเน่าเสียของขยะประเภทนี้

2) ขยะแห้ง (rubbish and trash) หมายถึง ขยะมูลฝอยที่อยู่ในรูปของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์มีความชื้นต่ำ ย่อยสลายด้วยขบวนการทางชีวภาพได้ยาก เช่น เศษกระดาษ ก่อ่ง กระดาษ เศษกิ่งไม้ใบไม้ เศษยาง เศษผ้า เศษแก้วหรือขวดแก้ว เศษหนังหรือผลิตภัณฑ์หนัง เศษกระป๋องโลหะ เศษพลาสติก เป็นต้น

2.1.1.2 การจำแนกตามองค์ประกอบของขยะมูลฝอยจำแนกได้ดังนี้

ขยะอินทรีย์ (organic waste) ขยะมูลฝอยที่สามารถย่อยสลายได้ด้วยขบวนการทางชีวภาพ โดยมีจุลินทรีย์ทำหน้าที่ย่อยสลาย เช่น เศษอาหาร เศษพืชผักและผลไม้ เศษหญ้า เศษใบไม้และกิ่งไม้ รวมทั้งซากสัตว์และมูลสัตว์ ขยะประเภทนี้นำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ในรูปแบบของการหมักทำปุ๋ย น้ำหมักชีวภาพสามารถแยกตามการย่อยสลาย ดังนี้

1) ขยะสีน้ำตาลเป็นขยะที่มีคาร์บอนสูงที่มีอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูง ส่วนใหญ่เป็นขยะที่แห้ง เช่น หญ้าแห้ง กิ่งไม้ ใบไม้ เศษผม กระดาษ ก่อ่งกระดาษ เปลือกไม้ เป็นต้น

2) ขยะสีเขียวเป็นขยะที่มีไนโตรเจนสูงที่มีอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำ ส่วนใหญ่เป็นขยะที่สด เช่น หญ้าและใบไม้เขียว เศษอาหาร เศษผัก เปลือกผลไม้ ถู่น้ำชา กากกาแฟ เปลือกไข่ ดอกไม้ ขนปัง ข้าว เป็นต้น

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาการย่อยสลายด้วยการหมักขยะอินทรีย์ที่เกิดจากการอุปโภคและบริโภคของครัวเรือนในบ้านพักอาศัย เช่น การรับประทานอาหาร การปลูกต้นไม้ เป็นต้น โดยองค์ประกอบของขยะอินทรีย์ที่มีความชื้นสูงย่อยสลายได้ทางชีววิทยที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่ต่างกันและองค์ประกอบของขยะอินทรีย์ส่งผลต่อประสิทธิภาพของผลผลิตที่ได้จากการหมัก จึงจำเป็นต้องศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางชีวภาพและทางเคมีของขยะอินทรีย์ด้วย

### 2.1.1.3 การจำแนกตามคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของขยะอินทรีย์

การศึกษาคุณสมบัติของขยะอินทรีย์ สำหรับพัฒนาและการกำหนดรูปแบบของการหมักขยะอินทรีย์ที่เหมาะสม จึงต้องศึกษาคุณสมบัติ ดังนี้

#### 1) คุณสมบัติทางกายภาพ

ก. ปริมาณความชื้นของขยะมูลฝอยจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ องค์ประกอบของขยะ ฤดูกาล และสภาพภูมิอากาศ เป็นต้นมีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$m = ((w - d) / 100) \times 100$$

โดยกำหนดให้  $m$  = ปริมาณความชื้น (%)

$w$  = น้ำหนักเริ่มต้นของตัวอย่างขยะมูลฝอย (กก.)

$d$  = น้ำหนักของตัวอย่างเดิมหลังจากอบแห้งที่ 105 องศาเซลเซียส (กก.)

ตัวอย่างของขยะที่เกิดช่วงฤดูฝนมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงกว่าขยะในช่วงฤดูร้อน เนื่องจากน้ำฝนที่ตกลงมาจนทำให้ขยะมีความเปียกชื้นหรือขยะเศษอาหารและเศษพืชผักผลไม้ที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบมากกว่าขยะจำพวกเศษไม้หรือเศษประเภทอื่น ทำให้ปริมาณความชื้นมีส่วนสัมพันธ์กับค่าความร้อน (heating value) ของขยะ รวมทั้งปริมาณน้ำชะมูลฝอย (leachate) ที่เกิดขึ้นถ้าขยะอินทรีย์มีความชื้นระหว่างร้อยละ 50 – 70 มีความเหมาะสมต่อกระบวนการหมัก

ข. น้ำหนักจำเพาะเป็นน้ำหนักของขยะมูลฝอยต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรมีหน่วยเป็น กก./ลบ.ม. ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) หรือปอนด์/ลบ.ฟุต ( $\text{lb}/\text{ft}^3$ ) หรือปอนด์/ลบ.หลา ( $\text{lb}/\text{yd}^3$ ) น้ำหนักจำเพาะเป็นข้อมูลประเมินค่าน้ำหนักและปริมาตรของขยะที่ต้องจัดการเกี่ยวข้องกับการกำหนดขนาดความจุของถังหมักที่เหมาะสมสำหรับในบ้านพักอาศัย ซึ่งน้ำหนักจำเพาะของขยะมูลฝอยจำแนกเป็น 2 แบบคือ 1) ขณะที่ขยะอยู่ในสภาพถูกอัดให้แน่น (compacted specific weight) และ 2) ในขณะที่ขยะไม่อยู่ในสภาพถูกอัด (uncompacted specific weight) การบดอัดขยะให้แน่นทำให้ปริมาณขยะลดลงไปจากเดิมส่งผลต่อการจัดการด้านอื่นด้วย

ค. ขนาดของขยะที่เกิดในบ้านพักอาศัยมีลักษณะที่คล้ายคลึงกันที่เกิดจากการอุปโภคและบริโภคเป็นส่วนใหญ่ โดยขยะที่พบมากในแต่ละชุมชน ได้แก่ เศษไม้ เศษอาหาร กิ่งไม้ และเศษหญ้าจากสวนมีขนาดไม่แตกต่างกันมากนัก

ง. การยอมให้น้ำซึมผ่าน เป็นการที่ขยะมูลฝอยไม่ว่าจะอยู่ในสภาพถูกอัดแน่น เป็นก้อนหรือในสภาพทั่วไปยินยอมให้น้ำ และมวลสารอื่นๆ ซึมผ่านได้ดีมากน้อยเพียงใด คุณสมบัติดังกล่าวนี้จะเกี่ยวข้องกับการไหลของน้ำชะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากขบวนการย่อยสลายขยะภายในหลุมฝังกลบอาจจะไหลซึมและปนเปื้อนกับน้ำใต้ดินที่อยู่ลึกลงไปจากหลุมฝังกลบได้ หากขยะมีคุณสมบัติยอมให้น้ำซึมผ่านได้ดีจะส่งผลให้ชะมูลฝอยมีโอกาสซึมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินได้

#### 2.1.1.4 คุณสมบัติทางเคมี

การวิเคราะห์ขยะมูลฝอยทางเคมีขั้นสุดท้าย (ultimate analysis) พบว่า ขยะทุกประเภทมีส่วนประกอบทางเคมีดังนี้ ธาตุหลัก ได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจน ธาตุรอง ได้แก่ ไนโตรเจน ซัลเฟอร์และซีลีเนียม ตามลำดับ หากอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับขบวนการย่อยสลายทางชีวภาพ ส่วนประกอบทางเคมีที่กล่าวมาแล้วยังมีโลหะหนักบางชนิดที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม (กรมควบคุมมลพิษ. 2551)

จากการศึกษาองค์ประกอบของขยะอินทรีย์ในกรุงเทพมหานคร พบว่าขยะอินทรีย์มีปริมาณเป็นครึ่งหนึ่งของปริมาณขยะทั้งหมดที่เกิดขึ้น ลักษณะของขยะอินทรีย์ที่เกิดขึ้น ได้แก่ เศษอาหารที่เหลือจากการปรุงและประกอบอาหาร เช่น เปลือก เศษพืชผัก เศษใบไม้ กิ่งไม้และเศษอาหารที่รับประทานไม่หมดเหมาะสมต่อการหมักขยะอินทรีย์ทำปุ๋ยที่มีคุณภาพดีและมีคุณค่าเพิ่มขึ้น

#### 2.1.2 ปัจจัยที่มีผลต่อองค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอย

ปริมาณขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ปัจจัยแต่ละด้านจะส่งผลต่อการเกิดปริมาณขยะมูลฝอยของแต่ละชุมชนแตกต่างกันไปที่มีปัจจัยส่งผลต่อการเกิดขยะมูลฝอย ดังนี้

##### 2.1.2.1 สภาวะเศรษฐกิจทั้งประเทศโดยรวมของครัวเรือนและของชุมชน

สภาวะเศรษฐกิจนับเป็นปัจจัยสำคัญเบื้องต้นที่มีผลต่อปริมาณการอุปโภคและบริโภคสินค้า หากสภาวะเศรษฐกิจภาวะที่ดี จะทำให้เกิดการบริโภคสินค้าและบริการมากขึ้น เพราะประชาชนมีอำนาจการซื้อเพิ่มขึ้นตามสภาวะเศรษฐกิจ ในการจับจ่ายสินค้าของประชาชนไม่ว่าจะเป็นสินค้าที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต เช่น อาหารสด อาหารแห้ง เครื่องนุ่งห่ม เครื่องใช้ประจำวัน หรือสินค้าที่ฟุ่มเฟือย หากสภาพเศรษฐกิจไม่ดี ทำให้ประชาชนมีอำนาจการซื้อต่ำ ส่งผลทำให้เกิดปริมาณขยะจากการบริโภคสินค้าที่จำเป็นต่อการดำเนินชีวิต เช่น เศษอาหาร เศษพลาสติก เศษโฟม เป็นต้น หากสภาพเศรษฐกิจมีการขยายตัวจะทำให้ประชาชนมีสภาพคล่องทางการเงินที่ดีด้วยส่งผลต่ออำนาจในการซื้อเพิ่มมากขึ้นทำให้ปริมาณขยะเพิ่มมากขึ้นตามกำลังซื้อ

##### 2.1.2.2 ขนาดของครัวเรือน

ครัวเรือนเป็นจุดเริ่มต้นของแหล่งกำเนิดขยะ เนื่องจากสมาชิกในครัวเรือนเป็นผู้ก่อขยะ ในอัตราที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับพฤติกรรมกรรมการบริโภคและอุปโภคสินค้าของแต่ละครัวเรือน ดังนั้นขนาดของครัวเรือนที่แตกต่างกันจะส่งผลกระทบต่อปริมาณขยะที่ต่างกันด้วย โดยจำนวนสมาชิกในครัวเรือนจะสามารถบ่งชี้ถึงของปริมาณขยะที่เกิดขึ้นของแต่ละชุมชนได้ ชุมชนเมืองที่มีประชากรอาศัยอยู่หนาแน่นเป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดขยะในปริมาณมากกว่าชุมชนชนบทที่มีประชากรอาศัยอยู่น้อยกว่า ดังเช่น กรุงเทพมหานครที่มีผู้คนอยู่อาศัยเป็นจำนวนมากส่งผลต่อปริมาณขยะที่เกิดจากการบริโภคอุปโภคตามจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นด้วย

### 2.1.2.3 ความแตกต่างระหว่างฤดูกาล

องค์ประกอบและปริมาณขยะที่เกิดขึ้นแต่ละช่วงเวลามีความแตกต่างกันตามฤดูกาล โดยพืชผักและผลไม้ตามฤดูกาลบางประเภทที่มีตามฤดูกาลที่บ่งชี้ถึงองค์ประกอบของขยะอินทรีย์ที่เกิดตามมาภายหลัง

### 2.1.2.4 กฎหมายและระเบียบข้อบังคับที่เกี่ยวข้อง

กฎหมายและระเบียบข้อบังคับที่ออกโดยรัฐบาลมอบหมายให้เทศบาลและองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) เป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่ดูแล ยังไม่มีการบังคับใช้อย่างมีประสิทธิภาพ การที่รัฐไม่ได้ออกกฎข้อบังคับให้มีการคัดแยกขยะจากแหล่งกำเนิดอย่างชัดเจน ครั้วเรือนละเลยการคัดแยกขยะที่แหล่งกำเนิด ทำให้เกิดการปนเปื้อนจนไม่สามารถนำขยะกลับมาใช้ได้อย่างเต็มที่และทำให้ปริมาณขยะที่ต้องนำไปกำจัดและทำลายยังสถานที่ฝังกลบเพิ่มมากขึ้น

### 2.1.2.5 ทศนคติของประชาชน

ทัศนคติของประชาชนนับเป็นสิ่งสำคัญ หากประชาชนมีทัศนคติที่ดีต่อการช่วยลดอัตราการเกิดขยะมูลฝอยให้น้อยลงช่วยให้ประชาชนพยายามเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมกรบริโภคหรือวิถีชีวิตของตนเองที่ทำให้เกิดขยะให้น้อยที่สุด โดยเริ่มต้นจากการช่วยลดการบริโภคสินค้าฟุ่มเฟือยและสินค้าที่ไม่จำเป็นให้น้อยลง หรือเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของตนเองด้วยการคัดแยกขยะแต่ละประเภทเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

### 2.1.2.6 ปัจจัยอื่น

ปัจจัยด้านอื่นที่เกี่ยวข้องมีอยู่หลายประการ เช่น งานเทศกาลและวันหยุดตามประเพณี รวมทั้งในวันนักขัตฤกษ์หรือวันสำคัญทางศาสนาที่มีประชาชนออกมาร่วมงานสังสรรค์ที่จัดขึ้นในสถานที่ในบริเวณดังกล่าวจะมีปริมาณขยะเป็นจำนวนมาก

## 2.1.3 ระบบการจัดการขยะมูลฝอย

ระบบการจัดการขยะมูลฝอยที่ครบวงจรประกอบด้วยกระบวนการ ดังนี้

### 2.1.3.1 การเก็บรวบรวม

การเก็บขยะมูลฝอยในครั้วเรือนเป็นจุดกำเนิดของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นครั้งแรก ถ้าหากขาดการคัดแยกตั้งแต่ต้นทาง ทำให้ขยะอินทรีย์จะย่อยสลายได้ง่ายปะปนอยู่กับขยะมูลฝอยอื่นที่กำจัดยาก ทำให้ขยะประเภทอื่นเสื่อมสภาพและกำจัดยากซึ่งบในการกำจัดสูง รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยในครั้วเรือนทำได้ (กรมควบคุมมลพิษ. 2551) ดังนี้

1) ระบบถังใบเดียว (one - cans system) การรวมขยะมูลฝอยทุกประเภทภายในถังเดียวที่รับขยะทุกชนิดหรือเรียกว่าขยะผสม (mixed Refuse) ทำให้ขยะอินทรีย์ค้างไว้นานเกิดการบูดเน่าและปนเปื้อนกับขยะประเภทอื่น ขยะเหล่านี้ส่งกลิ่นเหม็นเน่าราคาถูกลงได้ง่าย ทำให้ขยะประเภทอื่นที่สามารถนำกลับไปใช้ประโยชน์ได้มีคุณภาพต่ำลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ระบบถังสองใบ (two - cans system) การแยกประเภทที่ขยะเปียก ถังหนึ่งและขยะแห้งอีกถังหนึ่ง เพื่อจัดเก็บนำไปกำจัดได้เหมาะสมและประหยัดมากขึ้น คือขยะเปียกจำเป็นต้องเก็บทิ้งทุกวันเนื่องจากปล่อยน้ำ ค้างไว้นาน เกิดการบูดเน่า ส่งกลิ่นเหม็นเน่ารำคาญได้ ส่วนขยะแห้งเก็บแยกต่างหาก จึงช่วยลดปริมาณขยะมูลฝอยและสะดวกในการกำจัด

3) ระบบถังสามใบ (three - cans system) การเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย โดยการแยกถังออกเป็น 3 ประเภท ถังใบแรกใส่ขยะเปียก ถังใบที่สองใส่ขยะแห้งและถังใบที่สามใส่ขยะจำพวกแก้วและขยะอันตรายในบ้าน เช่น แบตเตอรี่ ถ่านไฟฉาย กระจกสารเคมีแก้ว เป็นต้น ทำให้แยกประเภทขยะมูลฝอยได้มากขึ้นสะดวกในการกำจัดและปลอดภัยจากอันตรายขณะกำจัดและการเก็บขน

### 2.1.3.2 ภาชนะรองรับขยะ

การจัดเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและลดการปนเปื้อนของขยะมูลฝอยที่มีศักยภาพในการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่นั้นจะต้องมีการตั้งจุดรวบรวมขยะมูลฝอย และให้มีการแบ่งแยกประเภทของถังรองรับขยะสีระบุไว้ที่มีถูบรรจุภายในถัง เพื่อความสะดวกในการเก็บรวบรวมขยะและไม่ตกหล่น ดังนี้



ภาพที่ 2.1 แสดงตัวอย่างถังขยะประเภทต่างๆ

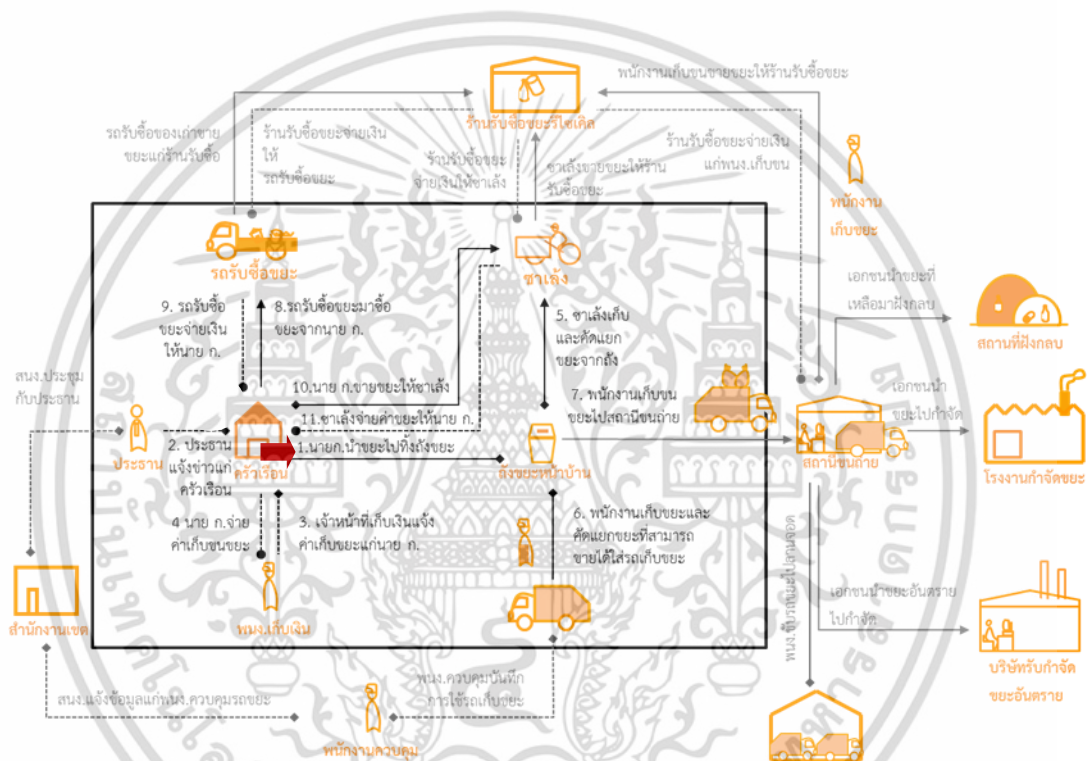
ที่มา <https://www.google.co.th/search?q=ถัง+ขยะ+ประเภท+ต่างๆ>

- 1) สีเขียว ถังรองรับขยะที่เน่าเสียและย่อยสลายได้เร็ว นำมาหมักทำปุ๋ยได้ เช่น ผักผลไม้ เศษอาหาร ใบไม้
- 2) สีเหลือง ถังรองรับขยะที่สามารถนำมารีไซเคิลหรือขายได้ เช่น แก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะ
- 3) สีแดง ถังรองรับขยะที่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เช่น หลอดไฟ หลอดเรสเซนต์ ขวดยา ถ่านไฟฉาย กระจกสีสเปร์ย กระจกยาฆ่าแมลง ภาชนะบรรจุสารอันตราย
- 4) สีฟ้าหรือสีน้ำเงิน ถังรองรับขยะย่อยสลายไม่ได้ ไม่เป็นพิษและไม่คุ้มค่ากับการรีไซเคิล เช่น พลาสติกห่อลูกอม ซองบะหมี่สำเร็จรูป ถูพลาสติก โฟมและฟอล์ยที่เป็นอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัยลงพื้นที่ภาคสนามศึกษาระบบเก็บขยะมูลฝอยจากที่พักอาศัยหน่วยงานรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร พบว่า รูปแบบดำเนินเก็บขนขยะมูลฝอยมี 2 วิธี ดังนี้

ก. การเก็บขนขยะมูลฝอยแบบบ้านต่อบ้านด้วยวิธีส่งรถเก็บขยะและเจ้าหน้าที่ออกไปเก็บขยะมูลฝอยให้ถึงบ้านและชุมชนที่รถเก็บขยะสามารถเข้าเก็บขนได้ คริวเรื่อนนำขยะมูลฝอยจากบ้านมาใส่ถังขยะรองรับไว้ ถังรองรับตามคริวเรื่อนเป็นระบบถังขยะใบเดียวเป็นถังขยะที่รับขยะทุกชนิดหรือเรียกว่าขยะผสม เพื่อรอรถเก็บขนตามวันที่สำนักงานเขตกำหนดจากนั้นรถเก็บขนขยะมูลฝอยนั้นจะนำขยะมูลฝอยไปยังสถานีขนถ่ายอ่อนนุชต่อไป กระบวนเก็บขนขยะมูลฝอยแบบบ้านต่อบ้านดังภาพที่ 2.2 และภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.2 การเก็บขนขยะมูลฝอยแบบบ้านต่อบ้าน

ภาพโดย อัจฉรสิริ อนุมณี

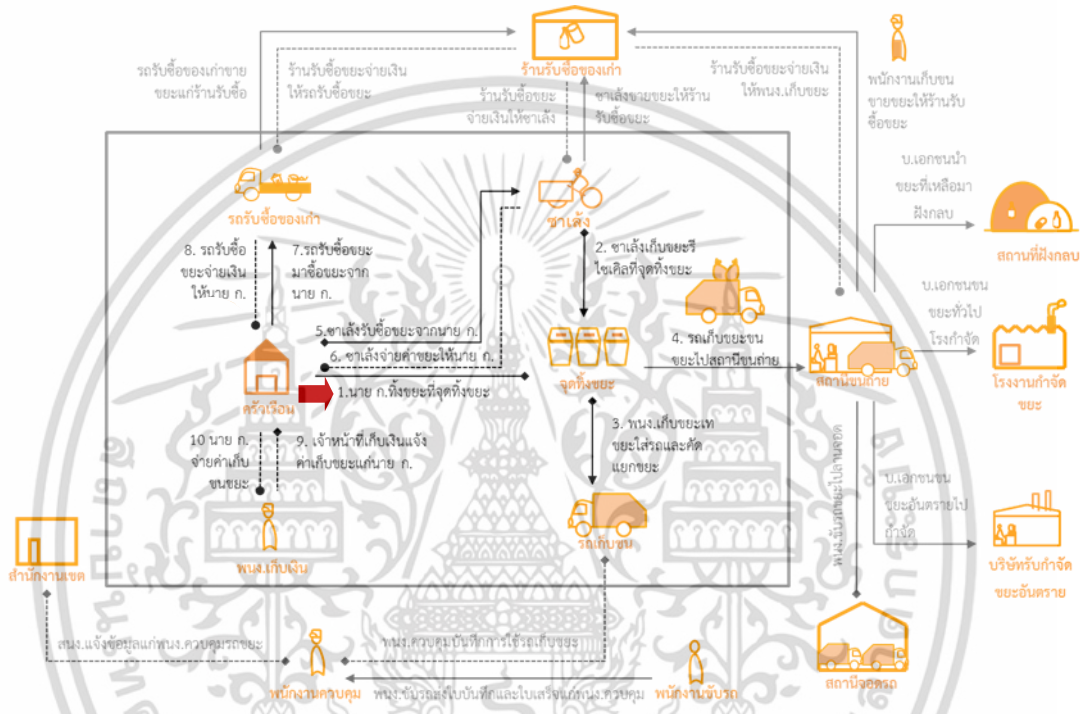


ภาพที่ 2.3 การเก็บขนขยะแบบบ้านต่อบ้านของเจ้าหน้าที่เก็บขนขยะ

ภาพโดย อัจฉรสิริ อนุมณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. การเก็บขนแบบกำหนดจุด โดยนำถังรองรับขยะมูลฝอยไปตั้งให้ตามจุดทิ้งขยะในหมู่บ้าน แหล่งชุมชนและบริเวณที่มีขยะมูลฝอยเป็นจำนวนมาก เช่น ตามตลาดชุมชนที่หนาแน่น เพื่อให้ครัวเรือนนำขยะมูลฝอยมาใส่ลงในถังรองรับ ถังรองรับขยะมูลฝอยนี้จะมี 2 ชนิด คือ ถังพลาสติกขนาด 240 ลิตร และถังคอนเทนเนอร์ขนาด 4 และ 8 ลูกบาศก์เมตร เมื่อถึงกำหนดวันเก็บขยะ รถเก็บขนขยะจะไปเก็บขนขยะตามจุดที่ติดตั้งถังรองรับขยะและนำขยะมูลฝอยที่เก็บขนไปยังสถานีขนถ่ายขยะอ่อนนุช ดังภาพที่ 2.4 และภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.4 แสดงการเก็บขนขยะแบบกำหนดจุด  
ภาพโดย อัจฉรสิริ อนุมณี



ภาพที่ 2.5 การเก็บขนขยะแบบกำหนดจุดของเจ้าหน้าที่เก็บขนขยะ  
ภาพโดย อัจฉรสิริ อนุมณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัยพบว่าการจัดการขยะของครัวเรือนมีการจัดการที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายด้าน เช่น อุปกรณ์หรือภาชนะรองรับขยะ ลักษณะพื้นที่พักอาศัยที่จำกัด ประสิทธิภาพของการเก็บขนขยะของสำนักงานเขตที่ไม่สามารถจัดเก็บขยะครัวเรือนได้ทุกวัน ขาดถังขยะแยกประเภท ทำให้เกิดการปนเปื้อนและเน่าเสียของขยะอินทรีย์ ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในชุมชน

การเก็บขนขยะตามครัวเรือนของสำนักงานเขตที่ขาดแคลนทั้งอุปกรณ์และพนักงาน รวมถึงวิธีการเก็บขนของพนักงานที่ไม่สร้างแรงจูงใจในการคัดแยกขยะด้วยการเก็บขนขยะมูลฝอยแบบบ้านต่อบ้านและการเก็บขนขยะแบบกำหนดจุดมีจุดเด่นและจุดด้อยต่างกัน ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการเก็บขนขยะของเจ้าหน้าที่แตกต่างกัน การเก็บขนขยะในภาพที่ 2.2 เป็นรูปแบบการจัดเก็บที่ใช้เวลานานในแต่ละครั้ง เนื่องจากเจ้าหน้าที่ต้องเดินเก็บขนถังขยะตามบ้านพักอาศัยแต่ละหลังภายในชุมชนนำไปขนถ่ายใส่รถเก็บขยะ ทำให้เจ้าหน้าที่ใช้เวลานานในการเก็บขนขยะระหว่างบ้านแต่ละหลังกับระยะห่างของรถเก็บขยะ

จากลักษณะของถังขยะที่มีตามครัวเรือนดังภาพที่ 1.1 ส่งผลต่อการทำงานของเจ้าหน้าที่ยากต่อยกหรือเคลื่อนย้ายถัง ทำให้ขยะและน้ำขยะไหลจากถังขยะในระหว่างเก็บขนได้ ส่งผลให้เหม็นสร้างรำคาญแก่ครัวเรือน ต่างจากการจัดเก็บขยะแบบกำหนดจุด เนื่องจากแต่ละชุมชนมีจุดทิ้งขยะน้อย ทำให้เจ้าหน้าที่ใช้เวลาในการเก็บขนขยะแต่ละชุมชนน้อยกว่าแบบบ้านต่อบ้าน แต่สร้างความลำบากแก่ครัวเรือนในการนำขยะออกมาทิ้งตามจุดที่กำหนดไว้ และจำนวนถังขยะแบบกำหนดจุดที่มักมีจำนวนจำกัดไม่เพียงพอแต่ปริมาณขยะของแต่ละชุมชน ทำให้เกิดขยะล้นถังเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคได้ง่ายและสร้างทัศนียภาพที่ไม่ดีในการมอง จากที่กล่าวมาข้างต้น ส่งผลต่อพฤติกรรมการคัดแยกขยะของครัวเรือนที่ไม่เห็นความสำคัญและการใช้ประโยชน์จากการคัดแยกขยะทำให้ขยะอินทรีย์ปนเปื้อนกับขยะประเภทอื่น ทำให้คุณภาพขยะต่ำยากต่อการนำไปใช้ประโยชน์ต่อ

## 2.2 การหมัก

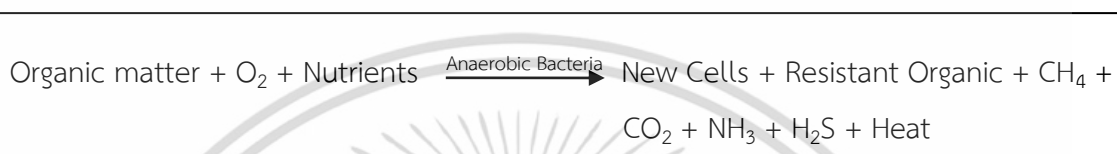
กระบวนการหมักขยะอินทรีย์คือกระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพของสารอินทรีย์ด้วยจุลินทรีย์หลายชนิดภายใต้สภาวะปัจจัยที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ ได้แก่ แหล่งอาหาร ความชื้นและอุณหภูมิที่มีผลผลิตความคงตัวมีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำ เหล่านี้ช่วยให้ไม่มีกลิ่นและนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านเกษตรกรรมและอุปโภคได้

การวิจัยครั้งนี้เป็นใช้กระบวนการหมักที่ย่อยสลายขยะอินทรีย์ในครัวเรือนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิตแก่ครัวเรือน กระบวนการหมักทำปุ๋ยแบ่งได้ 2 ประเภท คือ กระบวนการหมักแบบใช้ออกซิเจน (aerobic decomposition process) และกระบวนการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic decomposition process) ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.1 การหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน

การย่อยสลายอินทรีย์วัตถุของจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ต้องใช้ออกซิเจน ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เป็น ก๊าซและคาร์บอนออกไซด์ การย่อยสลายสารอินทรีย์ อาศัยจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้ออกซิเจน 2 กลุ่ม คือ จุลินทรีย์สร้างกรด (acid forming anaerobic composting) และจุลินทรีย์สร้างมีเทน (methanogenic anaerobic Bacteria) เพื่อใช้สลายสารอินทรีย์ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน และได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็น สารคองตัว ก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนออกไซด์ ก๊าซอื่นๆ เช่น แอมโมเนียไฮโดรเจนซัลไฟด์และพลังงาน ความร้อน ตามปฏิกิริยา ดังนี้



ผลผลิตลักษณะของเหลวที่ได้มาจากการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้จากพืชหรือสัตว์ ลักษณะสดหรืออวบน้ำ โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนเป็นส่วนใหญ่ได้เป็น ของเหลวออกมาจากพืชหรือสัตว์ ประกอบด้วยกรดอินทรีย์และฮอโมนหรือสารเสริมการเจริญเติบโต หลายชนิด โดยการพิจารณาลักษณะที่ดีทางกายภาพของกระบวนการหมัก ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงลักษณะทางกายภาพของกระบวนการหมัก

ลักษณะทางกายภาพในระหว่างการหมัก	การพิจารณาปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่เสร็จสมบูรณ์
1. การเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ สังเกตจากเกิดฝ้าขาวหรือโคโลนีที่เพิ่มขึ้นบริเวณ ผิวหน้าของถังหมัก	1. น้ำหมักชีวภาพมีลักษณะสีน้ำตาลเข้มใส ไม่ขุ่นดำ ส่วน กากจะตกลงด้านล่าง
2. การเกิดก๊าซคาร์บอนออกไซด์ (CO <sub>2</sub> )	2. น้ำหมักชีวภาพไม่มีกลิ่นเหม็นเน่า แต่มีกลิ่นหอมเหมือน เหล้าหมักหรือมีกลิ่นของกากน้ำตาลและกลิ่นเหม็นเปรี้ยว เนื่องจากเกิดกรดอินทรีย์เพิ่มขึ้น
3. กลิ่นฉุนของแอมโมเนีย	3. น้ำหมักชีวภาพจะต้องมีฟองก๊าซหรือไม่มีฟองก๊าซ คาร์บอนออกไซด์ (CO <sub>2</sub> ) หรือมีน้อยมากหากเกิดการหมัก วัสดุจนหมดแล้ว
4. หากนำสารละลายมาแตะลิ้นจะมีรสเปรี้ยวจากกรด แลคติก	4. น้ำหมักชีวภาพจะมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 3-4
5. สารละลายมีลักษณะน้ำตาลใส ไม่ขุ่นดำและมีกลิ่น หอม	

ที่มา <http://puechkaset.com/>

หลังจากกระบวนการหมักเสร็จสมบูรณ์จะได้เป็นสารละลายสีน้ำตาลขุ่นที่ได้จากการย่อย สลายของพืชหรือเซลล์สัตว์ โดยผ่านกระบวนการหมักของจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนและ ไม่ต้องการออกซิเจนเป็นส่วนใหญ่ ด้วยการเติมน้ำตาลทรายแดงหรือกากน้ำตาลให้เป็นแหล่งพลังงาน ของจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ย่อยสลาย โดยทั่วไปเรียกน้ำหมักชีวภาพหรือที่เรียกว่าน้ำหมักจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหมักจุลินทรีย์ประกอบด้วยจุลินทรีย์ในกลุ่มแบคทีเรีย อาทิเช่น *Bacillus sp.*, *Lactobacillus sp.*, *Streptococcus sp.* กลุ่มเชื้อรา อาทิเช่น *Aspergillus Niger*, *Penicillium sp.*, *Rhizopus* และกลุ่มยีสต์ เช่น *Canida sp.* ฉะนั้นให้น้ำสกัดอินทรีย์ชีวภาพที่ผ่านกระบวนการย่อยสลายอย่างสมบูรณ์แล้ว จึงประกอบด้วยจุลินทรีย์หลากหลายชนิดและสารประกอบจากเซลล์พืช เซลล์สัตว์ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ธาตุอาหาร เอนไซม์และฮอร์โมนพืชในปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่นำมาใช้ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงธาตุอาหารที่อยู่ในน้ำหมักชีวภาพ

ธาตุอาหารหลัก	ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม
ธาตุอาหารรอง	แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน
ธาตุอาหารเสริม	เหล็ก ทองแดง แมงกานีส

ที่มา เสียงแจ้ว พิริยพจน์. 2544

นอกจากธาตุอาหารแล้วคุณสมบัติของน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากกระบวนการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน ได้แก่ กรดอินทรีย์หลายชนิด เช่น กรดแลคติก กรดอะซิติกและกรดฮิวมิก ฮอร์โมนหลายชนิด เช่น ออกซิเจน ไซโตไคนิน และจิบเบอเรลลิน และมีค่าเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 3-4

ตารางที่ 2.3 แสดงชนิดของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากวัสดุหมัก

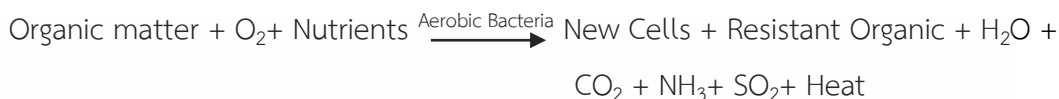
ชนิดของน้ำหมัก	ผลิตจากผักและเศษพืช	ผลิตจากขยะอินทรีย์	ผลิตจากสัตว์
วัสดุหมัก	น้ำหมักที่ได้จากเศษพืช เศษผักจากแปลงเกษตรหลังการเก็บ และคัดแยกผลผลิต	น้ำหมักที่ได้จากขยะในครัวเรือน เช่น เศษอาหาร เศษผักผลไม้ เล็กน้อย	น้ำหมักชีวภาพจากสัตว์ เป็นน้ำหมักที่ได้จากเศษเนื้อต่างๆ เช่น เนื้อปลา เนื้อหอย เป็นต้น
ผลผลิตที่ได้	น้ำหมักที่ได้มีลักษณะเป็นน้ำขุ่นสีน้ำตาล มีกลิ่นหอม ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน กรดแลคติก และฮอร์โมนเอนไซม์	น้ำหมักที่ได้มีลักษณะขุ่นสีน้ำตาลจางกว่าชนิดแรก และ มีกลิ่นหอมน้อยกว่า บางครั้งอาจมีกลิ่นเหม็นบ้าง ต้องใช้กากน้ำตาลเป็นส่วนผสม	น้ำหมักที่ได้จะมีสีน้ำตาลเข้ม มักมีกลิ่นเหม็นมากกว่าน้ำหมักที่ได้จากวัสดุหมักอื่น ต้องใช้กากน้ำตาลเป็นส่วนผสม
การนำไปใช้ประโยชน์	- ใช้เป็นหัวเชื้อในการทำปุ๋ยหมักอินทรีย์ - ใช้ในการกำจัดน้ำเสียและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ - ใช้ทำความสะอาดพื้นที่เลี้ยงสัตว์ - ใช้บำบัดกลิ่นเหม็นต่างๆ เช่น ห้องส้วม กองขยะ ท่อระบายน้ำ		
ข้อควรระวัง	- การควบคุมปริมาณกากน้ำตาล เพื่อป้องกันการเกิดกลิ่นเหม็นระหว่างการหมัก - การควบคุมการใช้ปุ๋ยน้ำชีวภาพ โดยไม่ใช้ติดต่อกันหลายวันและใช้ปริมาณที่เข้มข้นสูง		

ที่มา เสียงแจ้ว พิริยพจน์. 2544; <http://puechkaset.com>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2.2 การหมักแบบใช้ออกซิเจน

จุลินทรีย์ชนิดใช้ออกซิเจนจะย่อยสลายสารอินทรีย์ (organic matter) ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เซลลูโลส กรดอะมิโนในสภาวะที่มีออกซิเจนและได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นสารคงตัว หรืออีวมัส น้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซอื่นๆ เช่น แอมโมเนีย ซัลเฟอร์ไดออกไซด์และพลังงานความร้อนตามปฏิกิริยา ดังนี้



กระบวนการหมักประกอบด้วยกลไกที่สำคัญ 2 ขั้นตอน ได้แก่

การย่อยสลายอย่างเข้มข้นเกิดขึ้นในช่วง 24 ชั่วโมงแรกของการหมัก อุณหภูมิของการหมักจะสูงถึง 45 องศาเซลเซียสซึ่งเป็นช่วงที่เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยแบคทีเรียประเภทมีโซฟิลิกหลังจาก 24 ชั่วโมงแล้วอุณหภูมิของสารหมักจะสูงขึ้นจนถึงประมาณ 75 องศาเซลเซียส ช่วงนี้การย่อยสลายสารอินทรีย์จะเกิดขึ้นเนื่องจากแบคทีเรียประเภทเทอร์โมฟิลิกและอุณหภูมิที่สูงระดับนี้จะทำให้เชื้อโรคที่อยู่ในวัสดุหมักส่วนใหญ่ตายได้ ระยะเวลาของการเกิดกลไกนี้จะประมาณ 3-6 สัปดาห์ หรือตั้งแต่ 1-5 วัน ขึ้นอยู่กับวิธีการหมักและองค์ประกอบของวัสดุหมัก

การย่อยสลายขั้นสุดท้ายหลังจากที่การย่อยสลายอย่างเข้มข้นเสร็จสิ้นแล้ว อุณหภูมิของสารหมักเริ่มลดลงจนเหลือประมาณ 30 องศาเซลเซียส อินทรีย์สารที่ย่อยสลายได้ยาก เช่น พวกเซลลูโลสจะถูกย่อยสลายขั้นนี้จะใช้เวลาตั้งแต่ 3 เดือนขึ้นไปจนถึง 1 ปี การย่อยสลายในขั้นตอนนี้มีกลุ่มจุลินทรีย์พวกรา ได้แก่ ฟังไจและแอคติโนมัยซิสที่ช่วยในการย่อยสลายสารที่ย่อยสลายได้ยากที่เหลืออยู่ด้วย

### ตารางที่ 2.4 แสดงองค์ประกอบที่เหมาะสมในการหมักแบบใช้ออกซิเจน

องค์ประกอบ	ปริมาณ
1 องค์ประกอบของอินทรีย์สาร	> ร้อยละ 40
2 C:N ในขยะมูลฝอย	30-35:1
3 C:P ในขยะมูลฝอย	75-150 :1
4 ขนาด	0.5 นิ้ว
5 ความชื้น	ร้อยละ 50-60
6 อุณหภูมิ	45-65 องศาเซลเซียส

ที่มา ฉัตรชัย โชติษฐยางกูร. 2552 อ้างถึงใน ลักขณา เบ็ญจวรรณ. 2555

### 2.2.1.3 จุลินทรีย์ที่มีในกระบวนการหมัก

กลุ่มจุลินทรีย์สำคัญในการดำเนินกิจกรรมย่อยสลาย ได้แก่ ยีสต์ทำหน้าที่เปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ จุลินทรีย์ที่ผลิตกรดอินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย ผลิตกรดแลคติกหรือแบคทีเรียผลิตกรดอะซิติกและจุลินทรีย์ย่อยสลายแป้ง โปรตีน และไขมัน ดังนั้นบทบาทและหน้าที่ของกลุ่มจุลินทรีย์มีความเกี่ยวข้องกับการแปรสภาพอินทรีย์วัตถุให้เป็นของเหลว มีดังนี้

1) กลุ่มยีสต์ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของยีสต์จะสามารถสืบพันธุ์ได้โดยการแตกหน่อที่ไม่อาศัยเพศ และยีสต์ใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหาร ดังนั้นในกระบวนการหมักจำเป็นต้องใช้น้ำตาล โดยยีสต์ทำหน้าที่เปลี่ยนแป้งเป็นแอลกอฮอล์ การเปลี่ยนแปลงน้ำตาลให้เป็นเอทิลแอลกอฮอล์ในสภาพไร้อากาศ นอกจากนี้ยีสต์จะผลิตวิตามินและฮอร์โมนในระหว่างกระบวนการหมักด้วย ในกระบวนการหมักจะมีค่าความกรดต่างต่ำมาก แต่ยีสต์สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่เป็นกรดสูงระหว่าง 4.0-6.5 และดำรงชีพอยู่ได้ในสภาพที่มีค่าพีเอชระหว่าง 1.5-3.5 จะมีจุลินทรีย์กลุ่มอื่นร่วมทำปฏิกิริยาอยู่ด้วย ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นกรดอินทรีย์เกิดขึ้นมาก ทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงในภาวะค่าพีเอชต่ำจะทำให้เกิดจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียได้และแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักเป็นปัจจัยหนึ่งที่ควบคุมคุณภาพของผลผลิตที่ได้จากกระบวนการหมัก

2) กลุ่มแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกลักษณะทางสัณฐานวิทยาแบคทีเรียกลุ่มนี้เป็น *gram-positive asporogenous rod-shaped bacteria* จะไม่มีการสร้างสปอร์รูปร่างของเซลล์มีลักษณะเป็นท่อนสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพไม่มีออกซิเจนและใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหารและพลังงาน แบคทีเรียกลุ่มนี้แบ่งได้ 2 กลุ่มคือ *homofermentative* เป็นจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติกเท่านั้น กลุ่มที่ 2 เรียกว่า *heterofermentative* หลังจากกระบวนการหมักได้กรดแลคติก กรดอะซิติก ฟอรั่มิก กลีเซอรอล แอลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จุลินทรีย์ดังกล่าวสามารถทนต่อสภาพความเป็นกรดสูง

3) กลุ่มแบคทีเรียที่ผลิตกรดอะซิติกลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแบคทีเรียกลุ่มนี้เป็น *gram-negative aerobic rod and cocci* รูปร่างเป็นท่อนแต่มีหลายลักษณะ เช่น รูปรีหรือไม้กระบอกโค้งเคลื่อนที่ได้เป็นพวกที่ต้องการออกซิเจน ทนต่อสภาพความเป็นกรดได้ดีที่มีค่าพีเอชต่ำระหว่าง 3.0-3.5 บทบาทสำคัญของแบคทีเรียชนิดนี้จะใช้แอลกอฮอล์เป็นอาหารและแหล่งพลังงานให้เป็นกรดอะซิติกโดยปฏิกิริยาออกซิเดชันในสภาพที่มีออกซิเจน (เสียงแจ้ว พิริยพณฑต์และคณะ. 2544)

4) กลุ่มจุลินทรีย์ย่อยสลายอินทรีย์ไนโตรเจนจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการแปรสภาพอินทรีย์ไนโตรเจนให้เป็นอนินทรีย์ไนโตรเจนประกอบด้วย แบคทีเรีย ราและแอคติโนมัยซิส ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากกระบวนการนี้ส่วนใหญ่ได้แอมโมเนีย จึงเรียกรวมจุลินทรีย์กลุ่มนี้ว่า “แอมโมเนียไฟเออร์” (ammonifiers) ทำหน้าที่ย่อยโปรตีนให้มีขนาดโมเลกุลเล็กลงเป็นกรดอะมิโน

5) กลุ่มจุลินทรีย์แปรสภาพฟอสฟอรัส จุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนอินทรีย์ฟอสฟอรัสและอนินทรีย์ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปไม่เป็นประโยชน์ให้เป็นฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ จุลินทรีย์สร้างน้ำย่อย *phytase*, *phosphatase*, *nucleotidases* และ *glycerophosphatase* เพื่อแปรสภาพอินทรีย์ฟอสฟอรัสที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชให้เป็นประโยชน์ต่อพืชได้

จุลินทรีย์ในกระบวนการหมักมีทั้งจุลินทรีย์ประเภทต้องการออกซิเจนและประเภทไม่ต้องการออกซิเจน จุลินทรีย์ทั้ง 2 กลุ่มนี้ต่างพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันสามารถอยู่ร่วมกันได้ โดยแบ่งจุลินทรีย์จากธรรมชาติที่มีประโยชน์ต่อพืช สัตว์และสิ่งแวดล้อมได้ 5 กลุ่ม ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 กลุ่มจุลินทรีย์และหน้าที่ในกระบวนการหมัก

ลำดับ	กลุ่มจุลินทรีย์	หน้าที่
กลุ่มที่ 1	พวกเชื้อราที่มีเส้นใย	เป็นตัวเร่งการย่อยสลาย สามารถทำงานได้ดีในสภาพที่มีออกซิเจน มีคุณสมบัติต้านทานความร้อนได้ดี ปกติใช้เป็นหัวเชื้อผลิตเหล้า ผลิตปุ๋ยหมัก
กลุ่มที่ 2	กลุ่มจุลินทรีย์พวกสังเคราะห์แสง	สังเคราะห์สารอินทรีย์ให้แก่ดิน เช่น ไนโตรเจน กรดอะมิโน น้ำตาล วิตามิน ฮอร์โมนและอื่นๆ เพื่อสร้างความสมบูรณ์ให้แก่ดิน
กลุ่มที่ 3	กลุ่มจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมัก	ทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นให้ดินต้านทานโรคเข้าสู่วงจรการย่อยสลายได้ดี ช่วยลดการพังทลายของดิน ป้องกันโรคและแมลงศัตรูพืชบางชนิดของพืชและสัตว์ สามารถบำบัดมลพิษในน้ำเสีย ที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมเป็นพิษต่างๆ ได้
กลุ่มที่ 4	กลุ่มจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน และพวกแบคทีเรีย	ทำหน้าที่ตรึงก๊าซไนโตรเจนจากอากาศเพื่อให้ดินผลิตสารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโต เช่น โปรตีน กรดอินทรีย์ กรดไขมัน แบนซ์ ฮอร์โมน วิตามิน เป็นต้น
กลุ่มที่ 5	กลุ่มจุลินทรีย์พวกสร้างกรดแลคติก	มีประสิทธิภาพในการต่อต้านเชื้อราและแบคทีเรียที่เป็นโทษ ส่วนใหญ่เป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคพืชที่มีจำนวนนับแสนหรือให้หมดไป

ที่มา <http://adisak2009.blogspot.com/>

จากกระบวนการหมักทั้งสองรูปแบบต่างมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันไป รวมทั้งผลผลิตที่ได้จากกระบวนการหมักและการนำไปใช้ประโยชน์ แล้วแต่ความเหมาะสมของการนำไปใช้งานของแต่ละครัวเรือน ดังตารางที่ 2.6 เปรียบเทียบคุณลักษณะของกระบวนการหมักทั้งสองรูปแบบ

ตารางที่ 2.6 การเปรียบเทียบการหมักระหว่างแบบใช้อากาศและแบบไม่ใช้อากาศ

รูปแบบการหมัก	การหมักแบบใช้ออกซิเจน	การหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน
วัตถุประสงค์	ลดปริมาณขยะและบำรุงพืช	ผลิตพลังงาน น้ำหมักชีวภาพและลดปริมาณขยะ
ระยะเวลาหมัก	20-30 วัน	20-40 วัน
ผลิตภัณฑ์จากการหมัก	ชีวมีส น้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	สลัดจ์ ก๊าซมีเทน น้ำหมักชีวภาพ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
ปริมาณขยะคงเหลือ	น้อยกว่า 50%	มากกว่า 50%

ที่มา ลักขณา เบ็ญจวรรณ. 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษากระบวนการหมักขยะอินทรีย์และรูปแบบการหมัก พบว่า กระบวนการหมักแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจนมีความเหมาะสมต่อการจัดการขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยและผลผลิตที่ได้จากกระบวนการหมักที่ประกอบด้วยสารละลายของอินทรีย์วัตถุสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งด้านการเกษตรและสิ่งแวดล้อมในบ้านพักอาศัยได้ ผู้วิจัยจึงเลือกกระบวนการหมักเพื่อย่อยสลายขยะอินทรีย์ในครัวเรือนสำหรับการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

## 2.2.3 แนวทางการใช้ประโยชน์จากผลผลิต

### 2.2.3.1 ด้านสิ่งแวดล้อม

- 1) การใช้บำบัดกลิ่นเหม็นต่างๆ โดยผสมน้ำในสัดส่วน 1 ต่อ 10 แล้วราดบริเวณที่มีกลิ่น เช่น ห้องส้วม กองขยะ ท่อ ระบายน้ำ เป็นต้น จุลินทรีย์จะไปเร่งการย่อยสลายที่เป็นต้นเหตุให้เกิดกลิ่นเหม็นแล้วคายออกซิเจนออกมา
- 2) การเทลงโถส้วมหรือท่อระบายน้ำทิ้ง หลังใช้งาน จุลินทรีย์จะไปช่วยย่อยสลายสารตกค้างทำให้ส้วมไม่เต็มเร็ว และท่อระบายน้ำทิ้งไม่อุดตัน
- 3) การเทลงในที่ระบายน้ำหรือบ่อที่มีน้ำเน่าเสีย จุลินทรีย์จะไปย่อยสลายอินทรีย์สารที่เป็นเหตุให้น้ำเน่า แล้วเพิ่มก๊าซออกซิเจนในน้ำทำให้น้ำหายเน่าเสีย

### 2.2.3.2 ด้านการเกษตร

- 1) น้ำหมักชีวภาพผสมอัตราส่วน 1 ส่วนต่อน้ำ 500 ส่วน ใช้ฉีดหรือรดที่ใบโคนต้นไม้สัปดาห์ละ 3-4 ครั้งจะทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดี
- 2) น้ำหมักชีวภาพนำไปผสมกับพืชบางชนิด เช่น ใบและเมล็ดสะเดา ตะไคร้หอม ข่า สาบเสือ ยาฉุน โลติ้น เป็นต้น ใช้ฉีดต้นไม้ลดการก่อตัวของแมลง โดยไม่ต้องใช้ปุ๋ยเคมีและยาฆ่าแมลง โดยน้ำจุลินทรีย์มีประโยชน์จะช่วยให้คุณภาพสิ่งแวดล้อมดีขึ้น
- 3) น้ำหมักชีวภาพช่วยเพิ่มอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ในดินและน้ำ
- 4) น้ำหมักชีวภาพใช้รดต้นพืชหรือแช่เมล็ดพันธุ์ ท่อนพันธุ์เพื่อเร่งการเกิดรากและการเจริญเติบโตของพืช
- 5) น้ำหมักชีวภาพเป็นสารที่ทำหน้าที่เหมือนฮอร์โมนพืช กระตุ้นการเกิดรากและการเจริญเติบโต ทำให้ผลผลิต และคุณภาพสูงขึ้น

จากการศึกษาการจัดการขยะอินทรีย์และกระบวนการหมักขยะอินทรีย์ เพื่อนำขยะอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ พบว่าองค์ประกอบของขยะอินทรีย์ที่เกิดจากการอุปโภคและบริโภคในครัวเรือนมีความขึ้นสูงเหมาะต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เป็นกิจกรรมหลักของกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในกระบวนการหมัก ผลผลิตที่ได้จากกระบวนการหมักนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตรได้ เช่น บำรุงต้นไม้ ช่วยไล่ศัตรูพืช เป็นต้น และสร้างอาชีพเสริมเพิ่มรายได้จากการขายปุ๋ยหมักที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการหมักจะประสบผลสำเร็จและเกิดผลผลิตนั้น จำเป็นต้องควบคุมปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการหมัก เช่น ความชื้น การระบายอากาศ สัดส่วนของวัสดุหมัก ขนาดของถังหมักที่ช่วยควบคุมอุณหภูมิให้มีสถานะเหมาะสมต่อการดำเนินกิจกรรมของจุลินทรีย์ในกระบวนการหมัก เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีประสิทธิภาพนำไปสู่การออกแบบถังหมักที่ควบคุมปัจจัยที่มีต่อกระบวนการหมักขณะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิต

## 2.3 บ้านพักอาศัย

ปัจจุบันบ้านพักอาศัยขนาดเล็กได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากปัจจัยหลายประการ เช่น โครงสร้างประชากร ระบบการขนส่งและจราจร ราคาน้ำมัน และทัศนคติของการอยู่อาศัยของคนรุ่นใหม่ พร้อมการขยายตัวของเมืองและการรองรับประชากรที่อาศัยอย่างหนาแน่นในเขตเมืองสู่การกระจายตัวออกบริเวณรอบนอกในลักษณะกระจัดกระจายปรากฏการณ์ดังกล่าวเป็นการขยายตัวของชุมชนเมืองอย่างรวดเร็ว พร้อมกับปัญหาการรองรับการเติบโตของเมือง (Brown, Dixon and Gillham. 2009 อ้างถึงใน วิมลสิทธิ์ หรยางกูร. 2555)

จากการสำรวจตลาดที่พักอาศัยในปี 2533 - 2552 พบว่าที่อยู่อาศัยประเภทบ้านเดี่ยวและทาวน์เฮาส์ได้รับความนิยมมากที่สุด (ธนาคารอาคารสงเคราะห์. 2552) โดยความต้องการที่พักอาศัยในกรุงเทพมหานครมีขนาดเล็กกลงและเน้นพื้นที่ใช้สอยเพิ่มสูงขึ้นในระดับราคาที่เหมาะสมโดยบ้านพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยวและทาวน์เฮาส์มีอัตราเติบโตเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 30.2 และร้อยละ 14.9 ตามลำดับของที่พักอาศัยทั้งหมด (สำนักสถิติแห่งชาติ. 2553) ขนาดพื้นที่เฉลี่ยของบ้านเดี่ยวที่ 60.12 ตารางวาและทาวน์เฮาส์ที่ 26.51 ตารางวา (วรพจน์ พนาชื่นวงศ์สกุล. 2550; ศิวาพร กลิ่นมัลย์. 2549) ดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 แสดงที่พักอาศัยจำแนกตามประเภทของที่อยู่อาศัย กรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2553

ประเภทของที่อยู่อาศัย	ครัวเรือน	ร้อยละ
บ้านเดี่ยว	867,302	30.2
ทาวน์เฮ้าส์/บ้านแฝด/ทาวน์โฮม	428,382	14.9
คอนโดมิเนียม/แมนชั่น	266,959	9.3
แฟลต/อพาร์ทเมนท์/หอพัก	632,497	22.0
ตึกแถว/ห้องแถว/เรือนแถว	554,868	19.3
ห้องภายในบ้าน	26,678	0.9
อื่น ๆ	10,782	0.4

ที่มา สำนักทะเบียนประชากรและทะเบียน พ.ศ. 2553 สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้สอยภายในบ้านพักอาศัยสำหรับครอบครัวเรียงลำดับด้วยการใช้สอยของผู้พักอาศัย ซึ่งลักษณะของบ้านเดี่ยวและทาวน์เฮาส์มีลักษณะการแบ่งพื้นที่ใช้สอยที่คล้ายคลึงกันและแตกต่างกันที่ขนาดพื้นที่ใช้สอยของประเภทที่พักอาศัยและลักษณะกิจกรรมของแต่ละครัวเรือน ได้แก่ ส่วนสาธารณะ กึ่งสาธารณะ กึ่งส่วนตัว ส่วนตัว และส่วนบริการ ดังนี้

1) ส่วนสาธารณะ – กึ่งสาธารณะเป็นกลุ่มพื้นที่ใช้สอยที่ทุกคนสามารถเข้าถึงได้ตามลำดับความมาก-น้อยของผู้ใช้และลักษณะกิจกรรม ทั้งครอบครัวเจ้าของและผู้อื่น เช่น โถงทางเข้า ห้องรับแขก ห้องทานอาหาร เป็นต้น ห้องเหล่านี้ทุกคนในบ้านรวมทั้งแขกที่มาบ้านสามารถเข้าถึงได้เหมือนกัน ส่วนกึ่งสาธารณะ เช่น ห้องนั่งเล่น ห้องพระ เป็นต้น ห้องเหล่านี้ทุกคนในบ้านเท่านั้นที่จะสามารถเข้าถึงได้

2) ส่วนที่เป็นส่วนตัว – กึ่งส่วนตัว เป็นกลุ่มพื้นที่ใช้สอยร่วมกันได้เฉพาะคนในครอบครัวเจ้าของบ้านพักอาศัยเป็นหลัก กลุ่มพื้นที่ส่วนตัว เช่น ห้องนอน ห้องทำงาน เป็นต้น ห้องเหล่านี้มีเพียงเจ้าของห้องและสมาชิกบางคนเท่านั้นที่จะสามารถเข้าถึงได้เพราะมีความเป็นส่วนตัวสูง ส่วนพื้นที่กึ่งส่วนตัว เช่น ห้องนั่งเล่น ห้องทำงาน เป็นพื้นที่ใช้สอยเฉพาะบุคคล

3) ส่วนบริการ เป็นพื้นที่ใช้สอยที่แยกจากกลุ่มของครอบครัวเจ้าของบ้าน เช่น ห้องครัว ห้องซักผ้า ห้องน้ำ-ส้วม ห้องเก็บของ ที่จอดรถ ส่วนบริการมักอยู่ใกล้กับส่วนทางเข้าออกของบ้านพักอาศัย ที่ต้องเข้าออกจากภายนอกสู่ภายใน

### 2.3.1 บ้านเดี่ยว

#### 2.3.1.1 ขนาดของบ้านเดี่ยว

บ้านเดี่ยว (Single house) ลักษณะอาคารเดี่ยวมีบริเวณที่ดินล้อมรอบ ส่วนใหญ่เป็นอาคารชั้นเดียวหรือ 2 ชั้น มีขนาดใหญ่เล็กแตกต่างกันสามารถตกแต่งตามฐานะและรสนิยมของผู้เป็นเจ้าของ มีความเป็นส่วนตัว ซึ่งกฎหมายกำหนดให้บ้านเดี่ยวมีขนาดที่ดินไม่ต่ำกว่า 50 ตารางวา โดยที่ดินต้องมีหน้ากว้างติดถนนไม่ต่ำกว่า 10 เมตรและลึก 20 เมตร หากความกว้างหรือความยาวไม่ได้ขนาดดังกล่าวต้องมีเนื้อที่ไม่ต่ำกว่า 60 ตารางวา ระยะห่างของอาคารจากเขตที่ดินทุกด้านไม่ต่ำกว่า 2.00 เมตร โดยทั่วไปบ้านเดี่ยวมีทั้งชั้นเดียว แล้วตั้งแต่ 2 -3 ชั้น ดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างบ้านเดี่ยวสองชั้นและบ้านเดี่ยวชั้นเดียว

ที่มา <https://www.google.co.th/search?q=บ้านเดี่ยว>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บ้านเดี่ยวมีลักษณะพื้นที่ใช้สอยมาก สามารถแบ่งพื้นที่การใช้ประโยชน์ได้ครบถ้วนตามความต้องการของผู้พักอาศัยและมีความเป็นส่วนตัวสูง ได้แก่ กลุ่มพื้นที่สาธารณะ กึ่งสาธารณะ กึ่งส่วนตัว ส่วนตัว และส่วนบริการ ซึ่งส่วนบริการเป็นกลุ่มพื้นที่ใช้สอยประกอบด้วย ห้องครัว ส่วนรับประทานอาหาร ห้องน้ำ - ส้วม ห้องเก็บของและส่วนจอดรถ ผู้พักอาศัยสามารถจัดพื้นที่ดังกล่าวได้แบ่งแยกได้เป็นสัดส่วนที่ชัดเจน แตกต่างจะบ้านพักอาศัยประเภททาวน์เฮาส์ที่แม้จะมีลักษณะการแบ่งพื้นที่ใช้สอยที่คล้ายกับบ้านเดี่ยวแต่มีขนาดพื้นที่ที่เล็กกว่า

### 2.3.2 ทาวน์เฮาส์

#### 2.3.2.1 ขนาดของทาวน์เฮาส์

ทาวน์เฮาส์ (Town house) ลักษณะอาคารก่อสร้างต่อกันเป็นแถวยาวที่มีการใช้ผนังหรือกำแพงร่วมกันทั้ง 2 ด้าน ส่วนอีกสองด้านปล่อยอิสระ อาคารชนิดนี้มีที่ว่างสำหรับจอดรถและส่วนหน้าบ้านเล็กน้อย ความสูงของอาคารไม่เกินสามชั้น ตามกฎหมายที่ดินแต่ละหน่วยมีขนาดเล็กมากเพียง 16 - 28 ตารางวาเป็นลักษณะอาคารสูงตั้งแต่ 2 -3 ชั้น ทาวน์เฮาส์กลุ่มหนึ่งประกอบด้วย ส่วนถนนตัดเข้าไปขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 6 เมตร แต่ละหน่วยด้านหน้ามีขนาดที่ดินตั้งแต่ 5-8 เมตร สิ่งปลูกสร้างติดต่อกันตั้งแต่ 2 หน่วยขึ้นไปมีฝาร่วมกันด้านหนึ่งเป็นบ้านชั้นเดียวหรือหลายชั้น ตัวตึกอยู่ลึกเข้ามาจากริมถนนบริเวณที่ว่างด้านหน้าอาจเป็นที่จอดรถหรือทำประโยชน์อย่างอื่น

ทาวน์เฮาส์ต้องมีความกว้างวัดจากกึ่งกลางเสาตอม่อด้านหนึ่งไปยังกึ่งกลางเสาอีกด้านหนึ่งที่มีความกว้างไม่น้อยกว่า 4 เมตร ส่วนความลึกวัดจากผนังชั้นล่างด้านหน้าบ้านจรดผนังหลังบ้านไม่น้อยกว่า 4 เมตร แต่ไม่เกิน 24 เมตร หรือมีพื้นที่ใช้สอยชั้นล่างไม่น้อยกว่า 24 ตารางเมตร ในกรณีที่อาคารมีความลึกเกิน 16 เมตร ต้องจัดให้มีที่ว่างที่ระยะห่าง 12 - 16 เมตร โดยบริเวณดังกล่าวต้องมีเนื้อที่ไม่น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ชั้นล่างอาคารนั้น ส่วนความสูงวัดจากพื้นชั้นล่างถึงชั้นบนควรมีความสูงอย่างน้อย 2.60 เมตร



ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างที่พักอาศัยประเภททาวน์เฮาส์

ที่มา <https://www.google.co.th/search?q=ทาวน์เฮาส์>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

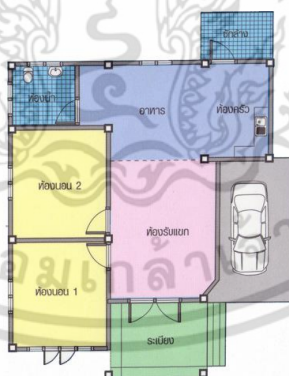
แม้ทาวน์เฮาส์จะมีลักษณะพื้นที่ใช้สอยที่คล้ายกับบ้านเดี่ยว แต่มีข้อจำกัดด้านขนาดพื้นที่ใช้สอยที่เล็กกว่า ทำให้พื้นที่ใช้สอยและกิจกรรมที่เกิดขึ้นในบ้านพักอาศัยมีข้อจำกัดด้วยองค์ประกอบของการใช้สอยพื้นที่สำหรับบ้านพักอาศัยเรียงตามลำดับ ได้แก่ กลุ่มพื้นที่สาธารณะ กึ่งสาธารณะ กึ่งส่วนตัว ส่วนตัว และส่วนบริการ ส่วนบริการเป็นกลุ่มพื้นที่ใช้สอยประกอบด้วย ห้องครัว ส่วนรับประทานอาหาร ห้องน้ำ - ส้วม ห้องเก็บของและส่วนจอดรถ

จากการศึกษารูปแบบพื้นที่ใช้สอยในที่พักอาศัย พบว่า บริเวณพื้นที่ห้องครัวและส่วนซักล้างเป็นบริเวณที่ออกแบบให้เหมาะต่อการจัดการขยะอินทรีย์ การออกแบบอุปกรณ์และการใช้พื้นที่ให้สอดคล้องกับกิจกรรมการจัดการขยะอินทรีย์ที่เกิดขึ้นบริเวณห้องครัวได้แก่ การเตรียมวัตถุดิบปรุงอาหาร การปรุงอาหาร การตัดแยก การเก็บรวบรวม และการทิ้งขยะอินทรีย์ กิจกรรมทั้งหมดเกิดขึ้นในบริเวณห้องครัวและห้องเตรียมอาหาร



ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างการจัดแบ่งพื้นที่ใช้สอยทาวน์เฮาส์ 2 ชั้น

ที่มา <http://theconnect.pruksa.com/>



ภาพที่ 2.9 แสดงพื้นที่ใช้สอยภายในบ้านพักอาศัย

ที่มา <http://www.forfur.com/แต่งบ้าน/20-ข้อควรรู้ก่อนสร้างบ้าน>

การวิจัยในครั้งนี้พื้นที่ใช้สอยภายในบ้านพักอาศัยที่มีความเกี่ยวข้องข้องกับการจัดการขยะอินทรีย์อยู่ในส่วนบริการเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ ห้องครัว ห้องเตรียมอาหาร ลาดจอดรถ เป็นต้น และให้ความสำคัญกับการศึกษาลักษณะการใช้สอยพื้นที่ของห้องดังกล่าว เพื่อให้สอดคล้องกับกิจกรรมที่เกิดขึ้นจากการจัดการขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยเป็นสำคัญ พื้นที่ในการจัดการขยะอินทรีย์อยู่ในส่วนของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องครัวเป็นหลัก โดยกิจกรรมที่เกิดในพื้นที่ครัวมีตั้งแต่การนำของที่จ่ายตลาดเข้ามาในครัว เพื่อล้าง และเก็บเข้าตู้เย็น หลังจากนั้นเมื่อถึงเวลาทำอาหารจะนำของออกจากตู้เย็นเพื่อปรุงอาหาร โดยการ หั่นและล้างอีกครั้งจึงส่งต่อไปยังส่วนของการปรุงอาหาร จากกิจกรรมที่ดังกล่าวทำให้เกิดขยะอินทรีย์ ในพื้นที่มากที่สุดของพื้นที่ใช้สอยในบ้านพักอาศัย และจำเป็นต้องมีการจัดการขยะอินทรีย์ที่เกิดขึ้น อย่างมีประสิทธิภาพในระหว่างกิจกรรมที่เกิดขึ้น ลักษณะห้องครัวในบ้านพักอาศัยมีการวางตำแหน่ง ห้องครัว 2 วิธี คือ การแยกครัวจากตัวบ้านพักอาศัยและการรวมครัวอยู่ในบ้านพักอาศัย ลักษณะ บ้านพักอาศัยในการวิจัยครั้งนี้มีขนาดพื้นที่ใช้สอยจำกัดอย่างบ้านเดี่ยวและทาวน์เฮาส์ในครั้ง นี้ ส่วน ครัวจึงมีหน้าที่เป็นห้องเตรียมอาหารและปรุงอาหาร เพื่อเป็นการประหยัดพื้นที่และความต่อเนื่องของ กิจกรรมภายในห้องครัว ได้แก่ การเก็บอาหาร การปรุงอาหาร การล้างทำความสะอาด

### ตารางที่ 2.8 แสดงกิจกรรมใช้พื้นที่ห้องครัว

กิจกรรมหลัก	กิจกรรมรอง
เตรียมอาหาร ปรุงอาหาร ล้างจาน เก็บของ เสิร์ฟอาหาร ทำความสะอาด	รับประทานอาหาร ล้างมือ ซักล้าง

ที่มา เลอสม สถาปิตานนท์. 2558

การเก็บอาหาร การปรุงอาหาร การล้างทำความสะอาดถือเป็นกิจกรรมภายในห้องครัวที่ ต้องคิดและเตรียมการให้ถูกต้องเหมาะสมสอดคล้องกับพื้นที่ห้องครัวและการจัดวางลำดับเครื่องใช้ ภายในห้องครัว เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้พื้นที่และเวลา อุปกรณ์ในห้องครัวควรเรียงกันใน ลักษณะรูปสามเหลี่ยมจะให้ผู้ใช้งานเป็นจุดศูนย์กลางที่มีอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานครัวอยู่ล้อมรอบ การเก็บอาหารคือตู้เย็น การปรุงอาหารคือเตา การล้างทำความสะอาดคืออ่างล้างจาน มีความยาวแต่ ละด้านรวมกันไม่ควรน้อยกว่า 3.60 เมตรและไม่ควรเกิน 6.60 เมตร (เลอสม สถาปิตานนท์. 2558) เป็นระยะทางที่เดินถึงกันได้ง่ายและไม่ถูกขัดจังหวะด้วยเส้นทางสัญจรอื่น

### 2.3.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะของบ้านพักอาศัย

รูปแบบการใช้ชีวิตของสังคมเมืองเปลี่ยนแปลงไป ค่าครองชีพสูงขึ้นและความต้องการที่ อยู่อาศัยในเมืองหรือย่านใจกลางเมืองและตามแนวเส้นทางรถไฟฟ้า เพื่อลดค่าใช้จ่าย ประหยัดเวลา ในการเดินทางจึงเพิ่มมากขึ้น สำหรับที่อยู่อาศัยแนวราบ แม้จะถูกจำกัดด้านขนาดและราคาของที่ดิน ทำให้ไม่สามารถขยายโครงการที่พักอาศัยในย่านใจกลางเมืองหรือตามแนวเส้นทางขนส่งมวลชนได้ และความต้องการที่อยู่อาศัยแนวราบก็เพิ่มมากขึ้นในปีที่ผ่านมา (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. 2553) จึงมีการ พัฒนาโครงการที่พักอาศัยขนาดเล็กเพิ่มขึ้นทั้งประเภทบ้านเดี่ยวและทาวน์เฮาส์ เนื่องจากเป็นที่อยู่ อาศัยที่ตอบสนองด้านขนาดและราคาของที่ดินที่จำกัดได้ รวมทั้งทำเลที่มีศักยภาพสอดคล้องกับแหล่ง งานมีเส้นทางรถไฟฟ้าวางรับ ตอบสนองความต้องการที่อยู่อาศัยอย่างแท้จริงของผู้ที่ต้องการที่อยู่ อาศัยในเขตชุมชนเมืองได้ (อภิสนันท์ เชื้อถ้อยเจริญกิจ. 2554)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลสำรวจแนวโน้มที่พักอาศัยในอนาคต พบว่า ขนาดของครอบครัวในเมืองไทยจะไปในทิศทางที่เล็กลง ฉะนั้นที่อยู่อาศัยจะเป็นลักษณะที่กระชับมากขึ้น มีขนาดพื้นที่ใช้สอยเล็กลง แต่มีประโยชน์ใช้สอยมากขึ้น เน้นในเรื่องของประโยชน์ใช้สอยให้สอดคล้องกับขนาดที่เล็กลง (ธนาคารอาคารสงเคราะห์. 2557) ผู้วิจัยนำข้อมูลการใช้สอยพื้นที่ในออกแบบผังหมักขยะอินทรีย์ให้มีขนาดและรูปร่างที่เหมาะสมกับขนาดพื้นที่ใช้สอย และลักษณะการใช้พื้นที่ในบ้านพักอาศัยขนาดเล็ก

## 2.4 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงการจัดการขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย

ผู้วิจัยศึกษาผลิตภัณฑ์จัดการขยะอินทรีย์ในต่างประเทศ พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขยะอินทรีย์มีทั้งใช้ภายในและภายนอกที่พักอาศัย โดยมีรูปลักษณะและการใช้งานรวมทั้งราคาที่หลากหลาย เพื่อการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับพื้นที่ใช้สอยและการนำไปใช้ประโยชน์ของครัวเรือน โดยในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจการหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยเป็นสำคัญ จึงเลือกศึกษาผลิตภัณฑ์ที่ใช้การหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจนและใช้ออกซิเจนแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

### 2.4.1 ผลิตภัณฑ์หมักขยะอินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจน

#### 2.4.1.1 ถังหมักขยะอินทรีย์ร่วมกับสารเร่งจุลินทรีย์

ผลิตภัณฑ์หมักขยะอินทรีย์แบบไม่ใช้ระบบไฟฟ้าเป็นใช้การหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจนร่วมกับการใช้สารเร่งจุลินทรีย์ เพื่อให้จุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์ได้เร็วยิ่งขึ้น รวมทั้งช่วยลดกลิ่นที่เกิดจากกระบวนการหมักที่เกิดขึ้น ซึ่งลักษณะทางกายภาพของถังหมักมีหลายรูปแบบและระดับราคาที่แตกต่างกันไป โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มปิดทึบและมีท่อระบายน้ำหมักและกลุ่มปิดทึบไม่มีท่อระบายน้ำหมัก ดังตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 แสดงตัวอย่างถังหมักขยะอินทรีย์ร่วมกับสารเร่งจุลินทรีย์

กลุ่มที่ 1 ปิดทึบและมีท่อระบายน้ำหมัก	
ลักษณะทางกายภาพ	ถังหมักมีรูปร่างสี่เหลี่ยม มีผิวเรียบ มีฝาปิดมีขอบต่างระดับและส่วนที่ยื่นออกมาเพื่อความสะดวกในการเปิด-ปิด ฝาพร้อมท่อระบายน้ำหมักและหัววัดติดกับตัวถัง ภายในถังหมักมีตะแกรงพลาสติกทรงกลมและมีช่องว่างระหว่างกันถึงกับตะแกรงพลาสติก
เทคโนโลยี	การหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจนและใช้สารเร่งจุลินทรีย์
สถานที่	ภายในและนอกที่พักอาศัย
คุณสมบัติ	การย่อยสลายด้วยกระบวนการธรรมชาติในระยะเวลา 7-15 วัน และเสร็จสมบูรณ์ใน 20-30 วัน โดยใช้สารเร่งจุลินทรีย์ในการเร่งกระบวนการย่อยสลายและช่วยดับกลิ่นรบกวน
ผลผลิต	น้ำหมักชีวภาพและสารปรับปรุงดิน
การวิเคราะห์	เหมาะสำหรับบ้านที่มีพื้นที่จำกัดและปริมาณขยะอินทรีย์น้อย เนื่องจากถังหมักมีระบบการย่อยที่รวดเร็ว สามารถกำจัดขยะอินทรีย์ได้บ่อยหรือทุกวัน แต่การหมักระบบนี้จะมีกลิ่นรบกวนขึ้นอยู่กัวัสดุหมัก วัสดุหมักประเภทเนื้อสัตว์ไม่เหมาะกับการหมักระบบนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 2.9 (ต่อ)

กลุ่มที่ 1 ปิดทับและมีท่อระบายน้ำหมัก		
1.1 Urban Composter Bokashi Composting Bucket ที่มา <a href="http://www.amazon.com/gp/product/">http://www.amazon.com/gp/product/</a>		
ผลิตภัณฑ์	Urban Composter Bokashi Composting Bucket \$49.95 (ประมาณ 1,759.09บาท)	
สถานที่ผลิต	ประเทศออสเตรเลีย	
ความจุ	4 แกลลอน สำหรับ 2-4 คน	
ขนาด (นิ้ว)	เส้นผ่านศูนย์กลาง(ล่าง) 8.5" กว้าง 10" สูง18"	
วัสดุ	พลาสติก	
รูปลักษณะ	ถังหมักมีรูปร่างสี่เหลี่ยม มีผิวเรียบ มีฝาปิดมีขอบต่างระดับและส่วนที่ยื่นออกมาเพื่อความสะดวกในการเปิด-ปิดฝา พร้อมท่อระบายน้ำหมักและหัวติดกับตัวถัง ภายในถังหมักมีตะแกรงพลาสติกทรงกลมและมีช่องว่างระหว่างกันถึงกับตะแกรงพลาสติก	
1.2 biobokashi Composting Bucket ที่มา <a href="http://www.amazon.com/dp/B003ANMBKQ?m=A2N8A40GZGQB0M&amp;ref_=v_sp_widget_detail_page">http://www.amazon.com/dp/B003ANMBKQ?m=A2N8A40GZGQB0M&amp;ref_=v_sp_widget_detail_page</a>		
ผลิตภัณฑ์	biobokashi Composting Bucket \$49.95 (ประมาณ 1,759.09บาท)	 <p>ลักษณะภายนอกและภายในถังหมัก</p>
สถานที่ผลิต	ประเทศออสเตรเลีย	
ความจุ	4 แกลลอน สำหรับ 2-4 คน	
ขนาด (นิ้ว)	กว้าง 12" ยาว 12" สูง 18"	
วัสดุ	พลาสติก	
รูปลักษณะ	ถังหมักมีรูปร่างสี่เหลี่ยม มีผิวเรียบ มีฝาปิดมีขอบต่างระดับและส่วนที่ยื่นออกมาเพื่อความสะดวกในการเปิด-ปิดฝา พร้อมท่อระบายน้ำหมักและหัวติดกับตัวถัง ภายในถังหมักมีตะแกรงพลาสติกทรงกลมและมีช่องว่างระหว่างกันถึงกับตะแกรงพลาสติก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ตารางที่ 2.9 (ต่อ)

1.3 Urban Composter™ ที่มา <a href="http://www.urbancomposter.co/">http://www.urbancomposter.co/</a>	
ผลิตภัณฑ์	Urban Composter™ \$49.95 (ประมาณ 1,759.09บาท)
สถานที่ผลิต	ประเทศออสเตรเลีย
ความจุ	4 แกลลอน สำหรับ 2-4 คน
ขนาด (นิ้ว)	เส้นผ่านศูนย์กลาง 11.2" ด้านหลัง 15.7" ด้านหน้า 13.7"
วัสดุ	พลาสติก
รูปลักษณะ	ถังหมักมีรูปทรงคล้ายทรงกรวย มีผิวเรียบ มีฝาปิดมีขอบต่างระดับและส่วนที่ยื่นออกมาเพื่อความสะดวกในการเปิด-ปิดฝา พร้อมทั้งระบายน้ำหมักและหิวที่ติดกับตัวถัง ภายในถังหมักมีตะแกรงพลาสติกทรงกลมและมีช่องว่างระหว่างกันถึงกับตะแกรงพลาสติก
กลุ่มที่ 2 ปิดทึบและไม่มีที่ระบายน้ำหมัก	
ลักษณะทางกายภาพ	ถังหมักมีรูปทรงสี่เหลี่ยม มีผิวเรียบ มีฝาปิดมีขอบต่างระดับและส่วนที่ยื่นออกมาเพื่อความสะดวกในการเปิด-ปิดฝา พร้อมทั้งระบายน้ำหมักและหิวที่ติดกับตัวถัง ภายในถังหมักมีตะแกรงพลาสติกทรงกลมและมีช่องว่างระหว่างกันถึงกับตะแกรงพลาสติก
เทคโนโลยี	การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนและผงเร่งจุลินทรีย์
สถานที่ติดตั้ง	ภายนอกที่พักอาศัยที่มีแสงแดด เช่น สนามหญ้า แปลงผัก ครัวหลังเลี้ยวที่เปียกชื้น
คุณสมบัติ	น้ำหมักที่ได้จากกระบวนการย่อยวัสดุหมักจะไหลซึมลงดิน ใช้งานง่าย สามารถเติมวัสดุหมักได้ทุกวัน การติดตั้งและซ่อมบำรุงได้ง่าย ทนแดดและสภาพแวดล้อมแปรปรวนได้
ผลผลิต	น้ำหมักชีวภาพและสารปรับปรุงดิน (กากขยะอินทรีย์ที่ผ่านกระบวนการย่อยสลาย)
การวิเคราะห์	เหมาะสำหรับที่พักอาศัยที่มีพื้นที่ดิน เนื่องจากต้องขุดดินเพื่อฝังตะกร้าที่รองรับปุ๋ยหมักที่ผ่านกระบวนการย่อยแล้ว และต้องย้ายที่เมื่อปุ๋ยหมักเต็มหลุม ไม่สามารถนำปุ๋ยหมักมาใช้ก่อนได้ แต่กลิ่นรบกวนน้อยเพราะใช้ผงเร่งจุลินทรีย์ในการย่อยสลาย สามารถเติมวัสดุหมักได้ตลอด ระยะการย่อยสลายเร็ว ไม่เหมาะกับที่พักอาศัยที่มีพื้นที่ใช้สอยจำกัด การประกอบและติดตั้งง่าย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 2.9 (ต่อ)

กลุ่มที่ 2 ปิดทึบและไม่มีท่อระบายน้ำหมัก	
2.1 The Green Cone ที่มา <a href="http://www.peoplepoweredmachines.com/greencone/index.html">http://www.peoplepoweredmachines.com/greencone/index.html</a>	
ผลิตภัณฑ์	The Green Cone \$209 (ประมาณ 7,347.80บาท)
สถานที่ผลิต	ไม่ระบุ
ความจุ	1-5 ลิตร (สำหรับไม่เกิน 4 คน)
ขนาด (นิ้ว)	เส้นผ่านศูนย์กลางด้านบน 11.5 " เส้นผ่านศูนย์กลางด้านล่าง 27 " ความสูง 24"
วัสดุ	พลาสติกกรีซเคิล
รูปลักษณะ	กรวย : ลักษณะรูปทรงกรวยปิดทึบ พร้อมฝาปิดมีปุ่ม ล็อก ฐานมีขอบยื่นออกมาเล็กน้อย ลักษณะผิวเรียบ ตะกร้า: ลักษณะทรงกรวย ฐานมีขนาดเล็กกว่าด้านบน ด้านบนมีขอบด้านบนยื่นออกมาเล็กน้อยและมีปิดทึบ ประมาณ 1 ส่วน 3 ของตะกร้าและมีลักษณะเป็นช่อง ระบายอากาศ ก้นตะกร้ามีรูระบาย ผิวเรียบทั้งตะกร้า ถังหัว : ทรงสี่เหลี่ยมและมีฝาปิดแยกส่วนได้ มีหูหิ้ว



ชุดประกอบ The Green Cone



ขั้นตอนการใช้งาน

ผู้วิจัยศึกษาคุณลักษณะของถังหมักขยะอินทรีย์ร่วมกับสารเร่งจุลินทรีย์ พบว่า การใช้งานง่าย เคลื่อนย้ายและทำความสะอาดได้สะดวก การติดตั้งประกอบง่ายด้วยโครงสร้างของถังหมักไม่ซับซ้อน วิธีการใช้งานเป็นสิ่งที่ผู้ใช้คุ้นเคยทำให้สามารถเข้าใจขั้นตอนการใช้งานถังหมักได้รวดเร็ว แต่ถังหมักประเภทนี้ไม่มีข้อมูลแสดงสถานะการทำงานของเครื่องหรือเครื่องหมายที่ช่วยให้ควบคุม กระบวนการหมักได้ดีนัก ทำให้ผู้ใช้งานต้องสังเกตและอาศัยประสบการณ์ในการหมักด้วยตนเอง ดังตารางที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 แสดงการวิเคราะห์ถึงหมักขยะอินทรีย์ร่วมกับสารเร่งจุลินทรีย์

ประเด็น	รายละเอียด
รูปทรงผลิตภัณฑ์	ทรงสี่เหลี่ยม ทรงกลม ทรงกรวยตัด
วัสดุ	พลาสติก
ระบบการหมัก	การหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Decomposition)
ความจุของถังหมัก	ตั้งแต่ 2 ลิตรขึ้นไป เหมาะสำหรับสมาชิก 2-4 คน
โครงสร้างทางกายภาพ	1 ถังหมักพร้อมท่อระบายน้ำและฝาปิด 2 ตะแกรง สำหรับกรองน้ำหมัก 3 สารเร่งจุลินทรีย์ (ชนิดสเปรย์หรือชนิดผง)
การประกอบและติดตั้ง	ชิ้นส่วนสำเร็จรูปสามารถประกอบใช้ได้ทันที
ระยะเวลาการย่อยสลาย	3-4 สัปดาห์ (ขึ้นอยู่กับขนาดของวัสดุหมักและความชื้นในถังหมัก)
ผลผลิตที่ได้รับ	น้ำหมักชีวภาพและสารปรับปรุงดิน
สถานที่ติดตั้ง	ภายในที่พักอาศัย
อายุการใช้งาน	1 ปี
ระดับราคา	ตั้งแต่ 1,700 – 10,000 บาท
จุดเด่น	1 ประหยัดพื้นที่ สามารถใช้ได้ทั้งในและนอกที่พักอาศัย 2 ขั้นตอนการใช้งานถึงหมักไม่ซับซ้อน 3 ส่วนประกอบติดตั้งได้ง่าย 4 เติมวัสดุหมักได้ทุกวัน
จุดด้อย	1 ราคาแพง (ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ผลิต) 2 อายุการใช้งานสั้น
รูปทรงผลิตภัณฑ์	ทรงกรวยคว่ำ
วัสดุ	พลาสติก
ระบบการหมัก	การหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Decomposition)
ความจุของถังหมัก	ตั้งแต่ 2 ลิตรขึ้นไป เหมาะสำหรับสมาชิก 2-4 คน
โครงสร้างทางกายภาพ	1 ถังหมักพลาสติกทึบ ไม่มีรูระบายอากาศ 2 ตะกร้าทรงลึกมีรูระบายโดยรอบ 3 สารเร่งจุลินทรีย์ (ชนิดผง) 4 ถังทรงลึกพร้อมหูหิ้ว สำหรับแยกขยะอินทรีย์ในครัว

กลุ่มที่ 1 ปิดทับและมีท่อระบายน้ำหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

กลุ่มที่ 1 ปิดทึบ และมีท่อระบายน้ำหมัก	ประเด็น	รายละเอียด
	การประกอบและติดตั้ง	นำติดตั้งนอกบ้านพักอาศัย โดยชุดหลุมนำตะกร้ารองกันหลุมและครอบด้วยถังหมักทรงกรวยคว่ำ นำดินกลบรอยต่อให้สนิท ต้องใช้อุปกรณ์อื่นๆในการประกอบถังหมัก เช่น จอม เสียบ สำหรับชุดหลุม
	ระยะเวลาการย่อยสลาย	3-4 สัปดาห์ (ขึ้นอยู่กับขนาดของวัสดุหมักและความชื้นในถังหมัก)
	ผลผลิตที่ได้รับ	น้ำหมักชีวภาพและสารปรับปรุงดิน
	สถานที่ติดตั้ง	ภายนอกที่พักอาศัย เช่น สนามหญ้า สวน
กลุ่มที่ 2 ปิดทึบและไม่มีท่อระบายน้ำหมัก	ประเด็น	รายละเอียด
	อายุการใช้งาน	1 ปี
	ระดับราคา	ตั้งแต่ 1,500 – 10,000 บาท
	จุดเด่น	1 ประหยัดพื้นที่ น้ำหมักที่ได้จะไหลสู่ดินทันที 2 ขั้นตอนการใช้งานถังหมักไม่ซับซ้อน 3 เต็มวัสดุหมักได้ทุกวัน
	จุดด้อย	1 ราคาแพง 2 อายุการใช้งานสั้น 3 การประกอบติดตั้งต้องใช้พื้นที่ที่มีลักษณะเป็นดิน ทำให้ไม่เหมาะกับบ้านพักอาศัยมีพื้นที่เป็นคอนกรีต

ผู้วิจัยประยุกต์แนวทางการออกแบบโครงสร้างและองค์ประกอบของถังหมักสู่การวิจัยครั้งนี้ เพื่อให้ผู้ใช้งานมีความสะดวกสบายและเข้าใจขั้นตอนการใช้งานได้ง่าย ใช้รูปแบบที่ผู้ใช้งานคุ้นเคย โดยรูปทรงของถังหมักมีหลายรูปร่าง ได้แก่ ทรงกลม ทรงกรวย และมีพร้อมท่อระบายน้ำหมัก และมีขนาดเล็กใช้พื้นที่น้อยและไม่ต้องการแสงแดดมากนัก ส่วนมากใช้งานในพื้นที่ครัว เช่น บนโต๊ะเตรียมอาหาร ใต้อ่างล้างจาน เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ที่ใช้การหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจนจะเป็นการออกแบบระบบย่อยสลายร่วมกับสารเร่งการทำงานของจุลินทรีย์ โดยออกแบบถังหมักให้มีลักษณะปิดทึบ ไม่ให้อากาศเข้าไปในถังหมักได้ โดยถังหมักประเภทนี้จะใช้ระยะเวลาการย่อยที่นานกว่าระบบการหมักแบบใช้อากาศและมีกลิ่นแรงกว่าการหมักแบบใช้อากาศ ด้วยสภาพอากาศที่แตกต่างกันจึงจำเป็นต้องพัฒนาการควบคุมปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อกระบวนการหมักให้เหมาะสมกับการใช้งานในบ้านพักอาศัยของประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4.2 ผลิตภัณฑ์หมักขยะอินทรีย์แบบใช้ออกซิเจน

ผลิตภัณฑ์หมักแบบใช้ออกซิเจนเป็นการหมักภายในภาชนะปิดที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดใช้ออกซิเจน โดยออกแบบระบบหมุนเวียนและเติมอากาศภายในถังหมัก เช่น การเจาะรูระบายอากาศหรือชุดอุปกรณ์ผสม เพื่อเติมอากาศเข้าสู่กระบวนการหมัก เพื่อควบคุมการทำงานของจุลินทรีย์ในกระบวนการย่อยสลายวัสดุหมักภายในถังหมัก โดยรูปทรงของถังหมักมีหลายรูปแบบ ได้แก่ ทรงสี่เหลี่ยม ทรงกลม ทรงกรวย และมีขนาดของถังหมักตั้งแต่ถังขนาดเล็กจนถึงถังขนาดใหญ่ หลักการทำงานของถังหมักไม่ยุ่งยาก

ตารางที่ 2.11 แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์ถังหมักขยะอินทรีย์แบบใช้ออกซิเจน

ประเด็น	รายละเอียด
รูปทรงผลิตภัณฑ์	ทรงสี่เหลี่ยม ทรงกลม ทรงกรวยตัด
วัสดุ	พลาสติก
ระบบการเติมอากาศ	เจาะรูหรือช่องเพื่อเติมและระบายอากาศเข้าถังหมัก
ความจุของถังหมัก (แกลลอน)	ตั้งแต่ 10-200 แกลลอน
โครงสร้าง	1 ถังหมักและฝาปิด 2 ช่องเติมวัสดุหมัก 3 ช่องระบายปุ๋ยหมัก
การประกอบและติดตั้ง	แยกชิ้นส่วนตัวถัง ฝาปิด และประตูเปิดปิด เชื่อมด้วยนอตหรือมีตัวล็อก
ระยะเวลาการย่อยสลาย	2-3 สัปดาห์ (ขึ้นอยู่กับการเติมอากาศในกระบวนการหมัก)
ผลผลิตที่ได้รับ	ปุ๋ยหมักหรือสารปรับปรุงดิน (Humus)
สถานที่ติดตั้ง	ภายนอกที่พักอาศัย ได้แก่ สนามหญ้า ระเบียงบ้าน
อายุการใช้งาน	1 ปี
ระดับราคา	ตั้งแต่ 10,000 – 15,000 บาท ด้วยระดับราคาที่สูงมาก ไม่เหมาะกับรายได้ของครัวเรือนไทย และรัฐบาลยังไม่มีกฎหมายควบคุมการจัดการขยะที่ชัดเจนหรือสนับสนุนปัจจัยด้านนี้แก่ครัวเรือน ทำให้ผลิตภัณฑ์ราคาระดับนี้ไม่เหมาะสมกับบริบทครัวเรือนไทย
จุดเด่น	1 ไม่มีกลิ่นรบกวน 2 ขั้นตอนการใช้งานถังหมักไม่ซับซ้อน 3 ประกอบและติดตั้งได้ง่าย 4 เติมวัสดุหมักได้ทุกวัน

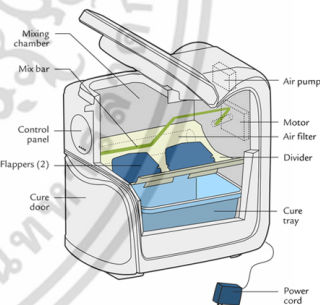
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.11 (ต่อ)

2.1 ผลิตภัณฑ์ระบบหมักแบบใช้ออกซิเจน : ระบบไฟฟ้าอัตโนมัติ	
ผลิตภัณฑ์	1. NatureMill NEO \$249 (ประมาณ 8,754 บาท)
สถานที่ผลิต	ผลิตโดย TEMPERENE™ ประเทศสหรัฐอเมริกา (USA)
ความจุ	2 แกลลอน (8 ลิตร) สำหรับ 2-4 คน
ขนาด (นิ้ว)	20" x 12" x 20" (กว้าง x ยาว x สูง)
วัสดุ	ภายนอก: วัสดุรีไซเคิล ภายใน : สแตนเลส
รูปลักษณะ	<p>ลักษณะคล้ายทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีการออกแบบให้มีส่วนเว้าและส่วนโค้ง มีผิวสัมผัสทั้งเรียบและหยاب แบ่งเป็น 2 ช่อง ประกอบด้วยช่องเติมวัสดุหมักด้านบนและช่องเก็บปุ๋ยหมักด้านล่าง</p> <p><u>ช่องเติมวัสดุหมัก</u> : ฝาพับขึ้น- ลงได้ ฝาปิดลักษณะโค้งมน มีขอบยื่นออกมาเล็กน้อย เพื่อการเปิดปิดที่สะดวก ภายในช่องเติมใช้วัสดุสแตนเลส</p> <p><u>ช่องเก็บปุ๋ยหมัก</u> : ลักษณะกล่องทรงสี่เหลี่ยมโค้งมน ผิวหยاب ขอบด้านบนโค้งเว้า เพื่อความสะดวกในการดึงเข้าออกของกล่อง ภายในกล่องใช้สแตนเลส</p> <p><u>แผงควบคุม</u> : แผ่นเรียบโค้งรับกับตัวถังหมัก แผงควบคุมประกอบด้วยไฟบอกสถานะและคำอธิบายสถานะ</p>
เทคโนโลยี	การย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนและระบบความร้อนอัตโนมัติที่ใช้ระบบไฟฟ้า
สถานที่ติดตั้ง	ภายในที่พักอาศัย เช่น ห้องครัว ใต้เคาเตอร์เตรียมอาหาร
คุณสมบัติ	การปั่นผสมวัสดุหมักด้วยแกนผสมผ่านระบบความร้อน ทำให้ไม่มีกลิ่นรบกวน เครื่องพร้อมใช้งาน ใช้งานได้สะดวก ใช้ระยะเวลาย่อยสลาย 7 วันและภายใน 2 สัปดาห์สามารถนำไปใช้งานได้
ผลผลิตที่ได้	ปุ๋ยหมัก (humus)
การวิเคราะห์	เครื่องหมักเป็นระบบอัตโนมัติ ทำให้ง่ายต่อการใช้งานและบำรุงรักษา ด้วยการออกแบบให้มีการถ่ายเทอากาศและระบบความร้อนทำให้ไม่มีกลิ่นรบกวน และสามารถควบคุมคุณภาพของปุ๋ยหมักได้ แต่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นและราคาสูงต่อเครื่อง สามารถใช้กับพื้นที่จำกัดและทุกสภาพอากาศ
ที่มา	<a href="http://www.naturemill.net/composter.html">http://www.naturemill.net/composter.html</a>



ลักษณะภายนอก



แสดงการทำงาน

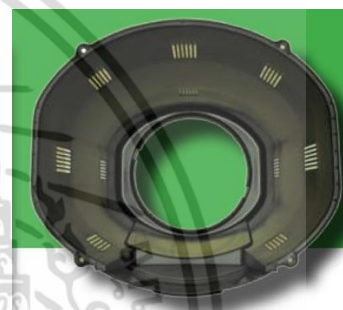
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 2.11 (ต่อ)

2.2 ผลิตภัณฑ์ระบบหมักแบบใช้ออกซิเจน : ถังหมักเดี่ยว	
ผลิตภัณฑ์	Enviro World Compost Bin \$256.37 (ประมาณ 9,014.10 บาท)
สถานที่ผลิต	ไม่ระบุ
ความจุ	82 แกลลอน
ขนาด (นิ้ว)	31" x 27" x 32" (ลึก x กว้าง x สูง)
วัสดุ	พลาสติกรีไซเคิล
ลักษณะทางกายภาพ	ลักษณะถังหมักทรงกระบอกผิวเรียบ รอบตัวถังมีช่องระบายอากาศ มีฝาเปิด-ปิด Twist Lock ทรงกลมมีช่องระบายอากาศพร้อมด้ามจับโค้ง ด้านล่างถังมีช่องประตูเปิด-ปิดพร้อมที่จับ สำหรับระบายปุ๋ยหมักนำไปใช้งานฐานของถังหมักมีตะแกรงทางกลกรองก้นถังหมัก
เทคโนโลยี	การย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน
สถานที่ติดตั้ง	พื้นที่เปิดโล่ง เช่น สนามหญ้า
คุณสมบัติ	โครงสร้างถังหมักไม่ซับซ้อน ระบายอากาศได้ดี สามารถปรับถังหมักเพื่อควบคุมการระบายอากาศ สามารถเติมวัสดุหมักได้ตลอด ป้องกันแมลงและสัตว์เลื้อยคลานด้วยฝาปิด มีช่องระบายอากาศ ทำให้กลิ่นรบกวนน้อย สามารถทำงานได้ทั้งสภาพอากาศปกติและแปรปรวน
ผลผลิตที่ได้	ปุ๋ยหมัก (humus)
การวิเคราะห์	ลักษณะถังเดี่ยว โครงสร้างไม่ซับซ้อนง่ายต่อการใช้งาน มีขนาดใหญ่สามารถเติมวัสดุหมักได้มาก แต่อาจทำให้อากาศไม่ทั่วถึงหมักและระบบหมักไม่สมบูรณ์ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นได้ ไม่เหมาะสำหรับที่พักอาศัยที่มีที่จำกัด เหมาะสำหรับพื้นที่โล่งโปร่งและมีอากาศถ่ายเทสะดวก
ที่มา	<a href="http://www.homedepot.com/p/Enviro-World-82-gal-Compost-Bin-with-Base-EWC-36/205957872?keyword=Enviro+World+Compost+Bin">http://www.homedepot.com/p/Enviro-World-82-gal-Compost-Bin-with-Base-EWC-36/205957872?keyword=Enviro+World+Compost+Bin</a>



ลักษณะภายนอกถังหมัก



ลักษณะภายในถังหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 2.11 (ต่อ)

2.3 ผลิตภัณฑ์ระบบหมักแบบใช้ออกซิเจน : ถังหมักแกนระบายอากาศพร้อมถังเก็บน้ำหมัก		
ผลิตภัณฑ์	Aerobin 400 \$399.95 (ประมาณ 14,043.42บาท)	 <p>ลักษณะภายนอกถังหมัก</p>
สถานที่ผลิต	ประเทศอินเดีย	
ความจุ	112 แกลลอน	
ขนาด (นิ้ว)	29"x29"x47" (กว้าง xฐาน x สูง)	
วัสดุ	ตัวถังหมัก : พลาสติก Polypropylene (80%) และ พลาสติก High Density Polyethylene (HDPE) (20%) ฉนวนกันความร้อน : พลาสติก Polystyrene	 <p>ระบบการทำงานของถังหมัก</p>
ลักษณะทางกายภาพ	ถังหมักลักษณะทรงสี่เหลี่ยมปิดทึบพร้อมฝาปิดทรงสี่เหลี่ยมมีส่วนเว้าสำหรับเปิดฝาทั้งสี่ด้าน ส่วนล่างของถังหมักมีประตูบานพับ สำหรับนำปุ๋ยหมักออกจากถังถึงฐานถังหมักมีช่องว่างสำหรับรองรับน้ำหมักชีวภาพพร้อมท่อระบายน้ำหมักชีวภาพ ทำด้วยพลาสติกผิวเรียบ	
เทคโนโลยี	การย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน	
สถานที่ติดตั้ง	ภายนอกที่พำนักอาศัย เช่น ระเบียง แพลงผัก สนามหญ้า	
คุณสมบัติ	ถังหมักมีขนาดใหญ่พร้อมฝาปิดสามารถรับปริมาณขยะอินทรีย์ได้มาก เนื่องจากการออกแบบให้มีฉนวนสองชั้น ทำให้ อุณหภูมิภายในถังหมักอุ่นกว่าอากาศภายนอก มีท่อระบายอากาศกลางถังหมัก ทำให้มีการเติมอากาศ ช่วยให้ออกซิเจนได้เร็วขึ้น ฐานถังหมักมีช่องสำหรับเก็บน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากกระบวนการย่อยสลายพร้อมท่อระบายสำหรับถ่ายน้ำหมักนำไปใช้งาน ส่วนปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายสมบูรณ์จะอยู่ก้นถัง โดยถังหมักแต่ละด้านจะมีประตูสำหรับเปิด-ปิดถ่ายปุ๋ยหมักไปใช้งาน ผนังและตัวถังแข็งแรงป้องกันการรบกวนจากแมลงและหนู	
ผลผลิตที่ได้	ปุ๋ยหมัก (humus) และน้ำหมักชีวภาพ	
การวิเคราะห์	การออกแบบถังหมักให้มีแกนเติมอากาศช่วยระบบย่อยสลายได้เร็วขึ้น ส่วนถังเก็บน้ำหมักชีวภาพมีท่อต่อเพื่อระบายน้ำหมัก แต่อยู่ระดับที่ต่ำกว่าทำให้ยากต่อการใช้งานในสภาพแวดล้อมจริง ตัวถังมีความทนทานและสามารถทำงานได้ทุกสภาพอากาศ ด้วยระบบขนวน 2 ชั้น ที่เก็บรักษาอุณหภูมิภายในถังหมักได้ การออกแบบถังหมักที่มีขนาดใหญ่เพื่อรองรับปริมาณขยะอินทรีย์จำนวนมาก ทำให้ต้องใช้พื้นที่ในการติดตั้ง	
ที่มา	<a href="http://eartheasy.com/aerobin-400-insulated-composter-15-cubic-foot-133-gallon-compost-bin#overview">http://eartheasy.com/aerobin-400-insulated-composter-15-cubic-foot-133-gallon-compost-bin#overview</a>	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์ที่ใช้การหมักแบบใช้ออกซิเจนเป็นการหมักภายในภาชนะปิดที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดใช้ออกซิเจน โดยออกแบบระบบหมุนเวียนและเติมอากาศภายในถังหมัก เช่น การเจาะรูระบายอากาศหรือชุดอุปกรณ์ผสม เพื่อเติมอากาศเข้าสู่กระบวนการหมัก เพื่อควบคุมการทำงานของจุลินทรีย์ในกระบวนการย่อยสลายวัสดุหมักภายในถังหมัก โดยรูปทรงของถังหมักมีหลายรูปแบบ ได้แก่ ทรงสี่เหลี่ยม ทรงกลม ทรงกรวย และมีขนาดของถังหมักตั้งแต่ถังขนาดเล็กจนถึงถังขนาดใหญ่ ที่หลักการทำงานของถังหมักไม่ยุ่งยาก

ตารางที่ 2.12 แสดงการวิเคราะห์ตัวอย่างผลิตภัณฑ์หมักขยะอินทรีย์แบบใช้ออกซิเจน

ประเด็น	รายละเอียด
รูปทรงผลิตภัณฑ์	ทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า
วัสดุ	1 วัสดุรีไซเคิล 2 แสตนเลส
ระบบการหมัก	การหมักแบบใช้ออกซิเจน
ความจุของถังหมัก	8 ลิตร เหมาะสำหรับสมาชิก 2-4 คน
โครงสร้างทางกายภาพ	1 เครื่องหมักพร้อมฝาเปิดปิด 2 ถาดรองรับขยะอินทรีย์และชุดอุปกรณ์ผสม 3 หน้าจอแสดงผลการทำงานของเครื่อง 4 กระบะสี่เหลี่ยมทรงลึก สำหรับเก็บปุ๋ยหมัก 5 ปลั๊กพร้อมสายไฟ
การประกอบและติดตั้ง	ภายในบ้านพักอาศัย บริเวณใกล้ปลั๊กไฟ
ระยะเวลาการย่อยสลาย	1-3 สัปดาห์
ผลผลิตที่ได้รับ	ปุ๋ยหมักแห้ง
สถานที่ติดตั้ง	ภายในและนอกบ้านพักอาศัย เช่น ครีว ริมระเบียง
อายุการใช้งาน	1 ปี
ระดับราคา	ตั้งแต่ 8,754 – 15,000 บาท
จุดเด่น	1 การทำงานย่อยสลายด้วยระบบอัตโนมัติ ทำให้สะดวกแก่ผู้ใช้งาน 2 ขั้นตอนการใช้งานถังหมักไม่ซับซ้อน 3 เติมวัสดุหมักได้ทุกวัน
จุดด้อย	1 ราคาแพง 2 มีค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 3 ไม่สามารถเปลี่ยนอะไหล่ของเครื่องได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัยศึกษาและวิเคราะห์ข้อดีและข้อเสียของถังหมักขยะอินทรีย์แบบใช้ระบบไฟฟ้า พบว่ามีการใช้งานที่ง่าย รูปลักษณะมีความทันสมัยน่าใช้งาน มีการแสดงสถานะและข้อมูลการใช้งานของผลิตภัณฑ์ที่ชัดเจน สร้างความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้งานด้วยระบบไฟฟ้าที่ควบคุมการทำงานของกระบวนการหมักให้มีความเหมาะสมส่งผลต่อประสิทธิภาพของผลผลิตที่ได้มีความคงที่ แต่เนื่องจากใช้เทคโนโลยีขั้นสูงและการใช้วัสดุที่คุณภาพสูงทำให้มีราคาแพง ตารางที่ 2.12 ผู้วิจัยประยุกต์การนำเสนอข้อมูลและขั้นตอนการใช้งานของถังหมักขยะอินทรีย์ที่ชัดเจน เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายและการใช้งานที่ง่ายและรวดเร็วของผู้ใช้งานในงานวิจัยครั้งนี้

## 2.5 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.5.1 แนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม

ปัจจุบันกระแสการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมเป็นที่สนใจมากขึ้นในสังคม ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่อำนวยความสะดวกแก่มนุษย์มากขึ้น แต่เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เราสามารถช่วยออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมตลอดช่วงอายุของผลิตภัณฑ์ได้ ตั้งแต่การจัดหาทรัพยากรจนถึงการกำจัดทิ้ง ทั้งนี้ผู้บริโภคสนใจผลิตภัณฑ์และบริการที่ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ความตระหนักถึงการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม มาตรการและกฎระเบียบด้านสิ่งแวดล้อมต่อการผลิตทำให้เกิดแนวคิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่เรียกว่า การออกแบบเชิงนิเวศ เศรษฐกิจ (Economic & Ecological Design หรือ EcoDesign) ขึ้นเป็นเครื่องมือสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่จะเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการผลิตที่เป็นกระบวนการที่ประยุกต์แนวคิดด้านเศรษฐศาสตร์ สังคมและสิ่งแวดล้อมเข้าไปในขั้นตอนการออกแบบ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2557)

การวิเคราะห์ศักยภาพทางด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ การจัดการซากที่หมดอายุ การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์ ควบคู่กับการวิเคราะห์ปัจจัยด้านอื่นๆ เช่น ความต้องการของผู้ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ ต้นทุน กระบวนการผลิต การควบคุมคุณภาพ การศึกษาคู่แข่ง และการตลาด เป็นต้น นักวิชาการด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์มีความเห็นสอดคล้องกันว่า แม้ต้นทุนของการออกแบบผลิตภัณฑ์ทางตรงจะมีเพียงร้อยละ 5-13 ของต้นทุนผลิตภัณฑ์รวม แต่ผลจากการออกแบบผลิตภัณฑ์จะกำหนดโครงสร้างต้นทุนถึงร้อยละ 60-80 ฉะนั้นการจัดการเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ควรเริ่มตั้งแต่กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ (เครือข่ายการออกแบบเชิงนิเวศน์เศรษฐกิจไทย. 2550)

### 2.5.1.1 หลักการพื้นฐานของการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ (ecoDesign)

หลักการพื้นฐานของการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจเป็นการประยุกต์หลักการของ 4R ตลอดวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่ช่วงการวางแผนผลิตภัณฑ์ (planning Phase) ช่วงการออกแบบ (design phase) ช่วงการผลิต (manufacturing phase) ช่วงการนำไปใช้ (usage phase) และช่วงการทำลายหลังการใช้เสร็จ (disposal phase) สำหรับหลักการของ 4R ได้แก่ การลด (reduce) การใช้ซ้ำ (reuse) การนำกลับมาใช้ใหม่ (recycle) และการซ่อมบำรุง (repair) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในแต่ละช่วงของวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1) การลด หมายถึง การลดการใช้ทรัพยากรในแต่ละช่วงของวงจรชีวิตเกิดได้ทุกช่วงของวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ โดยช่วงการออกแบบจะพบมากที่สุด ช่วงการผลิตและการนำไปใช้ เช่น การลดการใช้ทรัพยากรในการออกแบบ การออกแบบเพื่อลดอัตราการใช้วัตถุดิบในกระบวนการผลิต การออกแบบเพื่อลดอัตราการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตและการออกแบบเพื่อลดอัตราการใช้พลังงานในระหว่างการใช้งาน เป็นต้น

2) การใช้ซ้ำ หมายถึง การนำผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ผ่านช่วงการนำไปใช้เรียบร้อยแล้ว และพร้อมที่จะเข้าสู่ช่วงของการทำลาย กลับมาใช้ใหม่ ทั้งที่เป็นการใช้ใหม่ในผลิตภัณฑ์เดิม หรือผลิตภัณฑ์ใหม่ก็ตาม ได้แก่ การออกแบบเพื่อการนำกลับมาใช้ซ้ำ (Design for Reuse) เช่น การออกแบบให้ผลิตภัณฑ์แต่ละรุ่นมีชิ้นส่วนบางชิ้นส่วนที่ใช้ร่วมกันได้ เมื่อรุ่นแรกหยุดการผลิตแล้วยังสามารถเก็บคืนและนำบางชิ้นส่วนมาใช้ในการผลิตรุ่นต่อไปได้ เป็นต้น

3) การนำกลับมาใช้ใหม่ หมายถึง การนำผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในช่วงของการทำลาย มาผ่านกระบวนการแล้ว นำกลับมาใช้ใหม่ตั้งแต่ช่วงของการวางแผนการออกแบบหรือแม้แต่วงจรของการผลิต ได้แก่ การออกแบบให้ถอดประกอบได้ง่าย (design for Disassembly) การออกแบบเพื่อการนำกลับมาใช้ใหม่ (design for Recycle) ด้วยการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัตถุดิบพลาสติกหรือกระดาษที่ง่ายต่อการนำกลับมาใช้ใหม่ เป็นต้น

4) การซ่อมบำรุง หมายถึง การออกแบบให้ง่ายต่อการซ่อมบำรุง โดยแนวคิดที่ผลิตภัณฑ์สามารถซ่อมบำรุงได้ง่ายจะเป็นการยืดอายุช่วงชีวิตของการใช้งาน (extended Usage Life) ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ การซ่อมบำรุงเกิดภายในช่วงชีวิตของการใช้งานเท่านั้น แตกต่างจากการใช้ซ้ำเป็นการนำชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์ที่เสร็จจากช่วงการใช้งานแล้วมาใช้อีกครั้ง การซ่อมบำรุงนี้ได้แก่ การออกแบบให้ง่ายต่อการซ่อมบำรุง (design for maintainability) เช่น การออกแบบให้เปลี่ยนอะไหล่ได้ง่าย เป็นต้น

การนำหลักการออกแบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมาประยุกต์ใช้จะต้องคำนึงถึงกลไกเชิงกลยุทธ์ (eco-Design Strategy) การประชุมสุดยอด Earth Summit ปี 2535 ได้มีการกล่าวถึงหลักการประสิทธิภาพเชิงนิเวศน์ (eco-efficiency) โดยสภาธุรกิจโลกเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน (World Business Council for Sustainable Development, WBCSD) ที่มีจุดมุ่งหมายให้องค์กรธุรกิจดำเนินไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืนใน 7 ด้านหลัก ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1) ลดการใช้วัสดุที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (reduction of low-impact materials)
- 2) ลดปริมาณและชนิดของวัสดุที่ใช้ (reduction of materials used)
- 3) ปรับปรุงกระบวนการผลิต (optimization of production techniques)
- 4) ปรับปรุงระบบการขนส่งผลิตภัณฑ์ (optimization of distribution system)
- 5) ปรับปรุงขั้นตอนการใช้ผลิตภัณฑ์ (optimization of impact during use)
- 6) ปรับปรุงอายุผลิตภัณฑ์ (optimization of initial lifetime)
- 7) ปรับปรุงขั้นตอนการทิ้งและทำลายผลิตภัณฑ์ (optimization of end-of-life)

แนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อมได้มีผู้คิดค้นมากมาย โดยผู้วิจัยนำแนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อมที่ออตโตและวูด (Otto and Wood, 2001 อ้างถึงใน มณฑล ศาสนนันท์, 2550) รวบรวมแนวทางการออกแบบพื้นฐานนำมาประยุกต์ใช้กับการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

ผู้วิจัยนำแนวทางการออกแบบการใช้วัสดุที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการลดปริมาณและชนิดของวัสดุที่ใช้ การวิจัยครั้งนี้ใช้พลาสติกเป็นวัสดุในการผลิตถังหมักขยะอินทรีย์ในที่พักอาศัย ในขั้นตอนการออกแบบสามารถช่วยลดปริมาณการใช้เม็ดพลาสติกและการผสมชนิดของพลาสติก โดยออกแบบที่เลือกใช้วัสดุชนิดเดียวกันในส่วนประกอบขึ้นเดียวกัน เพื่อง่ายต่อการนำไปรีไซเคิลใช้วัสดุบริสุทธิ์ที่สามารถรีไซเคิลได้ช่วยลดของเสียและเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์เมื่อสิ้นสุดอายุ รวมทั้งช่วยลดการปล่อยสารพิษต่อสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิตและหลังผลิตภัณฑ์สิ้นสุดอายุการใช้งานสามารถนำวัสดุกลับมาใช้หมุนเวียนใหม่ได้ การปรับปรุงขั้นตอนการใช้ผลิตภัณฑ์และปรับปรุงขั้นตอนก่อนทิ้งและทำลายผลิตภัณฑ์ ตามที่แสดงไว้ใน ตารางที่ 2.13 และการคำนึงถึงหลักการออกแบบอุตสาหกรรม (industrial Design) ที่สร้างตามความต้องการของตลาดในการออกแบบที่เน้นประโยชน์ใช้สอยและความงาม รวมทั้งสอดคล้องกับขนาดสัดส่วนของมนุษย์ในการใช้งานตามหลักกายศาสตร์ นอกจากนั้นการออกแบบอุตสาหกรรมต้องคำนึงถึงการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งาน (ศิริพรณ์ ปีเตอร์, 2550) เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งานจริงของถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

ตารางที่ 2.13 แนวทางการออกแบบที่ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์	แนวทางการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม	เหตุผล
ประโยชน์ใช้สอย	ออกแบบผลิตภัณฑ์ให้ทำหน้าที่ได้หลายอย่าง (multifunctional)	มีผลดีต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ทำหน้าที่อย่างเดียว
	ออกแบบให้มีจำนวนชิ้นส่วนน้อยที่สุด สร้างชิ้นส่วนที่มีหลายหน้าที่ในตัว	ลดเวลาการถอดแยกชิ้นส่วน
	ออกแบบให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะแยกชิ้นส่วน (Modular) มากที่สุด โดยแยกหน้าที่ต่างๆ ออกจากกัน	เพิ่มทางเลือกในการใช้งานหรือรีไซเคิล
ประสิทธิภาพในการทำงาน	ออกแบบให้ชิ้นส่วนมีความมั่นคงในการถอดแยกชิ้นส่วน	การถอดแยกส่วนโดยใช้มือได้ง่าย และสะดวก
	จัดให้ชิ้นส่วนที่รีไซเคิลไม่ได้อยู่ในที่เดียวกัน	ช่วยถอดได้ง่าย
	ชิ้นส่วนที่ต้องเคลื่อนที่เลือกวัสดุที่แข็งแรงและน้ำหนักเบา	ลดน้ำหนักที่เคลื่อนที่
	การประกบติดกันตัวเอง (snap fit) ควรอยู่ในที่สังเกตเห็นชัดเจน	ลดการใช้เครื่องมือในการถอดประกอบ
รูปทรงภายนอกสอดคล้องกับความต้องการกลุ่มผู้ใช้งาน	ตำแหน่งการจับยึดควรเข้าถึงได้ง่าย	การเคลื่อนที่ได้สะดวก
	อุปกรณ์จับยึดควรถอดได้ง่าย	ช่วยประหยัดเวลาในการถอดประกอบ
วัสดุที่ใช้เหมาะสมกับการใช้งาน	ลดความหลากหลายของการใช้วัสดุต่างๆ	ช่วยให้รีไซเคิลได้ง่าย
	เลือกใช้วัสดุชนิดเดียวกัน (หรือเข้ากันได้) กับชิ้นส่วนที่อยู่ติดกัน	ลดความจำเป็นในการแยกและถอดชิ้นส่วน
	ใช้วัสดุบริสุทธิ์ที่สามารถรีไซเคิลได้	ลดของเสียและเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์เมื่อสิ้นสุดอายุการใช้งาน
ความสอดคล้องกับเทคโนโลยีการผลิตในระบบอุตสาหกรรม	หลีกเลี่ยงการใช้สปริง รอก สายยึด ควรออกแบบให้ชิ้นส่วนทำหน้าที่เหล่านั้นได้ในตัว	ลดเวลาการถอดแยกชิ้นส่วน
	หลีกเลี่ยงการใช้กาว	กาวหลายชนิดมีสารปนเปื้อนช่วยลดการปนเปื้อนในการนำมารีไซเคิล

ที่มา มณฑลีสืบค้น (2550) ดัดแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5.2 แนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คือ การวิเคราะห์หาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับหน้าที่ใช้สอยของผลิตภัณฑ์ (function) ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ (user) ข้อมูลเกี่ยวกับการตลาด (market) นำมาออกแบบปรับปรุงผลิตภัณฑ์เพื่อผลิตเป็นจำนวนมาก (mass-Production) ที่มีความต้องการของตลาดในราคาที่เหมาะสม รวมทั้งต้องคำนึงถึงคุณสมบัติด้านรูปลักษณะที่แสดงลักษณะเด่นที่มองเห็นได้จากภายนอก และคุณสมบัติที่เกิดจากการรับรู้ทางอารมณ์เป็นความรู้สึกที่เกิดจากการใช้งานผลิตภัณฑ์ เช่น เกิดความสบายใจ เกิดความเข้าใจ เกิดความเชื่อมั่น เกิดความปลอดภัย เป็นต้น

การออกแบบผลิตภัณฑ์เกิดจากความคิดสร้างสรรค์ของนักออกแบบมีทั้งที่ออกแบบสร้างขึ้นใหม่ให้แตกต่างจากของเดิมหรือปรับปรุงตกแต่งของเดิม โดยมีอิทธิพลจากรูปทรง 2 แห่ง ดังนี้

1) รูปทรงจากธรรมชาติ (natural form) เนื่องจากธรรมชาติมีความสำคัญและอยู่รายล้อมมนุษย์ทั้งรูปทรงที่เป็นสิ่งมีชีวิต เช่น พืช สัตว์ต่างๆ และรูปทรงที่ไม่มีชีวิต เช่น กรวด หิน ดิน ทราห์หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น คลื่น ลม แสงแดด ฝนตก พายุร้อน เป็นต้น โดยมนุษย์ได้รับแรงบันดาลใจจากสิ่งเหล่านี้ในแง่มุมที่แตกต่างกัน เช่น ความเป็นระเบียบและความสวยงาม (beauty) ของดอกไม้ป่า ความลงตัวอย่างมีแบบแผน (order) ในรูปทรงแหลี่ยมของรังผึ้ง ความสุนทรีย์ของลวดลาย (pattern) ในดอกทานตะวัน เป็นต้น แล้วถ่ายทอดความคิดออกมาในรูปของผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองคุณสมบัติการใช้สอยแก่มนุษย์ทั้งทางร่างกายและจิตใจ

2) รูปทรงที่มนุษย์สร้างขึ้น (manmade form) เกิดจากรูปทรงที่มนุษย์สร้างขึ้น มีอิทธิพลต่องานออกแบบผลิตภัณฑ์ ทำให้เกิดความแตกต่างกันมักเป็นรูปทรงเรขาคณิต เช่น สี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม ทรงกลม ทรงกระบอก ทรงกรวย เป็นต้น ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นสากลและเป็นที่ยอมรับกันทั่วไป รูปทรงดังกล่าวแบ่งตามวิธีการผลิตได้ 2 ประเภท คือ ประเภทที่สร้างขึ้นด้วยมือหรือเครื่องมือพื้นฐาน (hand Tools) มีลักษณะการใช้งานเฉพาะตามจุดประสงค์ของผู้ออกแบบผลิตได้จำนวนน้อย รูปทรงมีลักษณะเฉพาะตัวไม่ซ้ำกัน มีการตกแต่งประดับประดาที่แสดงให้เห็นถึงความชำนาญทางทักษะของช่างฝีมือและประเภทที่สร้างขึ้นด้วยเครื่องจักร (machine tools) มีรูปทรงที่เหมือนกัน โดยผลิตออกมาเป็นจำนวนมากจากแม่พิมพ์เดียวกัน ใช้วัสดุอย่างเดียวกันมีทั้งที่เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปสามารถใช้ประโยชน์โดยตรงและเป็นชิ้นส่วน

### 2.5.2.1 รูปแบบการออกแบบผลิตภัณฑ์

1) รูปแบบมาก่อนประโยชน์ใช้สอย (function follows form) คือการออกแบบที่นิยมความงามของรูปทรงเป็นหลักที่ยึดแนวคิดที่ว่าความงามต้องมาก่อนประโยชน์ใช้สอยเสมอและนำมาใช้อธิบายขั้นตอนในการปฏิบัติการเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เน้นความงามเป็นหลัก เพื่อยกระดับคุณค่าผลิตภัณฑ์ให้สูงขึ้นนำไปสู่การเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

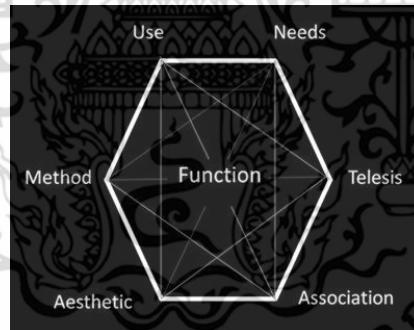
2) ประโยชน์ใช้สอยมาก่อนรูปแบบ (form follows function) เป็นการออกแบบของหลุยส์ สุลลิแวน (Louis Sullivan) ที่นิยมประโยชน์ใช้สอยเป็นหลัก (functionalism) ภายใต้ปรัชญาที่ว่าประโยชน์ใช้สอยต้องมาก่อนความงามเสมอและถูกนำมาใช้อธิบายขั้นตอนในการปฏิบัติการเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตจำนวนมากที่ให้ความสำคัญกับการออกแบบที่สอดคล้องกับการทำงานของเครื่องจักร การประหยัดวัสดุ ความสะดวกในการใช้งาน การคงคลังและการขนส่ง เป็นต้น แนวคิดดังกล่าวตรงกันข้ามกับปรัชญาที่มองความงามของรูปทรงมาก่อนเสมอ

แนวทางการออกแบบของสถาบันบาวเฮาส์ (Bauhaus) ประเทศเยอรมนี มีลักษณะสอดคล้องกับแนวคิดดังกล่าว คือให้ความสำคัญด้านประโยชน์ใช้สอย วัสดุกรรมวิธีการผลิตโดยเครื่องจักรทางอุตสาหกรรมและการใช้รูปทรงเรขาคณิตอันเรียบง่าย ปราศจากการตกแต่งประดับประดาเกินความจำเป็น ยังคงเป็นแบบอย่างของการออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงอุตสาหกรรมสมัยใหม่ แนวทางการออกแบบดังกล่าวประกอบด้วยลักษณะเด่น 2 ประการ ดังนี้

ก. รูปทรง สี สันและประโยชน์ใช้สอยเหมาะสมกับสภาพความเป็นไปของสังคม

ข. ราคาเหมาะสมกับกำลังซื้อของกลุ่มเป้าหมายที่เป็นผู้ซื้อหรือผู้ใช้ผลิตภัณฑ์

แนวทางการออกแบบของเดอะ ฟังก์ชัน คอมเพล็กซ์ (The function complex) ใช้ความเชื่อมโยงระหว่างประโยชน์ใช้สอยกับปัจจัยแต่ละด้านในการออกแบบ (วิชรินทร์ จรุงจิตสุนทร. 2548)



ภาพที่ 2.10 แบบจำลองการเชื่อมโยงระหว่างประโยชน์ใช้สอยกับปัจจัยแต่ละด้าน

ที่มา <https://www.gotoknow.org/posts/388729>

จากภาพจำลองของฟังก์ชัน คอมเพล็กซ์ ทำให้มองเห็นความเกี่ยวข้องของประโยชน์ใช้สอยในการออกแบบกับปัจจัยในหลายด้าน ประกอบด้วย

ก. ความต้องการจำเป็น (needs) การออกแบบควรเกิดจากความต้องการที่แท้จริง ไม่ใช่เพียงเพื่อตอบสนองความต้องการเท่านั้น แม้มีการใช้ความสำคัญกับความพึงพอใจต่อความรู้สึกของผู้บริโภคมากขึ้น แต่ฐานะทางเศรษฐกิจของผู้บริโภคยังคงเป็นข้อบังคับในการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ตามความจำเป็นในการแก้ปัญหาเป็นส่วนใหญ่

ข. จุดมุ่งหมาย (telesis) การออกแบบต้องมีจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน เพื่อกำหนดแนวทางในการออกแบบให้ตรงกับจุดมุ่งหมายมากที่สุด เช่น เสื้อผ้าที่ทำด้วยกระดาษออกแบบอย่างเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ทนทานไว้สหรับการเขียนเพื่อการศึกษานานๆ เมื่อนุญาดเห็นใบเขียนประโยชน์ด้านการศึกษาไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวยงาม ราคาถูก และไม่ต้องการเก็บรักษา จุดประสงค์เพื่อได้เปลี่ยนรูปแบบสม่ำเสมอหรือผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการใช้งานตายตัว โดยผู้ใช้ไม่ต้องคำนึงถึงการซ่อมแซมหรือการดูแลรักษา เป็นต้น

ค. การสื่อความหมาย (association) ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดในการออกแบบและความสัมพันธ์ของจิตใจสำนึกระหว่างผู้ใช้กับงานออกแบบนั้น ควรสะท้อนคุณค่าที่ดีบางประการได้ เช่น แก้วอันใญ่มุมมองคนรุ่นใหม่จะไม่ใช้สำหรับการนั่งเท่านั้น แต่ต้องสอดแทรกความสวยงาม เป็นระเบียบไว้ด้วย เป็นต้น

ง. ความสุนทรีย์ (aesthetic) เป็นเครื่องมือที่ช่วยแสดงความจริงในการจัดรูปทรงและสี ทำให้เกิดความพอใจ อารมณ์ ความตื่นตัวและความสุขได้ ความสุนทรีย์ไม่มีมาตรฐานการตัดสินใจขึ้นอยู่กับประสบการณ์และความชอบส่วนตัว ซึ่งองค์ประกอบของความงามมีอยู่หลายประการ เช่น รูปลักษณ์ วัสดุที่ใช้ วิธีการทำ เป็นต้น

จ. วิธีการ (method) เป็นการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกันของวัสดุ (material) เครื่องมือหรือเครื่องจักร (tool/machine) และกรรมวิธี (process) การออกแบบควรสอดคล้องกับคุณค่าตามสภาพจริงของวัสดุนั้น ควรหลีกเลี่ยงการเลียนแบบวัสดุและการเลือกใช้งานวัสดุที่ตรงตามคุณสมบัติของแต่ละชนิด ทำให้การเลือกกรรมวิธีหรือเครื่องมือที่เหมาะสมกับวัสดุนั้นด้วย หากเลือกวิธีการหรือเครื่องมือที่ไม่เหมาะสมจะทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้น

ฉ. การใช้งาน (Use) การออกแบบต้องใช้งานสิ่งที่ออกแบบได้ดี สดส่วนและตรงกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ เช่น ขวดบรรจุยาเม็ดควรออกแบบให้เทยาได้ที่ละเม็ด ขวดน้ำหมึกไม่ควรคว่ำได้ง่าย เป็นต้น

#### 2.5.2.2 คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ดี

1) ความแปลกใหม่ (innovative) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ซ้ำซาก มีการนำเสนอความแปลกใหม่ในด้านอื่น เช่น ประโยชน์ใช้สอยที่ต่างจากเดิม รูปแบบใหม่ วัสดุใหม่ที่เหมาะสมกับสภาพความต้องการของผู้บริโภคในตลาดนั้น

2) มีที่มา (story) ผลิตภัณฑ์ที่มีประวัติที่มาหรือเล่าเรื่องได้ไม่ว่าจะเป็นต้นกำเนิด ความคิดรวบยอดของการออกแบบให้ผู้บริโภคทราบถึงเรื่องราวเหล่านั้นได้ เช่น นาฬิกาของประเทศสวิตเซอร์แลนด์ กล่าวถึงต้นกำเนิดมาจากงานช่างฝีมือในหมู่บ้านที่เก่าแก่หมู่บ้านหนึ่งที่มีการสืบทอดกันต่อ มาจนถึงปัจจุบัน เป็นต้น

3) ระยะเวลาเหมาะสม (timing) การนำผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาดนั้นเหมาะสมตามฤดูกาล ตามความจำเป็นหรือเหมาะสมกับความต้องการของผู้บริโภคในช่วงเวลานั้น เช่น ผลิตภัณฑ์เสื้อกันฝนหรือร่ม ก็ควรออกสู่ตลาดช่วงฤดูฝน ผลิตภัณฑ์เสื้อผ้าชุดนักเรียนก็ควรออกสู่ตลาดช่วงฤดูกาลก่อนเปิดภาคเรียน เป็นต้น

4) ราคา (price) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีราคาขายเหมาะสมกับกำลังซื้อของผู้บริโภคในตลาดนั้น โดยอาศัยการศึกษาความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคให้ได้ข้อมูลก่อนทำการออกแบบและการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ข้อมูลข่าวสาร (information) ข้อมูลข่าวสารของตัวผลิตภัณฑ์ควรจะสื่อให้ ผู้บริโภคได้ทราบและเข้าใจอย่างถูกต้องในด้านประโยชน์และวิธีการใช้งานสู่การสร้างภาพลักษณ์ที่ดี ผลิตภัณฑ์

6) เป็นที่ยอมรับ (regional acceptance) ผลิตภัณฑ์นั้นจะต้องมีความแข็งแกร่ง ทนต่อสภาพการใช้งานหรือมีอายุการใช้งานที่เหมาะสมกับลักษณะของผลิตภัณฑ์และราคาที่ จำหน่าย

### 2.5.2.3 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบผลิตภัณฑ์

การออกแบบผลิตภัณฑ์มีปัจจัย (design factors) ที่ต้องคำนึงถึงหลากหลายด้วย ปัจจัยพื้นฐาน 10 ประการที่นิยมใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงอุตสาหกรรม ปัจจัยดังกล่าวเป็น ปัจจัยที่สามารถควบคุมได้และเป็นตัวกำหนดองค์ประกอบของงานออกแบบผลิตภัณฑ์ที่สำคัญ ดังนี้

1) หน้าที่ใช้สอย ผลิตภัณฑ์ทุกชนิดจะต้องมีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตามเป้าหมาย ที่ตั้งไว้ที่ตอบสนองประโยชน์ใช้สอยตามที่ผู้บริโภคต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในหนึ่งผลิตภัณฑ์ อาจมีหน้าที่ใช้สอยอย่างเดียวหรือหลายหน้าที่ โดยการวัดผลของประสิทธิภาพของหน้าที่ใช้สอยต้อง เกิดจากทดสอบการใช้งานของผู้ใช้

2) ความสวยงามน่าใช้ ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบคำนึงถึงรูปทรง ขนาด สี สันสวยงาม น่าใช้ ตรงตามรสนิยมของกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย เป็นวิธีการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยม และได้ผลดี เพราะความสวยงามเป็นความพึงพอใจแรกๆที่ผู้ใช้งานสัมผัสได้ก่อนการรับรู้จากรูปร่างและ สีเป็นหลัก การกำหนดรูปร่างและสีในการออกแบบผลิตภัณฑ์ ต้องอ้างอิงตามข้อมูลและกฎเกณฑ์ ผสมผสานของรูปร่างและสีสัมพันธ์ทางทฤษฎีทางศิลปะและความพึงพอใจของผู้บริโภคเข้าด้วยกัน

3) ความสะดวกสบายในการใช้ ผลิตภัณฑ์ที่ดีนั้นต้องเข้าใจกายวิภาคเชิงกล เกี่ยวกับขนาด สัดส่วน ความสามารถและขีดจำกัดที่เหมาะสมสำหรับร่างกายของผู้ใช้งานที่ทำให้เกิด ความรู้สึกที่ดีและสะดวกสบายในการใช้ผลิตภัณฑ์ ทั้งทางด้านจิตวิทยา (psychology) และ สรีระวิทยา (physiology) แตกต่างกันไปตามลักษณะเพศ เผ่าพันธุ์ ภูมิภาคและสังคมแวดล้อมที่ใช้ ผลิตภัณฑ์นั้นเป็นเกณฑ์ในการออกแบบที่อ้างอิงกับมาตรฐานผู้ใช้งาน

4) ความปลอดภัย ผลิตภัณฑ์เป็นสิ่งที่ออกแบบเพื่ออำนวยความสะดวกในการ ดำรงชีพของมนุษย์มีทั้งประโยชน์และโทษในตัว การออกแบบจึงต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของชีวิต และทรัพย์สินของผู้ใช้งานเป็นสำคัญ โดยการไม่เลือกใช้วัสดุ สี กรรมวิธีการผลิตที่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ หรือทำลายสิ่งแวดล้อม หากหลีกเลี่ยงไม่ได้ต้องแสดงเครื่องหมายเตือนไว้ให้ชัดเจนและมีคำอธิบาย การใช้นั้นมากับผลิตภัณฑ์ด้วย

5) ความแข็งแรง ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบต้องคำนึงถึงความแข็งแรง ทนทานต่อ การใช้งานตามหน้าที่และวัตถุประสงค์ที่กำหนดโครงสร้างมีความเหมาะสมตามคุณสมบัติของวัสดุ ขนาด แรงกระทำในรูปแบบจากการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ราคา ก่อนการออกแบบผลิตภัณฑ์ควรมีการกำหนดกลุ่มเป้าหมายที่ชัดเจน เพื่อช่วยให้ ออกแบบสามารถกำหนดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์และระดับราคาให้เหมาะสม ราคาของผลิตภัณฑ์ที่มีราคา เหมาะสมมาจากการเลือกใช้ชนิดของวัสดุและวิธีการผลิตที่เหมาะสม ผลิตได้ง่ายและรวดเร็ว แต่ในกรณีที่ ประมาณราคาจากแบบสูงกว่าที่กำหนดก็อาจต้องมีการเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาองค์ประกอบด้านต่างๆ ใหม่เพื่อ ลดต้นทุน

7) วัสดุ การเลือกวัสดุที่มีคุณสมบัติแต่ละด้านที่ต่างกัน ได้แก่ ความใส ผิวมันวาว ทนความร้อน ทนกรดต่างไม่สิ้นให้เหมาะสมกับหน้าที่ใช้สอยของผลิตภัณฑ์ ในการออกแบบควรพิจารณาถึงความง่ายใน การดูแลรักษา ความสะดวกรวดเร็วในการผลิต รวมถึงการส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้ประโยชน์ของ วัสดุที่คุ้มค่าด้วยการหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้ เพื่อช่วยลดต้นทุนและปริมาณขยะ

8) กรรมวิธีการผลิต ผลิตภัณฑ์ควรออกแบบให้สามารถผลิตได้ง่าย รวดเร็ว ประหยัดวัสดุ ค่าแรงและค่าใช้จ่ายอื่นๆ แต่ในบางกรณีอาจต้องออกแบบให้สอดคล้องกับกรรมวิธีของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่มี อยู่เดิม ควรคำนึงว่าการลดต้นทุนการผลิตที่มีประสิทธิภาพ

9) การบำรุงรักษาและซ่อมแซม ผลิตภัณฑ์ควรออกแบบให้สามารถบำรุงรักษาและแก้ไข ซ่อมแซมได้ง่าย ไม่ยุ่งยากเมื่อชำรุดเสียหายเกิดขึ้น ง่ายและสะดวกต่อการทำความสะอาด เพื่อช่วยยืดอายุการ ใช้งานของผลิตภัณฑ์และควรมีค่าบำรุงรักษาและการสึกหรอ รวมทั้งการคำนึงถึงตำแหน่งในการจัดตำแหน่ง ขององค์ประกอบแต่ละชิ้น เพื่อการออกแบบส่วนประกอบของฝาครอบบริเวณต่างๆ ทำให้สะดวกในการถอด ซ่อมแซมหรือเปลี่ยนอะไหล่ได้ง่าย นอกจากนี้การออกแบบยังต้องคำนึงถึงองค์ประกอบอื่นร่วมด้วย เช่น การใช้ชิ้นส่วนร่วมกันให้มากที่สุด โดยเฉพาะอุปกรณ์ยึดต่อการเลือกใช้ชิ้นส่วนขนาดมาตรฐานที่ทำให้ได้ง่าย การ ถอดเปลี่ยนได้เป็นชุด การออกแบบให้บางส่วนสามารถใช้เก็บอะไหล่ หรือใช้เป็นอุปกรณ์สำหรับการซ่อม บำรุงรักษาได้ในตัว เป็นต้น

10) การขนส่ง ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบควรคำนึงถึงการประหยัดค่าขนส่ง ความสะดวกในการ ขนส่ง ระยะทาง เส้นทางขนส่ง (ทางบก ทางน้ำหรือทางอากาศ) การประหยัดพื้นที่ในการขนส่งในพื้นที่ บรรทุกของรถยนต์ส่วนบุคคล รถบรรทุกทั่วไป ตู้บรรทุกสินค้า เป็นต้น ส่วนการบรรจุหีบห่อสามารถป้องกัน ไม่ให้เกิดการชำรุดเสียหายของผลิตภัณฑ์ได้ง่าย กรณีที่ผลิตภัณฑ์ที่ทำการออกแบบนั้นมีขนาดใหญ่ อาจต้อง ออกแบบให้ชิ้นส่วนสามารถถอดประกอบได้ง่าย เพื่อทำให้หีบห่อมีขนาดเล็กกะทัดรัด รวมทั้งการคำนึงถึงการบรรจุ ผลิตภัณฑ์ลงในตู้สินค้าที่เป็นขนาดมาตรฐาน เพื่อประหยัดค่าขนส่งรวมทั้งผู้ซื้อที่ขนส่งและประกอบชิ้นส่วนให้ เข้ารูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้โดยสะดวกด้วยตัวเอง

การออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงอุตสาหกรรมที่ดีควรผสมผสานปัจจัยหลายอย่างทั้งในรูปแบบและ ประโยชน์ใช้สอย กายวิภาคเชิงกลและปัจจัยด้านอื่นให้เข้ากันวิถีการดำเนินชีวิต แนวโน้มที่จะเกิดขึ้นกับ กลุ่มเป้าหมายได้อย่างกลมกลืนลงตัวที่โดดเด่นมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวบนพื้นฐานทางการตลาดที่เป็นไปได้ในเชิง อุตสาหกรรม การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านรูปลักษณ์และการใช้งานของผลิตภัณฑ์ที่ ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานเป็นสำคัญ โดยพิจารณาที่ประโยชน์ใช้สอย ความสวยงาม ความสะดวกสบาย

ในการใช้งานและการซ่อมบำรุงดูแลรักษาได้ง่ายเป็นหลัก อาจมีปัจจัยอื่นเพิ่มเติมในขั้นตอนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.5.3 การยศาสตร์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์

การยศาสตร์ (ergonomics) หมายถึงกฎหรือศาสตร์เกี่ยวกับพฤติกรรมการทำงานและสภาพของบุคคลในเชิงความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมในการทำงาน โดยนำมาใช้ในการปรับปรุงสภาพแวดล้อมพื้นที่การทำงานและปรับเปลี่ยนนิสัยของบุคคล เพื่อให้ทำงานอย่างเป็นระบบและสะดวกสบายเพิ่มประสิทธิภาพของงาน

การออกแบบผลิตภัณฑ์จำเป็นต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและความสะดวกสบายของผู้ใช้งาน เนื่องจากผลกระทบจากการใช้งานที่ไม่เหมาะสมทำให้ประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์ลดลงหรือทำให้เกิดการบาดเจ็บต่อผู้ใช้งานได้ ดังนั้นการออกแบบถึงหมักขะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยได้อย่างเหมาะสมตามหลักการยศาสตร์ เพื่อปรับปรุงขนาดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องกับสัดส่วนและพฤติกรรมการทำงานของกลุ่มผู้ใช้งานให้มีความปลอดภัยและความเหมาะสมในการใช้งานตามคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

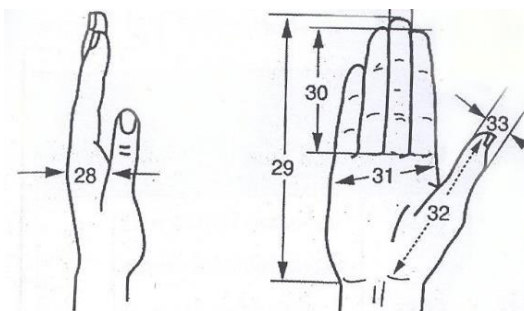
1) ขนาดสัดส่วนของมือ การศึกษาสัดส่วนของมนุษย์มีความสำคัญต่อการออกแบบ เนื่องจากขนาดสัดส่วนของมนุษย์สัมพันธ์กับผลิตภัณฑ์โดยตรงทำให้กำหนดขนาดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการออกแบบได้ ประกอบด้วย ขนาดของสัดส่วนในมิติของขนาดสัดส่วนเฉพาะส่วน (ศิริพรรณ ปีเตอร์, 2550) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับผลิตภัณฑ์ จึงจำเป็นต้องศึกษาขนาดสัดส่วนที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการออกแบบ เนื่องจากการใช้งานถึงหมักขะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยต้องอาศัยการใช้มือ เช่น หยิบ จับ เท กวน เพื่อการเริ่มกระบวนการหมักกั่วสตุหมักผ่านอุปกรณ์โดยตรง ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาค่าเฉลี่ยของสัดส่วนร่างกายเฉพาะส่วนมือของหญิงและชายไทยจากรายงานการสำรวจและวิจัยขนาดโครงสร้างร่างกายคนไทยนำมาใช้ประกอบการออกแบบ

ตารางที่ 2.13 แสดงค่าเฉลี่ยสัดส่วนของมือเพศหญิงและชายไทยทั่วประเทศอายุ 40 – 49 ปี

สัดส่วน	หญิง (เซนติเมตร)	ชาย(เซนติเมตร)
ความยาวรอบฝ่ามือ	18.4	21.3
ความยาวนิ้วหัวแม่มือ	6.3	7.2
ความยาวนิ้วชี้	7.1	7.6
ความยาวนิ้วกลาง	8.0	8.5
ความยาวนิ้วนาง	7.3	7.9
ความยาวนิ้วก้อย	5.7	6.3
ระยะห่างปลายนิ้วหัวแม่มือ-กึ่งกลางโคนฝ่ามือ	13.1	14.7
ระยะห่างโคนนิ้วกลาง-กึ่งกลางโคนฝ่ามือ	10.2	11.1
ความยาวฝ่ามือ	17.9	19.5
ระยะห่างปลายนิ้วชี้- งามนิ้วหัวแม่มือ	11.1	12.3
ความกว้างฝ่ามือ	7.3	8.4

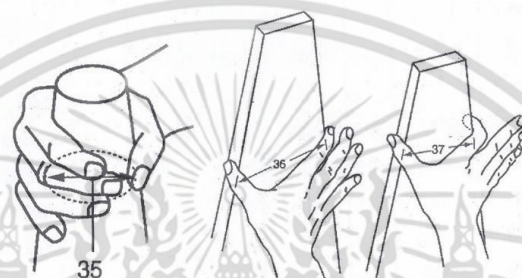
ที่มา สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.11 แสดงสัดส่วนขนาดมือและฝ่ามือ

ที่มา สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2544)



ภาพที่ 2.12 ตำแหน่งการวัดขนาดสัดส่วนของมือและนิ้วมือในมิติต่างๆ

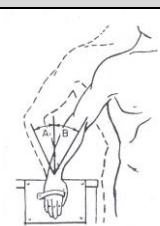
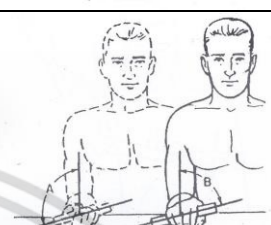


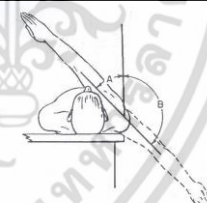
ที่มา Pheasant. 1988 อ้างถึงใน ศิริพรณ์ ปีเตอร์. 2550

## 2) ลักษณะการเคลื่อนไหวและขีดความสามารถในการเคลื่อนไหวของร่างกาย

ลักษณะการเคลื่อนไหวของร่างกายมนุษย์มีลักษณะประกอบไปด้วย การงอพับส่วนของร่างกาย (flexion) การยืดส่วนต่างๆ (extension) การขยายส่วนต่างๆ ของร่างกายมากกว่าระดับปรกติ (hyperextension) การดึงส่วนต่างๆ ของร่างกายเข้าหากัน (adduction) การดึงส่วนต่างๆ ของร่างกายออกจากกัน (abduction) การคว่ำมือ (pronation) การหงายมือ (supination) (Wlsley woodson. 1987; Mark Sanders and Ernest Mc Cormick.1993 อ้างถึงใน ศิริพรณ์ ปีเตอร์. 2550) การเคลื่อนไหวของมนุษย์อายุตั้งแต่ 20-60 ปีจะมีขีดจำกัดในการเคลื่อนไหวของร่างกายที่มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน และช่วงที่มีอายุ 45 ปีขึ้นไปจะเริ่มมีขีดความสามารถในการเคลื่อนไหวน้อยลง ดังตารางที่ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

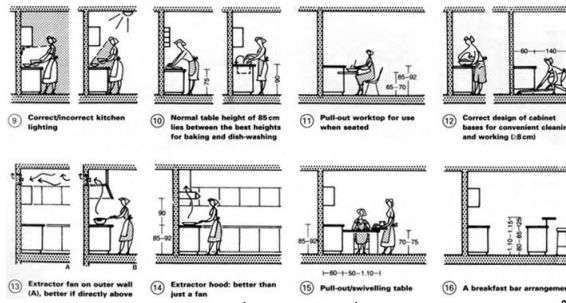
ตารางที่ 2.14 แสดงการเคลื่อนไหวในลักษณะต่างกันของร่างกาย

การเคลื่อนไหวร่างกาย	การเคลื่อนไหวร่างกาย
<p>การเคลื่อนไหวแขนในลักษณะยึดและงอแขน</p> <p>A = 40 องศา</p> <p>B = 30 องศา</p>	
<p>การเคลื่อนไหวแขนในลักษณะคว่ำและหงายมือ</p> <p>A = 135 องศา</p> <p>B = 87 องศา</p>	
<p>การพับงอข้อศอก</p> <p>150 องศา</p>	
<p>การพับงอข้อศอกเข้าหาลำตัวและห่างข้อศอก</p> <p>A = 46 องศา</p> <p>B = 114 องศา</p>	
<p>การพับงอหัวไหล่เข้าหาลำตัวและยืดหัวไหล่ออกจากลำตัว</p> <p>A = 63 องศา</p> <p>B = 140 องศา</p>	

ทีมา ศิริพรณ์ ปีเตอร์. 2550

ผู้วิจัยศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของร่างกายและขีดจำกัดในส่วนต่างๆ ที่มีเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวในพื้นที่ครัว การเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นในพื้นที่เคลื่อนไหวมีใช้ร่างกาย ได้แก่ การหยิบ เท ลุก ยืน ก้ม ดึง เป็นต้น ทำให้ต้องศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวให้สอดคล้องกับความสามารถในการเคลื่อนไหวของร่างกาย ผู้วิจัยประยุกต์สู่การออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยให้มีความปลอดภัยในการใช้งาน คำนึงถึงขั้นการใช้งานและการเคลื่อนย้ายที่สอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพของร่างกายผู้ใช้งาน เพื่อป้องกันการบาดเจ็บที่เกิดจากการเคลื่อนไหวที่ไม่สอดคล้องกับขีดความสามารถของร่างกายได้และเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.13 แสดงกิจกรรมที่ใช้การเคลื่อนไหวร่างกายในพื้นที่ครัว

ที่มา [www.bloggang.com/viewdiary.php?id=anotherside&month=07-2009&date=22&group=23&gblog=179](http://www.bloggang.com/viewdiary.php?id=anotherside&month=07-2009&date=22&group=23&gblog=179)

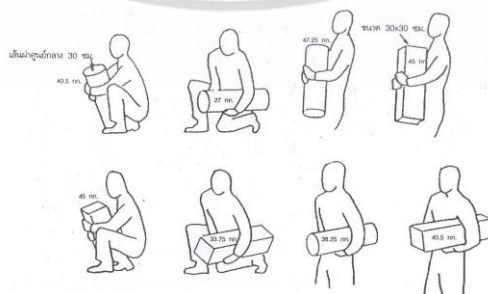
### 3) ความสามารถในการรับน้ำหนัก

เนื่องจากมนุษย์มีความแตกต่างกันทางด้านอายุ เพศ และโครงสร้างร่างกาย รวมทั้งสภาพร่างกาย เช่น ความทิว ความเหนื่อย ความเจ็บป่วย ส่งผลให้มนุษย์มีสภาพร่างกายที่ไม่พร้อมส่งผลต่อการรับน้ำหนักที่แตกต่างกันออกไป โดยมนุษย์ในช่วงอายุ 14 – 50 ปีขึ้นไปมีความสามารถในการยกหรือถือของหนักแตกต่างกัน ส่วนใหญ่ยกน้ำหนักของสิ่งของด้วยการหิ้วด้วยมือ ประมาณ 27 กิโลกรัมในระยะสั้นๆ และประมาณ 14 กิโลกรัมในระยะทางไกลๆ ส่วนการยกน้ำหนักที่เป็นมวลรวมไม่ควรเกิน 13 กิโลกรัม โดยมนุษย์ส่วนใหญ่ไม่ควรยกน้ำหนักเกินร้อยละ 35 ของน้ำหนักของตนเอง (ศิริพรณ์ ปีเตอร์. 2550)

ตารางที่ 2.15 แสดงค่าตัวเลขน้ำหนักที่เหมาะสมในการยกน้ำหนักของเพศหญิงและชาย

อายุ (ปี)	เพศชาย (กิโลกรัม)	เพศหญิง (กิโลกรัม)
14-16	14.85	9.90
16-18	18.90	11.70
18-20	22.95	13.95
20-35	25.75	14.85
35-50	20.70	13.05
50 ปีขึ้นไป	15.75	9.90

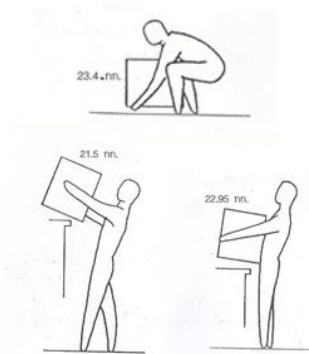
ที่มา The Swiss Accident Insurance Institute อ้างใน Woodson. 1993 (ดัดแปลง)



ภาพที่ 2.14 การยกน้ำหนักของวัตถุลักษณะต่างๆ (1)

ที่มา Wesley Woodson. 1993 อ้างถึงใน ศิริพรณ์ ปีเตอร์. 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.15 การยกน้ำหนักของวัตถุลักษณะต่างๆ (2)

ที่มา Wesley Woodson. 1993 อ้างถึงใน ศิริพรณ์ ปีเตอร์. 2550

การใช้ข้อมูลทางการยศาสตร์เพื่อศึกษาความสามารถของร่างกายของคนส่วนใหญ่ในการรับสัมผัสและขีดความสามารถในการสัมผัสของแต่ละบุคคลที่มีความแตกต่างกัน ได้แก่ เพศ ช่วงอายุ พันธุกรรม โครงสร้างร่างกาย ความพร้อมของร่างกายในการใช้งานผลิตภัณฑ์ ประสบการณ์ สภาพแวดล้อมและทักษะเฉพาะบุคคลจะทำให้ร่างกายแต่ละคนมีความสามารถที่แตกต่างกันในการออกแบบถึงหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย จึงคำนึงถึงขีดความสามารถของคนแต่ละกลุ่ม สถานที่และสภาพแวดล้อมในการใช้งานผลิตภัณฑ์ เช่น แสง สภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศ ประสบการณ์ในการใช้งานผลิตภัณฑ์ ระยะเวลาในการใช้งานผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

การออกแบบถึงหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยต้องคำนึงถึงการติดตั้งและเคลื่อนย้าย ทำให้ต้องคำนึงความสามารถในการรับน้ำหนักของมนุษย์ด้วย ประกอบไปด้วยลักษณะการยกน้ำหนักของสิ่งของในลักษณะที่แตกต่าง การใช้แต่ละส่วนของร่างกายในการเคลื่อนไหวใช้งานผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยจึงศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวและขีดความสามารถในการเคลื่อนไหวส่วนของร่างกาย เพื่อการใช้งานที่สอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้งานในพื้นที่บ้านพักอาศัย

## 2.5.4 วัสดุและกรรมวิธีการผลิต

2.5.4.1 พลาสติกเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติโดดเด่นและพิเศษมากกว่าวัสดุสังเคราะห์อื่นหลายชนิด เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ดีกว่าในหลายด้านรวมกันในตัวมันเอง ได้แก่ พลาสติกมีความทนทานต่อสารเคมีต่างๆ สามเป็นทั้งฉนวนความร้อนและฉนวนไฟฟ้าได้ มีความแข็งแรงทนทาน ทำให้อายุการใช้งานยาวนาน รวมทั้งมีความแข็งแรงแต่น้ำหนักเบาและมีราคาถูกเมื่อเทียบกับวัสดุอื่น เช่น แก้วหรือโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.16 แสดงคุณสมบัติของพลาสติกแต่ละด้าน

คุณสมบัติทางกายภาพ	คุณสมบัติทางไฟฟ้า	คุณสมบัติทางเคมี
1. แข็งแรง- อ่อนนุ่ม 2. เหนียว- ยืดหยุ่น 3. ทนทานใช้งานนาน 4. โปร่งแสง-ทึบแสง 5. เบา:ลอยน้ำ-หนัก:จมน้ำ 6. ทนความร้อน-ความเย็น 7. ป้องกันการผ่านของน้ำ-อากาศ 8. ติดไฟยาก 9. ทำสีได้	เป็นฉนวนไฟฟ้า ทำให้ทนไฟฟ้าได้	ทนกรดอ่อน-แก่ ทนด่างอ่อน-แก่ ทนการสีกร่อน

ที่มา ธนาธิกร จันทระประสิทธิ์. 2558















ปัจจุบันการนำวัสดุพลาสติกมารีไซเคิลเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อม สมาคมอุตสาหกรรมพลาสติกแห่งอเมริกา (the society of the plastics industry, Inc.) กำหนดสัญลักษณ์มาตรฐานของพลาสติกแต่ละกลุ่มที่นำกลับมาหมุนเวียนหรือการรีไซเคิลได้ไว้ 7 ประเภท พลาสติกที่นำมารีไซเคิลได้จะมีรหัสประกอบด้วยลูกศร 3 ตัว วนเป็นรูปสามเหลี่ยมรอบตัวเลขตัวหนึ่ง ดังภาพที่ 2.16



ภาพที่ 2.16 แสดงสัญลักษณ์พลาสติกที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (1)

ที่มา <http://www.plasticsindustry.org/AboutPlastics/content.cfm?ItemNumber=823&navItemNumber=2144>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Resin Identification Number	Resin	Resin Identification Code -Option A	Resin Identification Code -Option B
1	Poly(ethylene terephthalate)	 PETE	 PET
2	High density polyethylene	 HDPE	 PE-HD
3	Poly(vinyl chloride)	 V	 PVC
4	Low density polyethylene	 LDPE	 PE-LD
5	Polypropylene	 PP	 PP
6	Polystyrene	 PS	 PS
7	Other resins	 OTHER	 O

ภาพที่ 2.17 แสดงสัญลักษณ์พลาสติกที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (2)

ที่มา <http://www.plasticsindustry.org/AboutPlastics/content>

พลาสติกหมายเลข 1 มีชื่อว่า โพลีเอทิลีนเทเรฟทาเลต (polyethylene Terephthalate: (PET) เป็นพลาสติกประเภทโพลีเอสเตอร์ (polyester) มีความแข็งแรงสูง ใส แข็ง ทนแรงกระแทกดี ไม่เปราะแตกง่าย ทนต่อสารเคมีได้ดี ทนความร้อนได้พอควร ป้องกันการซึมผ่านของน้ำและก๊าซได้ดีมาก ใช้ทำขวดบรรจุน้ำดื่ม ขวดน้ำมันพืช เป็นต้น สามารถนำมารีไซเคิลเป็นเส้นใย สำหรับทำเสื้อกันหนาว พรม และใยสังเคราะห์ สำหรับยัดหมอน เป็นต้น

พลาสติกหมายเลข 2 มีชื่อว่า โพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene: HDPE) เป็นพลาสติกที่มีความหนาแน่นของโมเลกุลสูง ทำให้เหนียวและแตกยาก ค่อนข้างแข็งแต่ยืดได้มาก ทนทานต่อสารเคมีและสามารถขึ้นรูปทรงต่างๆ ได้ง่าย ทนแสงแดด การสปริงตัวไม่ค่อยดีเวลาบีบหรืออץขึ้นงาน ใช้ทำขวดนม ขวดน้ำและบรรจุภัณฑ์สำหรับน้ำยาทำความสะอาด ยาสระผม เป็นต้น สามารถนำมารีไซเคิลเป็น ขวดน้ำมันเครื่อง ท่อ ลังพลาสติก ไม้เทียม เป็นต้น

พลาสติกหมายเลข 3 มีชื่อว่า โพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride: PVC) เป็นพลาสติกที่มีทั้งชนิดใสและขุ่น มีความต้านทานไฟฟ้าสูง กันการผ่านของก๊าซได้ดีพอควร ทนต่อน้ำมัน กรด ด่าง แอลกอฮอล์และสารเคมีต่างๆ ยกเว้นคลอรีน ทนต่อการขีดถู เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดี แข็งแต่เปราะและสลายตัวได้ง่ายเมื่อสัมผัสกับความร้อนหรือแสงแดด ข้อดีของการผลิตมีกลิ่นฉุน ติดไฟได้ช้าเมื่อติดไฟจะดับได้เอง มีสารที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย จึงเป็นข้อห้ามในการผลิตสินค้าสำหรับเด็ก ใช้ทำท่อน้ำประปา สายยางใสแผ่นฟิล์มสำหรับห่ออาหาร แผ่นพลาสติกสำหรับทำประตู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าต่าง และหนังเทียม เป็นต้น สามารถนำมารีไซเคิลเป็นท่อน้ำประปาหรือรางน้ำ สำหรับการเกษตร กรวยจราจร เฟอร์นิเจอร์ ม้านั่งพลาสติก ตลับเทป เคเบิล แผ่นไม้เทียม เป็นต้น

พลาสติกหมายเลข 4 มีชื่อ โพลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (Low Density Polyethylene: LDPE) เป็นพลาสติกที่มีความหนาแน่นของโมเลกุลต่ำ ทำให้มีความนิ่ม เหนียว ยืดตัวได้มาก ใส ทนทาน มีความเงาผิวสูง สปริงตัวไม่ค่อยดี คั้นรูปช้าเวลาบีบ ทนสารเคมีและความร้อนต่ำ ใช้ทำฟิล์มห่ออาหารและห่อของ ถูใส่ขนมปัง ถูเย้นสำหรับบรรจุอาหาร สามารถนำมารีไซเคิลเป็นถุงดำสำหรับใส่ขยะ ถูหุ้มหัว ถังขยะ กระเบื้องปูพื้น เฟอร์นิเจอร์ แผงไม้เทียม เป็นต้น

พลาสติกหมายเลข 5 มีชื่อว่า โพลีโพรพิลีน (Polypropylene: PP) เป็นพลาสติกที่เบาที่สุด มีสมบัติเชิงกลดีมาก เหนียวทนต่อแรงดึง มีความใส ทนทานต่อความร้อน คงรูป เหนียว และทนแรงกระแทกได้ดี มีผิวมีความแข็ง เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีมาก สปริงตัวได้ดี มีความทนทานอาหารที่มีน้ำ และไขมัน ไม่ดูดซึมน้ำ นอกจากนี้ยังทนต่อสารเคมีและน้ำมัน ใช้ทำภาชนะบรรจุอาหาร เช่น กล่อง ชาม จาน ถัง ตะกร้า กระบอกใส่น้ำแช่เย็น ขวดซอส แก้วโยเกิร์ต ขวดบรรจุยา สามารถนำมารีไซเคิลเป็นกล่องแบตเตอรี่ในรถยนต์ ชิ้นส่วนรถยนต์ เช่น กันชนและกรวยสำหรับน้ำมัน ไฟท้าย ไม้กวาด พลาสติก แปรง เป็นต้น

พลาสติกเลข 6 มีชื่อว่า โพลีสไตรีน (Polystyrene: PS) เป็นพลาสติกที่มีน้ำหนักเบา มีการหดตัวน้อย มีความแข็งใส แต่เปราะและแตกง่ายทนความชื้นและเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีไม่ดูดความชื้นและน้ำ ไม่มีรสและกลิ่น ทนต่อกรดแก่และเบสแก่ กันการซึมผ่านของก๊าซได้ดี สามารถเติมคุณสมบัติพิเศษแล้วกลายเป็นพลาสติกชนิดใหม่ได้หลายชนิด เช่น ABS SAN ใช้ทำภาชนะบรรจุของใช้หรือโฟมใส่อาหาร เป็นต้น สามารถนำมารีไซเคิลเป็นไม้แขวนเสื้อ กล่องวิดีโอ ไม้บรรทัด กระเปาะ เทอร์โมมิเตอร์ แผงสวิทช์ไฟ ฉนวนความร้อน ถาดใส่ไข่ เครื่องมือเครื่องใช้ได้

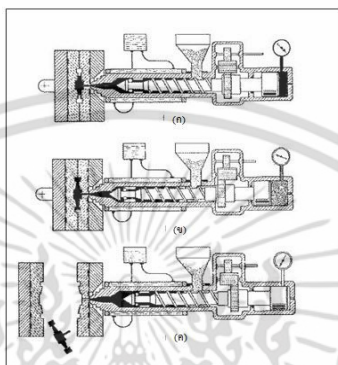
พลาสติกเลข 7 นั้นไม่ได้ระบุชื่อจำเพาะ แต่ไม่ใช่พลาสติกชนิดใดชนิดหนึ่งใน 6 ชนิดที่ได้กล่าวข้างต้น แต่เป็นพลาสติกที่นำมาหลอมใหม่ได้

ผู้วิจัยศึกษาคุณสมบัติของวัสดุพลาสติกแต่ละชนิดประยุกต์สู่ขั้นตอนการออกแบบและการเลือกใช้วัสดุให้มีความเหมาะสมต่อกระบวนการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน เนื่องจากในกระบวนการหมักมีปัจจัยด้านความชื้นและความเป็นกรดต่างที่ส่งผลต่อคุณภาพของผลผลิตที่ได้ จึงต้องศึกษาคุณสมบัติของพลาสติกที่มีคุณสมบัติคงทน มีความทนต่อการเป็นกรดต่างได้ดีและปลอดภัยเมื่อนำไปใช้งาน และสามารถหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้ในกระบวนการรีไซเคิล

### 2.5.3.2 วิธีการขึ้นรูปชิ้นงานพลาสติก

การฉีดพลาสติก (Injection Moulding) กระบวนการการผลิตชิ้นงานโดยอาศัยกรรมวิธีการเติมเม็ดพลาสติกเข้าไปในเครื่องฉีด โดยวิธีการฉีดทำจากสารพลาสติกที่เป็นเม็ดหรือเป็นผง อาจจะเป็นเทอร์โมพลาสติก เทอร์โมเซตติงหรืออีลาสโตเมอร์ก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของเครื่องฉีดที่จะดัดแปลงให้เหมาะสมกับพลาสติกชนิดต่างๆ สำหรับเทอร์โมพลาสติกนั้นเมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัวและเหลวสามารถนำไปแปรรูปได้หลายครั้ง เมื่อเม็ดพลาสติกผ่านความร้อนจนหลอมเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละลายเป็นของเหลวแล้วเครื่องจะทำการฉีดพลาสติกเหลวเข้าแม่พิมพ์ หลังจากที่ยังงานปลดออกจากแม่พิมพ์จะได้ชิ้นงานตามแบบแม่พิมพ์ จุดเด่นของกรรมวิธีนี้สามารถผลิตชิ้นงานที่มีรายละเอียดซับซ้อนได้ดีใช้ได้กับพลาสติกประเภทเทอร์โมเซตติงได้ เช่น อะซีทัล อะคริลิก ฟลูออโรคาร์บอน โพลีเอเลฟิน โพลีไวนิลครออร์ โพลีเอไมล์ โพลีสไตรีน เป็นต้น และในการผลิตชิ้นงานบางครั้งมีการนำพลาสติกที่ใช้แล้วมาดบป่นใหม่ซ้ำอีกครั้ง เพื่อนำผสมร่วมกับวัตถุดิบพลาสติกใหม่ เพื่อลดการใช้วัตถุดิบใหม่ แต่ต้นทุนการผลิตสูง



ภาพที่ 2.18 แสดงขั้นตอนการผลิตชิ้นงานด้วยวิธีผลิตแบบฉีด  
ที่มา <http://www.bloggang.com/viewblog.php?id=either&group=6>

แม่พิมพ์พลาสติกเป็นสิ่งที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์พลาสติกที่สร้างแม่พิมพ์ชนิดขึ้นอยู่กับรูปร่างลักษณะของผลิตภัณฑ์ ชนิดพลาสติกและความสะอาดรวดเร็วในการผลิต จำแนกประเภทแม่พิมพ์พลาสติกได้ดังต่อไปนี้

1) แม่พิมพ์ฉีด (injection moulding) เป็นกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบันเพราะสามารถผลิตชิ้นงานที่มีรูปร่างซับซ้อนได้ดีและมีหลายลักษณะงาน เช่น ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ชิ้นส่วนยานยนต์ เครื่องใช้ในครัวเรือน บรรจุภัณฑ์ ของเด็กเล่น เครื่องสำอาง เป็นต้น การผลิตชิ้นงานนั้นจะใช้เม็ดพลาสติกป้อนเข้าที่เครื่องฉีด เครื่องฉีดจะทำหน้าที่หลอมละลายเม็ดพลาสติกและฉีดพลาสติกเหลวเข้าสู่แม่พิมพ์ คงความดันและอัดพลาสติกเหลวเข้าเต็มแม่พิมพ์และชิ้นงานจะถูกหล่อเย็นด้วยขณะฉีด เพื่อให้ได้ชิ้นงานรูปร่างตามแม่พิมพ์แล้วจึงเปิดแม่พิมพ์เพื่อทำการปลดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ ตัวอย่างรูปแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกและผลิตภัณฑ์จากแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

2) แม่พิมพ์อัดและอัดฉีด (compression and Transfer moulding) ใช้พลาสติกชนิดเทอร์โมเซตติงลงในแม่พิมพ์จากนั้นปิดแม่พิมพ์ที่ใช้ความดันสูงพร้อมกับให้ความร้อน ทำให้พลาสติกหลอมละลายเข้าแทรกภายในโพรงของแม่พิมพ์ จากนั้นหล่อเย็นให้พลาสติกแข็งตัวจึงปลดชิ้นงานออก ข้อแตกต่างระหว่างแม่พิมพ์อัดและแม่พิมพ์ฉีดคือ แม่พิมพ์อัดจะใช้ลูกสูบอัดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์ ส่วนแม่พิมพ์ฉีดจะใช้นการเติมพลาสติก แม่พิมพ์อัดจะถูกนำมาใช้ในงานผลิตชิ้นงานต้นแบบ ผลิตชิ้นงานเป็นจำนวนน้อย ใช้เวลาในการผลิตนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) แม่พิมพ์เป่า (blow moulding) ใช้ในการผลิตภาชนะกลวงที่ทำให้พลาสติกเป็นสายท่อหรือหลอดแก้ว แล้วใช้ลมเป่าให้เกิดรูปร่างตามแม่พิมพ์ แล้วจึงทำการปลดชิ้นงาน วิธีการเป่าแม่พิมพ์มี 3 วิธีหลัก คือ การเป่าแบบ extrusion แสงตั้งรูป 2-6 การเป่าฉีด การเป่าแล้วยืด ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเป่า เช่น ภาชนะกลวง ขวด ถัง แกลลอน แม่พิมพ์เป่าเป็นแม่พิมพ์พลาสติกที่มีอัตราการเติบโตเร็วมาก มีความต้องการในตลาดสูง ประหยัดค่าใช้จ่ายในการผลิต

การออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของวัสดุที่สามารถทนความเป็นกรด-ด่างได้สูง ค่าความชื้น ค่าการนำไฟฟ้า ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซไอน้ำและกลิ่นได้ดี รวมทั้งน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ควรมีน้ำหนักเบา เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้ายและการใช้งาน จากการศึกษาคุณสมบัติของวัสดุพลาสติกจึงเป็นตัวเลือกที่เหมาะสมในการใช้เป็นวัสดุในการผลิตถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.6.1 งานวิจัยภายในประเทศ

#### 2.6.1.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการจัดการขยะ

1) ทิพย์วรรณ สุพิเพชร (2556) ศึกษาพฤติกรรมของแม่บ้านในการลดปริมาณขยะมูลฝอยในอาคารที่พักอาศัยของกรมทหารปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยานที่ 1 (ปตอ.1) เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร พบว่ากลุ่มแม่บ้านส่วนใหญ่มีพฤติกรรมในการลดปริมาณขยะมูลฝอยในบางขั้นตอนยังอยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากแม่บ้านมีพฤติกรรมในการลดปริมาณขยะมูลฝอย ขั้นตอนการใช้ซ้ำและการซ่อมแซมเพื่อใช้ใหม่ในระดับต่ำ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการลดปริมาณขยะมูลฝอยอยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 84.00 มีความสอดคล้องและมีทิศทางเดียวกัน คือ กลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมการลดปริมาณขยะมูลฝอยในระดับปานกลาง เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีความรู้เกี่ยวกับขยะมูลฝอยในระดับปานกลาง ส่วนการรับรู้ข่าวสารการลดปริมาณขยะมูลฝอยและภาวะสุขภาพของตนเองอยู่ในระดับต่ำ ส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมการลดปริมาณขยะมูลฝอยอยู่ในระดับปานกลาง

2) ประเมษฐ ห่วงมิตร (2550) ศึกษาพฤติกรรมการจัดการขยะมูลฝอยของประชาชนในเขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร พบว่าพฤติกรรมการจัดการขยะมูลฝอยของประชาชนในเขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร โดยรวมมีพฤติกรรมการจัดการขยะมูลฝอยอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าด้านที่มีพฤติกรรมการจัดการขยะมูลฝอย มากที่สุดคือ ด้านการนำกลับมาใช้ใหม่ รองลงมาคือ ด้านการลด การเกิดขยะมูลฝอย และด้านการคัดแยกขยะมูลฝอย โดยในด้านการนำกลับมาใช้ใหม่ ประชาชนเลือกขยะประเภทกล่องกระดาษ หรือหนังสือพิมพ์เก็บไว้ขาย หรือนำกลับมาใช้ได้อีก ในด้านการลดการเกิดขยะมูลฝอย ประชาชนเลือกใช้ถุงพลาสติกใส่สิ่งของใบใหญ่เพียงใบเดียวมากกว่าใบเล็กหลายใบและในด้านการคัดแยกขยะมูลฝอยประชาชนมีพฤติกรรมการทิ้งขยะเปียกจะต้องมีถังขยะรองรับเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) บรรจง วิทยถาวรวงศ์ (2554) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อแรงจูงใจในการแยกขยะครัวเรือนของประชากรในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการปัจจัยการยินดีปฏิบัติตามข้อกำหนดของกฎหมายควบคุมบังคับเรื่องการแยกขยะ มีความสำคัญ และมีความคิดเห็นว่าการอำนวยความสะดวกในการแยกขยะอย่างเพียงพอมีความสำคัญมากที่สุด โดยมีความเห็นว่าปัจจัยความภูมิใจที่ได้ช่วยเรื่องการลดการเกิดภาวะโลกร้อนมีความสำคัญมากเช่นกัน และกลุ่มตัวอย่างส่วนมากมีความเข้าใจและเห็นความสำคัญเรื่องปัญหาโลกร้อน และยอมรับว่าเป็นหน้าที่ของทุกคนที่จะต้องช่วยกันรักษาสิ่งแวดล้อม มีความคิดเห็นว่าการที่กรุงเทพฯ ไม่สามารถกำจัดขยะได้หมดก่อให้เกิดปัญหาต่อชุมชน และการแยกขยะครัวเรือนจะช่วยให้เกิดการกำจัดขยะได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการลดภาระกรุงเทพฯ และภาษีของประชาชนได้สอดคล้องกับกิตติพิงค์ โตสติ-สบ. (2552) ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับแรงจูงใจในการคัดแยกขยะมูลฝอยของประชาชน ในตำบลด่านชุมพล อำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด พบว่าความรู้เกี่ยวกับการคัดแยกขยะมูลฝอย ทศนคติเกี่ยวกับเรื่องการรักษาสิ่งแวดล้อม มีความสำคัญและมีผลต่อแรงจูงใจในการแยกขยะ

4) บันเทิง เพียรคำ (2550) ศึกษารูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยของครัวเรือนในเขตชนบท ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับรูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยของครัวเรือนในเขตชนบทที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ได้แก่ ฐานะทางเศรษฐกิจของครัวเรือนการแบ่งหน้าที่ในการจัดการขยะมูลฝอยของครัวเรือน ความรู้เกี่ยวกับขยะมูลฝอยของครัวเรือนการได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับขยะมูลฝอยของครัวเรือน และการรับรู้กฎระเบียบเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอยของชุมชน ส่วนปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อรูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยของครัวเรือนในเขตชนบทที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ได้แก่ การแบ่งหน้าที่ในการจัดการขยะมูลฝอยของครัวเรือน ความรู้เกี่ยวกับขยะมูลฝอยของครัวเรือน และการได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับขยะมูลฝอยของครัวเรือน

5) ศุภกร ทิมจรัส (2548) ศึกษาพฤติกรรมการจัดการขยะมูลฝอยในครัวเรือนของประชาชน เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร พบว่า อายุ ระดับการศึกษา ระยะเวลาที่อาศัยในครัวเรือน รายได้เฉลี่ยในครัวเรือนต่อเดือน การรับรู้ข้อมูลข่าวสาร ลักษณะที่อยู่อาศัยและระดับความรู้ในการจัดการขยะมูลฝอยมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการจัดการขยะมูลฝอยในครัวเรือน โดยจากการสัมภาษณ์เชิงลึกพบว่าครัวเรือนมีการคัดแยกขยะมูลฝอยและนำไปขายมีการซ่อมแซมสิ่งของเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

ผู้วิจัยนำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกตและสอบถามจากนั้นนำข้อมูลที่ได้รับมาวิเคราะห์สรุปปัจจัยเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบอย่างเหมาะสม เพื่อสังเกตและสอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรมการจัดการขยะอินทรีย์ของครัวเรือนผ่านตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ ด้วยการบันทึกภาพและการบันทึกข้อมูล จากนั้นวิเคราะห์รูปแบบพฤติกรรมและวิธีการจัดการขยะอินทรีย์ของครัวเรือน

### 2.6.1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการหมักขยะอินทรีย์

1) วรรณกุล บำรุงสาลี (2554) ศึกษาถังหมักขยะเศษอาหารจากครัวเรือน โดยออกแบบถังหมักเศษอาหารที่ออกแบบมีลักษณะเป็นถังแนวตั้ง สามารถรองรับปริมาณวัสดุหมักได้ ครั้งละ 2000 กรัม ตัวถังหมักทำจากถังพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน ถังมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร สูง 80 เซนติเมตร ภายในติดตั้งใบกวน การบ้อนวัสดุหมักบ้อนทางด้านบนของถัง การทดลองทำการหมักขยะเศษอาหารโดยใช้ส่วนผสมของเศษอาหารต่อเศษใบไม้แห้ง ขนาด 0.03 -0.28 เซนติเมตรในอัตราส่วน 60:40 โดยน้ำหนักและมีการใช้สารเร่ง พด.1 ความเข้มข้นร้อยละ 12 โดยน้ำหนักปริมาณ ผลการทดลองพบว่า มีปริมาณวัสดุหมัก 2,000 กรัม ระยะเวลาในการหมัก 24 วัน ค่าอัตราส่วน C/N มีค่าเท่ากับ 20.7 เมื่อเทียบจากค่าเริ่มต้น 91.0 และคุณสมบัติโดยรวมของวัสดุหมักที่ได้เป็นไปตามมาตรฐานสามารถทำให้เกิดการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนและวัสดุหมักใช้ระยะเวลาการหมัก 24 วัน สามารถนำไปใช้เป็นสารปรับปรุงคุณภาพดิน สำหรับใช้ในบ้านเรือนได้ แต่ยังไม่สามารถเรียกว่าปุ๋ยหมัก ถังหมักมีจุดเด่นในเรื่องขนาดเล็ก ใช้งานง่าย ไม่ต้องตรวจวัด

2) ลักขณา เบ็ญจวรรณ (2555) ศึกษาการพัฒนาต้นแบบระบบหมักขยะอินทรีย์แบบใช้อากาศและอุปกรณ์ช่วยผสมอัตโนมัติ สำหรับบ้านเรือนและองค์กรชุมชน โดยออกแบบเครื่องหมักขยะอินทรีย์ในครัวเรือนและองค์กรขนาดเล็กเป็น 5 รูปแบบและควบคุมวัสดุหมักที่ใช้ในการทดสอบ พบว่า รูปแบบการหมักแบบใช้ออกซิเจนควรเติมขยะอินทรีย์เข้าระบบทุกวันและใช้ชุดกวนผสม เพื่อเพิ่มอากาศเข้าในระบบทำให้การย่อยสลายของจุลินทรีย์ทำงานได้ดีขึ้น ส่งผลต่อระยะเวลาการย่อยสลายของวัสดุหมักเร็วขึ้นและลดกลิ่นเหม็นได้ ควรควบคุมการหมุนของชุดอุปกรณ์ผสมอัตโนมัติทุกครั้งที่เติมขยะอินทรีย์เข้าในเครื่องหมักขยะอินทรีย์อย่างน้อยครั้งละ 2 นาที จากการทดสอบลักษณะสมบัติของปุ๋ยหมักที่ได้มีกลิ่นคล้ายดิน มีอินทรีย์วัตถุไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 มีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม

ผู้วิจัยนำรูปแบบการหมักและขั้นตอนในกระบวนการหมักที่ศึกษาดังกล่าว เพื่อวิเคราะห์สรุปปัจจัยเป็นแนวทางในการออกแบบถังหมักอย่างเหมาะสมให้สอดคล้องกับพฤติกรรมการจัดการขยะอินทรีย์ของครัวเรือนผ่านตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ จากนั้นสรุปหาแนวทางการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยที่ผู้วิจัยออกแบบ

## 2.6.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

### 2.6.2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการหมักขยะอินทรีย์

1) เอิร์กลินด์และคณะ (Y.Eklind and H.Kirchmann. et al. 2000) ได้ศึกษาการหมักปุ๋ยและการจัดการขยะอินทรีย์ในครัวเรือนที่มีลักษณะต่างชนิดกัน กรณีศึกษาการหมักเนยและการสูญเสียไนโตรเจนในกระบวนการหมักแบบใช้ออกซิเจน โดยกำหนดชนิดขยะอินทรีย์ทั้งหมด 6 ชนิดที่มีคุณสมบัติต่างกัน ได้แก่ ฟาง ใบไม้ ไม้เนื้อแข็ง ไม้เนื้ออ่อน กระดาษ ลูกพีชและมอสชนิดหนึ่งในกระบวนการหมักแบบใช้ออกซิเจนที่มีการควบคุมปัจจัยการหมักในระยะเวลา 560 วัน จากนั้นนำผลผลิตที่ได้นำมาวิเคราะห์ความชื้น น้ำค่าสารคาร์บอนในอินทรีย์วัตถุ กรดไขมัน ลิกนินเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส พบว่า ลักษณะขยะอินทรีย์ในแต่ละประเภทมีผลต่อกระบวนการหมักแบบใช้ออกซิเจนที่แตกต่างกัน

ผู้วิจัยนำรูปแบบการหมักและการกำหนดลักษณะขยะอินทรีย์ที่ศึกษาดังกล่าว นำมาวิเคราะห์สรุปขอบเขตและข้อกำหนดตัวแปรในการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยที่ผู้วิจัยออกแบบ

### 2.6.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์

1) การ์ริเบย์ แอนโตนิโอและคณะ (Garibay E. Antonio. et al. 2005) ได้ศึกษาการออกแบบและพัฒนาถังหมักขยะอินทรีย์สำหรับใช้ในประเทศ เพื่อการผลิตปุ๋ยหมักในระบบอัตโนมัติที่ควบคุมลักษณะที่แตกต่างของกระบวนการทางชีวภาพของขยะอินทรีย์ในครัวเรือนโดยการสร้างต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ระบบอัตโนมัติที่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและราคาไม่แพง ด้วยระบบอย่างโฟโตเซลล์ (photocell) ที่มีลักษณะคล้ายกระจกนูนโค้งที่ติดกับส่วนแสดงผลการทำงานของถังหมักขยะอินทรีย์ช่วยให้ผู้ใช้งานสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นภายในถังหมักขยะอินทรีย์ได้และช่วยควบคุมการทำงานของต้นแบบได้จากภายนอก ทำให้ ผู้ใช้งานมีความสะดวกในการใช้งานยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยนำการออกแบบโครงสร้างและระบบโฟโตเซลล์ที่ศึกษาดังกล่าว นำมาเป็นแนวทางในการออกแบบโครงสร้างของถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยที่ผู้วิจัยออกแบบที่จะช่วยให้ผู้ใช้งานถังหมักขยะอินทรีย์ใช้งานได้ง่ายขึ้น

## บทที่ 3

# วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

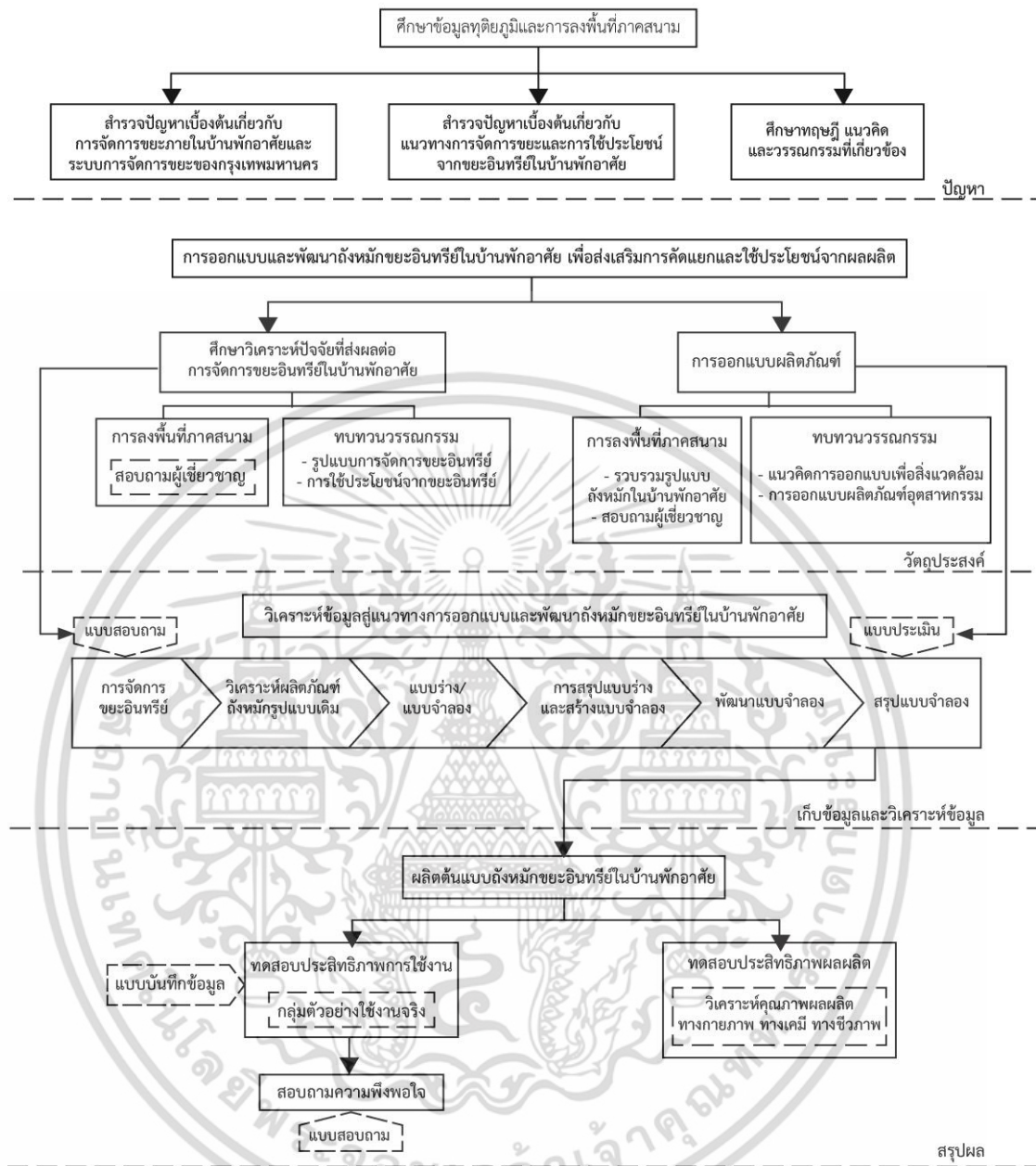
- 3.1 รูปแบบและขั้นตอนการวิจัย
- 3.2 ข้อมูลและขอบเขตของการวิจัย
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.6 การสรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

### 3.1 รูปแบบและขั้นตอนการวิจัย

#### 3.1.1 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นวิจัยประยุกต์ (Applied Research) ภายใต้กระบวนการเชิงปริมาณและการทดสอบประสิทธิภาพของถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้ ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยเชิงปริมาณด้วยการเก็บข้อมูลเชิงประจักษ์ด้วยเครื่องมือแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ เพื่อกำหนดแนวทางการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยเชิงทดสอบประสิทธิภาพด้วยการสอบถามความคิดเห็นและความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้งานถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยที่ผู้วิจัยออกแบบภายใต้สถานการณ์จำลอง ส่วนการทดสอบประสิทธิภาพปุ๋ยหมักที่ได้จากถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยที่ผู้วิจัยออกแบบด้วยการทดสอบปุ๋ยหมักในห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด เพื่อศึกษาคุณภาพของปุ๋ยหมักตามมาตรฐานปุ๋ยหมักของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ ปี 2548 (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2548) โดยผู้วิจัยแบ่งการดำเนินการวิจัยตามลำดับ ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการวิจัย

ภาพโดย อัจฉรศรี อนุมณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.2 ขั้นตอนการวิจัย

3.1.2.1 ผู้วิจัยทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและผลกระทบจากขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากร ลักษณะบ้านพักอาศัย ศึกษาผลิตภัณฑ์หมักขยะอินทรีย์ที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ แนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการลงพื้นที่ภาคสนาม เพื่อสำรวจพฤติกรรมกรรมการจัดการขยะอินทรีย์ รูปแบบการจัดการขยะอินทรีย์ในครัวเรือน พร้อมเก็บข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ วิธีการกำจัดและการนำขยะอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ในบ้านพักอาศัย เพื่อวิเคราะห์ปัญหาจัดการขยะอินทรีย์และแนวทางแก้ไขเบื้องต้น

3.1.2.2 ผู้วิจัยสังเกตสภาพปัญหาขยะอินทรีย์ ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับขยะอินทรีย์ เพื่อศึกษาปัญหาระหว่างผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมในการจัดการขยะอินทรีย์ของครัวเรือน รวมทั้งสำรวจความต้องการผลิตภัณฑ์ที่ช่วยจัดการขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย ด้วยแบบสอบถามความคิดเห็นกับผู้ที่พักอาศัยในบ้านพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยวและทาวน์เฮาส์ จำนวน 40 ครัวเรือน เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหาการจัดการขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยเบื้องต้น

3.1.2.3 ผู้วิจัยสอบถามความคิดเห็นกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับปัญหาและอุปสรรคในการจัดการ การใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยและความต้องการที่มีต่อผลิตภัณฑ์หมักขยะอินทรีย์ในพื้นที่เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร จำนวน 200 ครัวเรือน ด้วยแบบสอบถามความคิดเห็น พร้อมจดบันทึกและบันทึกสภาพแวดล้อมบริเวณบ้านพักอาศัยของกลุ่มตัวอย่าง

3.1.2.4 ผู้วิจัยสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในแต่ละด้าน จำนวน 3 ท่าน ด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างในประเด็นคำถามที่แตกต่างกัน พร้อมจดบันทึกและบันทึกเสียงที่ศึกษาปัญหาด้านการจัดการขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยและแนวทางใช้ประโยชน์

3.1.2.4 ผู้วิจัยสรุปประเด็นสำคัญจากแบบสอบถามความคิดเห็น จำนวน 200 ชุดและแบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน เพื่อกำหนดแนวทางออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยทั้งด้านการใช้งานและรูปลักษณะให้สอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มตัวอย่าง

3.1.2.5 ผู้วิจัยดำเนินการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย ผู้วิจัยใช้การร่างแบบด้วยการวาดรูปด้วยกระดาษและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการออกแบบ จากนั้นพัฒนาแบบร่างตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการขยะอินทรีย์และการออกแบบผลิตภัณฑ์

3.1.2.6 ผู้วิจัยสรุปแบบร่างถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย สำหรับการผลิตต้นแบบในการทดสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน และประเมินต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน เพื่อใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งาน

3.1.2.7 ผู้วิจัยทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย โดยกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ภายใต้สถานการณ์จำลองที่ผู้วิจัยกำหนด ผู้วิจัยบันทึกภาพขณะกลุ่มตัวอย่างทดลองใช้งานถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยที่ผู้วิจัยออกแบบ พร้อมสอบถามความคิดเห็นและความพึงพอใจหลังการใช้งาน ด้วยแบบสอบถามความคิดเห็นและความพึงพอใจ

3.1.2.8 ผู้วิจัยทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักที่ได้จากถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยในห้องปฏิบัติการ เพื่อเปรียบเทียบผลทดสอบอ้างอิงมาตรฐานปุ๋ยหมักของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ ปี 2548

3.1.2.9 ผู้วิจัยนำผลการทดสอบประสิทธิภาพถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย รายงานผลและสรุปผลการวิจัยด้วยการบรรยายเชิงพรรณนาพร้อมภาพประกอบตารางและค่าเฉลี่ยทางสถิติอย่างง่ายในรูปแบบวิทยานิพนธ์

## 3.2 ข้อมูลและขอบเขตของการวิจัย

### 3.2.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1.1 ข้อมูลปฐมภูมิ คือ การลงพื้นที่ภาคสนามสำรวจรูปแบบถังขยะ พฤติกรรมการจัดการขยะอินทรีย์และสำรวจความต้องการผลิตภัณฑ์จัดการขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยของประเภทบ้านเดี่ยวและทาวน์เฮาส์ของผู้วิจัย ด้วยวิธีการสอบถามพร้อมบันทึกภาพ รวมทั้งการสอบถามผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการนำขยะอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ในครัวเรือนและปัญหาจากการหมักขยะอินทรีย์แต่ละรูปแบบในบ้านพักอาศัย

3.2.1.2 ข้อมูลทุติยภูมิ คือ ข้อมูลการศึกษาหนังสือ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยศึกษาแนวทางการจัดการขยะอินทรีย์ในปัจจุบัน ลักษณะโครงสร้างครัวเรือน ลักษณะที่พิกอาศัย ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการหมักขยะอินทรีย์ในครัวเรือน รูปแบบการแปรรูปขยะอินทรีย์ แนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและแนวความคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม เพื่อประยุกต์สู่การออกแบบและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.2 ขอบเขตของการวิจัย

#### 3.2.2.1 ตัวแปรที่ส่งผลต่อการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

##### 1) ตัวแปรต้น ได้แก่

- ก. ชนิดของขยะอินทรีย์ที่นำมาใช้หมัก
- ข. ปริมาณขยะอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในครัวเรือน
- ค. การใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย
- ง. ขนาดพื้นที่ใช้สอยในบ้านพักอาศัย
- จ. รูปแบบการหมักขยะอินทรีย์

##### 2) ตัวแปรตาม คือ รูปแบบการใช้งานและรูปลักษณะของถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

#### 3.2.2.2 ตัวแปรที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

##### 1) ตัวแปรต้น คือ ถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยที่ผู้วิจัยออกแบบ

##### 2) ตัวแปรตาม คือ

- ก. ประสิทธิภาพปฏิกิริยาหมักจากถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย
- ข. ความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

### 3.2.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

#### 3.2.3.1 ประชากร ได้แก่

ครัวเรือนที่พักอาศัยในบ้านพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยวและทาวน์เฮาส์ขนาดพื้นที่ใช้สอยตั้งแต่ 95 –160 ตารางเมตร ขนาดที่ดินไม่เกิน 50 ตารางวาและมีจำนวนสมาชิกไม่เกิน 4 คน ในชุมชนชานเมืองตะวันออก ได้แก่ เขตมีนบุรี เขตคลองสามวา เขตหนองจอก เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

#### 3.2.3.2 กลุ่มตัวอย่างแบ่งได้ 2 กลุ่ม ได้แก่

##### 1) กลุ่มตัวอย่างเพื่อกำหนดแนวทางการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

ครัวเรือนที่พักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยวและทาวน์เฮาส์ เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร จำนวน 11,239 ครัวเรือน สำหรับเก็บข้อมูลปัญหาและอุปสรรคสู่แนวทางการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย ผู้วิจัยใช้การสุ่มแบบแบ่งชั้นด้วยการนำแขวงพื้นที่ทั้งหมด จำนวน 4 แขวงของเขตพื้นที่เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร โดยแบ่งตามประเภทชุมชนจากนั้นเลือกชุมชนประเภทหมู่บ้านจัดสรรของแต่ละแขวง ได้แก่ แขวงสามวาตะวันตก แขวงสามวาตะวันออก แขวงบางชัน แขวงทรายกองดิน ด้วยการสุ่มแบบโควตา (Quota Sampling) แบ่งเป็นประเภทบ้านเดี่ยว 100 ครัวเรือนและทาวน์เฮาส์ 100 ครัวเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัยใช้การสุ่มแบบเฉพาะเจาะจงด้วยความสมัครใจเข้าร่วมของกลุ่มตัวอย่าง รวมทั้งสิ้น 200 ครั้วเรือน และแบ่งสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างแต่ละพื้นที่ ดังตารางที่ 3.1

**ตารางที่ 3.1** จำนวนกลุ่มตัวอย่างเขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร

ชุมชนชนเมือง	แขวง	ครั้วเรือน	บ้านเดี่ยว	ทาวน์เฮาส์
เขตคลองสามวา	แขวงสามวาตะวันตก	3,125	28	28
	แขวงสามวาตะวันออก	2,049	18	18
	แขวงบางชัน	5,306	47	47
	แขวงทรายกองดิน	759	7	7
รวม		11,239	100	100

ที่มา สำนักงานเขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร (2558)

2) ครั้วเรือนที่พักอาศัยบ้านเดี่ยวและทาวน์เฮาส์ สำหรับทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยของผลผลิต โดยคัดเลือกทั้งหมด 30 ครั้วเรือน ทั้งประเภทบ้านเดี่ยวและทาวน์เฮาส์ ผู้วิจัยใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบอาสาสมัคร (voluntary) ที่สมัครใจในการเข้าร่วมทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยที่ผู้วิจัยออกแบบ

### 3.2.3.3 พื้นที่ที่ใช้ในการวิจัย

พื้นที่ศึกษาในชุมชนชนเมือง ได้แก่ แขวงสามวาตะวันตก แขวงสามวาตะวันออก แขวงบางชัน แขวงทรายกองดิน เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร การศึกษาครั้งนี้ต้องการศึกษาการลดปริมาณขยะอินทรีย์ในครั้วเรือนและการใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย เนื่องจากครั้วเรือนในเขตคลองสามวามีการนำขยะอินทรีย์กลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ด้วยการหมักมากที่สุดและการให้ความร่วมมือของกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่ศึกษา (สำนักสถิติแห่งชาติ, 2553) ดังตารางที่ 3.1 ผู้วิจัยจึงใช้เป็นพื้นที่ศึกษาวิจัยในครั้งนี้

## 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย วิธีการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ

### 3.3.1 แบบสัมภาษณ์

ผู้วิจัยใช้สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured interview) ผู้วิจัยกำหนดข้อคำถามเป็นลำดับและใช้ชุดคำถามเดียวกันทั้งหมด แต่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบบรรยายถึงรายละเอียดในแต่ละด้านให้มากที่สุด เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลด้านปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย สำหรับสร้างกรอบแนวคิดและกำหนดแนวทางการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบโครงสร้างของแบบสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือที่เก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญก่อนการออกแบบ ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ชื่อแบบสอบถาม คำชี้แจง วัตถุประสงค์ของแบบสัมภาษณ์

ส่วนที่ 2 ชื่อผู้เชี่ยวชาญ วัน สถานที่ที่สัมภาษณ์ หน่วยงานที่สังกัด (ถ้ามี) และประสบการณ์การทำงานที่เชี่ยวชาญ

ส่วนที่ 3 เป็นการสัมภาษณ์ด้วยชุดคำถามในการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างตามข้อประเด็นคำถามที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ โดยให้ผู้ถูกสัมภาษณ์เป็นผู้อธิบายในแต่ข้อคำถาม

เครื่องมือแบบสัมภาษณ์ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและโครงสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาไทย เพื่อให้เกิดความถูกต้อง สื่อความหมายเข้าใจชัดเจน

### 3.3.2 แบบสอบถาม

ผู้วิจัยใช้สอบถามกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้การตั้งคำถามปลายเปิดและปลายปิดใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับของลิเคิร์ต (Likert) ให้กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ตอบแบบสอบถาม แบ่งเป็น 2 ชุด ดังนี้

3.3.2.1 แบบสอบถามความคิดเห็นปัญหาการจัดการขยะอินทรีย์และแนวทางการใช้ประโยชน์ในบ้านพักอาศัย เพื่อนำข้อมูลวิเคราะห์สู่แนวทางการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย โดยกลุ่มตัวอย่างที่พักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยวและทาวน์เฮาส์ เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร จำนวน 200 ครั้วเรือนเป็นผู้ตอบคำถาม

กรอบโครงสร้างของแบบสอบถามความคิดเห็นโดยกลุ่มตัวอย่าง 200 ครั้วเรือน ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ชื่อแบบสอบถาม คำชี้แจง วัตถุประสงค์และวันและสถานที่

ส่วนที่ 2 ข้อมูลส่วนตัว เช่น เพศ อายุ รายได้ ลักษณะที่พักอาศัย เป็นต้น

ส่วนที่ 3 ตารางพร้อมชุดคำถามเกี่ยวกับปัญหา ความต้องการ และการใช้ประโยชน์ในการจัดการขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย ผู้วิจัยใช้ชุดคำถามปลายเปิดในบางประเด็นคำถามที่ต้องการใช้กลุ่มตัวอย่างอธิบายเพิ่มเติมและคำถามปลายปิดให้เลือกตอบตามมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับในแต่ละชุดคำถามตามประเด็นคำถาม

ส่วนที่ 4 ข้อคิดเห็นและเสนอแนะ

เครื่องมือแบบสอบถามผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและโครงสร้างโดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และการใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Index of Item Objective Congruence: IOC) ในการหาความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม จากการหาประสิทธิภาพค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งแบบสอบถามฉบับนี้มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ เท่ากับ 0.97 แสดงว่ามีความสอดคล้องที่ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.2 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการใช้งานถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยที่ผู้วิจัยออกแบบ เพื่อวัดความพึงพอใจด้านการใช้งานและรูปลักษณะที่มีต่อถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยที่ผู้วิจัยออกแบบ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ จำนวน 30 คนเป็นผู้ตอบแบบสอบถาม

กรอบโครงสร้างของแบบสอบถามความพึงพอใจโดยกลุ่มตัวอย่าง 30 คนเป็นผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ชื่อแบบสอบถาม คำชี้แจง วัตถุประสงค์และวันและสถานที่

ส่วนที่ 2 ข้อมูลส่วนตัว เช่น เพศ อายุ รายได้ ลักษณะที่พักอาศัย เป็นต้น

ส่วนที่ 3 ตารางชุดคำถามเกี่ยวกับประสิทธิภาพการใช้งานถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยที่ผู้วิจัยออกแบบเป็นชุดคำถามปลายปิดให้เลือกตอบตามมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ตามประเด็นคำถามความพึงพอใจในด้านการออกแบบ ด้านการใช้งานและคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์และชุดคำถามปลายเปิดในบางประเด็นคำถามที่ต้องการใช้กลุ่มตัวอย่างอธิบายเพิ่มเติม

ส่วนที่ 4 ข้อคิดเห็นและเสนอแนะ

เครื่องมือแบบสอบถามผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและโครงสร้างโดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้เกิดความถูกต้อง สื่อความหมายเข้าใจชัดเจนและการทดลองใช้กับกลุ่มทดลองที่มีลักษณะใกล้เคียงกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน

### 3.3.4 แบบประเมิน

ผู้วิจัยใช้การตั้งคำถามปลายเปิดและปลายปิด ภายใต้ประเด็นตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องด้านการออกแบบ และการออกแบบรูปแบบการใช้งานของถังหมักขยะอินทรีย์ให้สอดคล้องกับผู้ใช้งาน ได้แก่ หน้าที่ใช้สอย ความปลอดภัย ความแข็งแรงคงทน การซ่อมแซมง่ายและความสะดวกสบายในการใช้ถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยและด้านรูปลักษณะ ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพ เช่น วัสดุ รูปทรง รูปร่าง สัญลักษณ์ สี เป็นต้น โดยผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ประเมิน

กรอบโครงสร้างของแบบประเมินประสิทธิภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ชื่อแบบประเมิน คำชี้แจง วัตถุประสงค์และตำแหน่งของผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละด้าน วันและสถานที่ (หน่วยงาน)

ส่วนที่ 2 ตารางประเมินประสิทธิภาพต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยเป็นชุดคำถามปลายปิดให้เลือกตอบตามมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ตามประเด็นคำถามด้านการออกแบบและคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์

ส่วนที่ 3 ข้อคิดเห็นและเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือแบบประเมินผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและโครงสร้างโดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาไทยเพื่อให้เกิดความถูกต้อง สื่อความหมายเข้าใจชัดเจน และการใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Index of Item Objective Congruence: IOC) ในการหาความเที่ยงตรงของแบบประเมิน จากการหาประสิทธิภาพค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งแบบประเมินฉบับนี้มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 12 แสดงว่ามีความสอดคล้องที่ยอมรับได้

### 3.3.5 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

#### 3.3.5.1 การหาความตรงตามเนื้อหา (content validity)

ผู้วิจัยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นทั้งหมดหาความตรงตามเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมขอบเขตของเนื้อหา ดังนี้

ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย ได้แก่ หน่วยอบรมศูนย์เรียนรู้เกษตรกรในเมือง จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ จำนวน 1 ท่านและผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้ภาษาจำนวน 1 ท่าน

ผู้วิจัยนำเครื่องมือที่ผ่านการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มครัวเรือนที่มีลักษณะคล้ายกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน เพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของข้อคำถามว่ามีความสอดคล้องกับน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเนื้อเรื่องที่มีมุ่งหมายและทดสอบความเข้าใจข้อความที่ผู้วิจัยต้องการสอบถามกลุ่มตัวอย่างได้ตรงกัน

ผู้วิจัยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Index of Item Objective Congruence: IOC) ในการหาความเที่ยงตรงของแบบสอบถามและแบบประเมินที่มีเกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนน ดังนี้

กำหนดให้ +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องตามวัตถุประสงค์

โดยผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่า IOC ตามสูตรคำนวณ

$$IOC = (\sum R / N)$$

กำหนดให้ IOC แทนค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์

$\sum R$  แทนผลรวมของคะแนนจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N แทนจำนวนผู้เชี่ยวชาญ

หลักเกณฑ์พิจารณา

1) ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 มีค่าความเที่ยงตรงใช้ได้

2) ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 ต้องปรับปรุงยังใช้ไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

#### 3.4.1 การสัมภาษณ์

ผู้วิจัยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured interview) ผู้วิจัยลงพื้นที่ภาคสนามเพื่อสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่านตามการนัดหมายล่วงหน้า โดยเตรียมเครื่องมือสัมภาษณ์จากนั้นทบทวนประเด็นคำถามตามลำดับข้อคำถามที่กำหนดไว้ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เชี่ยวชาญอธิบายในแต่ละประเด็นคำถามพร้อมจดบันทึกและการบันทึกเสียงในขณะดำเนินการสัมภาษณ์

#### 3.4.2 การสอบถาม

ผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ตรวจสอบความสอดคล้อง (Consistency) นำไปสอบถามกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามคำถามปลายเปิดและปลายปิดสอบถามกลุ่มตัวอย่าง ตามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับของลิเคิร์ต (Likert) โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนได้แก่

3.4.2.1 การสอบถามความคิดเห็นจากกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบสอบถามการจัดการขยะอินทรีย์และแนวทางการใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย ผู้วิจัยลงพื้นที่ภาคสนามในการสอบถามกลุ่มตัวอย่างที่สมัครใจเป็นผู้ตอบคำถาม ผู้วิจัยใช้การบันทึกภาพและจดบันทึกเพิ่มเติมในการอธิบายของกลุ่มตัวอย่างในระหว่างสอบถามข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง เพื่อนำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ขอบเขตปัญหาและความต้องการใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์ของกลุ่มตัวอย่างสู่การแนวทางการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

3.4.2.2 การวัดประสิทธิภาพต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นและความพึงพอใจให้ผู้ใช้งานตอบแบบสอบถามหลังใช้งานต้นแบบ โดยกลุ่มตัวอย่างที่สมัครใจเข้าร่วมทดสอบ จำนวน 30 คนเป็นผู้ตอบแบบสอบถาม ผู้วิจัยใช้การเตรียมสถานที่จำลองสถานการณ์เพื่อทดสอบใช้งานถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย พร้อมการบันทึกภาพถ่ายและจดบันทึกเพิ่มเติมในขณะกลุ่มตัวอย่างทดลองใช้งานถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยในสถานการณ์จำลอง

#### 3.4.3 การประเมิน

ผู้วิจัยใช้แบบประเมินต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย โดยผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละด้าน จำนวน 3 ท่านเป็นผู้ประเมินต้นแบบก่อนนำต้นแบบไปทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานต่อไป พร้อมจดบันทึกและบันทึกภาพถ่ายขณะทำการประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ แบบสอบถามความคิดเห็น และความพึงพอใจ แบบประเมิน ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

#### 3.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

การวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ประกอบด้วยการนำข้อความและรูปภาพที่รวบรวมจากแบบบันทึกข้อมูลมาเรียบเรียงและตีความเป็นข้อความเชิงพรรณนา (Narratives) นำข้อมูลที่ดีความแยกประเด็นจัดกลุ่มและแปลงข้อมูลด้วยค่าสถิติอย่างง่าย ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าความถี่ จากนั้นสรุปข้อมูลในรูปแบบตารางและคำอธิบายพร้อมภาพประกอบ

#### 3.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

การวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อคำนวณจากแบบประเมินและแบบสอบถาม โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ การแจกแจงความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.= Standard Deviation) และนำเสนอในรูปแบบตารางพร้อมคำอธิบาย เพื่อสรุปและอภิปรายผลการวิจัยต่อไป

### 3.6 การสรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยสรุปและวิเคราะห์ผลการวิจัยการออกแบบถึงหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อเชื่อมโยงแนวทางการออกแบบสู่การใช้งานจริงในบ้านพักอาศัยและรายงานผลการทดสอบถึงหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยของครัวเรือนด้วยภาพประกอบและบทวิเคราะห์ โดยอ้างอิงข้อมูลตามแนวคิดและหลักการที่เกี่ยวข้อง

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลของกระบวนการวิจัยออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย ดังนี้

4.1 ผลการสอบถามความคิดเห็นเรื่องการจัดการขยะอินทรีย์และแนวทางใช้ประโยชน์ในบ้านพักอาศัย

4.2 ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

4.3 ผลการออกแบบต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

4.4 ผลการประเมินต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

4.5 ผลการสอบถามความคิดเห็นและความพึงพอใจต่อถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยของกลุ่มตัวอย่าง

4.6 ผลการทดสอบปุ๋ยหมักจากถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

#### 4.1 ผลการสอบถามความคิดเห็นกลุ่มตัวอย่างเรื่องการจัดการขยะอินทรีย์และแนวทางใช้ประโยชน์ในบ้านพักอาศัย

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจัดการขยะอินทรีย์และแนวทางใช้ประโยชน์ในบ้านพักอาศัยของครัวเรือนที่พักอาศัยในประเภทบ้านเดี่ยวและบ้านทาวน์เฮาส์ เพื่อศึกษาสภาพปัญหาการจัดการและความต้องการใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์ พื้นที่เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร ด้วยแบบสอบถามและวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 4 ส่วน ดังนี้

##### 4.1.1 ส่วนที่ 1 ผลการสอบถามข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

กลุ่มตัวอย่างที่พักอาศัยในบ้านพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยวและบ้านทาวน์เฮาส์ ในเขตพื้นที่คลองสามวา กรุงเทพมหานคร จำนวน 221 คน เป็นเพศชายจำนวน 118 คน คิดเป็นร้อยละ 54 เป็นเพศหญิงจำนวน 103 คน คิดเป็นร้อยละ 46 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีช่วงอายุ 20-40 ปี จำนวน 131 คน คิดเป็นร้อยละ 60.4 รองลงมาคือช่วงอายุ 41-60 ปี จำนวน 69 คน คิดเป็นร้อยละ 31.8 และอายุต่ำกว่า 20 ปี จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 5.5 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ตอบแบบสอบถามมีสถานภาพสมรสมากที่สุด จำนวน 143 คน คิดเป็นร้อยละ 70 รองลงมา คือ สถานภาพโสด จำนวน 54 คน คิดเป็นร้อยละ 26.6 และสถานภาพหย่าร้าง จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 3.4 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลทั่วไป เพศ รายได้และสถานภาพอายุของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำถาม	คำตอบ	ความถี่ (คน)	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)
1.1 เพศ	ชาย	118	54
	หญิง	103	46
	รวม	221	100.0
1.2 อายุ	ต่ำกว่า 20 ปี	12	5.5
	20-40 ปี	131	60.4
	41-60 ปี	69	31.8
	60 ปี ขึ้นไป	5	2.3
	รวม	221	100.0
1.3 สถานภาพ	โสด	54	26.6
	สมรส	143	70.0
	หย่าร้าง	6	3.4
	รวม	221	100.0

ผู้ตอบแบบสอบถามประกอบอาชีพ 3 อันดับแรก ได้แก่ พนักงานบริษัทเอกชนมากที่สุด จำนวน 106 คน คิดเป็นร้อยละ 48.6 รองลงมาอาชีพค้าขาย จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 11.4 และธุรกิจส่วนตัว จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 10.9 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลทั่วไป อาชีพของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำถาม	คำตอบ	ความถี่ (คน)	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)
1.4 อาชีพ	พนักงานบริษัทเอกชน	106	48.2
	ค้าขาย	25	11.4
	ธุรกิจส่วนตัว	24	10.9
	ข้าราชการ/ รัฐวิสาหกิจ	22	10.0
	นักเรียน / นักศึกษา	21	9.5
	รับจ้างทั่วไป	12	5.5
	แม่บ้าน	8	3.6
	เกษตรกร	2	0.9
	รวม	221	100.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ตอบแบบสอบถามมีรายได้ต่อเดือนใน 3 อันดับแรก ได้แก่ 15,000-29,999 บาท จำนวน 125 คน คิดเป็นร้อยละ 60.4 รองลงมาคือ ต่ำกว่า 15,000 บาท จำนวน 69 คน คิดเป็นร้อยละ 33.3 และ 30,000-49,999 บาท จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 4.3 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลทั่วไป รายได้ต่อเดือนของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำถาม	คำตอบ	ความถี่ (คน)	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)
1.5 รายได้	ต่ำกว่า 15,000 บาท	69	33.3
	15,001 – 29,999 บาท	125	60.4
	30,000 – 49,999 บาท	9	4.3
	50,000 – 69,999 บาท	2	1.0
	มากกว่า 70,000 บาท	2	1.0
	รวม	221	100.0

ผู้ตอบแบบสอบถามมีลักษณะบ้านพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยว จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 14 มีขนาดพื้นที่เฉลี่ย 42.89 ตารางวา และประเภททาวน์เฮาส์ จำนวน 191 คน คิดเป็นร้อยละ 86 มีขนาดพื้นที่เฉลี่ย 25.42 ตารางวา ซึ่งผู้พักอาศัยประเภททาวน์เฮาส์ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลมากกว่าประเภทบ้านเดี่ยว ทำให้จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามที่พักอาศัยในบ้านทาวน์เฮาส์มากกว่าบ้านเดี่ยว ดังตารางที่ 4.4

ผู้ตอบแบบสอบถามมีสถานะที่พักอาศัยมากที่สุด คือผู้อาศัย จำนวน 154 คน คิดเป็นร้อยละ 71.3 และเจ้าบ้าน จำนวน 62 คน คิดเป็นร้อยละ 28.7 และมีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนมากที่สุด คือ 3-4 คน จำนวน 159 คน คิดเป็นร้อยละ 72.3 รองลงมา คือ มากกว่า 4 คน จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 16.8 และ 1-2 คน จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 10.9 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลทั่วไป ลักษณะบ้านพักอาศัย สถานะการพักอาศัยและขนาดครัวเรือน

คำถาม	คำตอบ	ความถี่ (คน)	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)
1.6 ลักษณะบ้านพักอาศัย	บ้านเดี่ยว	30	14
	บ้านทาวน์เฮาส์	191	86
	อื่นๆ	3	1
	รวม	221	100.0
1.7 สถานะการพักอาศัย	เจ้าบ้าน	62	28.7
	ผู้อาศัย	154	71.3
	รวม	221	100.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.2 ส่วนที่ 2 ผลการสอบถามการจัดการขยะอินทรีย์ในครัวเรือนของผู้ตอบแบบสอบถาม

##### 4.1.2.1 กิจกรรมที่สร้างขยะอินทรีย์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผู้ตอบแบบสอบถามสร้างขยะอินทรีย์จากการประกอบอาหารและเตรียมวัตถุดิบก่อนปรุงมากที่สุด จำนวน 173 คำตอบ คิดเป็นค่าเฉลี่ย 7 ครั้งต่อสัปดาห์ รองลงมา คือ ซื้ออาหารสำเร็จรูป จำนวน 51 คำตอบ คิดเป็นค่าเฉลี่ย 5 ครั้งต่อสัปดาห์ และจัดงานเลี้ยงสังสรรค์ จำนวน 23 คำตอบ คิดเป็นค่าเฉลี่ย 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 กิจกรรมสร้างขยะอินทรีย์ในครัวเรือนของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำถาม	คำตอบ	ความถี่ (คำตอบ)	ค่าเฉลี่ย (ครั้ง/สัปดาห์)
2.1 กิจกรรมที่เกิดขยะอินทรีย์	การประกอบอาหาร/เตรียมวัตถุดิบก่อนปรุง	173	7
	การซื้ออาหารปรุงสำเร็จ/อาหารสำเร็จรูป	51	5
	การจัดงานเลี้ยงสังสรรค์	23	2
	การรับประทานอาหารนอกบ้าน	15	1

##### 4.1.2.2 องค์ประกอบของขยะอินทรีย์ที่เกิดในครัวเรือนของผู้ตอบแบบสอบถาม

องค์ประกอบของขยะอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในครัวเรือน 3 อันดับแรก คือ เศษอาหารและเศษข้าวสุกมากที่สุด จำนวน 205 คำตอบ คิดเป็นน้ำหนักเฉลี่ย 1.45 กิโลกรัม รองลงมา คือ เศษผักและเปลือกผลไม้ จำนวน 138 คำตอบ คิดเป็นน้ำหนักเฉลี่ย 1.01 กิโลกรัม และเศษวัตถุดิบสด จำนวน 103 คำตอบ คิดเป็นน้ำหนักเฉลี่ย 1.14 กิโลกรัม ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 องค์ประกอบของขยะอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในครัวเรือนของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำถาม	คำตอบ	ความถี่ (คำตอบ)	ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก (กิโลกรัม)
2.2 องค์ประกอบของขยะอินทรีย์และปริมาณที่เกิดขึ้นในครัวเรือน	เศษอาหาร/เศษข้าว	205	1.45
	เศษผัก/เปลือกผลไม้	138	1.01
	เศษวัตถุดิบสด	103	1.14
	เศษใบไม้/กิ่งไม้	6	0.54
	อื่นๆ (กระดาษ)	1	0.1

##### 4.1.2.3 การคัดแยกขยะอินทรีย์และการนำไปใช้ประโยชน์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผู้ตอบแบบสอบถามมีพฤติกรรมไม่คัดแยกขยะมากที่สุด จำนวน 135 คน คิดเป็นร้อยละ 62.8 รองลงมา คือการคัดแยกแต่ไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์ จำนวน 58 คน คิดเป็นร้อยละ 27.0 และการคัดแยกและนำไปใช้ประโยชน์ จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 10.2 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 พฤติกรรมการคัดแยกขยะอินทรีย์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำถาม	คำตอบ	ความถี่ (คน)	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)
2.3 พฤติกรรมการคัดแยกขยะอินทรีย์	ไม่คัดแยก	135	62.8
	คัดแยก แต่ไม่ใช้ประโยชน์	58	27.0
	คัดแยกและนำไปใช้ประโยชน์	22	10.2
	รวม	221	100.0

#### 4.1.2.4 ช่วงเวลาในการจัดการขยะอินทรีย์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผู้ตอบแบบสอบถามการจัดการขยะอินทรีย์ในช่วงเวลาหลังเสร็จมื้ออาหารมากที่สุด จำนวน 155 คน คิดเป็นร้อยละ 71.43 รองลงมา คือช่วงก่อนออกจากบ้าน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 20.74 และในช่วงเวลาอื่นๆ จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 7.83 ตามลำดับ ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ช่วงเวลาในการจัดการขยะอินทรีย์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำถาม	คำตอบ	ความถี่ (คน)	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)
2.4 ช่วงเวลาในการจัดการขยะอินทรีย์	หลังเสร็จมื้ออาหาร	155	71.43
	ก่อนออกจากบ้าน	45	20.74
	อื่นๆ (ไม่ระบุรายละเอียด)	17	7.83
	รวม	217	100.0

#### 4.1.2.5 ปริมาณขยะอินทรีย์ในมื้ออาหารของผู้ตอบแบบสอบถาม

ขยะอินทรีย์มีปริมาณมากที่สุด คือมื้อเย็น จำนวน 103 คน คิดเป็นร้อยละ 47.0 รองลงมา คือทุกมื้อ จำนวน 73 คน คิดเป็นร้อยละ 33.3 ลำดับถัดมา คือมื้อเช้า จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 16.9 และมื้อเที่ยง จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 2.7 ตามลำดับ โดยปริมาณขยะอินทรีย์ในครัวเรือนของผู้ตอบแบบสอบถามแบ่งเป็น 4 ระดับ ระดับปริมาณขยะอินทรีย์มากที่สุด คือปริมาณปานกลาง จำนวน 106 คน คิดเป็นร้อยละ 49.8 รองลงมา คือปริมาณมาก จำนวน 85 คน คิดเป็นร้อยละ 39.9 ลำดับถัดมาคือ ปริมาณน้อย จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 9.9 และลำดับสุดท้ายคือ ไม่มีขยะอินทรีย์ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.5 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ปริมาณขยะอินทรีย์ในมืออาหารของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำถาม		คำตอบ	ความถี่ (คน)	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)
2.5	มืออาหารที่มี ขยะอินทรีย์มากที่สุด	มือเย็น	103	47.0
		ทุกมือ	73	33.3
		มือเช้า	37	16.9
		มือเที่ยง	6	2.7
		รวม	219	100.0
ปริมาณขยะอินทรีย์		ปานกลาง	106	49.8
		มาก	85	39.9
		น้อย	21	9.9
		ไม่มี	1	0.5
		รวม	213	100.0

4.1.2.6 สถานที่เก็บรวบรวมขยะอินทรีย์ก่อนนำไปทิ้งของผู้ตอบแบบสอบถาม  
ผู้ตอบแบบสอบถามเก็บรวบรวมขยะอินทรีย์ก่อนนำไปทิ้ง 3 บริเวณ คือห้องครัวมากที่สุด  
จำนวน 117 คน คิดเป็นร้อยละ 53.2 รองลงมา คือระเบียงและลานนอกบ้าน จำนวน 28 คน  
คิดเป็นร้อยละ 34.1 และจุดทิ้งขยะของหมู่บ้านเป็นลำดับสุดท้าย จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 12.7  
และการทิ้งทุกวันมากที่สุด จำนวน 126 คน คิดเป็นร้อยละ 57.3 รองลงมา คือการทิ้งวันเว้นวัน  
จำนวน 74 คน คิดเป็นร้อยละ 33.6 และเมื่อถึงกำหนดเก็บขนขยะ จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ  
8.6 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 สถานที่เก็บรวบรวมและช่วงเวลาการทิ้งขยะอินทรีย์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำถาม	คำตอบ	ความถี่ (คน)	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)
2.6 สถานที่เก็บรวบรวมขยะ อินทรีย์ก่อนทิ้ง	ห้องครัว	117	71.43
	ระเบียง/ลานนอกบ้าน	75	20.74
	จุดทิ้งขยะของหมู่บ้าน	28	7.83
	รวม	220	100.0
2.7 ช่วงเวลาในการทิ้งขยะ อินทรีย์	ทุกวัน	126	57.3
	วันเว้นวัน	74	33.6
	เมื่อถึงกำหนดเก็บขนขยะ	19	8.6
	อื่นๆ (ไม่ระบุรายละเอียด)	1	0.5
	รวม	220	100.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.1.3 ส่วนที่ 3 ผลการสอบถามปัญหาและผลกระทบจากการจัดการขยะอินทรีย์ของผู้ตอบ

#### แบบสอบถาม

#### 4.1.3.1 การจัดการขยะอินทรีย์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผู้ตอบแบบสอบถามจัดการขยะอินทรีย์ที่น่าสนใจ 3 ประเด็น คือ พฤติกรรมจัดการขยะอินทรีย์ที่เกิดขึ้นเป็นประจำ ผู้ตอบแบบสอบถามที่มีจำนวนเท่ากัน คือ ครั้วเรือนมีขยะอินทรีย์ทุกวัน และทิ้งขยะรวมในภาชนะใบเดียว จำนวน 157 คน คิดเป็นร้อยละ 71 รองลงมา คือการจัดการขยะอินทรีย์ด้วยตนเองเป็นประจำ จำนวน 132 คน คิดเป็นร้อยละ 60 และครั้วเรือนได้รับผลกระทบกลิ่นเหม็นจากขยะอินทรีย์มากที่สุด จำนวน 147 คน คิดเป็นร้อยละ 66.7 ดังแสดงในตาราง 4.11

ตารางที่ 4.11 ปัญหาการจัดการขยะอินทรีย์และผลกระทบจากของผู้ตอบแบบสอบถาม

รายการ	ความคิดเห็น		
	ประจำ	บาง ครั้ง	ไม่เคย
	n (%)	n (%)	n (%)
<b>การจัดการขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย</b>			
3.1 ท่านมีขยะอินทรีย์เกิดขึ้นในบ้านพักอาศัยทุกวัน	157 (71.0)	64 (29.0)	-
3.2 ท่านทิ้งขยะทุกประเภทในภาชนะใบเดียว	157 (71.0)	61 (27.6)	3 (1.4)
3.3 ท่านมีถังขยะแยกทิ้งขยะอินทรีย์	93 (43.0)	145 (65.6)	43 (19.5)
3.4 ท่านแยกเศษอาหารกับน้ำแฉะก่อนทิ้ง	46 (20.8)	163 (73.8)	12 (5.4)
3.5 ท่านมีถังทิ้งขยะอินทรีย์ที่มีฝาปิดมิดชิด	32 (14.7)	147 (67.4)	39 (17.9)
3.6 ท่านวางถังขยะอินทรีย์ไว้นอกบ้าน	65 (29.4)	143 (64.7)	13 (5.9)
3.7 ท่านมีถังขยะแยกสำหรับใช้งานในห้องครัว	85 (38.5)	120 (54.3)	16 (7.2)
3.8 ท่านเก็บขยะอินทรีย์ทิ้งค้างคืนในบ้านพักอาศัย	95 (43.0)	116 (52.5)	10 (4.5)
3.9 ท่านเป็นผู้ทิ้ง/จัดการขยะอินทรีย์ด้วยตนเอง	132 (60.0)	84 (38.2)	3 (1.4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

รายการ	ความคิดเห็น		
	ประจำ	บางครั้ง	ไม่เคย
	n (%)	n (%)	n (%)
<b>ผลกระทบจากปัญหาขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย</b>			
3.10 กลิ่นเหม็นจากขยะอินทรีย์รบกวน	147 (66.5)	70 (31.7)	4 (1.8)
3.11 แมลงวัน/แมลงสาบ/หนูรบกวน	145 (65.5)	68 (30.8)	8 (3.6)
3.12 เศษขยะอินทรีย์อุดตันท่อระบายน้ำ	95 (43.0)	113 (51.1)	13 (5.9)

#### 4.1.4 ส่วนที่ 4 ผลการสอบถามแนวทางการจัดการขยะอินทรีย์ในครัวเรือน

4.1.4.1 ประสิทธิภาพใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์ด้วยกระบวนการหมักของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผู้ตอบแบบสอบถามไม่เคยมีประสิทธิภาพในการหมักขยะอินทรีย์มากที่สุด จำนวน 187 คน คิดเป็นร้อยละ 84.6 รองลงมา คือผู้ที่เคยมีประสิทธิภาพหมักขยะอินทรีย์แต่ไม่สำเร็จ จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 11.8 และผู้ตอบแบบสอบถามที่เคยมีประสิทธิภาพหมักขยะอินทรีย์สำเร็จ และยังคงทำอยู่ จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 3.6 ซึ่งมีจำนวนน้อยมาก เมื่อเทียบกับจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด ดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 แนวทางการจัดการขยะอินทรีย์ในครัวเรือนของผู้ตอบแบบสอบถาม

รายการ	ความคิดเห็น		
	เคยทำสำเร็จ	เคยทำไม่สำเร็จ	ไม่เคยทำ
	n (%)	n (%)	n (%)
4.1. ประสิทธิภาพทำน้ำหมักชีวภาพจากขยะอินทรีย์	8 (3.6)	26 (11.8)	187 (84.6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ตอบแบบสอบถามมีปัญหาและอุปสรรคการหมักขยะอินทรีย์ 3 ลำดับแรก คือที่ไม่มีเวลามากที่สุด จำนวน 124 คน คิดเป็นร้อยละ 32 รองลงมา คือ ไม่มีความรู้ในการหมัก จำนวน 106 คน คิดเป็นร้อยละ 27 และไม่มีอุปกรณ์ในการทำถังหมักที่เหมาะสม จำนวน 81 คน คิดเป็นร้อยละ 21 ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 แสดงปัญหาและอุปสรรคในการหมักขยะอินทรีย์

รายการ	ความคิดเห็น	ความถี่ (คน)	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)
4.2. ปัญหาและอุปสรรคในการหมักจากขยะอินทรีย์	ไม่มีเวลาทำและดูแลถังหมัก	124	32.0
	ไม่มีความรู้ในการหมัก	106	27.0
	ไม่มีอุปกรณ์ในการทำถังหมักที่เหมาะสม	81	21.0
	มีพื้นที่จำกัด	36	9.0
	ถังหมักส่งกลิ่นเหม็นรบกวนเพื่อนบ้าน	35	9.0
	ไม่มีการใช้ประโยชน์	7	2.0
	รวม		389

4.1.4.2 ความสนใจการทำน้ำหมักชีวภาพในครัวเรือนของผู้ตอบแบบสอบถาม ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสนใจการทำน้ำหมักชีวภาพจากขยะอินทรีย์ เพื่อใช้ประโยชน์ในครัวเรือน จำนวน 157 คน คิดเป็นร้อยละ 73.4 และไม่สนใจ จำนวน 57 คน คิดเป็นร้อยละ 26.6 ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสนใจ เนื่องจากตระหนักถึงการใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์ทั้งด้านเกษตรกรรมและสภาพแวดล้อม ได้แก่ เพื่อบำรุงต้นไม้ ปลุกผักและสร้างรายได้เสริมจากปุ๋ยหมักและน้ำหมักชีวภาพอเนกประสงค์ ส่วนผู้ที่ไม่สนใจ เนื่องจากไม่มีแนวทางการนำไปใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์และกังวลกลิ่นรบกวนที่เกิดจากขยะอินทรีย์ ดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ความสนใจการใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์ด้วยกระบวนการหมัก

คำถาม	คำตอบ	ความถี่ (คน)	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)	
4.3. ความสนใจการหมักน้ำหมักชีวภาพจากขยะอินทรีย์	สนใจ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เพื่อช่วยรักษาสีเขียวและใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์ให้มีมูลค่า</li> <li>- เพื่อใช้ประโยชน์ในการเกษตรและการอุปโภค เช่น การปลุกผัก บำรุงต้นไม้ น้ำหมักชีวภาพอเนกประสงค์</li> <li>- เพื่อลดรายจ่ายและสร้างรายได้เพิ่ม เช่น การขายปุ๋ยหมัก</li> </ul>	157	73.4
	ไม่สนใจ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- กังวลเรื่องกลิ่นรบกวน</li> <li>- ไม่มีแนวทางการนำไปใช้ประโยชน์</li> </ul>	57	26.6
	รวม		220	100.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ตอบแบบสอบถามสนใจใช้ประโยชน์เพื่ออุปโภคมากที่สุด จำนวน 135 คน คิดเป็นร้อยละ 54 รองลงมา คือ เพื่อเกษตรกรรม จำนวน 86 คน คิดเป็นร้อยละ 35 และเพื่อบริโภคน้อยที่สุด จำนวน 28 คิดเป็นร้อยละ 11 ดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ความสนใจการใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์ด้วยกระบวนการหมัก

คำถาม	คำตอบ	ความถี่ (คำตอบ)	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)
4.4. ความสนใจการหมักจากขยะอินทรีย์ เพื่อใช้ประโยชน์	การเกษตรกรรม เช่น บำรุงต้นไม้/พืชผัก	86	35
	การอุปโภค เช่น รถไถสั้วม/ท่อระบายน้ำ	135	54
	การบริโภคเพื่อสุขภาพ	28	11
	รวม	249	100

ผู้ตอบแบบสอบถามตัดสินใจซื้อถังหมักขยะอินทรีย์จากด้านประโยชน์ที่ได้รับมากที่สุด จำนวน 148 คน คิดเป็นร้อยละ 67 รองลงมา คือด้านราคา จำนวน 47 คน คิดเป็นร้อยละ 21 ด้านการใช้งาน จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 11 และด้านรูปลักษณะ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 1 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์หมักขยะอินทรีย์

คำถาม	คำตอบ	ความถี่ (คำตอบ)	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)	
4.5. การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์หมักขยะอินทรีย์	ด้านราคา	ต่ำกว่า 1,000 บาท	44	
		1,000 -1,500 บาท	2	
		1,501 -3,000 บาท	1	
	ด้านการใช้งาน		26	11
	ด้านรูปลักษณะ		3	1
	ด้านประโยชน์ที่ได้รับ		148	67
	รวม		221	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

ผู้วิจัยสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในแต่ละด้านด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง จำนวน 3 ท่าน เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย แบ่งเป็นประเด็นดังนี้

### 4.2.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านจัดการขยะอินทรีย์

ประเด็นที่ 1 สภาพปัญหาการจัดการขยะอินทรีย์ในครัวเรือน พบว่า ครัวเรือนส่วนใหญ่ทิ้งขยะอินทรีย์ปนกับขยะประเภทอื่นอย่างสุญญเปล่าที่ผลักระให้เจ้าหน้าที่เก็บขนขยะเป็นผู้รับผิดชอบ เนื่องจากรูปแบบดำเนินชีวิตเป็นสังคมเมืองมากกว่าสังคมเกษตรกรรมที่เร่งรีบ มีเวลาน้อย เน้นการกำจัดที่สะดวกรวดเร็ว รวมทั้งทัศนคติเชิงลบต่อการหมักขยะอินทรีย์ ได้แก่ กลิ่นเหม็น ลักษณะทางกายภาพที่ไม่สวยงามน่ามอง วิธีทำที่ยุ่งยากและขาดความรู้ความเข้าใจของการหมัก อีกทั้งรูปแบบการนำผลผลิตไปประโยชน์ที่จำกัด ทำให้ขยะอินทรีย์กลายเป็นภาระหนักของภาครัฐในที่ต้องกำจัด ถึงแม้ภาครัฐจะส่งเสริมความรู้แก่ครัวเรือน เช่น การอบรมความรู้จากผู้เชี่ยวชาญเผยแพร่ความรู้ด้วยแผ่นประชาสัมพันธ์ เป็นต้น จนมีผู้สนใจทดลองทำปุ๋ยหมัก ซึ่งมีทั้งประสบความสำเร็จและไม่สำเร็จ ส่วนใหญ่ไม่ประสบความสำเร็จมากกว่าผู้ทำสำเร็จ ปัญหาที่ไม่สำเร็จ พบว่า เมื่อเกิดปัญหาหรือข้อผิดพลาดในระหว่างการหมัก ครัวเรือนไม่ทราบวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องอาศัยการทดลองแก้ไขตามความเข้าใจของตนเอง รวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการหมักจากการดัดแปลงตามความเหมาะสมของแต่ละครัวเรือน ทำให้มีรูปแบบไม่แน่นอนส่งผลต่อการควบคุมประสิทธิภาพการหมักไม่แน่นอน

### 4.2.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านเกษตรกรรมและผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อม

ผู้เชี่ยวชาญทั้งสองด้านให้ข้อมูลที่สอดคล้องกันในประเด็นปัญหาการจัดการขยะอินทรีย์ดังนี้

ประเด็นที่ 1 สภาพปัญหาการจัดการขยะอินทรีย์ในครัวเรือน พบว่า ส่วนใหญ่ครัวเรือนที่นำขยะอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ เมื่อได้รับผลตอบแทนที่สร้างประโยชน์แก่ตนเอง อาทิ รายได้หรือประโยชน์ด้านอื่นที่ไม่สร้างความลำบากแก่ตนเอง แม้การปลูกผักเป็นเรื่องง่ายและทำได้ทุกที่ ด้วยวิถีชีวิตที่เร่งรีบ เน้นความสะดวกสบายเป็นสำคัญและข้อจำกัดด้านพื้นที่ใช้สอยของบ้านพักอาศัย ครัวเรือนจึงให้ความสำคัญด้านเกษตรกรรมน้อยลง นอกจากนี้ประเทศไทยไม่มีผลิตภัณฑ์หมักขยะอินทรีย์ในเชิงพาณิชย์มีเพียงอุปกรณ์หมักที่ประดิษฐ์ขึ้นตามความเหมาะสมของแต่ละครัวเรือน ทำให้รูปแบบถังหมักขยะอินทรีย์ไม่แน่นอน ส่งผลกระบวนการหมักที่ดำเนินการแตกต่างกัน

ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้านข้างต้นให้ข้อมูลแนวทางเดียวกัน โดยรูปแบบการดำเนินชีวิตส่งผลต่อรูปแบบจัดการขยะอินทรีย์และการใช้ประโยชน์ สรุปใจความสำคัญได้ ดังนี้

#### 1) ปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการหมัก

ก. วัตถุดิบสำหรับทำปุ๋ยหมัก (compost materials) พบว่า คริวเรือนมีขยะอินทรีย์ ได้แก่ เศษอาหาร เศษผัก เปลือกผลไม้ ที่เป็นวัสดุหมักสีเขียวมีค่าไนโตรเจนสูงที่มีความชื้นสูงและเน่าเปื่อยได้ง่ายเกิดขึ้นทุกวันในปริมาณพอเหมาะต่อการทำปุ๋ยหมัก แต่วัสดุสีน้ำตาลที่มีค่าคาร์บอน ความชื้นต่ำมีปริมาณน้อยกว่าวัสดุสีเขียว ได้แก่ ใบไม้และกระดาษหนังสือพิมพ์ เป็นต้น ผู้วิจัยควรคำนึงถึงการควบคุมสัดส่วนของวัสดุสีเขียวและสีน้ำตาลด้วย

#### 2) ปัจจัยที่ส่งผลต่อรูปแบบถังหมักขยะอินทรีย์

ก. พฤติกรรมจัดการขยะอินทรีย์ พบว่า ส่วนใหญ่ทั้งในภาชนะใบเดียวที่รวมทุกประเภท เนื่องจากง่ายและสะดวกรวดเร็ว ผู้วิจัยจึงคำนึงถึงรูปแบบการใช้งานหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยที่ง่ายและคริวเรือนมีความคุ้นเคยไม่รบกวนกิจวัตรเดิม นอกจากนี้คริวเรือนกังวลกลิ่นเหม็นที่เกิดจากการเน่าเสียของขยะอินทรีย์ จึงควรคำนึงเรื่องการระบายอากาศภายในถังหมักที่ช่วยลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ภายในบ้านพักอาศัย

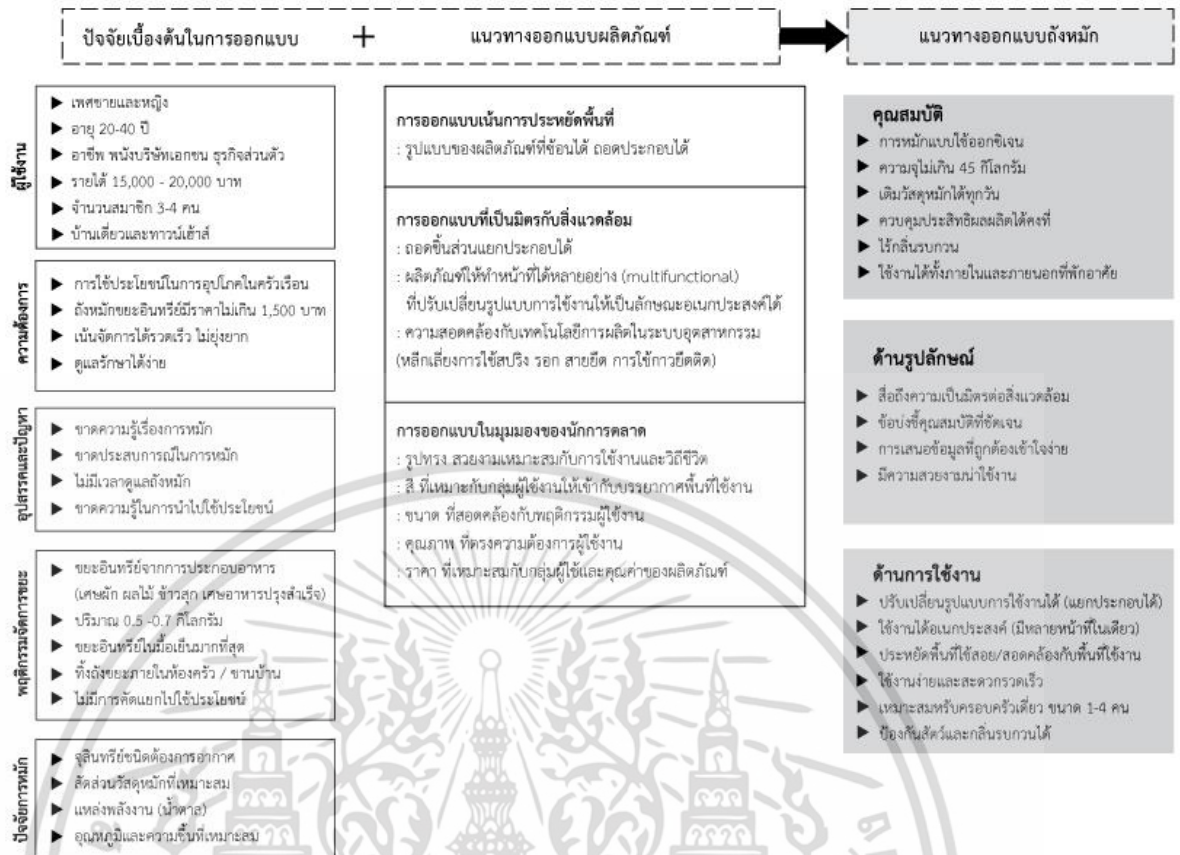
ข. พื้นที่ใช้สอยในบ้านพักอาศัย พบว่า ลักษณะบ้านพักอาศัยในเขตเมืองมีขนาดเล็กและมีลักษณะเป็นหมู่บ้านจัดสรรที่มีพื้นที่ติดกัน ทำให้พื้นที่สำหรับใช้สอยมีจำกัด คริวเรือนใช้พื้นที่นอกบ้านพักอาศัยเป็นที่ทิ้งขยะอินทรีย์ ได้แก่ นอกบ้าน ระเบียงบ้าน พื้นที่ซักรีดและห้องครัว เพื่อป้องกันกลิ่นและสัตว์รบกวน ผู้วิจัยควรคำนึงถึงรูปแบบการใช้งานที่สามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับการใช้งานและเคลื่อนย้ายถังหมักขยะอินทรีย์ได้สะดวกในแต่ละพื้นที่

### 4.3 ผลการออกแบบต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

#### 4.3.1 แนวทางถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ดังแสดงในหัวข้อ 4.1 และ 4.2 ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตการออกแบบจากผลวิเคราะห์ข้อมูลสภาพปัญหาการจัดการขยะอินทรีย์และความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย รวมทั้งศึกษาผลิตภัณฑ์หมักขยะอินทรีย์ทั้งในและต่างประเทศ จากนั้นสรุปปัจจัยการออกแบบ 2 ส่วน คือ 1) ปัจจัยเบื้องต้น ได้แก่ ข้อมูลทั่วไป ความต้องการของกลุ่มตัวอย่าง พฤติกรรมจัดการขยะอินทรีย์ อุปสรรคปัญหาและกระบวนการหมักแบบใช้ออกซิเจน 2) แนวทางออกแบบผลิตภัณฑ์ ได้แก่ การออกแบบวิศวะย่อนรอย การออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อมและแนวคิดนักการตลาด เพื่อกำหนดคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ ใน 3 ด้าน คือ ด้านรูปลักษณะ ด้านคุณสมบัติผลิตภัณฑ์ และด้านการใช้งาน ผู้วิจัยนำปัจจัยดังกล่าวเชื่อมโยงกับแนวทางการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย ดังตารางที่ 4.17 และภาพที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 แสดงแนวทางการออกแบบถึงหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย  
ภาพโดย อัจฉรสิริ อนุมณี

ตารางที่ 4.17 ข้อกำหนดผลิตภัณฑ์ถึงหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

รายการ	ข้อกำหนดผลิตภัณฑ์
ด้านคุณสมบัติ	1 การหมักแบบใช้ออกซิเจน
	2 ความจุไม่เกิน 45 กิโลกรัม
	3 เต็มวัสดุหมักได้ทุกวัน
	4 ควบคุมประสิทธิภาพผลิตได้คงที่
	5 ไร้กลิ่นรบกวน
ด้านรูปลักษณ์	6 สื่อถึงความ เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
	7 ข้อบ่งชี้คุณสมบัติที่ชัดเจน การเสนอข้อมูลที่ถูกต้องเข้าใจง่าย
	8 มีความสวยงามน่าใช้งาน
ด้านการใช้งาน	9 ขนาดสอดคล้องกับพื้นที่ใช้งานและประหยัดพื้นที่ใช้สอย
	10 ปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้งานให้เหมาะสมกับพื้นที่ได้
	11 ใช้งานง่ายและสะดวกรวดเร็ว
	12 เหมาะสมหรับครอบครัวเดี่ยว ขนาด 1-4 คน
	13 ป้องกันสัตว์และกลิ่นรบกวนได้
	14 ใช้งานได้ทั้งภายในและภายนอกที่พักอาศัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรณีใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์กระบวนการหมักและการใช้งานถังหมักขยะอินทรีย์ ผู้วิจัยจึงกำหนดแนวทางในการออกแบบ 3 ส่วน คือ 1) ส่วนถังหมัก 2) ระบบการหมุนเวียนอากาศและ 3) ส่วนชั้นเก็บปุ๋ยหมักสำหรับนำไปใช้ประโยชน์ ถังหมักขยะอินทรีย์แต่ละมีทั้งหน้าที่หลักและหน้าที่รองที่สามารถแยกชิ้นส่วนใช้ประโยชน์ได้ ดังนี้

#### 1) ส่วนถังหมัก

- เพื่อหมักขยะอินทรีย์แบบใช้ออกซิเจนที่เติมขยะอินทรีย์ได้ทุกวัน
- รองรับปริมาณขยะอินทรีย์สูงสุด 45 กิโลกรัม
- ประหยัดพื้นที่และกลมกลืนกับพื้นที่
- ชิ้นส่วนแยกใช้งานได้

#### 2) ระบบการหมุนเวียนอากาศ

- ออกแบบการเติมอากาศหมุนเวียนที่ช่วยควบคุมอุณหภูมิและลดกลิ่นภายในถังหมัก

#### 3) ส่วนชั้นเก็บปุ๋ยหมักสำหรับนำไปใช้ประโยชน์

- ชั้นเก็บปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์พร้อมนำไปใช้ประโยชน์
- การนำปุ๋ยหมักไปใช้งานง่ายและเคลื่อนย้ายสะดวก

### 4.3.2 ผลสรุปแนวทางออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

เพื่อออกแบบในโปรแกรมคอมพิวเตอร์และภาพวาดตามคุณลักษณะแบ่งเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1) ด้านรูปลักษณ์ ถังหมักมีรูปทรงสี่เหลี่ยมใช้สื่อกึ่งถึงสิ่งแวดล้อม เรียบง่าย สบายตา พร้อมการนำเสนอข้อมูลด้วยภาพประกอบพร้อมคำบรรยายถึงข้อบ่งชี้คุณสมบัติ วิธีการใช้งาน ข้อมูลกระบวนการหมักและข้อปฏิบัติที่สวຍงามสื่อความหมายชัดเจน มีรูปทรงมีความสวยงามน่าใช้งานกลมกลืนกับพื้นที่ใช้

2) ด้านการใช้งาน ประกอบด้วย ถังหมักขยะอินทรีย์มีขนาดสอดคล้องกับพื้นที่ปริมาตรสูงสุดที่ 45 กิโลกรัม โดยชิ้นส่วนแต่ละชิ้นใช้งานได้หลายหน้าที่และปรับรูปแบบใช้งานได้รวมทั้งแยกประกอบได้มีวิธีใช้งานที่ผู้ใช้งานคุ้นเคยที่ไม่สร้างภาระหรือความยุ่งยากแก่ผู้ใช้ เพื่อความสะดวกในการใช้งานประหยัดเวลาและพื้นที่

3) ด้านคุณสมบัติถังหมักขยะอินทรีย์ที่คำนึงถึงการเติมอากาศด้วยท่อระบายอากาศเพื่อหมุนเวียนอากาศภายในถังหมักช่วยลดกลิ่นและเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายได้ดีเป็นสำคัญผลิตจากวัสดุพลาสติกอะครีโลไนไตรล์-บิวทาไดอีน-สไตรีน (acrylonitrile-butadiene-styrene: abs) ที่มีน้ำหนักเบาด้วยคุณสมบัติทนต่อกรด-ด่าง ความร้อน สารเคมีและแรงกระแทกได้ดี

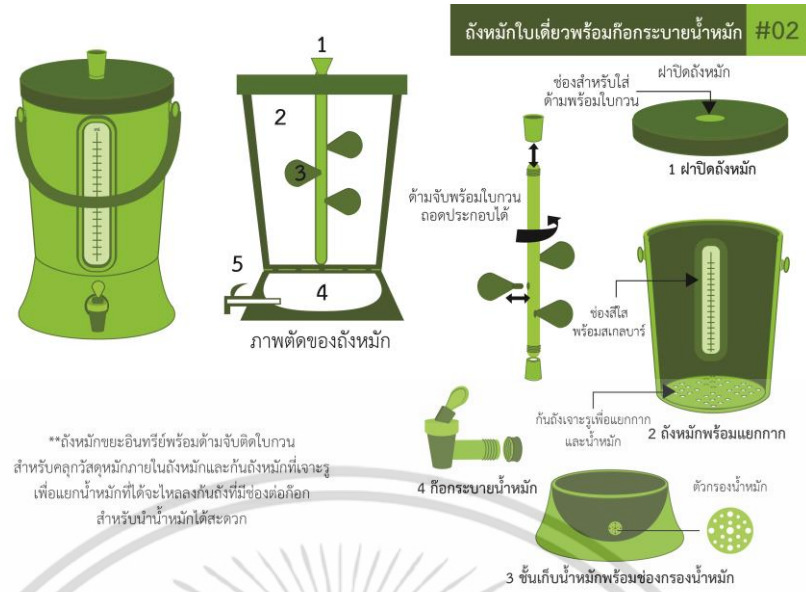
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.1 การออกแบบครั้งที่ 1 ผู้วิจัยเขียนแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์และภาพแบบร่างจำนวน 5 รูปแบบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านวิเคราะห์และชี้แนะแต่ละรูปแบบ เพื่อเลือกรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาตามข้อกำหนดในหัวข้อ 4.2.1 มีผลเป็นดังนี้

รูปแบบที่ 1 ถังหมักขยะอินทรีย์มีฝาปิดระบายพร้อมชั้นกรองกาก การลดกลิ่นและระบายอากาศด้วยการหมุนใช้เปิดและปิดระบายอากาศและชั้นแยกกากวัสดุหมัก เพื่อแยกกากวัสดุที่ยังไม่ย่อยสลายสมบูรณ์จากปุ๋ยหมักที่พร้อมใช้งาน พร้อมทั้งระบายน้ำหมัก สำหรับนำปุ๋ยหมักไปใช้งานได้สะดวก ดังแสดงในภาพที่ 4.2



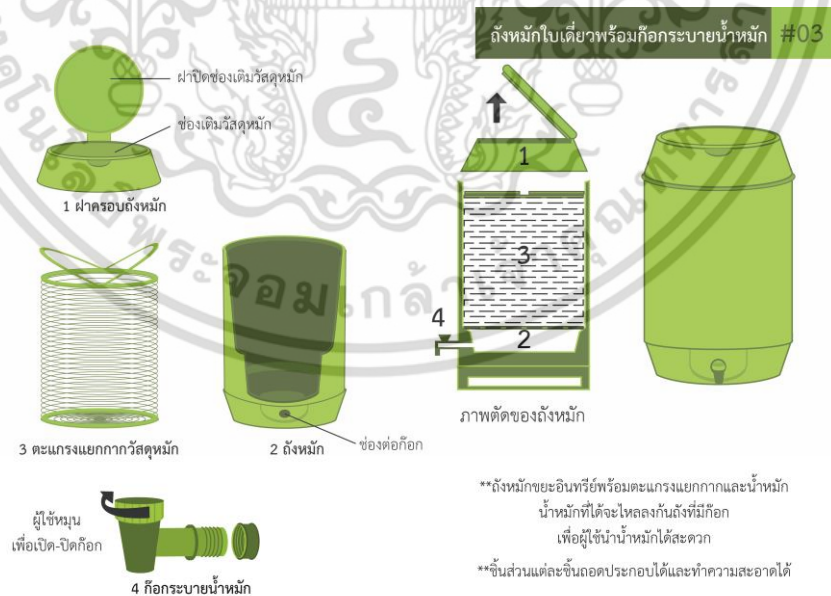
รูปแบบที่ 2 ถังหมักขยะอินทรีย์พร้อมด้ามจับติดใบกวน สำหรับคลุกวัสดุหมัก ภายในถังหมักเพิ่มอากาศหมุนเวียนช่วยลดกลิ่นและเติมอากาศให้จุลินทรีย์ชนิดที่ต้องการอากาศในกระบวนการหมัก บริเวณก้นถังหมักเจาะรูเพื่อแยกน้ำหมักที่ได้จะไหลลงถังที่มีช่องต่อก้ออก สำหรับนำน้ำหมักได้สะดวก ดังแสดงในภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 แสดงถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยรูปแบบที่ 2

ภาพโดย อัจฉรสิริ อนุมณี

รูปแบบที่ 3 ถังหมักขยะอินทรีย์พร้อมตะแกรงแยกกากและน้ำหมัก น้ำหมักที่ได้จะไหลลงถังที่มีท่อระบายน้ำหมักติดอยู่กันถังเพื่อผู้ใช้น้ำหมักได้สะดวก ช่องเติมวัสดุหมักเปิดปิดได้ง่าย ตะแกรงพร้อมหัวสวดกในการเคลื่อนย้ายและแยกปุ๋ยหมักที่พร้อมใช้งานออกจากวัสดุหมัก ซึ่งชิ้นส่วนแต่ละชิ้นถอดประกอบได้ง่ายสะดวก ดังแสดงในภาพที่ 4.4

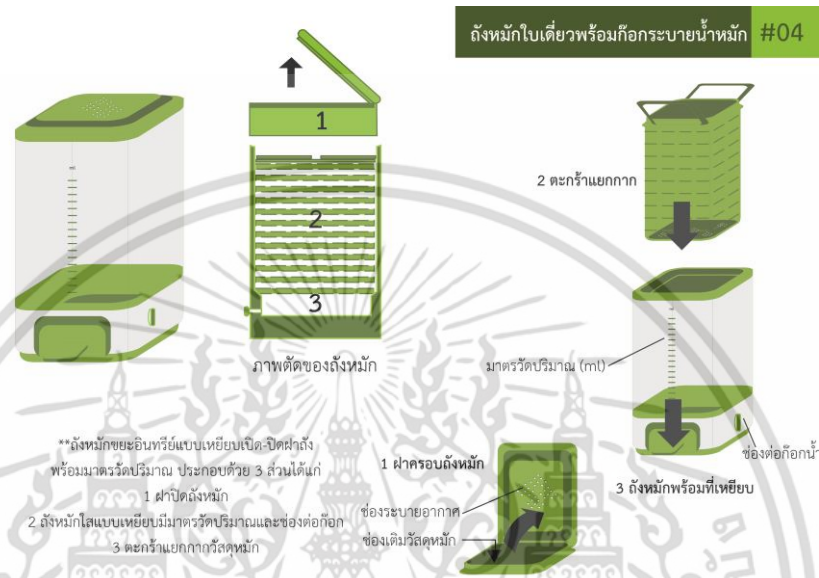


ภาพที่ 4.4 แสดงถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยรูปแบบที่ 3

ภาพโดย อัจฉรสิริ อนุมณี

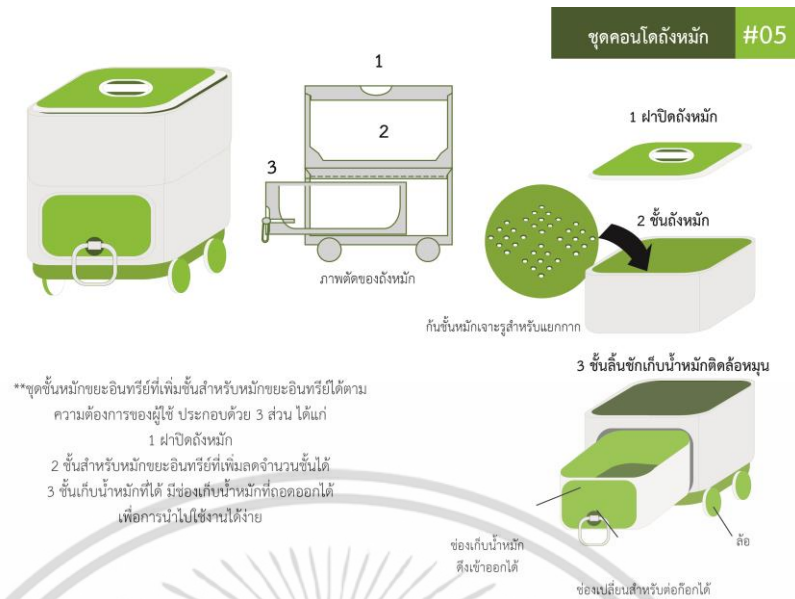
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบที่ 4 ถังหมักขยะอินทรีย์แบบเหยียบเปิด-ปิดฝาถังพร้อมมาตรวัดปริมาณการใช้งานในรูปแบบเดียวกับถังขยะทั่วไป ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ช่องเติมวัสดุหมักด้วยฝาเปิดปิดถังหมัก ถังหมักแบบเหยียบมีมาตรวัดปริมาณและช่องต่อก๊อกที่ใช้วัสดุสีขาวขุ่นที่ช่วยให้สังเกตปริมาณของกองหมักได้ง่าย ส่วนตะกร้าแยกกากวัสดุหมักเพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและแยกปุ๋ยหมักที่พร้อมใช้งานออกจากวัสดุหมัก ดังแสดงในภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 แสดงรูปแบบการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยรูปแบบที่ 4  
ภาพโดย อัจฉรสิริ อนุมณี

รูปแบบที่ 5 ชุดชั้นหมักขยะอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นสำหรับหมักขยะอินทรีย์ได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน พร้อมทั้งปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้งานเพื่อใช้การย่อยสลายขยะอินทรีย์ด้วยไส้เดือนได้ ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ฝาปิดถังหมัก ชั้นที่ 1 สำหรับหมักขยะอินทรีย์ที่สามารถเพิ่มลดจำนวนชั้นได้ตามปริมาณขยะอินทรีย์ที่เกิดขึ้น ชั้นที่ 2 สำหรับเก็บน้ำหมักหรือปุ๋ยหมักที่ได้ที่มีถอดออกได้ เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้งานได้ง่าย ดังแสดงในภาพที่ 4.6



\*\*ชุดชั้นหมักขยะอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นสำหรับหมักขยะอินทรีย์ได้ตามความต้องการของผู้ใช้ ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่

- 1 ผาปิดถังหมัก
- 2 ชั้นสำหรับหมักขยะอินทรีย์ที่เพิ่มลดจำนวนชั้นได้
- 3 ชั้นเก็บน้ำหมักที่ได้ มีช่องเก็บน้ำหมักที่ถอดออกได้ เพื่อการนำไปใช้งานได้ง่าย

ภาพที่ 4.6 แสดงรูปแบบการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยรูปแบบที่ 5

ภาพโดย อัจฉรสิริ อนุมณี

ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านมีความคิดเห็นตรงกันให้รูปแบบถังหมักขยะอินทรีย์รูปแบบที่ 5 ถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยทั้ง 5 รูปแบบให้พัฒนาสู่การผลิตต้นแบบ อีกทั้งผู้เชี่ยวชาญมีคำแนะนำเพิ่มเติมเพื่อความเหมาะสมในการใช้งานจริง ดังนี้

#### 1) ส่วนถังหมัก

- รูปทรงสี่เหลี่ยมมีความเหมาะสมกับใช้งานในห้องครัว ควรปรับให้แยกชิ้นส่วนให้ใช้งานในพื้นที่แคบได้หรือใช้งานรูปแบบอื่นได้ เช่น การเลี้ยงไส้เดือน
- ควรเพิ่มที่จับให้ยกเคลื่อนย้ายได้สะดวกในแต่ละชั้น เพื่อการเพิ่มขึ้นถังหมักในอนาคต
- ควรให้รอยต่อระหว่างชั้นปิดสนิทป้องกันกลิ่นรบกวนและการไหลของน้ำชะขยะ เนื่องจากการใช้งานจริงขยะอินทรีย์มีความชื้นสูง
- เพิ่มความสูงโดยรวมของชุดถังหมัก ควรมีความสูง 70 เซนติเมตรให้ใกล้เคียงกับเคาเตอร์เตรียมอาหารหรือการใช้งานในพื้นที่อื่น



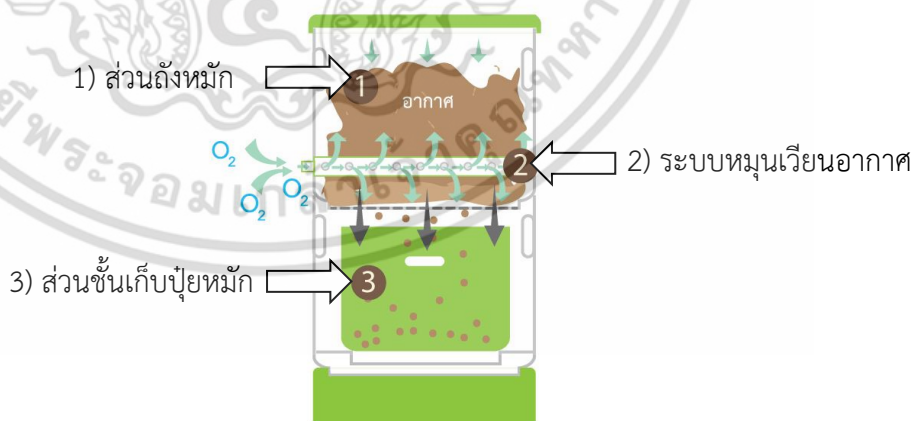
ภาพที่ 4.7 แสดงพื้นที่ใช้งานถังหมักขยะอินทรีย์

ภาพโดย อัจฉรสิริ อนุมณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2) การระบายอากาศ
  - เพิ่มท่อระบายอากาศเจาะรูเพื่อเติมอากาศเข้าสู่ถังหมักอย่างทั่วถึง เพื่อทดแทนการพลิกกองปุ๋ยหมัก
- 3) ชั้นเก็บปุ๋ยหมัก
  - ที่จับควรให้เรียบไปกับตัวถังหมัก เพื่อความสะดวกและวางได้ง่าย
  - เนื่องจากการใช้งานจริงผู้ใช้งานนิยมติดตั้งถังหมักคกที่ไม่เคลื่อนย้ายน้อยและน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นทำให้ล้อพีดยากต่อการเคลื่อนย้ายทั้งชุดถังหมัก ควรออกแบบให้ถังหมักแต่ละชั้นเคลื่อนย้ายหรือยกได้ง่าย
- 4) คำแนะนำเพิ่มเติม
  - เพิ่มสารเร่งการย่อยสลายของจุลินทรีย์ในชุดถังหมัก
  - แสดงข้อมูลที่เกี่ยวข้องของกระบวนการหมักและแนวทางนำปุ๋ยหมักไปใช้ประโยชน์ที่ถูกต้อง
  - เพิ่มคู่มือการใช้งานถังหมักหรือแสดงข้อมูลของชุดถังหมักขยะอินทรีย์

4.3.2.2 การออกแบบครั้งที่ 2 ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลการสรุปแบบครั้งที่ 1 และปรับปรุงรูปแบบตามคำแนะนำ เพื่อผลิตเป็นต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย ผู้วิจัยออกแบบให้ถังหมักขยะอินทรีย์ให้แยกใช้งานตามความต้องการของผู้ใช้งานและลักษณะพื้นที่ด้วยรูปแบบการใช้งานที่คุ้นเคย ใช้งานและไม่เพิ่มขึ้นตอนในการจัดการขยะอินทรีย์แก่ผู้ใช้งาน นอกจากนี้ผู้ใช้งานสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบของถังหมักให้ใช้งานอย่างอื่นได้ด้วยการสลับชั้นของถังหมักหรือการเพิ่มขึ้นหมักหากมีปริมาณขยะเพิ่มขึ้น นอกจากนี้สามารถดัดแปลงใช้เลี้ยงไส้เดือนแทนการหมักได้ ดังภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 แสดงการปรับปรุงแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

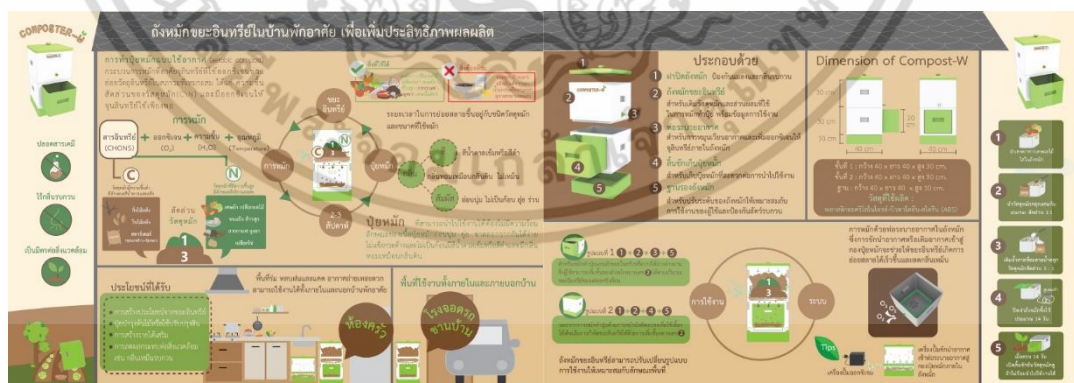
ภาพโดย อัจฉรสิริ อนุมณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย 1 ชุดประกอบด้วย 5 ส่วน ดังนี้ 1) ฝาปิด ถังหมัก 2) ถังหมักขยะอินทรีย์ 3) ท่อระบายอากาศ 4) ชั้นเก็บปุ๋ยหมัก 5) ฐานรองถังหมักพร้อมสารเร่งจุลินทรีย์และคู่มือการใช้งาน ดังภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 แสดงภาพเสมือนจริงของต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย ภาพโดย อัจฉรสิริ อนุมณี



ภาพที่ 4.10 แสดงคู่มือใช้งานถังหมักขยะอินทรีย์ ภาพโดย อัจฉรสิริ อนุมณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัยนำผลการสรุปแบบหลังปรับปรุงรูปแบบตามคำแนะนำสู่ขั้นตอนผลิตต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยจริง เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละด้านประเมินความเหมาะสมด้วยค่า 5 ระดับต่อไป

#### 4.4 ผลการประเมินแบบต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

##### 4.4.1 ส่วนที่ 1 ผลประเมินต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

ผู้วิจัยสรุปแบบร่างพร้อมผลิตต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยที่ใช้วัสดุพลาสติกอะครีโลไนไตรล์-บิวทาไดอีน-สไตรีน (ABS) ตามที่ได้ออกแบบไว้ ดังภาพที่ 4.11 และ 4.12 ตามลำดับ เพื่อนำเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบ ด้านสิ่งแวดล้อมและด้านการจัดการขยะอินทรีย์พิจารณาความเหมาะสมด้วยการประเมินค่า 5 ระดับ เป็นผู้ประเมินต้นแบบในด้านรูปลักษณะ ด้านการใช้งาน ด้านการนำเสนอข้อมูล



ภาพที่ 4.11 ภาพสามมิติต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย ภาพโดย อัจฉรสิริ อนุมณี



ภาพที่ 4.12 คู่มือการใช้งานถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย ภาพโดย อัจฉรสิริ อนุมณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการประเมินต้นแบบด้วยค่า 5 ระดับ ในด้านรูปลักษณ์ ด้านการใช้งานและด้านการเสนอข้อมูลมีค่าเฉลี่ยรวม 4.34 โดยมีค่าเฉลี่ยแต่ละด้านที่ค่าเฉลี่ย 4.40, 4.20 และ 4.60 คะแนนตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 แสดงผลการประเมินต้นแบบจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ					$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด			
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)			
<b>ด้านรูปลักษณ์ถึงหมักขยะอินทรีย์</b>								
1. ถังหมักมีรูปทรงสวยงาม	1 (33)	2 (67)	-	-	-	4.33	0.58	พอใจมาก
2. ถังหมักมีสีสันทนสวยงาม	3 (100)	-	-	-	-	5.00	0.00	พอใจมากที่สุด
3. ถังหมักกลมกลืนกับพื้นที่ใช้งาน	1 (33)	2 (67)	-	-	-	4.33	0.58	พอใจมาก
4. ถังหมักสื่อถึงความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	2 (67)	-	1 (33)	-	-	4.33	1.15	พอใจมาก
5. การนำเสนอวิธีการใช้งานชัดเจนและเข้าใจง่าย	-	3 (100)	-	-	-	4.00	0.00	พอใจมาก
<b>ด้านการใช้งานถึงหมักขยะอินทรีย์</b>								
1. ถังหมักใช้งานได้หลายรูปแบบ	1 (33)	2 (67)	-	-	-	4.33	0.58	พอใจมาก
2. ถังหมักใช้งานง่าย	2 (67)	1 (33)	-	-	-	4.67	0.58	พอใจมากที่สุด
3. ถังหมักมีความคงทนแข็งแรง	1 (33)	2 (67)	-	-	-	4.33	0.58	พอใจมาก
4. ถังหมักทำความสะอาดและซ่อมบำรุงได้ง่าย	-	1 (33)	2 (67)	-	-	3.33	0.58	พอใจ
5. ผู้ใช้งานนำผลผลิตไปใช้งานง่ายและสะดวก	1 (33)	2 (67)	-	-	-	4.33	0.58	พอใจมาก
<b>ด้านการเสนอข้อมูลคู่มือการใช้งานถึงหมักขยะอินทรีย์</b>								
6. เนื้อหาเข้าใจง่ายและขนาดตัวอักษรอ่านง่าย	2 (67)	1 (33)	-	-	-	4.67	0.58	พอใจมากที่สุด
7. เนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชาการ	1 (33)	2 (67)	-	-	-	4.33	0.58	พอใจมาก
8. การลำดับเนื้อหาต่อเนื่องเหมาะสม	2 (67)	1 (33)	-	-	-	4.67	0.58	พอใจมากที่สุด
9. ภาพประกอบสอดคล้องกับเนื้อหา	3 (100)	-	-	-	-	5.00	0.00	พอใจมากที่สุด
10. เนื้อหามีประโยชน์และเหมาะสม	1 (33)	2 (67)	-	-	-	4.33	0.58	พอใจมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่ไปยังประชาชนใด ๆ ก็ตาม  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4.2 ส่วนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้ทรงคุณวุฒิมีคำแนะนำเพิ่มเติมเพื่อการผลิตถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยไว้ ดังนี้

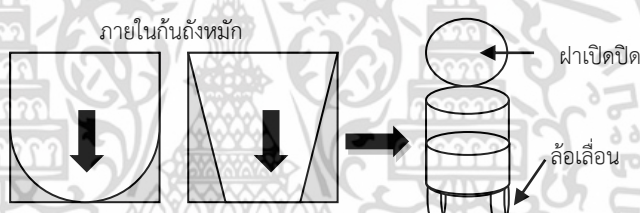
##### 1) ด้านการใช้งาน

ก. ชุดอุปกรณ์ใช้เติมหรือคลุกวัสดุหมักเมื่อใช้งานจริง

- ถังขนาดเล็กมีหูหิ้วสำหรับแยกขยะอินทรีย์ก่อนเติมในถังหมักหลักที่เคลื่อนย้ายง่ายสามารถใช้งานบนพื้นที่ขนาดเล็กได้ เช่น บริเวณเคาเตอร์เตรียมอาหาร ชิงค์ล้างจานช่วยประหยัดพื้นที่ใช้สอยในห้องครัว

- เพิ่มซ็อนตักและกวนใช้คลุกผสมวัสดุหมักที่ช่วยพลิกกลับกองปุ๋ยหมัก เพื่อหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับขยะอินทรีย์โดยตรงและช่วยเติมอากาศเข้าสู่ถังหมัก ทำให้กระบวนการหมักย่อยสลายได้เร็วขึ้น

ข. อุปกรณ์ทุนแรงในการเคลื่อนย้าย ด้วยการเสริมล้อเลื่อนที่หรือหูหิ้วที่ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย รวมถึงรูปทรงของถังหมักควรแข็งแรงและรับน้ำหนักได้มาก



ภาพที่ 4.13 ภาพจำลองรูปทรงถังหมักขยะอินทรีย์ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

ภาพโดย อัจฉรสิริ อนุมณี

ค. การหมุนเวียนของถังหมัก

- ควรคำนึงถึงการเติมวัสดุหมักได้ตลอดระยะเวลาการหมักสามารถแบ่งช่องหรือแผ่นกั้นเพื่อแบ่งชั้นของปุ๋ยหมักใหม่-เก่าปนกัน หรือเพิ่มช่องเปิด-ปิดบริเวณก้นถังหมัก เพื่อนำปุ๋ยหมักไปใช้งานได้สะดวก

- ก้นถังหมักควรมีลักษณะโค้งหรือต่างระดับ เพื่อให้วัสดุหมักไหลสู่ก้นถังได้สะดวก

ง. การระบายอากาศภายในถังหมักด้วยการเจาะรูบริเวณฝาปิดแบบหมุนหรือแบบบานพับของช่องระบายอากาศได้ที่ควบคุมการเปิด-ปิดได้

##### 2) การเลือกใช้วัสดุผลิตควรเลือกให้เหมาะกับวัตถุประสงค์ อาทิ การบริโภคควรเลือกใช้วัสดุสแตนเลส เพื่อป้องกันเชื้อโรคหรือสารปนเปื้อนเหมาะต่อการบริโภค รวมทั้งเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.5 ผลการสอบถามความคิดเห็นและความพึงพอใจต่อต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย โดยกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยนำต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้งานในสถานการณ์จำลอง พร้อมสอบถามความคิดเห็นและความพึงพอใจด้วยแบบสอบถามค่า 5 ระดับ จำนวน 30 คน แบ่งผลสรุปเป็น 2 ส่วน ดังนี้

### 4.1.1 ส่วนที่ 1 ผลการสอบถามข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

กลุ่มตัวอย่างที่พักอาศัยในบ้านพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยวและบ้านทาวน์เฮาส์ในเขตพื้นที่คลองสามวา กรุงเทพมหานคร จำนวน 30 คน เป็นเพศชาย จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 50 เป็นเพศหญิงจำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 50 มีช่วงอายุ 20-40 ปีมากที่สุด จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมา คือ ช่วงอายุ 41-60 ปี จำนวน 12 คิดเป็นร้อยละ 40 และมีอายุต่ำกว่า 20 ปีและมากกว่า 60 ปี จำนวน 1 คนเท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 3.33 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 แสดงข้อมูลทั่วไป เพศ และอายุของผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ

คำถาม	คำตอบ	ความถี่ (คน)	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)
1.1 เพศ	ชาย	15	50
	หญิง	15	50
	รวม	30	100.0
1.2 อายุ	ต่ำกว่า 20 ปี	1	3.33
	20-40 ปี	15	50
	41-60 ปี	12	40
	60 ปี ขึ้นไป	1	3.33
	รวม	30	100.0

ผู้ตอบแบบสอบถามประกอบอาชีพ 3 อันดับแรก ได้แก่ อาชีพธุรกิจส่วนตัวมากที่สุด จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 รองลงมา คือ พนักงานบริษัทเอกชน จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 26.67 และอาชีพที่มีจำนวนเท่ากัน 2 อาชีพ คือ ข้าราชการรัฐวิสาหกิจและแม่บ้าน จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 16.67 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 ข้อมูลทั่วไป อาชีพของผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ

คำถาม	คำตอบ	ความถี่ (คน)	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)
1.3 อาชีพ	ธุรกิจส่วนตัว	10	33.33
	พนักงานบริษัทเอกชน	8	26.67
	ข้าราชการ/ รัฐวิสาหกิจ	5	16.67
	แม่บ้าน	5	16.67
	รับจ้างทั่วไป	1	3.33
	นักเรียน / นักศึกษา	1	3.33
	รวม	30	100.0

ผู้ตอบแบบสอบถามมีรายได้ต่อเดือน 3 อันดับแรก ได้แก่ ต่ำกว่า 15,000 บาท จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 30 รองลงมา 15,001 – 25,000 บาท จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 26.67 และ 25,001 – 35,000 บาท จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 23.33 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 ข้อมูลทั่วไป รายได้ต่อเดือนของผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ

คำถาม	คำตอบ	ความถี่ (คน)	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)
1.4 รายได้	ต่ำกว่า 15,000 บาท	9	30
	15,001 – 25,000 บาท	8	26.67
	25,001 – 35,000 บาท	7	23.33
	35,001 – 50,000 บาท	5	16.67
	มากกว่า 50,000 บาท	1	3.33
	รวม	30	100.0

ผู้ตอบแบบสอบถามมีลักษณะบ้านพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยว จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 63.33 และประเภททาวน์เฮาส์ จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 36.33 ส่วนจำนวนสมาชิกในครัวเรือนมากที่สุด คือ มีสมาชิก 3-4 คน จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 53.33 รองลงมา คือ จำนวนสมาชิก 1-2 คน จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 36.67 และจำนวนสมาชิกมากกว่า 4 คน มีจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 10 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 ข้อมูลทั่วไป ลักษณะบ้านพักอาศัยและจำนวนสมาชิกของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำถาม	คำตอบ	ความถี่ (คน)	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)
1.5 ลักษณะบ้านพักอาศัย	บ้านเดี่ยว	19	63.33
	บ้านทาวน์เฮาส์	11	36.33
	รวม	30	100.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 (ต่อ)

คำถาม	คำตอบ	ความถี่ (คน)	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)
1.6 จำนวนสมาชิก	1-2 คน	11	36.67
	3-4 คน	16	53.33
	มากกว่า 4 คน	3	10.00
	รวม	30	100.0

ด้านประสบการณ์การห้กขะอินทรีย์ของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า ผู้ตอบแบบไม่เคยมีประสบการณ์มากที่สุด จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 80 ส่วนผู้ที่เคยห้กสำเร็จและไม่สำเร็จ มีจำนวนผู้ตอบเท่ากัน คือ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 10 ซึ่งผู้ไม่เคยมีประสบการณ์มีจำนวนมากกว่าผู้ที่เคยมีประสบการณ์อย่างชัดเจน เมื่อเทียบกับจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

#### 4.1.2 ส่วนที่ 2 ผลการสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อถึงห้กขะอินทรีย์ที่ผู้วิจัยออกแบบ

ผู้ตอบแบบสอบถามให้ค่าระดับความพึงพอใจที่มีต่อถึงห้กขะอินทรีย์ที่ผู้วิจัยออกแบบ ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านรูปลักษณะ ด้านการใช้งานและด้านการนำเสนอข้อมูลโดยรวมในระดับพึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 4.2, 3.8 และ 4.24 คะแนน ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 แสดงความพึงพอใจที่มีต่อถึงห้กขะอินทรีย์ที่ผู้วิจัยออกแบบของกลุ่มตัวอย่าง

รายการประเมิน	ความถี่แต่ละระดับความพึงพอใจ						$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยมาก	ไม่ตอบ			
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)			
<b>ด้านรูปลักษณะของถึงห้ก</b>									
1. ถึงห้กมีรูปทรงสวยงามและนำใช้งาน	8 (26.7)	14 (46.7)	7 (23.3)	-	-	1 (3.3)	3.90	1.03	พึงพอใจมาก
2. ถึงห้กสื่อถึงความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	10 (33.3)	16 (53.3)	3 (10.0)	1 (3.3)	-	-	4.17	0.75	พึงพอใจมาก
3. ถึงห้กมีขนาดที่เหมาะสม	9 (30.0)	15 (50.0)	6 (20.0)	-	-	-	4.10	0.71	พึงพอใจมาก
4. คู่มือการใช้งานถึงห้กเข้าใจง่ายและสวยงาม	9 (30.0)	15 (50.0)	5 (16.7)	-	-	1 (3.3)	4.00	1.02	พึงพอใจมาก
5. สัญลักษณ์สื่อสารวิธีการใช้งานได้ชัดเจนและเข้าใจง่าย	8 (26.7)	16 (53.3)	5 (16.7)	-	1 (3.3)	-	4.00	0.87	พึงพอใจมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.23 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความถี่แต่ละระดับความพึงพอใจ						$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยมาก	ไม่ตอบ			
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)			
<b>ด้านการใช้งานของถังหมัก</b>									
1. ถังหมักมีวิธีใช้งานง่ายและรวดเร็ว	8 (26.7)	10 (33.3)	11 (36.7)	-	1 (3.3)	-	3.83	0.87	พึงพอใจมาก
2. ผู้ใช้งานเติมขยะอินทรีย์ได้ง่าย	8 (26.7)	11 (36.7)	10 (33.3)	-	1 (3.3)	-	3.57	0.86	พึงพอใจมากที่สุด
3. ถังหมักมีความแข็งแรง	6 (20.0)	13 (43.3)	11 (36.7)	-	-	-	3.83	0.75	พึงพอใจมาก
4. ถังหมักมีรูปแบบการใช้งานที่เหมาะสมกับพื้นที่ในบ้านพักอาศัย	10 (33.3)	15 (50.0)	5 (16.7)	-	-	-	4.17	0.70	พึงพอใจมาก
5. ถังหมักถอดประกอบและเคลื่อนย้ายได้ง่าย	13 (43.3)	15 (50.0)	5 (16.7)	1 (3.3)	-	1 (3.3)	4.07	1.14	พึงพอใจมาก
6. ผู้ใช้งานนำปุ๋ยหมักไปใช้งานง่ายและสะดวก	11 (36.7)	10 (33.3)	8 (26.7)	1 (3.3)	-	-	4.03	0.89	พึงพอใจมาก
7. ถังหมักป้องกันกลิ่นรบกวนได้ดี	7 (23.3)	10 (33.3)	12 (40.0)	1 (3.3)	-	-	3.77	0.86	พึงพอใจมาก
<b>ด้านการเสนอข้อมูลของคู่มือประกอบการใช้งานถังหมักขยะอินทรีย์</b>									
1. การอธิบายเนื้อหาได้ชัดเจนเข้าใจง่าย	12 (40.0)	14 (46.7)	4 (13.3)	-	-	-	4.27	0.69	พึงพอใจมาก
2. การเรียบเรียงลำดับเนื้อหาที่เข้าใจง่าย	7 (23.3)	18 (60.0)	5 (16.7)	-	-	-	4.07	0.64	พึงพอใจมาก
3. ความน่าสนใจของภาพประกอบและเนื้อหา	18 (60.0)	8 (26.7)	2 (6.7)	1 (3.3)	-	1 (3.3)	4.33	1.12	พึงพอใจมาก
4. ความสอดคล้องของภาพประกอบและเนื้อหา	14 (46.7)	11 (36.7)	4 (13.3)	-	-	1 (3.3)	4.20	1.06	พึงพอใจมาก
5. เนื้อหามีประโยชน์และนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	19 (63.3)	9 (30.0)	1 (3.3)	1 (3.3)	-	-	4.53	0.73	พึงพอใจมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.6 ผลการทดสอบผลผลิตที่ได้จากถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

ผู้วิจัยทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักในด้านลักษณะทางกายภาพ (Physical Testing) และคุณสมบัติทางเคมี (Chemical Testing) ในห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานปุ๋ยหมักปี 2548 ของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ สรุปผลการทดสอบ ดังนี้

### 4.6.1 ผลการทดสอบลักษณะทางกายภาพ

ผู้วิจัยสังเกตลักษณะกายภาพเบื้องต้นด้วยการมอง สัมผัสและดมกลิ่นปุ๋ยหมักที่ได้จากถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยที่ผู้วิจัยออกแบบระยะเวลาการหมัก 30 วัน พบว่าปุ๋ยหมักมีสีน้ำตาลเข้ม ผิวสัมผัสอ่อนนุ่ม เมื่อใช้มือกำปุ๋ยหมักแล้วปล่อยจะร่วนไม่ติดมือ ไม่มีความร้อน และมีกลิ่นคล้ายดิน ดังภาพที่ 4.14



ภาพที่ 4.14 ลักษณะปุ๋ยหมักขยะอินทรีย์จากถังหมักที่ผู้วิจัยออกแบบในระยะเวลา 30 วัน

ภาพโดย อัจฉรสิริ อนุมณี

### 4.6.2 ผลการทดสอบลักษณะทางเคมี

ผลการทดสอบลักษณะทางเคมีของปุ๋ยหมักในห้องปฏิบัติการ พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (organic matter) มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 15.4 ของน้ำหนัก ส่วนอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 11.25: 1 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่า 4.10 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร ปุ๋ยหมักมีปริมาณความชื้น มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 71.5 ของน้ำหนักและค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีค่าที่ 8.2 ดังตารางที่ 4.24

ส่วนผลการทดสอบปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชประกอบด้วยปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด (TOC) ปริมาณไนโตรเจน (N) ปริมาณฟอสฟอรัส (P) และปริมาณโพแทสเซียม (K) มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 9.0, 0.8, 0.5 และ 0.88 ของน้ำหนักตามลำดับและมีปริมาณโซเดียม (Na) ที่ค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.14 ของน้ำหนัก ดังตารางที่ 4.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.24 ผลการทดสอบลักษณะทางเคมี

รายการ	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	ค่าทดสอบ	แปลผล
1) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ	% by weight*	≥ ร้อยละ 30	15.4	ไม่เข้าเกณฑ์
2) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N)	%	ไม่เกิน 20 : 1	11.25 : 1	เข้าเกณฑ์
3) ค่าการนำไฟฟ้า (EC)	dS/m**	< 3.5 ds/m	4.10	ไม่เข้าเกณฑ์
4) ปริมาณความชื้นของปุ๋ยหมัก	% by weight*	< ร้อยละ 35	71.5	ไม่เข้าเกณฑ์
5) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	-	ระหว่าง 5.5 – 8.5	8.2	เข้าเกณฑ์
6) อินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด (TOC)	% by weight*	≤ ร้อยละ 9 -20	9.0	เข้าเกณฑ์
7) ไนโตรเจนทั้งหมด (N)	% by weight*	≥ ร้อยละ 1	0.8	ไม่เข้าเกณฑ์
8) ฟอสฟอรัสทั้งหมด (P)	% by weight*	≥ ร้อยละ 0.5	0.5	เข้าเกณฑ์
9) โพแทสเซียมทั้งหมด (K)	% by weight*	≥ ร้อยละ 0.5	0.88	เข้าเกณฑ์
10) โซเดียม (Na)	% by weight*	-	0.14	-

หมายเหตุ \* % by weight หมายถึง ค่าร้อยละของน้ำหนัก

\*\* dS/m หมายถึง เดซิซีเมนส์ต่อเมตร

จากผลการเปรียบเทียบค่าทดสอบปุ๋ยหมักในตารางข้างต้น ปุ๋ยหมักที่มีค่าเข้าเกณฑ์มาตรฐาน คือ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าอินทรีย์คาร์บอน ค่าฟอสฟอรัสและค่าโพแทสเซียม ส่วนค่าที่ไม่เข้าเกณฑ์มาตรฐาน คือ ปริมาณอินทรีย์วัตถุและค่าไนโตรเจน ค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณความชื้นของปุ๋ยหมัก

ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่าถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยที่ผู้วิจัยออกแบบสามารถผลิตปุ๋ยหมักเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้ ช่วยลดภาระในการจัดการขยะอินทรีย์ภายในบ้านพักอาศัยได้

## บทที่ 5

# สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยการดำเนินการวิจัยเรื่องการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยสรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในครั้งต่อไป ดังนี้

### 5.1 สรุปผล

ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

**5.1.1 วัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1** คือ เพื่อออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย แบ่งเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

5.1.1.1 ผลการออกแบบแบบจำลองถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย (Model study) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสอบถามสภาพปัญหาเกี่ยวกับการจัดการขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยของกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร จำนวน 200 ครัวเรือน แบ่งเป็น 4 ประเด็น ดังนี้

ประเด็น 1 คุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า สัดส่วนของเพศชายมากกว่าหญิง มีช่วงอายุ 20-40 ปีมากที่สุด ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพพนักงานบริษัทที่มีรายได้ตั้งแต่ 15,001-29,999 บาทมากที่สุด จึงควรคำนึงถึงรูปแบบการใช้งานของผลิตภัณฑ์ที่ง่ายสอดคล้องกับชีวิตประจำวันที่มีเวลาในทำกิจกรรมภายในบ้านพักน้อยไม่สร้างภาระให้ชีวิตประจำวันของกลุ่มตัวอย่าง รวมทั้งระดับรายได้ปานกลางที่เลือกซื้อสินค้าที่เน้นประโยชน์การใช้งานมากกว่ารูปลักษณ์ของสินค้า ประกอบกับลักษณะที่พักอาศัยประเภททาวน์เฮาส์มากกว่าบ้านเดี่ยวมีขนาดพื้นที่เฉลี่ยที่ 25.42 และ 42.89 ตารางวา ตามลำดับ โดยพื้นที่ในการจัดการขยะอินทรีย์มากที่สุด คือ ห้องครัวและลานซักล้างที่มีขนาดเล็ก

การออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยจึงควรคำนึงถึงการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้งานผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องกับพื้นที่ที่มีอย่างจำกัด และมีจำนวนสมาชิก 3-4 คนมากที่สุด ส่งผลต่อปริมาณของถังหมักขยะอินทรีย์ที่สามารถรองรับปริมาณขยะอินทรีย์ตามขนาดครัวเรือนดังกล่าวที่ปริมาตร 48 ลิตร (1 ลิตร เท่ากับ 1 กิโลกรัม) ข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยวิเคราะห์เพื่อระบุคุณลักษณะของกลุ่มเป้าหมายและข้อกำหนดในการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเด็น 2 พฤติกรรมการจัดการขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย พบว่า รูปแบบการจัดการขยะอินทรีย์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งบ้านเดี่ยวและทาวน์เฮาส์เหมือนกันที่มีขยะอินทรีย์เกิดจากการประกอบอาหารและการเตรียมวัสดุก่อนปรุงมากที่สุด โดยมีขยะเศษอาหารมากที่สุด รองลงมา คือเศษผัก เปลือกผลไม้ และวัตถุดิบสดตามลำดับมีปริมาณเฉลี่ยระดับกลาง (0.50 – 0.75 กิโลกรัม) เทียบจากการประมาณค่า 1 กิโลกรัมต่อ 1 มื้ออาหาร โดยมีอาหารที่มีปริมาณขยะอินทรีย์มากที่สุดคือ มื้อเย็น เพื่อนำเศษขยะอินทรีย์ไปทิ้งหลังเสร็จมื้ออาหารทันทีโดยไม่มีการคัดแยกขยะอินทรีย์ออกจากขยะประเภทอื่นก่อนทิ้ง ส่วนสถานที่ทิ้งขยะอินทรีย์ที่พบมากที่สุดคือ ห้องครัวและทิ้งทุกวัน เนื่องจากกังวลเรื่องกลิ่นเหม็นและแมลงรบกวนภายในบ้าน

ประเด็น 3 รูปแบบการจัดการขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย พบว่า ครัวเรือนไม่มีการคัดแยกขยะอินทรีย์และทิ้งในภาชนะใบเดียวโดยไม่แยกประเภทมากที่สุด ในบางครั้งครัวเรือนมีการคัดแยกขยะอินทรีย์ก่อนทิ้ง เพื่อป้องกันกลิ่นเน่าเสียที่เกิดจากขยะอินทรีย์เท่านั้น ไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์

ประเด็น 4 แนวทางการใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์ พบว่า ครัวเรือนไม่เคยมีประสบการณ์ในการหมักขยะอินทรีย์มากที่สุด รองลงมาคือ เคยทำแต่ไม่ประสบความสำเร็จ มีเพียงส่วนน้อยที่เคยทำสำเร็จและยังคงทำอยู่ โดยอุปสรรคการหมักพบมากที่สุดคือ ไม่มีเวลา รองลงมาคือ ไม่มีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการหมักและการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง นอกจากนี้ยังมีผู้ให้ความสนใจทำปุ๋ยหมักเป็นจำนวน 157 จากผู้ตอบแบบสอบถาม 220 คน เนื่องจากตระหนักถึงการใช้ประโยชน์จากปุ๋ยหมัก ทั้งทางด้านเกษตรกรรม เช่น การปลูกผักปลอดสารพิษและใช้บำรุงต้นไม้ รวมทั้งการลดรายจ่ายจากการซื้อพืชผักสำหรับบริโภคและสุขภาพที่ดี มีบางส่วนที่ไม่กังวลเรื่องกลิ่นรบกวนและไม่มีพื้นที่ในการทำปุ๋ยหมัก ซึ่งครัวเรือนคำนึงถึงด้านประโยชน์ที่ได้รับและการใช้งานเป็นสำคัญในราคาไม่เกิน 1,000 บาทมากที่สุดในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับการหมักขยะอินทรีย์

ขั้นตอนที่ 2 การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ สรุปลงเป็นคำสำคัญได้ดังนี้

ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านให้ข้อมูลสภาพปัญหาการจัดการขยะอินทรีย์ที่สอดคล้องกัน คือ ผู้ที่พักอาศัยทั้งประเภทบ้านเดี่ยวและทาวน์เฮาส์มีรูปแบบจัดการขยะอินทรีย์ด้วยระบบถังขยะใบเดียวโดยไม่คัดแยกประเภทขยะ ซึ่งลักษณะของภาชนะรองรับขยะที่ติดตั้งตามบ้านพักอาศัยไม่เหมาะต่อการนำขยะอินทรีย์เพื่อใช้ประโยชน์ ถึงแม้บางส่วนคัดแยกขยะอินทรีย์ก่อนทิ้งที่ไร้ประโยชน์ในพื้นที่ห้องครัวหรือส่วนที่เชื่อมต่อสู่ภายนอกบ้านพัก เพื่อหลีกเลี่ยงกลิ่นขยะและแมลงรบกวน รวมทั้งการดำเนินชีวิตที่เน้นความสะดวกสบายและความรวดเร็ว อีกทั้งลักษณะบ้านพักอาศัยมีขนาดเล็กลง นอกจากนี้ครัวเรือนขาดความรู้ความเข้าใจเรื่องการหมักขยะอินทรีย์เพื่อใช้ประโยชน์ เนื่องจากการหมักรูปแบบเดิมมีความยุ่งยากต้องอาศัยประสบการณ์ความชำนาญและใช้ประโยชน์ในด้านเกษตรกรรมเป็นหลัก ทำให้ครัวเรือนมีทัศนคติที่คลาดเคลื่อนต่อการหมักขยะอินทรีย์เพื่อใช้ประโยชน์

ปัจจัยที่สัมพันธ์กันระหว่างกระบวนการหมักแบบใช้ออกซิเจนและการจัดการขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย สามารถสรุปประเด็นสำคัญได้ ดังนี้

ก. วัตถุดิบสำหรับทำปุ๋ยหมัก (compost materials) พบว่า ครั้วเรือ่นมีขยะอินทรีย์ได้แก่ เศษอาหาร เศษผัก เปลือกผลไม้ ที่เป็นวัสดุหมักสีเขียวมีค่าไนโตรเจนสูงที่มีความชื้นสูงและเน่าเปื่อยได้ง่ายเกิดขึ้นทุกวันในปริมาณพอเหมาะต่อการทำปุ๋ยหมัก แต่วัสดุสีน้ำตาลที่มีค่าคาร์บอน ความชื้นต่ำมีปริมาณน้อยกว่าวัสดุสีเขียว ได้แก่ ใบไม้และกระดาษหนังสือพิมพ์ เป็นต้น ผู้วิจัยควรคำนึงถึงการควบคุมสัดส่วนของวัสดุสีเขียวและสีน้ำตาลด้วย

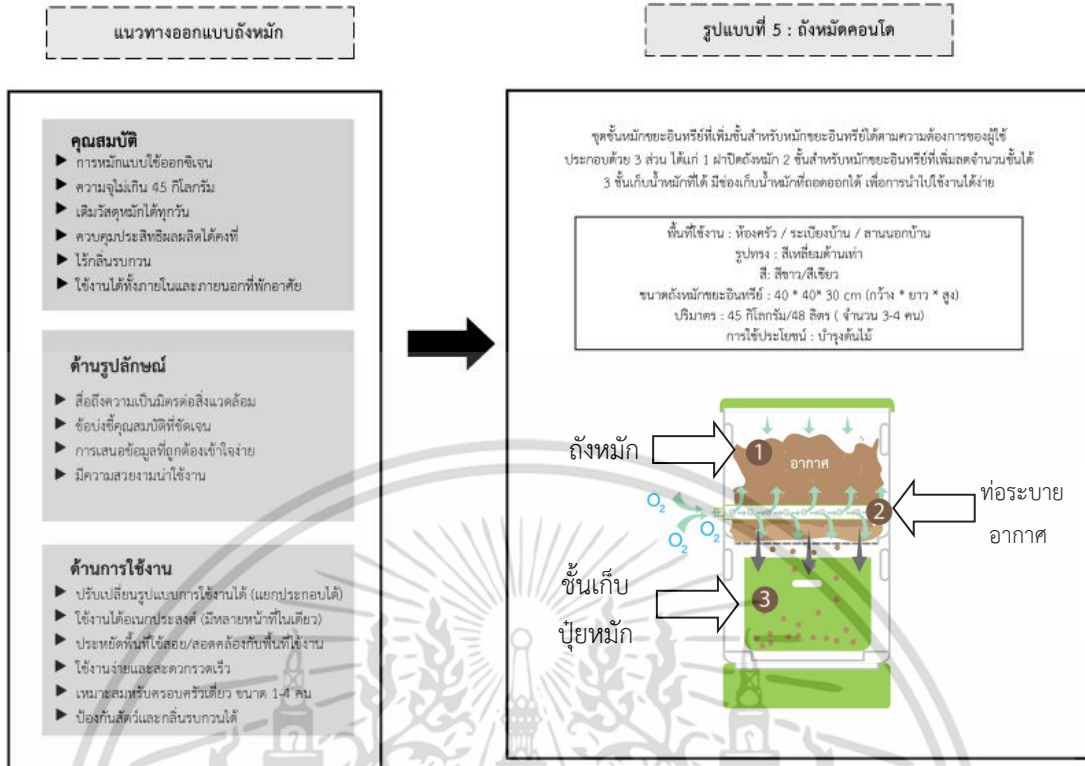
ข. รูปแบบการกำจัดขยะอินทรีย์ พบว่า ส่วนใหญ่ทิ้งในภาชนะใบเดียวที่รวมทุกประเภท เนื่องจากง่ายและสะดวกรวดเร็ว ผู้วิจัยจึงคำนึงถึงรูปแบบการการใช้งานหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยที่ง่ายและครั้วเรือ่นมีความคุ้นเคยไม่รบกวนกิจวัตรเดิม นอกจากนี้ครั้วเรือ่นกังวลกลิ่นเหม็นที่เกิดจากการเน่าเสียของขยะอินทรีย์ จึงควรคำนึงถึงการระบายอากาศภายในถังหมักและการคัดเลือกจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนที่เหมาะสมอย่างการหมักโบกานีที่ช่วยลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ภายในบ้านพักอาศัย

ค. พื้นที่ใช้สอยในบ้านพักอาศัย พบว่า ลักษณะบ้านพักอาศัยในเขตเมืองมีขนาดเล็กและมีลักษณะเป็นหมู่บ้านจัดสรรที่มีพื้นที่ติดกันที่มีพื้นที่สำหรับใช้สอยมีจำกัด ซึ่งพื้นที่ห้องครัวเป็นพื้นที่จัดการขยะอินทรีย์มากที่สุด รองลงมาคือพื้นที่นอกบ้านพักอาศัยเป็นที่ทิ้งขยะอินทรีย์ ได้แก่ นอกบ้าน ระเบียงบ้าน พื้นที่ซักล้าง โดยพื้นที่แต่ละส่วนมีการถ่ายเทอากาศที่ต่างกัน ทำให้ความชื้นและอุณหภูมิที่ต่างกัน ส่งผลต่อกระบวนการย่อยสลายของขยะอินทรีย์ในกระบวนการหมัก รวมทั้งกลิ่นและแมลงรบกวน ผู้วิจัยจึงคำนึงถึงการออกแบบรูปแบบการใช้งานถังหมักให้เหมาะสมกับพื้นที่จัดการขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยที่ปรับเปลี่ยนได้หลายแบบในแต่ละพื้นที่และการนำเคลื่อนย้ายถังหมักขยะอินทรีย์ที่สะดวก

ขั้นตอนที่ 3 แนวทางการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการสอบถามและการสัมภาษณ์ข้างต้นและการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องวิเคราะห์สู่แนวทางการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย โดยการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพปัญหาและความต้องการของกลุ่มเป้าหมายในการกำหนดคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ใน 3 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านรูปลักษณ์ ถังหมักมีรูปทรงสี่เหลี่ยมสวยงามน่าใช้งานกลมกลืนกับพื้นที่ใช้และสีที่สื่อถึงสิ่งแวดล้อม พร้อมคู่มือการใช้งาน 2) ด้านการใช้งาน รูปแบบใช้งานถังหมักที่ผู้ใช้งานคุ้นเคย โดยขึ้นส่วนสามารถปรับรูปแบบใช้งานตามความต้องการได้ เพื่อความสะดวกในการใช้งานประหยัดเวลาและพื้นที่ 3) ด้านคุณสมบัติถังหมักขยะอินทรีย์ที่คำนึงถึงการเติมอากาศด้วยท่อระบายอากาศเพื่อหมุนเวียนอากาศภายในถังหมักช่วยลดกลิ่นและเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายได้ดีเป็นสำคัญ ผลิตจากวัสดุพลาสติกอะครีโลไนไตรล์-บิวทาไดอิน-สไตรีน (abs) มีน้ำหนักเบาที่ทนต่อกรด-ด่าง ความร้อน สารเคมีและแรงกระแทกได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.1 แสดงแบบร่างหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย  
ภาพโดย อัจฉรสรีย์ อนุมณี

ขั้นตอนที่ 4 การออกแบบแบบต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

จากการวิเคราะห์ข้างต้นสู่การออกแบบแบบร่างถังหมักขยะอินทรีย์ตามหลักการออกแบบที่เน้นประโยชน์การใช้งานเป็นสำคัญ (the function complex) ซึ่งผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านมีความคิดเห็นสอดคล้องกันด้านหน้าที่ใช้งานควรมีหน้าที่หลักและหน้าที่รองที่ปรับเปลี่ยนการใช้งานได้ โดยหน้าที่หลักคือการหมักแบบใช้ออกซิเจนและควบคุมปัจจัยที่ส่งผลต่อการย่อยสลายของขยะอินทรีย์ ดังนั้น การเติมวัสดุหมัก การเติมอากาศภายในถังหมักที่ส่งผลต่อระยะเวลาย่อยสลายและการนำปุ๋ยหมักไปใช้ประโยชน์ ผู้วิจัยสรุปแบบร่างสุดท้ายที่ผ่านคัดเลือกจาก 5 รูปแบบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญพร้อมผลิตต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย ดังแสดงตามภาพที่ 5.2 และแผ่นพับแสดงข้อมูลประกอบตามภาพที่ 5.4

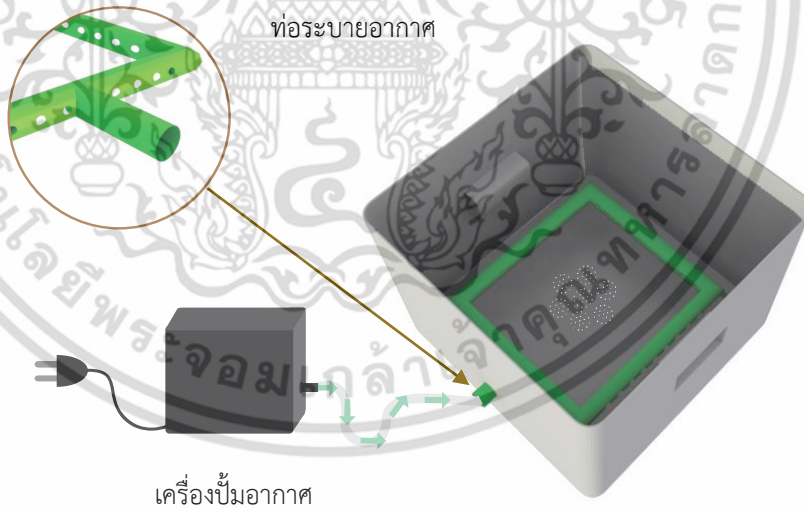
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.2 สรุบบางถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

ภาพโดย อัจฉรสิริ อนุมณี

ท่อระบายอากาศ



เครื่องปั๊มอากาศ

ภาพที่ 5.3 แสดงการเติมอากาศเข้าสู่ถังหมักขยะอินทรีย์

ภาพโดย อัจฉรสิริ อนุมณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

### แนวความคิดการออกแบบ

ถังหมักขยะอินทรีย์สำหรับบ้านพักอาศัยที่ใช้งานง่ายและ ผู้ใช้งานปรับเปลี่ยนรูปแบบให้สอดคล้องกับพื้นที่ใช้งานได้ ขึ้นส่วนแต่ละปรับเปลี่ยนหน้าที่ใช้งานได้ (multifunction) ทำให้แยกชิ้นส่วนได้ช่วยให้ง่ายต่อการทำความสะอาด และรูปแบบการใช้งานที่แตกต่างกันของแต่ละครัวเรือน รวมทั้งการเรียงซ้อนในแนวตั้งช่วยให้ประหยัดพื้นที่สามารถ ใช้งานได้ทั้งภายในและภายนอกบ้านพักอาศัย

### การหมักแบบใช้อากาศ (aerobic compost)

กระบวนการหมักที่อาศัยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนช่วยย่อยวัตถุดิบอินทรีย์ ในสภาวะที่เหมาะสมได้แก่ ความชื้นสัดส่วนของวัสดุหมัก(C/N) อุณหภูมิและปริมาณออกซิเจนที่เพียงพอ

**ปัจจัยการหมัก**

สารอินทรีย์ (CHONS)

+ ออกซิเจน (O<sub>2</sub>)

+ ความชื้น (H<sub>2</sub>O)

+ อุณหภูมิ (Temperature)



### วิธีใช้งาน

- 1 นำเศษอาหารเศษผลไม้ ใส่ในถังหมัก
- 2 นำวัสดุหมักคลุมผสมกับ starter สัดส่วน 1:1
- 3 เติมน้ำตาลที่ละลายน้ำคลุก วัสดุหมักสัดส่วน 3 : 1
- 4 สวมหม้อ ปิดฝาถังหมักทิ้งไว้ ประมาณ 14 วัน
- 5 เมื่อครบ 14 วัน เปิดลิ้นชักจับวัสดุหมักดู ถ้าไม่ร้อนนำไปใช้งานได้

### องค์ประกอบของถังหมัก

- 1 ฝาปิดถังหมัก ป้องกันแมลงและกลิ่นรบกวน
- 2 ถังหมักขยะอินทรีย์ สำหรับเติมวัสดุหมักและส่วนผสมที่ใช้ ในการหมักทำปุ๋ย หรือข้อมูลการใช้งาน
- 3 ท่อระบายอากาศ สำหรับรวบรวมเวียนอากาศและเพิ่มออกซิเจน ให้จุลินทรีย์ภายในถังหมัก
- 4 ลิ้นชักเก็บปุ๋ยหมัก สำหรับจับปุ๋ยหมักที่จะมาคัดการนำไปใช้งาน
- 5 ฐานรองถังหมัก สำหรับปรับระดับของถังหมักให้เหมาะสมกับ การใช้งานของผู้ใช้และป้องกันสัตว์รบกวน

**C** วัสดุหมักที่มีความชื้นต่ำ มีลักษณะแห้งและมีสีน้ำตาล

กิ่งไม้แห้ง ใบไม้แห้ง สตางค์เต๋อรี (ขอมะพร้าว-ปุ๋ยคอก)

**N** วัสดุหมักที่มีความชื้นสูง มีลักษณะสดและมีสีเขียว

เศษผัก เปลือกผลไม้ ขนมะปราง ข้าวสุก กากกาแฟ ผงชา เปลือกไข่

สัดส่วนวัสดุหมักที่เหมาะสม

**Tips** การเพิ่มอากาศภายในถังหมัก

ผู้ใช้งานเครื่องเป่าลมตู้ปลาต่อเข้ากับท่อระบายอากาศ ช่วยเพิ่มออกซิเจนแก่จุลินทรีย์ ทำให้การย่อยสลาย วัสดุหมักได้เร็วขึ้นและลดกลิ่นรบกวน

**ลวดกลิ้งเห็บ** ถังหมักมีห่วงขึงมาทั้งไป และอากาศถ่ายเทได้อีก ช่วยลดกลิ่นเหม็นและเพิ่มความชื้น เช่น ใบไม้ ขยะมะพร้าว

**ลดระยะเวลาหมัก** ขนาดของขยะใหญ่เกินไป ตัดหรือสับขยะให้มีขนาดเล็ก ลงเหลือประมาณ 1 - 2 นิ้ว

**สวมหม้อ** ปิดฝาถังหมักทิ้งไว้ ประมาณ 14 วัน

**พื้นที่ใช้งาน ถังหมัก** พื้นที่ร่ม หลบฝนและแดด อากาศถ่ายเทสะดวก

**ประโยชน์ของปุ๋ยหมัก**

ปุ๋ยหมักที่ได้สามารถ ใช้ปลูกผักและบำรุงต้นไม้ได้

ปุ๋ยหมักที่มีการย่อยสลายอย่างสมบูรณ์แล้วไม่มีความร้อน ลักษณะของเนื้อปุ๋ยหมักอ่อนนุ่ม ยุ่ยขาดออกจากกันได้ง่าย ไม่แข็งกระด้างและไม่เป็นก้อน มีสีน้ำตาลเข้มหรือสีดำ และมีกลิ่นหอมเหมือนกลิ่นดิน

**Tips** เมื่อใช้หม้อทำปุ๋ยหมักจะร้อนไม่ติดมือ มีกลิ่นเหมือนดินหลังฝนตก

อิน

กลิ่น

สัมผัส

สีน้ำตาลเข้มหรือสีดำ มีกลิ่นหอมเหมือนกลิ่นดิน ไม่เหม็น อ่อนนุ่ม ไม่เป็นก้อน ยุ่ย ร่วน

ภาพที่ 5.4 แผ่นพับแสดงข้อมูลประกอบการใช้งานถังหมักขยะอินทรีย์ที่ผู้วิจัยออกแบบ ภาพโดย อัจฉรสิริ อนุมณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.1.2 ผลประเมินต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย สรุปผลการประเมินเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผู้ทรงคุณวุฒิ ประเมินค่าความเหมาะสมของต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ด้วยการประเมินค่า 5 ระดับ ในด้านรูปลักษณ์ ด้านการใช้งานและด้านการเสนอข้อมูลมีค่าเฉลี่ยรวม 4.34 คะแนน โดยมีค่าเฉลี่ยแต่ละด้านที่ค่าเฉลี่ย 4.40, 4.20 และ 4.60 คะแนนตามลำดับ

ส่วนที่ 2 ผู้ทรงคุณวุฒิมีคำแนะนำเพิ่มเติมด้านการใช้งานถังหมักควรออกแบบชุดอุปกรณ์ใช้เติมหรือคลุกวัสดุหมัก ถึงคัดแยกขยะอินทรีย์ขนาดเล็กก่อนเติมในถังหมัก ดำกวนผสมวัสดุหมัก เพื่อหลีกเลี่ยงการสัมผัสขยะอินทรีย์โดยตรง ส่วนด้านรูปทรงของถังหมักขยะอินทรีย์ควรเลือกใช้รูปทรงที่รับแรงและน้ำหนักได้ดี เช่น รูปทรงกระบอก รวมทั้งการแบ่งช่องภายในถังหมักสำหรับเติมวัสดุหมักได้ทุกวัน ส่วนกันถังหมักควรมีลักษณะโค้งหรือต่างระดับ เพื่อให้วัสดุหมักไหลสู่กันถังได้สะดวก



ภาพที่ 5.5 การประเมินต้นแบบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ  
ภาพถ่ายโดย ปฏิญาณ ศักดิ์สิทธิ์

5.1.2 วัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2 คือ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยของผู้ใช้งานและประสิทธิภาพปุ๋ยหมักที่ได้ สามารถสรุปผลได้ ดังนี้

ผู้วิจัยทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย โดยผู้ใช้งานทดลองใช้งานจริงในบ้านพักอาศัยระยะเวลา 30 วัน พบว่า ถังหมักขยะอินทรีย์สามารถหมักขยะอินทรีย์เป็นปุ๋ยหมักในระยะ 20- 30 วัน ซึ่งผู้ใช้งานใช้สารเร่งจุลินทรีย์ร่วมกับการเติมอากาศเข้าสู่ถังหมักอย่างสม่ำเสมอ ทำให้ขยะอินทรีย์ย่อยสลายได้เร็วขึ้น ซึ่งระยะเวลาย่อยสลายขึ้นอยู่กับวัสดุหมักของแต่ละครัวเรือนด้วย

ผู้วิจัยทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักในด้านลักษณะทางกายภาพผลการทดสอบลักษณะทางเคมีของปุ๋ยหมักในห้องปฏิบัติการ พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 15.4 ของน้ำหนัก ส่วนอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 11.25: 1 ค่าการนำไฟฟ้า มีค่าเท่ากับ 4.10 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร ปุ๋ยหมักมีปริมาณความชื้น มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 71.5 ของน้ำหนักตามลำดับและค่าความเป็นกรด- ด่าง (pH) มีค่าเท่ากับ 8.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนผลการทดสอบปริมาณธาตุอาหารหลัก ประกอบด้วยปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 9.0, 0.8, 0.5 และ 0.88 ของน้ำหนักตามลำดับ และปริมาณโซเดียมมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.14 ของน้ำหนัก ผู้วิจัยนำผลการทดสอบปุ๋ยหมักที่ได้เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมัก (มกอช) ปี 2548 (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2548) สรุปได้ว่า ปุ๋ยหมักที่มีค่าเข้าเกณฑ์มาตรฐาน คือ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าอินทรีย์คาร์บอน ค่าฟอสฟอรัสและค่าโพแทสเซียม ส่วนค่าที่ไม่เข้าเกณฑ์มาตรฐาน คือ ปริมาณอินทรีย์วัตถุและค่าไนโตรเจน ค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณความชื้นของปุ๋ยหมัก

**5.1.3 วัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 3** คือ เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อรูปแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยที่ผู้วิจัยออกแบบใน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านรูปลักษณ์ ด้านการใช้งานและการนำเสนอข้อมูล ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจด้านรูปลักษณ์ ประกอบด้วย ความสวยงาม ความน่าใช้งานและสื่อถึงความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในระดับมากมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 4.2 ด้านการใช้งาน ประกอบด้วย วิธีการใช้งานง่าย ความหลากหลายของหน้าที่การทำงาน ความแข็งแรงและการดูแลรักษาในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 3.8 และการนำเสนอข้อมูล ประกอบด้วย การเสนอข้อมูลที่ถูกต้อง สื่อความหมายเข้าใจง่าย ความสวยงามน่าสนใจในระดับมากมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 4.24 คะแนน ตามลำดับ

## 5.2 อภิปรายผล

ผู้วิจัยกำหนดการอภิปรายผล สำหรับการออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยวและทาวน์เฮาส์ ดังนี้

### 5.2.1 ปัญหาและความต้องการของกลุ่มตัวอย่าง มีประเด็นน่าสนใจ ดังนี้

ประเด็นที่ 1 การศึกษาข้อมูลสภาพปัญหาและความต้องการจากกลุ่มตัวอย่าง เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างที่พักอาศัยทั้งประเภทบ้านเดี่ยวและทาวน์เฮาส์ขาดแรงจูงใจในการนำขยะอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ ทำให้ไม่คัดแยกขยะอินทรีย์ที่คล้ายกัน เนื่องจากภาครัฐขาดประสิทธิภาพในการจัดการจัดการขยะและการใช้ชีวิตที่เร่งรีบมีเวลาน้อยทำให้เน้นการจัดการที่รวดเร็วและสะดวกสบายเป็นสำคัญ ซึ่งแตกต่างครัวเรือนในต่างประเทศแรงจูงใจให้นำขยะอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์เพื่อช่วยลดค่าใช้จ่ายในการจัดการขยะอินทรีย์จากครัวเรือนจากนโยบายของภาครัฐ ผู้วิจัยออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ที่ใช้งานได้ง่ายและรูปแบบใช้งานที่สอดคล้องกับการใช้ชีวิตประจำวันพร้อมการนำเสนอข้อมูลที่ถูกต้อง เพื่อสร้างทัศนคติที่ดีและความเข้าใจที่ถูกต้องแก่ครัวเรือน สอดคล้องกับงานวิจัยออกแบบถังหมักขยะเศษอาหารจากครัวเรือน (วรรณกุล บำรุงสาส์. 2554) คือวิธีใช้งานง่ายเน้นความสะดวกสบายและสร้างแรงจูงใจในการหมักขยะอินทรีย์ของครัวเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเด็นที่ 2 พฤติกรรมการบริโภคที่แตกต่างกันส่งผลต่อองค์ประกอบของขยะอินทรีย์ที่แปรผันตามการบริโภค ได้แก่ เศษอาหาร เศษผัก เศษเปลือกผลไม้ เป็นต้น ซึ่งการบริโภคย่อยต่างกันตามแต่ละภูมิภาค ทำให้คุณสมบัติของวัสดุหมักมีความหลากหลายส่งผลต่อระยะการย่อยสลายของขยะอินทรีย์ที่ไม่เท่ากัน ทำให้การควบคุมกระบวนการหมักไม่คงที่ส่งผลต่อทั้งปริมาณและคุณภาพของปุ๋ยหมักที่ได้รับมีความแตกต่างกัน

### 5.2.2 การออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยในบ้านพักอาศัย มีประเด็นน่าสนใจดังนี้

ประเด็นที่ 1 ผู้วิจัยพบว่า ถังหมักขยะอินทรีย์ที่มีอยู่เดิมพัฒนาขึ้นตามความเหมาะสมของผู้ใช้งานที่เน้นการใช้งาน (function) และความคิดสร้างสรรค์ของแต่ละบุคคล ทำให้ลักษณะของถังหมักมีรูปแบบไม่แน่นอนมีเพียงตัดแปลงวัสดุที่หาได้ง่ายให้ดำเนินการหมักได้ตามความชำนาญและประสบการณ์ของผู้ใช้งาน โดยผู้ที่สนใจการหมักแต่ไม่มีประสบการณ์ต้องอาศัยการแก้ปัญหาหรือการทดลองด้วยตนเอง ถึงแม้กระบวนการหมักจะมีขั้นตอนที่แน่นอน แต่เมื่อลักษณะถังหมักและวัสดุหมักที่ใช้ของแต่ละคนไม่เหมือนกันทำให้ประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักที่ได้ต่างกัน ผู้วิจัยจึงกำหนดรูปแบบถังหมักพร้อมการนำเสนอข้อมูลกระบวนการหมักและวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องแก่ผู้ใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถหมักขยะอินทรีย์ได้สำเร็จ

ประเด็นที่ 2 ผลการสอบถามความต้องการของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการหมักขยะอินทรีย์ให้ความสำคัญกับประโยชน์ที่ได้รับจากการหมักมากที่สุดและด้านการใช้งานรองลงมา ซึ่งกลุ่มตัวอย่างไม่มีเวลาในการดูแลถังหมักและความกังวลในเรื่องกลิ่นเหม็นมากที่สุด ผู้วิจัยจึงออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยให้ใช้งานง่ายเป็นวิธีใช้งานที่คุ้นเคยและไม่เพิ่มภาระให้แก่ผู้ใช้งาน

ประเด็นที่ 3 ผู้วิจัยออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่านที่มีความคิดเห็นสอดคล้องกันในรูปแบบที่ 5 (ถังหมักคอนโด) และนำไปผลิตต้นแบบ เนื่องจากผู้วิจัยมีงบประมาณจำกัดทำให้ถังหมักขยะอินทรีย์ที่ผู้วิจัยออกแบบขาดความแข็งแรงคงทนด้วยการผลิตวัสดุใกล้เคียงเท่านั้น หากนำผลิตจริงในระบบอุตสาหกรรมและศึกษาวิจัยเพิ่มเติมในด้านการนำไปทดลองใช้งานจริง รวมถึงพัฒนากระบวนการและขั้นตอนการหมักให้มีความง่าย สะดวก ไร้กลิ่นและเป็นที่ยอมรับก่อนผลิตจริงเพื่อการพาณิชย์

ประเด็นที่ 4 การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานถังหมักขยะอินทรีย์ที่ผู้วิจัยออกแบบ พบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในการใช้งานถังหมักขยะอินทรีย์ในระดับมาก เนื่องจากวิธีการใช้งานง่ายไม่รบกวนกิจวัตรประจำในการจัดการขยะอินทรีย์สามารถใช้ถังหมักขยะอินทรีย์แทนถังขยะที่ใช้ในห้องครัวได้ ส่วนประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักที่ได้รับมีลักษณะสมบัติทางกายภาพและทางเคมีเข้าเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมัก มีเพียงบางค่าที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน เนื่องจากปัจจัยการหมักไม่คงที่ ได้แก่ ชนิดของวัสดุหมัก การเติมอากาศเข้าสู่ถังหมักส่งผลต่อคุณภาพและระยะการหมักที่ต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อนำผลวิจัยไปใช้หรือพัฒนาต่อยอดองค์ความรู้และเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

### 5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

นักออกแบบควรทดสอบประสิทธิภาพด้านการใช้งานในสถานการณ์จริงมากกว่า 1 ครั้งพร้อมปรับปรุงข้อผิดพลาดและวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของปุ่มหมักที่ได้เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของปุ่มหมัก

### 5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 การสำรวจพฤติกรรมและการใช้ชีวิต (life style) ของผู้ใช้งานช่วยให้วิเคราะห์ความต้องการที่แท้จริงได้ เนื่องจากความชอบและรสนิยมส่งผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ รวมทั้งสร้างแรงจูงใจในการนำขยะอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ช่วยให้ผู้ใช้งานมีความสนใจมากขึ้นแม้รู้ลักษณะของผลิตภัณฑ์และฟังก์ชันใช้งานเป็นสิ่งสำคัญแต่ปัจจัยทางเศรษฐกิจก็มีความสำคัญในการตัดสินใจซื้อและควรศึกษาความต้องการของผู้ใช้งานมากที่สุด

5.3.2.2 การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานมากกว่า 1 ครั้งและสังเกตพฤติกรรมขณะใช้งานถึงหมักขยะอินทรีย์ของผู้ใช้งานในสถานการณ์จริงและศึกษาดัชนีการงอกของเมล็ดเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานเพิ่มเติม เพื่อศึกษาความเป็นพิษต่อพืชของปุ่มหมักสำหรับใช้ประโยชน์ทางเกษตรกรรม

5.3.2.3 การศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาและปรับปรุงข้อบกพร่องของถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยที่ผู้วิจัยออกแบบให้มีความเหมาะสมในการใช้งานจริง เช่น การเติมขยะอินทรีย์ การระยะเวลาการหมักด้วยไบโอแก๊สและวัสดุปรับสภาพในกระบวนการหมัก เช่น การเติมซีลีเนียม รำข้าวหรือ EM

5.3.2.4 การศึกษาได้ออกแบบถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยวและทาวน์เฮาส์ได้ 5 รูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบสามารถนำไปพัฒนาเพิ่มเติมสู่การผลิตใช้เชิงพาณิชย์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. 2553. รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทยปี 2552.

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร: รุ่งศิลป์การพิมพ์

กรมควบคุมมลพิษ. 2557. สถิติการร้องเรียนปัญหามลพิษ ปี 2557. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก :

[http://www.pcd.go.th/info\\_serv/pol2\\_stat2557.html](http://www.pcd.go.th/info_serv/pol2_stat2557.html) วันที่สืบค้น 10 กันยายน 2558

กรมควบคุมมลพิษ. 2551. รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทยปี 2550. กรุงเทพมหานคร

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2557. สถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2556.

ข่าวสารสิ่งแวดล้อม. ฉบับที่ 14/2557. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก :

<http://www.pcd.go.th/Public/News/GetNewsThai.cfm?task=lt2014&id=17119>

วันที่สืบค้น 10 กันยายน 2557

กรมวิชาการเกษตร. (2550). พระราชบัญญัติปุ๋ย ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2550). (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก :

<http://webhost.cpd.go.th/roiet/download>

คณะผู้เข้ารับการอบรมหลักสูตรนักบริหารมหานครระดับต้น รุ่นที่ 16. 2556. ปัจจัยความสำเร็จ

และข้อเสนอต่อการขยายผลความสำเร็จในการจัดการขยะโดยชุมชน :

กรณีศึกษาชุมชนปลอดขยะ (Zero Waste) กรุงเทพมหานคร.

สำนักพัฒนาข้าราชการกรุงเทพมหานคร. สำนักปลัดกรุงเทพมหานคร. กรุงเทพมหานคร. มทป.

วัชรินทร์ จรุงจิตสุนทร. (2548). หลักการและแนวความคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์. กรุงเทพมหานคร: แอ๊ปเปิ้ล

พรีนติ้งกรุ๊ป จำกัด

เฉลิมพล หุดากกร. 2554. ประสิทธิภาพการวางผังโครงการประเภททาวน์เฮาส์: กรณีศึกษาพื้นที่

ธนบุรีฝั่งใต้. สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาวิชาสถาปัตยกรรม.

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ทิพย์วรรณ สุทธิเพชร. 2556. พฤติกรรมของแม่บ้านในการลดปริมาณขยะมูลฝอยในอาคารที่

พักอาศัยของกรมทหารปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยานที่ 1 (ปตอ.1) เขตหลักสี่

กรุงเทพมหานคร. วารสารวิทยบริการ. ปีที่ 24. หน้า 84-94.

ไทยพับลิก้า. กรุงเทพฯ เมืองสร้างขยะมากที่สุด 9,900 ตัน/วัน หนึ่งคนผลิต1.53 กก./วัน

ใช้คนเก็บขน 10,221 คน. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก

<http://thaipublica.org/2014/11/bangkok-big-garbage-problem/>.

สืบค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- ธนาคารอาคารสงเคราะห์. 2552. **สรุปภาวะตลาดที่อยู่อาศัยและตลาดสินเชื่ที่อยู่อาศัยปี 2552 และแนวโน้มปี 2553**. รายงานตลาดที่อยู่อาศัยและสินเชื่ที่อยู่อาศัย. วารสารธนาคารอาคารสงเคราะห์. หน้า 77- 82 (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก [http://www.ghbhomecenter.com/journal/fileupload/1627Sep10GNZptJK.60\\_53.pdf](http://www.ghbhomecenter.com/journal/fileupload/1627Sep10GNZptJK.60_53.pdf) สืบค้นเมื่อวันที่ 5 มิถุนายน 2558
- ธนาคารอาคารสงเคราะห์. 2553. **การเพิ่มขึ้นของที่อยู่อาศัยในเขตกรุงเทพมหานครและ 5 จังหวัดปริมณฑลในรอบ 20 ปี (พ.ศ. 2533 - 2552)**. วารสารธนาคารอาคารสงเคราะห์. ปีที่16. เมษายน-มิถุนายน 2553.
- ธนาคารอาคารสงเคราะห์. 2557. **ตลาดที่อยู่อาศัยไทยปี 2557**. วารสารธนาคารอาคารสงเคราะห์. ปีที่ 20 ฉบับที่ 76: มกราคม- มีนาคม 2557, หน้า 7-13.
- ชนารักษ์ จันทระประสิทธิ์. 2558. **พลาสติกเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: งานสิ่งพิมพ์เอกสารตำรา สำนักงานคณบดี คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์.
- นิตยสารหมอชาวบ้าน. **เศษอาหารจุลินทรีย์มหัศจรรย์ดับกลิ่น, ทำปุ๋ย, ชี้ออกทางแก๊จน**. เล่มที่ 247 : พฤศจิกายน 2542 เข้าถึงได้จาก <http://www.doctor.or.th/article/detail/2300> สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มิถุนายน 2558
- น้ำฝน ทรายมูลค่า. 2554. **พฤติกรรมผู้บริโภคกลยุทธ์การตลาดและกลยุทธ์ธุรกิจ** อสังหาริมทรัพย์ ศึกษาในส่วนธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ ประเภททาว์นเฮ้าส์ กรณีศึกษาบริษัท แสนสิริ จำกัด (มหาชน). วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการตลาด.บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- บรรจง วิทย์ถาวรวงศ์. **ปัจจัยที่มีผลต่อแรงจูงใจในการแยกขยะครัวเรือนของประชากรในเขต กรุงเทพมหานคร**. วารสารการเงิน การลงทุน การตลาดและการบริหารธุรกิจ. ปีที่1 เล่มที่ 2: หน้า 85-89. มปป.
- บันเทิง เพียรคำ. 2549. **การศึกษารูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยของครัวเรือนในเขตชนบท**. รายงานการศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาสังคมวิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น. มปป.
- ประทีป ตั้งมติธรรม. 2553. **เคล็ด (ไม่) ลับ คู่ภักดิ์ + อสังหาริมทรัพย์**. กรุงเทพมหานคร. มปป.
- ปรเมษฐ ห่วงมิตร. 2549. **พฤติกรรมการจัดการขยะมูลฝอยของประชาชนในเขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร**. รัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต. วิทยาลัยบริหารรัฐกิจ มหาวิทยาลัยบูรพา.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- เผด็จพล พงษ์สวัสดิ์. 2556. ความต้องการรูปแบบโครงการบ้านจัดสรรประเภททาวน์เฮาส์บนที่ดินขนาดเล็กพิเศษสำหรับผู้มีรายได้น้อย. โครงการประชุมวิชาการ ประจำปี 2556. Built Environment Research Associates Associates Conference, BERAC 4, 2013. หน้า ที่ 383-388
- ภูมิภักดิ์ จุลมณีโชติ. ผลสำรวจ “บ้านเดี่ยว-ทาวน์เฮาส์” กรุงเทพฯ ได้ทำเลยอดนิยม. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก <http://www.manager.co.th/iBizChannel/ViewNews.aspx?NewsID=9570000085201>. สืบค้นเมื่อ 4 สิงหาคม 2558.
- มณฑล ศาสนนันท์. 2550. การออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อการสร้างสรรค์นวัตกรรมและวิศวกรรมย้อนรอย. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.
- มุกดา สุขสวัสดิ์. 2548. ปู่อินทรี. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด.
- ยงยุทธ โอสภสภา, อรรถศิษย์ วงศ์มณีโรจน์และชวลิต ฮงประยูร. 2551. ปู่เพื่อการเกษตรยั่งยืน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.
- ยุทธ ไถยวรรณ. 2552. ออกแบบเครื่องมือวิจัย. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ
- ลักขณา เบ็ญจวรรณ และคณะ. 2555. เครื่องหมักขยะอินทรีย์ฝมือ มก. ใช้ได้ทั้งที่บ้านและชุมชน. นิตยสารเทคโนโลยีชาวบ้าน ปีที่ 24 ฉบับที่ 529
- ราเชนทร์ วิสุทธิแพทย์และคณะ. 2550. ปู่อินทรี...ปู่ชีวภาพทางเลือกใหม่เพื่อการเกษตร. พิมพ์ครั้งที่ 1. ปทุมธานี: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
- เลอสม สถาปิตานนท์. 2558. บ้าน...การออกแบบสถาปัตยกรรมพื้นฐาน. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร: ลายเส้น. 2558.
- วรรณกุล บำรุงสาลี. 2554. ถังหมักขยะเศษอาหารจากครัวเรือน. รายงานการประชุมวิชาการนานาชาติ วิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 21. หน้า 1-5. มปป.
- วัชรินทร์ จรุงจิตสุนทร. 2548. หลักการและแนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์ = Theory & concept of design. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: แอ๊ปเปิ้ล พริ้นท์ติ้ง กรุ๊ป จำกัด.
- วิมลสิทธิ์ หรยางกูร. 2555. พฤติกรรมมนุษย์กับสภาพแวดล้อม มูลฐานทางพฤติกรรมเพื่อการออกแบบและวางแผน. การออกแบบพฤติกรรมมนุษย์ มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- ศิวาพร กลิ่นมาลัย. 2549. **พัฒนาการและแนวโน้มที่อยู่อาศัยประเภททาวน์เฮาส์ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ศิริพรณ์ ปีเตอร์. 2550. **การออกแบบกราฟิก: Graphic Design**. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.
- ศุภกร ทิมจรัส. 2548. **พฤติกรรมและการจัดการขยะมูลฝอยในครัวเรือนของประชาชนเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรบัณฑิต สาขาสังคมศาสตร์เพื่อการพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
- ศูนย์ข้อมูลสิ่งสาริมทรัพย์. **สรุปและวิเคราะห์ สถานการณ์อสังหาริมทรัพย์ไตรมาสที่ 4 ปี 2553**. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก <http://www.area.co.th> สืบค้นเมื่อวันที่ 17 สิงหาคม 2556
- ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. 2553. **ภาพรวมเศรษฐกิจไทย**. วารสารสารสัมพันธ์. ฉบับเดือนสิงหาคม 2553, ปีที่ 2 ฉบับที่ 2. มปท.
- สถาบันพัฒนาเทคโนโลยีการควบคุมมลพิษ. 2544. **โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีด้านการหมักขยะอินทรีย์ที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทย**. คู่มือการเดินระบบ การดูแลและบำรุงรักษา. เล่มที่ 4/5 กันยายน 2544.
- โสภณ พรโชคชัย. 2556. **ที่อยู่อาศัย กทม.และปริมณฑล ตลาดดีจนน่าใจหาย**. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก [http://www.area.co.th/thai/area\\_announce/area\\_anpg.html](http://www.area.co.th/thai/area_announce/area_anpg.html) สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มิถุนายน 2558
- สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย ส่วนขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล. **ปริมาณมูลฝอยชุมชนที่เกิดขึ้นในประเทศไทย พ.ศ.2548-2553**. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก [www.pcd.go.th/info\\_serv/waste\\_wastethai48\\_53.html](http://www.pcd.go.th/info_serv/waste_wastethai48_53.html) สืบค้นเมื่อ 30 พฤศจิกายน 2557
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. **มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกข (9503-2548)**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ; 2548
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2557. **วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน**. พิมพ์ครั้งที่ 1. ปทุมธานี: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน. 2551. **การจัดการอินทรีย์วัตถุเพื่อปรับปรุงบำรุงดินและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน**. สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน. กรมพัฒนาที่ดิน : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร.
- สำนักยุทธศาสตร์และประเมินผลกรุงเทพมหานคร. 2557. **แผนการบริหารราชการ กรุงเทพมหานคร พ.ศ. ๒๕๕๖-๒๕๖๐**. กรุงเทพมหานคร. มปท.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. **ผลเบื้องต้นสำมะโนประชากรและเคหะ พ.ศ. 2553**. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก <http://popcensus.nso.go.th/upload/census-report-6-4-54.pdf>. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มิถุนายน 2558
- สำนักสิ่งแวดล้อม. **ตารางข้อมูลปริมาณขยะคำนวณจากจำนวนประชากร ประชากรแฝง (40%)**. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก <http://203.155.220.174/pdf/sw2013-02.pdf> สืบค้นเมื่อ 30 มีนาคม 2559
- เสียงแจ้ว พิริยถนต. 2544. **กระบวนการผลิตและประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์น้ำ**. เอกสารวิชาการ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ. กรมพัฒนาที่ดิน. ฉบับที่ 04-44-015.
- เสียงแจ้ว พิริยถนต และคณะ. มมป. **ผลของการระบายอากาศในการทำปุ๋ยหมักต่อการแลกเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์**. รายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 25 สาขาพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร หน้า 581-591.
- อภิสิทธิ์ เชื้อถือเจริญกิจ. 2554. **ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อทาวน์เฮ้าส์ของผู้บริโภคกรณีศึกษากรุงเทพมหานคร**. รายงานวิชาการ The Graduate Research Conference ครั้งที่ 12. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 1345-1352
- Beck-Friis, B., S. Smars, H. Jonsson, Y. Eklind and H. Kirchmann (2003). **Composting of source-separated household organics at different oxygen levels: Gaining an understanding of the emission dynamics**. *Compost Science & Utilization* 11 (1) : 41-50.
- Garibay E. Antonio, Castellanos.G Arturo and Perez A. Carlos. 2005. **Design and Construction of a composter for domestic use**. Benemerita Universidad Automoma de Puebla. Mexico.
- lyengar, S.R., and P.P. Bhave. 2006. **In-vessel compositing of household wastes**. *Waste Management*. P.1070-1080.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- Juan Pablo Arrigoni, Gabriela Paladino and Francisca Laos. 1998. **Feasibility and Performance Evaluation of Different Low-Tech Composter Prototypes.** International Journal of Environmental Protection. Jan. 2015, Vol.5 Iss. 1, PP.1-8.
- Krupp M, Schubert J, and Widmann R. 2005. **Feasibility study for co-digestion of sewage sludge with OF MSW on two wastewater treatment plants in Germany.** Waste Manage 2005:P.25.
- Larry, M.Z. 2005. **Composition of Organic Wastes**, p. 587-604. In M. S. David et al., principles and application of soil microbiology. Pearson Education Inc.
- Macsai, John and others. 1976. **Housing.** Toronto, Canada: A Willy- Interscience Publication.
- Polprasert, C. 1996. **Organic Waste Recycling: Technology and Management.** 2nd ed. West Sussex: John Wiley; 1996.
- Slater RA, Frederickson J. 2001. **Composting municipal waste in the UK: some lessons from Europe.** Resource Conserve Recycle 2001; 32, P.359–74.
- Thomas sterner and Heleen bartelings. 1999. **Household Waste Management in a Swedish Municipality: Determinants of Waste Disposal, Recycling and Composting.** Environmental and Resource Economics 13: 473–491, 1999.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ

### 1. ผู้ทรงคุณวุฒิ

- 1.1 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบ อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมศาสตร์ และการออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- รศ. อุดมศักดิ์ สาริบุตร
- 1.2 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการจัดการขยะ อาจารย์ประจำภาควิชาปฐพีวิทยา ผศ.ดร.นุกูล ถวิลถึง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- 1.3 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านงาน อาจารย์ประจำภาควิชาสาขาสิ่งแวดล้อม สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
- อาจารย์กัตตินาฏ สกุสสวัสดิพันธ์

### 2. ผู้เชี่ยวชาญ

- 2.1 ชูเกียรติ โกแมน ผู้ดำเนินงานศูนย์การเรียนรู้การทำเกษตรในเมือง ศูนย์สุวรรณภูมิ ศูนย์อบรมที่ได้รับการสนับสนุนจากโครงการสวนผักคนเมือง
- 2.2 นคร ลิมปคุปตถาวร ผู้ดำเนินงานศูนย์เรียนรู้เกษตรในเมือง สาขาลาดพร้าว 71 ศูนย์อบรมที่ได้รับการสนับสนุนจากโครงการสวนผักคนเมือง
- 2.3 ดร.ลักขณา เบ็ญจวรรณ นักวิจัยประจำงานวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยี ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืช ทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนากำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบสอบถามการจัดการขยะอินทรีย์และแนวทางการใช้ประโยชน์ในบ้านพักอาศัย

สำหรับการวิจัยเรื่องการออกแบบและพัฒนาถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิต

โดยนางสาวอัจฉรศิริ อนุมณี นักศึกษาปริญญาโท สาขาการออกแบบอุตสาหกรรม

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**วัตถุประสงค์** เพื่อศึกษาสภาพปัญหาการจัดการขยะอินทรีย์ของครัวเรือนและความต้องการการใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยแบบสอบถาม แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ส่วนที่ 2 การจัดการขยะอินทรีย์ในครัวเรือน

ส่วนที่ 3 ปัญหาและผลกระทบจากการจัดการขยะอินทรีย์ในครัวเรือน

ส่วนที่ 4 แนวทางการจัดการขยะอินทรีย์ในครัวเรือน

### ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

คำชี้แจง โปรดใส่เครื่องหมาย  ลงในช่อง  ที่ตรงกับสภาพความเป็นจริงของท่านมากที่สุด

1.1. เพศ  ชาย  หญิง

1.2. อายุ  ต่ำกว่า 20 ปี  20 - 40 ปี  41 - 60 ปี  60 ปีขึ้นไป

1.3. สถานภาพ  โสด  สมรส  หย่า  อื่นๆ (ระบุ).....

1.4. อาชีพ

นักเรียน / นักศึกษา  ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ  พนักงานบริษัทเอกชน

ธุรกิจส่วนตัว  แม่บ้าน  รับจ้างทั่วไป

เกษตรกรรม  ค้าขาย  อื่นๆ (ระบุ).....

1.5. รายได้ (ต่อเดือน)

ต่ำกว่า 15,000 บาท  15,001 - 29,999 บาท  30,000 - 49,999 บาท

50,000 - 69,999 บาท  มากกว่า 70,000 บาท

1.6. ลักษณะบ้านพักอาศัย

บ้านเดี่ยว ขนาดพื้นที่.....ตารางวา  ทาวน์เฮาส์ ขนาดพื้นที่.....ตารางวา

อื่นๆ (ระบุ).....ขนาดพื้นที่.....ตารางวา

1.7. สถานะการพักอาศัยในครัวเรือน

เจ้าบ้าน  ผู้อาศัย  อื่นๆ.....

1.8. ขนาดของจำนวนสมาชิกในครัวเรือน

1-2 คน  3-4 คน  มากกว่า 4 คนขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ส่วนที่ 2 การจัดการขยะอินทรีย์ในครัวเรือน

คำชี้แจง โปรดใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง  ที่ตรงกับสภาพความเป็นจริงของท่านมากที่สุด

### 2.1. ขยะอินทรีย์ในครัวเรือนของท่านเกิดจากกิจกรรมใด (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

- การประกอบอาหาร/เตรียมวัตถุดิบก่อนปรุง จำนวนครั้ง.....ต่อสัปดาห์
- การซื้ออาหารปรุงสำเร็จ/อาหารสำเร็จรูป จำนวนครั้ง.....ต่อสัปดาห์
- การรับประทานอาหารนอกบ้าน จำนวนครั้ง.....ต่อสัปดาห์
- การจัดงานเลี้ยงสังสรรค์ จำนวนครั้ง.....ต่อสัปดาห์
- อื่นๆ โปรดระบุ..... จำนวนครั้ง.....ต่อสัปดาห์

### 2.2. โปรดระบุชนิดของขยะอินทรีย์และปริมาณที่เกิดขึ้นในครัวเรือนของท่านในแต่ละวัน

(เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

- เศษอาหาร/เศษข้าว น้ำหนักประมาณ..... กก.
- เศษพืชผัก/ผลไม้ น้ำหนักประมาณ..... กก.
- เศษอาหารสด (เนื้อ/หมู/ปลา/เปลือกกุ้ง/ก้างปลา/ไก่/เปลือกไข่) น้ำหนักประมาณ.....กก.
- เศษใบไม้/กิ่งไม้ น้ำหนักประมาณ..... กก.
- อื่นๆ ..... น้ำหนักประมาณ.....กก.

### 2.3. ท่านมีการคัดแยกขยะอินทรีย์และนำไปใช้ประโยชน์หรือไม่

- คัดแยก แต่ไม่ใช้ประโยชน์
- คัดแยกและใช้ประโยชน์  เลี้ยงสัตว์  การหมัก  อื่นๆ (ระบุ).....
- ไม่คัดแยก

### 2.4. ท่านมีวิธีการเก็บรวบรวมขยะอินทรีย์อย่างไร

- มีถังขยะหรือภาชนะรองรับขยะอินทรีย์ประจำบ้าน
- ไม่มีถังขยะอินทรีย์ประจำ แต่มีสถานที่หรือบริเวณที่ทิ้งขยะประจำบ้านที่ชัดเจน
- ไม่แยกประเภทของขยะ/ทิ้งรวมกันในภาชนะเดียวกันหรือสถานที่เดียวกัน
- อื่นๆ โปรดระบุ.....

### 2.5. ท่านทิ้งขยะอินทรีย์ช่วงเวลาใดมากที่สุด

- หลังเสร็จมื้ออาหาร จำนวน .....ครั้งต่อสัปดาห์
- ก่อนออกจากบ้าน จำนวน .....ครั้งต่อสัปดาห์
- อื่นๆ..... จำนวน .....ครั้งต่อสัปดาห์





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6. ท่านมีปริมาณขยะอินทรีย์มีมากที่สุดเมื่อใด และปริมาณเท่าไร



= ถุงพลาสติกหิ้ว ขนาด 1 กิโลกรัม

- เช้า       เที่ยง       เย็น       ทุกเมื่อ

(โปรดระบุ) ปริมาณ        

2.7. ท่านเก็บรวบรวมขยะอินทรีย์ไว้บริเวณใด

- ห้องครัว       ระเบียง/ลานนอกบ้าน       สถานที่ทิ้งของหมู่บ้าน       อื่นๆ  
(ระบุ).....

2.8. ท่านทิ้งขยะอินทรีย์เมื่อใด

- ทุกวัน       วันเว้นวัน       เมื่อถึงกำหนดเก็บขยะ       อื่นๆ (ระบุ).....

2.9. ท่านมีวิธีการกำจัดขยะอินทรีย์อย่างไร

- นำไปทิ้งในถังขยะของสำนักเขตที่อยู่ใกล้บ้าน  
 นำขยะไปทิ้ง ณ บริเวณเมื่อถึงกำหนดเจ้าหน้าที่สำนักเขตมาเก็บ/รวบรวมไปกำจัด  
 นำขยะไปฝังกลบ/บ่อขยะบริเวณบ้าน  
 นำไปใช้หมักทำปุ๋ย  
 เลี้ยงสัตว์  
 อื่นๆ โปรดระบุ.....

ส่วนที่ 3 ปัญหาและผลกระทบจากการจัดการขยะอินทรีย์ในครัวเรือน

คำชี้แจง โปรดใส่เครื่องหมาย  ลงในช่อง  ที่ตรงกับสภาพความเป็นจริงของท่านมากที่สุด

- ประจำ หมายถึง เหตุการณ์หรือสิ่งที่ท่านพบเห็นทุกวันหรือประสบกับท่านทุกครั้ง  
 บางครั้ง หมายถึง เหตุการณ์หรือสิ่งที่ท่านพบเห็นบ้าง แต่ไม่เกิดขึ้นทุกวันหรือทุกครั้ง  
 ไม่เคย หมายถึง ไม่เคยเกิดเหตุการณ์หรือสิ่งเหล่านั้นเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ข้อความ	ประจำ	บางครั้ง	ไม่เคย
<b>ปัญหาที่เกิดจากขยะ (ชุมชน)</b>				
1.	ชุมชนของท่านมีปัญหาขยะล้นถังหรือไม่			
2.	ไม่มีถังขยะแยกประเภท			
3.	ถังขยะไม่เพียงพอ/ ขยะล้นถังขยะ			
4.	ชุมชนของท่านมีปัญหาการจัดวางถังขยะหรือภาชนะรองรับขยะในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมหรือไม่			
5.	ชุมชนของท่านมีปัญหาการเก็บขนขยะหรือไม่			
6.	ชุมชนของท่านมีปัญหากลิ่นเหม็นจากขยะหรือไม่			
7.	ชุมชนของท่านเกิดปัญหาการอุดตันของท่อระบายน้ำ อันเนื่องมาจากขยะ ทำให้เกิด น้ำท่วมบ้างหรือไม่			
8.	ชุมชนของท่านมีการรณรงค์ให้ใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์หรือไม่			
<b>การจัดการขยะอินทรีย์ (ครัวเรือน)</b>				
9.	ท่านมีขยะอินทรีย์เกิดขึ้นทุกวัน			
10.	ท่านทิ้งขยะทุกประเภทในภาชนะใบเดียว			
11.	ท่านมีถังขยะแยกขยะอินทรีย์			
12.	ท่านมีภาชนะทิ้งขยะที่มีฝาปิดมิดชิด			
13.	ท่านตั้งถังขยะไว้นอกบ้าน			
<b>ผลกระทบจากปัญหาขยะอินทรีย์ (ครัวเรือน)</b>				
14.	กลิ่นเหม็นจากขยะอินทรีย์รบกวน			
15.	แมลงวัน/แมลงสาบ/หนูรบกวน			
16.	ท่อระบายน้ำอุดตัน			
17.	น้ำขยะไหลเลอะเทอะ			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### ส่วนที่ 4 แนวทางการจัดการขยะอินทรีย์ในครัวเรือน

4.1. ท่านสนใจการหมักขยะอินทรีย์ เพื่อใช้ประโยชน์ในครัวเรือนหรือไม่

- สนใจ                       ไม่สนใจ

เหตุผล.....

4.2. หากท่านตัดสินใจซื้อถังหมักขยะอินทรีย์ ท่านให้ความสำคัญประเด็นใดมากที่สุด

- ราคาโปรดระบุ     ต่ำกว่า 1,000 บาท     1,000 -1,500 บาท     1,501 -3,000 บาท  
 ประโยชน์ใช้สอย                       รูปลักษณ์                       ผลประโยชน์ที่ได้รับ

เหตุผล

.....

ข้อเสนอแนะ

.....  
 .....  
 .....  
 .....

😊 ขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล 😊

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสัมภาษณ์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบและพัฒนาถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิต

โดยผู้วิจัย นางสาวอัจฉรสิริ อนุมณี

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาวิชาการออกแบบอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษารูปแบบการจัดการขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยและความต้องการใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์ของครัวเรือน โดยแบบสอบถามความคิดเห็น แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ส่วนที่ 2 ปัญหาและอุปสรรคในการจัดการขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย

ส่วนที่ 3 แนวทางการใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์

ส่วนที่ 4 ข้อเสนอแนะ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

วันที่.....เวลา.....สถานที่.....ฉบับที่.....

ผู้ให้สัมภาษณ์.....เบอร์ติดต่อ.....

ความเชี่ยวชาญ.....

สถานที่ทำงาน.....ตำแหน่ง (ถ้ามี).....

ส่วนที่ 2 ปัญหาและอุปสรรคในการจัดการขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย

2.1 ปัญหาใดที่พบได้บ่อยในการจัดการขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย

.....

.....

2.2 รูปแบบการจัดการขยะอินทรีย์ในที่พักอาศัยมีลักษณะเช่นไร และมีผลกระทบหรือไม่

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ส่วนที่ 3 แนวทางการใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์

3.1 การนำขยะอินทรีย์ใช้ประโยชน์ด้วยการหมักในบ้านพักอาศัยมีปัญหาหรืออุปสรรคหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

3.2 รูปแบบการหมักที่นิยมใช้ในบ้านพักอาศัยมีลักษณะเช่นไร และมีปัญหาหรืออุปสรรคหรือไม่

.....

.....

.....

(ถ้ามี) มีปัญหาด้านใดบ้าง อย่างไร

.....

.....

.....

3.3 ปัจจัยที่สร้างแรงจูงใจในการหมักในบ้านพักอาศัยของครัวเรือนมีหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

**ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะ**

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิต

โดยผู้วิจัย นางสาวอัจฉรศรี อนุมณี

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาวิชาการออกแบบอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**วัตถุประสงค์** เพื่อประเมินความเหมาะสมของต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย ทั้งด้าน  
รูปลักษณะและการใช้งาน แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลผู้ประเมิน

ส่วนที่ 2 ความเหมาะสมในแต่ละด้านของถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็น

**ส่วนที่ 1 ข้อมูลผู้ประเมิน**

ชื่อผู้ประเมิน : ..... ตำแหน่ง/หน้าที่ : .....

สถานที่ทำงาน /หน่วยงาน: .....

เบอร์ติดต่อ : ..... E-mail: .....

**ส่วนที่ 2 ความเหมาะสมในแต่ละด้านของถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย**

คำชี้แจง โปรดใส่เครื่องหมาย  ลงในช่อง  ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

**ค่าระดับความพึงพอใจ**

ระดับ 5 หมายถึง มีความเหมาะสมดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง มีความเหมาะสมดี

ระดับ 3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
<b>ด้านรูปลักษณ์ถึงหมักขยะอินทรีย์</b>						
1. ถึงหมักมีรูปทรงสวยงาม						
2. ถึงหมักมีสีสันทสวยงาม						
3. ถึงหมักกลมกลืนกับพื้นที่ใช้งาน						
4. ถึงหมักสื่อถึงความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม						
5. การนำเสนอวิธีการใช้งานชัดเจนและเข้าใจง่าย						
<b>ด้านการใช้งานถึงหมักขยะอินทรีย์</b>						
6. ถึงหมักใช้งานได้หลายรูปแบบ (Multifunction)						
7. ถึงหมักใช้งานง่าย						
8. ถึงหมักมีความคงทนแข็งแรง						
9. ถึงหมักทำความสะอาดและซ่อมบำรุงได้ง่าย						
10. ผู้ใช้งานนำผลผลิตไปใช้งานง่ายและสะดวก						
<b>ด้านการเสนอข้อมูลคู่มือการใช้งานถึงหมักขยะอินทรีย์</b>						
1. เนื้อหาเข้าใจง่ายและขนาดตัวอักษรอ่านง่าย						
2. เนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชาการ						
3. การลำดับเนื้อหาต่อเนื่องเหมาะสม						
4. ภาพประกอบสอดคล้องกับเนื้อหา						
5. เนื้อหามีประโยชน์และเหมาะสม						

### ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็น เพื่อการพัฒนาต่อไป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

☺ ขอขอบคุณอย่างสูงสำหรับการประเมินและคำแนะนำเพื่อการพัฒนาต่อไป ☺

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบสอบถามความพึงพอใจในถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย

**วัตถุประสงค์** เพื่อสำรวจความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิตที่ผู้วิจัยออกแบบ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจต่อต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

### ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

คำชี้แจง โปรดใส่เครื่องหมาย  ลงในช่อง  ที่ตรงกับสภาพความเป็นจริงของท่านมากที่สุด

- 1.10. เพศ  ชาย  หญิง
- 1.11. อายุ  ต่ำกว่า 20 ปี  20 - 40 ปี  41 - 60 ปี  60 ปีขึ้นไป
- 1.12. อาชีพ
- นักเรียน / นักศึกษา  ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ  พนักงานบริษัทเอกชน
- ธุรกิจส่วนตัว  แม่บ้าน  รับจ้างทั่วไป
- อื่นๆ.....
- 1.13. รายได้ (ต่อเดือน)
- ต่ำกว่า 15,000 บาท  15,001 -25,000 บาท  25,001- 35,000 บาท
- 35,001- 50,000 บาท  มากกว่า 50,001 บาท
- 1.14. ประเภทบ้านพักอาศัย
- บ้านเดี่ยว  บ้านทาวน์เฮาส์
- 1.15. จำนวนสมาชิกในครัวเรือน
- 1-2 คน  3-4 คน  มากกว่า 4 คน
- 1.16. ประสบการณ์การหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย
- เคยหมักสำเร็จ  เคยหมักแต่ไม่สำเร็จ  ไม่เคยหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจต่อด้านแบบถ้ำหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย

คำชี้แจง โปรดใส่เครื่องหมาย  ลงในช่อง  ที่ตรงกับสภาพความเป็นจริงของท่านมากที่สุด

### ค่าระดับความพึงพอใจ

ระดับ 5	หมายถึง	ท่านมีความพึงพอใจมากที่สุด
ระดับ 4	หมายถึง	ท่านมีความพึงพอใจมาก
ระดับ 3	หมายถึง	ท่านมีความพึงพอใจปานกลาง
ระดับ 2	หมายถึง	ท่านมีความพึงพอใจน้อย
ระดับ 1	หมายถึง	ท่านมีความพึงพอใจน้อยมาก

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
<b>ด้านรูปลักษณ์ของถ้ำหมัก</b>						
11. ถ้ำหมักมีรูปทรงสวยงามและน่าใช้งาน						
12. ถ้ำหมักสื่อถึงความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม						
13. ถ้ำหมักมีขนาดที่เหมาะสม						
14. คู่มือการใช้งานถ้ำหมักเข้าใจง่ายและสวยงาม						
15. สัญลักษณ์สื่อสารวิธีการใช้งานได้ชัดเจนและเข้าใจง่าย						
<b>ด้านการใช้งานของถ้ำหมัก</b>						
1. ถ้ำหมักมีวิธีใช้งานง่ายและรวดเร็ว						
2. ผู้ใช้งานเติมขยะอินทรีย์ได้ง่าย						
3. ถ้ำหมักมีความแข็งแรง						
4. ถ้ำหมักมีรูปแบบการใช้งานที่เหมาะสมกับพื้นที่ในบ้านพักอาศัย						
5. ถ้ำหมักถอดประกอบและเคลื่อนย้ายได้ง่าย						
6. ผู้ใช้งานนำปุ๋ยหมักไปใช้งานง่ายและสะดวก						
7. ถ้ำหมักป้องกันกลิ่นรบกวนได้ดี						
<b>ด้านการเสนอข้อมูลของคู่มือประกอบการใช้งานถ้ำหมักขยะอินทรีย์</b>						
1. การอธิบายเนื้อหาได้ชัดเจนและเข้าใจง่าย						
2. การเรียบเรียงลำดับเนื้อหาที่เข้าใจง่าย						
3. ความน่าสนใจของภาพประกอบและเนื้อหา						
4. ความสอดคล้องของภาพประกอบและเนื้อหา						
5. เนื้อหา มีประโยชน์และนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้						

### ข้อเสนอแนะ

.....  
 .....

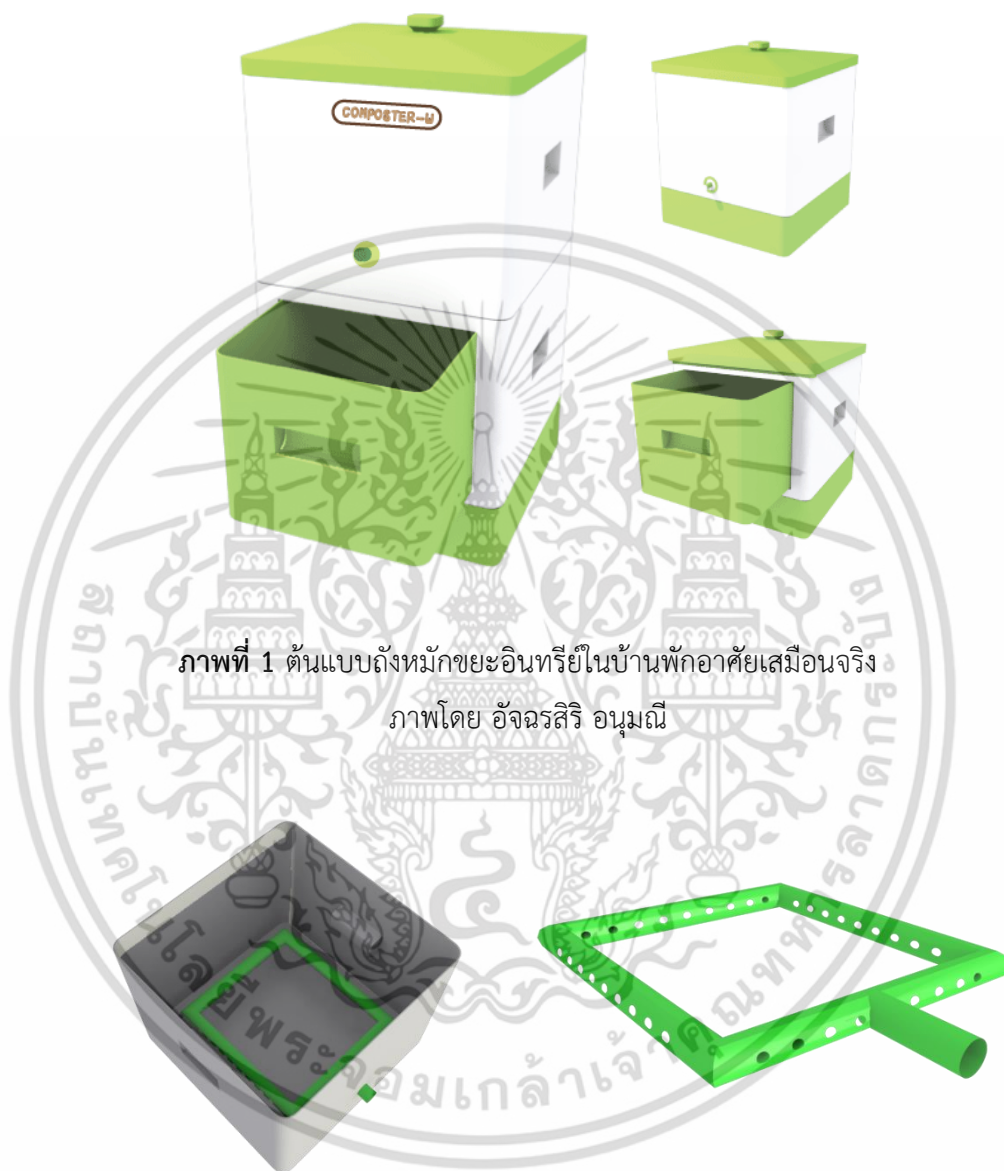
😊 ขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล 😊

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพเสมือนจริงของต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยที่ผู้วิจัยออกแบบ




ภาพที่ 1 ต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยเสมือนจริง  
ภาพโดย อัจฉรสิริ อนุมณี

ภาพที่ 2 ภาพเสมือนจริงลักษณะภายในถังหมักขยะอินทรีย์ที่ผู้วิจัยออกแบบ  
ภาพโดย อัจฉรสิริ อนุมณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



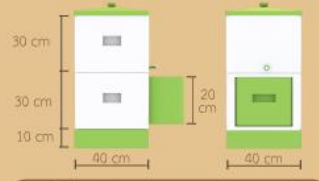


- 1 ฝาปิดถังหมัก
- 2 ถังหมักขยะอินทรีย์
- 3 ท่อระบายอากาศ
- 4 ล้นชักเก็บปุ๋ยหมัก
- 5 ฐานรองถังหมัก

**ประกอบด้วย**


- 1 ฝาปิดถังหมัก ป้องกันแมลงและกลิ่นรบกวน
- 2 ถังหมักขยะอินทรีย์ สำหรับเติมวัสดุหมักและส่วนผสมที่ใช้ในการหมักทำปุ๋ย พร้อมข้อมูลการใช้งาน
- 3 ท่อระบายอากาศ สำหรับการหมุนเวียนอากาศและเพิ่มออกซิเจนให้จุลินทรีย์ภายในถังหมัก
- 4 ล้นชักเก็บปุ๋ยหมัก สำหรับเก็บปุ๋ยหมักที่สะดวกต่อการนำไปใช้งาน
- 5 ฐานรองถังหมัก สำหรับปรับระดับของถังหมักให้เหมาะสมกับการใช้งานของผู้ใช้และป้องกันสัตว์รบกวน

**Dimension of Compost-W**



ชั้นที่ 1 : กว้าง 40 x ยาว 40 x สูง 30 cm.  
 ชั้นที่ 2 : กว้าง 40 x ยาว 40 x สูง 30 cm.  
 ฐาน : กว้าง 40 x ยาว 40 x สูง 10 cm.  
 วัสดุที่ใช้ผลิต : พลาสติคอะครีลิกโพรส-บิวทาไดอีน-อีทีเริน (ABS)

การหมักด้วยท่อระบายอากาศในถังหมัก ซึ่งการชักนำอากาศหรือเติมอากาศเข้าสู่กองปุ๋ยหมักจะช่วยให้ขยะอินทรีย์เกิดการย่อยสลายได้เร็วขึ้นและลดกลิ่นเหม็น




**รูปแบบที่ 1 1+2+3+5**  
 สำหรับหมักทำปุ๋ยอินทรีย์ในครัวเรือนหรือใช้ในสวนขนาดเล็ก ใช้ได้ตามปริมาณขยะอินทรีย์ตามระดับ 2 ได้ตามปริมาณขยะอินทรีย์ของครัวเรือน

**รูปแบบที่ 2 1+2+4+5**  
 นอกจากการหมักทำปุ๋ยอินทรีย์ในครัวเรือนแล้ว ยังสามารถใช้ได้ดียวกับการทำปุ๋ยอินทรีย์ได้ด้วยการเก็บรักษาขยะอินทรีย์

**การใช้งาน**      **ระบบ**

**Tips** เครื่องมือออกงาน เครื่องปั๊มฉีดน้ำอากาศสู่อากาศระบายอากาศสู่กองปุ๋ยหมักภายในถังหมัก

- 1 นำเศษอาหารเศษผลไม้ไปใส่ถังหมัก
- 2 นำวัสดุหมักคลุกผสมกับ starter สัดส่วน 1:1
- 3 เติมน้ำหากที่ถังขาดน้ำดูปริมาณน้ำสัดส่วน 3:1
- 4 ปิดฝาถังหมักให้เรียบร้อย ประมาณ 14 วัน
- 5 เมื่อครบ 14 วัน เปิดล้นชักเก็บปุ๋ยหมักดูถ้าไม่ร้อนนำไปใช้งานได้



ภาพที่ 5 คู่มือการใช้งานถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยที่ผู้วิจัยออกแบบ (หน้าที่ 2)  
 ภาพโดย อัจฉรสิริ อนุมณี



ภาพที่ 6 การประเมินต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ที่ผู้วิจัยออกแบบ โดยผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละด้าน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการประเมินต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลิต

เพื่อประเมินความเหมาะสมของต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย ทั้งด้าน  
รูปลักษณ์และการใช้งาน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ดังนี้

รายชื่อผู้ประเมิน	ตำแหน่ง
1. รศ. อุดมศักดิ์ สาริบุตร (ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบ)	ตำแหน่งรองฝ่ายวิชาการสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถานที่ทำงาน: ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมศาสตร์ และการออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ผศ.ดร.นุกูล ถวิลถึง (ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการจัดการขยะ)	ตำแหน่งอาจารย์ประจำภาควิชาปฐพีวิทยา สถานที่ทำงาน: คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. นางสาวกัตตินาฏ สุกุลสวัสดิพันธ์ (ผู้ทรงคุณวุฒิด้านสิ่งแวดล้อม)	ตำแหน่งอาจารย์ประจำภาควิชาสาขาสิ่งแวดล้อม สถานที่ทำงาน: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการ ประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านประเมินค่าความเหมาะสมของต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ใน  
บ้านพักอาศัยมีค่าเฉลี่ยรวม 4.34 โดยด้านรูปลักษณ์มีความเหมาะสมที่ค่าเฉลี่ยรวม 4.38 คะแนน  
ด้านการใช้งานมีความเหมาะสมที่ค่าเฉลี่ยรวม 4.1 คะแนน และด้านการเสนอข้อมูลมีความเหมาะสม  
ที่ค่าเฉลี่ยรวม 4.56 คะแนนตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 การทดลองใช้งานระบบเติมอากาศของถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย  
ภาพโดย ชูเกียรติ โกเมน



ภาพที่ 8 การศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย  
เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิต ณ สำนักงานเขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร  
ภาพโดย อัจฉรสิริ อนุมณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรายงานผลการทดสอบปุ๋ยหมักที่ได้จากถังหมักขยะอินทรีย์ที่ผู้วิจัยออกแบบ

### ใบรายงานผลการทดสอบฉบับร่าง

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	น.ส. อัจฉรสิริ อนุมณี เลขที่ 2294 ถ.ลาดกระบัง ซ.ลาดกระบัง 50/2 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
รายละเอียดตัวอย่าง	ปุ๋ยหมัก A
รหัสตัวอย่าง	BK59/18536-001
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	
วันที่รับตัวอย่าง	29 สิงหาคม 2559
วันที่ทดสอบ	

### ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
CN	1125.1	-	-	Calculate
Electrical Conductivity	4.10	dS/m	-	Manual on Organic Fertilizer Analysis, APSRDO, DOA-4/2551
Moisture (After)	9.8	%	-	Manual on Organic Fertilizer Analysis, APSRDO, DOA-4/2551
Moisture (Before)	71.5	%	-	Manual on Organic Fertilizer Analysis, APSRDO, DOA-4/2551
Organic Matter	15.4	%	-	Manual on Organic Fertilizer Analysis, APSRDO, DOA-4/2551
pH	6.2	-	-	Manual on Organic Fertilizer Analysis, APSRDO, DOA-4/2551
Total Nitrogen (Total N)	0.8	%	-	In-house method TE-CH-211 based on AOAC (2012) 993.13
Total Organic Carbon (TOC)	9.0	%	-	Manual on Organic Fertilizer Analysis, APSRDO, DOA-4/2551
Total Phosphorus (TP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.5	%	-	In-house method TE-CH-183 based on AOAC (2012) 958.01
Sodium				
Sodium	0.14	%	-	Manual on Fertilizer Analysis, APSRDO, DOA-2/2551
Total Potassium (TK <sub>2</sub> O)	0.88	%	-	Manual on Fertilizer Analysis, APSRDO, DOA-2/2551

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบนี้จะไม่ผูกทำสำเนาเฉพาะเพื่อใช้งาน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ นอกเหนือที่แจ้งนับ

ภาพที่ 10 ใบรายการทดสอบปุ๋ยหมักโดยบริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ส่วนสนับสนุนวิชาการ งานบัณฑิตศึกษา โทร. 3536

ที่ ศธ 0524.03(1)/๒๖๔

วันที่ 16 สิงหาคม 2559

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน รองศาสตราจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ

ด้วย น.ส.อัจฉรศิริ อนุมณี นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบเพื่อประเมินต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพผลผลิตที่ผู้วิจัยออกแบบ พร้อมขอคำแนะนำสำหรับการพัฒนาต่อไป เพื่อนำข้อมูลประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การออกแบบและพัฒนาถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิต” ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนำมาใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น หากมีข้อขัดข้องประการใดโปรดติดต่อนักศึกษาโดยตรงที่ 08-0044-4019.

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ เพื่อประโยชน์ทางการศึกษา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิเชฐ โสวิทยสกุล)

คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ส่วนสนับสนุนวิชาการ งานบัณฑิตศึกษา โทร. 3536

ที่ ศธ 0524.03(1)/๘๖๐

วันที่ 16 สิงหาคม 2559

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤกุล ถวิลถึง อาจารย์ประจำกลุ่มวิชาปฐพีวิทยา

ด้วย น.ส.อัจฉรศิริ อนุมณี นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านการจัดการขยะเพื่อประเมินต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพผลผลิตที่ผู้วิจัยออกแบบ พร้อมขอคำแนะนำสำหรับการพัฒนาต่อไป เพื่อนำข้อมูลประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การออกแบบและพัฒนาถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิต” ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนำมาใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น หากมีข้อขัดข้องประการใดโปรดติดต่อนักศึกษาโดยตรงที่ 08-0044-4019

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ เพื่อประโยชน์ทางการศึกษา และขอขอบคุณ  
มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิเชฐ โสวิทยสกุล)  
คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.03/ 3536



คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

16 สิงหาคม 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน อาจารย์เอนก สวาวินทร์ อาจารย์กลุ่มวิชาสาขาสิ่งแวดล้อม

ด้วย นางสาวอัจฉรศรี อนุมณี นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม เพื่อประเมินต้นแบบถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพผลผลิตที่ผู้วิจัยออกแบบ พร้อมขอคำแนะนำสำหรับการพัฒนาต่อไป เพื่อนำข้อมูลประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การออกแบบและพัฒนาถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิต” ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนำมาใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น หากมีข้อขัดข้องประการใดโปรดติดต่อนักศึกษาโดยตรงที่ 08-0044-4019

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ เพื่อประโยชน์ทางการศึกษา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิเชฐ โสวิทยสกุล)  
คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

บัณฑิตศึกษา คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

โทร. 0-2329-8000 ต่อ 3536

โทรสาร 0-2329-8365

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.03/ 3306



สำนักงานเขตคลองสามวา
เลขที่ 8486
วันที่ 15 ตุลาคม 2559
ชื่อ ธีระศักดิ์
ตำแหน่ง 15.๒๖

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๖ สิงหาคม 2559

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์พื้นที่แสดงผลงานการออกแบบถึงหมักขยะอินทรีย์

เรียน ผู้อำนวยการสำนักงานเขตคลองสามวา

ด้วย นางสาวอัจฉรศิริ อนุมณี นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์พื้นที่แสดงผลงานการออกแบบถึงหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย เพื่อส่งเสริมการลดปริมาณขยะอินทรีย์และการใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์ภายในครัวเรือน พร้อมทั้งขอความร่วมมือผู้ใช้บริการสำนักงานเขตคลองสามวา เป็นผู้ประเมินความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ถึงหมักขยะอินทรีย์ที่ผู้วิจัยออกแบบ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การออกแบบและพัฒนาลังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิต” ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนำมาใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น หากมีข้อขัดข้องประการใดโปรดติดต่อนักศึกษาโดยตรงที่ 08-0044-4019

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ เพื่อประโยชน์ทางการศึกษา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิเศษ โสวิทย์สกุล)

คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

บัณฑิตศึกษา คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

โทร. 0-2329-8000 ต่อ 3536

โทรสาร 0-2329-8365

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ส่วนสนับสนุนวิชาการ งานบัณฑิตศึกษา โทร. 3536

ที่ ศธ 0524.03(1)/ ๒๕๑

วันที่ 27 มิถุนายน 2559

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ใช้งานห้องปฏิบัติการ

เรียน คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ด้วย น.ส.อัจฉรสิริ อนุมณี นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์ใช้ห้องปฏิบัติการสำหรับใช้งานเครื่องปริ้นโมเดลสามมิติ (print 3D model) เพื่อนำข้อมูลประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การออกแบบและพัฒนาถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิต” ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนำมาใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น หากมีข้อขัดข้องประการใดโปรดติดต่อนักศึกษาโดยตรงที่ 08-0044-4019

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ เพื่อประโยชน์ทางการศึกษา และขอขอบคุณ  
มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิเศษ ไสวทยสกุล)  
คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.03/ ๒๕.๖๐



คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๓๐ ตุลาคม 2558

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ข้อมูล

เรียน ผู้อำนวยการโครงการมูลนิธิเกษตรยั่งยืน

ด้วย นางสาวอัจฉริ อนุมณี นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการขยะในบ้านพักอาศัย ดังนี้

1. รายชื่อสมาชิกที่ร่วมโครงการสวนผักคนเมืองที่มีการทำน้ำหมักชีวภาพภายในครัวเรือนเพื่อศึกษารูปแบบการหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยและการใช้ประโยชน์จากผลผลิตน้ำหมักที่ได้
2. การจัดการขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยในเมือง ได้แก่ บ้านเดี่ยว ทาวน์เฮาส์ หรือชุมชน เพื่อศึกษาปัญหาและรูปแบบการจัดการขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย

เพื่อนำข้อมูลประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การออกแบบและพัฒนาถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยเพื่อส่งเสริมการคัดแยกและใช้ประโยชน์จากผลผลิตที่ได้รับ” ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนำมาใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น หากมีข้อขัดข้องประการใดโปรดติดต่อนักศึกษาโดยตรงที่ 08-0044-4019

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ เพื่อประโยชน์ทางการศึกษา และขอขอบคุณมา  
น โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิเชฐ โสวิทยสกุล)

คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

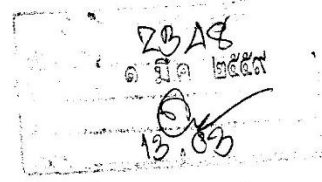
บัณฑิตศึกษา คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

โทร. 0-2329-8000 ต่อ 3536

โทรสาร 0-2329-8365

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.03/ 0๕๕๑



คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๖ กุมภาพันธ์ 2559

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ข้อมูล

เรียน ผู้อำนวยการเขต สำนักงานเขตคลองสามวา

ด้วย นางสาวอัจฉรสิริ อนุมณี นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. รายชื่อหัวหน้าชุมชนและเบอร์ติดต่อในพื้นที่เขตคลองสามวา
2. รายชื่อชุมชนที่พักอาศัยและสถานที่ติดต่อในพื้นที่เขตคลองสามวา
3. สถิติของขยะอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในปี 2558
4. ข้อมูลรายละเอียดโครงการ กิจกรรมที่ส่งเสริมการหมักขยะอินทรีย์หรือใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์ และเบอร์ติดต่อผู้ประสานงานโครงการดังกล่าว

เพื่อนำข้อมูลประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การออกแบบและพัฒนาถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิต” ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนำมาใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น หากมีข้อขัดข้องประการใดโปรดติดต่อนักศึกษาโดยตรงที่ 08-0044-4019

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ เพื่อประโยชน์ทางการศึกษา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ศาสตราจารย์ ดร.สุวิทย์ เจริญเลิศ  
อธิการบดี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์พรพุดิ ศุภอม)

รองคณบดี

รักษาราชการแทนคณบดี

บัณฑิตศึกษา คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

โทร. 0-2329-8000 ต่อ 3536

โทรสาร 0-2329-8365

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - สกุล	นางสาวอัจฉรารี อนุมณี
วัน เดือน ปีเกิด	4 มิถุนายน พ.ศ. 2530
ที่อยู่	343 หมู่ 1 ตำบลวังใหม่ อำเภอป่าบอน จังหวัดพัทลุง 93170
การติดต่อ	e-mail: omkie1987@gmail.com
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการออกแบบ)
2549	สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการออกแบบ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยศิลปากร
2559	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (การออกแบบอุตสาหกรรม) คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการณ์ทำงาน	นักออกแบบกราฟิก (Graphic designer) บริษัท เวิร์ทเทค จำกัด
2553-2554	(Verztec Consulting Pte Ltd) สาขาประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้