



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

Development of manufacturing for dried artificial soil
of organic farming

รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา

อาจารย์ ดร.สมชาย เซะวิเศษ

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2559

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์
DEVELOPMENT OF MANUFACTURING FOR DRIED ARTIFICIAL SOIL
OF ORGANIC FARMING



รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิมังศา
อาจารย์ ดร.สมชาย เชะวิเศษ



สาขา.....
เลขทะเบียน 147245
วันเดือนปี 13 ก.ค. 2560

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2559

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย)	การพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์	
ชื่อโครงการ (ภาษาอังกฤษ)	Development of Machine Manufacturing for Dried Artificial Soil of Organic Farming	
แหล่งเงิน	เงินรายได้คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี	
สัญญาเลขที่	2559-03-004	
ประจำปีงบประมาณ	2559	จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 100,000 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย	1 ปี 6 เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2558 ถึงวันที่ 30 มีนาคม 2560	
หัวหน้าโครงการวิจัย	รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิงศา สังกัด คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	
ผู้ร่วมโครงการวิจัย	อาจารย์ ดร.สมชาย เซะวิเศษ สังกัด คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	

บทคัดย่อ

การพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากขยะเปียก สำหรับการเกษตรอินทรีย์ 2) เพื่อพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ 4) เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ได้จากกระบวนการผลิตใหม่ และ 5) เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้านเครื่องกล และเกษตรกรผู้เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ โดยการทดสอบเชิงปฏิบัติการ ได้ทำการทดลองกับเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ในพื้นที่เกษตรกรรม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ 1.แบบสัมภาษณ์ 2.แบบสอบถามเพื่อประเมินด้านการพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ 3.แบบประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ 4.แบบการประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ได้จากกระบวนการผลิตใหม่ โดยการหาค่า N P K และค่าธาตุอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของพืช 5) แบบประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ และ 6) แบบสังเกต

นำหลักการที่มีความสัมพันธ์กับความสะดวกในการใช้งาน ประกอบด้วย นำหนักของวัสดุ ความสามารถในการผลิต ความสามารถที่จะซ่อมแซมได้ และความซับซ้อนของอุปกรณ์ ซึ่งหลักการในเชิงประดิษฐ์คิดค้นได้จากทฤษฎี(TRIZ) คือหลักการ ศักยภาพเท่ากัน (equipotentiality) มาเป็นแนวคิดในการพัฒนาเครื่องรูปแบบใหม่ โดยผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ จากการทดสอบกับเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ในพื้นที่เกษตรกรรมที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน ได้ค่าประสิทธิภาพของเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง รูปแบบเดิมกับรูปแบบใหม่ เท่ากับ 84.00 : 94.57 เป็นไปตามเกณฑ์

ประสิทธิภาพที่กำหนดไว้ คือ ค่าประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมรูปแบบใหม่สูงกว่ารูปแบบเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปความคิดเห็นกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ทดลองเป้าหมายต่อเครื่องบดย่อยและอัดเม็ดคอบแห้ง พบว่ามีความพึงพอใจในระดับเหมาะสมมาก ($\bar{x}=4.43$, S.D.=0.54) โดยเกษตรกรเห็นว่าเครื่องผลิตดินเทียมที่พัฒนาใหม่สามารถอัดเม็ดดินเทียมได้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสามารถอัดเม็ดดินเทียมที่ไม่แตกร่วนและสามารถนำเข้าสู่กระบวนการอบแห้งได้อย่างเหมาะสม สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างหลากหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับเกษตรกรที่มีความต้องการนำไปประยุกต์ใช้งานกับเศษเหลือทิ้งในพื้นที่เกษตรกรรมอื่นๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Subject (Thai): Development of Machine Manufacturing for Dried Artificial Soil of Organic Farming

Money Source: Earnings for Industrial Education and Technology Faculty

Contract Number : 2559-03-004

Annual Budget of A.D. 2016 : Amounts of Supported Money with 100,000 Baht

Duration : 1 year 6 months

Between 1 October, 2015 and 30 March, 2017

Head Project Team: Associate Professor Dr. Songwut Egwutvongsa to be responsible for Industrial Education and Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Attendees: Dr. Somchai Saewisate to be responsible for Industrial Education and Technology , King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Abstract

This research is in the title of studying and development of the manufactured machine for dried artificial soil for organic farming has the objectives as this following: 1) To study the procedures for utilizing the wet waste of organic farming 2) To develop the manufactured machine of dried artificial soil for organic farming 3) To take satisfaction assessment with the manufactured machine for dried artificial soil of organic farming 4) To take effectiveness assessment for artificial soil from the new manufacturing procedure and 5) To take effectiveness assessment with manufactured machine for dried artificial soil of organic farming

In addition, the group sampling used in this research is the experts and the professionals in product design and machine and the farmer to cultivate plants with organic farming. Besides, it has applied the operational testing to test with the farmers for planting from organic farming. What's more, the tool used in this research are as this following: 1. Interviews 2. Questionnaires for taking assessment of the manufactured machine development for dried artificial soil of organic farming 3. Satisfaction Assessments with manufactured machine for dried artificial soil of organic farming 4. Effectiveness Assessment Forms with Dried Artificial Soil from New Manufactured Procedure 5. Effectiveness Assessment Forms with Manufactured Machine for Dried Artificial Soil of Organic Farming and 6. Observation Forms

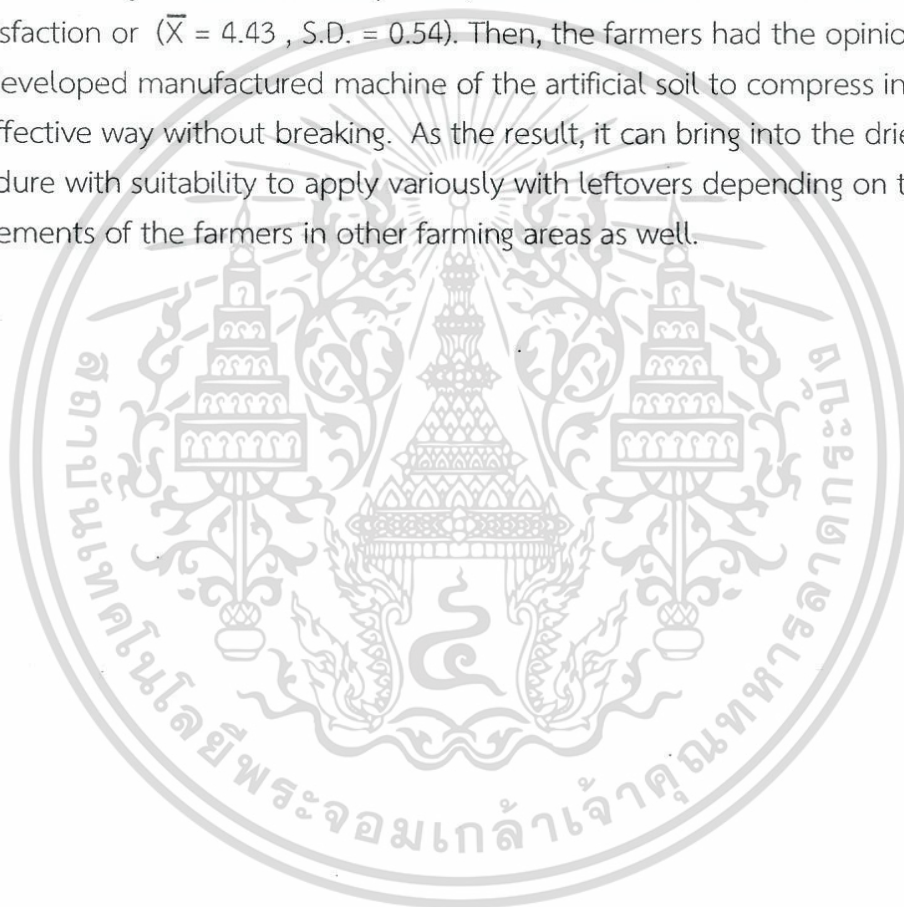
In addition, it has brought the related principle with the convenience of applying consisting of material weight, ability to manufacture, ability to fix and complexity of using equipment. Similarly, the principle to create TRIZ theory is called as equip potentiality with the concept to develop the new machine. On the other

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

hand, according to the result it was found that there was the effectiveness of manufactured machine for dried artificial soil of organic farming.

Significantly, according to the testing with farmers for planting in organic farming at the farms there is 10 group sampling who gained the effectiveness value of manufactured machine for dried and pelleted artificial soil. Thus, it has applied the original and the new form equally to 84.00 : 94.57 according to the determined effectiveness standard that is the effectiveness value of manufactured machine for dried artificial soil to be in higher new level than the original ones.

According to the opinion conclusion of farmer groups in the surveyed target area with mini grinders and dried pallets, it was found that it had the excellent level of satisfaction or ($\bar{X} = 4.43$, S.D. = 0.54). Then, the farmers had the opinion that the new developed manufactured machine of the artificial soil to compress in suitable and effective way without breaking. As the result, it can bring into the dried procedure with suitability to apply variously with leftovers depending on the requirements of the farmers in other farming areas as well.




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัย จากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และสามารถดำเนินกระบวนการวิจัยสำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดีขอขอบพระคุณ กลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา และกลุ่มครูโรงเรียนบ้านหนองแขวงวิทยาคม อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา ที่อนุเคราะห์ข้อมูลและร่วมดำเนินการพัฒนา และทดลองเครื่องอบแห้งและบดย่อยดินเหนียวจากขยะเปียกในครั้งนี้เป็นอย่างดี อีกทั้งกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิทางการออกแบบและผู้เชี่ยวชาญด้านเกษตรกรรมแบบอินทรีย์ ที่ช่วยสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้จนสามารถสำเร็จได้ด้วยดี ตลอดจนเกษตรกรผู้เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา ที่อนุเคราะห์ข้อมูลและมีส่วนร่วมในการการศึกษาและพัฒนาเครื่องผลิตดินเหนียวส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ในครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการวิจัยและงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นแนวทางเพื่อส่งเสริมการเกษตรอินทรีย์และผู้ที่เกี่ยวข้องต่อไป หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย



รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา
หัวหน้าโครงการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญภาพ.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมติฐานโครงการวิจัย.....	3
1.4 ขอบเขตที่ใช้ในโครงการวิจัย.....	3
1.5 กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย.....	5
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	7
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับขยะ.....	9
2.2 ขยะอินทรีย์.....	11
2.3 การหมัก.....	17
2.4 เกษตรอินทรีย์.....	25
2.5 ธรรมชาติของดิน.....	33
2.6 การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.....	34
2.7 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	36
2.8 ไฮดรอลิกส์และนิวมेटิกส์.....	45
2.9 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	60
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	63
3.1 ขั้นตอนที่ 1 การศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากขยะเปียก สำหรับการเกษตรอินทรีย์.....	63
3.2 ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์.....	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 ขั้นตอนที่ 3 การประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์.....	66
3.4 ขั้นตอนที่ 4 การประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ได้จากกระบวนการผลิตใหม่.....	68
3.5 ขั้นตอนที่ 5 การประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์.....	68
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	72
4.1 ขั้นตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์การศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากขยะเปียก สำหรับการเกษตรอินทรีย์.....	72
4.2 ขั้นตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์การพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์.....	79
4.3 ขั้นตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์การประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์.....	91
4.4 ขั้นตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์การประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ได้จากกระบวนการผลิตใหม่.....	95
4.5 ขั้นตอนที่ 5 ผลการวิเคราะห์การประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์.....	101
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และ ข้อเสนอแนะ.....	106
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	106
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	108
5.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัย.....	110
บรรณานุกรม.....	111
ภาคผนวก.....	112
ภาคผนวก ก ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	113
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย.....	128
ภาคผนวก ค รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	144
ประวัติผู้เขียน.....	152

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ลักษณะทางกายภาพของกระบวนการหมัก.....	18
2.2 ธาตุอาหารที่อยู่ในน้ำหมักชีวภาพ.....	19
2.3 ชนิดของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากวัสดุหมักต่างๆ.....	19
2.4 องค์ประกอบที่เหมาะสมในการหมักแบบใช้ออกซิเจน.....	20
2.5 กลุ่มจุลินทรีย์และหน้าที่ในกระบวนการหมัก.....	22
2.6 การเปรียบเทียบการหมักระหว่างแบบใช้ออกซิเจนและแบบไม่ใช้ออกซิเจน.....	22
2.7 ค่าเฉลี่ยสัดส่วนของมือเพศหญิงและชายไทยทั่วประเทศอายุ 40 – 49 ปี.....	41
2.8 การเคลื่อนไหวในลักษณะต่างๆ ของร่างกาย.....	43
2.9 ค่าตัวเลขน้ำหนักที่เหมาะสมในการยกน้ำหนักของเพศหญิงและชาย.....	44
4.1 ประเมินค่าความเหมาะสมปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบเครื่องบดอัดดินเทียมจาก ขยะเปียก.....	80
4.2 หลักการจำแนกการวิเคราะห์การแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทาง ปฏิบัติ QFD (Quality Function Development).....	82
4.3 สรุปผลและบรรยายค่าที่ได้รับจากการแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็น แนวทางปฏิบัติ QFD (Quality Function Development).....	85
4.4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผู้เชี่ยวชาญในการประเมินผลการคิดเชิงมโนทัศน์.....	87
4.5 ค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ เครื่องบดย่อยและส่วนอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก.....	91
4.6 ค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องกล... 93	
4.7 ค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ ด้านเกษตรกรรมอินทรีย์.....	94
4.8 การทดสอบอัตราส่วนผสมเนื้อดินเทียมจากขยะเปียกที่ส่งผลต่ออัตราการงอกของเมล็ดพืช...97	
4.9 การประเมินเพื่อเปรียบเทียบการใช้งานเครื่องผลิตดินเทียม สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง ที่พัฒนาใหม่กับผลิตภัณฑ์เดิม โดยเกษตรกรที่เพาะปลูกพืช แบบเกษตรอินทรีย์ในพื้นที่เกษตรกรรม.....	101
4.10 ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องผลิตดินเทียม สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง ที่พัฒนาใหม่กับผลิตภัณฑ์เดิม.....	103
4.11 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การใช้งานเครื่องผลิตดินเทียม สำหรับการ เกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง ที่พัฒนาใหม่กับผลิตภัณฑ์เดิม โดยเกษตรกรที่เพาะปลูก พืชแบบเกษตรอินทรีย์ในพื้นที่เกษตรกรรม.....	103
4.12 ค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความพึงพอใจของเกษตรกรที่เพาะปลูกพืช แบบเกษตร อินทรีย์ในพื้นที่เกษตรกรรมต่อเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์.. 104	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างถังขยะประเภทต่างๆ.....	15
2.2 การเก็บขนขยะมูลฝอยแบบบ้านต่อบ้าน.....	16
2.3 การเก็บขนขยะแบบบ้านต่อบ้านของเจ้าหน้าที่เก็บขนขยะ.....	16
2.4 การเก็บขนขยะแบบกำหนดจุด.....	16
2.5 การเก็บขนขยะแบบกำหนดจุดของเจ้าหน้าที่เก็บขนขยะ.....	17
2.6 การปลูกผักไร้สารจากสารพิษ.....	26
2.7 การปลูกผักไร้สารจากสารพิษ.....	26
2.8 การผลิตพืชเกษตรอินทรีย์และการปรับปรุงดิน.....	28
2.9 การผลิตพืชเกษตรอินทรีย์.....	29
2.10 ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช.....	32
2.11 การปรับปรุงดินโดยใช้สารอินทรีย์.....	34
2.12 การเปรียบเทียบโครงสร้างของดินที่ทำเกษตรอินทรีย์กับเกษตรเคมี.....	34
2.13 สัดส่วนขนาดมือและฝ่ามือ.....	42
2.14 ตำแหน่งการวัดขนาดสัดส่วนของมือและนิ้วมือในมิติต่างๆ.....	42
2.15 การยกน้ำหนักของวัตถุลักษณะต่างๆ (1).....	44
2.16 การยกน้ำหนักของวัตถุลักษณะต่างๆ (2).....	44
2.17 อุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานของระบบนิวแมติกส์.....	45
2.18 อุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์.....	47
2.19 ความต้านทานและแรงเฉื่อย.....	48
2.20 พลังงานในรูปแบบต่างๆ.....	49
2.21 พลังงานจลน์และพลังงานศักย์.....	49
2.22 การส่งผ่านแรง.....	50
2.23 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความดันและพื้นที่.....	51
2.24 การเพิ่มแรง.....	51
2.25 ปริมาตรของของเหลว.....	52
2.26 ถึงสะสมความดัน.....	52
2.27 การทำงานของปั๊มแบบโพซิทีฟ.....	53
2.28 ปั๊มแบบโรตารีชนิดโพซิทีฟ.....	53
2.29 ความดันและความต้านทาน.....	54
2.30 ความเร็วและอัตราการไหล.....	54
2.31 ความต้านทาน.....	55
2.32 กระจบอกลูกสูบทางเดียว.....	56
2.33 กระจบอกลูกสูบสองทาง.....	57
2.34 การติดตั้งจับยึดกระจบอกลูกสูบแบบต่างๆ.....	58

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านใด ๆ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.35 กระบอกสูบก้นกระแทก.....	58
2.36 การนำมอเตอร์ไฮดรอลิกส์ไปใช้งานอุตสาหกรรม.....	59
2.37 ตัวอย่างงานที่นำระบบไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์ไปใช้งาน.....	60
3.1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการศึกษาและพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์.....	71
4.1 ร้านอาหารตามสั่งหรือร้านอาหารข้างทาง ที่มีจำนวนมากขึ้นในแต่ละปี.....	73
4.2 ลักษณะของถังขนาด 200 ลิตร ที่ทางโรงงานใช้ในการรองรับเศษขยะเปียก.....	74
4.3 โรงอาหารในพื้นที่โรงงานอุตสาหกรรม ขนาด 200 ที่นั่ง.....	74
4.4 พื้นที่สำหรับพนักงานเศษอาหารลงในถังและจัดเก็บภาชนะภายหลังการรับประทาน.....	75
4.5 ลักษณะทางกายภาพของเศษขยะเปียกในพื้นที่การศึกษาและรวบรวมข้อมูล.....	76
4.6 กระบวนการระดมความคิดเพื่อพิจารณาแนวทางการประยุกต์ใช้ขยะเปียก.....	77
4.7 กระบวนการระดมความคิดเพื่อพิจารณาแนวทางการประยุกต์ใช้ขยะเปียก แนวคิดที่ 1.....	77
4.8 กระบวนการระดมความคิดเพื่อพิจารณาแนวทางการประยุกต์ใช้ขยะเปียก แนวคิดที่ 2.....	78
4.9 กระบวนการระดมความคิดเพื่อพิจารณาแนวทางการประยุกต์ใช้ขยะเปียก แนวคิดที่ 3.....	78
4.10 ส่วนประกอบของดินเทียมที่เครื่องอัดดินเทียมจะต้องสามารถบดและอัดได้อย่าง เหมาะสม.....	79
4.11 การทดสอบเบื้องต้นกับเครื่องจักรในการทดลองบดอัดและผสมส่วนประกอบดินเทียม.....	79
4.12 แผนภูมิแสดงผลการวิเคราะห์รายด้านที่ส่งผลต่อกระบวนการประยุกต์ในการพัฒนาและ ออกแบบเครื่องอัดเม็ดดินเทียมที่ต้องการพัฒนาใหม่.....	81
4.13 กระบวนการพัฒนา (Development) รูปแบบผลิตภัณฑ์ใหม่.....	86
4.14 การเปรียบเทียบรายด้านทั้ง 3 รูปแบบ.....	88
4.15 ต้นแบบเครื่องบดย่อยและอัดเม็ดดินเทียมเพื่อการอบแห้ง.....	88
4.16 ขั้นตอนการเตรียมวัสดุประกอบโดยอาศัยวัสดุและอุปกรณ์ที่มีอยู่ในชุมชน.....	89
4.17 ขั้นตอนการตัดและตัดชิ้นรูปวัสดุเพื่อเตรียมการประกอบเครื่องต้นแบบ.....	89
4.18 ขั้นตอนการประกอบส่วนต่างๆเพื่อทดสอบการใช้งานจริงเบื้องต้นก่อนการประกอบเปลือก นอกเพื่อป้องกันอันตรายจากการใช้งานเครื่องบดและอัดเม็ดดินเทียมเพื่อการอบแห้ง.....	89
4.19 ขั้นตอนการประกอบส่วนโครงสร้างหลักและส่วนของมอเตอร์ขับเคลื่อนด้วยสายพาน ในส่วน ของการเชื่อมต่อโครงสร้างและติดตั้งจุดยึดติดบริเวณด้านข้างของเครื่องจักร.....	90
4.20 ต้นแบบเครื่องบดย่อยเม็ดดินเทียมและส่วนอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียกที่พร้อมสำหรับ การนำไปทดลองใช้งานในพื้นที่เป้าหมายการวิจัย.....	90
4.21 กระบวนการทดสอบเนื้อดินเทียมที่ได้จากขยะเปียกในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	96
4.22 กระบวนการทดสอบอัตราการงอกของเมล็ดพืชที่เกิดขึ้นจากดินเทียมขยะเปียก.....	96
4.23 กระบวนการแยกและย่อยขยะเปียกโดยผสมผสานกับเศษเหลือทิ้งจากเกษตรกรรม.....	98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.24	
ขั้นตอนการตากแห้งเม็ดดินเหนียวจากขยะเปียกที่ได้ก่อนนำไปทดลองเพาะปลูกที่โรงเรียน บ้านหนองแวงวิทยาคม อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา.....	98
4.25	
การเปรียบเทียบการใช้งานเครื่องผลิตดินเหนียว สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/ อบแห้ง ที่พัฒนาใหม่กับผลิตภัณฑ์เดิม.....	102



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยนั้นประสบปัญหาภัยน้ำท่วมจำนวนมากที่มีจำนวนเพิ่มขึ้น เฉลี่ยวันละ 9,747 ตัน ซึ่งสาเหตุใหญ่มาจาก 2 ปัจจัยหลักสาเหตุ คือ การเจริญเติบโตของเมืองเมื่อเมืองใหญ่ขึ้น จำนวนหมู่บ้านที่อยู่อาศัยก็จะมากขึ้นและจำนวนขยะมูลฝอยก็สูงขึ้นตาม ส่วนปัจจัยตามมา คือ ขยะสะสมจากปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆ เช่น ขยะสะสมจากน้ำท่วม ขยะสะสมจากพายุก่อและภัยธรรมชาติ ปัญหาขยะได้สะท้อนให้เห็นถึงสุขอนามัยภายในชุมชนนั้นต้องปรับปรุงอย่างเร่งด่วน เนื่องจากเกี่ยวข้องกับสุขภาพอนามัยของคนในชุมชนโดยตรง ปัจจุบันส่วนใหญ่ขยะมูลฝอยจากชุมชนและกากของเสียจากภาคอุตสาหกรรมจะถูกนำไปทิ้งแบบไร้ระบบการจัดการน้ำเสียจากขยะ ทำให้น้ำเสียไหลลงลำคลอง รวมถึงที่นาของชาวบ้านและกองขยะสูงเป็นตุ่มล่อหนูและแมลงวัน

เนื่องจากปัญหากลิ่นเหม็นของขยะมูลฝอยมักจะสร้างความรำคาญให้แก่ชุมชนที่พังกอาศัยและแหล่งน้ำเน่าเสียจากขยะมูลฝอยมีอันตรายร้ายแรงต่อชีวิตของมนุษย์และสัตว์น้ำ รวมทั้งผลเสียในด้านการใช้แหล่งน้ำเพื่อการนันทนาการเป็นแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรคและสัตว์น้ำโรคต่างๆ เช่น หนู แมลงวัน เป็นต้น ซึ่งการกำจัดขยะมูลฝอยประเภทเปียกที่ไม่ถูกหลักวิชาการ จะสร้างความเดือดร้อนรำคาญแก่ผู้ที่อาศัยข้างเคียง รวมทั้งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชนทำให้ชุมชนขาดความสะอาด สวยงามและเป็นระเบียบ รวมทั้งไม่น่าอยู่ การสูญเสียทางเศรษฐกิจ เช่น ชุมชนจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเก็บ ขน และกำจัดขยะมูลฝอย ค่าชดเชยความเสียหายในกรณีที่เกิดเพลิงไหม้และค่ารักษาพยาบาลหากประชาชนได้รับโรคร้ายไข้เจ็บจากพิษของขยะมูลฝอย

นายแพทย์ชลน่าน ศรีแก้ว รมช.กระทรวงสาธารณสุข กล่าวว่า “ประชาชนแฉกบ่อขยะให้ระวัง เพราะอาจจะสะสมสารพิษโดยไม่รู้ตัวในการดำรงชีวิตประจำวัน” ปัญหาขยะทั่วไปหรือขยะเปียกต้องมีมาตรการรองรับ การประกาศให้ประชาชนรับทราบอย่างเป็นทางการเป็นลักษณะเพื่อกระตุ้นให้เกิดการปฏิบัติตามอย่างพร้อมเพรียงในการช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ด้วยการลดจำนวนการทิ้งขยะต่อครัวเรือนลงหรือควรมีการเพิ่มกระบวนการนำขยะชนิดต่างๆ มาใช้ประโยชน์ให้มากขึ้น เพื่อช่วยลดปริมาณขยะที่ต้องกำจัด ซึ่งในระยะยาวการกำจัดขยะไม่ว่าจะเป็นการเผาที่ความร้อนสูงหรือการฝังกลบก็จะส่งผลกระทบต่อสังคมและท้องถิ่น โดยรวมที่อยู่อาศัยใกล้บ่อขยะ ซึ่งจากสถานการณ์ที่ผ่านมาจะพบว่ามีเหตุการณ์ไฟไหม้บ่อขยะจำนวนมากและบ่อยครั้ง ก่อให้เกิดมลภาวะต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นผลจากการที่มีขยะจำนวนมากที่ทำลายไม่หมด จากการใช้วิธีผ่านโรงเผาขยะด้วยความร้อนสูง จึงมีการจุดไฟเผาขยะในสภาพแวดล้อม บรรยากาศปกติ จึงก่อให้เกิดมลภาวะในพื้นที่โดยรอบ เช่น เหตุการณ์ไฟไหม้บ่อขยะบางปู เหตุการณ์ไฟไหม้บ่อขยะแพรกษา หรือเหตุการณ์กลุ่มชาวบ้านในจังหวัดขอนแก่นรวมกันต่อต้านบ่อขยะ ซึ่งล้วนแล้วแต่เกิดมาจากปัญหาการกำจัดขยะที่ไม่มีประสิทธิภาพที่ส่งกลิ่นและควรรบกวนสุขภาพของชาวบ้านในพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1.1 ขยะเปียกที่มีการทิ้งภายในตลาดและชุมชนในปัจจุบัน

ในปัจจุบันภาครัฐได้เห็นความสำคัญของการส่งเสริมในการเรียนรู้และนำกระบวนการใช้งานขยะเปียกมาผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพและดิน เพื่อใช้ในการเกษตรกรรม ถือได้ว่าเป็นกระบวนการที่สะอาดในภาคการผลิต โดยลดการใช้วัสดุ ลดพลังงานและลดมลพิษ เพิ่มศักยภาพการใช้ทรัพยากรหมุนเวียน การนำของเสียกลับมาใช้ประโยชน์ และการออกแบบกระบวนการใช้งานขยะเปียกผ่านเครื่องจักรที่ช่วยในการแปรสภาพ ทำให้มีการนำขยะเปียกมาใช้งานที่เหมาะสมมากยิ่งขึ้น อีกทั้งส่งเสริมให้ภาคธุรกิจเอกชนมีส่วนร่วมลงทุนและดำเนินการจัดการขยะ ให้ความรู้แก่ประชาชนในเรื่องการจัดการขยะอย่างถูกหลักวิชาการ รวมทั้งมีการรณรงค์และประชาสัมพันธ์ เพื่อสร้างจิตสำนึกให้ประชาชนเข้าใจและยอมรับว่าเป็นภาระหน้าที่ของตนเอง ในการร่วมมือกันจัดการขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในชุมชน

โครงการวิจัยในครั้งนี้ เป็นการศึกษาที่เน้นการสร้างส่วนเครื่องจักรที่ใช้ในการบดย่อยและบดขยะเปียก จากนั้นนำเข้าสู่ขั้นตอนการปั้นก้อนและอบแห้ง ก่อนที่จะเป็นเม็ดดินเทียมที่มีคุณค่าแร่ธาตุสำหรับการใช้ในการเพาะปลูกในรูปแบบของเกษตรอินทรีย์ ที่เน้นการใช้ประโยชน์จากธรรมชาติอย่างเหมาะสมและเรียนรู้การใช้ชีวิตอย่างยั่งยืนในความพอเพียงที่เหมาะสมกับวิถีการดำเนินชีวิตในปัจจุบันของเกษตรกรไทย ตามแนวคิด “เศรษฐกิจพอเพียง” เป็นปรัชญาที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงมีพระราชดำริชี้แนะแนวทางในการดำเนินชีวิตแก่ พสกนิกรชาวไทยมาโดยตลอดระยะเวลาที่ยาวนานกว่า 25 ปี ตั้งแต่ก่อนวิกฤติการณ์ทางเศรษฐกิจและเมื่อภายหลังได้ทรงเน้นย้ำแนวทางแก้ไขเพื่อให้รอดพ้น และสามารถดำรงอยู่ได้อย่างมั่นคงและยั่งยืน ภายใต้กระแสแห่งโลกาภิวัตน์และมีความเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น (จิรายุ อิศรางกูร ณ อยุธยา และปรียานุช พิบูลสรารุช. 2552 : ง) ตามหลักการ “ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง” จะเป็นการเน้นที่การดำรงตนอยู่ในสภาวะที่พอเหมาะพอควร ไม่มากหรือน้อยเกินไป มีกระบวนการพิจารณาการใช้งานสิ่งต่างๆ อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ โดยอาศัยการคิดถึงผลได้และผลกระทบที่จะเกิดขึ้นตามมา เมื่อมีการนำทรัพยากรที่มีอยู่มาใช้ ซึ่งต้องการประโยชน์ที่เกิดขึ้นสูงที่สุดและมีความคุ้มค่าที่สุดในแง่ของประโยชน์ต่อชุมชนท้องถิ่น, ประโยชน์ต่อตนเองและครอบครัว, ประโยชน์ต่อบุคคลรอบข้าง สังคมโดยรวมและประโยชน์ต่อทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัว เป็นต้น มีหลักการคิดเพื่อการนำ “ความพอเพียงทางเศรษฐกิจ” มาเป็นหลักการคิดและสร้างแนวทางวิเคราะห์เพื่อการศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากขยะเปียกอย่างเหมาะสมกับการเพิ่มคุณค่าของขยะเปียกทั้งคุณค่าทางเศรษฐกิจ คุณค่าสิ่งแวดล้อม และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติอย่างคุ้มค่าที่สุด เพื่อพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียม ส่วนอบแห้ง สำหรับเกษตรกรอินทรีย์ในการสร้างสรรค์ความยั่งยืนบนวิถีแห่งความพอเพียงของชุมชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากขยะเปียก สำหรับการเกษตรอินทรีย์
- 1.2.2 เพื่อพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์
- 1.2.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์
- 1.2.4 เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ได้จากกระบวนการผลิตใหม่
- 1.2.5 เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

1.3 สมมติฐานโครงการวิจัย

ได้เครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง เพื่อการผลิตดินเทียมให้เป็นเม็ด สำหรับเกษตรอินทรีย์ ซึ่งสามารถผลิตได้ในประเทศและมีราคาต้นทุนการผลิตต่ำ โดยเครื่องอบแห้งและอัดเม็ดดินเทียมจากขยะเปียกที่พัฒนาใหม่มีประสิทธิภาพดีกว่าเครื่องรูปแบบเก่า

1.4 ขอบเขตที่ใช้ในโครงการวิจัย

ในการศึกษาและพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

1.4.1 ขอบเขตตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากขยะเปียก สำหรับการเกษตรอินทรีย์

โดยมีขอบเขตการวิจัยของแหล่งข้อมูลในการวิจัย ซึ่งประกอบด้วย

1.4.1.1 เอกสาร แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการบดย่อยขยะเปียก เพื่อทำปุ๋ยชีวภาพและผลิตดินเทียม กระบวนการสร้างและลักษณะทางกายของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

1.4.1.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ กลุ่มผู้ประกอบการร้านค้าและโรงงานและพนักงานประจำสถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย

1.4.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ที่มีการกำหนดประเด็นให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์การวิจัย ในการศึกษาและพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ศึกษากระบวนการกำจัดขยะมูลฝอย ประเภทของขยะมูลฝอย และลักษณะทางกายภาพของขยะที่พบ โดยใช้เทปบันทึกเสียงและจดบันทึก ภาพถ่ายและการสังเกต โดยได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ

1.4.2 ขอบเขตตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 การเพื่อพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

โดยมีขอบเขตการวิจัยของแหล่งข้อมูลในการวิจัย ซึ่งประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.2.1 เอกสาร แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรที่ใช้การบดขยี้เพียก เพื่อการย่อยสลาย จากนั้นจึงนำมาปั่นให้แห้งเป็นก้อนในลักษณะของดินเทียมชนิดเม็ดขนาดเล็กหรือแบบผงหยาบในลักษณะของดินชีวภาพ กระบวนการสร้างและลักษณะทางกายของชิ้นงานที่นำมาประกอบ 3 ส่วน คือ ส่วนบดย่อยขยี้เพียก, ส่วนปั่นสร้างเม็ด และส่วนเป่าแห้ง

1.4.2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 3 คน , ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องกล จำนวน 3 คน

1.4.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ และด้านการเกษตร เพื่อศึกษาและพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ที่สามารถกำจัดขยี้เพียกและนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม โดยเป็นแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งออกเป็น 3 ด้าน หน้าที่ประโยชน์ใช้สอย ความสะดวกสบายในการใช้งาน ด้านความเหมาะสมกับวัสดุและกรรมวิธีผลิต โดยออกแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

1.4.3 ขอบเขตตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

ในด้านการใช้งาน โดยแบ่งออกเป็น ด้านประโยชน์ใช้สอย, ด้านความแข็งแรงทนทาน, ด้านการซ่อมแซมและบำรุงรักษา, ด้านราคา, ด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต, ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว ที่ได้พัฒนาแล้ว โดยมีขอบเขตการวิจัยของแหล่งข้อมูลในการวิจัย ซึ่งประกอบด้วย

1.4.3.1 เอกสาร แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ กระบวนการสร้างและลักษณะทางกายของชิ้นงาน

1.4.3.2 เอกสารที่เกี่ยวกับแนวทางในการทำเกษตรอินทรีย์ และการทำปุ๋ยชีวภาพร่วมกับคุณลักษณะของดินเทียมที่มีธาตุอาหารเหมาะสมกับการเพาะปลูกพืชอินทรีย์

1.4.3.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 3 คน , ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องกล จำนวน 3 คน , ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านเกษตรกรรมอินทรีย์ จำนวน 10 คน

1.4.3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 3 รูปแบบ ที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาแล้ว ทำให้เป็นเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ ด้านเครื่องกล และด้านการอนุรักษ์สภาพแวดล้อม โดยเป็นแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งเป็น 3 ด้าน คือ ด้านรูปแบบกับประโยชน์ใช้สอย ด้านความเหมาะสมกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิต และด้านรูปแบบกับความสวยงาม โดยเป็นแบบประเมินประเภทตรวจสอบรายการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.4 ขอบเขตตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 4 เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ได้จากกระบวนการผลิตใหม่

ในด้านการเพาะปลูกพืช และค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก โดยใช้กระบวนการทดสอบในห้องทดสอบมาตรฐานในการวิเคราะห์ค่าประกอบการเพาะปลูกพืชที่มีความจำเป็น ซึ่งประกอบด้วย

1.4.4.1 วัดความชื้น กรด-ด่าง (PH) ความสมบูรณ์ของดิน

1.4.4.2 ค่ามาตรฐานสำหรับเปรียบเทียบระดับสารอาหารในดินจะอยู่ในช่วง Too Little = (N) น้อยกว่า 50 PPM, ฟอสฟอรัส (P) น้อยกว่า 4 PPM, โปแตส (K) น้อยกว่า 50 PPM และ Ideal = ไนโตรเจน (N) 50 – 200 PPM, ฟอสฟอรัส (P) 4-14 PPM, โปแตส (K) 50 – 200 PPM และ Too much = ไนโตรเจน (N) มากกว่า 200 PPM, ฟอสฟอรัส (P) มากกว่า 14 PPM, โปแตส (K) มากกว่า 200 PPM

1.4.5 ขอบเขตตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 5 เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

โดยมีขอบเขตการวิจัยของแหล่งข้อมูลในการวิจัย ซึ่งประกอบด้วย

1.4.5.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแนวทางในการทำเกษตรอินทรีย์กับคุณลักษณะของดินเทียมที่มีธาตุอาหารเหมาะสมกับการเพาะปลูกพืชอินทรีย์

1.4.5.2 เกษตรกรผู้เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์

1.4.5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบการประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง จากเกษตรกรผู้เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ ที่มีต่อเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยในครั้งนี้เป็นแบบการประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง ในด้านการเพาะปลูกพืชบนพื้นที่เกษตรกรรมด้วยดินเทียมที่ผ่านกระบวนการผลิตและอบแห้งแล้ว นำมาทดลองเพาะปลูกพืช

1.5 กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ เพื่อเป็นการศึกษาและพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ เป็นกระบวนการวิจัยในแนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

1.5.1 กรอบแนวคิดทางการออกแบบผลิตภัณฑ์

โดยสามารถที่จะจัดแบ่งออกเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อที่จะตอบสนองความต้องการของมนุษย์ในด้านต่างๆ ซึ่งจะนำแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์จาก Luddington (อ้างใน นิรัช สุตสังข์. 2543 : 23) มีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้ คือ

1.5.1.1 สรุปรูปแบบ พื้นผิวและการตกแต่ง

1.5.1.2 เลือกข้อเสนอแนวความคิดที่ดีที่สุด

1.5.1.3 การเขียนแบบเพื่อการผลิต

1.5.1.4 การสร้างหุ่นจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

1.5.1.5 การประเมินการออกแบบ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.4.2 สมบัติทางด้านเคมีของดิน อินทรีย์วัตถุ เป็นแหล่งให้ธาตุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยามิเนรัลไลเซชัน (Mineralization) ซึ่งจะปลดปล่อยธาตุดังกล่าวออกมาอย่างช้าๆ ซึ่งปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดขึ้นอยู่กับปริมาณอินทรีย์วัตถุที่อยู่ในดิน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 ช่วยกำจัดขยะเปียกที่ก่อให้เกิดปัญหามลภาวะทางกลิ่น เมื่อมีการทิ้งไม่ถูกต้อง
- 1.6.2 ช่วยรณรงค์ให้เกษตรกรและประชาชนทั่วไป ให้เห็นประโยชน์ของเศษขยะเปียกที่มักจะไม่มียุทธศาสตร์กำจัดที่ชัดเจน อีกทั้งยังเป็นตัวก่อให้เกิดมลพิษในรูปแบบต่างๆ
- 1.6.3 ช่วยลดปริมาณขยะที่จะต้องนำไปฝังกลบ หรือเผาทำลายในบ่อกำจัดขยะ
- 1.6.4 กลุ่มเกษตรกรอินทรีย์สามารถนำดินเทียมที่ได้ มาใช้ในการเพาะปลูกและยังเป็นการหมุนเวียนใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า
- 1.6.5 ได้เครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ที่สามารถผลิตได้ในประเทศและมีราคาต้นทุนการผลิตถูก รวมทั้งใช้วัตถุดิบการผลิตในประเทศ
- 1.6.6 ได้เครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง เพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ ที่สามารถนำไปเพาะปลูกพืชได้
- 1.6.7 ได้เครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ที่มีขนาดเล็กและสามารถนำไปใช้งานได้ และใช้ระยะเวลาในการผลิตที่เหมาะสม
- 1.6.8 ได้องค์ความรู้ในขั้นตอนและกระบวนการผลิตดินเทียมจากเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ รวมถึงได้แนวทางในการผลิตเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง ที่มีความเหมาะสมกับการรองรับกิจกรรมที่หลากหลายในการกำจัดขยะเปียก
- 1.6.9 ได้แนวทางการใช้ประโยชน์จากขยะเปียก เพื่อผลิตดินเทียมในการส่งเสริมการเพาะปลูกเกษตรอินทรีย์ เพื่อลดภาวะขยะล้นประเทศและมีความยากในการกำจัดขยะเปียกที่มีมลภาวะทางกลิ่น และความสกปรกเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรค

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

- 1.7.1 การศึกษาและพัฒนา หมายถึง การหาความรู้เกี่ยวกับหัวข้อที่ทำการวิจัยและนำความรู้ที่ได้มาทำการวิเคราะห์เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนางานที่เกี่ยวข้องต่อไป
- 1.7.2 เครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง คือ เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตดินเทียมจากขยะเปียกด้วยการนำมาอบแห้งให้เป็นดินเม็ดเล็ก สำหรับใช้ในการเพาะปลูก
- 1.7.3 ดินเทียม หมายถึง ดินที่ถูกสร้างขึ้นจากขยะเปียก เพื่อใช้ในการทดแทนดินจริง
- 1.7.4 เกษตรอินทรีย์ หมายถึง การทำการเกษตรด้วยหลักการธรรมชาติ โดยการนำดินเทียมมาใช้ในการทำการเพาะปลูก
- 1.7.5 ขยะเปียก หมายถึง ขยะที่ได้จากชุมชนหรือในท้องถิ่นนั้นๆ จำพวกเศษอาหาร พืชผัก เปลือกผลไม้ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาและพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการดำเนินการวิจัย โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

- 2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับขยะ
 - 2.1.1 ความหมายของขยะ
 - 2.1.2 แหล่งกำเนิดของมูลฝอย
 - 2.1.3 ผลเสียที่เกิดจากขยะมูลฝอย
- 2.2 ขยะอินทรีย์
 - 2.2.1 ลักษณะขยะอินทรีย์
 - 2.2.2 คุณสมบัติทางกายภาพ เคมีและชีวภาพขยะอินทรีย์
 - 2.2.3 ระบบการจัดการขยะมูลฝอย
- 2.3 การหมัก
 - 2.3.1 การหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Decomposition)
 - 2.3.2 การหมักแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Decomposition)
 - 2.3.3 จุลินทรีย์ที่มีในกระบวนการหมัก
 - 2.3.4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการหมัก
 - 2.3.5 แนวทางการใช้ประโยชน์จากผลผลิต
- 2.4 เกษตรอินทรีย์
 - 2.4.1 หลักการเกษตรอินทรีย์
 - 2.4.2 หลักการผลิตพืชเกษตรอินทรีย์และการปรับปรุงดิน
 - 2.4.3 ความต้องการธาตุอาหารพืชกับเกษตรอินทรีย์
 - 2.4.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
- 2.5 ธรรมชาติของดิน
 - 2.5.1 ความหมายของดิน
 - 2.5.2 ประเภทของดิน
- 2.6 การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
 - 2.6.1 ทรัพยากรธรรมชาติ
 - 2.6.2 สิ่งแวดล้อม
- 2.7 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
 - 2.7.1 แนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม
 - 2.7.2 แนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
 - 2.7.3 หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
 - 2.7.4 การยศาสตร์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2.8 ไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์
 - 2.8.1 ระบบนิวแมติกส์
 - 2.8.2 ระบบไฮดรอลิกส์
- 2.9 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับขยะ

2.1.1 ความหมายของขยะ

พระราชบัญญัติรักษาความสะอาดและความเรียบร้อยของบ้านเมือง พ.ศ.2535 และพระราชบัญญัติสาธารณสุข พ.ศ.2535 หรือแม้กระทั่งข้อบัญญัติของกรุงเทพมหานคร เรื่อง การเก็บขนและกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือมูลฝอย พ.ศ.2544 ให้ความหมายของ มูลฝอย หมายถึง เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า ถุงพลาสติก ภาชนะใส่อาหาร แก้ว วัสดุอื่น ๆ รวมตลอดถึงสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์ หรือที่อื่นๆ

พิชิต สกกุลพราหมณ์ (2535:334) ได้ให้ความหมายของขยะ (Refuse or Solid Waste) หรือมูลฝอย หรือหยากเยื่อ ว่าหมายถึง บรรดาสิ่งของที่เสื่อมคุณภาพหรือชำรุดหรือหมดสภาพการใช้งาน หรือบรรดาสิ่งของของเศษวัสดุต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากอาคาร ที่พักอาศัย สถานที่ทำการ โรงงานอุตสาหกรรม ตลาด ถนน ฯลฯ

กรมควบคุมมลพิษ (2544) ได้ให้ความหมายของขยะไว้ดังนี้ มูลฝอยชุมชน หมายถึง มูลฝอยที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ในชุมชน เช่น บ้านพักอาศัย ธุรกิจร้านค้า สถานประกอบการ สถานบริการ ตลาดสด สถาบันต่างๆ รวมทั้งเศษวัสดุก่อสร้าง ทั้งนี้ไม่รวมของเสียอันตรายและมูลฝอยติดเชื้อ

น้ำ ชะมูลฝอย (Leachate) หมายถึง ของเหลวที่ไหลชะล้างผ่านหรือออกมาจากมูลฝอย ซึ่งอาจประกอบด้วยสารละลายหรือสารแขวนลอยผสมอยู่

สถานที่จัดการมูลฝอย (Solid Waste Management Facility) หมายถึง สถานที่กำจัดมูลฝอยสถานีขนส่งมูลฝอย สถานีนำวัสดุกลับคืน หรือสถานที่ใดๆ ที่มีการนำมูลฝอยมาแปรสภาพและนำผลพลอยได้จากกระบวนการมาใช้ประโยชน์

สถานีขนถ่ายมูลฝอย (Transfer Station) หมายถึง สถานที่สำหรับถ่ายเทมูลฝอยจากรถเก็บขนมูลฝอยลงสู่พาหนะขนาดใหญ่ เพื่อขนส่งไปยังสถานที่แปรสภาพหรือกำจัดมูลฝอย

สถานที่ฝังกลบมูลฝอย (Landfill Facility) หมายถึง สถานที่จัดการมูลฝอยที่นำมูลฝอยมาเทกองในพื้นที่ซึ่งจัดเตรียมไว้ ใช้เครื่องจักรกลบอัดกลบทับเป็นชั้นๆ และได้จัดเตรียมมาตรการป้องกันน้ำ ชะขยะมูลฝอยไหลซึมลงสู่แหล่งน้ำใต้ดิน การป้องกันกลิ่นและแมลงวันรบกวน และแพร่กระจายเชื้อโรคสู่สภาพแวดล้อมโดยรอบ

เตาเผามูลฝอย หมายถึง ระบบหรืออุปกรณ์ใดๆ ที่ใช้เพื่อกำจัดมูลฝอยโดยวิธีการเผาไหม้(กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2540)

สรูป มูลฝอย หมายถึง สิ่งของต่างๆ ที่ไม่ได้ใช้แล้วหรือทิ้งแล้ว เช่น ขยะเปียก ขยะแห้งและขยะอันตราย ขยะเหล่านี้มาจากหลายแห่ง อาทิ โรงงานอุตสาหกรรม อาคาร สำนักงาน บ้านเรือน ตลาดสด สถาบัน และที่อื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 แหล่งกำเนิดของมูลฝอย

ธเรศ ศรีสถิตย์, 2553: 61-63 สามารถแบ่งแหล่งกำเนิดของมูลฝอยได้เป็น 5 ประเภท คือ

2.1.2.1 เขตที่พักอาศัย (Domestic Area) ได้แก่ มูลฝอยที่เกิดจากกิจกรรมประจำวันในการดำรงชีวิตตามบ้านเรือนของประชาชนทั่วไป ส่วนใหญ่แล้วมูลฝอยมาจากห้องครัว เช่น เศษอาหาร ผัก ผลไม้ เป็นต้น นอกจากนี้อาจมีเศษกระดาษ พลาสติก ปะปนมาตามกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

2.1.2.2 เขตธุรกิจการค้า ตลาดสด (Commercial Area) ได้แก่ มูลฝอยที่เกิดจากกิจกรรมประเภทการค้าขายของชุมชน โดยเฉพาะตามเขตย่านพาณิชย์กรรม ตลาดสด มูลฝอยส่วนใหญ่ ได้แก่ พวกเศษสินค้าที่ไม่ต้องการ อาทิ บรรจุภัณฑ์พลาสติก กระดาษ เป็นต้น หากพิจารณาในตลาดสดพบมูลฝอยส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ อาทิ เศษผัก ผลไม้ ที่เกิดจากการค้าขายอาหารสด โดยทั่วไปมูลฝอยจากเขตนี้ไม่ค่อยก่อปัญหามากนัก เพราะมูลฝอยประเภทเศษกระดาษ พลาสติกมักถูกคัดแยกออกไปก่อนโดยกลุ่มแม่ค้าหรือพวกเก็บเศษมูลฝอยไปจำหน่าย รวมทั้งพวกเศษอาหาร ผัก สด ผลไม้ จะมีคนมารับซื้อไปเลี้ยงสัตว์

2.1.2.3 เขตสถานที่ราชการ สถาบันการศึกษา (Institutional Area) ได้แก่ มูลฝอยที่เกิดจากกิจกรรมบริการของทางราชการ การเรียนการสอน ที่มีมูลฝอยส่วนใหญ่เป็นพวกเศษกระดาษ พลาสติก นอกจากนี้อาจมีพวกของเสียอันตรายบ้างในส่วนที่มาจากอาคารที่มีการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ การแพทย์ หรือการเพาะเลี้ยงเชื้อ หรือมีสารเคมีประเภทอันตราย อาทิ โลหะหนัก สารรังสี เป็นต้น มูลฝอยอันตรายประเภทนี้สามารถควบคุมได้ง่ายกว่าชุมชน

2.1.2.4 เขตอุตสาหกรรม (Industrial Area) ได้แก่ บริเวณที่มีโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ตั้งอยู่และมีการผลิตมูลฝอยเกิดขึ้น ทั้งที่เกิดจากกระบวนการผลิตโดยตรงและโดยอ้อม อาทิ เกิดจากบรรจุภัณฑ์หรือของเสียจากการผลิตเอง องค์ประกอบของมูลฝอยจากเขตอุตสาหกรรมแบ่งเป็น มูลฝอยทั่วไปและมูลฝอยอันตราย โดยลักษณะของมูลฝอยอันตรายขึ้นอยู่กับประเภทของอุตสาหกรรม มูลฝอยที่เป็นอันตรายอาจมีประโยชน์ต่อกิจกรรมอื่นได้ อาทิ น้ำมันเก่าหรือเศษน้ำมัน เชื้อเพลิง สารทำลายที่ใช้แล้ว สามารถนำไปปรับปรุงคุณภาพหรือผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดอื่นได้ ส่วนมูลฝอยทั่วไปจากเขตอุตสาหกรรมมีลักษณะเหมือนมูลฝอยชุมชนทั่วไป ทั้งนี้อาจเกิดจากกิจกรรมประจำวันของคนงานหรือพนักงาน

2.1.2.5 เขตเกษตรกรรม (Agricultural Area) ได้แก่ บริเวณเขตการเกษตรกรรมที่มีการเพาะปลูก หรือฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ดังนั้น มูลฝอยส่วนใหญ่มักเป็นสารอินทรีย์ที่พร้อมจะเน่า ย่อยสลายและส่งกลิ่นเหม็นรบกวน อาทิ พวกเศษผัก เศษผลไม้ มูลฝอยหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์เลี้ยง หากบางแห่งมีการจัดการที่ดีมูลฝอยเหล่านี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ อาทิ ทำปุ๋ยหมักจากมูลสัตว์หรือเศษผัก ผลไม้ เป็นต้น นอกจากนี้ในเขตเกษตรกรรมนี้ยังมีการใช้สารเคมีและวัตถุพิษต่างๆซึ่งจะกลายเป็นมูลฝอยอันตรายได้เช่นกัน กิจกรรมในแหล่งกำเนิดแต่ละประเภททำให้เกิดมูลฝอยที่ต่างชนิดกันทั้งปริมาณและองค์ประกอบ ดังนั้น ในการจัดการควรจำแนกให้ชัดเจนเพื่อความสะดวกในการเก็บรวบรวม เก็บขน และนำไปกำจัด

2.1.3 ผลเสียที่เกิดจากขยะมูลฝอย

2.1.3.1 ทำให้เกิดทัศนยะจาด คือ แลดูสกปรก ขาดความเป็นระเบียบเรียบร้อย เป็นที่น่ารังเกียจแก่ผู้อยู่อาศัยในบริเวณใกล้เคียงรวมทั้งผู้พบเห็น โดยเฉพาะนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น เมื่อเผยแพร่ให้ผู้อื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นการฝ่าฝืน
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกหรือทำซ้ำ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.2 เป็นแหล่งเพาะและแพร่เชื้อโรค โดยเฉพาะขยะติดเชื้อจากสถานพยาบาล และขยะเปียกที่แบคทีเรียทำหน้าที่ย่อยสลาย เชื้อโรคตามขยะจะแพร่ไปกับน้ำ แมลง หนู และสุนัข ที่มาตอมหรือคุ้ยเขี่ย เช่น เชื้อที่ทำให้เกิดโรคอหิวาต์ ไทฟอยด์และโรคบิด

2.1.3.3 ทำให้ดินเสื่อมและเกิดมลพิษ เพราะจะทำให้พื้นดินสกปรกดินมีสภาพเป็นเกลือ ต่าง หรือกรด หรือมีสารพิษที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในดิน ตลอดจนทำให้สมบัติทางกายภาพของดินเปลี่ยนแปลงไป เช่น โขเดียมทำให้เนื้อดินแตกร่วน

2.1.3.4 ทำลายแหล่งน้ำ

1) ขยะที่ตกในแหล่งน้ำลำคลองและท่อระบายน้ำ จะทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน การไหลของน้ำไม่สะดวกจึงเกิดสภาวะน้ำท่วมได้ง่าย

2) ทำให้เกิดมลพิษทางน้ำในลักษณะต่างๆ เช่น ทำให้น้ำเน่า น้ำเป็นพิษ น้ำที่มีเชื้อโรคและน้ำที่มีคราบไขมัน ซึ่งไม่เหมาะกับการใช้อุปโภคบริโภค สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงคุณภาพ เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะพืชและสัตว์น้ำ

3) ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ เพราะการเผาขยะทำให้เกิดควันและซัลเฟอร์ไดออกไซด์ การหมักหมมและเน่าสลายของขยะ จะก่อให้เกิดก๊าซพิษและกลิ่นเหม็น

4) ก่อความรำคาญและบั่นทอนสุขภาพของมนุษย์ เป็นผลจากการเกิดทัศนะอูจาด ก๊าซพิษ กลิ่นเหม็น เป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคตลอดจนการเกิดมลพิษทางน้ำและอากาศ

5) ทำให้เกิดอัคคีภัย เนื่องจากขยะหลายชนิดติดไฟได้ง่าย โดยเฉพาะเมื่อแห้งจะสามารถลุกติดไฟได้โดยง่าย และยากต่อการควบคุม

6) สร้างปัญหาในการจัดการ เช่น ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการรวบรวมและกำจัด ที่มา <http://www.oknation.net/blog/dell0/2008/01/23/entry-4> 27 มิถุนายน 255

2.2 ขยะอินทรีย์

2.2.1 ลักษณะขยะอินทรีย์

การเรียกชื่อลักษณะของขยะอินทรีย์มีมากมายแตกต่างกัน ตามการจำแนกขยะแต่ละประเภท ดังนี้

2.2.1.1 การจำแนกตามลักษณะทางกายภาพ โดยจำแนกตามลักษณะที่ปรากฏและมองเห็นจากภายนอกสามารถจำแนกออกได้ดังนี้

1) ขยะเปียก (garbage) หมายถึง ขยะมูลฝอยที่เป็นสารอินทรีย์ชนิดต่างๆ และมีความชื้นสูง สามารถย่อยสลายได้ง่ายโดยขบวนการทางชีวภาพ เช่น เศษอาหาร เศษพืชผักและผลไม้ เศษหญ้า เป็นต้น ดังนั้น จึงจำเป็นต้องทำการเก็บขนและนำไปกำจัดทำลายอย่างรวดเร็วเพื่อป้องกันกลิ่นเหม็นจากการเน่าเสียของขยะประเภทนี้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.2 การจำแนกตามองค์ประกอบของขยะมูลฝอย จำแนกได้ดังนี้

ขยะอินทรีย์ (organic waste) ขยะมูลฝอยที่สามารถย่อยสลายได้ด้วยกระบวนการทางชีวภาพ โดยมีจุลินทรีย์ทำหน้าที่ย่อยสลาย เช่น เศษอาหาร เศษพืชผักและผลไม้ เศษหญ้า เศษใบไม้และกิ่งไม้ รวมทั้งซากสัตว์และมูลสัตว์ต่างๆ เป็นต้น ขยะประเภทนี้สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ในรูปแบบของการหมักทำปุ๋ย น้ำหมักชีวภาพ ขยะอินทรีย์แยกได้ตามการย่อยสลายดังนี้ คือ

1) ขยะสีน้ำตาล เป็นขยะที่มีคาร์บอนสูง จึงมีอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูง ส่วนใหญ่เป็นขยะที่แห้ง เช่น หญ้าแห้ง กิ่งไม้ ใบไม้ เศษผม กระจดาช กล่องกระจดาช เปลือกไม้ เป็นต้น

2) ขยะสีเขียว เป็นขยะที่มีไนโตรเจนสูง จึงมีอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำ ส่วนใหญ่เป็นขยะที่สด เช่น หญ้าและใบไม้เขียว เศษอาหาร เศษผัก เปลือกผลไม้ ถู้งน้ำชา กากกาแฟ เปลือกไข่ ดอกไม้ ขนมปัง ข้าว เป็นต้น

2.2.1.3 การจำแนกตามคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของขยะ

การศึกษาคุณสมบัติของขยะอินทรีย์ สำหรับพัฒนาและการกำหนดรูปแบบของการหมักขยะอินทรีย์ที่เหมาะสม จึงต้องศึกษาคุณสมบัติ ดังนี้

1) คุณสมบัติทางกายภาพ

ก. ปริมาณความชื้นของขยะมูลฝอยจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ องค์ประกอบของขยะ ฤดูกาล และสภาพภูมิอากาศ เป็นต้น โดยมีสูตรการคำนวณ ดังนี้

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

โดยกำหนดให้ m = ปริมาณความชื้น (%)

w = น้ำหนักเริ่มต้นของตัวอย่างขยะมูลฝอย (กก.)

d = น้ำหนักของตัวอย่างเดิมหลังจากอบแห้งที่ 105 องศาเซลเซียส (กก.)

ตัวอย่างเช่น ขยะที่เกิดขึ้นในช่วงฤดูฝนย่อมจะมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงกว่าขยะที่มีอยู่ในช่วงฤดูร้อนอันเนื่องมาจากน้ำฝนที่ตกลงมาจนทำให้ขยะมีความเปียกชื้น หรือขยะที่เป็นเศษอาหารและเศษพืชผักผลไม้ก็ย่อมจะมีน้ำเป็นส่วนประกอบมากกว่าขยะจำพวกเศษไม้หรือเศษสิ่งของอื่นๆ เป็นต้น ปริมาณความชื้นมีส่วนสัมพันธ์กับค่าความร้อน (heating value) ของขยะ รวมทั้งปริมาณน้ำชะมูลฝอย (leachate) ที่เกิดขึ้น ถ้าขยะอินทรีย์มีความชื้นระหว่างร้อยละ 50 – 70 วิธีการหมักจะเป็นวิธีที่เหมาะสมในการจัดการขยะอินทรีย์

ข. น้ำหนักจำเพาะ เป็นน้ำหนักของขยะมูลฝอยต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร มีหน่วยเป็น กก./ลบ.ม. (kg/m³) หรือปอนด์/ลบ.ฟุต (lb/ft³) หรือปอนด์/ลบ.หลา (lb/yd³) น้ำหนักจำเพาะเป็นข้อมูลที่ใช้ประเมินค่าน้ำหนักและปริมาตรของขยะที่ต้องจัดการ เกี่ยวพันกับการกำหนดขนาดความจุของถังหมักที่เหมาะสมสำหรับในบ้านพักอาศัย น้ำหนักจำเพาะของขยะมูลฝอย จำแนกออกเป็น 2 แบบด้วยกัน คือ น้ำหนักจำเพาะขณะที่ขยะอยู่ในสภาพถูกอัดให้แน่น (compacted specific weight) และในขณะที่ขยะไม่อยู่ในสภาพถูกอัด (uncompacted specific weight) การบดอัดขยะให้แน่นจะทำให้ปริมาณขยะลดลงไปจากเดิม ส่งผลต่อการจัดการด้านต่างๆ

ค. ขนาด ขยะที่เกิดขึ้นในบ้านพักอาศัยส่วนใหญ่มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน เนื่องจากเป็นขยะที่เกิดจากการอุปโภคและบริโภคเป็นส่วนใหญ่ โดยขยะที่พบมากในแต่ละชุมชน ได้แก่ เศษไม้ เศษอาหาร กิ่งไม้และเศษหญ้าจากสวนมีขนาดไม่แตกต่างกันมากนัก ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง. การยอมให้น้ำซึมผ่าน เป็นการที่ขยะมูลฝอยไม่ว่าจะอยู่ในสภาพถูกอัดแน่นเป็นก้อนหรือในสภาพทั่วไปยินยอมให้น้ำ และมวลสารอื่นๆ ซึมผ่านได้ดีมากน้อยเพียงใด คุณสมบัติดังกล่าวนี้จะเกี่ยวข้องกับการไหลของน้ำชะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากขบวนการย่อยสลายขยะภายในหลุมฝังกลบอาจจะมีไหลซึมและปนเปื้อนกับน้ำใต้ดินที่อยู่ลึกลงไปจากหลุมฝังกลบได้ หากขยะมีคุณสมบัติยอมให้น้ำซึมผ่านได้ดีก็จะส่งผลให้ขยะมูลฝอยมีโอกาสซึมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินได้ง่าย

2.2.1.4 คุณสมบัติทางเคมี การวิเคราะห์ขยะมูลฝอยทางเคมีขั้นสุดท้าย (ultimate analysis) พบว่า ขยะทุกประเภทมีส่วนประกอบทางเคมีดังนี้ ธาตุหลัก ได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ธาตุรอง ได้แก่ ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ และซีลีเนียม ตามลำดับ หากอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับขบวนการย่อยสลายทางชีวภาพ ส่วนประกอบทางเคมีต่างๆ ที่กล่าวมาแล้ว ยังมีโลหะหนักบางชนิดที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม (กรมควบคุมมลพิษ, 2551)

จากการศึกษาองค์ประกอบของขยะอินทรีย์ในกรุงเทพมหานคร พบว่าขยะอินทรีย์มีปริมาณเป็นครึ่งหนึ่งของปริมาณขยะทั้งหมดที่เกิดขึ้น ลักษณะของขยะอินทรีย์ที่เกิดขึ้น ได้แก่ เศษอาหารที่เหลือจากการปรุงและประกอบอาหาร เช่น เปลือก เศษพืชผักต่างๆ เศษใบไม้ กิ่งไม้และเศษอาหารเก่าที่รับประทานไม่หมดเหมาะสมต่อการหมักขยะอินทรีย์ทำปุ๋ยที่มีคุณภาพดีและมีคุณค่าเพิ่มขึ้น

2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อองค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอย

ปริมาณขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ปัจจัยแต่ละด้านจะส่งผลต่อการเกิดปริมาณขยะ มูลฝอยของแต่ละชุมชนแตกต่างกันไป โดยมีปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดขยะมูลฝอย ดังต่อไปนี้

2.2.2.1 สภาวะเศรษฐกิจทั้งประเทศโดยรวมของครัวเรือนและของชุมชนสภาวะเศรษฐกิจนับเป็นปัจจัยสำคัญเบื้องต้นที่มีผลต่อปริมาณการอุปโภคและบริโภค สินค้า หากสภาวะเศรษฐกิจภาวะที่ดี จะทำให้เกิดการบริโภคสินค้าและบริการมากขึ้น เพราะ ประชาชนมีอำนาจการซื้อเพิ่มขึ้นตามสภาวะเศรษฐกิจ ในการจับจ่ายสินค้าของประชาชนไม่ว่าจะเป็น สินค้าที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต เช่น อาหารสด อาหารแห้ง เครื่องนุ่งห่ม เครื่องใช้ประจำวัน หรือ สินค้าที่ฟุ่มเฟือย หากสภาวะเศรษฐกิจไม่ดี ทำให้ประชาชนมีอำนาจการซื้อต่ำ ส่งผลทำให้เกิดปริมาณ ขยะจากการบริโภคสินค้าที่จำเป็นต่อการดำเนินชีวิต เช่น เศษอาหาร เศษพลาสติก เศษโฟม เป็นต้น หากสภาวะเศรษฐกิจมีการขยายตัวจะทำให้ประชาชนมีสภาพคล่องทางการเงินที่ดีด้วย ส่งผลต่อ อำนาจในการซื้อเพิ่มมากขึ้น ทำให้ปริมาณขยะเพิ่มมากขึ้นตามกำลังซื้อ

2.2.2.2 ขนาดของครัวเรือน ครัวเรือนเป็นจุดเริ่มต้นของแหล่งกำเนิดขยะ เนื่องจากสมาชิกในครัวเรือนเป็นผู้ก่อขยะ ในอัตราที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการบริโภคและอุปโภค สินค้าของแต่ละครัวเรือน ดังนั้น ขนาดของครัวเรือนที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อปริมาณขยะที่ต่างกันด้วย โดยจำนวนสมาชิกในครัวเรือน จะสามารถบ่งชี้ถึงของปริมาณขยะที่เกิดขึ้นของแต่ละชุมชนได้ ชุมชนเมืองที่มีประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่นจะเป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดขยะในปริมาณมากกว่าชุมชนชนบทที่มีประชากรอาศัยอยู่อย่างเบา บาง ดังเช่น กรุงเทพมหานครที่มีผู้อยู่อาศัยเป็นจำนวนมากแล้วส่งผลต่อปริมาณขยะที่เกิดจากการ บริโภคอุปโภคตามจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นด้วย

2.2.2.3 ความแตกต่างระหว่างฤดูกาล องค์ประกอบและปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาจะแตกต่างกันไปตามฤดูกาลโดยสินค้าบริโภคและอุปโภคบางประเภทที่จะหาซื้อได้ตาม

ฤดูกาล เช่น พืชผักและผลไม้ตามฤดูกาลสิ่งเหล่านี้จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงองค์ประกอบของขยะอินทรีย์ที่จะเกิดตามมาภายหลัง

2.2.2.4 กฎหมายและระเบียบข้อบังคับที่เกี่ยวข้อง กฎหมายและระเบียบข้อบังคับที่ออกโดยรัฐบาลมอบหมายให้เทศบาลและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) เป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่ดูแล ยังไม่มีการบังคับใช้อย่างมีประสิทธิภาพ การที่รัฐไม่ได้ออกกฎข้อบังคับให้มีการคัดแยกขยะจากแหล่งกำเนิดอย่างชัดเจน คริวเรือนละเลยการคัดแยกขยะที่แหล่งกำเนิด ทำให้เกิดการปนเปื้อนจนไม่สามารถนำขยะกลับมาใช้ได้อย่างเต็มที่และทำให้ปริมาณขยะที่ต้องนำไปกำจัดและทำลายยังสถานที่ฝังกลบเพิ่มมากขึ้น

2.2.2.5 ทศนคติของประชาชน ทศนคติของประชาชนนับเป็นสิ่งสำคัญ หากประชาชนมีทศนคติที่ดีต่อการช่วยลดอัตราการเกิดขยะมูลฝอยให้น้อยลงแล้ว ทำให้ประชาชนพยายามเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมกรบริโภคหรือวิถีชีวิตของตนเองที่ทำให้เกิดขยะให้น้อยที่สุด โดยเริ่มต้นจากการช่วยลดการบริโภคสินค้าฟุ่มเฟือยและสินค้าที่ไม่จำเป็นให้น้อยลง หรืออาจเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของตนเองด้วยการคัดแยกขยะแต่ละประเภท เพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

2.2.2.6 ปัจจัยอื่นๆ ปัจจัยด้านอื่นที่เกี่ยวข้องมีอยู่หลายประการ เช่น งานเทศกาลต่างๆ และวันหยุดตามประเพณี รวมทั้งในวันนักขัตฤกษ์หรือวันสำคัญทางศาสนา จะมีประชาชนออกมาร่วมงานสังสรรค์ที่จัดขึ้นในสถานที่ต่างๆ บริเวณดังกล่าวจะมีปริมาณขยะเป็นจำนวนมาก

2.2.3 ระบบการจัดการขยะมูลฝอย

ระบบการจัดการขยะมูลฝอยที่ครบวงจรประกอบด้วยกระบวนการ ดังนี้

2.2.3.1 การเก็บรวบรวม การเก็บขยะมูลฝอยในครัวเรือนเป็นจุดกำเนิดของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นครั้งแรก ถ้าหากขาดการคัดแยกตั้งแต่ต้นทาง ทำให้ขยะอินทรีย์จะย่อยสลายได้ง่ายปะปนอยู่กับขยะมูลฝอยอื่นที่กำจัดยาก ทำให้ขยะประเภทอื่นๆ เสื่อมสภาพและกำจัดยากซึ่งบในการกำจัดสูง รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยในครัวเรือนสามารถทำได้ (กรมควบคุม, 2551) ดังนี้

1) ระบบถังใบเดียว (one - cans system) การรวมขยะมูลฝอยทุกประเภทภายในถังเดียวที่รับขยะทุกชนิดหรือเรียกว่าขยะผสม (Mixed Refuse) ทำให้ขยะอินทรีย์ค้างไว้นาน เกิดการบูดเน่าและปนเปื้อนกับขยะประเภทอื่น ส่งกลิ่นเหม็นเน่ารำคาญได้โดยง่าย ทำให้ขยะประเภทอื่นที่สามารถนำกลับไปใช้ประโยชน์ได้มีคุณภาพต่ำลง

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

3) ระบบถังสามใบ (three - cans system) การเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยโดยการแยกถังออกเป็น 3 ประเภท ถังใบแรกใส่ขยะเปียก ถังใบที่สองใส่ขยะแห้งและถังใบที่สามใส่ขยะจากพวกเก้าอี้และขยะอันตรายในบ้าน เช่น แบตเตอรี่ ถ่านไฟฉาย กระจกสารเคมีแก้ว เป็นต้น ทำให้แยกประเภทขยะมูลฝอยได้มากขึ้น สะดวกในการกำจัดและปลอดภัยจากอันตรายขณะกำจัดและการเก็บขน

2.2.3.2 ภาชนะรองรับขยะ

เพื่อให้การจัดการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและลดการปนเปื้อนของขยะมูลฝอยที่มีศักยภาพในการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่จะต้องมีการตั้งจุดรวบรวมไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งหมิ่นเหม็ดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขยะมูลฝอย และให้มีการแบ่งแยกประเภทของถังรองรับขยะสีต่าง ๆ โดยมีถุงบรรจุในถัง เพื่อความสะดวกในการเก็บรวบรวมขยะและไม่ตกหล่น ดังนี้



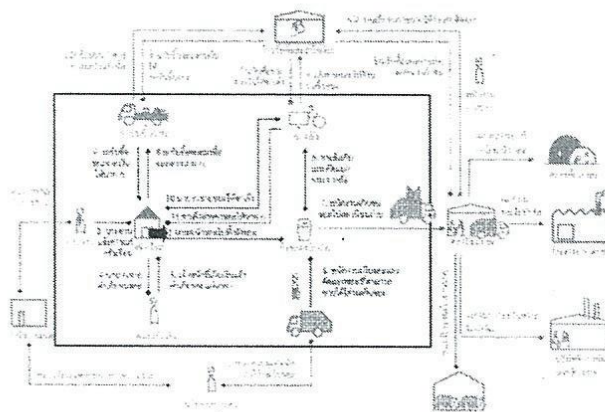
ภาพที่ 2.1 แสดงตัวอย่างถังขยะประเภทต่างๆ

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

อ้างอิงใน อัจฉรสิริ อนุมณี, 2557

- 1) สีเขียว ถังรองรับขยะที่เน่าเสียและย่อยสลายได้เร็ว นำมาหมักทำปุ๋ยได้ เช่น ผักผลไม้ เศษอาหาร ใบไม้
 - 2) สีเหลือง ถังรองรับขยะที่สามารถนำมารีไซเคิลหรือขายได้ เช่น แก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะ
 - 3) สีแดง ถังรองรับขยะที่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เช่น หลอดไฟ ฟลูออเรสเซนต์ ขวดยา ถ่านไฟฉายกระป๋องสีสเปรย์ กระป๋องยาฆ่าแมลง ภาชนะบรรจุสารอันตราย
 - 4) สีฟ้าหรือสีน้ำเงิน ถังรองรับขยะย่อยสลายไม่ได้ ไม่เป็นพิษและไม่คุ้มค่ากับการรีไซเคิล เช่น พลาสติกห่อลูกอม ซองบะหมี่สำเร็จรูป ถุงพลาสติก โฟมและฟอล์ยที่เปื้อนอาหาร
- การสำรวจระบบการเก็บขยะมูลฝอยจากที่พักอาศัยหน่วยงานรักษาความสะอาดของกรุงเทพมหานคร พบว่า การดำเนินเก็บขนขยะมูลฝอยมี 2 วิธี ดังนี้

ก. การเก็บขนขยะมูลฝอยแบบบ้านต่อบ้าน โดยการให้รถเก็บขยะและเจ้าหน้าที่ออกไปเก็บขยะมูลฝอยให้ถึงบ้านและชุมชนที่รถเก็บขยะสามารถเข้าเก็บขนได้ คริวเรื่อนนำขยะมูลฝอยจากบ้านมาใส่ถังขยะรองรับไว้ ถังรองรับตามคริวเรื่อนเป็นระบบถังขยะใบเดียว (One-can System) เป็นถังขยะที่รับขยะทุกชนิดหรือเรียกว่าขยะผสม (Mixed Refuse) เพื่อรอรถเก็บขนมาเก็บขนขยะตามวันที่สำนักงานเขตกำหนด แล้วรถเก็บขนขยะมูลฝอยนั้นจะนำขยะมูลฝอยไปยังสถานีขนถ่ายอ่อนนุชต่อไป ดังภาพที่ 2.2 และภาพที่ 2.3

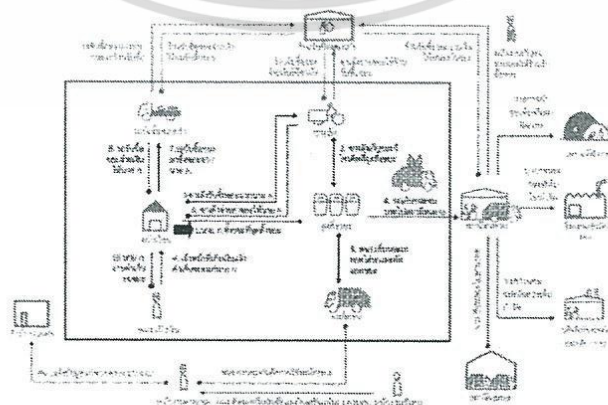


ภาพที่ 2.2 การเก็บขนขยะมูลฝอยแบบบ้านต่อบ้าน
ที่มา : อัจฉรสิริ อนุมณี (2557)



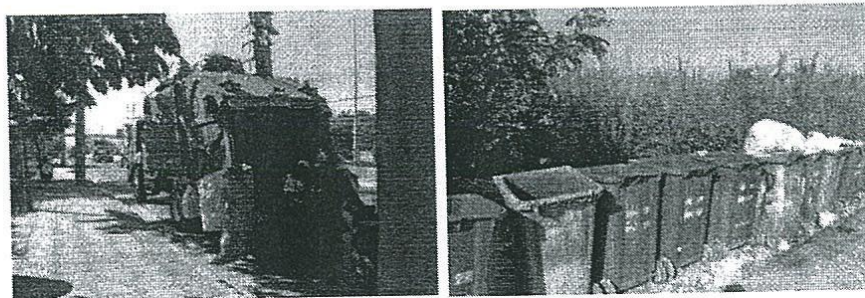
ภาพที่ 2.3 การเก็บขนขยะแบบบ้านต่อบ้านของเจ้าหน้าที่เก็บขนขยะ
ที่มา : อัจฉรสิริ อนุมณี (2557)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5 การเก็บขยะแบบกำหนดจุดของเจ้าหน้าที่เก็บขยะ
ที่มา : อัจฉรสิริ อนุมณี (2557)

จากการสำรวจพบว่า การจัดการขยะของครัวเรือนมีการจัดการที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายด้าน เช่น อุปกรณ์หรือภาชนะรองรับขยะ ลักษณะพื้นที่พักอาศัยที่จำกัด ประสิทธิภาพของการเก็บขยะของสำนักงานเขตที่ไม่สามารถจัดเก็บขยะครัวเรือนได้ทุกวัน ขาดถังขยะแยกประเภท ทำให้เกิดการปนเปื้อนและเน่าเสียของขยะอินทรีย์ ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในชุมชน การเก็บขยะตามครัวเรือนของสำนักงานเขตที่ขาดแคลนทั้งอุปกรณ์และพนักงานรวมถึงวิธีการเก็บขยะของพนักงานที่ไม่สร้างแรงจูงใจในการคัดแยกขยะด้วยการเก็บขยะมูลฝอยแบบบ้านต่อบ้านและการเก็บขยะแบบกำหนดจุดมีจุดเด่นและจุดด้อยต่างกัน ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการเก็บขยะของเจ้าหน้าที่แตกต่างกัน การเก็บขยะในภาพที่ 2.2 เป็นรูปแบบการจัดเก็บที่ใช้เวลานานในแต่ละครั้ง เนื่องจากเจ้าหน้าที่ต้องเดินเก็บจนถึงขยะตามบ้านพักอาศัยแต่ละหลังภายในชุมชนนำไปขนถ่ายใส่รถเก็บขยะ ทำให้เจ้าหน้าที่ใช้เวลานานในการเก็บขยะระหว่างบ้านแต่ละหลังกับระยะห่างของรถเก็บขยะ จากลักษณะของถังขยะที่มีตามครัวเรือนดังภาพที่ 1.1 ส่งผลต่อการทำงานของเจ้าหน้าที่ยากต่อการยกหรือเคลื่อนย้ายถัง ทำให้ขยะและน้ำขยะไหลจากถังขยะในระหว่างเก็บขนได้ ส่งกลิ่นเหม็นสร้างความรำคาญแก่ครัวเรือน ต่างจากการจัดเก็บขยะแบบกำหนดจุด เนื่องจากแต่ละชุมชนมีจุดทิ้งขยะน้อย ทำให้เจ้าหน้าที่ใช้เวลาในการเก็บขยะแต่ละชุมชนน้อยกว่าแบบบ้านต่อบ้าน แต่สร้างความลำบากแก่ครัวเรือนในการนำขยะออกมาทิ้งตามจุดที่กำหนดไว้ และจำนวนถังขยะแบบกำหนดจุดซึ่งมีจำนวนจำกัดไม่เพียงพอแต่ปริมาณขยะของแต่ละชุมชน ทำให้เกิดขยะล้นถังเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคได้ง่ายและสร้างทัศนียภาพที่ไม่ดีในการมอง จากที่กล่าวมาข้างต้น ส่งผลต่อพฤติกรรมการคัดแยกขยะของครัวเรือนที่ไม่เห็นความสำคัญและการใช้ประโยชน์จากการคัดแยกขยะทำให้ขยะอินทรีย์ปนเปื้อนกับขยะประเภทอื่น ทำให้คุณภาพขยะต่ำยากต่อการนำไปใช้ประโยชน์ต่อ

2.3 การหมัก

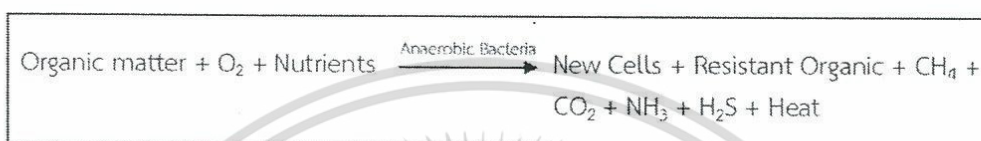
กระบวนการหมักขยะอินทรีย์เป็นกระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพของสารอินทรีย์ ด้วยจุลินทรีย์หลายชนิด ภายใต้สภาวะที่มีสารอาหาร ความชื้น อุณหภูมิและปัจจัยที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ที่มีผลผลิตที่มีความคงตัวมีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำ ไม่มีกลิ่นและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านเกษตรกรรมและอุปโภคได้ จึงต้องคำนึงถึงคุณภาพให้เหมาะแก่การนำไปใช้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทของกระบวนการหมักสามารถแบ่งประเภทได้ดังนี้

2.3.1 การหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Decomposition)

การย่อยสลายอินทรีย์วัตถุของจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ต้องใช้ออกซิเจน ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เป็น ก๊าซและคาร์บอนออกไซด์ การย่อยสลายสารอินทรีย์ อาศัยจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้ออกซิเจน 2 กลุ่ม คือ จุลินทรีย์สร้างกรด (Acid Forming Anaerobic Composting) และจุลินทรีย์สร้างมีเทน (Methanogenic Anaerobic Bacteria) เพื่อใช้สลายสารอินทรีย์ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนและได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นสารคงตัว ก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนออกไซด์ ก๊าซอื่นๆ เช่น แอมโมเนีย ไฮโดรเจนซัลไฟด์ และพลังงานความร้อน ตามปฏิกิริยา ดังนี้



ผลผลิตที่ได้จากในรูปของเหลวที่ได้มาจากการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้จากพืชหรือสัตว์ ลักษณะสดหรืออบน้ำ โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนเป็นส่วนใหญ่ได้เป็นของเหลวออกมาจากพืชหรือสัตว์ ประกอบด้วยกรดอินทรีย์และฮอร์โมนหรือสารเสริมการเจริญเติบโตหลายชนิด โดยการพิจารณาลักษณะที่ดีทางกายภาพของกระบวนการหมัก ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงลักษณะทางกายภาพของกระบวนการหมัก

ลักษณะทางกายภาพในระหว่างการหมัก	การพิจารณาปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่เสร็จสมบูรณ์
1. การเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์สังเกตจากเกิดฝ้าขาวหรือโคโลนีที่เพิ่มขึ้นบริเวณผิวหน้าของถังหมัก	1. น้ำหมักชีวภาพมีลักษณะสีน้ำตาลเข้มใส ไม่ขุ่นดำ ส่วนกากจะตกลงด้านล่าง
2. การเกิดฟองก๊าซคาร์บอนออกไซด์ (CO ₂)	2. น้ำหมักชีวภาพไม่มีกลิ่นเหม็นเน่า แต่มีกลิ่นหอมเหมือนเหล้าหมักหรือมีกลิ่นของกากน้ำตาลและกลิ่นเหม็นเปรี้ยว เนื่องจากเกิดกรดอินทรีย์เพิ่มขึ้น
3. กลิ่นฉุนของแอลกอฮอล์	3. น้ำหมักชีวภาพจะต้องมีฟองก๊าซหรือไม่มีฟองก๊าซคาร์บอนออกไซด์ (CO ₂) หรือมีน้อยมากหากเกิดการหมักวัสดุจนหมดแล้ว
4. หากนำสารละลายมาแตะลิ้นจะมีรสเปรี้ยวจากกรดแลคติก	4. น้ำหมักชีวภาพจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 3-4
5. สารละลายมีลักษณะน้ำตาลใส ไม่ขุ่นดำและมีกลิ่นหอม	

ที่มา : <http://puechkaset.com/> อ้างถึงใน อัจฉรลลริ อนุมณี, 2557

หลังจากกระบวนการหมักเสร็จสมบูรณ์จะได้เป็นสารละลายสีน้ำตาลขุ่นที่ได้จากการย่อยสลายของพืช หรือเซลล์สัตว์ โดยผ่านกระบวนการหมักของจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนและไม่ต้องการออกซิเจนเป็นส่วนใหญ่ ด้วยการเติมน้ำตาลทรายแดงหรือกากน้ำตาลให้เป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ย่อยสลาย โดยทั่วไปเรียกน้ำหมักชีวภาพหรือที่เรียกว่าน้ำหมักจุลินทรีย์ น้ำหมักจุลินทรีย์ประกอบด้วยจุลินทรีย์ในกลุ่มแบคทีเรีย อาทิเช่น *Bacillus sp.*, *Lactobacillus sp.*,

Streptococcus sp. กลุ่มเชื้อรา อาทิเช่น Aspergillus niger, Pennicillium sp., Rhizopus และกลุ่มยีสต์ เช่น Canida sp. ฉะนั้นให้น้ำสกัดอินทรีย์ชีวภาพที่ผ่านกระบวนการย่อยสลายอย่างสมบูรณ์แล้ว จึงประกอบด้วยจุลินทรีย์หลากหลายชนิดและสารประกอบจากเซลล์พืช เซลล์สัตว์ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ธาตุอาหาร เอ็นไซม์ และฮอร์โมนพืชในปริมาณที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่นำมาใช้ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงธาตุอาหารที่อยู่ในน้ำหมักชีวภาพ

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

ที่มา : เสียงแจ้ว พิริยพจน์, 2544 อ้างถึงใน อัจฉรสิริ อนุมณี, 2557

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

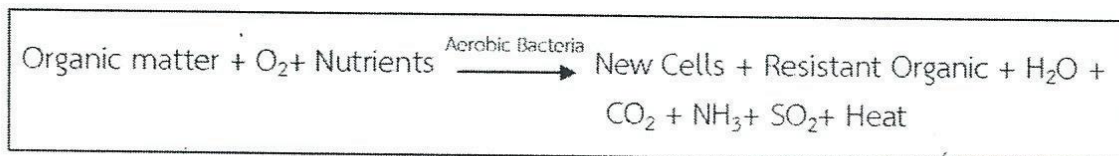
ตารางที่ 2.3 แสดงชนิดของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากวัสดุหมักต่างๆ

ชนิดของน้ำหมัก	ผลิตจากผักและเศษพืช	ผลิตจากขยะอินทรีย์	ผลิตจากสัตว์
วัสดุหมัก	น้ำหมักที่ได้จากเศษพืช เศษผักจากแปลงเกษตร หลังการเก็บ และคัดแยก ผลผลิต	น้ำหมักที่ได้จากขยะในครัวเรือน เช่น เศษอาหาร เศษผักผลไม้ เล็กน้อย	น้ำหมักชีวภาพจากสัตว์ เป็นน้ำหมักที่ได้จากเศษเนื้อต่างๆ เช่น เนื้อปลา เนื้อหอย เป็นต้น
ผลผลิตที่ได้	น้ำหมักที่ได้มีลักษณะเป็นน้ำขุ่นสีน้ำตาล มีกลิ่นหอม ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน กรดแลคติก และฮอร์โมนเอ็นไซม์	น้ำหมักที่ได้มีลักษณะขุ่นสีน้ำตาลจางกว่า ชนิดแรก และมีกลิ่นหอมน้อยกว่า บางครั้งอาจมีกลิ่นเหม็นบ้าง ต้องใช้กากน้ำตาลเป็นส่วนผสม	น้ำหมักที่ได้จะมีสีน้ำตาลเข้ม มักมีกลิ่นเหม็นมากกว่าน้ำหมักที่ได้จากวัตถุดิบอื่น ต้องใช้กากน้ำตาลเป็นส่วนผสม
การนำไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้เป็นหัวเชื้อในการทำปุ๋ยหมักอินทรีย์ - ใช้ในการกำจัดน้ำเสียและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ - ใช้ทำความสะอาดพื้นที่เลี้ยงสัตว์ - ใช้บำบัดกลิ่นเหม็นต่างๆ เช่น ห้องส้วม กองขยะ ท่อระบายน้ำ 		
ข้อควรระวัง	<ul style="list-style-type: none"> - การควบคุมปริมาณกากน้ำตาล เพื่อป้องกันการเกิดกลิ่นเหม็นระหว่างการหมัก - การควบคุมการใช้ปุ๋ยน้ำชีวภาพ โดยไม่ใช่ติดต่อกันหลายวันและใช้ปริมาณที่เข้มข้นสูง 		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ที่มา : เสียงแจ้ว พิริยพจน์, 2544 ; <http://puechkasat.com>
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 การหมักแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Decomposition)

จุลินทรีย์ชนิดใช้ออกซิเจนจะย่อยสลายสารอินทรีย์ (Organic Matter) ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เซลลูโลส กรดอะมิโน ฯลฯ ในสภาวะที่มีออกซิเจน และได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นสารคงตัวหรืออิวมัส น้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซอื่นๆ เช่น แอมโมเนีย ซัลเฟอร์ไดออกไซด์และพลังงานความร้อน ตามปฏิกิริยา ดังนี้



กระบวนการหมักประกอบด้วยกลไกที่สำคัญ 2 ขั้นตอน ได้แก่

การย่อยสลายอย่างเข้มข้น (Intensive rotting phase) เกิดขึ้นในช่วง 24 ชั่วโมงแรกของการหมัก อุณหภูมิของการหมักจะสูงถึง 45 องศาเซลเซียสเป็นช่วงที่เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยแบคทีเรียประเภทมีโซฟิลิก (Mesophilic) หลังจาก 24 ชั่วโมงแล้วอุณหภูมิของการหมักจะสูงขึ้นจนถึงประมาณ 75 องศาเซลเซียส ช่วงนี้การย่อยสลายสารอินทรีย์จะเกิดขึ้นเนื่องจากแบคทีเรียประเภทเทอร์โมฟิลิก (Thermophilic) และอุณหภูมิที่สูงระดับนี้จะทำให้เชื้อโรคที่อยู่ในวัสดุหมักส่วนใหญ่ตายได้ระยะเวลาของการเกิดกลไกนี้จะประมาณ 3-6 สัปดาห์ หรือตั้งแต่ 1-5 วัน ขึ้นอยู่กับวิธีการหมักและองค์ประกอบของวัสดุหมัก

การย่อยสลายขั้นสุดท้าย (Final rotting phase) หลังจากที่มีการย่อยสลายอย่างเข้มข้นเสร็จสิ้นแล้ว อุณหภูมิของการหมักจะค่อยๆ ลดลงจนเหลือประมาณ 30 องศาเซลเซียส อินทรีย์สารที่ย่อยสลายได้ยาก เช่น พวกลูเซลลูโลสจะถูกย่อยสลายขั้นตอนนี้จะใช้เวลาตั้งแต่ 3 เดือนขึ้นไป จนถึง 1 ปี การย่อยสลายในขั้นตอนนี้จะมีกลุ่มจุลินทรีย์พวกรา ได้แก่ ฟังไจ (fungi) และ แอคติโนมัยซิส (actinomycetes) ช่วยในการย่อยสลายสารที่ย่อยสลายได้ยากที่เหลืออยู่ด้วย

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

2.3.3 จุลินทรีย์ที่มีในกระบวนการหมัก

กลุ่มจุลินทรีย์ในการดำเนินกิจกรรมย่อยสลาย ได้แก่ ยีสต์ทำหน้าที่เปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ จุลินทรีย์ที่ผลิตกรดอินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย ผลิตกรดแลคติก (Lactic acid bacteria) หรือแบคทีเรียผลิตกรดอะซิติก (Acetic acid bacteria) และจุลินทรีย์ย่อยสลายแป้ง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อผู้ใช้งานเห็นใบเซปเปอร์เอกสารนี้ในกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรตีน และไขมัน ดังนั้นบทบาทและหน้าที่ของกลุ่มจุลินทรีย์มีความเกี่ยวข้องกับการแปรสภาพอินทรีย์วัตถุให้เป็นของเหลว มีดังนี้

2.3.3.1 กลุ่มยีสต์ (Yeasts) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของยีสต์จะสามารถสืบพันธุ์ได้โดยการแตกหน่อที่ไม่อาศัยเพศ และยีสต์ใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหาร (Brock et al, 1984) ดังนั้นในกระบวนการหมักจำเป็นต้องใช้น้ำตาล โดยยีสต์ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงเป็นแอลกอฮอล์ การเปลี่ยนแปลงน้ำตาลให้เป็นเอทิลแอลกอฮอล์ในสภาพไร้อากาศ นอกจากนี้ยีสต์จะผลิตวิตามินและฮอร์โมนในระหว่างกระบวนการหมักด้วย ในกระบวนการหมักจะมีค่าความกรด-ด่างต่ำมาก แต่ยีสต์สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่เป็นกรดสูง ระหว่าง 4.0-6.5 และดำรงชีพอยู่ได้ในสภาพที่มีค่าพีเอชระหว่าง 1.5-3.5 จะมีจุลินทรีย์กลุ่มอื่นร่วมทำปฏิกิริยาอยู่ด้วย ผลผลิตหลักที่ได้เป็นกรดอินทรีย์เกิดขึ้นมาก ทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูง ในภาวะค่าพีเอชต่ำจะทำให้เกิดจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียได้ และแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักเป็นปัจจัยหนึ่งที่ควบคุมคุณภาพของผลผลิตที่ได้จากกระบวนการหมัก

2.3.3.2 กลุ่มแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก (Lactic acid bacteria) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาแบคทีเรียกลุ่มนี้เป็น Gram-positive asporogenous rod-shaped bacteria จะไม่มีการสร้างสปอร์ รูปร่างของเซลล์มีลักษณะเป็นท่อนสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพไม่มีออกซิเจน และใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหารและพลังงาน แบคทีเรียกลุ่มนี้แบ่งได้ 2 กลุ่มคือ homofermentative เป็นจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติก (Lactic acid) เท่านั้น กลุ่มที่ 2 เรียกว่า heterofermentative หลังจากกระบวนการหมักได้กรดแลคติก กรดอะซิติก พอร์มิก กลีเซอรอล แอลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จุลินทรีย์ดังกล่าวสามารถทนต่อสภาพความเป็นกรดสูง

2.3.3.3 กลุ่มแบคทีเรียที่ผลิตกรดอะซิติก (Acetic acid bacteria) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแบคทีเรียกลุ่มนี้เป็น gram-negative aerobic rod and cocci รูปร่างเป็นท่อนแต่มีหลายลักษณะ เช่น รูปรีหรือไม้กระบอกโค้ง เคลื่อนที่ได้เป็นพวกที่ต้องการออกซิเจน ทนต่อสภาพความเป็นกรดได้ดีที่มีค่าพีเอชต่ำ ระหว่าง 3.0-3.5 บทบาทสำคัญของแบคทีเรียชนิดนี้จะใช้แอลกอฮอล์เป็นอาหารและแหล่งพลังงานให้เป็นกรดอะซิติก โดยปฏิกิริยา oxidation ในสภาพที่มีออกซิเจน (Brock and et al, 1984 อ้างถึงใน เสียงแจ้ว พิริยพจนต์และคณะ, 2544)

2.3.3.4 กลุ่มจุลินทรีย์ย่อยสลายอินทรีย์ไนโตรเจน จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการแปรสภาพอินทรีย์ไนโตรเจนให้เป็นอนินทรีย์ไนโตรเจนประกอบด้วย แบคทีเรีย ราและแอกติโนมัยซีส ผลผลิตหลักที่เกิดจากกระบวนการนี้ส่วนใหญ่ได้แอมโมเนีย จึงเรียกจุลินทรีย์กลุ่มนี้ว่า ammonifiers ทำหน้าที่ย่อยโปรตีนให้มีขนาดโมเลกุลเล็กลงเป็นกรดอะมิโน

2.3.3.5 กลุ่มจุลินทรีย์แปรสภาพฟอสฟอรัส จุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนอินทรีย์ฟอสฟอรัสและอนินทรีย์ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปไม่เป็นประโยชน์ให้เป็นฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ จุลินทรีย์สร้างน้ำย่อย phytase, phosphatase, nucleotidases และ glicerophosphatase

เพื่อแปรสภาพอินทรีย์ฟอสฟอรัสที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชให้เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ จุลินทรีย์ในกระบวนการหมักมีทั้งจุลินทรีย์ประเภทต้องการออกซิเจนและประเภทไม่ต้องการออกซิเจน จุลินทรีย์ทั้ง 2 กลุ่มนี้ต่างพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันสามารถอยู่ร่วมกันได้ โดยแบ่งจุลินทรีย์จากธรรมชาติที่มีประโยชน์ต่อพืช สัตว์และสิ่งแวดล้อมได้ 5 กลุ่ม ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 กลุ่มจุลินทรีย์และหน้าที่ในกระบวนการหมัก

ลำดับ	กลุ่มจุลินทรีย์	หน้าที่
กลุ่มที่ 1	พวกเชื้อราที่มีเส้นใย (Filamentous fungi)	พวกเชื้อราที่มีเส้นใยเป็นตัวเร่งการย่อยสลาย สามารถทำงานได้ดีในสภาพที่มีออกซิเจน มีคุณสมบัติต้านทานความร้อนได้ดี ปกติใช้เป็นหัวเชื้อผลิตเหล้า ผลิตปุ๋ยหมัก
กลุ่มที่ 2	กลุ่มจุลินทรีย์พวกสังเคราะห์แสง (Photosynthetic microorganisms)	สังเคราะห์สารอินทรีย์ให้แก่ดิน เช่น ไนโตรเจน (N ₂) กรดอะมิโน (Amino acids) น้ำตาล (Sugar) วิตามิน (Vitamins) ฮอร์โมน (Hormones) และอื่นๆ เพื่อสร้างความสมบูรณ์ให้แก่ดิน
กลุ่มที่ 3	กลุ่มจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมัก (Aynogumic or Fermented microorganisms)	ทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นให้ดินต้านทานโรค (Diseases resistant) ฯลฯ เข้าสู่วงจรการย่อยสลายได้ดี ช่วยลดการพังทลายของดิน ป้องกันโรคและแมลงศัตรูพืชบางชนิดของพืชและสัตว์สามารถบำบัดมลพิษในน้ำเสีย ที่เกิดจากสิ่งแฉะลุ่มเป็นพิษต่างๆ ได้
กลุ่มที่ 4	กลุ่มจุลินทรีย์พวกตรึงไนโตรเจน (Nitrogen fixing microorganisms) มีทั้งพวกที่เป็นสาหร่าย (Algae) และพวกแบคทีเรีย (Bacteria)	ทำหน้าที่ตรึงก๊าซไนโตรเจนจากอากาศเพื่อให้ดินผลิตสารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโต เช่น โปรตีน (Protein) กรดอินทรีย์ (Organic acids) กรดไขมัน (Fatty acids) แป้ง (Starch or Carbohydrates) ฮอร์โมน (Hormones) วิตามิน (Vitamins) เป็นต้น
กลุ่มที่ 5	กลุ่มจุลินทรีย์พวกสร้างกรดแลคติก (Lactic acids)	มีประสิทธิภาพในการต่อต้านเชื้อราและแบคทีเรียที่เป็นโทษ ส่วนใหญ่เป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศหายใจ ช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคพืชที่มีจำนวนนับแสนหรือให้หมดไป

ที่มา : <http://adisak2009.blogspot.com/> อ้างถึงใน อัจฉรสิริ อนุมณี, 2557

จากกระบวนการหมักทั้งสองรูปแบบต่างมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันไป รวมทั้งผลผลิตที่ได้จากกระบวนการหมักและการนำไปใช้ประโยชน์ แล้วแต่ความเหมาะสมของการนำไปใช้งานของแต่ละคริวเรือน ดังตารางที่ 2.6 เปรียบเทียบคุณลักษณะของกระบวนการหมักทั้งสองรูปแบบ

ตารางที่ 2.6 การเปรียบเทียบการหมักระหว่างแบบใช้อากาศและแบบไม่ใช้อากาศ

รูปแบบการหมัก	การหมักแบบใช้ออกซิเจน	การหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน
วัตถุประสงค์	ลดปริมาณขยะ บำรุงพืช	ผลิตพลังงาน น้ำหมักชีวภาพ ลดปริมาณขยะ
ระยะเวลาหมัก	20-30 วัน	20-40 วัน
ผลิตภัณฑ์จากการหมัก	ฮิวมัส, น้ำ, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	สลัดจ์, ก๊าซมีเทน, น้ำหมัก ชีวภาพ, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
ปริมาณขยะคงเหลือ	น้อยกว่า 50%	มากกว่า 50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเท่านั้น เมื่อเผยแพร่ให้ผู้อื่นโดยไม่ผ่านการคัดค้าน
 ที่มา : Tchobanoglous, G. et al., (1993) อ้างถึงใน ลักษณ์า เบญจวรรณ, 2555 (ดัดแปลง)

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษากระบวนการหมักขยะอินทรีย์ทั้งรูปแบบพบว่า กระบวนการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจนมีความเหมาะสมต่อการจัดการขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยและผลผลิตที่ได้จากกระบวนการหมักที่มีลักษณะเป็นของเหลวที่ประกอบด้วยสารละลายของอินทรีย์วัตถุสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งด้านการเกษตรและสิ่งแวดล้อมในบ้านพักอาศัยได้

2.3.4 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายในกระบวนการหมัก

ระยะเวลาการหมักวัสดุที่มีลักษณะสดในสภาพที่เป็นของเหลวนั้นจะขึ้นอยู่กับปัจจัยของสภาพแวดล้อมและปัจจัยของวัสดุลักษณะสดที่ใช้ในการหมักด้วย ดังนั้นปัจจัยบางประการจะบ่งบอกถึงประสิทธิภาพอัตราการย่อยสลายวัสดุหมักสด ดังนี้

2.3.4.1 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ค่าคาร์บอนและไนโตรเจนที่มีอยู่ในวัสดุหมักถือเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของจุลินทรีย์ โดยคาร์บอนจะเป็นแหล่งให้พลังงาน ส่วนไนโตรเจนใช้สำหรับกระบวนการสร้างเซลล์ และสังเคราะห์โปรตีนของเซลล์ ดังนั้น อัตราส่วนของคาร์บอน และไนโตรเจนจึงเป็นสิ่งสำคัญต่อการเติบโตของจุลินทรีย์ ไนโตรเจนในวัสดุหมักจะถูกเปลี่ยนเป็นแอมโมเนีย หากมีปริมาณแอมโมเนียมากจะมีความเป็นพิษต่อจุลินทรีย์ หากสัดส่วนคาร์บอนสูงกว่าไนโตรเจนมากจะทำให้กระบวนการย่อยสลายจุลินทรีย์ช้าลง ซึ่งอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อการหมักจะอยู่ระหว่าง 20 – 40

2.3.4.2 อุณหภูมิ จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการหมักเป็นจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิปกติหรือระหว่าง 30- 35 องศาเซลเซียสและไม่ต้องการแสงแดด อุณหภูมิที่เหมาะสมเป็นตัวชี้วัดถึงกิจกรรมการดำรงชีวิตที่ดีของจุลินทรีย์ในระบบ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในช่วงแรกที่อุณหภูมิที่ 35 องศาเซลเซียส พวกคาร์โบไฮเดรต เช่น แป้งและน้ำตาลจะถูกย่อยสลาย ส่วนโปรตีนและสารประกอบไนโตรเจนจะถูกย่อยสลายที่อุณหภูมิที่ 60-65 องศาเซลเซียส เมื่อกระบวนการหมักเริ่มจะสมบูรณ์อุณหภูมิจะเริ่มลดลงจุลินทรีย์พวกแอกติโนมัยซีตและฟังไจจะเพิ่มปริมาณขึ้น ทำให้เริ่มเปลี่ยนไปอยู่ในรูปสารประกอบคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนที่ความเสถียรภาพ เช่น เซลลูโลส (Rabbani et al,1983 อ้างถึงใน ลักขณา เบ็ญจวรรณ, 2555)

2.3.4.3 ความชื้น กระบวนการหมักจะต้องการความชื้นสูง โดยบ่งบอกถึงการถ่ายเทออกซิเจนในกระบวนการหมักให้สภาพที่มีความเหมาะสมในกระบวนการหมักให้จุลินทรีย์ดำเนินกิจกรรมได้ดี มีผลต่ออัตราเร็วในการย่อยสลายสารอินทรีย์และทำให้สารละลายในวัสดุหมักออกจากเซลล์ ความชื้นที่เหมาะสมอยู่ระหว่างร้อยละ 70-80 และควรควบคุมความชื้นให้มีค่าเหมาะสมตลอดการหมัก ค่าความชื้นแปรเปลี่ยนตามคุณสมบัติทางกายภาพขนาดของวัสดุหมักและระบบการหมัก (Rabbani et al,1983 อ้างถึงใน ลักขณา เบ็ญจวรรณ, 2555) ความชื้นมีผลกระทบต่ออัตราการถ่ายเทอากาศและกิจกรรมของจุลินทรีย์

2.3.4.4 ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นอีกปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างมากในการหมัก เนื่องจากแบคทีเรีย แอคติโนมัยซีตและฟังไจมีช่วงค่าความเหมาะสมของการเป็นกรด-ด่างในการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปวัสดุหมักเริ่มต้นมีค่ากรด - ด่างประมาณ 6 ในช่วงแรกของการหมักและมีค่าลดลง การย่อยสลายจะเริ่มช้าลง แต่เมื่อช่วงเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นค่ากรด - ด่างจะสูงขึ้นที่ประมาณ 8.5 อย่างรวดเร็ว การหมักไม่จำเป็นต้องมีการปรับค่ากรด - ด่างเริ่มต้น เพราะค่าของการหมักถูกปรับตัวให้เป็นกลางอัตโนมัติ (Miller,1992 อ้างถึงใน ลักขณา เบ็ญจวรรณ, 2555) การปรับค่าพีเอชจึงไม่จำเป็นในการเริ่มต้นการหมัก ยกเว้นกรณีที่วัสดุหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่หรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต หากมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อผู้จัดทำเอกสาร

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีค่าเริ่มต้นสูงหรือต่ำเกินไปทำให้กระบวนการหมักในช่วงแรกเกิดได้ช้า ควรปรับค่าพีเอชให้เหมาะสม เพื่อเพิ่มอัตราการย่อยสลายในการหมัก (Haug, 1993 อ้างถึงใน ลักขณา เบ็ญจวรรณ, 2555)

2.3.4.5 ขนาด ขนาดของเศษวัสดุคือสิ่งที่ควรคำนึงถึงด้วย เพราะถ้าขนาดของเศษ วัสดุที่นำมาหมักมีขนาดเล็กอัตราการย่อยสลายจะเกิดเร็วกว่าเศษวัสดุที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากมีพื้นที่ ผิวให้จุลินทรีย์สัมผัสมาก จึงเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์อย่างทั่วถึง แต่ถ้าเศษวัสดุที่นำมาหมักมี ขนาดเล็กเกินไปจะทำให้ความพรุนในกองหมักลดลง ทำให้ไปขัดขวางการระบายอากาศของการหมัก ได้

2.3.4.6 การระบายอากาศ โดยทั่วไปแล้วกระบวนการหมักเกิดขึ้นในสภาพที่ไม่มี ออกซิเจนมากกว่ามีออกซิเจน และได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ในระหว่างการหมัก ดังนั้นต้องให้ มี การระบายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกไป เพื่อเป็นการรักษาภาวะในการหมักให้เหมาะสมและลดการ สะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (เสียงแจ้ว พิริยพจนต์และคณะ, 2544)

2.3.5 แนวทางการใช้ประโยชน์จากผลผลิต

2.3.5.1 ด้านสิ่งแวดล้อม

1) การใช้บำบัดกลิ่นเหม็นต่างๆ โดยผสมน้ำในสัดส่วน 1 ต่อ 10 แล้วราด บริเวณที่มีกลิ่น เช่น ห้องส้วม กองขยะ ท่อ ระบายน้ำ เป็นต้น จุลินทรีย์จะไปเร่งการย่อยสลายที่เป็น ต้นเหตุให้เกิดกลิ่นเหม็นแล้วคายออกซิเจนออกมา

2) การเทลงโถส้วมหรือท่อระบายน้ำทิ้ง หลังใช้งาน จุลินทรีย์จะไปช่วยย่อย สลายสารตกค้างทำให้ส้วมไม่เต็มเร็ว และท่อระบายน้ำทิ้งไม่อุดตัน

3) การเทลงในที่ระบายน้ำหรือบ่อที่มีน้ำเน่าเสีย จุลินทรีย์จะไปย่อยสลาย อินทรีย์สารที่เป็นเหตุให้น้ำเน่า แล้วเพิ่มก๊าซออกซิเจนในน้ำทำให้น้ำหายเน่าเสีย

2.3.5.2 ด้านการเกษตร

1) น้ำหมักชีวภาพผสมอัตราส่วน 1 ส่วนต่อน้ำ 500 ส่วน ใช้ฉีดหรือรดที่ใบ โคนต้นไม้สัปดาห์ละ 3-4 ครั้งจะทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดี

2) น้ำหมักชีวภาพนำไปผสมกับพืชบางชนิด เช่น ใบและเมล็ดสะเดา ตะไคร้ หอม ข่า สาบเสือ ยาฉุน โลติ้น เป็นต้น ใช้ฉีดต้นไม้อัตการก่อกวนของแมลง โดยไม่ต้องใช้ปุ๋ยเคมีและ ยาฆ่าแมลง โดยน้ำจุลินทรีย์มีประโยชน์จะช่วยให้คุณภาพสิ่งแวดล้อมดีขึ้น

3) น้ำหมักชีวภาพช่วยเพิ่มอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ในดิน และน้ำ

4) น้ำหมักชีวภาพใช้รดต้นพืชหรือแช่เมล็ดพันธุ์ ท่อนพันธุ์เพื่อเร่งการเกิด ราก และการเจริญเติบโตของพืช

5) น้ำหมักชีวภาพเป็นสารที่ทำหน้าที่เหมือนฮอร์โมนพืช กระตุ้นการเกิด ราก และการเจริญเติบโต ทำให้ผลผลิต และคุณภาพสูงขึ้น

จากการศึกษาการจัดการขยะอินทรีย์และกระบวนการหมักขยะอินทรีย์ เพื่อนำขยะอินทรีย์ ไปใช้ประโยชน์ จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบของขยะอินทรีย์ที่เกิดจากการอุปโภคและบริโภคในครัวเรือน มีความชื้นสูงเหมาะต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้ออกซิเจนที่เป็นกิจกรรมหลักของ กระบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในกระบวนการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน โดยผลผลิตที่ได้รับจาก กระบวนการหมักครัวเรือนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ภายในบ้านพักอาศัยได้ ส่งผลต่อด้านสิ่งแวดล้อม

เช่น ใช้ดับกลิ่นเหม็นของท่อระบายน้ำและส้วม ส่วนด้านการเกษตร เช่น บำรุงต้นไม้ ช่วยไล่ศัตรูพืช เป็นต้น

ไม่ว่ากรณีนี้ที่กล่าวถึงอีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจนจะประสบผลสำเร็จจนได้ผลผลิตนั้น จำเป็นต้องควบคุมปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการหมัก เช่น ความชื้น การระบายอากาศ สัดส่วนของวัสดุหมัก ขนาดของถังหมักที่ช่วยควบคุมอุณหภูมิให้มีสภาวะเหมาะสมต่อการดำเนินกิจกรรมของจุลินทรีย์ในกระบวนการหมัก เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีประสิทธิภาพนำไปสู่การออกแบบและพัฒนาถังหมักที่สามารถควบคุมปัจจัยที่มีต่อกระบวนการหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิต

2.4 เกษตรอินทรีย์

เกษตรอินทรีย์คืออะไร เป็นคำถามที่ไม่แน่ใจว่าผู้คนจะลึกซึ้งมากน้อยเพียงใด ดังที่กล่าวมาแล้วว่าเกษตรอินทรีย์เกิดขึ้นในยุโรป ดังนั้นนิยามของเกษตรอินทรีย์จะแตกต่างกันไปตามข้อกำหนดของหน่วยงานรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ของแต่ละประเทศ ซึ่งมีความหมายที่แตกต่างจากผักไร้สารพิษ ผักปลอดภัยจากสารพิษ และผักอนามัยดังนี้

เกษตรอินทรีย์ (Organic Farming or Organic Agriculture) ในความหมายของสหพันธ์เกษตรนานาชาติ International Federation of Agriculture Movement (IFOAM) นั้น หมายถึงระบบการเกษตรที่ผลิตอาหารและเส้นใย ด้วยความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม สังคมและเศรษฐกิจ โดยเน้นการปรับปรุงบำรุงดิน การเคารพต่อศักยภาพทางธรรมชาติของพืชสัตว์และระบบนิเวศ การเกษตรอินทรีย์จึงลดการใช้ปัจจัยการผลิตจากภายนอกและหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีสังเคราะห์ เช่น ปุ๋ยเคมี สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและเวชภัณฑ์สำหรับสัตว์ ขณะเดียวกันก็ประยุกต์ใช้ธรรมชาติในการเพิ่มผลผลิต และพัฒนาความต้านทาน ต่อโรคของพืชและสัตว์เลี้ยงเกษตรอินทรีย์คือระบบการผลิตที่คำนึงถึงสภาพแวดล้อม รักษาสมดุลของธรรมชาติและความหลากหลายของทางชีวภาพ โดยมีระบบการจัดการนิเวศวิทยาที่คล้ายคลึงกับธรรมชาติและหลีกเลี่ยงการใช้สารสังเคราะห์ไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยเคมี สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและฮอร์โมนต่างๆ ตลอดจนไม่ใช้พืชหรือสัตว์ที่เกิดจากการตัดต่อทางพันธุกรรมที่อาจเกิดมลพิษในสภาพแวดล้อมเน้นการใช้อินทรีย์วัตถุ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด และ ปุ๋ยชีวภาพในการปรับปรุงบำรุงให้มีความอุดมสมบูรณ์ เพื่อให้ต้นพืชมีความแข็งแรงสามารถต้านทานโรคและแมลงด้วยตนเอง รวมถึงการนำเอาภูมิปัญญาชาวบ้านมาใช้ประโยชน์ด้วย ผลผลิตที่ได้จะปลอดภัยจากสารพิษตกค้างทำให้ปลอดภัยทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคและไม่ทำให้สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรมเกษตรอินทรีย์ อีกความหมายหนึ่ง หมายถึง ระบบการเกษตรที่ไม่ใช้ปุ๋ยเคมีในการปรับปรุงบำรุงดิน ไม่ใช้สารเคมีในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ไม่ใช้สารเคมีในการกำจัดวัชพืช ตลอดจนไม่ใช้ฮอร์โมนกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชและสัตว์ นอกเหนือไปจากการไม่ใช้สารเคมี ปุ๋ยเคมีและสารสังเคราะห์ทั้งหมดแล้ว การจะเป็นเกษตรอินทรีย์สมบูรณ์แบบนั้น ในดินในน้ำและในอากาศก็ต้องไม่มีสารเหล่านี้ตกค้างอยู่ด้วย การทำเกษตรอินทรีย์จึงต้องเลือกพื้นที่ที่ไม่เคยทำการเกษตรเคมีมาไม่น้อยกว่า 3 ปี ควรต้องเป็นพื้นที่ค่อนข้างเป็นที่ดอนและโล่งแจ้ง ต้องอยู่ห่างจากโรงงานอุตสาหกรรม อยู่ห่างจากแปลงที่ปลูกพืชโดยใช้สารเคมีและปุ๋ยเคมี อยู่ห่างจากถนนหลวงหลักและจะต้องมีแหล่งน้ำปลอดสารเคมีและสารมีพิษทั้งหมดด้วย

สรุป เกษตรอินทรีย์ คือระบบการผลิตที่คำนึงถึงสภาพแวดล้อม รักษาสมดุลของธรรมชาติและความหลากหลายทางชีวภาพ โดยมีระบบจัดการนิเวศวิทยาที่คล้ายคลึงกับธรรมชาติ หลีกเลี่ยงการใช้สารสังเคราะห์ไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยเคมี สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและฮอร์โมนต่างๆ ตลอดจนไม่ใช้พืชสัตว์ที่เกิดจากการตัดต่อทางพันธุกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

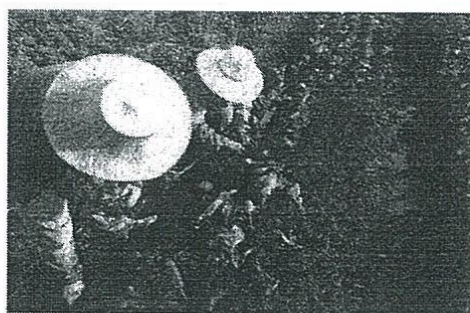
ผักไร้สารพิษ คือ ผักที่มีระบบการผลิตที่ไม่ใช้สารเคมีใดๆ ทั้งสิ้นไม่ว่าจะเป็นสารเคมีเพื่อปราบศัตรูพืชหรือปุ๋ยเคมีทุกชนิด แต่จะใช้ปุ๋ยอินทรีย์และผลผลิตที่เก็บเกี่ยวแล้วต้องไม่มีสารพิษใดๆ ทั้งสิ้น ผักปลอดสารพิษ คือผักที่มีระบบการผลิตที่มีการใช้สารเคมีในการป้องกันและปราบศัตรูพืชรวมทั้งปุ๋ยเคมีเพื่อการเจริญเติบโตผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ยังมีสารพิษตกค้างไม่เกินปริมาณที่กำหนดไว้เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 163 พ.ศ. 2538

ผักอนามัย คือผักที่มีระบบการผลิตที่มีการใช้สารเคมีในการป้องกันและปราบศัตรูพืชรวมทั้งปุ๋ยเคมีเพื่อการเจริญเติบโต ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ยังมีสารตกค้างไม่เกินปริมาณที่กำหนดไว้เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคและมีความสะอาดผ่านกรรมวิธีการปฏิบัติก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวตลอดจนการขนส่ง และการบรรจุหีบห่อได้คุณสมบัติมาตรฐาน เป็นเกษตรอินทรีย์เป็นอย่างดี



ภาพที่ 2.6 แสดงการปลูกผักไร้สารจากสารพิษ
ที่มา : การทำเกษตรประยุกต์ อช03074 : หน้า 19

การเกษตรปัจจุบันสามารถปรับเปลี่ยนเป็นเกษตรอินทรีย์ได้โดยเริ่มต้นศึกษาความรู้จากมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ที่ถูกกำหนดขึ้นเพื่อปฏิบัติ โดยศึกษาความรู้จากธรรมชาติ เมื่อเริ่มปฏิบัติตามนี้แล้วก็นับได้ว่าก้าวเข้าสู่การทำเกษตรอินทรีย์ซึ่งเรียกได้ว่าเป็นเกษตรอินทรีย์ในระยะปรับเปลี่ยน เมื่อปฏิบัติอย่างเคร่งครัดและต่อเนื่องตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ไม่นานก็จะเป็นเกษตรอินทรีย์ได้ ทั้งนี้ ข้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับประเภทเกษตรอินทรีย์ที่จะผลิตซึ่งได้ถูกกำหนดไว้ในมาตรฐานเกษตรอินทรีย์แล้ว ข้อสำคัญนั้นอยู่ที่การทำความเข้าใจเกษตรอินทรีย์ให้ท่องแท้มีความตั้งใจจริง มีความขยันหมั่นเพียรไม่ทอดยอดปัญหา หรืออุปสรรคใด ๆ มีความสุขในการปฏิบัติก็จะบรรลุวัตถุประสงค์และประสบความสำเร็จดังที่ตั้งใจไว้ เพราะเกษตรอินทรีย์เป็นเรื่องที่ทุกคนสามารถปฏิบัติได้จริงเมื่อเป็นเกษตรอินทรีย์แล้วสามารถขอเอกสารรับรองมาตรฐานจากภาครัฐ หรือเอกชน จึงจะนับว่าเป็นเกษตรอินทรีย์ที่สมบูรณ์เป็นสมบัติล้ำค่าของแผ่นดิน



ภาพที่ 2.7 แสดงการปลูกผักไร้สารจากสารพิษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาวเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ที่มา : การทำเกษตรประยุกต์ อช03074 : หน้า 19

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 หลักการเกษตรอินทรีย์

หลักการสำคัญ 4 ข้อ ของเกษตรอินทรีย์ คือ สุขภาพ, นิเวศวิทยา, ความเป็นธรรม, และการดูแลเอาใจใส่ (health, ecology, fairness and care)

2.4.1.1 หลักพื้นฐานของการทำเกษตรอินทรีย์

- 1) ห้ามใช้สารเคมีสังเคราะห์ทางการเกษตรทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยเคมี ยาฆ่าหญ้า ยาป้องกันกำจัดศัตรูพืชและฮอร์โมน
- 2) เน้นการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุเช่นปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด ตลอดจนการปลูกพืชหมุนเวียนเพื่อให้พืชแข็งแรงมีความต้านทานต่อโรคแมลง
- 3) รักษาความสมดุลของธาตุอาหารภายในฟาร์ม โดยใช้ทรัพยากรในท้องถิ่นมาหมุนเวียนให้เกิดประโยชน์สูงสุด
- 4) ป้องกันมิให้มีการปนเปื้อนของสารเคมีจากภายนอกฟาร์ม ทั้งจากดิน น้ำ และอากาศ โดยจัดสร้างแนวกันชนด้วยการขุดคูหรือปลูกพืชยืนต้น และพืชล้มลุก
- 5) ใช้พันธุ์พืชหรือสัตว์ที่มีความต้านทานและมีหลากหลาย ห้ามใช้พันธุ์พืชหรือสัตว์ที่ได้จากการตัดต่อสารพันธุกรรม
- 6) การกำจัดวัชพืชใช้เตรียมดินที่ดี และแรงงานคนหรือเครื่องมือกลแทนการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช
- 7) การป้องกันกำจัดวัชพืชใช้สมุนไพรกำจัดศัตรูพืชแทนการใช้ยาเคมีกำจัดศัตรูพืช ถือเป็นกรรมวิธีที่เป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อมโดยรอบของชุมชนและเกษตรกร
- 8) ใช้ฮอร์โมนที่ได้จากธรรมชาติ เช่น จากน้ำสกัดชีวภาพแทนการใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์
- 9) รักษาความหลากหลายทางชีวภาพ โดยการรักษาไว้ซึ่งพันธุ์พืชหรือสัตว์สิ่งที่มีชีวิตทุกชนิดที่มีอยู่ในท้องถิ่นตลอดจนปลูกหรือเพาะเลี้ยงขึ้นมาใหม่
- 10) การปฏิบัติหลักการเก็บเกี่ยวและการแปรรูปให้ใช้วิธีธรรมชาติ และประหยัดพลังงาน
- 11) ให้ความเคารพสิทธิมนุษยชนและสัตว์
- 12) ต้องเก็บบันทึกข้อมูลไว้อย่างน้อย 3 ปี เพื่อรอการตรวจสอบ

2.4.1.2 วิธีการทำเกษตรอินทรีย์

- 1) ไม่ใช้สารเคมีใดๆ ทั้งสิ้น เช่น ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ และยาปราบศัตรูพืช
- 2) มีการไถพรวนระยะเริ่มแรก และลดการไถพรวนเมื่อปลูกไปนานๆ เพื่อรักษาสภาพโครงสร้างของดิน
- 3) มีการเปลี่ยนโครงสร้างของดินตามธรรมชาติ คือมีการค้ำดินด้วยใบไม้แห้ง หญ้าแห้ง ฟางแห้ง วัสดุอื่นๆที่หาได้ในท้องถิ่นเพื่อรักษาความชื้นของดิน
- 4) มีการใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และปุ๋ยพืชสด เพื่อบำรุงรักษาแร่ธาตุที่จำเป็นแก่พืชในดิน อีกทั้งยังเป็นการเติมคุณค่าที่มีประโยชน์ต่อพืชลงไปดินเพาะปลูกได้อย่างเหมาะสม
- 5) มีการเติมจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ลงไปดินที่ใช้สำหรับเพาะปลูก
- 6) มีการเอาเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาช่วย เช่น เทคนิคการปลูก การดูแลเอาใจใส่ การขยายพันธุ์ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ การให้น้ำตลอดจนการเก็บเกี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) มีการปลูกอย่างต่อเนื่อง ไม่ปล่อยให้ดินให้ว่างเปล่า แห้งแล้ง ทำให้โครงสร้างของดินเสียจุลินทรีย์จะตายอย่างน้อยให้ปลูกพืชคลุมดินไว้ชนิดใดก็ได้

8) มีการป้องกันศัตรูพืช โดยใช้สารสกัดธรรมชาติ เช่น สะเดา ข่า ตะไคร้ ยาสูบ โส้ดิน และพืชสมุนไพรอื่นๆ ที่มีอยู่ในท้องถิ่นจะเห็นได้ว่าการทำเกษตรแบบอินทรีย์นั้นไม่ใช่เรื่องเกินความสามารถของเกษตรกรไทย และการทำเกษตรอินทรีย์นั้นจะได้ผลผลิตน้อยในระยะแรกเท่านั้น เมื่อดินเริ่มฟื้นมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติแล้วผลผลิตจะสูงขึ้น

ข้อดีของเกษตรอินทรีย์ คือ

- 1) ให้ผลผลิตที่มีปริมาณ และคุณภาพที่ดีกว่า
- 2) ให้ผืนดินที่อุดมสมบูรณ์ดีกว่า
- 3) ให้สิ่งแวดล้อมที่ดีกว่า
- 4) ให้คุณภาพชีวิต และคุณภาพจิตที่ดีกว่า
- 5) ผู้บริโภคและเกษตรกรผู้ผลิต ไม่ต้องเสี่ยงต่อสารพิษที่อาจก่อให้เกิดโรคร้ายที่เป็นอันตรายต่อชีวิต การเกษตรอินทรีย์ เป็นสิ่งดีที่น่าจะเป็นการร่วมใจกันกับธรรมชาติ ซึ่งจะนำไปสู่ระบบการผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืน มั่งคั่งและปลอดภัย

2.4.2 หลักการผลิตพืชเกษตรอินทรีย์และการปรับปรุงดิน

1. ไม่เผาตอซัง
2. ใช้ปุ๋ยคอก, ปุ๋ยหมัก
3. ใช้ปุ๋ยพืชสด
4. ใช้ปุ๋ยชีวภาพ
5. ใช้วิธีผสมผสาน ระบบการปลูกพืชผสมผสานหลายชนิด และเกื้อกูลกัน



ภาพที่ 2.8 แสดงการผลิตพืชเกษตรอินทรีย์และการปรับปรุงดิน

ที่มา : การทำเกษตรประยุกต์ อช03074 : หน้า 21

2.4.2.1 การปรับปรุงคุณภาพดินสู่ระบบเกษตรอินทรีย์ ปัจจุบันกระแสการดูแลสุขภาพสุขภาพของประชากรโลกเริ่มมีมากขึ้น ทำให้ผู้บริโภคหันมาใส่ใจในการเลือกซื้ออาหารที่ปลอดภัยและปราศจากสารเคมีต่างๆที่ตกค้างอยู่ในผลผลิตผลการเกษตรซึ่งสารเคมีตกค้างล้วนแล้วแต่เป็นอันตรายต่อร่างกาย ด้วยเหตุนี้การเกษตรของประเทศหลายประเทศได้ปรับเปลี่ยนมาสู่การคิดหาวิธีการทำเกษตรกรรมที่ไม่ใช้สารเคมีสังเคราะห์ เรียกว่า เกษตรอินทรีย์ (Organic Agriculture) เพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิตและได้ผลผลิตที่เป็นที่ต้องการของตลาดโดยการพยายามประยุกต์ใช้ธรรมชาติ

เอกลีกรีนเป็นเอกลีกรีนที่ส่งเสริมให้เกษตรกรหันมาใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพแทนปุ๋ยเคมีซึ่งมีต้นทุนสูงและไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ลดการใช้ปัจจัยการผลิตภายนอกและหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีสังเคราะห์ ซึ่งวิธีการทำเกษตรแนวนี้จะไม่เป็นอันตรายต่อทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค

2.4.2.2 วิธีการปรับปรุงดิน ปัจจัยหรือสาเหตุที่ทำให้ดินเป็นกรดได้แก่ การเน่าเปื่อยของสารอินทรีย์ในดิน การใส่ปุ๋ยเคมีบางชนิด สารที่ปล่อยจากโรงงาน อุตสาหกรรมบางประเภท ปัจจัยที่ทำให้ดินเป็นเบสได้แก่ การใส่ปูนขาว (แคลเซียมไฮดรอกไซด์)ความเป็นกรด-เบสของดินนั้น มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช พืชแต่ละชนิดเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีค่า pH ที่เหมาะสมแก่พืชนั้นๆ ถ้าสภาพ pH ไม่เหมาะสมทำให้พืชบางชนิดไม่สามารถดูดซึมแร่ธาตุที่ต้องการที่มีในดินไปใช้ประโยชน์ได้ การแก้ไขปรับปรุงดิน ดินเป็นกรด แก้ไขได้โดยการเติมปูนขาวหรือดินมาร์ล ดินเป็นเบสแก้ไขได้โดยการเติมแอมโมเนียมซัลเฟตหรือผงกำมะถัน ดินมาร์ลคือ ดินที่ได้จากการสลายตัวของหินปูน ซึ่งมีแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบ ดินมาร์ลมีมากในจังหวัดสระบุรี ลพบุรี และนครสวรรค์

2.4.2.3 การปรับปรุงดินให้มีความสมบูรณ์ แนวทางที่จะทำให้ดินเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ เป็น ดินที่มีชีวิต สามารถเพาะปลูกพืชให้ได้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพดีไม่ว่าจะเป็นพืชไร่-นา ผัก ผลไม้ ดอกไม้ก็ตาม และจะเป็นแนวทางที่จะสามารถผลิตผลผลิตที่ปลอดภัยจากสารพิษทางการเกษตร ทั้งผู้ผลิต และผู้บริโภคช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม สามารถทำเป็นอาชีพได้อย่างยั่งยืน ซึ่งแนวทางนั้นก็คือ แนวทาง เกษตรธรรมชาติ นั่นเอง

1) มีการปรับปรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ ซึ่งสามารถทำได้โดย

1.1 ปรับปรุงดินโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยน้ำชีวภาพ และปุ๋ยพืชสด ส่วนปุ๋ยชีวภาพ ได้แก่ ไรโซเบียม ไมโคไรซา ปุ๋ยเหล่านี้จะให้ทั้งธาตุหลักและธาตุอาหารรองแก่พืชอย่างครบถ้วน จึงใช้ทดแทนปุ๋ยเคมี ปุ๋ยหมัก



ภาพที่ 2.9 แสดงการผลิตพืชเกษตรอินทรีย์

ที่มา : การทำเกษตรประยุกต์ อช03074 : หน้า 22

1.2 การคลุมดิน ทำได้โดยใช้เศษพืชต่างๆ จากไร่-นา เช่น ฟาง หญ้าแห้ง ต้นกล้วย ใบไม้ ขุยมะพร้าว เศษเหลือทิ้งจากไร่นา หรือ กระดาษหนังสือพิมพ์ พลาสติกคลุมดิน หรือการปลูกพืชคลุมดิน การคลุมดินมีประโยชน์หลายประการ คือ ช่วยป้องกันการชะล้างของหน้าดิน และรักษาความชุ่มชื้นของดินเป็นการอนุรักษ์ดินและน้ำช่วยทำให้หน้าดินอ่อนนุ่มสะดวกต่อการไถของรากพืช ซึ่งประโยชน์ต่างๆ ของการคลุมดินดังกล่าวมานี้จะช่วยส่งเสริมให้พืชเจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตดี

1.3 การปลูกพืชหมุนเวียน เนื่องจากพืชแต่ละชนิดต้องการธาตุอาหารแตกต่างกันทั้งชนิดและปริมาณอีกทั้งระบบรากยังมีความแตกต่างกันทั้งในด้านการแผ่กว้างและหยั่งลึก ถ้ามีการจัดระบบการปลูกพืชอย่างเหมาะสมจะทำให้การใช้ธาตุอาหารมีทั้งที่ถูกใช้และสะสมสลับกันไปทำให้ดินไม่ขาดธาตุอาหารธาตุใดธาตุหนึ่ง ดินดีปลูกอะไรก็งอกงาม ด้านทานโรคแมลงและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ปลูกพืชหลายชนิด การปลูกพืชหลายชนิดเป็นการจัดสภาพแวดล้อมในไร่-นา ซึ่งจะช่วยลดการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชได้ เนื่องจากการปลูกพืชหลายชนิดจะทำให้มีความหลากหลายทางชีวภาพ มีแหล่งอาหารที่หลากหลายของแมลงจึงมีแมลงหลากหลายชนิดมาอาศัยอยู่ร่วมกัน ในจำนวนแมลงเหล่านี้จะมีทั้งแมลงที่เป็นศัตรูพืชและแมลงที่เป็นศัตรูธรรมชาติที่จะช่วยควบคุมแมลงศัตรูพืชให้คล้ายคลึงกับธรรมชาติในป่าที่อุดมสมบูรณ์นั่นเอง

2.1 การปลูกพืชหมุนเวียน เป็นการไม่ปลูกพืชชนิดเดียวกันหรือตระกูลเดียวกันติดต่อกันบนพื้นที่เดียวกัน การปลูกพืชหมุนเวียนจะช่วยหลีกเลี่ยงการระบาดของโรคและแมลงและช่วยประโยชน์ในทางด้านการปรับปรุงดิน

2.2 การปลูกพืชแซม การเลือกพืชมาปลูกร่วมกันหรือแซมกันนั้นพืชที่เลือกมานั้นต้องเกื้อกูลกัน เช่น ช่วยป้องกันแมลงศัตรูพืชช่วยเพิ่มธาตุอาหารให้อีกชนิดหนึ่ง ช่วยคลุมดิน ช่วยเพิ่มรายได้ก่อนเก็บเกี่ยวพืชหลัก เป็นต้น

3) อนุรักษ์แมลงที่มีประโยชน์ ซึ่งสามารถทำได้โดย

3.1 การที่ไม่ใช้สารเคมี เนื่องจากสารเคมีทำลายทั้งแมลงศัตรูพืชและแมลงศัตรูธรรมชาติที่มีประโยชน์ด้วย

3.2 ปลูกดอกไม้สีสด ๆ เช่น บานชื่น ทานตะวัน บานไม่รู้โรย ดาวเรือง ดาวกระจาย เป็นต้น โดยปลูกไว้ รอบแปลง หรือปลูกแซมลงในแปลงเพาะปลูก สีของดอกไม้จะดึงดูดแมลงนานาชาติและในจำนวนนั้นก็มีแมลงศัตรูธรรมชาติด้วย จึงเป็นการเพิ่มจำนวนแมลงศัตรูธรรมชาติในแปลงเพาะปลูกซึ่งจะช่วยควบคุมแมลงศัตรูพืชให้แก่เกษตรกร

การปรับปรุงบำรุงดินให้มีความสมบูรณ์ทำได้หลายวิธี ดังนี้

1) ใช้ปุ๋ยคอก คือ การใช้มูลสัตว์ต่างๆซึ่งมูลสัตว์มักจะสูญเสียธาตุอาหารไปได้ง่าย จึงควรใช้เศษ ซากพืชเช่น ฟาง แกลบฯ รองพื้นคอกสัตว์ เพื่อดูดซับธาตุอาหารจากมูลสัตว์ไว้ด้วย

2) ใช้ปุ๋ยหมัก คือ การนำเอาเศษซากพืชที่เหลือจากการเพาะปลูก เช่น ฟางข้าว ชังข้าวโพด ต้นถั่วต่างๆผักตบชวา และของเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมตลอดจนขยะมูลฝอย มาหมักจนเน่าเปื่อยแล้วนำไปใช้ในไร่นาหรือสวน

3) ใช้ปุ๋ยพืชสด คือ การไถกลบส่วนต่างๆของพืชที่ยังสดอยู่ลงในดิน เพื่อให้เน่าเปื่อยเป็นปุ๋ย ส่วนใหญ่จะใช้พืชตระกูลถั่ว เพราะให้ธาตุไนโตรเจนสูง และย่อยสลายง่าย โดยเฉพาะในระยะออกดอก อาจปลูกแล้วไถกลบในช่วงที่ออกดอกหรือปลูกแล้วตัดส่วนเหนือดินไปไถกลบ พืชที่นิยมใช้เป็นปุ๋ยพืชสด ได้แก่ โสนอัฟริกัน โสนอินเดียปอเทือง ถั่วเขียว ถั่วพุ่ม ถั่วมะแฮะ กระถินยักษ์ และแห่นาง เป็นต้น

4) ปลูกพืชคลุมดิน นิยมใช้พืชตระกูลถั่วที่มีคุณสมบัติคลุมดินได้หนาแน่นเพื่อกันวัชพืช ลดการชะล้างเก็บความชื้นไว้ในดินได้ดี และเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน ได้แก่ ถั่วลาย ถั่วคุดชู ถั่วคาโลโปโกเนียม เป็นต้น

5) ใช้วัสดุคลุมดิน นิยมใช้เศษพืชเป็นวัสดุคลุมดินเพื่อรักษาความชื้นในดิน ป้องกันการอัดแน่น ของดินเนื่องจากเมื่อดฝน ป้องกันวัชพืชขึ้น และเมื่อเศษพืชเหล่านี้สลายตัว ก็จะกลายเป็นปุ๋ยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน

6) ใช้เศษเหลือของพืชหรือสัตว์ หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว ส่วนของต้นพืช เศษพืชที่เหลือ เช่น ต้นและเปลือกถั่วลิสง แกลบ ตอซัง หรือวัสดุอื่นๆ ถ้าไม่มีการใช้ประโยชน์ควรไถกลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลับคืนลงไปที่ดิน ส่วนเศษเหลือของสัตว์ เช่น เลือดและเศษซากสัตว์จากโรงงานฆ่าสัตว์ ก็สามารถใช้เป็นปุ๋ยเพื่อเพิ่มอินทรีย์วัตถุได้

7) ปลูกพืชหมุนเวียน โดยปลูกพืชหลายชนิดหมุนเวียนในพื้นที่เดียวกัน ควรมีพืชตระกูลถั่ว ซึ่งมีคุณสมบัติบำรุงดินร่วมอยู่ด้วยเพื่อให้การใช้ธาตุอาหารจากดินเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพลดการระบอบ ของศัตรูพืชตลอดจนช่วยให้ชั้นดินมีเวลาพักตัวในกรณีพืชที่ปลูกมีระบบรากลึกแตกต่างกัน

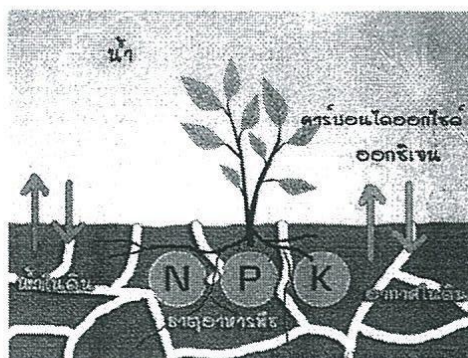
การปรับปรุงบำรุงดิน ควรใช้หลาย ๆ วิธีดังกล่าวข้างต้นร่วมกัน เพราะการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่างๆ หากใช้เพียงชนิดเดียวทำให้ต้องใช้ปริมาณที่มาก จึงควรพิจารณาปริมาณการใช้ตามกำลังความสามารถที่มี แต่ถ้าใช้การปรับปรุงบำรุงดินหลายวิธีร่วมกัน ปริมาณที่ใช้ในแต่ละชนิดก็ลดลง จะช่วยลดค่าใช้จ่ายลงได้มากและควรมีการปฏิบัติบำรุงดินอย่างต่อเนื่องทุกปี เพื่อรักษาระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินให้สูงอยู่เสมอ เพื่อประโยชน์ต่อการผลิตพืชผลทางการเกษตรในระยะยาวต่อไป

2.4.3 ความต้องการธาตุอาหารพืชกับเกษตรอินทรีย์

การผลิตอาหารพืชให้ได้ทั้งปริมาณและคุณภาพที่ต้องการ จะต้องประกอบด้วยปัจจัยการผลิตหลายประการธาตุอาหารพืชหรือปุ๋ยเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่ง วัสดุที่ให้ธาตุอาหารพืชได้มาจากหลายๆทาง เช่น จากวัสดูธรรมชาติ(หินฟอสเฟต ปูนโดโลไมท์ แร่ดิบขี้ม ฯลฯ) จากมูลสัตว์ต่างๆ ที่เรียกกันว่าปุ๋ยคอก จากการปลูกพืชต้นฤดูแล้วไถหรือสับกลบเป็นปุ๋ยพืชสดซึ่งส่วนใหญ่เป็นพืชตระกูลถั่ว จากวัสดุที่เหลือใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานผงชูรสจากซากพืชต่างๆ เช่น การใช้ดิน/ไบโอมันสำปะหลังสับกลบลงดินหลังการเก็บเกี่ยวจากปุ๋ยชีวภาพหรือการใช้วัสดุที่มีจุลินทรีย์ประสิทธิภาพสูง จากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยเคมีสูตรต่างๆ ที่มีขายตามตลาดทั่วไป การให้ธาตุอาหารพืชเพื่อยกระดับผลผลิตทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพที่ต้องการ ประการแรกต้องทราบว่าดินนั้นขาดธาตุอาหารพืช หรือมีธาตุอาหารไม่พอเพียงต่อการให้ผลผลิตสูง ดังนั้นการใช้ธาตุอาหารพืชในรูปปุ๋ยหรือวัสดุใดๆ ที่คิดว่าพอเพียงและให้ประโยชน์สูงสุดต่อพืชตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ นั่นคือจำเป็นต้องคำนึงถึงลักษณะหรือสภาวะของความอุดมสมบูรณ์ของดิน สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมและความสะดวกในการใช้ตลอดจนผลตอบแทนที่ได้รับ

2.4.3.1 ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช พืชมีความต้องการธาตุอาหารต่างๆ เพื่อใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่งธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชจะมีอยู่ด้วยกัน 16 ธาตุ คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปรแตสเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน แคลเซียม เหล็กแมงกานีสสังกะสี ทองแดง โบรอน โมลิบดีนัม และคลอรีน โดยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน พืชได้จากน้ำและอากาศ ส่วนที่เหลืออีก 13 ธาตุ แบ่งออกเป็นธาตุหลัก 6 ธาตุ และธาตุอาหารเสริม 7 ธาตุ ดังนี้ธาตุหลัก 6 ธาตุ ที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช และพืชต้องการในปริมาณที่มากจากดินคือไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปรแตสเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน แคลเซียมธาตุอาหารเสริม 7 ธาตุ ที่พืชใช้ในปริมาณที่น้อย แต่พืชจะขาดธาตุเหล่านี้ไม่ได้เช่นกัน คือ เหล็ก แมงกานีสสังกะสี ทองแดง โบรอน โมลิบดีนัม และคลอรีนปกติแล้วธาตุอาหารเหล่านี้จะมีอยู่ในดินอยู่แล้ว แต่ในปริมาณที่น้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืชดังนั้นเราจึงต้องมีการเสริมธาตุในดินทดแทนสิ่งมีชีวิตทั้งหลายต้องอาศัยดินในการยังชีพและเจริญเติบโต สำหรับมนุษย์แล้วดินเป็นแหล่งที่มาของปัจจัยสี่เพื่อการดำรงชีพ เพราะเราได้อาศัยดินสำหรับปลูกพืชที่เป็นอาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.10 แสดงธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช
ที่มา : การทำเกษตรประยุกต์ อช03074 : หน้า 28

หน้าที่และความสำคัญของดินที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืชและการเกษตรกรรม สามารถที่จะทำการสรุปข้อมูลประกอบเบื้องต้นได้ ดังนี้

1) ดินทำหน้าที่เป็นที่ให้รากพืชได้เกาะยึดเหนี่ยวเพื่อให้ลำต้นของพืชยืนต้นได้อย่างมั่นคงแข็งแรง ขณะที่พืชเจริญเติบโตรากของพืชจะเติบโตจนไขว่ไขว่ลึกแพร่กระจายลงไปในดินอย่างกว้างขวางทั้งแนวลึกและแนวราบดินที่ร่วนซุยและมีชั้นดินลึก รากพืชจะเจริญเติบโตแข็งแรง สามารถเกาะยึดดิน ต้านทานต่อลมพายุไม่ทำให้ต้นพืชล้มหรือถอนโคนได้

2) ดินเป็นแหล่งให้ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ทั้งนี้เนื่องจากธาตุอาหารพืชจะถูกปลดปล่อยออกจากอินทรีย์วัตถุ และแร่ต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบของดิน ให้อยู่ในรูปที่รากพืชสามารถดึงดูดไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย

2.4.3.2 ความต้องการน้ำของพืช โดยปกติน้ำเข้าสู่พืชโดยทางราก ในบางโอกาสเท่านั้นที่พืชอาจได้น้ำทางใบ น้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์ พืช ในส่วนต่างๆ ของพืชจะมีน้ำโดยประมาณดังนี้ คือ ใบ 35-95% ราก 60-90% เนื้อของผล 70-90% เนื้อไม้ 38-65% และเมล็ดแห้ง 10-20%

2.4.3.3 การดูดน้ำของพืช การดูดน้ำของพืชส่วนใหญ่จะผ่านทางขนราก กล่าวคือเมื่อพืชสูญเสียน้ำไปโดยการคายไอน้ำจากใบ จะทำให้เกิดความต่างศักย์น้ำขึ้น เป็นเหตุให้เกิดการเคลื่อนที่ของน้ำในดินเข้าไปภายในเซลล์ของรากได้

2.4.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

1) สภาพแวดล้อมรอบๆ ต้นพืช ซึ่งได้แก่ ความร้อนที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ อุณหภูมิ ความชื้นของอากาศและความเร็วลม เป็นต้น

2) พืช ซึ่งได้แก่ ชนิดและอายุของพืช พืชแต่ละชนิดมีความต้องการน้ำแตกต่างกัน สำหรับพืชชนิดเดียวกันการใช้น้ำจะน้อยเมื่อเริ่มปลูก และจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนมากที่สุดเมื่อถึงวัยขยายพันธุ์ ซึ่งพืชโตเต็มที่ จากนั้นจะค่อยๆ ลดลง

3) ดิน ซึ่งได้แก่ ความชื้นในดิน เนื้อดิน ความสามารถอุ้มน้ำไว้ให้พืชใช้ได้ ความเข้มข้นของเกลือในดินหรือสารเป็นพิษอื่นๆ ในดิน เป็นต้น

4) องค์ประกอบอื่นๆ เช่น วิธีการให้น้ำ การไถดินพรวนดิน เป็นต้น

2.4.4.1 ความต้องการแสงแดด แสง มีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แสง

ของพืช กล่าวคือพืชจะใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศกับน้ำเป็นตัวตั้งต้น เมื่อมีแสงเป็นตัวช่วยเร่งไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิกิริยา คลอโรฟิลล์ในพืชจะทำหน้าที่เปลี่ยนสารตั้งต้นนี้เป็นพลังงานในรูปน้ำตาลและได้ออกซิเจน เป็นผลพลอยได้ การสังเคราะห์แสง คือ กระบวนการซึ่งพืชสังเคราะห์สารอินทรีย์จากสารประกอบอนินทรีย์ โดยมีแสงปรากฏอยู่ด้วย สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการพลังงานเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและรักษา สภาพเดิมให้คงอยู่ สำหรับพืชชั้นสูง และแบคทีเรียบางชนิดสามารถรับพลังงานโดยตรงจาก แสงอาทิตย์และใช้พลังงานนี้ในการสังเคราะห์สารที่จำเป็นต่อการดำรงชีพ แต่สัตว์ไม่สามารถรับ พลังงานโดยตรงจากแสงอาทิตย์ต้องรับพลังงานโดยการบริโภคพืชและสัตว์อื่น ดังนั้นแหล่งของ พลังงานทางเมตาบอลิสม์ในโลกคือ ดวงอาทิตย์และกระบวนการสังเคราะห์แสง จึงจำเป็นสำหรับชีวิต บนโลก ประโยชน์ของการสังเคราะห์แสง

- 1) เป็นกระบวนการสร้างอาหารเพื่อการดำรงชีวิตของพืช
- 2) เป็นกระบวนการซึ่งสร้างสารประกอบชนิดอื่น ซึ่งจำเป็นต่อกระบวนการเจริญเติบโตของ พืชที่ใช้ในการเจริญเติบโต ถือเป็นสารอาหารที่ใช้และมีความจำเป็นในต้นพืชที่เพาะปลูก
- 3) เป็นกระบวนการซึ่งให้ก๊าซออกซิเจนแก่บรรยากาศ
- 4) ลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ให้อยู่ในสภาวะสมดุล

2.5 ธรรมชาติของดิน

2.5.1 ความหมายของดิน

ดินในทางด้านการเกษตร หมายถึง วัตถุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ จากแร่ธาตุต่างๆ และอินทรีย์วัตถุที่สลายตัวหรือเน่าเปื่อยผุพังเป็นชั้นเล็กชั้นน้อยผสมกัน และรวมตัวกันเป็นชั้นๆ ห่อหุ้ม ผิวโลก เมื่อมีน้ำและอากาศผสมอยู่ในอัตราส่วนที่เหมาะสมแล้ว วัตถุที่เกิดขึ้นเหล่านี้จะช่วยทำให้พืช เจริญเติบโตและยังชีพได้ ส่วนประกอบของดิน ดินที่ดีสำหรับการปลูกพืชควรประกอบไปด้วย ส่วนประกอบ 4 ส่วน คือ

- 1) อินทรีย์วัตถุ คือ ส่วนประกอบของแร่ธาตุต่างๆ 45 เปอร์เซ็นต์
- 2) อินทรีย์วัตถุ คือ ส่วนประกอบจากการเน่าเปื่อยของซากพืชและสัตว์ ประกอบอยู่ ในดิน 5 เปอร์เซ็นต์
- 3) น้ำ คือ ส่วนประกอบที่อยู่ช่องว่างในดิน 25 เปอร์เซ็นต์
- 4) อากาศ คือ ส่วนประกอบที่อยู่ช่องว่างในดิน ก๊าซต่างๆ 25 เปอร์เซ็นต์

2.5.2 ประเภทของดิน

การจำแนกประเภทของดิน พิจารณาจากสัดส่วนของเม็ดดินที่ละเอียดหรือหยาบ สามารถแบ่งออกได้ ดังนี้

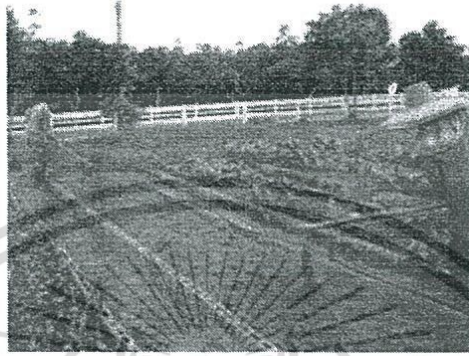
1) ดินเหนียว เป็นดินที่ประกอบด้วยเม็ดดินละเอียดจำนวนมาก มีช่องว่างในดินน้อย น้ำและอากาศซึมผ่านได้ยาก เมื่อได้รับความชื้นจะจับกันเหนียวมาก เหมาะสำหรับพืชที่ชอบน้ำขัง เช่น ข้าว

2) ดินร่วน ประกอบด้วยเม็ดดินขนาดเล็กและขนาดใหญ่พอกัน จึงทำให้มีช่องว่าง ในดินพอสมควรน้ำซึมผ่านได้ช้าๆ ไม่ทำให้น้ำขัง เหมาะสำหรับปลูกพืชโดยทั่วไป

3) ดินทราย เป็นดินที่ประกอบด้วยเม็ดดินขนาดใหญ่จำนวนมาก มีช่องว่างในดิน มาก ถ่ายเทอากาศดีแต่อุ้มน้ำน้อยหรือไม่อุ้มน้ำเลย เป็นดินที่มีความสมบูรณ์ต่ำ ใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.1 ประเภทของดินแบ่งตามสมบัติ (ดินดี-ดินไม่ดี) ดินดี ในทางการเกษตร หมายถึง ดินที่มีความเหมาะสมต่อการปลูกพืช ปริมาณอินทรีย์วัตถุ อินทรีย์วัตถุ น้ำ และอากาศใน สัดส่วนที่เหมาะสม สามารถปลูกพืชได้โดยใช้วิธีการจัดการดูแลตามปกติธรรมดาที่ไม่ยุ่งยาก มักจะมี หน้าดินสีดําหนา มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง มีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูง ไม่มีสารที่เป็นพิษต่อ พืช มีปฏิกิริยาดินใกล้เคียงเป็นกลาง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.5-7.0 และไม่มีชั้นที่ขัดขวาง การเจริญเติบโตของรากพืช



ภาพที่ 2.11 แสดงการปรับปรุงดินโดยใช้สารอินทรีย์

ที่มา : การทำเกษตรประยุกต์ อช03074 : หน้า 30

ดินไม่ดี หรือ ดินเลว คือ ดินที่มีสมบัติทางกายภาพและเคมีไม่เหมาะสมหรือ เหมาะสมน้อยสำหรับการเพาะปลูก ส่งผลให้พืชไม่สามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตตามปกติได้ถ้า หากว่าจำเป็นต้องใช้ดินเหล่านี้ในการเพาะปลูกพืช ก็ต้องมีการจัดการแก้ไขให้เหมาะสมเสียก่อน ดัง ภาพการเปรียบเทียบโครงสร้างของดินที่ทำเกษตรอินทรีย์กับเกษตรเคมี



ตัวอย่างดินที่ทำเกษตรอินทรีย์

ตัวอย่างดินที่ทำเกษตรเคมี

ภาพที่ 2.12 การเปรียบเทียบโครงสร้างของดินที่ทำเกษตรอินทรีย์กับเกษตรเคมี

ที่มา : สำนักกิจการในพระตำริ พระเจ้าหลานเธอ พระองค์เจ้าพัชรกิติยาภา มิถุนายน 2558 : หน้า 9

2.6 การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

2.6.1 ทรัพยากรธรรมชาติ

ทรัพยากรธรรมชาติ หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ได้แก่ ป่าไม้ ดิน น้ำ อากาศ เป็นต้น ทรัพยากรธรรมชาติมีความสำคัญต่อสิ่งแวดล้อม การเปลี่ยนแปลงทรัพยากรธรรมชาติ ทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและที่เกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต ดังนั้น ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มนุษย์จึงควรมีส่วนร่วมในการดูแลและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติอันอนุรักษ์วิทยาได้แบ่งชนิดของทรัพยากรธรรมชาติตามลักษณะและการใช้ประโยชน์ในกรณีที่มีมนุษย์นำไปใช้ออกเป็น 3 ประเภทด้วยกัน คือ

2.6.1.1 ทรัพยากรธรรมชาติที่หมุนเวียนได้ หรือใช้ไม่รู้จำกัด เป็นทรัพยากรที่ก่อกำเนิดมาพร้อมๆ กับมนุษย์และเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์หากขาดทรัพยากรดังกล่าวแล้วมนุษย์จะไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ ได้แก่อากาศ น้ำ แสงอาทิตย์ ถ้าหากมีสิ่งหนึ่งสิ่งใดทำให้ทรัพยากรเหล่านี้ขาดหายไปหรือมีสิ่งเจือปนที่เป็นพิษ เป็นสิ่งแรกที่จะทำให้มนุษย์มีชีวิตอยู่ไม่ได้หรืออยู่ได้แต่ก็ไม่ดี

2.6.1.2 ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วสามารถทดแทนได้ ได้แก่ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วสามารถเกิดขึ้นทดแทนได้ทั้งในเวลาสั้นหรือระยะเวลายาวแต่เป็นทรัพยากรที่สำคัญต่อการมีชีวิตของมนุษย์ เป็นทรัพยากรที่เกี่ยวข้องต่อมนุษย์ เช่น พืช ป่าไม้ สัตว์ ดิน และน้ำ ซึ่งเป็นทรัพยากรที่สามารถใช้เป็นปัจจัยสี่ ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อมถ้าขาดทรัพยากรพวกนี้แล้วมนุษย์ก็อาจจะมีชีวิตอยู่ไม่ได้ หรือถ้าส่วนหนึ่งส่วนใดขาดหายไปหรือไม่สมบูรณ์แล้ว ก็อาจมีผลกระทบต่อการใช้ชีวิตอยู่ของมนุษย์ไม่ทางตรงก็ทางอ้อม

2.6.1.3 ทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดไป เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มนุษย์ใช้แล้วจะหมดไปจากโลกนี้ เมื่อหมดไปแล้ว ไม่สามารถเกิดขึ้นมาทดแทนได้ บางชนิดอาจเกิดทดแทนได้แต่ต้องใช้เวลาเป็นล้านๆปี เช่น น้ำมันปิโตรเลียมก๊าซธรรมชาติ แร่ เป็นต้น

2.6.2 สิ่งแวดล้อม

สิ่งแวดล้อม หมายถึง สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา มีทั้งสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต บางชนิดมีอยู่ตามธรรมชาติ บางชนิดมนุษย์สร้างขึ้นสิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทั้งพืชและสัตว์ เช่น สัตว์กินพืชเป็นอาหาร พืชใช้ดินเป็นที่ยึดเกาะรากและได้รับธาตุอาหารจากดิน เป็นต้น มนุษย์มีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เช่น ใช้พืชเป็นอาหาร สร้างที่อยู่อาศัย ได้รับอากาศบริสุทธิ์จากพืชใช้สัตว์เป็นอาหารและเป็นสัตว์เลี้ยงไว้ดูเล่น และใช้งาน เป็นต้น สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น แบ่งเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ ที่เป็นหลักสำหรับสิ่งแวดล้อม คือ

1) สิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ ได้แก่ อากาศ แม่น้ำลำคลอง ทะเลสาบ มหาสมุทร พื้นดิน แร่ธาตุ ภูเขา ป่าไม้ และสัตว์ต่างๆ เป็นต้น

2) สิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น ได้แก่ บ้านเรือน โรงเรียน ถนน รถยนต์ เขื่อนเก็บน้ำ ตลอดจนขนบธรรมเนียมประเพณี วัฒนธรรม ระบบเศรษฐกิจและสังคม

มนุษย์ต้องพึ่งพาอาศัยสิ่งแวดล้อมเพื่อการดำรงชีวิต มนุษย์ต้องการอากาศเพื่อหายใจต้องการน้ำไว้ใช้ในการอุปโภคบริโภค ต้องการอาหาร ต้องการที่อยู่อาศัย มนุษย์จึงเป็นส่วนหนึ่งของสิ่งแวดล้อมด้วยปัญหาสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ดังนั้นในการแก้ไขปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมจึงเป็นหน้าที่ของทุกคนที่จะต้องรับผิดชอบ ช่วยกันป้องกันปัญหาต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นในระบบของสิ่งแวดล้อมที่ล้อมรอบมนุษย์ ดังนี้

1) ช่วยกันปลูกต้นไม้และบำรุงรักษาต้นไม้ไว้ให้มากๆ เพราะว่าต้นไม้ช่วยดูดก๊าซพิษในอากาศ ทำให้อากาศบริสุทธิ์

2) ช่วยกันรักษาความสะอาดของแหล่งน้ำต่างๆ ไม่มั่งง่าย ทิ้งขยะลงในแม่น้ำลำคลอง โรงงานอุตสาหกรรมไม่ปล่อยน้ำเสียลงแม่น้ำลำคลอง

- 3) ช่วยกันปลูกพืชคลุมดิน เช่น ต้นไม้ หญ้า เป็นต้น เพื่อรักษาดินให้อุดมสมบูรณ์ และใส่ปุ๋ยให้ถูกวิธี
- 4) ช่วยกันปฏิบัติตามกฎจราจร และใช้รถบริการประจำทางเพื่อลดจำนวนรถยนต์ และความเป็นระเบียบปลอดภัยบนท้องถนน
- 5) ช่วยกันปลูกพืชสมุนไพร เพื่อเพิ่มคุณค่าแกสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น
- 6) ช่วยกันรักษาพืชประจำท้องถิ่น รณรงค์ปลูกข้าว ปลูกผักปลอดสารพิษเพื่อใช้บริโภคในชีวิตประจำวัน
- 7) ช่วยกันทำปุ๋ยชีวภาพใช้ เพื่ออนุรักษ์รักษาหน้าดิน โดยการนำวัสดุเหลือใช้จากธรรมชาติมาทำเป็นปุ๋ย

2.7 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 แนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม

ปัจจุบันกระแสการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมเป็นที่สนใจมากขึ้นในสังคม ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่อำนวยความสะดวกแก่มนุษย์มากขึ้น แต่เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เราสามารถช่วยออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมตลอดช่วงอายุของผลิตภัณฑ์ได้ ตั้งแต่การจัดการทรัพยากรจนถึงการกำจัดทิ้ง ทั้งนี้ผู้บริโภคสนใจผลิตภัณฑ์และบริการที่ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ความตระหนักถึงการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม มาตรการและกฎระเบียบด้านสิ่งแวดล้อมต่อการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ ทำให้เกิดแนวความคิดพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่เรียกว่า การออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ (Economic & Ecological Design หรือ EcoDesign) ขึ้นเป็นเครื่องมือสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่จะเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการผลิตที่เป็นกระบวนการที่ประยุกต์แนวคิดด้าน เศรษฐศาสตร์ สังคม และสิ่งแวดล้อมเข้าไปในขั้นตอนการออกแบบ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2557)

การวิเคราะห์ศักยภาพทางด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ การจัดการซากที่หมดอายุ การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์ ควบคู่กับการวิเคราะห์ปัจจัยด้านอื่นๆ เช่น ความต้องการของผู้ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ ต้นทุน กระบวนการผลิต การควบคุมคุณภาพ การศึกษาคู่แข่ง และการตลาด เป็นต้น นักวิชาการด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์มีความเห็นสอดคล้องกันว่า แม้ต้นทุนของการออกแบบผลิตภัณฑ์ทางตรงจะมีเพียง 5-13% ของต้นทุนผลิตภัณฑ์รวม แต่ผลจากการออกแบบผลิตภัณฑ์จะกำหนดโครงสร้างต้นทุนถึงร้อยละ 60-80 ฉะนั้นการจัดการเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ควรเริ่มตั้งแต่กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ (เครือข่ายการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจไทย, 2550)

2.7.1.1 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)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) และการซ่อมบำรุง (Repair) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในแต่ละช่วงของวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1) การลด (Reduce) หมายถึง การลดการใช้ทรัพยากรในช่วงต่างๆ ของวงจรชีวิตเกิดได้ทุกช่วงของวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ โดยช่วงการออกแบบจะพบมากที่สุด ช่วงการผลิตและการนำไปใช้ เช่น การลดการใช้ทรัพยากรในการออกแบบ การออกแบบเพื่อลดอัตราการใช้วัตถุดิบในกระบวนการผลิต การออกแบบเพื่อลดอัตราการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต และการออกแบบเพื่อลดอัตราการใช้พลังงานในระหว่างการใช้งาน เป็นต้น

2) การใช้ซ้ำ (Reuse) หมายถึง การนำผลิตภัณฑ์หรือ ชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ ผ่านช่วงการนำไปใช้เรียบร้อยแล้ว และพร้อมที่จะเข้าสู่ช่วงของการทำลาย กลับมาใช้ใหม่ ทั้งที่เป็นการใช้ใหม่ในผลิตภัณฑ์เดิม หรือผลิตภัณฑ์ใหม่ก็ตาม ได้แก่ การออกแบบเพื่อการนำกลับมาใช้ซ้ำ (Design for Reuse) เช่นการออกแบบให้ผลิตภัณฑ์แต่ละรุ่นมีชิ้นส่วนบางชิ้นส่วนที่ใช้ร่วมกันได้ เมื่อรุ่นแรกหยุดการผลิตแล้วยังสามารถเก็บคืนและนำบางชิ้นส่วนมาใช้ในการผลิตรุ่นต่อไปได้ เป็นต้น

3) การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) หมายถึง การนำผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ ที่อยู่ในช่วงของการทำลาย มาผ่านกระบวนการแล้ว นำกลับในใช้ใหม่ตั้งแต่ช่วงของการวางแผน การออกแบบ หรือ แม้แต่ช่วงของการผลิต ได้แก่ การออกแบบให้ถอดประกอบได้ง่าย (Design for Disassembly) การออกแบบเพื่อการนำกลับมาใช้ใหม่ (Design for Recycle) เช่น การออกแบบผลิตภัณฑ์โดยใช้วัตถุดิบพลาสติกหรือ กระดาษที่ง่ายต่อการนำกลับมาใช้ใหม่ เป็นต้น

4) การซ่อมบำรุง (Repair) หมายถึง การออกแบบให้ง่ายต่อการซ่อมบำรุง โดยแนวคิดที่ว่า หากผลิตภัณฑ์สามารถซ่อมบำรุงได้ง่ายจะเป็นการยืดอายุช่วงชีวิตของการใช้งาน (Extended Usage Life) ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ การซ่อมบำรุงเกิดภายในช่วงชีวิตของการใช้งานเท่านั้น แตกต่างจากการใช้ซ้ำ (Reuse) เป็นการนำชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์ที่เสร็จจากช่วงการใช้งานแล้วมาใช้อีกครั้ง การซ่อมบำรุงนี้ได้แก่ การออกแบบให้ง่ายต่อการซ่อมบำรุง (Design for serviceability/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) ที่มีจุดมุ่งหมายให้องค์กรธุรกิจต่างๆ ดำเนินไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืนใน 7 ด้านหลัก ได้แก่

- 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)

2.7.2 แนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คือ การวิเคราะห์หาข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับหน้าที่ใช้สอยของผลิตภัณฑ์ (Function ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ (User) ข้อมูลเกี่ยวกับการตลาด ไม่ว่ากรณีต่างๆ ฟังก์ชัน ออกฟังก์ชันใหม่เพื่อตอบสนองความต้องการ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Market) นำมาออกแบบปรับปรุงผลิตภัณฑ์เพื่อผลิตเป็นจำนวนมาก (Mass-Production) ที่มีความต้องการของตลาดในราคาที่เหมาะสม รวมทั้งต้องคำนึงถึงคุณสมบัติด้านรูปลักษณะที่แสดงลักษณะเด่นที่มองเห็นได้จากภายนอก และคุณประโยชน์ที่เกิดจากการรับรู้ทางอารมณ์เป็นความรู้สึกต่างๆ ที่เกิดจากการใช้งานผลิตภัณฑ์ เช่น เกิดความสบายใจ เกิดความร่าเริง เกิดความเชื่อมั่น เกิดความปลอดภัย เป็นต้น

การออกแบบผลิตภัณฑ์เกิดจากความคิดสร้างสรรค์ของนักออกแบบมีทั้งที่ออกแบบสร้างขึ้นใหม่ให้แตกต่างจากของเดิมหรือปรับปรุงตกแต่งของเดิม โดยมีอิทธิพลจากรูปทรง 2 แหล่ง ดังนี้

1) รูปทรงจากธรรมชาติ (Natural Form) เนื่องจากธรรมชาติมีความสำคัญและอยู่รายล้อมมนุษย์ทั้งรูปทรงที่เป็นสิ่งมีชีวิต เช่น พืช สัตว์ต่างๆ และรูปทรงที่ไม่มีชีวิต เช่น กรวด หิน ดินทรายหรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น คลื่น ลม แสงแดด ฝนตก พายุร้อน เป็นต้น โดยมนุษย์ได้รับแรงบันดาลใจจากสิ่งเหล่านี้ในแง่มุมที่แตกต่างกัน เช่น ความเป็นระเบียบและความสวยงาม (Beauty) ของดอกไม้ป่า ความลงตัวอย่างมีแบบแผน (Order) ในรูปทรงเหลี่ยมของรังผึ้ง ความสุนทรีย์ของลวดลาย (Pattern) ในดอกทานตะวัน เป็นต้น แล้วถ่ายทอดความคิดออกมาในรูปของผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองคุณประโยชน์ทางการใช้สอยแก่มนุษย์ทั้งทางร่างกายและจิตใจ

2) รูปทรงที่มนุษย์สร้างขึ้น (Manmade Form) เกิดจากรูปทรงที่มนุษย์สร้างขึ้นมีอิทธิพลต่องานออกแบบผลิตภัณฑ์ ทำให้เกิดความแตกต่างกันมักเป็นรูปทรงเรขาคณิต เช่น สี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม ทรงกลม ทรงกระบอก ทรงกรวย เป็นต้น ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นสากลและเป็นที่ยอมรับกันทั่วไป รูปทรงดังกล่าวแบ่งตามวิธีการผลิตได้ 2 ประเภท คือ ประเภทที่สร้างขึ้นด้วยมือหรือเครื่องมือพื้นฐาน (Hand Tools) มีลักษณะการใช้งานเฉพาะตามจุดประสงค์ของผู้ออกแบบ ผลิตได้จำนวนน้อย รูปทรงมีลักษณะเฉพาะตัวไม่ซ้ำกัน มีการตกแต่งประดับประดาที่แสดงให้เห็นถึงความชำนาญทางทักษะของช่างฝีมือและประเภทที่สร้างขึ้นด้วยเครื่องจักร (Machine tools) มีรูปทรงที่เหมือนกัน โดยผลิออกมาเป็นจำนวนมากจากแม่พิมพ์เดียวกัน ใช้วัสดุอย่างเดียวกันมีทั้งที่เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปสามารถใช้ประโยชน์โดยตรงและเป็นชิ้นส่วน

2.7.2.1 รูปแบบการออกแบบผลิตภัณฑ์

1) รูปแบบมาก่อนประโยชน์ใช้สอย (Function follows form) เป็นการออกแบบที่นิยมความงามของรูปทรงเป็นหลัก โดยยึดแนวคิดที่ว่าความงามต้องมาก่อนประโยชน์ใช้สอยเสมอและนำมาใช้อธิบายขั้นตอนในการปฏิบัติการเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เน้นความงามเป็นหลัก เพื่อยกระดับคุณค่าผลิตภัณฑ์ให้สูงขึ้นไปสู่การเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์

2) ประโยชน์ใช้สอยมาก่อนรูปแบบ (Form follows function) เป็นการออกแบบของหลุยส์ สุลลิแวน (Louis Sullivan) ที่นิยมประโยชน์ใช้สอยเป็นหลัก (Functionalism) ภายใต้ปรัชญาที่ว่าประโยชน์ใช้สอยต้องมาก่อนความงามเสมอและถูกนำมาใช้อธิบายขั้นตอนในการปฏิบัติการเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตจำนวนมาก ให้ความสำคัญกับการออกแบบที่สอดคล้องกับการทำงานของเครื่องจักร การประหยัดวัสดุ ความสะดวกในการใช้งาน การคงคลังและการขนส่ง เป็นต้น แนวคิดดังกล่าวตรงกันข้ามกับปรัชญาที่มองความงามของรูปทรงมาก่อนเสมอ

แนวทางการออกแบบของสถาบันเบาเฮาส์ (Bauhaus) ประเทศเยอรมนี มีลักษณะสอดคล้องกับแนวคิดดังกล่าว คือให้ความสำคัญด้านประโยชน์ใช้สอย วัสดุกรรมวิธีการผลิตโดยไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตกแต่งเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องจักรทางอุตสาหกรรมและการใช้รูปทรงเรขาคณิตอันเรียบง่าย ปราศจากการตกแต่งประดับประดาเกินความจำเป็น ยังคงเป็นแบบอย่างของการออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงอุตสาหกรรมสมัยใหม่ แนวทางการออกแบบดังกล่าวประกอบด้วยลักษณะเด่น 2 ประการ ดังนี้

- ก. รูปทรง สี สัน และประโยชน์ใช้สอยเหมาะสมกับสภาพความเป็นไปของสังคม
- ข. ราคาเหมาะสมกับกำลังซื้อของกลุ่มเป้าหมายที่เป็นผู้ซื้อหรือผู้ใช้ผลิตภัณฑ์

2.7.2.2 คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ดี

1) ความแปลกใหม่ (Innovative) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ซ้ำซาก มีการนำเสนอความแปลกใหม่ในด้านต่างๆ เช่น ประโยชน์ใช้สอยที่ต่างจากเดิม รูปแบบใหม่ วัสดุใหม่หรืออื่นๆ ที่เหมาะสมกับสภาพความต้องการของผู้บริโภคในตลาดนั้น

2) มีที่มา (Story) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประวัติ มีที่มาหรือ เล่าเรื่องได้ไม่ว่าจะเป็นต้นกำเนิด ความคิดรวบยอดของการออกแบบให้ผู้บริโภคทราบถึงเรื่องราวเหล่านั้นได้ เช่น นานิภาของประเทศไทยสวีตเซอร์แลนด์ กล่าวถึงต้นกำเนิดมาจากงานช่างฝีมือในหมู่บ้านหนึ่งที่มีการสืบทอดกันต่อๆมาจนถึงปัจจุบัน เป็นต้น

3) ระยะเวลาเหมาะสม (Timing) การนำผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาดนั้นเหมาะสมตามฤดูกาล ตามความจำเป็นหรือเหมาะสมกับความต้องการของผู้บริโภคในช่วงเวลานั้นๆ เช่น ผลิตภัณฑ์เสื้อกันฝนหรือร่ม ก็ควรจะออกสู่ตลาดช่วงฤดูฝน ผลิตภัณฑ์เสื้อผ้าชุดนักเรียนก็ควรออกสู่ตลาดช่วงฤดูกาลก่อนเปิดภาคเรียน เป็นต้น

4) ราคา (Price) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีราคาขายเหมาะสมกับกำลังซื้อของผู้บริโภคในตลาดนั้น โดยอาศัยการศึกษาความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคให้ได้ข้อมูลก่อนทำการออกแบบและการผลิต

5) ข้อมูลข่าวสาร (Information) ข้อมูลข่าวสารของตัวผลิตภัณฑ์ควรจะสื่อให้ผู้บริโภคได้ทราบและเข้าใจอย่างถูกต้องในด้านประโยชน์และวิธีการใช้งาน เป็นการสร้างภาพลักษณ์ที่ดีผลิตภัณฑ์

6) เป็นที่ยอมรับ (Regional acceptance) ผลิตภัณฑ์นั้นจะต้องมีความแข็งแรง คงทนต่อสภาพการใช้งานหรือมีอายุการใช้งานที่เหมาะสมกับลักษณะของผลิตภัณฑ์และราคาที่จำหน่าย

2.7.3 หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

การออกแบบต่างๆ ไป โดยเฉพาะทางด้านผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นักออกแบบต้องพิจารณาด้านต่างๆ (อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2549: 11-14) ดังนี้

2.7.3.1 หน้าที่ใช้สอย (Function) การออกแบบเหมาะสมกับการใช้งาน สามารถทำหน้าที่ได้ตามวัตถุประสงค์จะต้องเหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอยและการใช้งาน เช่น โทรศัพท์มือถือจะต้องสะดวกพกและนาพาลอดจนเสียงฟังชัดเชน เพราะหน้าที่ของโทรศัพท์คือการติดต่อสื่อสาร

2.7.3.2 ความปลอดภัย (Safety) ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้และผู้เกี่ยวข้องด้วย ความปลอดภัยทั้งการใช้งานและหลังการใช้งาน ไม่สร้างมลพิษให้กับสังคมโลก นักออกแบบต้องคำนึงถึงการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมและไม่ทำให้เกิดความเสียหายโดยรวม เพราะทุกวันนี้ นักออกแบบบางครั้งเกิดความรู้ไม่ทันการกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี เพราะเกิดการแข่งขันสูง มองผลประโยชน์มากกว่าความปลอดภัยของผู้ใช้และผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารทรัพย์สินทางปัญญาของบริษัทฯ เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3.3 ความแข็งแรง ทนทาน (Durability) ต้องสนองต่อหน้าที่ได้เป็นเวลานาน ตามที่กำหนดไว้ในคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้นๆ คือ สิ่งก่อสร้างต้องแข็งแรง ทนทาน ระบบกลไก ระบบไฟฟ้า วัสดุและอุปกรณ์ที่เลือกใช้ที่ดี

2.7.3.4 ความประหยัด (Economic) สามารถที่จะผลิตได้ในระบบการเศรษฐศาสตร์ หมายความว่า จะต้องใช้วัสดุอย่างประหยัดและเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับงานโดยที่ราคาไม่แพงมัน จะเป็นการสูญเสียเปลืองที่จะนำสิ่งของให้มีความทนทานมากกว่าหน้าที่ของมัน ความต้องการของงาน ทางด้านการประหยัดนั้นต้องการวัสดุที่หาได้ง่าย ผลิตได้ง่ายและสามารถถอดประกอบเข้าด้วยกันได้

2.7.3.5 วัสดุ (Material) ต้องเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับงานมีความทนทานและประหยัด โลหะแต่ละชนิดมีความเหมาะสมในการนำไปใช้งานต่างกันไป มีความสวยงามในตัวมันเอง เช่น ทองแดง ทองเหลือง สแตนเลส และอลูมิเนียม ต่างก็มีพื้นผิวงามตามธรรมชาติ ก่อนนำโลหะมาใช้ ท่านจะต้องแน่ใจว่าวิธีการที่ยุงยาก วิธีนำไปใช้ การขึ้นรูป ทำให้โค้ง ทำรูปร่างและเชื่อม

2.7.3.6 โครงสร้าง (Construction) วิธีการทำโครงสร้างของเฟอร์นิเจอร์แต่ละชนิด ควรทำให้เหมาะกับงาน มีความทนทาน ประหยัดและใช้วัสดุที่เหมาะสม และการออกแบบนี้เป็นอมตะที่เรารู้จักการเลือกใช้วิธีง่ายๆ ในการทำจะทำให้มีความเหมาะสมกว่าวิธีการยุงยาก และควรจะเป็นวิธีการที่เหมาะสมแก่วัสดุที่ใช้ด้วย

2.7.3.7 ความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomic) หมายถึง ต้องคำนึงถึงสัดส่วนที่เหมาะสมในการนำไปใช้งาน ขนาดความสูง และการออกแบบนี้เป็นอมตะ

2.7.3.8 ความสวยงาม (Aesthetic) เมื่อมันมีรูปร่างขนาดเหมาะกับการใช้งานขนาด ความสูง กว้าง ยาว และขีดจำกัดของประกอบการออกแบบ เช่น การหยิบใช้คล่อง

2.7.3.9 มีลักษณะเฉพาะ (Personality) อาจจะได้คะแนนสูงในเรื่องของคุณภาพ แต่จริงๆ แล้วยังขาดในเรื่องลักษณะเฉพาะของมัน การมีลักษณะเฉพาะจะมีความรู้สึกกับนักออกแบบ ที่เขาได้ทำการออกแบบขึ้นมาด้วยตนเอง มีลักษณะเป็นอิสระเพื่อจะได้แสดงว่านักออกแบบได้ วิเคราะห์ปัญหาอย่างจริงจัง ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณภาพของงาน ถ้าขาดคุณสมบัตินี้แล้ว

2.7.3.10 กรรมวิธีการผลิต (Production) เมื่อทำการออกแบบแล้ว สามารถจะทำการผลิตได้ง่าย การผลิตโครงการที่ท่านทำในโรงปฏิบัติงานโลหะแต่ละชิ้นส่วน ควรรวมเข้าด้วยกันได้ เป็นอย่างดี

2.7.3.11 การซ่อมบำรุงรักษา (Easy of Maintenance) เมื่อนำไปใช้งานได้รับความเสียหาย ความสามารถแก้ไขและซ่อมแซมได้ง่าย ยุงยากเมื่อมีการชำรุดเสียหายค่าบำรุงรักษาและการ สึกหรือด้า

2.7.3.12 การขนส่ง (Transportation) นักออกแบบต้องคำนึงถึงความปลอดภัยค่าขนส่ง จะขนส่งสะดวก หรือไม่ใกล้ไม่ไกล ขนส่งทางบกทางน้ำหรือทางอากาศ ต้องบรรจุหีบห่อ อย่างไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์เสียหายของรถตู้บรรทุกสินค้ากว้างยาวสูงเท่าไร เป็นต้น

การออกแบบผลิตภัณฑ์ในเชิงอุตสาหกรรมที่ดีควรผสมผสานปัจจัยต่างๆ ทั้งรูปแบบ ประโยชน์ใช้สอย กายวิภาคเชิงกลและปัจจัยด้านอื่นให้เข้ากับวิถีการดำเนินชีวิต แนวโน้มที่จะเกิดขึ้นกับกลุ่มเป้าหมายได้อย่างกลมกลืนลงตัวมีความสวยงามโดดเด่น มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว ตั้งอยู่บนพื้นฐานทางการตลาดและความเป็นไปได้ในการผลิตเชิงอุตสาหกรรม ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านรูปลักษณ์และการใช้งานของผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการของ

การใช้งานเป็นสำคัญ โดยพิจารณาที่การใช้งานด้าน ประโยชน์ใช้สอย ความแข็งแรงทนทาน การ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซ่อมแซมบำรุงดูแลรักษา ราคา วัสดุและกรรมวิธีการผลิต ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวเป็นหลัก อาจมีปัจจัยอื่นเพิ่มเติมในขั้นตอนการผลิต

2.7.4 การยศาสตร์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์

การยศาสตร์ (Ergonomics) หมายถึงกฎหรือศาสตร์เกี่ยวกับพฤติกรรม การปฏิบัติงานและการสภาพของบุคคลในเชิงความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมในการทำงาน โดยนำมาใช้ในการปรับปรุงสภาพแวดล้อมพื้นที่การทำงานและปรับเปลี่ยนนิสัยของบุคคล เพื่อให้ทำงานอย่างเป็นระบบและสะดวกสบายเพิ่มประสิทธิภาพของงาน

การออกแบบผลิตภัณฑ์จำเป็นต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและความสะดวกสบายของผู้ใช้งาน เนื่องจากผลกระทบจากการใช้งานที่ไม่เหมาะสมทำให้ประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์ลดลงหรือทำให้เกิดการบาดเจ็บต่อผู้ใช้งานได้ ดังนั้นการศึกษาและพัฒนาเครื่องเครื่องผลิตดินเทียมนวนอบแห้งสำหรับการเกษตรอินทรีย์ ได้อย่างเหมาะสมตามหลักการยศาสตร์ เพื่อปรับปรุงขนาดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องกับสัดส่วนและพฤติกรรมการใช้งานของกลุ่มผู้ใช้งานให้มีความปลอดภัยและความเหมาะสมในการใช้งานตามคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

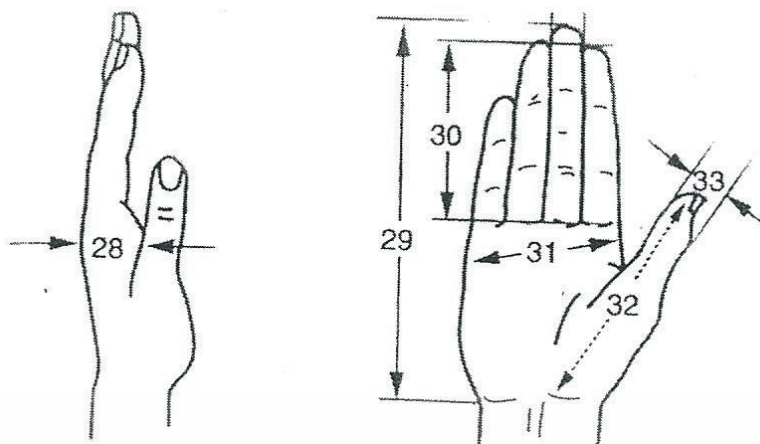
1) ขนาดสัดส่วนของมือ การศึกษาสัดส่วนของมนุษย์มีความสำคัญต่อการออกแบบ เนื่องจากขนาดสัดส่วนของมนุษย์สัมพันธ์กับผลิตภัณฑ์โดยตรงทำให้กำหนดขนาดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการออกแบบได้ ประกอบด้วย ขนาดของสัดส่วนในมิติต่างๆ (Critical Body Dimension) ขนาดสัดส่วนเฉพาะส่วน (Anthropometry of special regions of the body) (ศิริพรหม ปีเตอร์, 2550) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับผลิตภัณฑ์ จึงจำเป็นต้องศึกษาขนาดสัดส่วนที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการออกแบบ เนื่องจากการใช้งานถึงหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยต้องอาศัยการใช้มือ เช่น หยิบ จับ เท กวน เพื่อการเริ่มกระบวนการหมักวัสดุหมักผ่านอุปกรณ์โดยตรง ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาค่าเฉลี่ยของสัดส่วนร่างกายเฉพาะส่วนมือของหญิงและชายไทยจากรายงานการสำรวจและวิจัยขนาดโครงสร้างร่างกายคนไทยนำมาใช้ประกอบการออกแบบ

ตารางที่ 2.7 แสดงค่าเฉลี่ยสัดส่วนของมือเพศหญิงและชายไทยทั่วประเทศอายุ 40 – 49 ปี

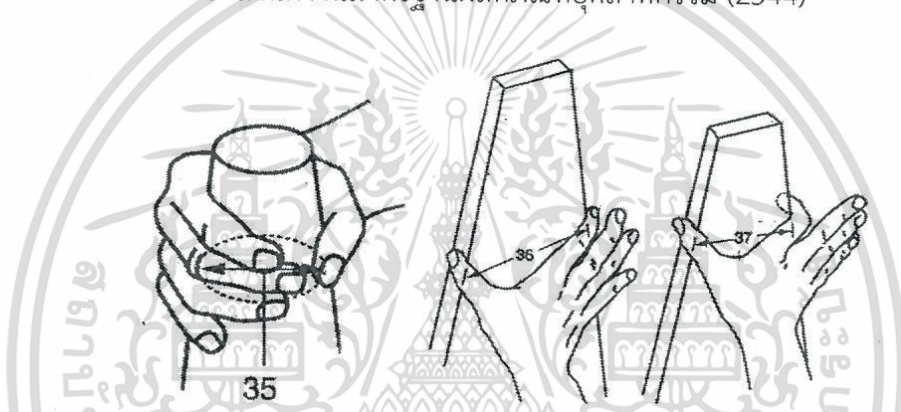
สัดส่วน	หญิง (เซนติเมตร)	ชาย(เซนติเมตร)
ความยาวรอบฝ่ามือ	18.4	21.3
ความยาวนิ้วหัวแม่มือ	6.3	7.2
ความยาวนิ้วชี้	7.1	7.6
ความยาวนิ้วกลาง	8.0	8.5
ความยาวนิ้วนาง	7.3	7.9
ความยาวนิ้วก้อย	5.7	6.3
ระยะห่างปลายนิ้วหัวแม่มือ-กึ่งกลางโคนฝ่ามือ	13.1	14.7
ระยะห่างโคนนิ้วกลาง-กึ่งกลางโคนฝ่ามือ	10.2	11.1
ความยาวฝ่ามือ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

เอกสารที่มา : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2544) นั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.13 แสดงสัดส่วนขนาดมือและฝ่ามือ
ที่มา : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2544)

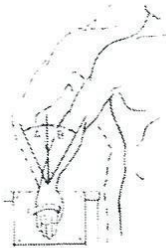
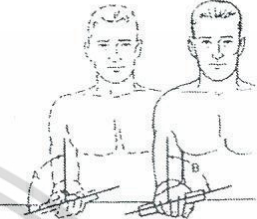


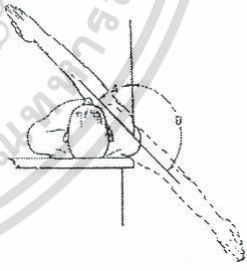


ภาพที่ 2.14 ตำแหน่งการวัดขนาดสัดส่วนของมือและนิ้วมือในมิติต่างๆ
ที่มา : Pheasant, 1988 อ้างถึงใน ศิริพรณ์ ปีเตอร์, 2550

2) ลักษณะการเคลื่อนไหวและขีดความสามารถในการเคลื่อนไหวส่วนต่างๆ ของร่างกาย ลักษณะการเคลื่อนไหวของร่างกายมนุษย์มีลักษณะประกอบไปด้วย การงอพับส่วนต่างๆ ของร่างกาย (Flexion) การยืดส่วนต่างๆ (Extension) การขยายส่วนต่างๆ ของร่างกายมากกว่าระดับปรกติ (Hyperextension) การดึงส่วนต่างๆ ของร่างกายเข้าหากัน (Adduction) การดึงส่วนต่างๆ ของร่างกายออกจากกัน (Abduction) การคว่ำมือ (Pronation) การหงายมือ (Supination) (Wlsley woodson, 1987; Mark Sanders and Ernest McCormick, 1993 อ้างถึงใน ศิริพรณ์ ปีเตอร์, 2550) โดยการเคลื่อนไหวของมนุษย์อายุตั้งแต่ 20-60 ปีจะมีขีดจำกัดในการเคลื่อนไหวต่างๆ ของร่างกายที่มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน และช่วงที่มีอายุ 45 ปีขึ้นไปจะเริ่มมีขีดความสามารถในการเคลื่อนไหวน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 แสดงการเคลื่อนไหวในลักษณะต่างๆ ของร่างกาย

การเคลื่อนไหวร่างกาย	การเคลื่อนไหวร่างกาย
การเคลื่อนไหวแขนในลักษณะยึดและงอแขน A = 40 องศา B = 30 องศา	
การเคลื่อนไหวแขนในลักษณะคว่ำและหงายมือ A = 135 องศา B = 87 องศา	
การพับงอข้อศอก 150 องศา	
การพับงอข้อศอกเข้าหาลำตัวและหงายข้อศอก A = 46 องศา B = 114 องศา	
การพับงอหัวไหล่เข้าหาลำตัวและยืดหัวไหล่ออกจากลำตัว A = 63 องศา B = 140 องศา	

ที่มา : Wlsley woodson, 1987 อ้างถึงใน ศิริพรรณ ปีเตอร์, 2550

ผู้วิจัยศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของร่างกายและขีดจำกัดในส่วนต่างๆ ที่มีเกี่ยวข้องกับ การเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นในพื้นที่เคลื่อนไหวมีการใช้ร่างกาย ได้แก่ การหยิบ เท ลุก ยืน ก้ม ดึง เป็นต้น ทำให้ต้องศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวให้สอดคล้องกับความสามารถในการเคลื่อนไหวของร่างกาย ผู้วิจัยประยุกต์สู่การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียก เพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ ให้มีความปลอดภัยในการใช้งาน คำนึงถึงขั้นการใช้งานและการเคลื่อนย้ายที่สอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพของร่างกายผู้ใช้งาน เพื่อป้องกันการบาดเจ็บที่เกิดจากการเคลื่อนไหวที่ไม่สอดคล้องกับขีดความสามารถของร่างกายได้และเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานมาก

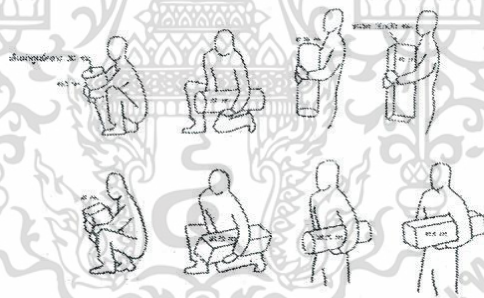
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ความสามารถในการรับน้ำหนัก เนื่องจากมนุษย์มีความแตกต่างกันทางด้านอายุ เพศ และโครงสร้างทางร่างกาย รวมทั้งสภาพร่างกาย เช่น ความหิว ความเหนื่อย ความเจ็บป่วย ส่งผลให้มนุษย์มีสภาพร่างกายที่ไม่พร้อมส่งผลต่อการรับน้ำหนักที่แตกต่างกันออกไป โดยมนุษย์ ในช่วงอายุ 14 - 50 ปีขึ้นไปมีความสามารถในการยกหรือถือของหนักแตกต่างกัน ส่วนใหญ่ยก น้ำหนักของสิ่งของด้วยการหิ้วด้วยมือ ประมาณ 27 กิโลกรัมในระยะสั้นๆ และประมาณ 14 กิโลกรัม ในระยะทางไกลๆ ส่วนการยกน้ำหนักที่เป็นมวลรวมไม่ควรเกิน 13 กิโลกรัม โดยมนุษย์ส่วนใหญ่ไม่ควรยกน้ำหนักเกินร้อยละ 35 ของน้ำหนักของตนเอง (Wesley Woodson, 1993 อ้างถึงใน ศิริพรณ์ ปีเตอร์, 2550)

ตารางที่ 2.9 แสดงค่าตัวเลขน้ำหนักที่เหมาะสมในการยกน้ำหนักของเพศหญิงและชาย

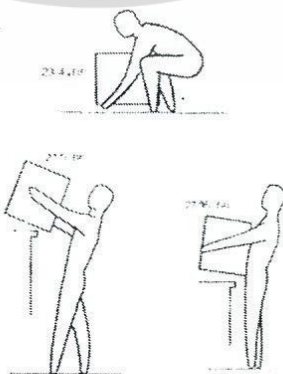
อายุ (ปี)	เพศชาย (กิโลกรัม)	เพศหญิง (กิโลกรัม)
14-16	14.85	9.90
16-18	18.90	11.70
18-20	22.95	13.95
20-35	25.75	14.85
35-50	20.70	13.05
50 ปีขึ้นไป	15.75	9.90

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



ภาพที่ 2.15 การยกน้ำหนักของวัตถุลักษณะต่างๆ (1)

ที่มา : Wesley Woodson, 1993 อ้างถึงใน ศิริพรณ์ ปีเตอร์, 2550



ภาพที่ 2.16 การยกน้ำหนักของวัตถุลักษณะต่างๆ (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ที่มา : Wesley Woodson, 1993 อ้างถึงใน ศิริพรณ์ ปีเตอร์, 2550
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์

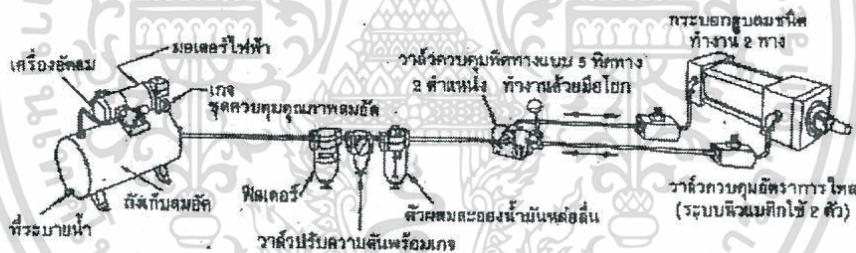
ในปัจจุบันนี้กำลังของไหลก็ยังเป็นที่นิยมใช้กันมาก และคงต้องใช้ต่อไปโดยได้พัฒนาขีดความสามารถให้ดีขึ้นเช่น ได้พัฒนาการควบคุมของอุปกรณ์ทำงานให้ทำงานได้เที่ยงตรงมากยิ่งขึ้นซึ่งกำลังของไหลที่นำมาใช้งานในปัจจุบันยังแบ่งออกเป็น 2 ระบบคือ

1. ระบบนิวแมติกส์ (pneumatics)
2. ระบบไฮดรอลิกส์ (hydraulics)

2.8.1 ระบบนิวแมติกส์

คำว่า pneumatics เป็นคำที่มาจากภาษากรีก คือ pnuma มีความหมายว่า “ก๊าซที่มองไม่เห็น” ในสมัยนั้นรู้จักนิวแมติกส์เพียงหมายถึงการไหลของอากาศเท่านั้น แต่ในปัจจุบันนิวแมติกส์หมายถึงระบบที่ใช้อากาศอัดส่งไปตามท่อลมเพื่อเป็นตัวกลางการถ่ายทอดกำลังของไหลให้เป็นกำลังงานกล เช่น การทำให้กระบอกสูบลมหรือมอเตอร์ทำงาน ตัวอย่างงาน เช่น งานบรรจุหีบห่อสินค้า งานขนถ่ายวัสดุเครื่องมือลมทุกชนิดและการจับ ยึด เจาะ อัดป้อน ขึ้นรูปในงานอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์ และปานเพชร ชินินทร์ (2541, หน้า 11) ได้กล่าวว่า ระบบนิวแมติกส์จะต้องมีอุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานดังนี้

- 1) อุปกรณ์ต้นกำลังนิวแมติกส์ (power unit)
- 2) อุปกรณ์ปรับปรุงคุณภาพลมอัด (treatment component)



ภาพที่ 2.17 อุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานของระบบนิวแมติกส์
ที่มา : ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์ และปานเพชร ชินินทร์, 2541, หน้า 10

1) อุปกรณ์ต้นกำลังนิวแมติกส์ ทำหน้าที่สร้างลมอัดที่มีคุณภาพเพื่อใช้ในงานระบบนิวแมติกส์ประกอบด้วย

1.1 อุปกรณ์ขับ (driving unit) ทำหน้าที่ขับเคลื่อนเครื่องอัดอากาศได้แก่ เครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้า แต่ในงานอุตสาหกรรมนิยมใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ขับเนื่องจากความเร็วยวดยิ่ง

1.2 เครื่องอัดอากาศ (air compressor) ทำหน้าที่อัดอากาศที่ความดันบรรยากาศให้มีความดันสูงกว่าบรรยากาศปกติ

1.3 เครื่องกรองอากาศขาเข้า (intake filter) ทำหน้าที่กรองอากาศก่อนที่จะนำไปเข้าเครื่องอัดอากาศ เพื่อให้อากาศที่จะอัดปราศจากฝุ่นละออง เพราะถ้าอากาศที่อัดมีฝุ่นละอองจะทำให้เกิดความเสียหายแก่เครื่องอัดอากาศและจะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพต่ำ

1.4 เครื่องหล่อเย็น (after cooler) ทำหน้าที่หล่อเย็นอากาศให้เย็นตัวลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 เครื่องแยกน้ำมันและความชื้น (separator) อุปกรณ์นี้จะช่วยแยกเอาความชื้นและละอองน้ำมันที่แฝงมากับอากาศ ก่อนที่อากาศอัดจะถูกเก็บลงในถังเก็บลม

1.6 ถังเก็บลมอัด (air receiver) เป็นอุปกรณ์ใช้เก็บอากาศอัดที่ได้จากเครื่องอัดอากาศและจ่ายอากาศอัดคงที่สม่ำเสมอให้แก่ระบบนิวแมติกส์ ถังเก็บลมอัดจะต้องมีลิ้นระบายความดัน (Pressure relief valve) เพื่อระบายความดันที่เกินสู่บรรยากาศเป็นการป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นเมื่อความดันสูงกว่าปกติ ส่วนสวิทช์ควบคุมความดัน (pressure switch) ใช้ควบคุมการเปิด-ปิด การทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ขับเครื่องอัดลมเมื่อความดันของอากาศถึงค่าที่ตั้งไว้

2) อุปกรณ์ปรับปรุงคุณภาพลมอัด ทำให้อากาศอัดปราศจากฝุ่นละอองคราบน้ำมัน และน้ำก่อนที่จะนำไปใช้ในระบบนิวแมติกส์ ประกอบด้วยกรองลมอัด (air filter) วาล์วปรับความดันพร้อมเกจ (pressure regulator) อุปกรณ์ผสมละอองน้ำมันหล่อลื่น (lubricator oiler)

3) อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน หมายถึง ลิ้นควบคุมชนิดต่าง ๆ ในระบบนิวแมติกส์ ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการเริ่มและหยุดการทำงานของวงจร ควบคุมทิศทางการไหลของลมอัด ควบคุมอัตราการไหลของลมอัดและควบคุมความดัน

4) อุปกรณ์การทำงาน ทำหน้าที่เปลี่ยนกำลังงานของไหลให้เป็นกำลังกล เช่น กระบอกสูบลมชนิดต่าง ๆ และมอเตอร์ลม

5) อุปกรณ์ในระบบท่อทาง ใช้เป็นท่อทางไหลของลมอัดในระบบนิวแมติกส์ระบบท่อนี้รวมถึงท่อส่งลมอัดและข้อต่อชนิดต่างๆ ด้วย

2.8.2 ระบบไฮดรอลิกส์

คำว่า hydraulics มาจากคำในภาษากรีก 2 คำ คือ hydro หมายถึง น้ำ และ aulis ซึ่งหมายถึง ท่อ (pipe) เดิมคำว่า hydraulics จึงหมายถึงเฉพาะการไหลของน้ำในท่อเท่านั้น แต่ปัจจุบันคำนี้หมายถึงการไหลของของเหลวทุกชนิดที่ใช้ในระบบเพื่อเป็นตัวกลางการถ่ายทอดกำลังงานในการเปลี่ยนแปลงกำลังงานของไหลให้เป็นกำลังงานกล คือ ทำให้กระบอกสูบไฮดรอลิกส์และมอเตอร์ไฮดรอลิกส์ทำงาน ตัวอย่างงานเช่น ระบบเบรกในรถยนต์ แม่แรงไฮดรอลิกส์ เครื่องอัด เกียร์อัตโนมัติ เครน กว้าน รถแทรกเตอร์และเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่งขั้วชัย สนิทพิทยสมบูรณ์ และปานเพชร ชินินทร (2541, หน้า 11) ได้กล่าวไว้ว่า ระบบไฮดรอลิกส์จะต้องมีอุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานดังนี้

อุปกรณ์ต้นกำลังไฮดรอลิกส์ (primary component)

อุปกรณ์เก็บและปรับปรุงคุณภาพน้ำมันไฮดรอลิกส์ (storage and treatment component)

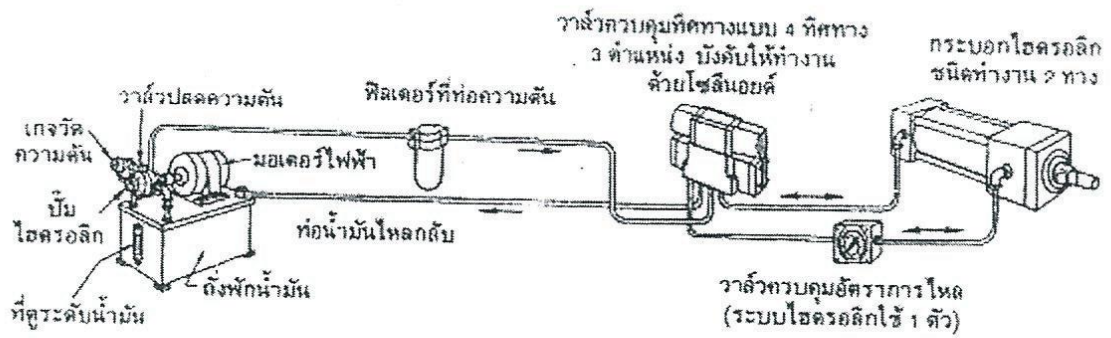
อุปกรณ์สร้างการไหล (transferring component)

อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน (controlling component)

อุปกรณ์การทำงาน (actuator or working component)

อุปกรณ์ในระบบท่อทาง (piping system)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.18 อุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์
ที่มา : ขวัญชัย สันทิพย์สมบูรณ์ และปานเพชร ชินินทร, 2541, หน้า 12

- 1) อุปกรณ์ต้นกำลังไฮดรอลิกส์ ทำหน้าที่เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนปั๊มน้ำมันไฮดรอลิกส์เพื่อส่งจ่ายให้แก่ระบบไฮดรอลิกส์ ประกอบด้วยเครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้า
- 2) อุปกรณ์เก็บและปรับปรุงคุณภาพน้ำมันไฮดรอลิกส์ ทำหน้าที่เป็นที่พักของน้ำมัน ขจัดสิ่งสกปรก ขจัดฟองอากาศ และระบายความร้อนของน้ำมันไฮดรอลิกส์ ประกอบด้วยถังพักน้ำมันไฮดรอลิกส์ ใสกรองน้ำมันไฮดรอลิกส์ และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ที่ใช้กับถังพักน้ำมัน
- 3) อุปกรณ์สร้างการไหล ทำหน้าที่สร้างอัตราการไหล ประกอบด้วยปั๊มไฮดรอลิกส์ชนิดต่างๆ
- 4) อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน หมายถึง วาล์วควบคุมชนิดต่าง ๆ ในระบบไฮดรอลิก เช่น วาล์วควบคุมทิศทางการไหล ใช้ควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของก้านสูบ วาล์วควบคุมอัตราการไหลใช้จำกัดปริมาณน้ำมันที่เข้าสู่ลูกสูบเพื่อควบคุมความเร็วของก้านสูบ วาล์วควบคุมความดันใช้ควบคุมความดันในระบบ
- 5) อุปกรณ์การทำงาน ทำหน้าที่เปลี่ยนกำลังงานของไหลให้เป็นกำลังงานกล เช่น กระจอกสูบไฮดรอลิกส์หรือมอเตอร์ไฮดรอลิกส์
- 6) อุปกรณ์ในระบบท่อทาง ทำหน้าที่เป็นท่อทางการไหลของน้ำมันไฮดรอลิกส์ในระบบประกอบด้วยแป๊ป (pipe) ท่อ (tube) สายน้ำมันไฮดรอลิกส์ (hoses) ข้องอ (bending) และข้อต่อชนิดต่าง ๆ (fittings)

อุปกรณ์ในระบบไฮดรอลิกส์แต่ละอย่างมีความสำคัญด้วยกันทั้งนั้นและสามารถนำไปใช้งานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ระบบไฮดรอลิกส์ในโรงงานอุตสาหกรรม (industrial hydraulics)
- 2) ระบบไฮดรอลิกส์ในโรงงานอุตสาหกรรมเหล็กกล้า งานวิศวกรรมโยธา และสถานีกำเนิดไฟฟ้า (hydraulics in steelworks, civil engineering and generating stations)
- 3) ระบบไฮดรอลิกส์ในยานยนต์อุตสาหกรรม (mobile machinery hydraulics)
- 4) ระบบไฮดรอลิกส์ในเรือเดินทะเล (hydraulics for marine applications)
- 5) ระบบไฮดรอลิกส์ในงานเทคนิคเฉพาะอย่าง (hydraulics in special technical application)

ความดัน (pressure; P) หมายถึง แรงกดดันบรรยากาศต่อพื้นที่ 1 หน่วยพื้นที่ เครื่องมือวัดความดัน ได้แก่ แมนนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ ใช้เป็นเกจ (gauge) วัดความดัน หน่วยวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของโรงเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความดันทางเทคนิคหรือวัดเป็นบรรยากาศทางเทคนิค [(at) atmosphere] มีหลายหน่วย เช่น กิโลปอนด์/ตารางเซนติเมตร (kp/cm²) หรือนิวตัน/ตารางเมตร (N/m²) หรือ ปอนด์/ตารางนิ้ว (lb/in²) หรือพาสคัล (Pascal) หรือกิโลกรัมแรง/ตารางเซนติเมตร (kgf/cm²)

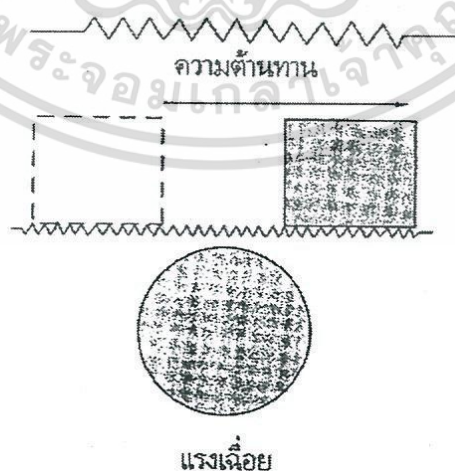
ความดันอากาศที่วัดเทียบกับสุญญากาศสมบูรณ์ เรียกว่า “ความดันสัมบูรณ์” (absolute pressure) ส่วนความดันอากาศที่วัดเทียบกับความดันอากาศ “ความดันเกจ (gauge pressure) โดยทั่วไปจะใช้ความดันสัมบูรณ์เมื่อใช้สมการด้านทฤษฎีทางนิวแมติกส์ ในขณะที่โดยปกติจะใช้ ความดันสัมบูรณ์เมื่อสมการด้านทฤษฎีทางนิวแมติกส์ ในขณะที่โดยปกติจะใช้ความดันเกจ แสดงค่าความดันอากาศ ดังนั้นเกจวัดความดันจะแสดงค่าความดันที่เทียบกับความดันอากาศ ดังนั้นเกจวัดความดันจะแสดงค่าความดันที่เทียบกับความดันบรรยากาศ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0 กิโลกรัมแรง/ตารางเซนติเมตร

2.8.3 หลักการพื้นฐานของระบบไฮดรอลิกส์

ระบบไฮดรอลิกส์มีการพัฒนาและได้ประยุกต์มาใช้งานมาตลอด หรือกล่าวได้ว่าระบบไฮดรอลิกส์เป็นปัจจัยสำคัญในการช่วยเหลือมนุษย์ ทั้งการขนส่ง การโยธา สามารถพบเห็นได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน วรณ คุณวารี (2541, หน้า 13) อธิบายว่า วิชาไฮดรอลิกส์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกฎเกณฑ์ที่ครอบคลุมถึงความดันและการไหลของของไหล ตลอดจนการนำกฎเกณฑ์เหล่านี้ไปประยุกต์กับงานทางด้านวิศวกรรม คำว่าของไหล (fluid) ในที่นี้คือ ของเหลว (liquids) จึงจำเป็นต้องทราบหลักการพื้นฐานดังนี้

1) แรง (force) แรง หมายถึง การกระทำของวัตถุกับวัตถุ ซึ่งอาจเป็นการผลักหรือการดูดที่สามารถสร้างการเปลี่ยนแปลงโดยการเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งอาจพยายามที่จะเปลี่ยนสภาวะการหยุดนิ่งให้เกิดการเคลื่อนที่หรือสภาวะการเคลื่อนที่ของวัตถุให้หยุดเคลื่อนที่ได้

2) ความต้านทาน (resistance) ความต้านทาน เป็นแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่หยุดนิ่งหรือเกิดการหน่วง เช่น ความต้านทาน (friction) แรงเฉื่อย (inertia force) ลูกบอลตะกั่วจะมีแรงเฉื่อยมากกว่าลูกบอลไม้ถ้าลูกบอลทั้งสองเคลื่อนที่ด้วยแรงเท่ากัน ลูกบอลไม้จะเคลื่อนที่ไปไกลและเร็วกว่าลูกบอลตะกั่วเนื่องจากลูกบอลตะกั่วมีความต้านทานในการเคลื่อนที่มากกว่า

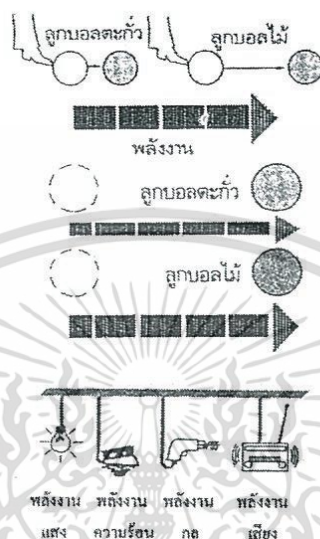


ภาพที่ 2.19 ความต้านทานและแรงเฉื่อย

ที่มา : ณรงค์ ตันชีวะวงศ์. 2547 : 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

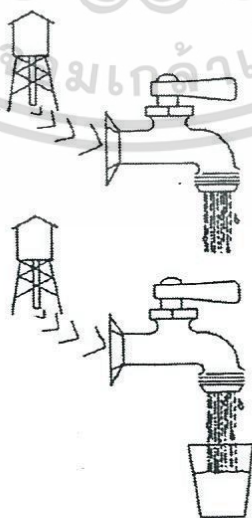
3) พลังงาน (energy) พลังงาน คือ ความสามารถในการทำงานหรือการใช้กำลังให้เกิดงาน ซึ่งแรงเฉื่อยก็เป็นพลังงานอย่างหนึ่ง เช่น ถ้าให้ลูกบอลไม้และตะกั่ววิ่งด้วยความเร็วเท่ากัน ลูกบอลตะกั่วจะหยุดวิ่งได้ยากกว่าลูกบอลไม้เนื่องจากมีความเฉื่อยมากกว่า ตัวอย่างของพลังงานคือ พลังงานกล พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน พลังงานแสง พลังงานเคมี พลังงานเสียง พลังงานที่กล่าวมานี้ไม่สามารถสร้าง ทำลายหรือไม่สูญหาย แต่จะเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่น



ภาพที่ 2.20 พลังงานในรูปแบบต่าง ๆ

ที่มา : ณรงค์ ตันชีวะวงศ์. 2547 : 2

4) พลังงานจลน์และพลังงานศักย์ (kinetic energy & potential energy) พลังงานจลน์ เป็นพลังงานที่ทำให้โมเลกุลภายในของวัตถุเกิดการเคลื่อนที่ เช่น น้ำที่ไหลจากถังน้ำประปามาตามท่อทางทำให้เกิดการเคลื่อนที่พลังงานศักย์ เป็นการเก็บน้ำประปาเอาไว้ในถังหรือเป็นน้ำไหลจากก๊อก และถูกเก็บเอาไว้ในแก้วน้ำ



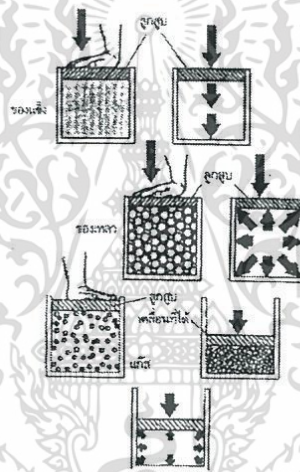
ภาพที่ 2.21 พลังงานจลน์และพลังงานศักย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูผู้ใช้งานเพื่อตรวจสอบเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ที่มา : ณรงค์ ตันชีวะวงศ์. 2547 : 3

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) งาน (work) และกำลัง (power) งาน คือแรงที่ไปกระทำให้อัตถุเกิดการเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่แรงกระทำ ฉะนั้นจำนวนของงานจะแสดงอยู่ในรูปของแรงและระยะทาง หน่วยของงานคือนิวตัน-เมตร เช่น รถฟอร์กลิฟต์ใช้แรง 2,500 นิวตัน ยกน้ำหนักในแนวตั้งเป็นระยะทาง 2 เมตร จะได้งานเท่ากับ 5,000 นิวตัน-เมตรกำลัง คือระยะทางที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่มีหน่วยเป็นเมตร คูณด้วยแรงที่ใช้มีหน่วยเป็นนิวตัน ทารด้วยเวลาที่ใช้มีหน่วยเป็นวินาที เช่น ใส่งานให้กับรถบรรทุกของเท่ากับ 1,400 นิวตัน-เมตรต่อวินาที โดยทั่วไปหน่วยของกำลัง วัดเป็นกิโลวัตต์ (horse power, hp หรือวัตต์)

6) การส่งผ่านแรง (force transmission) เมื่อมีแรงมากระทำกับลูกสูบที่ภาชนะใส่ของแข็งเอาไว้จะเกิดการส่งผ่านแรงจากของแข็งไปยังทิศทางตรงกันข้ามเพียงแรงเดียว แต่ถ้ามีแรงมากระทำกับลูกสูบที่ภาชนะใส่ของเหลวจะมีแรงกระทำในรูปของความดัน ในทุกทิศทุกทางเท่า ๆ กัน แต่ถ้าเป็นแก๊สจะทำให้เกิดความดันในทุกทิศทุกทางเท่า ๆ กันเหมือนกับของเหลว แต่แก๊สนั้นทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ได้ดังภาพที่ 2.22 ซึ่งมีภาพอยู่ 7 ภาพ จะแสดงถึงใช้แรงกดลงบนลูกสูบนั้นจะประกอบด้วย ของแข็ง ของเหลวและแก๊ส



ภาพที่ 2.22 การส่งผ่านแรง

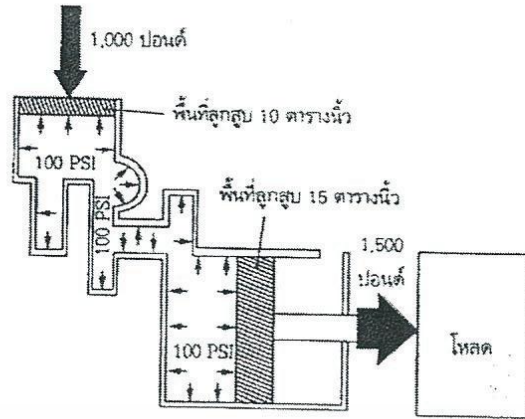
ที่มา : ณรงค์ ตันชีวะวงศ์. 2547 : 3

7) ความดัน (pressure) แรง (force) และพื้นที่ (area)

$$\text{ความดัน (P)} = \frac{\text{แรง (F)}}{\text{พื้นที่ (A)}}$$

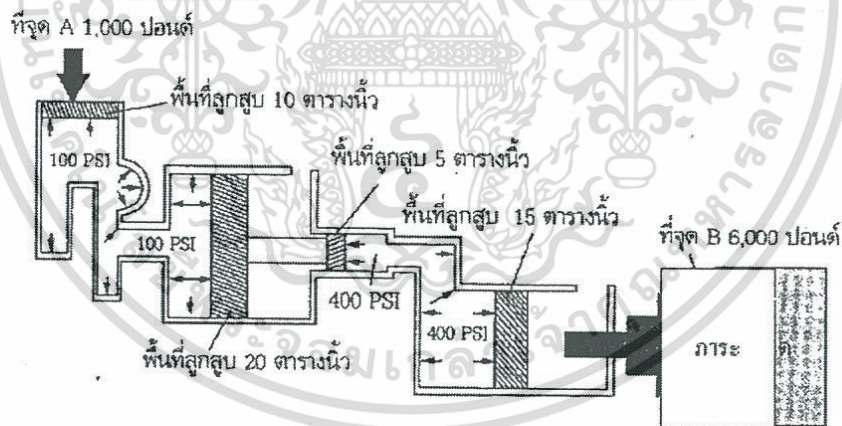
อธิบายภาพที่ 2.23 ได้ว่า ถ้าใช้แรง 1,000 ปอนด์ กดลงไปที่ลูกสูบขนาดพื้นที่ 10 ตารางนิ้ว จะทำให้เกิดความดันของน้ำมันภายในภาชนะเท่ากับ 100 ปอนด์/ตารางนิ้ว ($P = F/A = 1,000/10$) และความดัน 100 ปอนด์/ตารางนิ้วนี้ กระทำกับพื้นที่ลูกสูบขนาด 15 ตารางนิ้ว ก็จะได้แรงเท่ากับ 1,500 ปอนด์ ออกไปดันภาระ ($F = PA = 100 \times 15$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



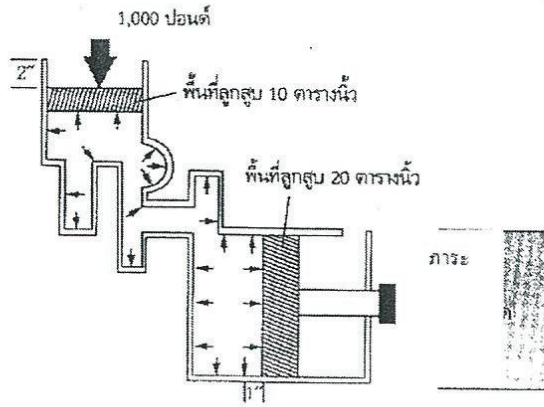
ภาพที่ 2.23 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความดันและพื้นที่
ที่มา : ณรงค์ ตันชีวะวงศ์. 2547 : 5

8) การเพิ่มแรง (intensifier) อธิบายภาพที่ 2.24 ได้ดังต่อไปนี้ ที่จุด A ออกแรง 1,000 ปอนด์กดบนลูกสูบขนาดพื้นที่ 10 ตารางนิ้ว จะได้ความดันของน้ำมันเท่ากับ 100 ปอนด์/ตารางนิ้ว กระทำในทุกทิศทางเท่า ๆ กัน ถ้าไปกระทำพื้นที่ขนาด 20 ตารางนิ้ว ก็จะได้แรงเท่ากับ 100×20 เท่ากับ 2,000 ปอนด์ไปกระทำบนพื้นที่ 5 ตารางนิ้ว ทำให้เกิดความดันเท่ากับ 400 ปอนด์/ตารางนิ้ว ($2,000/5$) และความดันขนาด 400 ปอนด์/ตารางนิ้ว ไปกระทำกับพื้นที่ขนาด 15 ตารางนิ้ว จึงได้แรงออกไปดันภาระเท่ากับ 6,000 ปอนด์ (400×15)



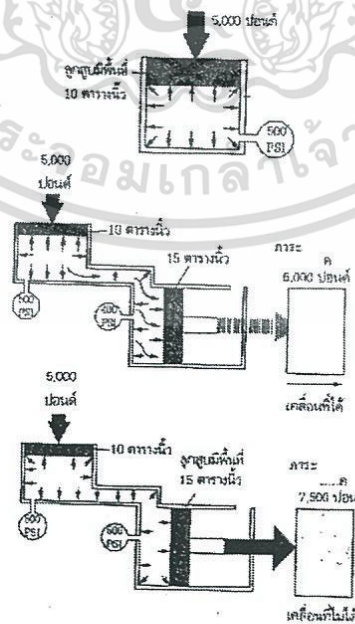
ภาพที่ 2.24 การเพิ่มแรง
ที่มา : ณรงค์ ตันชีวะวงศ์. 2547 : 5

ถ้าให้ลูกสูบซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด 10 ตารางนิ้ว เคลื่อนที่ไปในระยะทาง 2 นิ้ว จะทำให้ลูกสูบขนาดพื้นที่หน้าตัด 20 ตารางนิ้วเคลื่อนที่ได้เพียง 1 นิ้ว เท่านั้น ปริมาตรกระบอกสูบเท่ากับพื้นที่หน้าตัดลูกสูบคูณด้วยระยะชักดังแสดงในภาพที่ 2.38



ภาพที่ 2.25 ปริมาตรของของเหลว
ที่เท่า (ณรงค์ ต้นชีวะวงศ์. 2547 : 5)

การส่งผ่านแรงด้วยระบบไฮดรอลิกส์ จากภาพที่ 2.26 เป็นวิธีการทดความดันในระบบไฮดรอลิกส์ให้ได้ความดันมากขึ้น เพื่อให้กระบอกไฮดรอลิกส์ที่ใช้งานเกิดแรงได้มากขึ้น โดยใช้กระบอกไฮดรอลิกส์ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เท่ากัน ติดต่อกันเป็นตัวสร้างความดัน ตัวอย่างเช่น ใช้แรงขนาด 5,000 ปอนด์ กระทำลงไปทีลูกสูบขนาด พื้นที่หน้าตัด 10 ตารางนิ้ว ในภาชนะที่มีของเหลวอยู่เต็ม จะทำให้เกิดความดันของน้ำมันเท่ากับ 500 ปอนด์/ตารางนิ้ว ภาชนะที่เก็บพลังงานศักย์นี้เรียกว่าถังสะสมความดัน (accumulator) ซึ่งสามารถเปลี่ยนไปเป็นรูปของพลังงานการทำงาน (ความดันและการไหล) ได้ ถ้าหากมีมาตรขนาด 6,000 ปอนด์ กระทำอยู่กับลูกสูบที่มีพื้นที่ 15 ตารางนิ้ว จะเกิดความดันเท่ากับ 400 ปอนด์/ตารางนิ้ว ในกรณีนี้มาตรสามารถเคลื่อนที่ไปได้ แต่ถ้าหากเพิ่มค่ามาตรเป็น 7,500 ปอนด์ให้กระทำกับพื้นที่ลูกสูบขนาด 15 ตารางนิ้วเท่าเดิม ถ้าจะให้มาตรเคลื่อนที่นั้นจะต้องใช้ความดันมากกว่า 500 ปอนด์/ตารางนิ้วในกรณีนี้ มาตรจึงเคลื่อนที่ไม่ได้

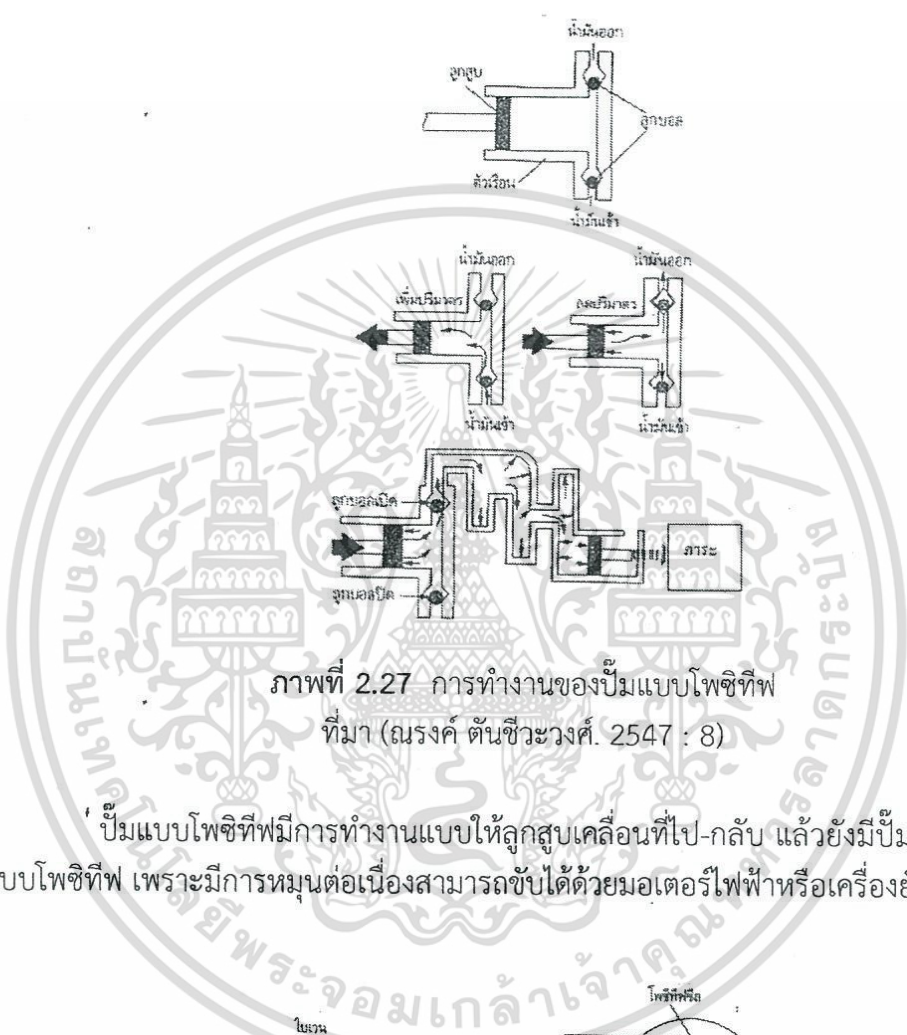


ภาพที่ 2.26 ถังสะสมความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ที่มา : ณรงค์ ต้นชีวะวงศ์. 2547 : 7

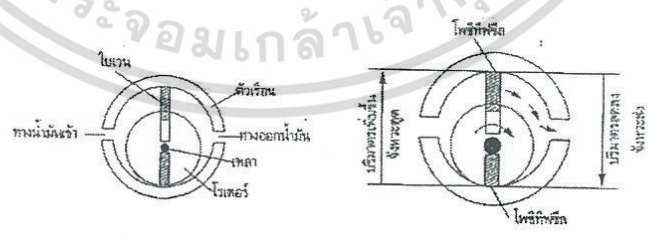
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากหลักการของถังสะสมความดัน ที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นจะไม่สามารถสร้างการไหลของน้ำมันได้ อย่างต่อเนื่องได้จึงทำให้ไม่สามารถดันให้ภาระเคลื่อนที่ต่อไปได้ ซึ่งวิธีการแก้ปัญหาจึงใช้ปั๊มแบบโพซิทีฟ (positive) ดังภาพที่ 2.27 คือ เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ออกจะทำให้ปริมาตรในห้องลูกสูบเพิ่มขึ้นทำให้ความดันลดน้อยลง ความดันทางท่อน้ำมันเข้าที่มีแรงดันสูงกว่าจึงเข้ามาแทนที่ ขณะเดียวกันเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่กลับจะส่งน้ำมันออกตามทิศทางน้ำมันออก



ภาพที่ 2.27 การทำงานของปั๊มแบบโพซิทีฟ
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์. 2547 : 8)

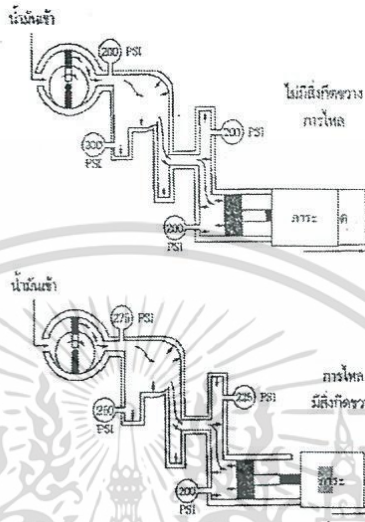
ปั๊มแบบโพซิทีฟมีการทำงานแบบให้ลูกสูบเคลื่อนที่ไป-กลับ แล้วยังมีปั๊มแบบโรตารี ซึ่งเป็นแบบโพซิทีฟ เพราะมีการหมุนต่อเนื่องสามารถขับได้ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์ดัง ภาพที่ 2.28



ภาพที่ 2.28 ปั๊มแบบโรตารีชนิดโพซิทีฟ
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์. 2547 : 8)

ปั๊มแบบโรตารีมีการทำงานโดยใช้หลักในการเพิ่มและลดปริมาตรเช่นเดียวกับปั๊มแบบลูกสูบต่างๆ ไป เมื่อโรตอร์หมุนจะทำให้ใบวนหมุนกวาดน้ำมันไปด้วย (จุดศูนย์กลางของโรตอร์กับเรือนปั๊มอยู่คนละจุด) จึงเป็นการเพิ่มปริมาตรทำให้ความดันลดลงจึงเป็นจังหวะดูดน้ำมัน แต่ใบวนหมุนต่อไปถึงจุดที่ต้องลดปริมาตร ซึ่งเป็นจังหวะส่งน้ำมันและมีท่อส่งน้ำมันออกอยู่ในบริเวณนั้น ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระบบไฮดรอลิกส์จะมีความสัมพันธ์ระหว่างความดันและความต้านทานดังภาพที่ 2.29 ความดันจะเกิดจากการไหลมีสิ่งกีดขวาง ถ้าสิ่งกีดขวางมีค่ามาก ความดันก็ยิ่งมากตามไปด้วย ดังนั้น ถ้าค่าความต้านทานสูง ปัมป์ก็ต้องมีความดันสูง ทำนองเดียวกันถ้าค่าความต้านทานต่ำ ปัมป์ก็จะมีความดันต่ำซึ่งณรงค์ ต้นชะวงค์ (2544, หน้า 9) ได้กล่าวถึงค่าความต้านทานในระบบไฮดรอลิกส์เกิดจาก 2 แหล่งด้วยกันคือ

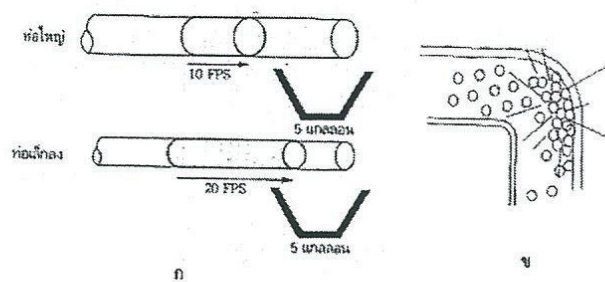


ภาพที่ 2.29 ความดันและความต้านทาน
ที่มา : (ณรงค์ ต้นชะวงค์. 2547 : 9)

- 1) เกิดจากความต้านทานภายนอกที่ต้องการให้เคลื่อนที่
- 2) เกิดจากความต้านทานของน้ำมันเอง ความต้านทานของน้ำมัน หมายถึง ความ

ต้านทานที่เกิดจากท่อไฮดรอลิกส์ เช่น ท่อมีขนาดเล็กเกินไปท่อคดงอมาก เป็นต้นน้ำมันในท่อไหลด้วยความเร็วที่กำหนด เช่น 10 ฟุตต่อวินาที และจำนวนการไหลของน้ำมันเรียกว่า อัตราการไหล หน่วยวัดมีหลายหน่วย เช่น แกลลอนต่อนาทีหรือลิตรต่อนาที เป็นต้น

จากภาพที่ 2.30 ก. เป็นความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของน้ำมันและอัตราการไหลของน้ำมัน คือ ถ้าต้องการบรรจุน้ำมันให้ได้ 5 แกลลอน ภายใน 1 นาที ปริมาณน้ำมัน 5 แกลลอนที่ไหลในท่อใหญ่จะต้องไหลด้วยความเร็ว 10 ฟุตต่อวินาที แต่ถ้าต้องการบรรจุน้ำมันขนาด 5 แกลลอนเท่ากัน ให้ไหลในท่อขนาดเล็กกว่าจะต้องเพิ่มความเร็วขึ้นเป็น 20 ฟุตต่อวินาที ทั้งสองกรณีสามารถสรุปได้ว่า น้ำมันมีปริมาตรการไหลเท่ากับ 5 แกลลอนต่อนาที ที่ความเร็วต่างกัน

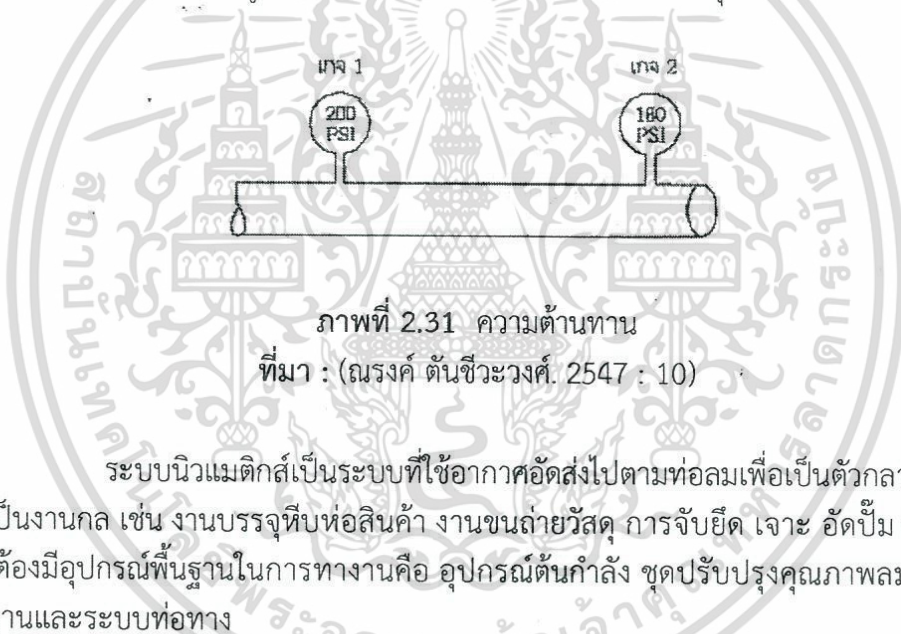


ภาพที่ 2.30 ความเร็วและอัตราการไหล
ที่มา : (ณรงค์ ต้นชะวงค์. 2547 : 10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานในโครงการวิจัยนี้ ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงชื่อของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การไหลของน้ำมันในระบบไฮดรอลิกส์จะเกิดความร้อนขึ้น ถ้าการไหลของน้ำมันมีความเร็วความร้อนจะเกิดมากขึ้นตามไปด้วย โดยทั่วไปความเร็วของการไหลน้ำมันจากปั๊มไฮดรอลิกส์ถึงกระบอกสูบควรใช้ที่ความเร็ว 15 ฟุตต่อวินาที ถ้าท่อนั้นมีความโค้งหรือคดงความร้อนซึ่งเกิดจากการไหลของน้ำมันภายในท่อจะทำให้โมเลกุลวิ่งชนกับโมเลกุลด้วยกัน จึงทำให้แรงเปลี่ยนทิศทาง ดังภาพที่ 2.30

จากภาพที่ 2.31 เป็นความแตกต่างระหว่างจุด 2 จุด ในระบบจะทำให้ทราบว่า จะเกิดการไหลและเมื่อมีการไหลจะเกิดพลังงานความร้อน เมื่อนำการไหลไปทำให้เกิดพลังงานจะมีความแตกต่าง 20 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งเป็นตัวชี้ให้เห็นว่าพลังงานของการทำงานจะเคลื่อนที่จาก เกจ 1 ไปยังเกจ 2. ขณะมีการเคลื่อนที่ระหว่างเกจทั้ง 2 นั้น ความดัน 20 ปอนด์ต่อตารางนิ้วของพลังงานการทำงานจะเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานความร้อนเนื่องจากของเหลวมีความต้านทาน ดังนั้น ถ้าต้องการให้ระบบไฮดรอลิกส์มีการทำงานที่มีประสิทธิภาพนั้นควรคำนึงถึงการออกแบบของระบบควรหลีกเลี่ยงเรื่องความต้านทาน แต่ถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ก็ต้องให้น้อยที่สุด เช่น ความหนืดของน้ำมันควรมีค่าถูกต้อง การใช้ท่อที่มีขนาดถูกต้องและมีความโค้งของข้อต่อที่น้อยที่สุด



ภาพที่ 2.31 ความต้านทาน
ที่มา : (ณรงค์ ต้นชีวะวงศ์. 2547 : 10)

ระบบนิวแมติกส์เป็นระบบที่ใช้อากาศอัดส่งไปตามท่อลมเพื่อเป็นตัวกลางการส่งผ่านแรงให้เป็นงานกล เช่น งานบรรจุหีบห่อสินค้า งานขนถ่ายวัสดุ การจับยึด เจาะ อัดปั๊ม ระบบนิวแมติกส์จะต้องมีอุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานคือ อุปกรณ์ต้นกำลัง ชุดปรับปรุงคุณภาพลม ชุดควบคุมการทำงานและระบบท่อทาง

ระบบไฮดรอลิกส์เป็นระบบที่ใช้ น้ำมันไหลภายในระบบเพื่อเป็นตัวกลางการส่งผ่านแรง เพื่อให้ระบบทำงาน เช่น ระบบเบรกในรถยนต์ แม่แรงไฮดรอลิกส์ เกียร์อัตโนมัติ เครื่อง กว้าน รถแทรกเตอร์และเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม ระบบไฮดรอลิกส์จะมีอุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานดังนี้ อุปกรณ์ต้นกำลัง ไฮดรอลิกส์ ชุดเก็บและปรับปรุงคุณภาพน้ำมัน อุปกรณ์สร้างการไหล ชุดควบคุมการทำงานและท่อทาง

ทั้งนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์จะมีบทบาทในงานวิศวกรรมทางด้านต่าง ๆ มากมาย รวมทั้งอุปกรณ์ขนาดเล็กและขนาดใหญ่ในเครื่องจักรอุตสาหกรรมต่างๆ ไป

อุปกรณ์ทำงานในระบบไฮดรอลิกส์ การทำงานในระบบไฮดรอลิกส์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนกำลังงานของน้ำมันไฮดรอลิกส์ให้เป็นกำลังงานกลโดยการเปลี่ยนความดันและความเร็วของน้ำมันไฮดรอลิกส์ในท่อทางให้มีการเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรงและการเคลื่อนที่ในแนวหมุน ได้แก่ กระบอกสูบและมอเตอร์ไฮดรอลิกส์ โดยจะอธิบายถึงชนิดต่าง ๆ โครงสร้าง และวิธีการทำงานรวมทั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์จากเอกสารนี้ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการคำนวณหาแรงที่ได้จากอุปกรณ์ประเภทนี้ ซึ่งจะช่วยให้สามารถเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับระบบและช่วยให้การทำงานมีประสิทธิภาพตามต้องการ ซึ่งขวัญชัย สนิทพิทยสมบัติ และปานเพชร ชินินทร (2539, หน้า 266) กล่าวว่าอุปกรณ์ทำงานในระบบไฮดรอลิกส์ทำหน้าที่เปลี่ยนกำลังงานไฮดรอลิกส์ไปเป็นพลังงานกล แบ่งออกได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. อุปกรณ์ทำงานที่เปลี่ยนความดันของน้ำมันเป็นแรงและการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง

1.1 กระบอกลูกสูบทางเดียว (single acting cylinder)

1.2 กระบอกลูกสูบสองทาง (double acting cylinder)

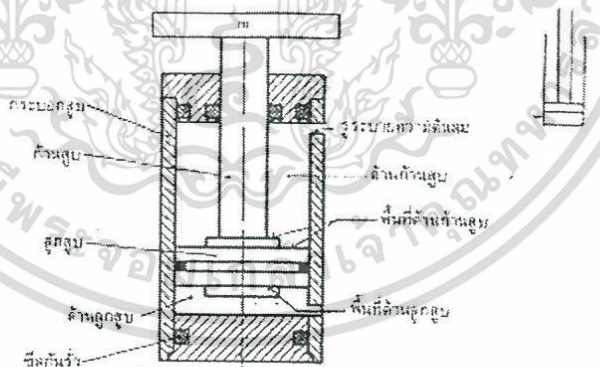
1.3 กระบอกลูกสูบสองทางแบบมีก้านสูบสองด้าน (double rod cylinder)

2. อุปกรณ์ทำงานที่เปลี่ยนความดันของน้ำมันเป็นแรงบิดและการเคลื่อนที่ในแนวหมุน

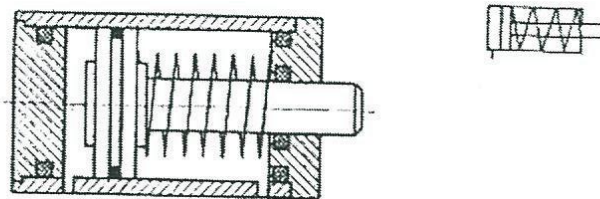
2.1 มอเตอร์ไฮดรอลิกส์ชนิดหมุนได้ทางเดียว (hydraulic motor unidirectional)

2.2 มอเตอร์ไฮดรอลิกส์ชนิดหมุนได้สองทาง (hydraulic motor bidirectional)
 กระบอกลูกสูบในระบบไฮดรอลิกส์ ทำหน้าที่เป็นตัวเปลี่ยนกำลังงานไฮดรอลิกส์ให้เป็นพลังงานกลออกมาในรูปของการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง แรงที่ได้ออกมาของก้านสูบจะนำไปดันยก หรือดึงชิ้นงาน (load) ให้เกิดการเคลื่อนที่ เช่น รถยกสินค้า (forklift) เครื่องบีบขึ้นรูปชิ้นงาน

1) กระบอกลูกสูบทางเดียว (single acting cylinder) กระบอกลูกสูบทางเดียว เป็นตัวทำงานที่รับน้ำมันเข้ากระบอกลูกสูบด้านหัวลูกสูบเพียงทางเดียว เพื่อผลักดันให้ลูกสูบพร้อมก้านสูบเคลื่อนที่ออกไปผลักดันชิ้นงาน ส่วนในตอนที่ถูกสูบเคลื่อนที่กลับจะไม่ใช้น้ำมันดัน แต่จะใช้ชิ้นงานหรือสปริงเป็นตัวผลักดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่เข้า ดังแสดงในภาพที่ 2.42



ก. กระบอกลูกสูบทางเดียวชนิดใช้แรงจากภายนอกเลื่อนลูกสูบกลับ



ข. กระบอกลูกสูบทางเดียวชนิดมีสปริงเลื่อนกลับอยู่ภายใน

ภาพที่ 2.32 กระบอกลูกสูบทางเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรณีการวิจัยและการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ที่มา : มนต์รี โชติวริทธิ์ และชินินทร นุ่มศิริ. 2545 : 87

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

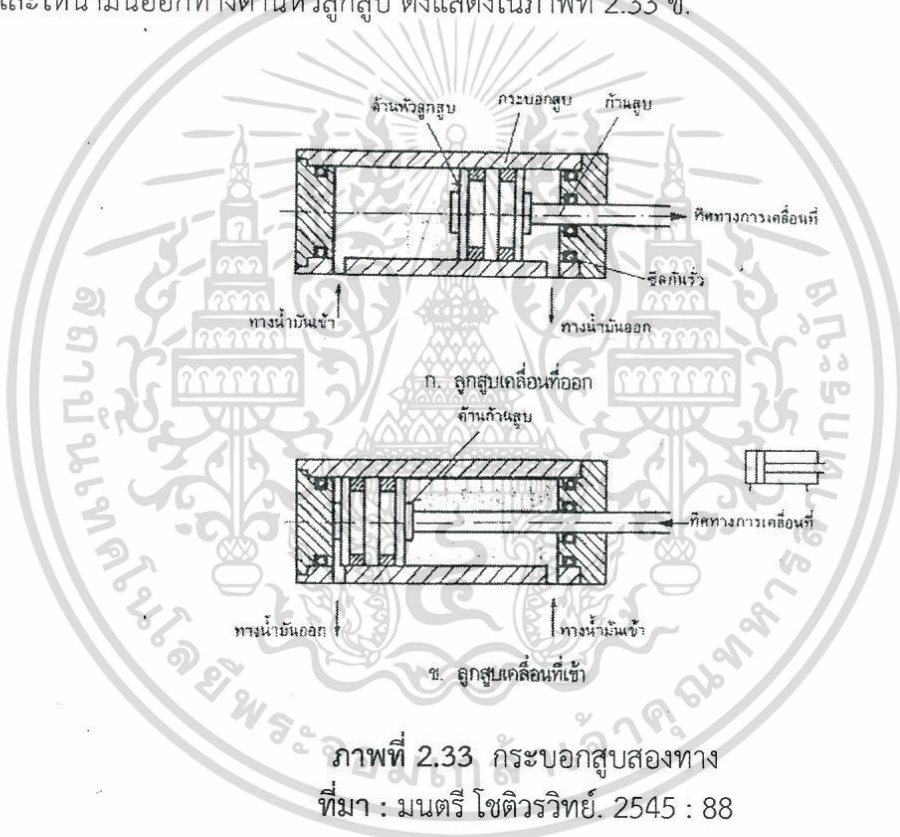
ส่วนประกอบ

1. ครอบอกสูบและฝาปิด
2. ก้านสูบ
3. ลูกสูบ
4. ซีลกันรั่ว

2) ครอบอกสูบทำงานสองทาง (double acting cylinder) ครอบอกสูบสองทางเป็นตัวทำงานที่มีน้ำมันเข้าและออกอยู่ด้านหัวลูกสูบและด้านก้านสูบทั้ง 2 ทาง การทำงานจะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ

2.1 ลูกสูบเคลื่อนที่ออกเพื่อไปผลักดันชิ้นงาน กระทำได้โดยให้น้ำมันเข้าทางด้านหัวลูกสูบและให้น้ำมันออกทางด้านก้านสูบ ดังแสดงในภาพที่ 2.32 ก.

2.2 ลูกสูบเคลื่อนที่เข้าเพื่อดึงชิ้นงานเข้ามา กระทำได้โดยให้น้ำมันเข้าทางด้านก้านสูบและให้น้ำมันออกทางด้านหัวลูกสูบ ดังแสดงในภาพที่ 2.33 ข.



ภาพที่ 2.33 ครอบอกสูบสองทาง
ที่มา : มนตรี โชติวรวิทย์. 2545 : 88

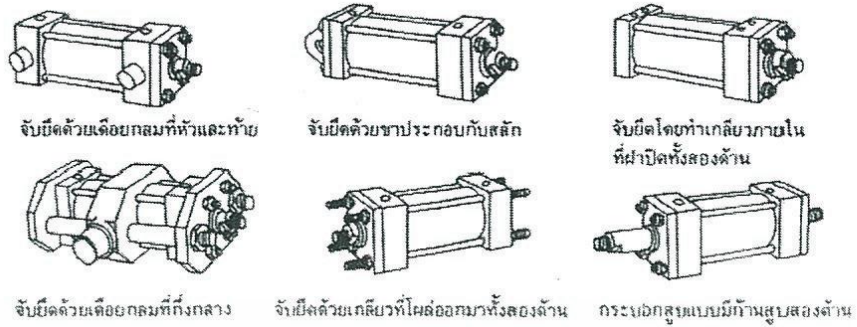
ส่วนประกอบ

1. ครอบอกสูบพร้อมฝาปิด
2. ลูกสูบและก้านสูบ
3. ซีลกันรั่ว

การติดตั้งจับยึดครอบอกสูบ ครอบอกสูบที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่แล้วจะเป็นแบบที่มีฝาปิดสี่เหลี่ยมจัตุรัสทั้งสองด้านยึดประกบกันด้วยสลักเกลียวสี่ตัวซึ่งครอบอกสูบชนิดนี้สามารถถอดหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ภายในได้สะดวกรวดเร็ว ซึ่งช่วยข่วย สิ้นทิวพิยสมบูรณ, และปานเพชร ซินินทร (2539 : 288) กล่าวว่า สำหรับฐานติดตั้งเพื่อให้ครอบอกสูบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

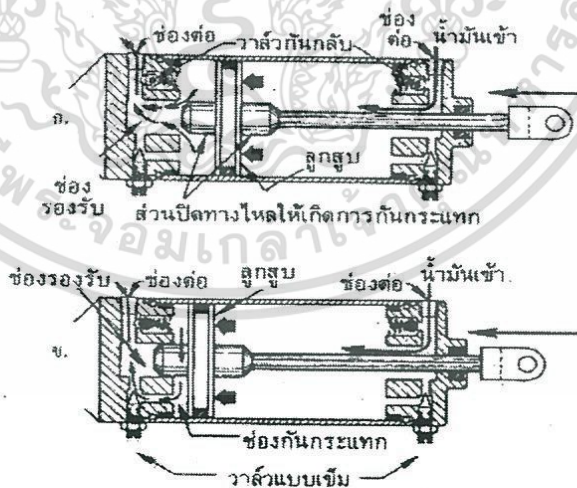
จะมีหลายลักษณะขึ้นอยู่กับการใช้งานและสภาพรอบๆ ด้านกระบอกสูบว่าสามารถจับยึดด้วยวิธีการใด



ภาพที่ 2.34 การติดตั้งจับยึดกระบอกสูบแบบต่าง ๆ

ที่มา : ขวัญชัย สนิทพิทยสมบูรณ์ และปานเพชร ชินินทร. 2539 : 288

กระบอกสูบกันกระแทก (cushioned cylinder) กระบอกสูบส่วนใหญ่ไม่ว่าจะใช้กับระบบลมหรือระบบไฮดรอลิกส์อาจมีอุปกรณ์กันกระแทกไว้ที่ปลายกระบอกสูบด้านหนึ่งหรือทั้งสองด้านเพื่อช่วยลดความเร็วหรือลดอัตราเร่งของลูกสูบเมื่อสุดระยะชัก เป็นการป้องกันการกระแทกที่เกิดขึ้นระหว่างลูกสูบกับฝาปิด โดยการใช้วาล์วแบบเข็มและวาล์วกันกลับทำให้เกิดเบาะน้ำมันขึ้นมาระหว่างลูกสูบกับฝาปิด น้ำมันข้างที่มีความดันสูงก็จะดันลูกสูบให้เคลื่อนที่ต่อไปด้วยความล่าช้าจะเป็นการหน่วงความเร็วของลูกสูบลงตอนใกล้สุดระยะชัก ทำให้ไม่เกิดกระแทกขึ้นโดยทั่วไประยะกัน กระแทกจะอยู่ระหว่าง $\frac{7}{8} - 2\frac{1}{4}$ นิ้ว ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบ



ภาพที่ 2.35 กระบอกสูบกันกระแทก

ที่มา : ขวัญชัย สนิทพิทยสมบูรณ์ และปานเพชร ชินินทร. 2539 : 298

จากภาพที่ 2.35 (ก) และ (ข) แสดงกระบอกสูบที่มีวาล์วเข็มใช้ทำให้เกิดเบาะน้ำมันกันกระแทกทั้งสองด้าน เมื่อก้านสูบเลื่อนไปถึงช่องกันกระแทก น้ำมันส่วนที่อยู่หน้าลูกสูบจะถูกดันให้เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนูญตเห็นเบเซประเอชนทานการควไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกทางวาล์วเข็ม (ซึ่งสามารถจะปรับได้ตามต้องการ) ความเร็วของลูกสูบก็จะถูกหน่วงให้ลดลงตอนใกล้สุดระยะชัก

เมื่อน้ำมันเริ่มผ่านเข้ากระบอกสูบเพื่อดันให้ก้านสูบเลื่อนกลับ น้ำมันจะไหลเข้าทางวาล์วกันกลับและวาล์วเข็มได้ทำให้เกิดความดันของน้ำมันที่ไปกระทำต่อผิวหน้าลูกสูบได้เต็มเนื้อที่ เพราะวาล์วกันกลับนี้มีหน้าที่ทำให้น้ำมันไหลเข้ากระบอกสูบได้อย่างเต็มที่ ก้านสูบก็เลื่อนได้เต็มความเร็วดังภาพที่ 2.35 (ก) น้ำมันยังถูกระบายออกไปได้อย่างอิสระ เพราะส่วนปิดทางไหลก่อนสุดระยะชัก (cushion nose) ยังเลื่อนไม่ถึงช่องรองรับ (cushion recess) ส่วนปิดทางไหลแต่เมื่อส่วนปิดทางไหลเลื่อนไปอีกจนถึงช่องรองรับดังภาพที่ 2.35 (ข) น้ำมันส่วนที่เหลือก็จะไหลผ่านทางช่องนี้ไม่ได้ น้ำมันส่วนนี้จะเป็นเบาะเพื่อกันการกระแทกได้ บริเวณนี้จึงเรียกว่าช่องกันกระแทก (cushion chamber) หรือช่องเบาะน้ำมันนั่นเองและน้ำมันส่วนนี้จะถูกดันให้ค่อย ๆ ไหลออกไปทางวาล์วเข็มโดยสามารถปรับปริมาณการไหลที่วาล์วเข็มได้เพื่อให้เกิดการกระแทกมากหรือน้อย

มอเตอร์ไฮดรอลิกส์ ซึ่งมอเตอร์ไฮดรอลิกส์ทำหน้าที่เป็นตัวเปลี่ยนกำลังงานไฮดรอลิกส์ให้เป็นกำลังงานกลออกมาในรูปของการหมุน มีขนาดรูปร่างลักษณะและสัญลักษณ์คล้ายกันกับปั้มน้ำมันไฮดรอลิกส์ต่างกันที่ปั้มน้ำมันไฮดรอลิกส์รับการหมุนจากมอเตอร์ไฟฟ้าทำให้เกิดการส่งจ่ายน้ำมันออกไปแต่มอเตอร์ไฮดรอลิกส์รับน้ำมันเข้ามาทำให้เกิดการหมุน ซึ่ง มนตรี โชติวรวิทย์ และ ชนินทร์ นุ่มศิริ (2536, หน้า 110) กล่าวว่า แรงบิดของมอเตอร์ไฮดรอลิกส์จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดและความดันของน้ำมัน มอเตอร์ไฮดรอลิกส์จะถูกนำไปใช้งานในลักษณะของการหมุนที่ต้องการแรงบิดสูง ๆ แต่รอบต่ำ เช่น เป็นตัวขับเคลื่อนล้อรถดินตะขาบ ขับลูกกลิ้งงานรีดในโรงงานผลิตเหล็กหรือโรงโม่ ในงานสร้างเครื่องจักรกลหนักและเครื่องอัด เป็นตัวขับเพลานในงานฉีดและเครื่องทำแบบหล่อ กว้านสมอเรือเดินทะเลหรือใช้ขับเคลื่อนเครื่องจักรกลในอุตสาหกรรมการต่อเรือ

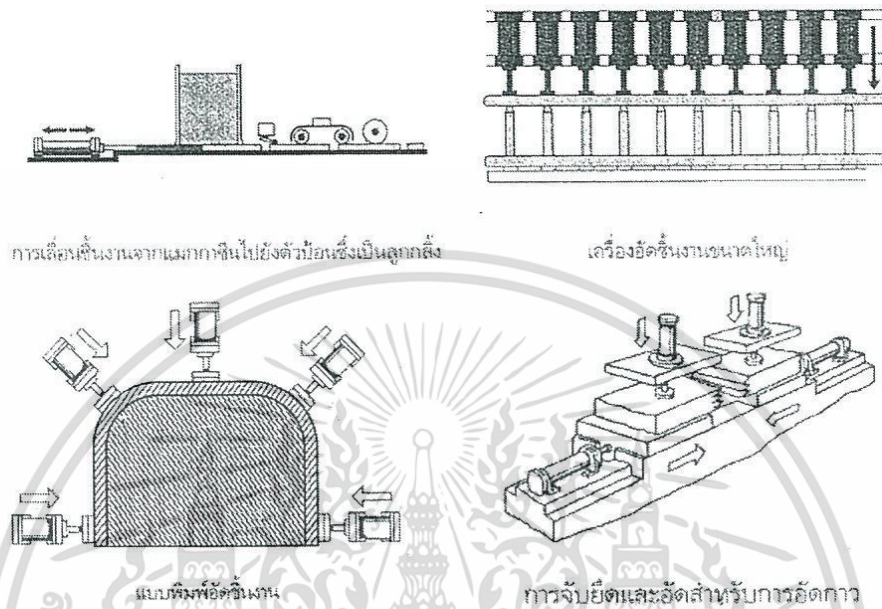


ภาพที่ 2.36 การนำมอเตอร์ไฮดรอลิกส์ไปใช้งานอุตสาหกรรม
ที่มา : มนตรี โชติวรวิทย์. 2536 : 110

อุปกรณ์ทำงานในระบบไฮดรอลิกส์จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลักคือ กระบอกสูบ มอเตอร์ไฮดรอลิกส์ โดยกระบอกสูบจะเป็นตัวรับแรงดันน้ำมันมาจากปั้มน้ำมันมาทำให้กระบอกสูบทำการเคลื่อนที่เพื่อให้เกิดงาน โดยอัตราการไหลของน้ำมันจะเป็นตัวกำหนดความเร็วของกระบอกสูบ ส่วนการเคลื่อนที่ที่จะช้าหรือเร็วนั้นสามารถคำนวณหาความเร็วของลูกสูบได้ กระบอกสูบทั่ว ๆ ไปมี 2 แบบคือ แบบทำงานทางเดียวและแบบทำงานสองทาง ส่วนมอเตอร์ไฮดรอลิกส์ จะเป็นตัวเปลี่ยนพลังงานไฮดรอลิกส์ให้เป็นกำลังงานกลอยู่ในรูปของการหมุนและจะถูกนำไปใช้งานในลักษณะของการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนูญตเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมุนที่ต้องการแรงบิดสูงๆ เช่น เป็นตัวขับเคลื่อนล้อรถตีนตะขาบขับเคลื่อนเครื่องจักรในงานอุตสาหกรรม การหมุนของมอเตอร์สามารถหมุนทั้งตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกาซึ่งสามารถควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ไฮดรอลิกส์ได้

ตัวอย่างงานที่นำระบบไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์ไปใช้งาน



ภาพที่ 2.37 แสดงตัวอย่างงานที่นำระบบไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์ไปใช้งาน
ที่มา : เอกสารประกอบการสอนรายวิชา ไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์ 2

2.9 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาและพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการดำเนินการวิจัย โดยมีรายละเอียด ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

2.9.1 วรรณธณี กองจันทร์ดี (2555 : 46) ได้กล่าวในผลการวิจัยเรื่อง การจัดการขยะของผู้ค้าในตลาดสด ศึกษากรณีตลาดสดบางกะปิและตลาดสดนครไทย เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร

การศึกษานี้พบว่า กลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้ค้าในตลาดสดบางกะปิและตลาดสดนครไทย มีความรู้เกี่ยวกับการจัดการขยะอยู่ในระดับมาก ในด้านการจัดการขยะผู้ค้าในตลาดสดบางกะปิ มีการจัดการขยะอยู่ในระดับมาก ซึ่งมากกว่าผู้ค้าในตลาดสดนครไทยที่มีการจัดการขยะอยู่ในระดับปานกลาง นอกจากนี้ ผู้ค้าในตลาดสดบางกะปิ มีทัศนคติอยู่ในระดับมากซึ่งมากกว่าค่าเฉลี่ยทัศนคติของผู้ค้าในตลาดสดนครไทยที่มีทัศนคติอยู่ในระดับปานกลาง รวมทั้งผู้ค้าในตลาดสดบางกะปิยังไม่ได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการจัดการขยะมากเท่าที่ควรเมื่อ

เปรียบเทียบกับตลาดสดนครไทย แต่การจัดการขยะของผู้ค้าในตลาดสดสูงกว่า เนื่องจาก ตลาดสดบางกะปิ ซึ่งเป็นตลาดสดในสังกัดสำนักงานตลาดกรุงเทพมหานคร ถึงแม้ว่าผู้ค้าตลาดสดบางกะปิจะมีทัศนคติในการจัดการขยะภายในตลาดสดสูง การรับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำไปเผยแพร่หรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จัดการขยะ รวมทั้งมีความรู้เกี่ยวกับการจัดการขยะต่ำกว่าตลาดสดนครไทย แต่ผู้ค้าในตลาดสดบางกะปินั้นต้องมีความกระตือรือร้นด้วยตนเองที่จะทำให้แผงค้าเป็นระเบียบเรียบร้อยและมีปริมาณขยะภายในแผงค้าที่น้อยลงด้วย ประกอบกับตลาดสดบางกะปิ ยังไม่มีการจัดหมวดหมู่ประเภทแผงค้าเพื่อให้เกิดความสะดวกในการรวบรวมและคัดแยกขยะ ดังนั้นผู้ค้าในตลาดสดบางกะปิ จึงต้องมีการจัดการขยะด้วยตนเอง ในขณะที่ตลาดสดนครไทย ซึ่งเป็นตลาดสดของเอกชนนั้น ได้มีความร่วมมือที่ดีระหว่างผู้ค้ากับผู้จัดการตลาดสดในทุกๆ ด้านโดยเฉพาะอย่างยิ่งการรักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยภายในตลาดสด นอกจากนี้ ยังได้มีการจัดอบรมและประชุมหารือร่วมกันเพื่อพัฒนาคุณภาพของตลาดสดให้ดีขึ้น ด้วยเหตุนี้ผู้ค้าในตลาดสดนครไทยจึงมีทัศนคติในการจัดการขยะ การรับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการจัดการขยะ รวมทั้งความรู้เกี่ยวกับการจัดการขยะภายในตลาดสดสูงกว่าตลาดสดบางกะปิ แต่เนื่องจากการจัดพื้นที่แผงค้าในตลาดสดนครไทยที่มีการแบ่งหมวดหมู่ตามชนิดของสินค้าอย่างชัดเจน ทำให้การรวบรวมและคัดแยกขยะมีความสะดวกมากยิ่งขึ้น

ผู้ค้าในตลาดสดนครไทยจึงให้ความสำคัญกับการกระตือรือร้นในการจัดการขยะน้อยกว่าตลาดสดบางกะปิ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผู้ค้าในตลาดสดบางกะปิ มีการจัดการขยะภายในตลาดสดสูงกว่าตลาดสดนครไทย ซึ่งหากมีการส่งเสริมให้ผู้ค้าในตลาดสดนครไทยมีพฤติกรรมการจัดการขยะภายในตลาดสดมากกว่านี้ ก็อาจมีความเป็นไปได้สูงที่ผู้ค้าในตลาดสดนครไทยมีการจัดการขยะได้ดีกว่าผู้ค้าภายในตลาดสดบางกะปิ

2.9.2 **พรลักษ์ณ์ พินิจปรีชา (2550 : 89)** ได้ทำ การศึกษาวิจัยเรื่อง การจัดการขยะสำนักงานบริษัท สยามแอดมินิเทรทีฟ แมเนจเม้นท์จำกัด

การศึกษานี้พบว่า การจัดการขยะสำนักงานกระทำ ได้ 5 วิธี มีผู้เกี่ยวข้องหลายฝ่าย ได้แก่ พนักงานบริษัทส่วนต่างๆและผู้บริหารร่วมรับผิดชอบการจัดการขยะสำนักงานดังนี้

- 1) ลดปริมาณขยะสำนักงานให้น้อยลงโดยการเลือกซื้อสินค้าที่มีอายุการใช้งานนานๆ หรือการเลือกใช้สินค้าที่มีขนาดบรรจุมากเพื่อลดขยะบรรจุภัณฑ์
- 2) การใช้ซ้ำ (Reuse) เป็นการนำเอาสิ่งของใช้สอยบางประเภทมาใช้ซ้ำ หลายๆ ครั้ง โดยไม่มีการทิ้งเป็นขยะสำนักงาน เช่น คลิปหนีบกระดาษ การใช้กระดาษทั้ง 2 หน้า และการนำเชือกสายรัด ตาข่ายมาใช้ซ้ำ
- 3) การซ่อมแซมเพื่อใช้ใหม่ (Repairing) เป็นการนำเอาวัสดุอุปกรณ์ที่ชำรุดมาซ่อมแซมให้ใช้งานได้ต่อไป แทนการทิ้งเป็นขยะสำนักงาน เช่น โต๊ะ เก้าอี้
- 4) การแปรรูปกลับมาใช้ใหม่ (Recycling) ทำได้โดยการรวบรวมขยะได้แก่ เศษกระดาษ พลาสติก โลหะ แก้ว แยกเก็บรวบรวม เพื่อส่งให้โรงงานอีกต่อหนึ่ง
- 5) การหลีกเลี่ยง (Rejection) เป็นการส่งเสริมให้พนักงานมีจิตสำนึกรับผิดชอบด้านสิ่งแวดล้อม โดยหลีกเลี่ยงการใช้สิ่งของที่กำลังหรือทำลายได้ยาก เช่น โฟม ขวดพลาสติกน้ำ บรรจุกระป๋อง เป็นต้น ผู้บริหารควรเป็นผู้นำและประกาศนโยบายที่ชัดเจน จึงจะเกิดการจัดการขยะที่มีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.3 ลัดดาวัลย์ บุญยศ (2546 : 101) ได้ทำ การศึกษาวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลตำบลเชียงใน อำเภอเชียงใน จังหวัดอุบลราชธานี

ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีแรงจูงใจในการจัดการขยะมูลฝอยโดยรวมอยู่ในระดับมาก การรับรู้เกี่ยวกับขยะมูลฝอย การรับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอย และการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอยโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการขยะมูลฝอยได้แก่ ความสนใจในความเป็นระเบียบเรียบร้อยของเทศบาล ความมุ่งหวังที่จะมีส่วนร่วมแก้ปัญหาขยะมูลฝอย การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับจัดการขยะมูลฝอยปัจจัยที่ไม่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการขยะมูลฝอย ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ การยอมรับว่าตนเป็นพลเมืองที่มีความรับผิดชอบ และการรับรู้เกี่ยวกับจัดการขยะมูลฝอยตำบลเชียงใน

2.9.4 อัจฉรสรีย์ อนุมณี (2558 : 67) ได้ทำ การออกแบบและพัฒนาถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิต

ผลการวิจัยสามารถสรุปและวิเคราะห์ผลการวิจัยการออกแบบและพัฒนาถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิตที่ได้ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อเชื่อมโยงแนวทางการออกแบบและการพัฒนาและการประยุกต์สู่การใช้งานจริงในบ้านพักอาศัย รายงานผลการทดสอบถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยของครัวเรือนด้วยภาพประกอบและบทวิเคราะห์ โดยอ้างอิงข้อมูลตามแนวคิดและหลักการที่เกี่ยวข้อง พร้อมนำเสนอข้อเสนอแนะความคิดเห็นที่ได้ เพื่อเป็นประโยชน์ในการทำงานวิจัยต่อไป

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาและพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน เพื่อให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ ดังนี้คือ

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากขยะเปียก สำหรับการเกษตรอินทรีย์

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ได้จากกระบวนการผลิตใหม่

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ขั้นตอนที่ 1 การศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากขยะเปียก สำหรับการเกษตรอินทรีย์

3.1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ ผู้ประกอบการร้านค้าและโรงงาน และพนักงานประจำสถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้ประกอบการร้านค้าและโรงงาน จำนวน 10 คน และพนักงานประจำสถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย จำนวน 3 คน

3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในขั้นตอนการศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากขยะเปียก สำหรับการเกษตรอินทรีย์เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาข้อมูล ได้แก่

3.1.2.1 แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการร้านค้าและโรงงาน และพนักงานประจำสถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย โดยมีการกำหนดประเด็นในด้าน กระบวนการกำจัดขยะมูลฝอย ประเภทของขยะมูลฝอย และลักษณะทางกายภาพของขยะที่พบ โดยผู้วิจัยใช้เทปบันทึกเสียงและจดบันทึก ภาพถ่ายและการสังเกต เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ

3.1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในขั้นตอนการศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากขยะเปียก สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ผู้วิจัยได้แบ่งเป็นขั้นตอน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.1 ขั้นตอนการศึกษาข้อมูลปฐมภูมิ

ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือที่ได้สร้างไว้เพื่อนำมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตัวของผู้วิจัยเองจากกลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ ผู้ประกอบการร้านค้าและโรงงาน และพนักงานประจำสถานีนถ่ายขยะมูลฝอย

3.1.3.2 ขั้นตอนการศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ

โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการบดย่อยขยะเปียก เพื่อทำปุ๋ยชีวภาพและผลิตดินเทียม กระบวนการสร้างและลักษณะทางกายของเครื่องจักรที่ใช้ในการแปรรูปขยะเปียกเป็นดินเทียม โดยจัดทำออกมาในรูปแบบของเอกสาร ทำการสรุปและวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อใช้ในการออกแบบเพื่อพัฒนาในขั้นต่อไป

3.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในขั้นตอนการศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากขยะเปียก สำหรับการเกษตรอินทรีย์หลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิและข้อมูลปฐมภูมิแล้ว ได้นำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ โดยแบ่งเป็นขั้นตอน ดังนี้

3.1.4.1 ขั้นตอนการศึกษาข้อมูลปฐมภูมิ

ผู้วิจัยได้นำผลจากการสัมภาษณ์ มาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ โดยนำผลที่ได้จากการสัมภาษณ์ มาวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลที่ได้จากแบบสัมภาษณ์ในรูปแบบของคำอธิบาย

3.1.4.2 ขั้นตอนการศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่สืบค้นมานั้นนำมาจัดเรียงลำดับข้อมูลความสำคัญ และทำการสรุปข้อมูล โดยจัดทำในรูปแบบของเอกสาร

3.1.5 แนวทางการนำเสนอข้อมูล

ในขั้นตอนการศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากขยะเปียก สำหรับการเกษตรอินทรีย์ผู้วิจัยได้ทำเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ และได้ทำการนำเสนอข้อมูลออกมาในรูปแบบของเอกสาร

3.2 ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

3.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในขั้นตอนนี้ สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

3.2.1.1 ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์

ประชากร ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 3 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง

3.2.1.2 ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องกล

ประชากร ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องกล เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ
เครื่องกล จำนวน 3 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในขั้นตอนการพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาข้อมูล ได้แก่

3.2.2.1 แบบสอบถามเพื่อประเมินด้านการพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง
สำหรับการเกษตรอินทรีย์ เพื่อใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถแบ่งขั้นตอนการประเมินออกเป็น
2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 แบบสอบถาม เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยให้
ผู้เชี่ยวชาญประเมินแบบ ซึ่งเป็นการให้คะแนนตามรายการประเมิน ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ค่าน้ำหนัก
ของการประเมินไว้ 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert)

โดยกำหนดน้ำหนักของการประเมินไว้ ดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยมาก

ตอนที่ 2 แบบสอบถามข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องผลิตดิน
เทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

3.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลขั้นการพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง
สำหรับการเกษตรอินทรีย์นี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์ และใช้ในการพัฒนา
เครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ โดยจัดทำในรูปแบบของแผ่นนำเสนองาน
หลังจากสรุปข้อมูลแล้ว จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการวาดภาพร่างของผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่างๆก่อน และ
พัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์ และจัดทำภาพจำลองผลิตภัณฑ์ ที่ได้จากการพัฒนาแบบในขั้นต้นพร้อม
ด้วยแบบประเมินการพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ จากนั้นให้
ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 3 คน และผู้ทรงคุณวุฒิและ
ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องกล จำนวน 3 คน ทำการประเมินแบบว่าแบบใดที่มีความ
เหมาะสมมากที่สุด เมื่อได้ข้อสรุปแล้วจึงจัดทำในขั้นตอนต่อไป

3.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์
ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้คือ

3.2.4.1 แบบสอบถามเพื่อประเมินด้านการพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง
สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์
การประเมินไว้ 5 ระดับ และกำหนดเกณฑ์การแปลความหมาย เมื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์โดยการหา
ค่าเฉลี่ย (Average) จะสามารถแปลความหมายของค่าเฉลี่ย ออกเป็นช่วงดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของกรมการศึกษานอกโรงเรียน กระทรวงศึกษาธิการ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.51-5.00	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
3.51-4.50	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
2.51-3.50	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
1.51-2.50	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
1.00-1.50	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ผู้วิจัยได้ทำการสรุปเป็นการบรรยายผล

3.2.5 แนวทางการนำเสนอข้อมูล

ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมนวนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมนวนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ โดยจัดทำในรูปแบบของแบบร่างผลิตภัณฑ์ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ และผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องกล ทำการประเมินแบบ และเมื่อได้ผลการประเมินแบบแล้ว จึงนำผลการประเมินนั้นมาจัดทำในรูปแบบของเอกสาร และแผ่นนำเสนอข้อมูล พร้อมทั้งจัดทำภาพการเขียนแบบเพื่อการผลิต (Working Drawing) แล้วจึงดำเนินการจัดทำหุ่นจำลองผลิตภัณฑ์ขึ้นมา

3.3 ขั้นตอนที่ 3 การประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องผลิตดินเทียมนวนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

3.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในขั้นตอนนี้ สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

3.3.1.1 ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์

ประชากร ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 3 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง

3.3.1.2 ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องกล

ประชากร ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องกล กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องกล จำนวน 3 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง

3.3.1.3 ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านเกษตรกรรมอินทรีย์

ประชากร ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านเกษตรกรรมอินทรีย์ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านเกษตรกรรมอินทรีย์ จำนวน 10 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง

3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในขั้นตอนการประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องผลิตดินเทียมนวนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการประเมิน คือ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.1 แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 3 รูปแบบ ที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาแล้ว โดยลักษณะของแบบประเมินทักษะแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 แบบสอบถาม เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินแบบ ซึ่งเป็นการให้คะแนนตามรายการประเมิน ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ค่าน้ำหนักของการประเมินไว้ 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert)

โดยกำหนดน้ำหนักของการประเมินไว้ ดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยมาก

ตอนที่ 2 แบบสอบถามข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เกี่ยวกับความพึงพอใจต่อเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

3.3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในขั้นตอนความพึงพอใจต่อเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์นั้น ผู้วิจัยได้จัดทำแบบประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ เพื่อเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยผู้วิจัยได้จัดทำแบบจำลองเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ เพื่อใช้ประกอบในการประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ โดยจัดทำในรูปแบบของแผ่นนำเสนองาน

3.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนการประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์นี้ ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การประเมินไว้ 5 ระดับ และกำหนดเกณฑ์การแปลความหมาย เมื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย (Average) จะสามารถแปลความหมายของค่าเฉลี่ย ออกเป็นช่วงดังนี้

4.51-5.00	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
3.51-4.50	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
2.51-3.50	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
1.51-2.50	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
1.00-1.50	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ผู้วิจัยได้ทำการสรุปเป็นการบรรยายผล

3.3.5 แนวทางการนำเสนอข้อมูล

ขั้นตอนการประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ หลังจากที่ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบการประเมินความพึงพอใจต่อเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำเสนอไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์แล้ว จึงนำผลที่ได้จากการประเมินมาจัดทำในรูปแบบของเอกสาร และแผ่นนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการวิจัย

3.4 ขั้นตอนที่ 4 การประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ได้จากกระบวนการผลิตใหม่

3.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เจ้าหน้าที่การเกษตรที่ควบคุมการตรวจสอบประสิทธิภาพของดิน

3.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในขั้นตอนการประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ได้จากกระบวนการผลิตใหม่ ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการประเมิน คือ

3.4.2.1 แบบการประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ได้จากกระบวนการผลิตใหม่ โดยการหาค่า N P K และค่าธาตุอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของพืช

3.4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในขั้นตอนการประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ได้จากกระบวนการผลิตใหม่นั้น ผู้วิจัยได้จัดทำการประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ได้จากกระบวนการผลิตใหม่ โดยผู้วิจัยได้นำดินเทียมที่ได้จากกระบวนการผลิตใหม่ ไปหาค่า N P K และค่าธาตุอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของพืช เพื่อใช้ในการประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ได้จากกระบวนการผลิตใหม่

3.4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนการประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ได้จากกระบวนการผลิตใหม่ ผู้วิจัยได้นำค่า N P K และค่าธาตุอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของพืช ที่ได้ทำการวิเคราะห์แล้ว มาเทียบกับค่า N P K และค่าธาตุอาหาร ตามค่ามาตรฐาน เพื่อใช้ในการประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ได้จากกระบวนการผลิตใหม่ โดยจัดทำในรูปแบบของแผ่นนำเสนองาน

3.4.5 แนวทางการนำเสนอข้อมูล

ขั้นตอนการประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ได้จากกระบวนการผลิตใหม่ หลังจากที่ได้จากการหาค่า N P K และค่าธาตุอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของพืชแล้ว จึงนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาจัดทำในรูปแบบของเอกสาร และแผ่นนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการวิจัย

3.5 ขั้นตอนที่ 5 การประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

3.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.5.1.1 เกษตรกรผู้เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ขอสงวนสิทธิ์ในชื่อและนามสกุลของนักวิจัย
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เกษตรกรผู้เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ในพื้นที่เกษตรกรรม จำนวน 10 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง

3.5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในขั้นตอนการประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการประเมิน คือ

3.5.2.1 แบบประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ โดยลักษณะของแบบประเมินที่กษะแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 แบบประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ เป็นแบบประเมินประสิทธิภาพ (Achievement Test) ชนิดแบบปฏิบัติ (Performance Test)

ตอนที่ 2 แบบสังเกต เป็นการสังเกตทางตรง (Direct Observation) ซึ่งเป็นการสังเกตที่ผู้วิจัยเฝ้าดูเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง โดยมีลักษณะเป็นการสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Participant Observation)

3.5.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในขั้นตอนการประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์นั้น ผู้วิจัยได้จัดทำ การประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ เพื่อเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยผู้วิจัยได้จัดทำแบบจำลองเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ เพื่อใช้ประกอบในการการประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ และนำดินที่ได้จากการอบแห้งแล้ว ไปใช้ในการเพาะปลูก

3.5.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนการประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์นี้ ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 แบบประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ เป็นแบบประเมินประสิทธิภาพ (Achievement Test) ชนิดแบบปฏิบัติ (Performance Test) เป็นการประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน คือ กำหนดคะแนนเป็น 5 4 3 2 1 ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้การวิเคราะห์ด้วย T-Test Independent

ตอนที่ 2 แบบสังเกต เป็นการสังเกตทางตรง (Direct Observation) ซึ่งเป็นการสังเกตที่ผู้วิจัยเฝ้าดูเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง โดยมีลักษณะเป็นการสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Participant Observation) เพื่อสังเกตพฤติกรรมการใช้ดินเทียมที่ผ่านการอบแห้งแล้ว โดยใช้เครื่องมือช่วยในการบันทึกการสังเกต เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงปริมาณเพื่อนำไปวิเคราะห์

3.5.5 แนวทางการนำเสนอข้อมูล

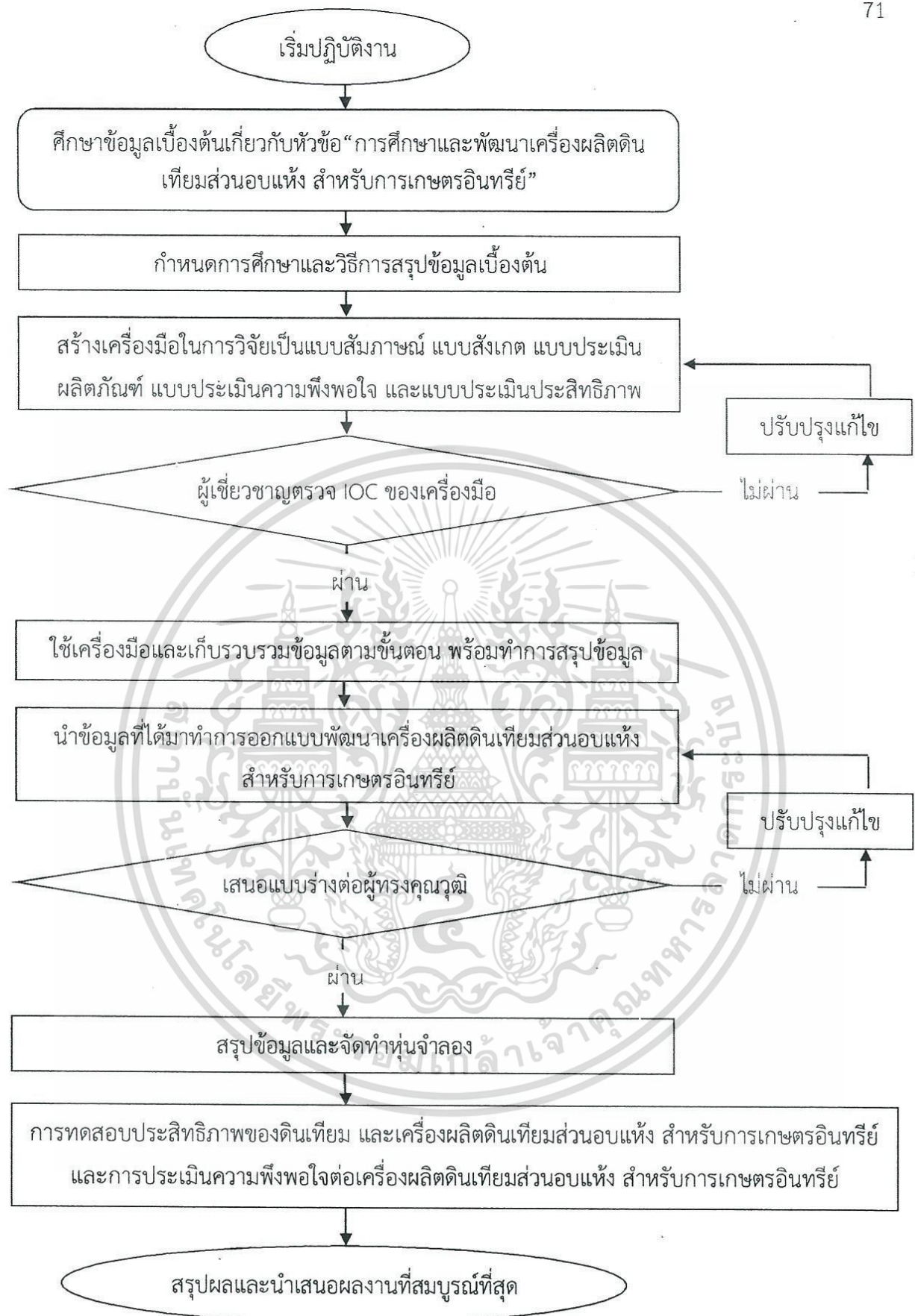
ขั้นตอนการประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ หลังจากที่ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบการประเมินประสิทธิภาพเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์นี้แล้ว จึงนำผลที่ได้จากการประเมินประสิทธิภาพ มาจัดทำในรูปแบบของเอกสาร และแผ่นนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการวิจัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการศึกษาและพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

ภาพโดย : ทรงวุฒิ ลอกภูมิวงศ์ (2559) งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษาและพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ผู้วิจัย ได้ศึกษาหาข้อมูลจากการสอบถาม การสัมภาษณ์ การสังเกต ตลอดจนการแสดงความคิดเห็นและความพึงพอใจ โดยเริ่มต้นจากการทำความเข้าใจในสภาพแวดล้อมในชุมชนก่อน แล้วจึงนำข้อมูลต่างๆมาวิเคราะห์และทำการออกแบบเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นลำดับต่อไป การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เรียบเรียงผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน เพื่อให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ ดังนี้คือ

- ขั้นตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์การศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากขยะเปียก สำหรับการเกษตรอินทรีย์
 - ขั้นตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์การพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์
 - ขั้นตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์การประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์
 - ขั้นตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์การประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ได้จากกระบวนการผลิตใหม่
 - ขั้นตอนที่ 5 ผลการวิเคราะห์การประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์
- โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

4.1 ขั้นตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์การศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากขยะเปียก สำหรับการเกษตรอินทรีย์

4.1.1 กระบวนการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับขยะเปียก

ก) กรณีศึกษาร้านอาหาร ในบริเวณพื้นที่ศึกษา “ร้านอาหารตามสั่ง” ตั้งอยู่ในซอยแจ้งวัฒนะ – ปากเกร็ด 28 จำหน่ายอาหารตามสั่งทั้งประเภทข้าวและก๋วยเตี๋ยว เปิดบริการทุกวัน ตั้งแต่ 08.00 – 18.00 น นั้นถือเป็นร้านที่มีขนาดปานกลางมีพื้นที่ 20 ตารางเมตร โดยมีผู้คนเข้ามาใช้บริการผลัดเปลี่ยนหมุนเวียนกันจำนวนมากกว่า 100 คนต่อวัน ซึ่งในร้านอาหารตามสั่งประเภทนี้จะมีจำนวนมากในพื้นที่ กทม. และตามหัวเมืองขนาดใหญ่ โดยร้านอาหารประเภทตามสั่งนี้จะมีจำนวนมากขึ้นในแต่ละปี ซึ่งนับตามนิยามของกรมพัฒนาธุรกิจที่ให้คำนิยามว่า “ธุรกิจภัตตาคาร/ร้านอาหาร คือ การบริการจัดอาหารและเครื่องดื่ม รวมถึงไอศกรีมและเค้กจัดเตรียมไว้พร้อมบริโภคมีหรือไม่มีที่นั่งก็ตาม ไม่ว่าจะให้บริการแบบให้นั่งโต๊ะหรือแบบบริการตนเองจากชั้นวางอาหาร ไม่ว่าจะรับประทานอาหารภายในร้าน นำกลับหรือสั่งให้จัดส่งที่บ้าน เช่น ร้านอาหาร ภัตตาคาร คาเฟ่ เคาน์เตอร์หรือบูธ ร้านอาหารแบบบริการตนเอง ร้านอาหารจานด่วน ร้านอาหารภัตตาคาร คาเฟ่ เคาน์เตอร์หรือบูธ ในยานพาหนะ เช่น รถไฟ เรือ หรือเครื่องบินที่ดำเนินการโดยหน่วยงานอื่น ร้านอาหารที่ให้บริการจัดส่ง ซึ่งธุรกิจภัตตาคารร้านอาหาร ในปัจจุบันได้ขยายตัวเพิ่มมากขึ้นทั้งในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนูชู้ตเห็นาไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษา ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับประเทศและระดับนานาชาติ อันเนื่องมาจากวิถีการดำเนินชีวิตของบุคคลในสังคมเปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้มีการรับประทานอาหารนอกบ้านมากขึ้น ทำให้ธุรกิจร้านอาหารและงานบริการจัดเลี้ยงของธุรกิจโรงแรม และเอกชนทั่วไปได้รับความนิยมอย่างสูงเพราะมีความสะดวกสบาย มีบรรยากาศที่สวยงาม และมีพนักงานที่คอยให้บริการเป็นอย่างดี ไม่ว่าจะเป็น ร้านอาหารต่างประเทศ ร้านอาหารหรรษระดับภัตตาคาร ร้านอาหารในรูปแบบแฟรนไชส์ รวมถึงร้านอาหารบริการด่วน และร้านอาหารรายย่อย” จะพบว่าตั้งแต่เดือนมกราคม 2557 – เดือนมิถุนายน 2558 การจดทะเบียนจัดตั้งธุรกิจภัตตาคารร้านอาหารทั้งในส่วนของมูลค่าทุนและจำนวนรายการจัดตั้งใหม่ของธุรกิจมีความผันผวนอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะมูลค่าทุนจดทะเบียนในเดือนกันยายน 2557 มีมูลค่าสูงถึง 1,159 ล้านบาท ในเดือนมิถุนายน 2558 มีจำนวนจัดตั้ง 128 ราย คิดเป็นอัตราเพิ่มขึ้น ร้อยละ 17 จากเดือนพฤษภาคม 2558 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเดือนมิถุนายน 2557 ทุนจดทะเบียนจัดตั้งใหม่เพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 24

ในขณะที่จำนวนการจดทะเบียนจัดตั้งใหม่เพิ่มขึ้นเพียง 5 รายโดยในพื้นที่กรุงเทพมหานครนั้นในปี 2558 ซึ่งในร้านอาหารประเภทนี้นั้นสามารถที่จะพบลักษณะภาชนะและการใช้งานภาชนะที่บรรจุขยะมีลักษณะเป็นถังพลาสติกขนาดใหญ่ และมีถุงขยะสีดำรองไว้ที่ถังเพื่อให้ง่ายต่อการท่อไปวางไว้หน้าร้านและจะมีรถของ กทม. เก็บในเช้าวันถัดไป โดยแยกเป็นขยะเปียกที่พบดังนี้

- ก) ขยะเปียกที่พบ : เศษอาหารต่าง ๆ เช่น ผักสด เปลือกไข่ เศษอาหารที่เหลือจากการบริโภค คราบน้ำมันพืช
- ข) ขยะทั่วไปที่พบ : ถังพลาสติก แก้วน้ำ กระดาษทิชชู หลอดน้ำ ขวดนมเปรี้ยว ขยะเปียกที่พบมากที่สุด : เปลือกไข่



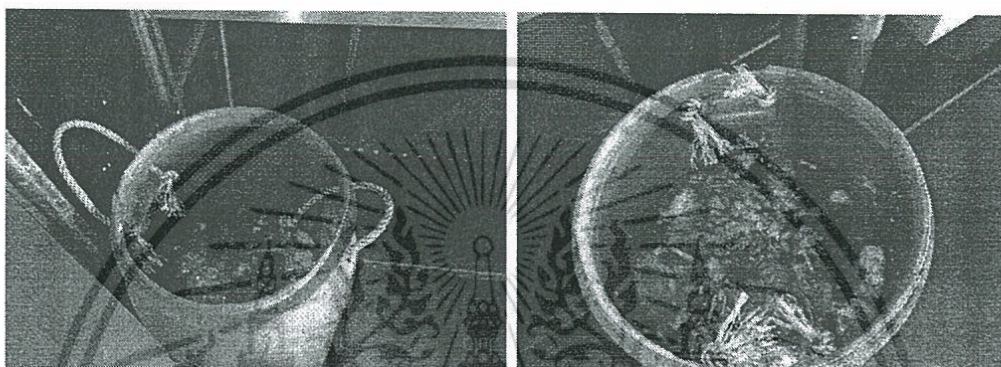
ภาพที่ 4.1 ร้านอาหารตามสั่งหรือร้านอาหารข้างทาง ที่มีจำนวนมากขึ้นในแต่ละปี

ข) กรณีศึกษาพื้นที่โรงงาน โดยพื้นที่กรณีศึกษานั้นจะมีเป้าหมายการรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ที่มีขนาดโรงอาหารบริการพนักงานจำนวนมากว่า 200 ที่นั่ง โดยจะมีพนักงานมากกว่า 200 คนขึ้นไป ซึ่งจากการรวบรวมข้อมูลพนักงานจะมีการช่วงระยะเวลาพักรับประทานอาหารประมาณ 1 ชั่วโมง โดยจะพักรับประทานอาหารเที่ยงเวลา 12.00 น.-13.00 น. พนักงานจะรับประทานอาหารในภาชนะที่จัดเตรียมไว้ เช่น ถ้วย จาน ชาม พลาสติก และเมื่อรับประทานเสร็จพนักงานจะต้องนำภาชนะที่มีเศษอาหารมาเททิ้งรวมกันในถังขนาด 200 ลิตร ที่ทางโรงงานได้เตรียมไว้สำหรับรองรับเศษอาหารในแต่ละวัน ซึ่งเศษอาหารที่เหลือทิ้งในแต่ละวันมีมากกว่า 100 กิโลกรัม เนื่องจากมีส่วนผสมทั้งกากและน้ำเสียจากเศษอาหาร ทางโรงงานจะคัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นจำเป็นต้องใช้เอกสารนี้
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

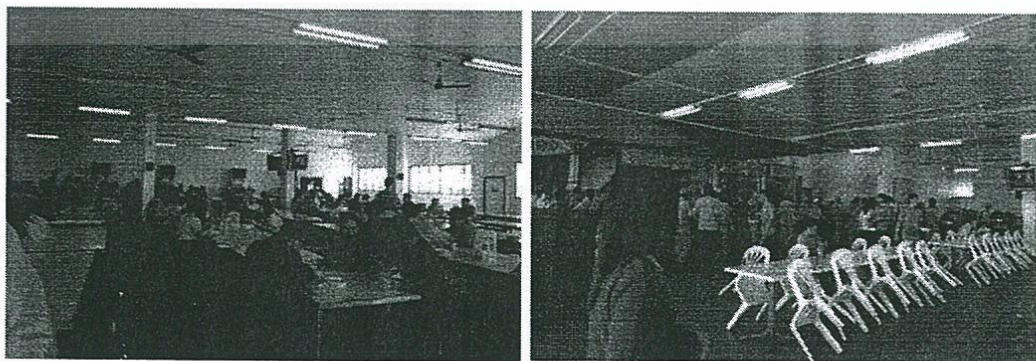
แยกส่วนน้ำออกจากกากอาหารด้วยการกรองก่อนจากนั้นจึงจะนำเศษอาหารเหล่านี้ไปให้ผู้ที่มาจับไปใช้ในการเป็นอาหารสัตว์หรือไปใช้ประโยชน์ต่อแต่ไม่มีการซื้อขายกัน

จากการสัมภาษณ์เบื้องต้นนั้นพนักงานและเจ้าหน้าที่ภายในโรงงานมีความเห็นว่าหากมีการนำเศษอาหารหรือขยะเปียกเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ได้จะดี เนื่องจากจะเป็นการใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสมและสามารถช่วยกันอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้อีกทางหนึ่ง และหากทางโรงงานมีแนวคิดที่จะนำเศษอาหารเหล่านี้มาใช้ในการเพาะปลูกเกษตรอินทรีย์ก็จะมีคามน่าสนใจให้กับกลุ่มพนักงาน ด้วยกลุ่มพนักงานอยากมีพื้นที่ที่เป็นสีเขียวภายในโรงงานและพนักงานก็ล้วนเคยทำอาชีพเกษตรกรรมมาแล้วจึงสามารถปฏิบัติการเพาะปลูกพืชแบบอินทรีย์ช่วงเย็นหลังเลิกงานได้หากมีการสนับสนุน และอยากที่จะร่วมเป็นส่วนหนึ่งของการช่วยลดโลกร้อนให้กับสภาพแวดล้อมอีกทางหนึ่ง



ภาพที่ 4.2 ลักษณะของถังขนาด 200 ลิตร ที่ทางโรงงานใช้ในการรองรับเศษขยะเปียก

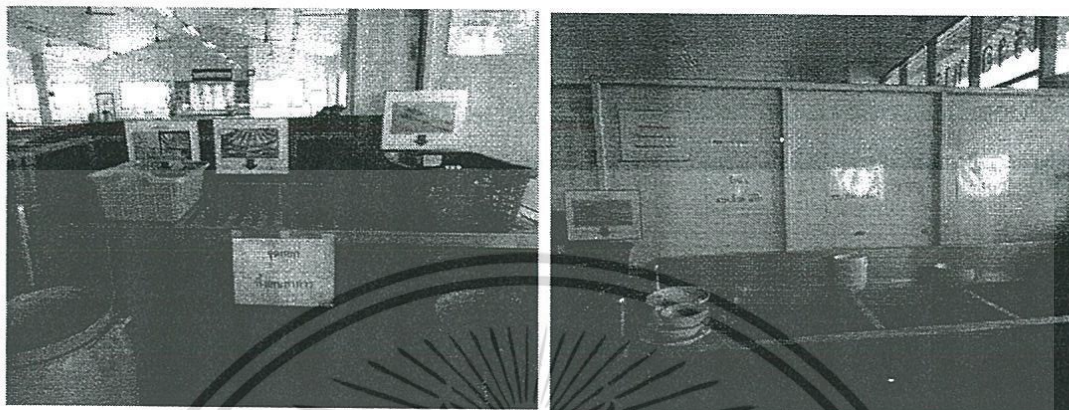
เศษอาหารที่อยู่ภายในถังพลาสติกนั้นจะถูกแม่บ้านนำไปกรองเอาส่วนของน้ำออกจากส่วนกาก ซึ่งในขั้นตอนนี้นั้นเป็นช่วงที่แม่บ้านมีความรู้สึกที่ไม่อยากทำมากที่สุด เนื่องจากปัญหาของกลิ่นที่เหม็นและรู้สึกว่สกปรก และอีกทั้งกลิ่นนั้นจะติดตัวไปตลอดทั้งวันหากมีการปฏิบัติหน้าที่ในช่วงกลางวัน ซึ่งแนวทางนี้แม่บ้านเห็นว่า “หากมีเครื่องที่นำเศษอาหารเหล่านี้มาเทลงจากนั้นเครื่องสามารถที่จะแยกส่วนของน้ำและส่วนของกากออกจากกันได้นั้นจะดีมากและยังช่วยประหยัดเวลาและทุนแรงได้มาก” จากการวิเคราะห์นั้นพบว่าการที่สังคมของชุมชนหรือโรงงานที่มีเศษอาหารเหลือทิ้งจำนวนมากนั้นจะมีปัญหาเกี่ยวกับเศษขยะเปียกทวีปัญหามากยิ่งขึ้นและบุคคลที่รับผิดชอบไม่มีความรู้สึกอยากจะทำปฏิบัติงานเนื่องจากกลิ่น ดังนั้นการระดมสมองและทัศนคติที่สร้างความสะดวกสบายและสร้างรูปแบบการแปรสภาพที่ก่อให้เกิดประโยชน์อย่างชัดเจนเป็นรูปธรรมได้ จะช่วยให้บุคคลทั่วไปสามารถมองเห็นและรับรู้แนวทางการประยุกต์ได้มากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 4.3 โรงอาหารในพื้นที่โรงงานอุตสาหกรรม ขนาด 200 ที่นั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากปัญหาที่พบในพื้นที่สำหรับการเทศอาหารนั้นจะมีกลิ่นของเศษอาหารที่รุนแรงและมีแมลงวัน แมลงหวี่ บินมาเกาะบริเวณเศษอาหารจำนวนมาก เนื่องจากทางโรงงานยังไม่มี การจัดเก็บเพื่อคัดแยกขยะเปียกในทันทีทำให้เกิดขยะในช่วงเช้าและช่วงเที่ยงที่มีจำนวนมากและมีการหมักจนกระทั่งเกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ตามมา และส่งผลให้มีแมลงรบกวนตามมาก่อให้เกิดสภาพที่ไม่น่ามองและขาดสุขลักษณะที่มีความเหมาะสม



ภาพที่ 4.4 พื้นที่สำหรับพนักงานเทศอาหารลงในถังและจัดเก็บภาชนะภายหลังการรับประทาน

4.1.2 กระบวนการกำจัดขยะของหน่วยงานที่รับผิดชอบ

โดยเฉลี่ยคนกรุงเทพฯ ผลิตขยะมูลฝอย 1.53 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน มีปริมาณ ขยะเฉลี่ย 9,900 ตันต่อวัน ใช้บุคลากรในการเก็บขนทั้งสิ้น 10,221 คน แบ่งเป็นพนักงานขับรถ 2,577 คน และพนักงานเก็บขนมูลฝอย 7,644 คน มีหน้าที่จัดการขยะของกรุงเทพฯ ทั้งหมด ตั้งแต่การจัดเก็บรวบรวมจากถังขยะในที่สาธารณะและจากครัวเรือนทั้ง 50 เขต หลังจากนั้นก็จะรวบรวมขยะทั้งหมดไปยังสถานีขนส่งไปยังสถานีขนถ่ายมูลฝอยซึ่งมีอยู่ 3 แห่ง คือ สถานีขนถ่ายมูลฝอยสายไหม สถานีขนถ่ายมูลฝอยหนองแขม และสถานีขนถ่ายมูลฝอยอ่อนนุชและว่าจ้างบริษัทเอกชนมารับมูลฝอยเหล่านี้ไปกำจัดต่อ โดยพื้นที่ปลายทางในการกำจัดของกรุงเทพฯ คือจังหวัดนครปฐม สมุทรปราการ และฉะเชิงเทรา

ขยะมูลฝอยทั่วไปจากสถานีขนถ่ายมูลฝอยสายไหม และสถานีขนถ่ายมูลฝอยหนองแขม จะนำไปฝังกลบที่อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ส่วนมูลฝอยทั่วไปจากสถานีขนถ่ายมูลฝอยอ่อนนุช จะนำไปฝังกลบที่อำเภอนวมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา

การกำจัดขยะของ กทม. สำหรับมูลฝอยอินทรีย์ ได้แก่ เศษอาหาร ไม้ และใบไม้ รวมถึงมูลฝอยอื่นๆ ที่ย่อยสลายได้ ทาง กทม. จะนำมูลฝอยบางส่วนนี้ไปทำปุ๋ยหมัก โดยจะมีโรงงานหมักปุ๋ยอยู่ที่อ่อนนุช ส่วนมูลฝอยอันตราย ได้แก่ ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ หลอดไฟ กระป๋องสเปรย์ เครื่องสำอางหมดอายุ ยาที่หมดอายุ ภาชนะบรรจุน้ำยาทำความสะอาดเครื่องสุขภัณฑ์และสารเคมีต่าง ๆ รวมถึงซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จะถูกนำไปกำจัดในเตาเผามูลฝอยอันตรายที่จังหวัดสมุทรปราการ ส่วนขยะติดเชื้อจะถูกกำจัดด้วยการเผาในเตาเผาที่ศูนย์กำจัดมูลฝอยอ่อนนุช ส่วนมูลฝอยรีไซเคิล เช่น กระดาษ พลาสติก โฟม แก้ว โลหะ ฯลฯ เป็นมูลฝอยที่มีมูลค่าสามารถขายร้านรับซื้อของเก่าได้ ดังนั้น จึงมักถูกแยกออกจากถังขยะไปก่อนที่เจ้าหน้าที่เก็บขนขยะของ กทม. จะเป็นเก็บขน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.1 ประเภทของขยะมูลฝอย

ก) ขยะย่อยสลายได้ เช่น เศษอาหารและพืชผักที่เหลือจากการรับประทาน และการประกอบอาหารสามารถนำไปหมักทำปุ๋ยได้ จากปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดมีประมาณร้อยละ 46

ข) ขยะรีไซเคิลหรือขยะที่สามารถนำไปขายได้ เช่น แก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะ / อโลหะ ซึ่งจากปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดมีอยู่ประมาณร้อยละ 42

ค) ขยะทั่วไป เป็นขยะที่ย่อยสลายยากและไม่คุ้มค่าในการนำไปรีไซเคิล เช่น ซองบะหมี่สำเร็จรูปเปลือกลูกอม ถูขนม ถูพลาสติก จากปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดมีประมาณร้อยละ 9

ง) ขยะพิษ หรือขยะมีพิษที่ต้องเก็บรวบรวมแล้วนำไปกำจัดอย่างถูกวิธี เช่น กระจ่างยาฆ่าแมลงหลุดไป ถ่านไฟฉาย ซึ่งจากปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดมีอยู่ประมาณร้อยละ 3

4.1.2.2 ลักษณะทางกายภาพของขยะที่พบ

จากการลงสำรวจพื้นที่พบว่า ลักษณะการทิ้งขยะเปียกของร้านนี้จะเป็น การทิ้งแบบรวม ๆ กัน ไม่มีการแยกระหว่างเศษอาหารและเศษขยะ ขยะที่พบจะมีอยู่หลากหลาย ประเภททั้งย่อยสลายได้และย่อยสลายไม่ได้ ส่วนมากจะเป็นขยะที่เกิดจากวัตถุดิบสดที่นำมาประกอบ อาหาร

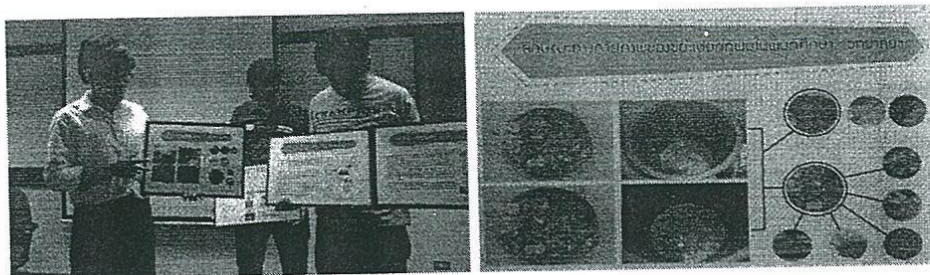


ภาพที่ 4.5 ลักษณะทางกายภาพของเศษขยะเปียกในพื้นที่การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

4.1.3 กระบวนการระดมแนวคิดเพื่อการประยุกต์ใช้งานขยะเปียก

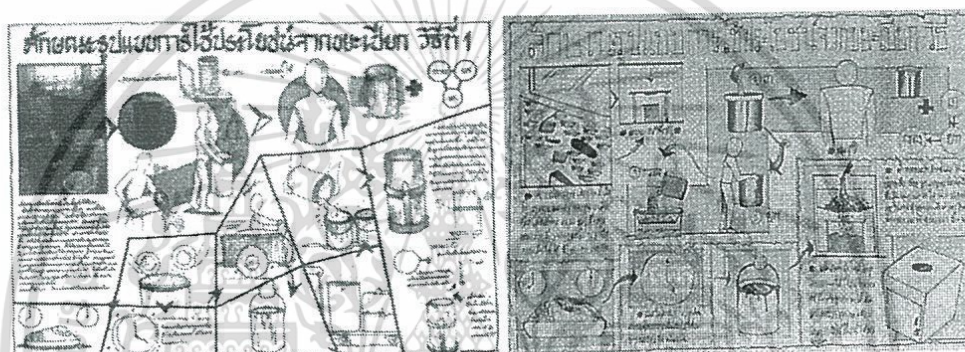
ในส่วนของขั้นตอนกระบวนการศึกษาทางการแปรสภาพของขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรกรอินทรีย์นั้นผู้วิจัยได้ทำการพิจารณาถึงการรวบรวมประเด็นที่สามารถพิจารณาแนวทางเพื่อการนำขยะเปียกมาใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลายแนวทางด้านการระดมความคิดจากกลุ่มผู้ร่วมวิจัย จำนวน 30 คน โดยนักวิจัยจะร่วมทำการนำเสนอแนวทางและแนวความคิดที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากขยะเปียกให้ได้หลากหลายแนวที่สุด โดยจะมีการนำข้อคำถามถึง คือ เป้าหมายการนำขยะเปียกในรูปแบบของเศษเหลือทิ้งต่างๆมาประยุกต์ใช้งานเป็นรูปแบบผลิตภัณฑ์หรือเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกแก่นักศึกษาในมุมมองต่างๆ และดำเนินการภายใต้กรอบความเป็นอิสระทางความคิดของนักวิจัยเพื่อจะได้ความคิดเห็นหรือแนวคิดที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยนำเสนอแนวคิดที่สามารถดำเนินการจริงได้ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 กระบวนการระดมความคิดเพื่อพิจารณาแนวทางการประยุกต์ใช้ขยะเปียก

การระดมความคิดเพื่อการใช้ประโยชน์จากเศษขยะเปียก (เศษอาหารประเภทต่างๆ) นั้นนำเสนอผ่านกระบวนการคิดในเชิง “มโนทัศน์ทางการออกแบบ” ด้วยการคิดให้เกิดขึ้นภายในสมองเพื่อการแก้ไขปัญหาจากนั้นจึงนำเสนอออกมาเป็นแผ่นนำเสนอแนวความคิดในการประยุกต์ใช้งาน โดยเน้นการสร้างมุมมองและนำเสนอความคิดในเชิงรูปธรรมที่มีความน่าสนใจและสามารถเข้าใจได้ง่ายสำหรับบุคคลทั่วไป



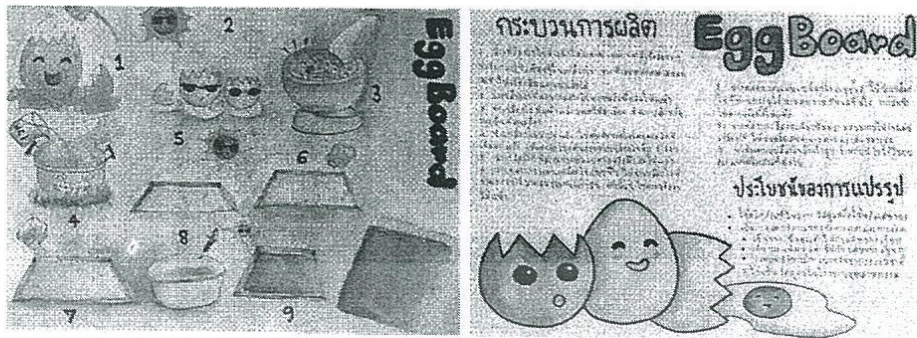
ภาพที่ 4.7 กระบวนการระดมความคิดเพื่อพิจารณาแนวทางการประยุกต์ใช้ขยะเปียก แนวคิดที่ 1

แนวคิดที่ 1 : นำเสนอ ลักษณะผลิตภัณฑ์เดิมในพื้นที่ที่ศึกษาเป็นลักษณะของการแยกขยะเปียก ขยะทั่วไปและขยะประเภทน้ำแข็ง โดยที่ขยะเปียกเศษอาหารจะมีคนมารับนำไปเป็นอาหารสัตว์ ส่วนขยะอื่นๆ ก็ใส่ถุงดำทิ้งที่ถังขยะใหญ่ ส่วนขยะประเภทน้ำแข็งเมื่อละลายแล้วก็เอาไปรดน้ำต้นไม้ ส่วนพลาสติกก็นำไปทิ้ง ทำให้สังเกตเห็นถึงกระบวนการขนย้ายระหว่าง สถานที่ที่ศึกษากับคนรับเศษอาหาร จึงเกิดแนวทางในการแก้ไขปัญหาตัวผลิตภัณฑ์ใส่อาหาร ที่สามารถอำนวยความสะดวกต่อการเคลื่อนย้ายได้ง่ายขึ้น สาเหตุเพราะว่า ถ้าเศษอาหารมีปริมาณเยอะมากจะทำให้การขนย้ายลำบาก ดังนั้นจึงเกิดเป็นแนวทางในการช่วยเหลือจากต้นทางคือ คนรับเศษอาหารครั้งนี้

แนวคิดที่ 2 : นำเสนอ “Egg Board” ที่เน้นการสร้างกระบวนการผลิต ด้วยการนำเปลือกไข่ไปล้างน้ำให้สะอาด เพราะจะมีเยื่อสีขาว ๆ ที่เรียกว่า โปรตีนอยู่ในเปลือกไข่ หากทำความสะอาดไม่หมดจะทำให้เกิดกลิ่นและเน่าเสียได้ จากนั้นนำเปลือกไข่ที่ผ่านการล้างไปตากหรือผึ่งลมให้แห้ง แล้วจึงนำเปลือกไข่ที่แห้งแล้วมาบดให้ละเอียด ด้วยการตำหรือการปั่นด้วยเครื่อง พร้อมกับนำเปลือกไข่ที่บดแล้ว ไปต้มกับกรดไฮโดรโครอลิกที่เจือจางแล้ว เพื่อกำจัดโปรตีนออกจากเปลือกไข่อีก 1 รอบ จากนั้นนำเปลือกไข่ที่ผ่านการต้มไปตากหรือผึ่งลมให้แห้ง หากต้องการแผ่นเปลือกไข่แบบทึบให้นำเปลือกไข่ที่ผ่านกรรมวิธีมาผสมรวมกันกับแป้งมันหรือหากต้องการแผ่นเปลือกไข่แบบใสให้นำเปลือกไข่ที่ผ่านกรรมวิธีมาผสมรวมกับเรซินใส จากนั้นนำไปตากหรือผึ่งให้แห้ง และหากต้องการสีสันทเพื่อเพิ่มความสวยงามให้กับแผ่นเปลือกไข่ ให้หยดสีผสมอาหารตามความเหมาะสมจะเปลี่ยนเปลือกไข่สำเร็จรูป สำหรับนำไปใช้งานออกแบบผลิตภัณฑ์ต่อไป สำหรับประโยชน์ของการแปรรูป 1) ได้

ไม่ว่ากรรมใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์ใหม่จากวัสดุเหลือใช้หรือเศษขยะ 2) เป็นการลดปริมาณขยะทั้งทางตรงและทางอ้อม 3) เป็นการเพิ่มคุณค่าให้กับเศษขยะเปียก 4) ช่วยลดปริมาณการนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้เป็นวัตถุดิบในโรงงานอุตสาหกรรม



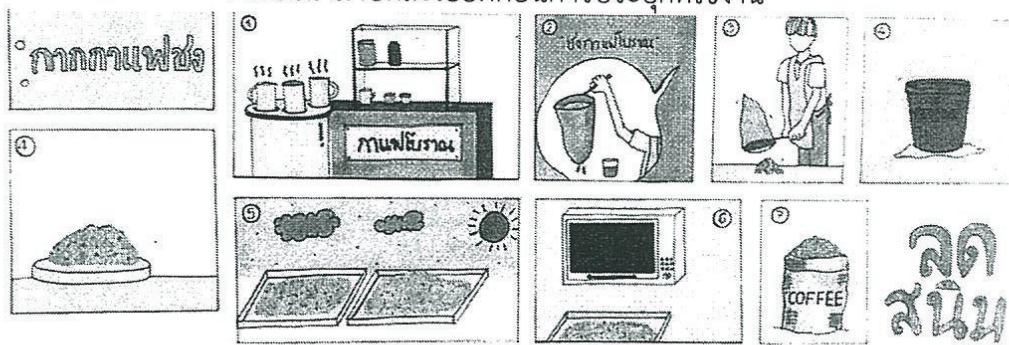
ภาพที่ 4.8 กระบวนการระดมความคิดเพื่อพิจารณาแนวทางการประยุกต์ใช้ขยะเปียก แนวคิดที่ 2

แนวคิดที่ 3 : นำเสนอกระบวนการแปรรูปกากกาแฟและเศษอาหารประเภทสลัด โดยศึกษาสภาพแวดล้อมจากลักษณะทางกายภาพของสถานที่แหล่งกำเนิดของขยะ และทำการวิเคราะห์การชงกาแฟโบราณจากกาแฟบดหยาบพร้อมอาหารที่บริการประเภทสลัดและอาหารง่ายๆ โดยพักกาแฟไว้บริเวณพื้นที่ใกล้เคียง จากนั้นจะทำการทิ้งเศษกาแฟและเศษอาหารไว้ในจุดที่เตรียมไว้ และรวบรวม ณ จุดที่เตรียมไว้ จากนั้นนำเศษกาแฟและเศษอาหารไปตากแดดเพื่อลดความชื้นและทำให้แห้ง นำเศษอาหารและเศษกาแฟไปอบอีกครั้งเพื่อลดการเกิดเชื้อและทำให้แห้ง เตรียมกากกาแฟไปใช้งานหรือแปรรูปไปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ ต่อไป โดยประโยชน์ที่ได้รับจากกระบวนการแปรรูป

- 1) นำขยะเปียกมาทำให้เกิดประโยชน์
- 2) กำจัดปัญหาขยะ ที่เพิ่มมากขึ้น
- 3) เพิ่มคุณค่าของขยะเปียก
- 4) ได้ตั้งคุณสมบัติของขยะเปียกมาใช้ให้เกิดประโยชน์
- 5) เพิ่มมูลค่าให้กับขยะเปียกที่มีอยู่มาก



กระบวนการแปรรูปในรูปแบบของการนำทุกอย่างมาอบเพื่อทำให้แห้ง จากนั้นนำมาบดละเอียดก่อนการประยุกต์ใช้งาน



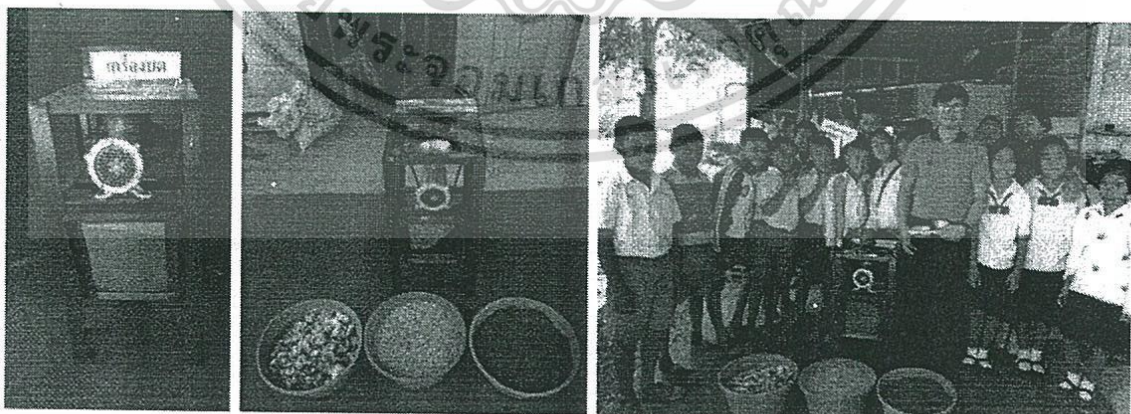
เอกสารภาพที่ 4.9 กระบวนการระดมความคิดเพื่อพิจารณาแนวทางการประยุกต์ใช้ขยะเปียก แนวคิดที่ 3
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ขั้นตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์การพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

เป็นช่วงของกระบวนการในการออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรสำหรับการอัดเม็ดดินเทียมที่ได้จากกระบวนการแปรขยะเปียกให้เป็นดินเทียม โดยเป็นเครื่องจักรกลที่จะต้องเน้นการประยุกต์ใช้เครื่องจักรกลที่ชุมชนสามารถเรียนรู้และสร้างสรรค์หรือสามารถที่ผลิตขึ้นได้เองในพื้นที่ชุมชนของตนเอง ซึ่งเครื่องจักรที่จะต้องนำมาพัฒนาเป็นเครื่องต้นแบบสำหรับการอัดเม็ดดินเทียมจากขยะเปียกนั้นจะต้องมีศักยภาพในการบดอัดก้อนเศษอาหาร แกลบดิบ ขุยมะพร้าว แกลบเผาและปุ๋ยคอก หรือแม้กระทั่งเศษเหลือทิ้งทางด้านเกษตรกรรมในแต่ละฤดูของพื้นที่ทำการเกษตรกรรมของชุมชนเป้าหมายในการวิจัย หมายความว่าเครื่องจักรกลที่นำมาสร้างเป็นต้นกำลังในการบดอัดนั้นจะต้องมีกำลังในการอัดที่สูงและมีค่าแรงบิดในการอัดก้อนดินเทียมให้เป็นเม็ดที่มีความเหมาะสมกับการนำไปทำการเพาะปลูกแบบเกษตรอินทรีย์



ภาพที่ 4.10 ส่วนประกอบของดินเทียมที่เครื่องอัดดินเทียมจะต้องสามารถบดและอัดได้อย่างเหมาะสม



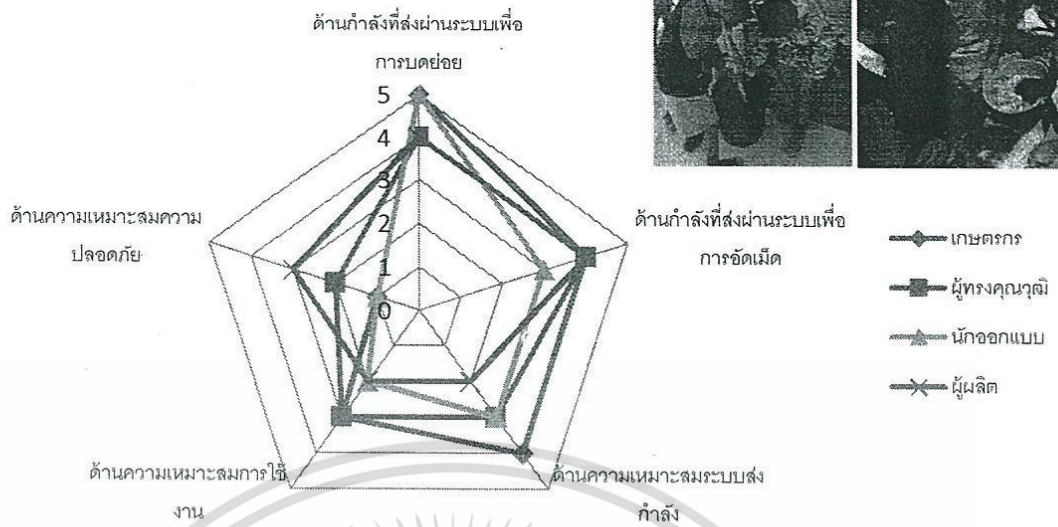
ภาพที่ 4.11 การทดสอบเบื้องต้นกับเครื่องจักรในการทดลองบดอัดและผสมส่วนประกอบดินเทียม

จากภาพเป็นกระบวนการทดสอบเครื่องจักรต้นกำลังเบื้องต้นเพื่อทดสอบแรงกดและอัดเพื่อการสร้างเม็ดดินเทียมที่มีความสมบูรณ์โดยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือก มอเตอร์ต้นกำลังขนาด 1 แรง เพื่อสร้างแรงบิดในการอัดก้อนดินเทียม ซึ่งจากกระบวนการทดลองการใช้งานเบื้องต้นนั้นพบว่าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ประเมินค่าความเหมาะสมปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบเครื่องบดอัดดินเทียมจาก
ขยะเปียก

ความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้ งาน	ผู้ประเมิน (N=4)				\bar{x}	การวิเคราะห์
	4	3	2	1		
1. ด้านกำลังที่ส่งผ่านระบบเพื่อการ บดย่อย	5	4	5	4	4.50	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุดเนื่องจาก ระบบที่ใช้ให้กำลังในการบดย่อยนั้นมีการส่งผ่าน ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า ผ่านสายพาน 1 เส้น ทำให้มีแรงกระทำต่อเกลียวลูกนอนขนาดใหญ่ที่ ทำจากแอสตันเลส
2. ด้านกำลังที่ส่งผ่านระบบเพื่อการ อัดเม็ด	4	4	3	4	3.75	มีความเหมาะสมในระดับมาก เนื่องจากตัวลูก นอนสแตนเลสที่ได้แรงกระทำจากสายพานนั้น ให้แรงบิดที่สูงและมีแรงช่วยให้บดอัดเม็ดดินได้ เป็นก้อนผ่านรูตักก้อนดินให้เป็นเม็ดได้เหมาะสม
3. ด้านความเหมาะสมระบบส่ง กำลัง	4	3	3	2	3.00	มีความเหมาะสมในระดับปานกลางเนื่องจาก ระบบส่งกำลังจะมีการให้แรงกระทำที่ไม่มีการใช้ เกียร์เพื่อสร้างสามารถทดแรงบิดให้เพิ่มมากขึ้น กว่าเดิมได้ จึงหากมีการพัฒนาด้วยการใส่ชุด เกียร์ทดรอบมอเตอร์จะสามารถช่วยให้เครื่องมี แรงบิดมากกระทำต่อเดือนลูกนอนได้มากยิ่งขึ้น
4. ด้านความเหมาะสมการใช้งาน	3	3	2	2	2.50	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง เนื่องจากใน การใช้งานยังต้องมีการบดซ้ำหลายรอบเนื่องจาก เม็ดดินนั้นยังมีความละเอียดของตัวดินค่อนข้าง น้อยทำให้ในการบดครั้งแรกนั้นเม็ดดินไม่จับตัว เป็นก้อนเม็ด ทำให้มีลักษณะร่วนซุยเป็นก้อน ขนาดใหญ่อยู่จึงจำเป็นต้องบดย่อยจำนวน 2- 3 ครั้ง
5. ด้านความเหมาะสมความ ปลอดภัย	1	2	1	3	1.75	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด เนื่องจาก ระบบการให้กำลังของมอเตอร์และระบบ สายพานนั้นไม่มีการปกปิดที่เหมาะสมทำให้เกิด อันตรายต่อผู้ใช้งานได้ง่ายและไม่มียระบบการตัด ไฟฟ้าที่ส่งกำลังหากเกิดอุบัติเหตุเพื่อเป็นการ ป้องกันผู้ใช้งานเกิดอันตราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.12 แผนภูมิแสดงผลการวิเคราะห์รายด้านที่ส่งผลต่อกระบวนการประยุกต์ในการพัฒนาและออกแบบเครื่องอัดเม็ดดินเหนียวที่ต้องการพัฒนาใหม่

จากแผนภูมิจะสามารถพบว่าเครื่องต้นกำลังที่นำมาเป็นต้นแบบในการพิจารณาประยุกต์เพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องบดอัดเม็ดดินเหนียวนั้นมีความเหมาะสมในด้านระบบเพื่อการอัดเม็ดค่อนข้างที่จะสูงมากและในด้านความเหมาะสมของระบบส่งกำลัง และด้านกำลังที่ส่งผ่านระบบบดย่อย นั้นถือเป็นจุดเด่นหลักของเครื่องต้นแบบที่นำมาพิจารณาแต่มีจุดด้อยที่จะต้องนำมาพิจารณานั้นคือด้านความเหมาะสมความปลอดภัยและด้านความเหมาะสมในการทำงาน ซึ่งจุดนี้เองที่จะต้องมีการปรับปรุงและนำปัจจัยเหล่านี้มาทำการวิเคราะห์ผ่านหลักการจำแนกการวิเคราะห์การแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ QFD (Quality Function Development) ซึ่งสามารถกำหนดเป็นแนวทางการต่อยอดทางความคิดเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ “เครื่องอัดและอบแห้งดินเหนียวจากขยะเปียก” โดยการอาศัยข้อมูลจากตารางการวิเคราะห์เพื่อประเมินค่าความเหมาะสมปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบเครื่องบดอัดดินเหนียวจากขยะเปียก

ซึ่งจากกระบวนการร่วมระดมความคิดกับกลุ่มผู้เพาะปลูกพืชอินทรีย์และกลุ่มชุมชนในพื้นที่เป้าหมายในการวิจัยและพัฒนาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำปัจจัยที่จะส่งผลกระทบต่อแนวทางการออกแบบและพัฒนาด้วยการ QFD ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการประยุกต์ใช้หลักการจำแนกการวิเคราะห์การแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ QFD (Quality Function Development) เพื่อการออกแบบเครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก นั้นจากการประยุกต์หลักการ QFD พบว่า ค่าระดับของความต้องการของกลุ่มเป้าหมายผู้บริโภคที่ได้แก่กลุ่มเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และกลุ่มเจ้าหน้าที่ครูอาจารย์ในโรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม ที่ช่วยในการทำการทดสอบการเพาะปลูกพืชอินทรีย์จากการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม โดยพบว่า กลุ่มเป้าหมายมีความต้องการมากที่สุดในกระบวนการศึกษาและพัฒนาเครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก คือ ด้านประโยชน์ใช้สอยที่เครื่องจะต้องสามารถบดอัดเม็ดดินเทียมรวมทั้งคลุกเคล้าส่วนผสมดินเทียมที่ได้แก่ ขยะเปียกที่บดย่อยแล้ว เศษเหลือทิ้งในพื้นที่เกษตรกรรม รวมทั้งเศษเกลบและฟางข้าวที่มีจำนวนมากในชุมชนร่วมกับปุ๋ยคอก ให้สามารถคลุกเคล้ากันได้อย่างเหมาะสมก่อนที่จะทำการอัดเป็นเม็ดและอบแห้งเม็ดดินเหล่านั้นก่อนที่จะนำออกมาผึ่งแดดก่อนทำการนำไปใช้งานหรือบรรจุลงถุงเพื่อการจำหน่าย และอันดับรองลงมา คือ ด้านความสะดวกสบายในการใช้งานที่กลุ่มผู้ใช้จะต้องมีกระบวนการใช้งานที่ไม่ยุ่งยากรวมถึงจะต้องสามารถดูแลรักษาเครื่องได้อย่างง่ายไม่ซับซ้อน ซึ่งเป็นการวิเคราะห์จากข้อมูลเบื้องต้นที่ได้จากแบบสอบถามของกลุ่มเป้าหมายผ่านกระบวนการวิเคราะห์ของ House of Quality และนำข้อจำกัดเหล่านั้นมาใช้สร้างเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกและเครื่องบดและอบแห้งเม็ดดินเทียมจากขยะเปียกเพื่อการใช้งานในด้านเกษตรอินทรีย์

4.2.1 กระบวนการจำแนกการวิเคราะห์การแปลงค่าหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ QFD (Quality Function Development) ในการศึกษาและพัฒนาเครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก

โดยผลจากการแปรค่าในเชิงคุณภาพ สามารถแยกรายละเอียดได้ ดังนี้

1) การเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง : ซึ่งจากกระบวนการศึกษาและทำการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะที่ใกล้เคียง พบว่า ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงในรูปแบบ A นั้นจะมีความโดดเด่นในด้านประโยชน์ใช้สอย ซึ่งสามารถใช้สอยได้หลากหลายหน้าที่อีกทั้งยังสามารถที่จะบูรณาการนำไปใช้ในการประยุกต์เพื่อใช้งานได้อย่างหลากหลายหน้าที่มากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังมีระบบกลไกที่ง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากนักสามารถที่จะดูแลรักษาได้ง่ายและมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน และยังมีราคาต้นทุนในกระบวนการผลิตที่ไม่แพงมากนักและมีความคุ้มค่าในการนำมาประยุกต์ใช้งาน พร้อมทั้งมีจุดอ่อนที่จำเป็นต้องมีการปรับปรุงนั้นคือด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิตที่จะต้องมีความสิ้นเปลืองวัสดุที่ใช้ในการผลิตรวมทั้งมีการใช้กระบวนการผลิตที่ยุ่งยากซับซ้อนมากกว่าปกติ ตลอดจนความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวนั้นไม่สามารถสื่อสารให้ผู้ใช้สามารถที่จะเข้าใจและสามารถใช้งานได้ อย่างถูกต้องโดยปราศการคำแนะนำ ในส่วนของผลิตภัณฑ์รูปแบบ B นั้นจะมีความโดดเด่นทางด้านของความแข็งแรงทนทานที่มีการใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงทนทานและมีน้ำหนักที่เบาสามารถเคลื่อนย้ายและประกอบได้อย่างรวดเร็ว ในส่วนของประโยชน์ใช้สอยนั้นถือเป็นปัจจัยที่ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงทั้งสองชนิดสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างดีและมีความเหมาะสม อีกทั้งยังมีความสะดวกสบายในการใช้งานได้เหมาะสมกับขนาดสัดส่วนของผู้ใช้งานและในส่วนจุดอ่อน คือ การซ่อมแซมบำรุงรักษาจะมีความยุ่งยากและซับซ้อนมากยิ่งขึ้นเนื่องจากการประกอบที่จำนวนมากและมีหลากหลายองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์จึงส่งผลโดยตรงต่อความปลอดภัยในการใช้งานผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ปัจจัยที่จำเป็นจะต้องมีการปรับปรุง : สำหรับปัจจัยที่มีความจำเป็นที่จะต้องทำการปรับปรุงสำหรับเครื่องอัดเม็ดและอบแห้งดินเหนียวจากขยะเปียกนั้นประกอบด้วย ประโยชน์ใช้สอยที่จำเป็นจะต้องมีการปรับปรุงและเพิ่มเติมในส่วนของคุณสมบัติของประโยชน์ใช้สอยให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้นและสามารถรองรับกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเหนียวได้อย่างเหมาะสม รองลงมาจะเป็นในด้านความสะดวกสบายในการใช้งานที่จำเป็นจะต้องมีการเพิ่มเติมในส่วนของคุณสมบัติความสะดวกสบายในการส่งเสริมให้ผู้บริโภคนั้นสามารถใช้งานได้อย่างสะดวกสบายและสามารถช่วยผ่อนแรงและลดความยุ่งยากในกระบวนการลงได้อย่างเหมาะสม ในส่วนของวัสดุและกรรมวิธีการผลิตจะต้องสามารถที่จะผลิตได้ง่ายไม่ยุ่งยากและซับซ้อนอีกทั้งยังต้องสามารถที่จะผลิตได้ง่ายโดยอาศัยเทคโนโลยีหรือเครื่องจักรที่มีอยู่ในพื้นที่เป้าหมายสำหรับการทดลอง ในส่วนของความมีเอกลักษณ์ที่เฉพาะตัวนั้นมีความจำเป็นที่จะต้องกำหนดเพื่อให้ตัวเครื่องอัดเม็ดและอบแห้งดินเหนียวจากขยะเปียกจะสามารถสร้างรูปแบบและสามารถแสดงตัวตนของผลิตภัณฑ์ชนิดนั้นออกมาได้ โดยในส่วนนี้ควรที่จะคำนึงถึงระดับราคาที่บุคคลต่างๆหรือชาวบ้านในชุมชนสามารถรับได้และสามารถทำการนำมาใช้งานได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด

3) จุดขายหรือจุดเด่นที่ต้องพิจารณา : เป็นกระบวนการวิเคราะห์ที่เน้นการนำเสนอจุดขายที่ควรที่จะคำนึงถึงสำหรับการพัฒนาเครื่องอัดเม็ดและอบแห้งดินเหนียวจากขยะเปียกด้วยกระบวนการวิเคราะห์ทางด้านฝ่ายการตลาด โดยสร้างจุดเด่นทางด้านประโยชน์ใช้สอยให้มีความหลากหลายและมีความเหมาะสมสำหรับการนำเครื่องที่พัฒนาใหม่ไปประยุกต์ใช้งานได้เป็นอย่างดีหลากหลายรูปแบบและมีความคุ้มค่าในการใช้งาน โดยสามารถที่จะบดย่อยและคลุกเคล้าเม็ดดินเหนียวได้เป็นเม็ดและสามารถอบแห้งให้เม็ดดินเหนียวมีความคงตัวเมื่อถึงขั้นตอนการผึ่งให้แห้งสนิท และอันดับที่สอง คือระบบกลไกที่จะต้องมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับศักยภาพของบุคคลที่มีอยู่ในชุมชนและจะต้องเป็นระบบกลไกที่ชุมชนสามารถดูแลรักษาตลอดจนสามารถที่จะซ่อมบำรุงเครื่องจักรเหล่านี้ได้เอง อันดับสาม คือราคาที่ชุมชนหรือเกษตรกรอินทรีย์หรือผู้สนใจสามารถที่จะซื้อหาเพื่อนำมาใช้ประกอบการผลิตดินเหนียวของครอบครัวตนเองได้อย่างเหมาะสม อันดับสี่คือความปลอดภัยที่ถือเป็นปัจจัยหลักที่งานการพัฒนาเครื่องจักรกลนั้นจะต้องคำนึงถึงและจะต้องนำมาเป็นสิ่งที่กำหนดให้ประกอบในการพิจารณาเพื่อการออกแบบ ในส่วนของอันดับสี่ คือความมีเอกลักษณ์ที่เฉพาะตัวให้ตัวชิ้นงานผลิตภัณฑ์นั้นสามารถที่จะบ่งบอกตัวตนและแนวทางในการออกแบบตลอดจนแนวทางในการใช้งานรวมถึงเรื่องราวที่มีต่อเครื่องอัดเม็ดและอบแห้งดินเหนียวจากขยะเปียกได้อย่างเหมาะสม อันดับห้า คือวัสดุและกรรมวิธีการผลิต ที่เน้นการพัฒนากระบวนการผลิตที่บุคคลในชุมชนนั้นสามารถที่จะผลิตและซ่อมแซมได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งยังสามารถใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่นได้อย่างเต็มศักยภาพของชุมชน

4) ความต้องการของลูกค้า : ในด้านของความต้องการของกลุ่มเป้าหมายซึ่งได้แก่กลุ่มผู้บริโภค ที่แสดงถึงความต้องการในระดับมากที่สุดสำหรับกระบวนการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้งดินเหนียวจากขยะเปียก ที่ประกอบไปด้วย ด้านประโยชน์ใช้สอยที่เน้นกระบวนการใช้ประโยชน์ที่มีหลากหลายองค์ประกอบให้สามารถที่จะนำมาใช้งานได้หลากหลาย เช่น การบดย่อยให้ขยะเปียกมีความละเอียด การอัดเม็ดเพื่อให้มีความเหมาะสม การอบแห้งเพื่อให้เป็นเม็ดดินเหนียวที่สามารถใช้งานได้ทันที เป็นต้น และในอันดับรองลงไปคือ ด้านความสะดวกสบายในการใช้งานที่เน้นให้สามารถนำไปงานได้อย่างเหมาะสมสะดวกสบายในช่วงระยะเวลาการใช้งานหรือสัมผัสผลิตภัณฑ์ ซึ่งทั้งหมดนั้นได้ข้อมูลเบื้องต้นจากแบบสอบถามของกลุ่มประชากรเป้าหมายผ่านกระบวนการ

วิเคราะห์ของ House of Quality ที่คาดหมายว่ามีความเหมาะสมในการนำข้อมูลที่ได้มาใช้สำหรับ ประกอบการสร้างผลงานการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องอบแห้งขยะเปียกเป็นดินเทียม โดย ผู้วิจัยได้ดำเนินการนำข้อมูลที่ได้เข้าสู่กระบวนการออกแบบและพัฒนาในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 4.3 สรุปผลและบรรยายค่าที่ได้รับจากการแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็น แนวทางปฏิบัติ QFD (Quality Function Development)

จำแนกการวิเคราะห์การแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ (Quality Function Deployment: QFD) ตามหัวข้อการศึกษาและพัฒนา เครื่องเครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก

1.

การเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

จากการเปรียบเทียบใกล้เคียง พบว่า ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงรูปแบบ A มีความโดดเด่นในด้านประโยชน์ใช้สอย , ระบบกลไก และ ราคา พร้อมกับมีจุดอ่อนในด้านวัสดุกรรมวิธีการผลิต , ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว และการซ่อมแซมบำรุงรักษา ส่วนผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงรูปแบบ B มีความโดดเด่นในด้านความแข็งแรงทนทาน , ประโยชน์ใช้สอย และความสะดวกสบายในการใช้งาน พร้อมกับมีจุดอ่อนในการซ่อมแซมบำรุงรักษา และความปลอดภัย

2.

ปัจจัยที่ต้องปรับปรุง

ปัจจัยที่ต้องปรับปรุงสำหรับเครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก คือ ประโยชน์ใช้สอย รองลงมาคือความสะดวกสบายในการใช้งาน , วัสดุกรรมวิธีการผลิต , ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว และราคาหากมีการพัฒนาในครั้งต่อไปควรคำนึงถึงปัจจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

3.

จุดขาย

จุดขายที่ควรคำนึงสำหรับเครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียกจากการวิเคราะห์ของฝ่ายการตลาด คือ ประโยชน์ใช้สอย , ระบบกลไก , ราคา , ความปลอดภัย , ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว และวัสดุที่ใช้ในการผลิต จากมุมมองของฝ่ายการตลาด ปัจจัยตามหัวข้อต้นจะช่วยเพิ่มความสนใจให้กับเครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก

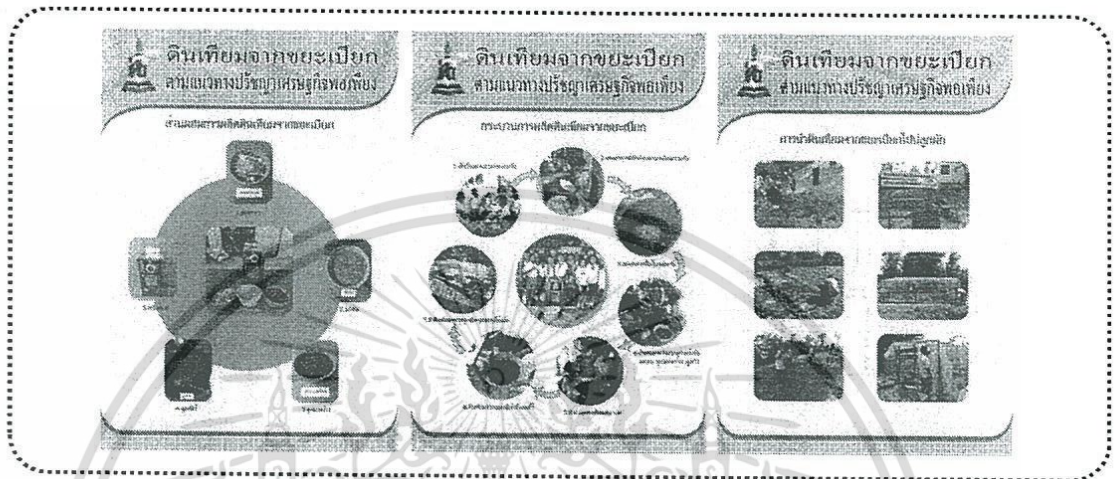
4.

ความต้องการของลูกค้า

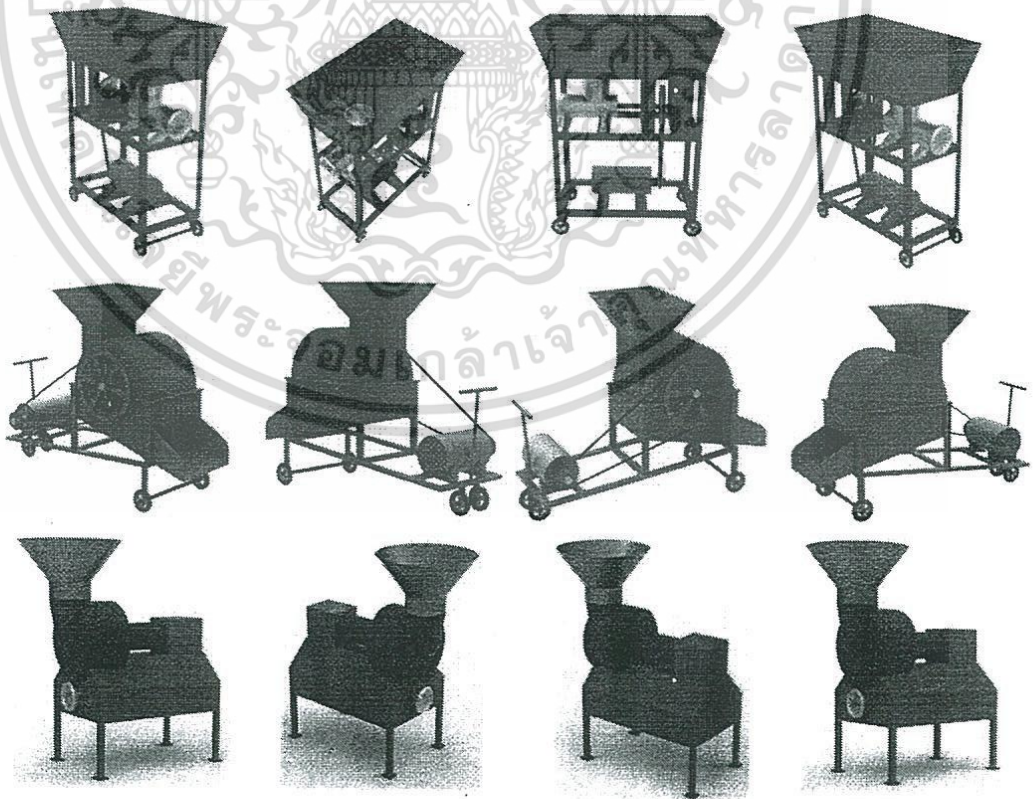
ความต้องการของกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการมากที่สุดในการศึกษาและพัฒนาเครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก คือ ด้านประโยชน์ใช้สอย รองลงมา คือ ความสะดวกสบายในการใช้งาน จากข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามของกลุ่มเป้าหมายผ่านกระบวนการวิเคราะห์ของ House of Quality จะนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบ และพัฒนาเครื่องแปรรูปขยะเปียก เพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรกรอินทรีย์ ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำผลการแปลค่าความหมายที่ได้เข้าสู่กระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ “เครื่องอัดและอบแห้งดินเหนียวจากขยะเปียก” โดยทำการพิจารณาข้อจำกัดทางการออกแบบ ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับจากการวิเคราะห์เบื้องต้น จำนวน 30 รูปแบบ จากนั้นผู้วิจัยได้คัดเลือกจาก การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงทฤษฎีทางการออกแบบผลิตภัณฑ์จนกระทั่งเหลือ จำนวน 3 แนวความคิด โดยผู้วิจัยได้นำทั้ง 3 แนวความคิดมาผ่านกระบวนการพัฒนารูปแบบ ร่วมกับกลุ่มชุมชนและกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องจักรกล



กระบวนการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องอบแห้งดินเหนียวจากขยะเปียก โดยใช้แนวคิดกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการตอบสนองแนวความคิด และความต้องการจากกลุ่มเป้าหมายของกระบวนการวิจัย



ภาพที่ 4.13 กระบวนการพัฒนา (Development) รูปแบบผลิตภัณฑ์ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

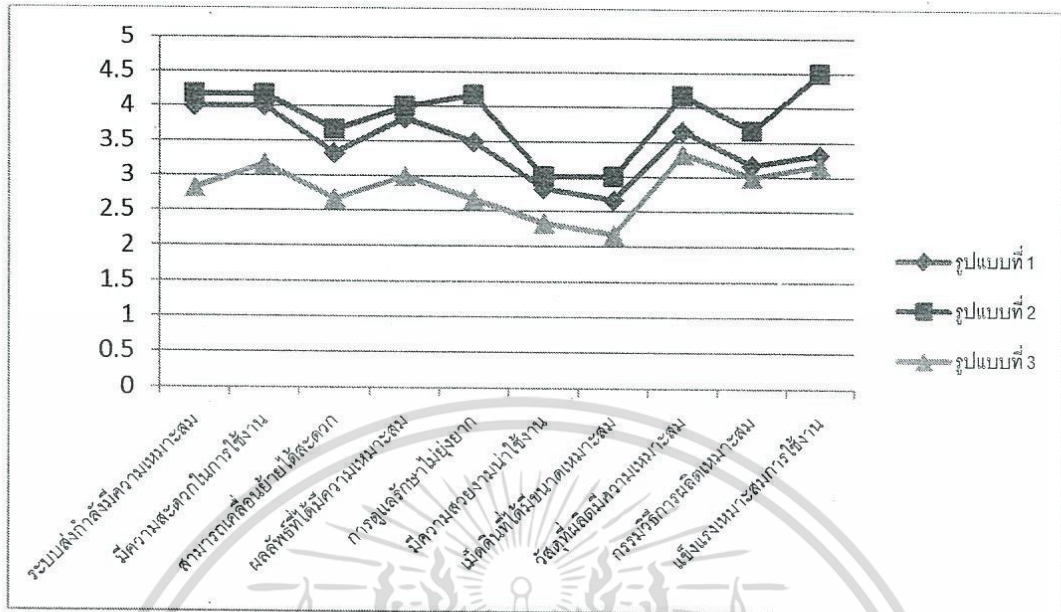
โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ด้วยหลักการ SWOT รายรูปแบบผลิตภัณฑ์ทั้ง 30 รูปแบบ เพื่อพิจารณาจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส ความเสี่ยง ที่มีความเกี่ยวข้องกับรูปแบบของผลิตภัณฑ์ เครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก ซึ่งจากการวิเคราะห์เบื้องต้นนั้นผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกรูปแบบผลิตภัณฑ์เพื่อนำมาประเมินเพื่อพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียม โดยกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ ทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ และด้านเครื่องกล จากแบบสอบถามวัดค่าความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบต้นแบบผลิตภัณฑ์ที่ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแบบใหม่ โดยผู้วิจัยได้สรุปรูปแบบออกมาจำนวน 3 รูปแบบ และนำมาสอบถามความคิดเห็นที่ต่อรูปแบบที่พัฒนาใหม่ ได้ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผู้เชี่ยวชาญในการประเมินผลการคิดเชิงมโนทัศน์

รายการประเมิน	รูปแบบพัฒนาที่ 1			รูปแบบพัฒนาที่ 2			รูปแบบพัฒนาที่ 3		
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ความหมาย	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ความหมาย	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ความหมาย
1. ระบบส่งกำลังมีความเหมาะสม	4.00	0.63	มาก	4.17	0.75	มาก	2.83	1.17	ปานกลาง
2. มีความสะดวกในการใช้งาน	4.00	0.89	มาก	4.17	0.75	มาก	3.17	0.75	ปานกลาง
3. สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก	3.33	0.82	ปานกลาง	3.67	1.03	มาก	2.67	0.82	ปานกลาง
4. ผลลัพธ์ที่ได้มีความเหมาะสม	3.83	0.41	มาก	4.00	0.63	มาก	3.00	0.63	ปานกลาง
5. การดูแลรักษาไม่ยุ่งยาก	3.50	1.22	ปานกลาง	4.17	0.75	มาก	2.67	0.82	ปานกลาง
6. มีความสวยงามน่าใช้งาน	2.83	0.75	ปานกลาง	3.00	0.63	ปานกลาง	2.33	0.52	น้อย
7. เม็ดดินที่ได้มีขนาดเหมาะสม	2.67	0.52	ปานกลาง	3.00	0.63	ปานกลาง	2.17	0.75	น้อย
8. วัสดุที่ผลิตมีความเหมาะสม	3.67	0.82	มาก	4.17	0.41	มาก	3.33	0.82	ปานกลาง
9. กรรมวิธีการผลิตเหมาะสม	3.17	0.75	ปานกลาง	3.67	0.82	มาก	3.00	0.89	ปานกลาง
10. แข็งแรงเหมาะสมการใช้งาน	3.33	1.21	ปานกลาง	4.50	0.84	มากที่สุด	3.17	1.33	ปานกลาง
รวม	3.45	0.58	ปานกลาง	3.88	0.40	มาก	2.82	0.62	ปานกลาง

จากตาราง สามารถสรุปค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ ในการประเมินผลการคิดเชิงมโนทัศน์ที่มีต่อรูปแบบทั้ง 3 รูปแบบ ตามแนวความคิดที่พัฒนาใหม่ ได้ดังนี้ อันดับที่ 1 ได้แก่ รูปแบบพัฒนาที่ 2 มีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{x}=3.88$, $S.D.=0.40$) โดยมีความเหมาะสมมากที่สุด ในด้านของความแข็งแรงและเหมาะสมกับการใช้งาน ($\bar{x}=4.50$, $S.D.=0.84$) อันดับที่ 2 ได้แก่ รูปแบบพัฒนาที่ 1 มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง ($\bar{x}=3.45$, $S.D.=0.58$) โดยมีความเหมาะสมมาก ในด้านระบบส่งกำลังที่มีความเหมาะสมและมีความสะดวกสบายในการใช้งาน และอันดับที่ 3 ได้แก่ รูปแบบพัฒนาที่ 3 ความเหมาะสมในระดับปานกลาง ($\bar{x}=2.82$, $S.D.=0.62$) โดยมีความเหมาะสมในระดับปานกลาง ($\bar{x}=3.33$, $S.D.=0.82$) ในด้านวัสดุที่ใช้ในกระบวนการผลิตมีความเหมาะสม สามารถวิเคราะห์ได้ว่ารูปแบบพัฒนาที่ 2 นั้น กลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์และเครื่องกล เห็นว่ามีความเหมาะสมที่จะไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำมาใช้ผลิตเป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์จริงที่ใช้สำหรับการจัดสร้างต้นแบบเพื่อใช้ในกระบวนการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ดังภาพที่ 4.14



ภาพที่ 4.14 การเปรียบเทียบรายด้านทั้ง 3 รูปแบบ

ต้นแบบผลิตภัณฑ์เครื่องอบแห้งดินเหนียวจากขยะเปียกที่เป็นส่วนของการอบแห้งและการอัดเม็ดดินเหนียว ซึ่งในกระบวนการผลิตต้นแบบเครื่องอบแห้งนี้จะเป็นส่วนของการต่อยอดทางกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกที่ผ่านเครื่องบดย่อยและการแยกส่วนน้ำและส่วนของกากออกจากกัน ซึ่งต้นแบบที่แล้วเสร็จแล้วนั้นสามารถที่จะแสดงภาพ ดังนี้

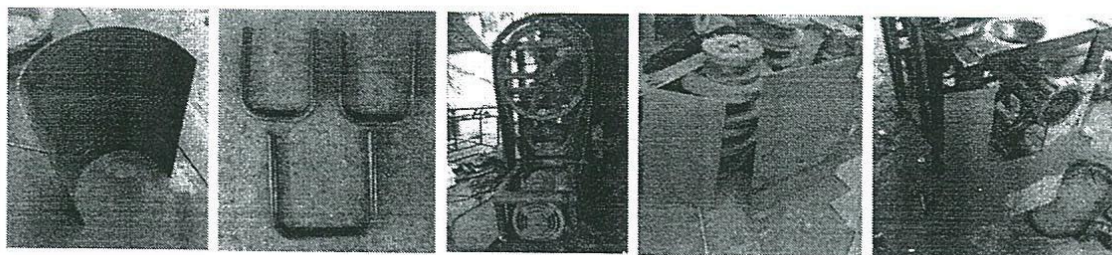


ภาพที่ 4.15 ต้นแบบเครื่องบดย่อยและอัดเม็ดดินเหนียวเพื่อการอบแห้ง

4.2.2 กระบวนการผลิตเครื่องจักรต้นแบบ ตามศักยภาพของชุมชน

กระบวนการผลิตเครื่องจักรต้นแบบที่ได้จากกระบวนการพิจารณาศักยภาพของชุมชนที่เน้นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่ในชุมชนให้สามารถที่จะนำองค์ความรู้และศักยภาพของชุมชนมาประยุกต์ใช้งานได้อย่างเหมาะสมโดยมุ่งเน้นให้ชุมชนสามารถผลิตและสร้างเครื่องจักรกลที่สามารถช่วยอำนวยความสะดวกสบายในการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเหนียวได้อย่างเหมาะสมและมีความรวดเร็วในการดูแลรักษาตลอดจนสามารถที่จะซ่อมบำรุงได้อย่างเหมาะสมและยังเป็นการช่วยลดต้นทุนในกระบวนการผลิตและลดราคาจำหน่ายให้ประชาชนทั่วไปสามารถที่จะเข้าถึงหรือสามารถนำรูปแบบที่มีอยู่ไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างเหมาะสมกับวิถีชีวิตและแนวทางในการดำเนินชีวิตของชุมชนเอง โดยมีกระบวนการดังต่อไปนี้

เอกสอ... งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



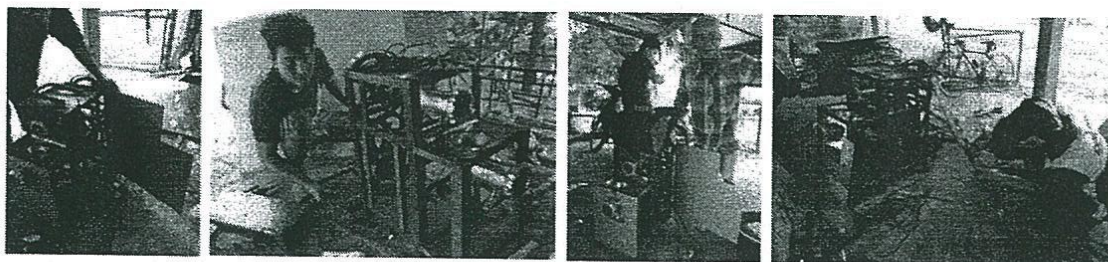
ภาพที่ 4.16 ขั้นตอนการเตรียมวัสดุประกอบโดยอาศัยวัสดุและอุปกรณ์ที่มีอยู่ในชุมชน

กระบวนการที่ 1 เป็นช่วงของการเตรียมวัสดุขนาดและเตรียมส่วนประกอบในส่วนของโครงสร้างและชิ้นส่วนที่ประกอบในส่วนแท่นวางมอเตอร์ ซึ่งจะใช้วัสดุประเภทเหล็กกล่องขนาด 1 นิ้วครึ่ง มาประยุกต์ใช้งานร่วมกับเหล็กท่อกลมขนาด 1 นิ้วครึ่ง มาเป็นส่วนมือจับและส่วนโครงสร้างจะใช้เหล็กฉากขนาด 1 นิ้วครึ่ง มาประกอบเพื่อเป็นโครงสร้างหลักให้กับตัวเครื่องอบแห้งดินเหนียวจากขยะเปียก ซึ่งช่วงกระบวนการผลิตขั้นตอนที่ 1 นี้จะเน้นการนำทักษะฝีมือช่างที่มีในท้องถิ่นเป็นช่างที่ทักษะฝีมือทางการขึ้นรูปและการเชื่อมบ้างและยังขาดทักษะฝีมือที่ละเอียดมาขึ้นรูปโครงสร้างต้นแบบตามแบบการผลิตที่กำหนดโดยผู้วิจัย จากนั้นจึงทำการวางจุดเชื่อมต่อของสายพานที่ใช้ส่งกำลังจากมอเตอร์ ซึ่งส่วนนี้จะต้องมีความละเอียดและมีกระบวนการวัดและวางตำแหน่งที่มีความเหมาะสมที่สุดเพื่อใช้ในการส่งถ่ายกำลังไปสู่ส่วนบดย่อยและส่วนอัดเม็ดก่อนที่จะมาอยู่ในส่วนของการอบแห้งเม็ดดินเหนียวจากขยะเปียก



ภาพที่ 4.17 ขั้นตอนการตัดและตัดขึ้นรูปวัสดุเพื่อเตรียมการประกอบเครื่องต้นแบบ

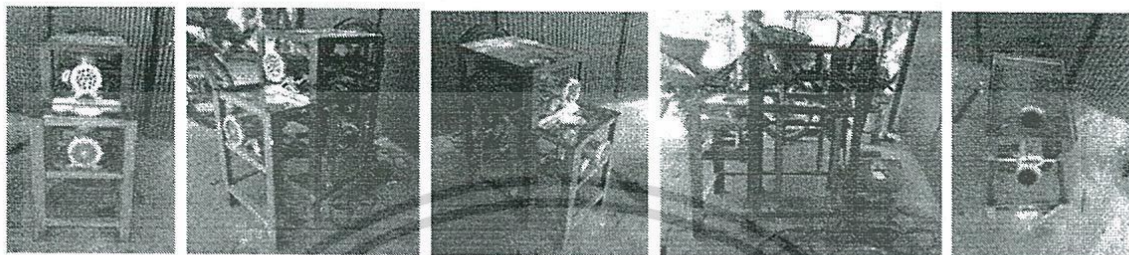
กระบวนการที่ 2 เป็นส่วนของกระบวนการที่ขึ้นรูปเครื่องอบแห้งดินเหนียวจากขยะเปียก โดยนำชิ้นส่วนประกอบที่ขึ้นรูปไว้ในแต่ละส่วนประกอบของเครื่องมาประกอบด้วยการเชื่อมในส่วนของโครงสร้างหลักและในส่วนของโครงสร้างรองจะทำการยึดด้วยการยิงรีเว็คเพื่อยึดส่วนของแผ่นผนังข้างของตัวเครื่องอบแห้ง จากนั้นจึงทำการวางส่วนถาดด้านบนของเครื่องอบแห้งดินเหนียวจากขยะเปียก ซึ่งใช้สำหรับการวางส่วนผสมดินเหนียวเช่น กากมะพร้าว ขุยมะพร้าว แกลบ ปุ๋ยคอก ฯลฯ ที่เป็นส่วนผสมในแต่ละฤดูกาลที่มีเหลือทิ้งในพื้นที่เกษตรกรรมของชุมชน



ภาพที่ 4.18 ขั้นตอนการประกอบส่วนต่างๆเพื่อทดสอบการใช้งานจริงเบื้องต้นก่อนการประกอบ

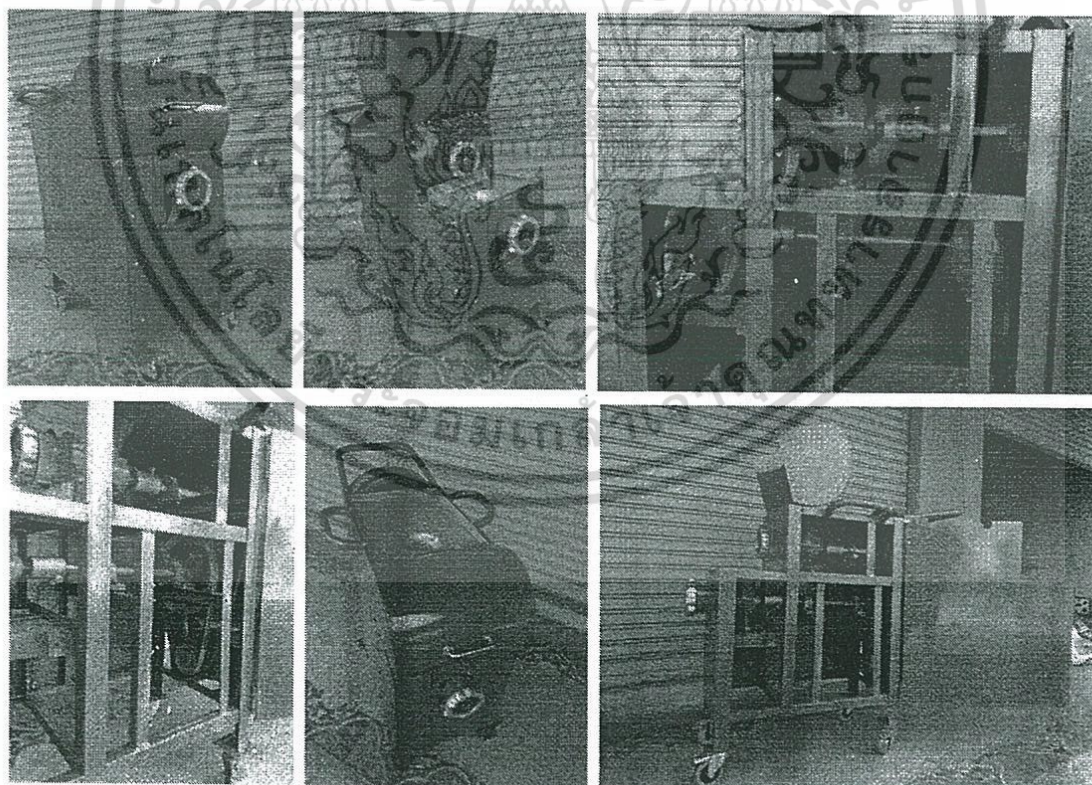
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ได้
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการที่ 3 เป็นส่วนของขั้นตอนการประกอบแผงวงจรและทดสอบการป้อนใน
 ระยะแรกเพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อในท่อที่ใส่ดินเหนียวที่ป้อนแล้ว โดยมีการขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ที่
 ขับด้วยสายพานจากนั้นทำการขับเคลื่อนดินเหนียวจากขยะเปียกเข้าสู่ส่วนของชุดลวดให้ความร้อนที่มีสร้าง
 ความร้อนเพื่ออบแห้งส่วนของสายพานที่ขับเคลื่อนดินเหนียว โดยทำเปิดปิดระบบด้วยแผงวงจรไฟฟ้า
 ที่ขับเคลื่อนมอเตอร์ในการหมุนสายพาน จากนั้นทำการประกอบผนังเครื่องเพื่อป้องกันอันตรายจากนั้นนำ
 เครื่องที่ผลิตเสร็จแล้วพ่นสีเขียวจักรกล



ภาพที่ 4.19 ขั้นตอนการประกอบส่วนโครงสร้างหลักและส่วนของมอเตอร์ขับเคลื่อนด้วยสายพาน
 ในส่วนของการเชื่อมต่อโครงสร้างและติดตั้งจุดยึดติดบริเวณด้านข้างของเครื่องจักร

ต้นแบบเครื่องบดย่อยและอบแห้งดินเหนียวจากขยะเปียก ซึ่งมีคุณสมบัติ คือ 1) บด
 ย่อยแบบละเอียดเพื่อคลุกเคล้าส่วนผสม 2) บดอัดเม็ดดินเหนียวให้มีขนาดที่เหมาะสมในการใช้งาน
 เพาะปลูก 3) อบแห้งเม็ดดินเหนียวให้มีความชื้นที่เหมาะสมสำหรับการบรรจุในถุงเพื่อเพิ่มมูลค่า



ภาพที่ 4.20 ต้นแบบเครื่องบดย่อยเม็ดดินเหนียวและส่วนอบแห้งดินเหนียวจากขยะเปียกที่
 พร้อมสำหรับการนำไปทดลองใช้งานในพื้นที่เป้าหมายการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกระบวนการผลิตที่อาศัยศักยภาพเบื้องต้นของชุมชนและใช้เทคโนโลยีอุปกรณ์ในการสร้างต้นแบบนั้นทำการทดลองใช้งานในการบดย่อยพบว่าสามารถใช้งานได้เหมาะสมและสามารถที่จะทำการวิเคราะห์ด้วยหลักการ SWOT Analysis โดยสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ 4 ด้าน ดังนี้

จุดแข็ง (Strengths) พบว่า เครื่องที่พัฒนาใหม่มีโครงสร้างและการผลิตที่ไม่ยุ่งยากหรือซับซ้อน ชาวบ้านในชุมชนสามารถผลิตและซ่อมแซมหรือดูแลเครื่องที่พัฒนาใหม่ด้วยตนเองได้ ตัวเครื่องมีต้นทุนการผลิตที่ไม่สูงมากนัก สามารถใช้วัตถุดิบในการผลิตจากชุมชนของตนเองได้ทั้งหมด

จุดอ่อน (Weaknesses) พบว่า เครื่องที่พัฒนาใหม่มีการตอบสนองความต้องการในส่วนของกรอบแห้งที่ยังไม่มีประสิทธิภาพตรงตามความต้องการของเกษตรกรมากนัก โดยยังไม่สามารถกำหนดคุณสมบัติที่ต้องการได้และยังมีปัญหาเรื่องการใช้แรงงานมนุษย์ในการกดและใส่ส่วนผสมดินเทียมลงในตัวส่วนบดและอัดเม็ดด้วยแรงงานมนุษย์อยู่จึงทำให้ขาดการต่อเนื่องของกระบวนการผลิต

โอกาส (Opportunities) พบว่า ในปัจจุบันหน่วยงานหรือกลุ่มผู้สนใจในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหันกลับมาให้ความสนใจและรักษาสีแวดล้อมด้วยการให้คุณค่ากับสิ่งปฏิกูลภายในบ้านพักอาศัยให้สามารถหมุนเวียนและนำขยะที่ทิ้งเหล่านั้นกลับมาใช้ประโยชน์ให้ได้มากยิ่งขึ้น จึงเป็นที่ต้องการของกลุ่มบุคคลในปัจจุบันมากขึ้นและมีแนวโน้มที่คนในปัจจุบันจะให้ความสนใจ

ความเสี่ยง (Threats) พบว่า เมื่อเปิดเครื่องเพื่อใช้งานตัวเครื่องยังมีความสั่นสะเทือนและมีเสียงที่ดัง ซึ่งเมื่อเทียบกับเครื่องมือที่ใกล้เคียงกันถือได้ว่าเครื่องที่พัฒนาใหม่มีเสียงดังกว่าและอาจจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ใช้งานได้ ซึ่งควรที่จะมีการใส่แทนรองส่วนของมอเตอร์ที่สามารถซับแรงกระแทกและแรงสั่นสะเทือนได้มากขึ้นกว่าเดิมจะสามารถช่วยลดเสียงและแรงสั่นสะเทือนได้อย่างเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

4.3 ขั้นตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์การประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องผลิตดินเทียม ส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

ในส่วนของ การวิเคราะห์การประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ผู้วิจัยได้ประเมินทั้งหมดด้วยกัน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านรูปแบบกับประโยชน์ใช้สอย ด้านความเหมาะสมกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิต และด้านรูปแบบกับความสวยงาม ซึ่งสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ที่ได้ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ เครื่องบดย่อยและส่วนอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก (n=3)

รายการประเมินค่าความคิดเห็น	\bar{x}	S.D.	ความหมาย
1. รูปแบบเครื่องส่วนบดย่อยละเอียดมีความเหมาะสม	3.67	0.57	ระดับมาก
2. รูปแบบเครื่องส่วนอบแห้งดินเทียมเม็ดมีความเหมาะสม	3.67	0.57	ระดับมาก
3. ส่วนโครงสร้างหลักมีความเหมาะสมและสามารถรับน้ำหนักได้	4.00	0.00	ระดับมาก
4. โครงสร้างรองที่ใช้ในการรองรับส่วนบดย่อยละเอียดเหมาะสม	3.67	0.57	ระดับมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของงานวิจัยที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยในวงจำกัด ไม่สามารถนำเอกสารไปเผยแพร่หรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ หากมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อผู้วิจัยที่รับผิดชอบงานวิจัยนี้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

รายการประเมินค่าความคิดเห็น	\bar{x}	S.D.	ความหมาย
5. ส่วนผนังเครื่องสามารถป้องกันอันตรายจากเครื่องได้ดี	4.00	1.00	ระดับมาก
6. ส่วนวงจรที่ควบคุมและสร้างความปลอดภัยเหมาะสม	3.67	0.57	ระดับมาก
7. ส่วนล้อที่ใช้เคลื่อนย้ายมีความเหมาะสม	3.67	0.57	ระดับมาก
8. ส่วนจุดยึดผนังเครื่องด้านข้างสามารถรองรับแรงสั่นสะเทือนได้	4.00	0.00	ระดับมาก
9. ส่วนถาดบรรจุส่วนผสมดินเหนียวก่อนเข้าเครื่องมีความเหมาะสม	4.00	0.00	ระดับมาก
10. มอเตอร์ที่สร้างแรงขับเคลื่อนมีความเหมาะสมกับประเภทการใช้งานของเครื่องทั้ง 3 ระบบได้อย่างเหมาะสม	4.00	0.00	ระดับมาก
11. ระบบสายพานที่นำมาใช้งานขับเคลื่อนมีความเหมาะสมและสามารถลดเสียงที่เกิดขณะใช้งานได้	4.00	0.00	ระดับมาก
12. ส่วนอบแห้งที่ให้ความร้อนด้วยขดลวดมีความเหมาะสม	3.67	0.57	ระดับมาก
13. การขับเคลื่อนส่วนเม็ดดินเหนียวที่บดอัดผ่านขดลวดความร้อนมีความเหมาะสมในการให้ความร้อนที่ทั่วถึงและสม่ำเสมอ	3.67	0.57	ระดับมาก
14. ชุดเพลลาที่ใช้ในการสร้างแรงหมุนเพื่อขับเคลื่อนชุดวงล้อสายพานมีความเหมาะสมในการให้แรงต่อระบบทั้ง 3	4.00	0.00	ระดับมาก
15. จุดหมุนเครื่องในส่วนการอัดเม็ดสามารถใช้งานได้เหมาะสม	3.67	0.57	ระดับมาก
16. รูปทรงเครื่องจักรมีความสวยงามและเหมาะสมกับรูปแบบการใช้งานเครื่องบดย่อยและอบแห้งดินเหนียว	4.00	0.00	ระดับมาก
ผลรวมผู้เชี่ยวชาญด้านกระบวนการออกแบบ	3.83	0.34	ระดับมาก

สรุปการประเมินจากคณะผู้ทรงคุณวุฒิทางการออกแบบผลิตภัณฑ์นั้น พบว่าอันดับที่ 1 ประกอบไปด้วยด้าน 1) ส่วนโครงสร้างหลักมีความเหมาะสมและสามารถรับน้ำหนักได้ 2) ส่วนผนังเครื่องสามารถป้องกันอันตรายจากเครื่องได้ดี 3) ส่วนจุดยึดผนังเครื่องด้านข้างสามารถรองรับแรงสั่นสะเทือนได้ 4) ส่วนถาดบรรจุส่วนผสมดินเหนียวก่อนเข้าเครื่องมีความเหมาะสม 5) มอเตอร์ที่สร้างแรงขับเคลื่อนมีความเหมาะสมกับประเภทการใช้งานของเครื่องทั้ง 3 ระบบได้อย่างเหมาะสม 6) ระบบสายพานที่นำมาใช้งานขับเคลื่อนมีความเหมาะสมและสามารถลดเสียงที่เกิดขณะใช้งานได้ 7) ชุดเพลลาที่ใช้ในการสร้างแรงหมุนเพื่อขับเคลื่อนชุดวงล้อสายพานมีความเหมาะสมในการให้แรงต่อระบบ 8) รูปทรงเครื่องจักรมีความสวยงามและเหมาะสมกับรูปแบบการใช้งานเครื่องบดย่อยและอบแห้งดินเหนียว มีความพึงพอใจที่ระดับมาก ($\bar{x}=4.00$, $S.D.=0.00$) อันดับที่ 2 ประกอบไปด้วยด้าน 1) รูปแบบเครื่องส่วนบดย่อยละเอียดมีความเหมาะสม 2) รูปแบบเครื่องส่วนอบแห้งดินเหนียวเม็ดมีความเหมาะสม 3) โครงสร้างรองที่ใช้ในการรองรับส่วนบดย่อยละเอียดเหมาะสม 4) ส่วนวงจรที่ควบคุมและสร้างความปลอดภัยเหมาะสม 5) ส่วนล้อที่ใช้เคลื่อนย้ายมีความเหมาะสม 6) ส่วนอบแห้งที่ให้ความร้อนด้วยขดลวดมีความเหมาะสม 7) การขับเคลื่อนส่วนเม็ดดินเหนียวที่บดอัดผ่านขดลวดความร้อนมีความเหมาะสมในการให้ความร้อนที่ทั่วถึงและสม่ำเสมอ 8) จุดหมุนเครื่องในส่วนการอัดเม็ดสามารถใช้งานได้เหมาะสม มีความพึงพอใจที่ระดับมาก ($\bar{x}=3.67$, $S.D.=0.57$)

สามารถสรุปผลรวมของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องบดย่อยและอบแห้งดินเหนียวจากขยะเปียก พบว่า มีความพึงพอใจต่อเครื่องอัดเม็ดและอบแห้งดินเหนียวจากขยะเปียกในระดับมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

($\bar{x}=3.83$, S.D.=0.34) ซึ่งถือได้ว่าเครื่องจักรที่พัฒนาใหม่นั้นสามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้งานได้
อย่างเหมาะสมในด้านที่ใช้ในกระบวนการบดย่อยและอัดเม็ดได้อย่างเหมาะสม

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ
เครื่องกล (n=3)

รายการประเมินค่าความคิดเห็น	\bar{x}	S.D.	ความหมาย
1. รูปแบบเครื่องส่วนบดย่อยละเอียดมีความเหมาะสม	3.67	0.57	ระดับมาก
2. รูปแบบเครื่องส่วนอบแห้งดินเหนียวเม็ดมีความเหมาะสม	3.67	0.57	ระดับมาก
3. ส่วนโครงสร้างหลักมีความเหมาะสมและสามารถรับน้ำหนักได้	4.00	0.00	ระดับมาก
4. โครงสร้างรองที่ใช้ในการรองรับส่วนบดย่อยละเอียดเหมาะสม	4.00	0.00	ระดับมาก
5. ส่วนผนังเครื่องสามารถป้องกันอันตรายจากเครื่องได้ดี	4.00	0.00	ระดับมาก
6. ส่วนวงจรที่ควบคุมและสร้างความปลอดภัยเหมาะสม	3.67	0.57	ระดับมาก
7. ส่วนล้อที่ใช้เคลื่อนย้ายมีความเหมาะสม	3.67	0.57	ระดับมาก
8. ส่วนจุดยึดผนังเครื่องด้านข้างสามารถรองรับแรงสั่นสะเทือนได้	3.67	0.57	ระดับมาก
9. ส่วนถาดบรรจุส่วนผสมดินเหนียวก่อนเข้าเครื่องมีความเหมาะสม	4.00	0.00	ระดับมาก
10. มอเตอร์ที่สร้างแรงขับเคลื่อนมีความเหมาะสมกับประเภทการใช้งานของเครื่องทั้ง 3 ระบบได้อย่างเหมาะสม	4.00	0.00	ระดับมาก
11. ระบบสายพานที่นำมาใช้งานขับเคลื่อนมีความเหมาะสมและสามารถลดเสียงที่เกิดขณะใช้งานได้	4.00	0.00	ระดับมาก
12. ส่วนอบแห้งที่ให้ความร้อนด้วยขดลวดมีความเหมาะสม	3.67	0.57	ระดับมาก
13. การขับเคลื่อนส่วนเม็ดดินเหนียวที่บดอัดผ่านขดลวดความร้อนมีความเหมาะสมในการให้ความร้อนที่ทั่วถึงและสม่ำเสมอ	3.67	0.57	ระดับมาก
14. ชุดเพลลาที่ใช้ในการสร้างแรงหมุนเพื่อขับเคลื่อนชุดวงล้อสายพานมีความเหมาะสมในการให้แรงต่อระบบทั้ง 3	4.00	0.00	ระดับมาก
15. จุดหมุนเครื่องในส่วนการอัดเม็ดสามารถใช้งานได้เหมาะสม	3.67	0.57	ระดับมาก
16. รูปทรงเครื่องจักรมีความสวยงามและเหมาะสมกับรูปแบบการใช้งานเครื่องบดย่อยและอบแห้งดินเหนียว	4.00	0.00	ระดับมาก
ผลรวมผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องกล	3.84	0.29	ระดับมาก

สรุปการประเมินจากคณะผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบเครื่องกลนั้น พบว่า
อันดับที่ 1 ประกอบไปด้วยด้าน 1) ส่วนโครงสร้างหลักมีความเหมาะสมและสามารถรับน้ำหนักได้ 2)
โครงสร้างรองที่ใช้ในการรองรับส่วนบดย่อยละเอียดเหมาะสม 3) ส่วนผนังเครื่องสามารถป้องกัน
อันตรายจากเครื่องได้ดี 4) ส่วนถาดบรรจุส่วนผสมดินเหนียวก่อนเข้าเครื่องมีความเหมาะสม 5)
มอเตอร์ที่สร้างแรงขับเคลื่อนมีความเหมาะสมกับประเภทการใช้งานของเครื่องทั้ง 3 ระบบได้อย่าง
เหมาะสม 6) ระบบสายพานที่นำมาใช้งานขับเคลื่อนมีความเหมาะสมและสามารถลดเสียงที่เกิดขณะ
ใช้งานได้ 7) ชุดเพลลาที่ใช้ในการสร้างแรงหมุนเพื่อขับเคลื่อนชุดวงล้อสายพานมีความเหมาะสมในการ
ให้แรงต่อระบบ 8) รูปทรงเครื่องจักรมีความสวยงามและเหมาะสมกับรูปแบบการใช้งานเครื่องบด
ย่อยและอบแห้งดินเหนียว มีความพึงพอใจที่ระดับมาก ($\bar{x}=4.00$, S.D.=0.00) อันดับที่ 2 ประกอบไป
ด้วยด้าน 1) รูปแบบเครื่องส่วนบดย่อยละเอียดมีความเหมาะสม 2) รูปแบบเครื่องส่วนอบแห้งดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์อื่นใด
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทียมเม็ดมีความเหมาะสม 3) ส่วนวงจรที่ควบคุมและสร้างความปลอดภัยเหมาะสม 4) ส่วนล้อที่ใช้เคลื่อนย้ายมีความเหมาะสม 5) ส่วนจุดยึดผนังเครื่องด้านข้างสามารถรองรับแรงสั่นสะเทือนได้ 6) ส่วนอบแห้งที่ให้ความร้อนด้วยขดลวดมีความเหมาะสม 7) การขับเคลื่อนส่วนเม็ดดินเทียมที่บดอัดผ่านขดลวดความร้อนมีความเหมาะสมในการให้ความร้อนที่ทั่วถึงและสม่ำเสมอ 8) จุดหมุนเครื่องในส่วนการอัดเม็ดสามารถใช้งานได้เหมาะสม มีความพึงพอใจที่ระดับมาก ($\bar{x}=3.67$, S.D.=0.57)

สามารถสรุปผลรวมของผู้เชี่ยวชาญด้านกระบวนการออกแบบเครื่องกล พบว่า มีความพึงพอใจต่อเครื่องอัดเม็ดและอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียกในระดับมาก ($\bar{x}=3.84$, S.D.=0.29) ซึ่งถือได้ว่าเครื่องจักรที่พัฒนาใหม่นั้นสามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างเหมาะสมในด้านที่ใช้ในกระบวนการบดย่อยและอัดเม็ดได้อย่างเหมาะสม

และหากพิจารณารายประเด็นย่อยจะพบว่าควรที่จะมีการเพิ่มเติมในส่วนของการสร้างความร้อนนั้นควรที่จะมีความทั่วถึงมากกว่านี้และสามารถตั้งอุณหภูมิสูงต่ำได้ตามความต้องการเนื่องจากการใช้งานจริงเกษตรกรหรือผู้ใช้งานอาจจะต้องการดินเทียมที่ยังคงมีความชื้นอยู่บ้างเพื่อนำไปใช้งานทางด้านเกษตรกรรมได้เลยโดยไม่ต้องแห้งสนิทมากนัก

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าเฉลี่ยเพียงเบนมาตรฐานระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านเกษตรกรรมอินทรีย์ (n=10)

รายการประเมินค่าความคิดเห็น	\bar{x}	S.D.	ความหมาย
1. เครื่องส่วนบดย่อยสามารถใช้งานได้เหมาะสม	3.80	0.63	ระดับมาก
2. เครื่องส่วนอบแห้งดินเทียมสามารถใช้งานได้เหมาะสม	4.10	0.31	ระดับมาก
3. โครงสร้างหลักมีความแข็งแรงและยังตอบสนองการใช้งานได้ดี	3.90	0.56	ระดับมาก
4. โครงสร้างรองสามารถตอบสนองการใช้งานได้ดีและแข็งแรง	3.90	0.56	ระดับมาก
5. ผนังเครื่องสามารถป้องกันอันตรายและสร้างความมั่นใจในการใช้งานเครื่องให้กับผู้ใช้งานได้เหมาะสม	4.00	0.47	ระดับมาก
6. ส่วนควบคุมสามารถใช้งานง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อนต่อการเข้าใจ	3.60	0.51	ระดับมาก
7. สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายและมีความสะดวกในการใช้งาน	3.30	0.67	ระดับปานกลาง
8. เนื้อดินเทียมที่ได้มีความละเอียดและเข้ากันของส่วนประกอบ	4.00	0.47	ระดับมาก
9. ส่วนถาดบรรจุส่วนผสมดินเทียมก่อนเข้าเครื่องมีความเหมาะสม	3.70	0.48	ระดับมาก
10. เนื้อดินเทียมที่อัดเม็ดแล้วมีความเหมาะสมและคงตัวได้ดีไม่แตกตัวในขณะตากแห้งหรืออบแห้งเม็ดดินเทียม	3.80	0.42	ระดับมาก
11. ระบบสายพานที่นำมาใช้งานขับเคลื่อนมีความเหมาะสมและสามารถลดเสียงที่เกิดขณะใช้งานได้	3.90	0.31	ระดับมาก
12. ส่วนอบแห้งมีความเหมาะสมและสามารถให้ความร้อนได้ดี	3.90	0.31	ระดับมาก
13. การขับเคลื่อนส่วนเม็ดดินเทียมที่บดอัดผ่านขดลวดความร้อนมีความเหมาะสมในการให้ความร้อนที่ทั่วถึงและสม่ำเสมอ	3.90	0.31	ระดับมาก
14. ระบบการขับเคลื่อนเครื่องที่พัฒนาใหม่มีความเหมาะสม	3.90	0.31	ระดับมาก
15. จุดหมุนเครื่องในส่วนการอัดเม็ดสามารถใช้งานได้เหมาะสม	4.00	0.47	ระดับมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

รายการประเมินค่าความคิดเห็น	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
16. รูปทรงเครื่องจักรมีความสวยงามและเหมาะสมกับรูปแบบการใช้งานเครื่องบดย่อยและอบแห้งดินเทียม	4.00	0.47	ระดับมาก
ผลรวมผู้ทรงคุณวุฒิและเชี่ยวชาญด้านเกษตรอินทรีย์	3.86	0.12	ระดับมาก

สรุปผลการประเมินค่าผลรวมผู้ทรงคุณวุฒิและเชี่ยวชาญด้านเกษตรกรรมอินทรีย์ นั้นพบว่า อันดับที่ 1 คือ ด้านเครื่องส่วนอบแห้งดินเทียมสามารถใช้งานได้เหมาะสม มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X}=4.10$, S.D.=0.31) อันดับที่ 2 คือ 1) ผนังเครื่องสามารถป้องกันอันตรายและสร้างความมั่นใจในการใช้งานเครื่องให้กับผู้ใช้งานได้เหมาะสม 2) เนื้อดินเทียมที่ได้มีความละเอียดและเข้ากันของส่วนประกอบ 3) จุดหมุนเครื่องในส่วนการอัดเม็ดสามารถใช้งานได้เหมาะสม 4) รูปทรงเครื่องจักรมีความสวยงามและเหมาะสมกับรูปแบบการใช้งานเครื่องบดย่อยและอบแห้งดินเทียม มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X}=4.00$, S.D.=0.47) อันดับที่ 3 คือ 1) โครงสร้างหลักมีความแข็งแรงและยังตอบสนองการใช้งานได้ดี 2) โครงสร้างรองสามารถตอบสนองการใช้งานได้ดีและแข็งแรง 3) ระบบสายพานที่นำมาใช้งานขับเคลื่อนมีความเหมาะสมและสามารถลดเสียงที่เกิดขณะใช้งานได้ 4) ส่วนอบแห้งมีความเหมาะสมและสามารถให้ความร้อนได้ดี 5) การขับเคลื่อนส่วนเม็ดดินเทียมที่บดอัดผ่านขดลวดความร้อนมีความเหมาะสมในการให้ความร้อนที่ทั่วถึงและสม่ำเสมอ 6) ระบบการขับเคลื่อนเครื่องที่พัฒนาใหม่มีความเหมาะสม มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X}=3.90$, S.D.=0.31) อันดับที่ 4 คือ 1) เครื่องส่วนบดย่อยสามารถใช้งานได้เหมาะสม 2) เนื้อดินเทียมที่อัดเม็ดแล้วมีความเหมาะสมและคงตัวได้ดีไม่แตกตัวในขณะตากแห้งหรืออบแห้งเม็ดดินเทียม มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X}=3.80$, S.D.=0.42) อันดับที่ 5 คือ ส่วนถาดบรรจุส่วนผสมดินเทียมก่อนเข้าเครื่องมีความเหมาะสม มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X}=3.70$, S.D.=0.48) อันดับที่ 6 คือ ส่วนควบคุมสามารถใช้งานง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อนต่อการเข้าใจ มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X}=3.60$, S.D.=0.51) อันดับที่ 7 คือ สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายและมีความสะดวกในการใช้งาน มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง ($\bar{X}=3.30$, S.D.=0.67)

สามารถสรุปผลรวมผู้ทรงคุณวุฒิและเชี่ยวชาญด้านเกษตรกรรมอินทรีย์ ที่มีต่อเครื่องบดย่อยและอัดเม็ด อบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก โดยมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X}=3.86$, S.D.=0.12) โดยผลที่ได้ก็นพบว่ากลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญนั้นเห็นสอดคล้องกันในประเด็นที่เครื่องสามารถใช้งานได้หลากหลายประโยชน์ใช้สอยและสามารถประยุกต์ใช้งานในด้านเกษตรกรรมด้านอื่นได้อีกหลายรูปแบบ ซึ่งจุดเด่นของเครื่องนั้นคือชุมชนหรือชาวบ้านสามารถที่จะผลิตและสร้างขึ้นใช้งานเองได้โดยไม่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีที่สูงมากนัก อีกทั้งยังเกิดมาจากบุคคลในชุมชนร่วมกันพัฒนาด้วยศักยภาพตนเองได้จึงมีความเหมาะสมกับสภาพชุมชนและสังคมในท้องถิ่น

4.4 ขั้นตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์การประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ได้จากกระบวนการผลิตใหม่

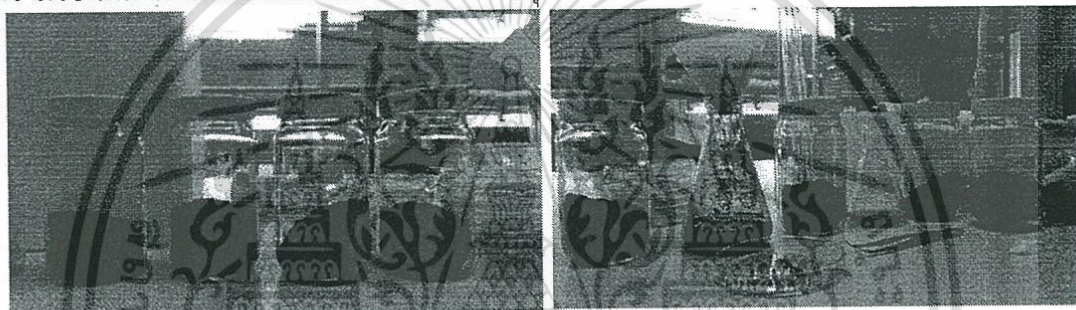
ผู้วิจัยได้ทำการประเมินประสิทธิภาพดินเทียม ด้วยการหาค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก โดยนำเสนอผลการวิจัยในส่วนของการนำดินเทียมจากขยะเปียกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองผลิตดินเทียมขยะเปียกจากเศษอาหารที่เหลือทิ้งในโรงเรียนบ้านหนองแวง อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา

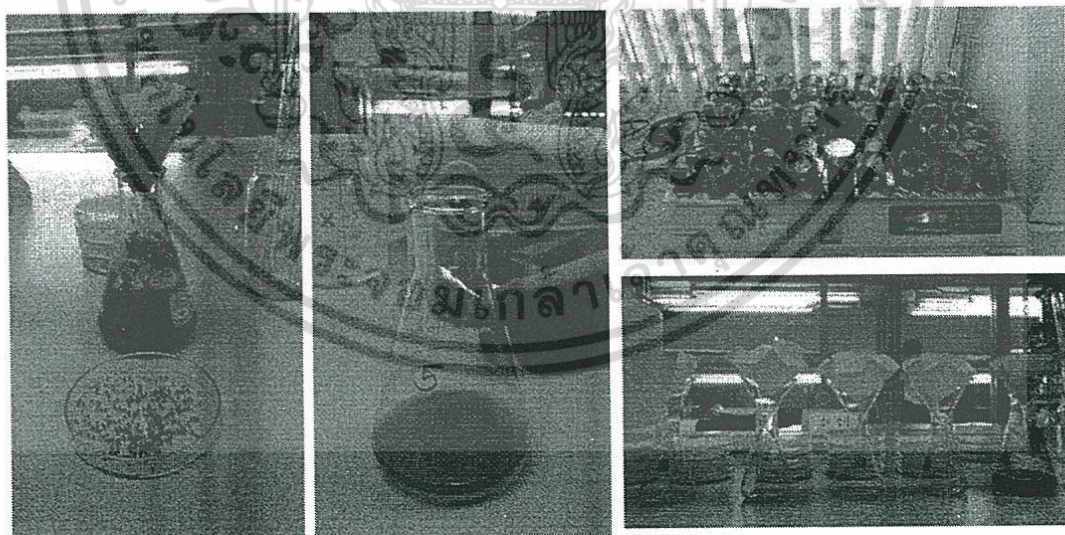
4.4.1 ผลการทดสอบผลผลิตที่ได้จากถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

ผู้วิจัยทำการทดสอบคุณสมบัติของสิ่งเทียมดิน ด้วยการตรวจสอบคุณลักษณะ ด้านลักษณะทางกายภาพ (Physical Testing) และคุณสมบัติทางเคมี (Chemical Testing) ในห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานปี 2548 สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ สรุปผลการทดสอบ ดังนี้

4.4.1.1 ผลการทดสอบลักษณะทางกายภาพของดินเทียมจากขยะเปียก ผู้วิจัยสังเกตลักษณะกายภาพเบื้องต้นด้วยการมองเห็น สัมผัสและดมกลิ่นดินเทียมจากขยะเปียกที่ได้จากเครื่องบดย่อยขยะเปียกและส่วนของการผลิตขนาดเล็กสำหรับการเพาะปลูกพืชอินทรีย์ที่ผู้วิจัยออกแบบด้วยสูตรการผสมดินเทียม พบว่า ดินเทียมจากขยะเปียกมีสีน้ำตาลไม่สม่ำเสมอ ผิวสัมผัสเป็นเม็ดแข็งขนาดเล็กที่ผ่านกระบวนการขึ้นรูปแบบเม็ดดินเทียม เมื่อสัมผัสเม็ดดินเทียมมีลักษณะร่วนไม่ติดมือ ไม่มีความร้อนและมีกลิ่นคล้ายดินและส่วนของกลิ่นปุ๋ยหมักและดินที่ผสมรวม



ภาพที่ 4.21 กระบวนการทดสอบเนื้อดินเทียมที่ได้จากขยะเปียกในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 4.22 กระบวนการทดสอบอัตราการงอกของเมล็ดพืชที่เกิดขึ้นจากดินเทียมขยะเปียก

4.4.1.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติอัตราการงอกของเมล็ดพืช เป็นขั้นตอนของการทดสอบอัตราที่เกิดขึ้นหรืองอกของเมล็ดพืชที่ใช้ในการทดลองโดยเป็นเม็ดของผักที่สามารถเกิดได้ง่าย เช่น เมล็ดผักกวางตุ้ง มาใช้เพื่อทดสอบโดยใช้น้ำกลั่นที่ได้จากดินเทียมจากขยะเปียกมาทดลองเพื่อตรวจสอบอัตราการงอกของเมล็ดพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 การทดสอบอัตราส่วนผสมเนื้อดินเหนียวจากขยะเปียกที่ส่งผลต่ออัตราการงอกของเมล็ดพืช

สูตรดิน	อัตราการงอกเมล็ด	วิเคราะห์ผล
สูตรที่ 1 ขยะเปียก 50 + ปุ๋ยคอก 10 + แกลบ 10 + ขุยมะพร้าว 30	30%	พบว่ามีอัตราการงอกของเมล็ดน้อยมากเมื่อเทียบกับสูตรดินเหนียวอื่นๆ โดยเมล็ดที่งอกมีลักษณะไม่สมบูรณ์
สูตรที่ 2 ขยะเปียก 40 + ปุ๋ยคอก 10 + แกลบ 20 + ขุยมะพร้าว 30	35%	พบว่ามีอัตราการงอกของเมล็ดที่เพิ่มมากขึ้น จึงเกิดข้อสันนิษฐานว่าอาจจะเกิดจากความเค็มของขยะเปียกที่มีปริมาณของโซเดียมมากจึงส่งผลต่ออัตราการงอกของเมล็ดพืช
สูตรที่ 3 ขยะเปียก 30 + ปุ๋ยคอก 10 + แกลบ 30 + ขุยมะพร้าว 30	40%	พบว่ามีอัตราการงอกที่เพิ่มมากขึ้นและมีแนวโน้มอาจจะเกิดจากปัญหาของปริมาณโซเดียมที่อยู่ในเศษอาหาร
สูตรที่ 4 ขยะเปียก 20 + ปุ๋ยคอก 10 + แกลบ 40 + ขุยมะพร้าว 30	65%	พบว่ามีอัตราการงอกเป็นที่น่าพอใจและเป็นสูตรที่มีความเป็นไปได้ในการนำมาทดสอบคุณสมบัติทางวิทยาศาสตร์ในส่วนของปริมาณเศษอาหารที่เป็นขยะเปียกที่ร้อยละ 20 จะมีความเหมาะสมในการนำมาใช้เป็นสิ่งเหนียวดิน

ผู้ทรงคุณวุฒิทางการเกษตรกรรมให้ความเห็นว่าอัตราสูตรดินนั้นควรใช้สูตรที่ 4 เนื่องจากมีอัตราการงอกของเมล็ดสูงที่สุด อีกทั้งมีแนวโน้มว่าจะสามารถทดแทนปริมาณของแกลบเป็นวัสดุอื่นๆที่มีกากหรือเป็นเปลือกของถั่วลิสงหรือพืชตระกูลถั่วได้จะดีมากเนื่องจากเป็นส่วนของการเพิ่มไนโตรเจนให้กับดินเหนียวจากขยะเปียกได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งยังสามารถเติมส่วนผสมอื่นๆลงไปในสูตรดินเพื่อเจือจางปริมาณของโซเดียมลงจะทำให้ได้ผลผลิตที่เป็นดินเหนียวจากขยะเปียกที่สมบูรณ์ในคุณค่าสารอาหารสำหรับพืชมากยิ่งขึ้น ในประเด็นการลดอัตราส่วนของขยะเปียกลงนั้น อาจจะส่งผลต่อการนำขยะเปียกมาใช้งานที่อาจจะมีความไม่คุ้มค่ากับกระบวนการที่สูญเสียไป ดังนั้นควรที่จะคงปริมาณขยะเปียกที่ใช้งานอยู่ที่ร้อยละ 20 น่าจะเป็นปริมาณที่ควรคงไว้และควรไปเพิ่มเติมในส่วนประสมดินส่วนอื่น

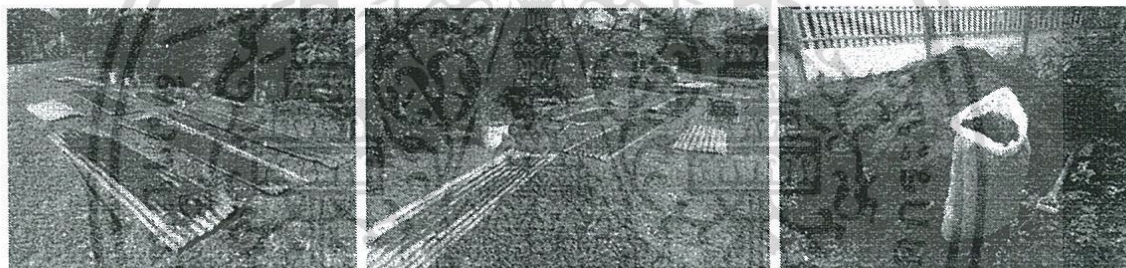
ผู้วิจัยนำ “สูตรที่ 4” ที่ประกอบด้วยส่วนผสม “ขยะเปียก 20 + ปุ๋ยคอก 10 + แกลบ 40 + ขุยมะพร้าว 30” มาพัฒนาเป็นสูตรดินเหนียวจากขยะเปียกเพื่อใช้ในการผลิตด้วยเครื่องผลิตดินเหนียวจากขยะเปียกที่พัฒนาใหม่ ซึ่งนำสูตรดินที่ 4 มาผลิตร่วมกับกระบวนการหมักดินเพิ่มเติมด้วยน้ำหมักจุลินทรีย์ชนิดพ่นก่อนจะหมักดินเหนียวในถังหมักขนาดใหญ่เป็นระยะเวลา 7 วัน จากนั้นจึงนำดินที่ผ่านกระบวนการหมักเพื่อเพิ่มคุณค่าให้กับดินแล้วนั้นมาเข้าสู่ขั้นตอนการอัดเม็ดด้วยเครื่องอัดเม็ดดินที่พัฒนาใหม่ โดยกลุ่มชุมชนในพื้นที่บ้านหนองแวง อำเภอเสีจิว จังหวัดนครราชสีมา โดยทำการอัดเม็ดและตากแห้งก่อนที่จะทำการบรรจุในกระสอบเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ในลักษณะการเพาะปลูกพืชอินทรีย์และใช้สำหรับการเพาะปลูกพืชในกระถางต่างๆได้อย่างเหมาะสมกับการเคลื่อนย้ายไปสู่สถานที่ทดลองเพาะปลูกพืชอินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยและพัฒนาเท่านั้น ไม่ควรนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.23 กระบวนการแยกและย่อยขยะเปียกโดยผสมผสานกับเศษเหลือทิ้งจากเกษตรกรรม

ขั้นตอนกระบวนการนำเศษขยะเปียกออกจากเครื่องจักรที่ใช้แยกส่วนกากและส่วนน้ำออกจากกัน เมื่อเศษขยะเปียกที่มีแต่ส่วนกากและผ่านกระบวนการบดย่อยจนละเอียดดีแล้วนั้น มาผสมร่วมกับเศษเหลือทิ้งทางเกษตรกรรมที่สามารถเพิ่มคุณค่าในดินเทียมจากขยะเปียกได้อย่างเหมาะสม โดยผสมร่วมกันตามสูตรการทดลอง จำนวน 4 สูตร จากนั้นนำมาผ่านเครื่องบดย่อยและอัดเม็ดเพื่อผลิตเม็ดดินเทียม โดยเครื่องจักรประเภทอัดเม็ดและรีดน้ำออกจากดินเทียม ก่อนที่จะนำเม็ดดินเทียมจากขยะเปียกที่ได้ ไปตากแห้งเพื่อเตรียมการทดลองในส่วนของการเพาะปลูกพืชแบบอินทรีย์โดยกลุ่มเกษตรกร



ภาพที่ 4.24 ขั้นตอนการตากแห้งเม็ดดินเทียมจากขยะเปียกที่ได้ก่อนนำไปทดลองเพาะปลูกที่โรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา

นำดินเทียมจากขยะเปียกที่ผสมกับเศษเหลือทิ้งทางเกษตรกรรมในพื้นที่ทดลอง ที่ผ่านกระบวนการอัดเม็ดและรีดน้ำในครั้งสุดท้ายแล้วเข้าสู่กระบวนการตากแห้งในพื้นที่เกษตรกรรม ผลการจากทดลองกระบวนการผลิตดินเทียมจากขยะเปียกร่วมกับเศษเหลือทิ้งทางด้านเกษตรกรรมนั้นพบว่า กลุ่มชุมชนเกษตรกรรมอินทรีย์ที่ทดลองใช้กระบวนการผลิตดินเทียมจากขยะเปียกและเครื่องแปรรูปขยะเปียกเป็นดินเทียม นั้นกลุ่มชุมชนเกษตรกรรมแบบอินทรีย์ จำนวน 3 กลุ่ม มีความเห็น ดังนี้

กลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ กลุ่มที่ 1 มีความเห็นว่า “เครื่องแปรรูปขยะเปียกเป็นดินเทียม เพื่อเกษตรกรอินทรีย์ นั้นมีแนวความคิดที่เหมาะสมและช่วยส่งเสริมให้กลุ่มชุมชนเห็นคุณค่าของสิ่งที่เหลือทิ้งประเภทขยะเปียก โดยเครื่องแปรรูปขยะเปียกมีความสะดวกสบายในการใช้งานดีแต่หากมีการรวมเครื่องทั้ง 2 เครื่องเข้าด้วยกันจะช่วยส่งเสริมให้ลดระยะเวลาในการผลิตดินเทียมจากขยะเปียกในแต่ละครั้งได้มากยิ่งขึ้น” ในส่วนของประเด็นความคุ้มค่าของกระบวนการแปรรูปขยะเปียกเป็นดินเทียมในแง่ของมุมมองทางเศรษฐกิจนั้นมีความเห็นว่า “เครื่องแปรรูปขยะเปียกสามารถช่วยเพิ่มคุณค่าให้กับขยะเปียกอีกครั้งหนึ่งถือเป็นการนำสิ่งที่ด้อยค่าและไม่มีคุณค่าเลยให้เอกลสารนี้เป็นเอกลสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกลสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถนำกลับมาใช้งานทางด้านการเพาะปลูกพืชได้เป็นอย่างดีและถือว่ามีความเหมาะสมกับการคืนสิ่งที่เป็นธรรมชาติให้กลับสู่ธรรมชาติอย่างแท้จริง”

กลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ กลุ่มที่ 2 มีความเห็นว่า “เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมนั้นสามารถช่วยให้ชุมชนสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาและสรรหาสิ่งที่นำมาปรับปรุงคุณภาพของดินในพื้นที่ตนเอง เนื่องจากพื้นที่ที่กลุ่มตนเองทำการเกษตรอินทรีย์อยู่นั้นดินในพื้นที่มีความแข็งกระด้างและมีหินกรวดจำนวนมากในพื้นที่เพาะปลูก จึงทำให้ทางกลุ่มจะต้องมีการซื้อหาดินจากพื้นที่อื่นมารวมในการคลุกเคล้าและต้องใช้ปุ๋ยหรือสิ่งบำรุงดินมาปรับปรุงคุณภาพดินสำหรับการเพาะปลูกพืชแบบอินทรีย์จำนวนมาก ดังนั้นทางกลุ่มจึงเห็นว่าจะสามารถช่วยประหยัดเงินและทรัพยากรที่ทางกลุ่มจะนำมาใช้ปรับปรุงพื้นดินของทางกลุ่มได้ดีมาก” ในส่วนประเด็นของภาวะช่วยเพิ่มศักยภาพทางด้านเศรษฐกิจนั้นทางกลุ่มเห็นว่า “เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมและกระบวนการใช้ประโยชน์จากขยะเปียกที่พัฒนาใหม่ สามารถช่วยให้ทางกลุ่มสามารถเห็นประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากขยะเปียกที่ทางกลุ่มมีขยะเปียกมากและสามารถนำมาปรับใช้งานได้เหมาะสมโดยหากทางกลุ่มสามารถนำสิ่งที่ไร้คุณค่าเหล่านี้มาประยุกต์ใช้งานได้เหมาะสมจะช่วยให้ทางกลุ่มชุมชนประหยัดค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงดินได้มากขึ้นและยังสามารถช่วยให้พื้นดินกลับมามีความสมบูรณ์ได้จากสิ่งที่ไร้คุณค่าอย่างเหมาะสม”

กลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ กลุ่มที่ 3 มีความเห็นว่า “เครื่องแปรสภาพขยะเปียกที่พัฒนาใหม่นี้จะสามารถช่วยให้สามารถนำขยะเปียกที่มีจำนวนมากจากโรงเรียนและวัดในหมู่บ้านมาใช้งานให้มีประโยชน์ได้ดี และถือเป็นการช่วยกระตุ้นให้เกิดแนวคิดในเชิงอนุรักษ์ทรัพยากรที่ช่วยส่งเสริมการเพาะปลูกพืชแบบอินทรีย์ โดยดินเทียมที่ได้จากขยะเปียกที่ทางกลุ่มต้องการนั้นเห็นว่าจะสามารถช่วยให้ทางกลุ่มชุมชนในการยกร่องและใช้สำหรับการรองพื้นเพื่อคลุกเคล้าเนื้อดินที่มีประโยชน์ต่อพืชที่เพาะปลูกได้ดี ทางกลุ่มเห็นประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากขยะเปียกทั้งในส่วนของกากขยะเปียกและน้ำของขยะเปียก” ทางกลุ่มชุมชนมีแนวความคิดเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากขยะเปียกด้วยการนำขยะเปียกที่มีอยู่มาใช้สำหรับทำน้ำหมักที่ใช้ในกลุ่มตนเองเพื่อการเพาะปลูกหรือสร้างแก๊สชีวภาพเพื่อการผลิตแก๊สในครัวเรือนของทางกลุ่ม แต่ในส่วนของการนำขยะเปียกมาแปรสภาพเป็นดินเทียมทางกลุ่มเห็นว่าจะมีความน่าสนใจและหากนำมาใช้งานได้ดียิ่งขึ้นจะสามารถช่วยให้ทางกลุ่มสร้างประโยชน์จากขยะเปียกได้คุ้มค่ามากยิ่งขึ้น สำหรับในส่วนของมุมมองความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจนั้นเห็นว่า “กระบวนการแปรสภาพขยะเปียกที่พัฒนาใหม่มีความน่าสนใจและสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายดีมาก อีกทั้งทางกลุ่มมีความเห็นในการนำดินเทียมเหล่านี้มาประยุกต์เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับดินเทียมจากขยะเปียกได้โดยการนำมาสร้างเป็นดินเกษตรสำหรับการเพาะปลูกต้นไม้ที่มีคุณค่าทางสารอาหารเหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกพืชเพื่อจำหน่าย ซึ่งแนวคิดนี้มีความเป็นไปได้และน่าสนใจสำหรับการปรับปรุงสูตรดินและพัฒนาเพื่อต่อยอดทางด้านเศรษฐกิจ”

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเกษตรกรรม โดยเกษตรกรอำเภอในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา นั้นเห็น
ว่า 1) กระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมที่พัฒนาใหม่ มีความน่าสนใจในระดับดีมากถือเป็นการต่อยอดจากกระบวนการพัฒนาอย่างยั่งยืนในชุมชนเป็นการช่วยส่งเสริมใช้กลุ่มชุมชนหรือชาวบ้านได้หันกลับมามองถึงการใช้ประโยชน์จากสิ่งต่างๆที่มีในพื้นที่ตนเองอย่างคุ้มค่าที่สุด โดยแนวคิดเหล่านี้จะสามารถช่วยกระตุ้นให้เกิดการนำขยะเปียกที่สามารถก่อให้เกิดประโยชน์ทางการเพาะปลูกพืชได้เหมาะสม 2) เครื่องแปรสภาพขยะเปียกส่วนบดย่อยและแยกกาก นั้นตัวเครื่องจักรมีความเหมาะสมในระดับดีแต่ในส่วนการดูแลรักษาที่เป็นแบบกึ่งอัตโนมัตินั้นอาจมีความยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่โดยมูลนิธิเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน มูลนิธิเพื่อประโยชน์ของชนชาติ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการทำความเข้าใจกระบวนการใช้งานของชาวบ้านหรือกลุ่มชุมชนในพื้นที่ แต่ในภาพรวมถือว่า จะสามารถช่วยสร้างแรงกระตุ้นให้ชาวบ้านในพื้นที่ที่มีความสะดวกสบายในการนำขยะเปียกที่สกปรก และก่อให้เกิดปัญหากลิ่นไม่พึงประสงค์กลับมาใช้งานได้อย่างเหมาะสมและสามารถช่วยลดภาระ ให้กับพนักงานจัดเก็บขยะได้อีกทางหนึ่ง 3) เครื่องแปรรูปขยะเปียกเป็นดินเทียมส่วนบดอัดเม็ดดิน เทียม มีความเหมาะสมระดับดีมาก เนื่องจากส่วนของเครื่องจักรที่บดอัดย่อยดินเทียมนี้มีความ เหมาะสมกับกระบวนการอัดเม็ดดินเทียมดี โดยสามารถนำเครื่องอัดเม็ดดินเทียมนี้ไปประยุกต์ใช้งาน ในพื้นที่เกษตรกรรมได้หลากหลายมากยิ่งขึ้นและยังสามารถนำเครื่องอัดเม็ดที่พัฒนาใหม่นี้ไปอัด อาหารสัตว์หรืออัดเม็ดมันสำปะหลังหรือการประยุกต์เพื่อการอัดเม็ดปุ๋ยต่างๆในพื้นที่เกษตรอินทรีย์ได้ มาก ถือได้ว่าเป็นเครื่องที่มีความอ่อนโยนประสงคในการใช้งานทางด้านเกษตรกรรมอินทรีย์

สามารถสรุปผลการสัมภาษณ์อย่างมีโครงสร้างรายประเด็นจากกลุ่มผู้ทดลองใช้งาน กระบวนการแปรรูปขยะเปียกจากดินเทียมที่พัฒนาใหม่ จำนวน 3 ประเด็น นั้นพบว่า

ก. กระบวนการผลิตดินเทียมจากขยะเปียกที่พัฒนาใหม่ พบว่า กระบวนการมีความ เหมาะสมที่จะนำขยะเปียกที่ไม่มีประโยชน์และก่อให้เกิดปัญหามลพิษจากกลิ่นและความสกปรกของ ขยะเปียก นั้นให้สามารถนำขยะเปียกกลับมาใช้งานได้อย่างคุ้มค่าทางด้านเศรษฐกิจและช่วยส่งเสริม ให้เกิดมุมมองที่มีต่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนที่เหมาะสม

ข. เครื่องแปรรูปขยะเปียกเป็นดินเทียม ส่วนแยกกากและน้ำ พบว่า มีจุดเด่น ทางด้านการใช้งานที่สะดวกสบายในระบบกึ่งอัตโนมัติ ช่วยส่งเสริมให้เกิดการแปรรูปขยะเปียกที่ ง่ายไม่ยุ่งยาก จึงจะช่วยให้กลุ่มชุมชนเกษตรอินทรีย์หันกลับมาใช้ประโยชน์จากขยะเปียกในพื้นที่ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ ในส่วนจุดด้อยนั้นเกิดจากปัญหาของตัวเครื่องมีขนาดใหญ่และต้องอาศัยการ ดูแลบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นหากมีการปรับให้สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ชุมชนสามารถ ผลิตและซ่อมแซมเองได้จะมีความเหมาะสมและถือเป็นการพัฒนาอย่างยั่งยืนมากยิ่งขึ้นในอนาคต

ค. เครื่องแปรรูปขยะเปียกเป็นดินเทียม ส่วนบดย่อยและอัดเม็ด พบว่า มีการ ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นจากชุมชนเอง ซึ่งมีความเหมาะสมกับการพัฒนา อย่างยั่งยืนในชุมชนด้วยการพัฒนาด้วยศักยภาพของตนเองในชุมชนอย่างเหมาะสม โดยในการ ประยุกต์ใช้งานนั้นเครื่องอัดเม็ดดินเทียมถือว่ามีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากสามารถ ประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายวัตถุประสงค์หรือใช้งานในการเกษตรอินทรีย์ได้ เช่น การอัดเม็ดอาหาร สัตว์ การอัดเม็ดดินเทียม การอัดเม็ดปุ๋ยจากเศษเหลือทิ้งในพื้นที่เกษตรกรรม ฯลฯ

4.4.1.3 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของดินเทียมจากขยะเปียก ผลการทดสอบ ลักษณะทางเคมี ผลการทดสอบลักษณะทางเคมีของดินเทียมจากขยะเปียกในห้องปฏิบัติการ พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter) มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 15.4 ของน้ำหนัก ส่วนอัตราส่วนคาร์บอน ต่อ ไนโตรเจน (C/N Ratio) มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 11.30 : 1 ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) มีค่า 4.10 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร ดินเทียมที่ได้จากขยะเปียกมีปริมาณความชื้นก่อนและหลัง ค่าเฉลี่ย ร้อยละ 71.7 และ 9.5 ของน้ำหนักตามลำดับและค่าความเป็นกรด- ด่าง (pH) มีค่าที่ 8.3 ส่วนผลการ ทดสอบปริมาณธาตุอาหารหลัก (Primary Macronutrient Analysis) ประกอบด้วยปริมาณอินทรีย์ คาร์บอนทั้งหมด (Total Organic carbon: TOC) ปริมาณไนโตรเจน (Nitrogen, N) ปริมาณ ฟอสฟอรัส (Phosphorus, P) และปริมาณโพแทสเซียม (Potassium, K) มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 9.1 , 0.7 , 0.4 และ 0.87 ของน้ำหนักตามลำดับและมีปริมาณโซเดียม (Sodium) ที่ค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.13 ของ น้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ขั้นตอนที่ 5 ผลการวิเคราะห์การประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วน อบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

การประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ด้าน ประโยชน์ใช้สอย , ความแข็งแรง , บำรุงรักษา , ราคา , วัสดุและกรรมวิธีการผลิต โดยเน้นสร้างผล การประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ โดยเกษตรกรผู้ เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ จำนวน 10 ท่าน โดยผลการประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดิน เทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

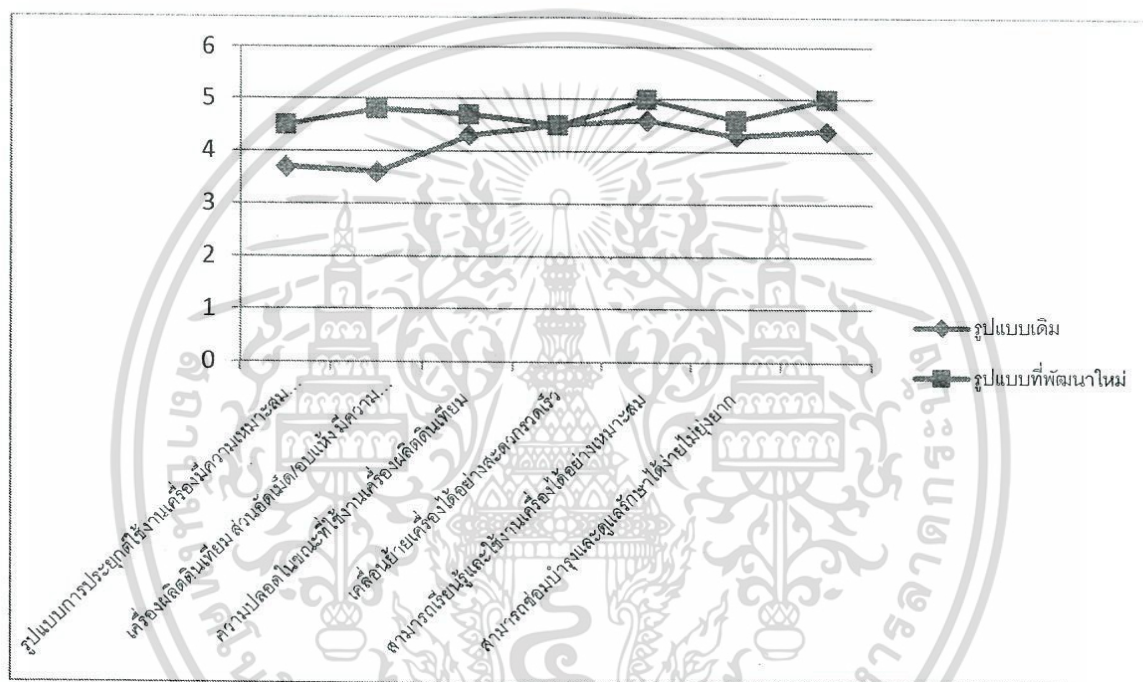
ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตร อินทรีย์ ขั้นตอนสอบเชิงปฏิบัติการ โดยทำการทดลองกับเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ ในพื้นที่เกษตรกรรมที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน โดยผู้วิจัยได้ใช้สูตร $E_1 : E_2$ ตามเกณฑ์ที่ กำหนด คือ 80:80 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง ดังตารางที่ 4.9- 4.10

ตารางที่ 4.9 การประเมินเพื่อเปรียบเทียบการใช้งานเครื่องผลิตดินเทียม สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง ที่พัฒนาใหม่กับผลิตภัณฑ์เดิม โดยเกษตรกรที่เพาะปลูกพืช แบบเกษตรอินทรีย์ในพื้นที่เกษตรกรรม (n=10)

รายการประเมินเปรียบเทียบการใช้งานเครื่อง ผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตร อินทรีย์ โดยเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชแบบเกษตร อินทรีย์	เครื่องผลิตดินเทียม ส่วน อัดเม็ด/อบแห้ง (ที่พัฒนาใหม่)		เครื่องผลิตดินเทียม ส่วน อัดเม็ด/อบแห้ง (รูปแบบเดิม)	
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
1. รูปแบบการประยุกต์ใช้งานเครื่องมีความ เหมาะสม และสามารถใช้งานได้ตรงตามความ ต้องการ	4.50	0.53	3.70	0.67
2. เครื่องผลิตดินเทียม ส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง มี ความสวยงามน่าใช้	4.80	0.42	3.60	0.52
3. ความปลอดภัยในขณะที่ใช้งานเครื่องผลิตดิน เทียม ส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง	4.70	0.48	4.30	0.48
4. เคลื่อนย้ายเครื่องได้อย่างสะดวกรวดเร็ว	4.50	0.53	4.50	0.53
5. สามารถเรียนรู้และใช้งานเครื่องได้อย่าง เหมาะสม	5.00	0.00	4.60	0.52
6. สามารถซ่อมบำรุงและดูแลรักษาได้ง่ายไม่ ยุ่งยาก	4.60	0.52	4.30	0.48
7. ดินเทียมที่ได้จากการอัดเม็ด/อบแห้ง มีความคง ตัว ไม่แตกสลาย และสามารถนำมาใช้งานได้ทันที	5.00	0.00	4.40	0.52
รวมค่าเฉลี่ย	4.73	0.24	4.20	0.07

ผลการประเมิน สามารถสรุปได้ว่า เครื่องผลิตดินเทียม ส่วนอัดเม็ด/อบแห้งที่พัฒนาใหม่ มี ประสิทธิภาพในการเพาะปลูก อยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด ($X = 4.73$, $S.D. = 0.24$) และเมื่อ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า อันดับที่ 1 คือ 1) สามารถเรียนรู้และใช้งานเครื่องได้อย่างเหมาะสม 2) ดินเทียมที่ได้จากการอัดเม็ด/อบแห้ง มีความคงตัว ไม่แตกง่าย และสามารถนำมาใช้งานได้ทันที ซึ่งมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{x}=5.00$, S.D.=0.00) อันดับที่ 2 คือ เครื่องผลิตดินเทียม ส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง มีความสวยงามน่าใช้ ซึ่งมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{x}=4.80$, S.D.=0.42) อันดับที่ 3 คือ ความปลอดภัยในขณะที่ใช้งานเครื่องผลิตดินเทียม ส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง ซึ่งมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{x}=4.70$, S.D.=0.48) อันดับที่ 4 คือ สามารถซ่อมบำรุงและดูแลรักษาได้ง่ายไม่ยุ่งยาก ซึ่งมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{x}=4.60$, S.D.=0.52) และอันดับ 5 คือ 1) รูปแบบการประยุกต์ใช้งานเครื่องมีความเหมาะสมและสามารถใช้งานได้ตรงตามความต้องการ 2) เคลื่อนย้ายเครื่องได้อย่างสะดวกรวดเร็ว ซึ่งมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{x}=4.50$, S.D.=0.53) ดังภาพที่ 4.25



ภาพที่ 4.25 การเปรียบเทียบการใช้งานเครื่องผลิตดินเทียม สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง ที่พัฒนาใหม่กับผลิตภัณฑ์เดิม

4.5.1 การหาค่าประสิทธิภาพของเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้งที่พัฒนาใหม่ ขึ้นทดลองเชิงปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้ใช้สูตร ($E_1: E_2$)

จากการวิเคราะห์ พบว่า ค่าคะแนนรวมที่ได้จากการประเมินเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง รูปแบบเดิม จากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน มีค่าคะแนนรวมเท่ากับ 294 คะแนน และค่าคะแนนรวมที่ได้จากการประเมินเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง รูปแบบใหม่ จากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน มีค่าคะแนนรวมเท่ากับ 331 คะแนน ดังตารางที่ 4.10

$$\text{สูตร} \quad E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100 = \frac{294}{35} \times 100 = 84.00$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{สูตร } E_2 = \frac{\sum X}{N} \times 100 = \frac{331}{35} \times 100 = 94.57$$

ตารางที่ 4.10 แสดงผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องผลิตดินเทียม สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง ที่พัฒนาใหม่กับผลิตภัณฑ์เดิม

การหาประสิทธิภาพของเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็มของการทดสอบ	ผลรวมคะแนนที่ได้จากการทดสอบ	ผลรวมคะแนนเป็นร้อยละ
แบบทดสอบเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง รูปแบบเดิม	10	35	294	84.00
แบบทดสอบเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง รูปแบบใหม่	10	35	331	94.57

จากตารางที่ 4.10 พบว่า ผลการหาประสิทธิภาพของเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง รูปแบบใหม่และรูปแบบเดิม จากการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน ได้ค่าประสิทธิภาพของของผลลัพธ์ เท่ากับ 84.00 : 94.57 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ค่าประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมรูปแบบใหม่สูงกว่ารูปแบบเดิม

4.5.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การใช้งานเครื่องผลิตดินเทียม สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง ที่พัฒนาใหม่กับผลิตภัณฑ์เดิม โดยเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ในพื้นที่เกษตรกรรม

ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ การใช้งานเครื่องผลิตดินเทียม สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง ที่พัฒนาใหม่กับผลิตภัณฑ์เดิม จากเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ในพื้นที่เกษตรกรรม โดยใช้สูตร t-test (Independent Sample) เพื่อหาผลสัมฤทธิ์การใช้งานเครื่องผลิตดินเทียม สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 แสดงผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การใช้งานเครื่องผลิตดินเทียม สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง ที่พัฒนาใหม่กับผลิตภัณฑ์เดิม โดยเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ในพื้นที่เกษตรกรรม

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การใช้งานเครื่องผลิตดินเทียม สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (N)	คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ค่าทดสอบ t-test
แบบทดสอบเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง รูปแบบเดิม	10	29.40	20.54	2.88
แบบทดสอบเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง รูปแบบใหม่	10	33.10	22.90	

มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ($\alpha=0.05$, $df=9$, $t=1.833$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.11 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง รูปแบบเดิม เท่ากับ 29.40 ค่าเฉลี่ยคะแนนแบบทดสอบเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง รูปแบบใหม่ เท่ากับ 33.10 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแบบทดสอบเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง รูปแบบเดิม เท่ากับ 20.54 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทดสอบเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง รูปแบบใหม่ เท่ากับ 22.90 จากนั้นได้หาค่าสถิติโดยใช้สูตร t-test (Independent Sample) ที่ $df=9$ ได้ค่าเท่ากับ 2.88 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่า t จากตาราง ที่ได้ค่าเท่ากับ 1.833 พบว่าค่า t จากการคำนวณมีค่ามากกว่าค่า t จากตาราง จึงสรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง รูปแบบใหม่ กับรูปแบบเดิม มีค่าแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยทั้งรูปแบบใหม่และรูปแบบเก่า พบว่า คะแนนทดสอบรูปแบบใหม่มีค่ามากกว่ารูปแบบเดิม จึงสามารถสรุปผลได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการใช้งานเครื่องผลิตดินเทียม สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง รูปแบบใหม่สูงกว่ารูปแบบเดิม

4.5.3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชแบบ เกษตรอินทรีย์ ในพื้นที่เกษตรกรรม

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความพึงพอใจของเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ในพื้นที่เกษตรกรรม ต่อเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ($n=10$)

รายการประเมินความคิดเห็นกลุ่มเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ ในพื้นที่ทดลองเป้าหมาย	ระดับของการประเมินค่าโดยเกษตรกรอินทรีย์ในพื้นที่ทดลอง		
	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. ความเหมาะสมของเครื่องส่วนบดย่อยละเอียดส่วนผสมขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียม	3.80	0.63	เหมาะสมมาก
2. ความเหมาะสมของเครื่องส่วนคลุกเคล้าส่วนผสมขยะเปียกร่วมกับเศษเหลือทิ้งทางเกษตรกรรมที่มีอยู่ในพื้นที่เพื่อเพิ่มคุณค่าในเนื้อดินเทียมที่ใช้งาน	4.30	0.67	เหมาะสมมาก
3. ความเหมาะสมของเครื่อง ในส่วนของกระบวนการอัดเม็ดดินเทียมสามารถอัดเม็ดดินเทียมได้คงตัวและไม่มีการแตกตัวของเนื้อดินที่บดอัดออกมาจากเครื่องที่พัฒนาใหม่	4.80	0.42	เหมาะสมมากที่สุด
4. ความเหมาะสมของเครื่องในส่วนของกรอบหึ่งเม็ดดินเทียมที่สำเร็จออกมาจากเครื่องในส่วนของบดอัด โดยเม็ดดินเทียมมีความแห้งและสามารถนำมาใช้งานได้	4.60	0.51	เหมาะสมมากที่สุด
5. ความเหมาะสมในการขนย้ายหรือการเคลื่อนย้ายเครื่องไปใช้งานในพื้นที่ที่ต้องการ	4.40	0.51	เหมาะสมมาก
รวม	4.43	0.54	เหมาะสมมาก

ผลการประเมิน สามารถสรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความคิดเห็นของเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชในรูปแบบเกษตรอินทรีย์ พบว่า อันดับที่ 1 คือ ความเหมาะสมของเครื่องในส่วนของกระบวนการอัดเม็ดดินเทียม สามารถอัดเม็ดดินเทียมได้คงตัวและไม่มีการแตกตัวของเนื้อดินที่บดอัดออกมาจากเครื่องที่พัฒนาใหม่ ซึ่งมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{x}=4.80$, S.D.=0.42) แม้ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อันดับที่ 2 คือ ความเหมาะสมเครื่องในส่วนของการอบแห้งเม็ดดินเทียมนที่สำเร็จออกมาจากเครื่องในส่วนการบดอัด โดยเม็ดดินเทียมนมีความแห้งและสามารถนำมาใช้งานได้ ซึ่งมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{x}=4.60$, S.D.=0.51) อันดับที่ 3 คือ ความเหมาะสมในการขนย้ายหรือการเคลื่อนย้ายเครื่องไปใช้งานในพื้นที่ที่ต้องการ ซึ่งมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{x}=4.40$, S.D.=0.51) อันดับที่ 4 คือ ความเหมาะสมเครื่องส่วนคลุกเคล้าส่วนผสมขะเป็ยกร่วมกับเศษเหลือทิ้งทางเกษตรกรรมที่มีอยู่ในพื้นที่เพื่อเพิ่มคุณค่าในเนื้อดินเทียมนที่ใช้งาน ซึ่งมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{x}=4.30$, S.D.=0.67) อันดับสุดท้าย คือ ความเหมาะสมเครื่องส่วนบดย่อยละเอียดส่วนผสมขะเป็ยกเพื่อผลิตดินเทียมน กลุ่มเกษตรกรอินทรีย์มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{x}=3.80$, S.D.=0.63)

สามารถสรุปผลรวมรายการประเมินความคิดเห็นในกลุ่มเกษตรกรที่มีการเพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ ในพื้นที่ทดลองเป้าหมายที่มีต่อเครื่องบดย่อยและอัดเม็ดอบแห้งนั้น พบว่ามีความพึงพอใจในระดับเหมาะสมมาก ($\bar{x}=4.43$, S.D.=0.54)

ซึ่งโดยรวมเกษตรกรได้ทดลองใช้งานและเห็นว่าเครื่องที่พัฒนาใหม่สามารถอัดเม็ดดินเทียมนได้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสามารถอัดเม็ดดินเทียมนที่ไม่แตกร่อยและสามารถนำเข้าสู่กระบวนการอบแห้งได้อย่างเหมาะสม โดยมีค่าความเหมาะสมของเครื่องในส่วนของการอบแห้งเม็ดดินเทียมนที่สำเร็จออกมาจากเครื่องในส่วนการบดอัด โดยเม็ดดินเทียมนมีความแห้งและสามารถนำมาใช้งานได้ในการเพาะปลูกพืชแบบอินทรีย์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างหลากหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับเกษตรกรที่มีความต้องการนำไปประยุกต์ใช้งานกับเศษเหลือทิ้งในพื้นที่เกษตรกรรมอื่นๆ ที่ตนเองมีอยู่ในพื้นที่เกษตรกรรมของตนเองได้อย่างเหมาะสมและเล็งเห็นผลประโยชน์มากยิ่งขึ้นในอนาคต



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และ ข้อเสนอแนะ

การศึกษาและพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสรุปผลการวิจัย การอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ไว้ดังนี้

- 5.1 สรุปผลการวิจัย
- 5.2 อภิปรายผลการวิจัย
- 5.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลการวิเคราะห์การศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากขยะเปียก สำหรับการเกษตรอินทรีย์

สามารถสรุปได้เป็นรายด้านดังนี้

5.1.1.1 จากปัญหาที่พบในพื้นที่ สำหรับการเกษตรอินทรีย์ นั้นจะมีกลิ่นของเศษอาหารที่รุนแรงและมีแมลงวัน แมลงหวี่ บินมาเกาะบริเวณเศษอาหารจำนวนมาก เนื่องจากทางยังไม่มีการจัดเก็บ เพื่อคัดแยกขยะเปียกในทันทีทำให้เกิดขยะในช่วงเช้าและช่วงเที่ยงที่มีจำนวนมากและมีการหมักจนกระทั่งเกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ตามมา และส่งผลให้มีแมลงรบกวนมากก่อให้เกิดสภาพที่ไม่น่ามองและขาดสุขลักษณะที่มีความเหมาะสม

5.1.1.2 การกำจัดขยะของ กทม. สำหรับมูลฝอยอินทรีย์ ได้แก่ เศษอาหาร ไม้ และใบไม้ รวมถึงมูลฝอยอื่นๆ ที่ย่อยสลายได้ ทาง กทม. จะนำมูลฝอยบางส่วนนี้ไปทำปุ๋ยหมัก โดยจะมีโรงงานหมักปุ๋ยอยู่ที่อ่อนนุช ส่วนมูลฝอยอันตราย ได้แก่ ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ หลอดไฟ กระจก สเปร์ย เครื่องสำอางหมดอายุ ยาที่หมดอายุ ภาชนะบรรจุน้ำยาทำความสะอาดเครื่องสุขภัณฑ์และสารเคมีต่าง ๆ รวมถึงซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จะถูกนำไปกำจัดในเตาเผามูลฝอยอันตรายที่จังหวัดสมุทรปราการ ส่วนขยะติดเชื้อจะถูกกำจัดด้วยการเผาในเตาเผาที่ศูนย์กำจัดมูลฝอยอ่อนนุช ส่วนมูลฝอยรีไซเคิล เช่น กระดาษ พลาสติก โฟม แก้ว โลหะ ฯลฯ เป็นมูลฝอยที่มีมูลค่าสามารถขายรับซื้อของเก่าได้ ดังนั้น จึงมักถูกแยกออกจากถังขยะไปก่อนที่เจ้าหน้าที่เก็บขนขยะของ กทม. จะเป็นเก็บขน

5.1.1.3 การระดมความคิดเพื่อการใช้ประโยชน์จากเศษขยะเปียก (เศษอาหารประเภทต่างๆ) นั้นนำเสนอผ่านกระบวนการคิดในเชิง “โมโนทัศน์ทางการออกแบบ” ด้วยการคิดให้เกิดขึ้นภายในสมองเพื่อการแก้ไขปัญหาจากนั้นจึงนำเสนอออกมาเป็นแผ่นนำเสนอแนวความคิดในการประยุกต์ใช้งาน โดยเน้นการสร้างมุมมองและนำเสนอความคิดในเชิงรูปธรรมที่มีความน่าสนใจ และสามารถเข้าใจได้ง่ายสำหรับบุคคลทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2 ผลการวิเคราะห์การพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

จากการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆ ที่มีต่อเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ พบว่าผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆ มีความเห็นสอดคล้องกันว่า รูปแบบผลิตภัณฑ์แบบที่ 2 ($\bar{X}=3.88$, $S.D.=0.40$) ซึ่งมีความเหมาะสมมาก จากข้อมูลทางสถิติที่ได้ ดังนั้นจึงสามารถสรุปรูปแบบผลิตภัณฑ์ได้ คือ รูปแบบที่ 2 ซึ่งเป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์เครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียกที่เป็นส่วนของการอบแห้งและการอัดเม็ดดินเทียม ในกระบวนการผลิตต้นแบบเครื่องอบแห้งนี้จะเป็นส่วนของการต่อยอดทางกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกที่ผ่านเครื่องบดย่อยและการแยกส่วนน้ำและส่วนของกากออกจากกัน

กระบวนการผลิตเครื่องจักรต้นแบบที่ได้จากกระบวนการพิจารณาศักยภาพของชุมชนที่เน้นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่ในชุมชนให้สามารถที่จะนำองค์ความรู้และศักยภาพของชุมชนมาประยุกต์ใช้งานได้อย่างเหมาะสมโดยมุ่งเน้นให้ชุมชนสามารถผลิตและสร้างเครื่องจักรกลที่สามารถช่วยอำนวยความสะดวกสบายในการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมได้อย่างเหมาะสมและมีความรวดเร็วในการดูแลรักษาตลอดจนสามารถที่จะซ่อมบำรุงได้อย่างเหมาะสมและยังเป็นการช่วยลดต้นทุนในกระบวนการผลิตและลดราคาจำหน่ายให้ประชาชนทั่วไปสามารถที่จะเข้าถึงหรือสามารถนำรูปแบบที่มีอยู่ไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างเหมาะสมกับวิถีชีวิตและแนวทางในการดำเนินชีวิตของชุมชนเอง

ต้นแบบเครื่องบดย่อยและอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก ซึ่งมีคุณสมบัติ คือ 1) บดย่อยแบบละเอียดเพื่อคลุกเคล้าส่วนผสม 2) บดอัดเม็ดดินเทียมให้มีขนาดที่เหมาะสมในการใช้งานเพาะปลูก 3) อบแห้งเม็ดดินเทียมให้มีความชื้นที่เหมาะสมสำหรับการบรรจุในถุงเพื่อเพิ่มมูลค่า

5.1.3 ผลการวิเคราะห์การประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องผลิตดินเทียม ส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

5.1.3.1 ผลการวิเคราะห์ของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องบดย่อยและส่วนอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก พบว่า มีความพึงพอใจต่อเครื่องอัดเม็ดและอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียกในระดับมาก ($\bar{X}=3.83$, $S.D.=0.34$) ซึ่งถือได้ว่าเครื่องจักรที่พัฒนาใหม่นั้นสามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างเหมาะสมในด้านที่ใช้ในกระบวนการบดย่อยและอัดเม็ดได้อย่างเหมาะสม

5.1.3.2 ผลการวิเคราะห์ของผู้เชี่ยวชาญด้านกระบวนการออกแบบเครื่องกล พบว่า มีความพึงพอใจต่อเครื่องอัดเม็ดและอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียกในระดับมาก ($\bar{X}=3.84$, $S.D.=0.29$) ซึ่งถือได้ว่าเครื่องจักรที่พัฒนาใหม่นั้นสามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างเหมาะสมในด้านที่ใช้ในกระบวนการบดย่อยและอัดเม็ดได้อย่างเหมาะสม

5.1.3.3 ผลการวิเคราะห์ของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านเกษตรกรรมอินทรีย์ ที่มีต่อเครื่องบดย่อยและอัดเม็ด อบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก โดยมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X}=3.86$, $S.D.=0.12$) โดยผลที่ได้นั้นพบว่ากลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญนั้นเห็นสอดคล้องกันในประเด็นที่เครื่องสามารถใช้งานได้หลากหลายประโยชน์ใช้สอยและสามารถประยุกต์ใช้งานในด้านเกษตรกรรมด้านอื่นได้อีกหลายรูปแบบ ซึ่งจุดเด่นของเครื่องนั้นคือชุมชนหรือชาวบ้านสามารถที่จะผลิตและสร้างขึ้นใช้งานเองได้โดยไม่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีที่สูงมากนัก อีกทั้งยังเกิดมาจากบุคคลในชุมชนร่วมกันพัฒนาด้วยศักยภาพตนเองได้จึงมีความเหมาะสมกับสภาพชุมชนและสังคมในท้องถิ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.4 ผลการวิเคราะห์การประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ได้จากกระบวนการผลิตใหม่

เครื่องแปรรูปสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม ส่วนบดย่อยและอัดเม็ด พบว่า มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นจากชุมชนเอง ซึ่งมีความเหมาะสมกับการพัฒนาอย่างยั่งยืนในชุมชนด้วยการพัฒนาด้วยศักยภาพของตนเองในชุมชนอย่างเหมาะสม โดยในการประยุกต์ใช้งานนั้นเครื่องอัดเม็ดดินเทียมถือว่ามีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากสามารถประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายวัตถุประสงค์หรือใช้งานในการเกษตรอินทรีย์ได้ เช่น การอัดเม็ดอาหารสัตว์ การอัดเม็ดดินเทียม การอัดเม็ดปุ๋ยจากเศษเหลือทิ้งในพื้นที่เกษตรกรรม ฯลฯ

ผลการทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของดินเทียมจากขยะเปียก ผลการทดสอบลักษณะทางเคมี ผลการทดสอบลักษณะทางเคมีของดินเทียมจากขยะเปียกในห้องปฏิบัติการ พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter) มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 15.4 ของน้ำหนัก ส่วนอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 11.30 : 1 ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) มีค่า 4.10 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร ดินเทียมที่ได้จากขยะเปียกมีปริมาณความชื้นก่อนและหลัง ค่าเฉลี่ยร้อยละ 71.7 และ 9.5 ของน้ำหนักตามลำดับและค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีค่าที่ 8.3 ส่วนผลการทดสอบปริมาณธาตุอาหารหลัก (Primary Macronutrient Analysis) ประกอบด้วยปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด (Total Organic carbon: TOC) ปริมาณไนโตรเจน (Nitrogen, N) ปริมาณฟอสฟอรัส (Phosphorus, P) และปริมาณโพแทสเซียม (Potassium, K) มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 9.1 , 0.7 , 0.4 และ 0.87 ของน้ำหนักตามลำดับและมีปริมาณโซเดียม (Sodium) ที่ค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.13 ของน้ำหนัก

5.1.5 ผลการวิเคราะห์การประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียม ส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

5.1.5.1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง รูปแบบใหม่และรูปแบบเดิม จากการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ $T_1 < T_2$ พบว่า เครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง รูปแบบใหม่ มีประสิทธิภาพที่เหมาะสมเมื่อเทียบกับรูปแบบเดิม โดยมีค่าประสิทธิภาพของกระบวนการต่อค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ($T_1 < T_2$) เท่ากับ 84.00 : 94.57 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (Test1<Test2)

5.1.5.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การใช้งานเครื่องผลิตดินเทียม สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง ที่พัฒนาใหม่กับผลิตภัณฑ์เดิม พบว่า เครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง รูปแบบใหม่ มีค่าคะแนนมากกว่ารูปแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าสิ่งที่สังคม ชุมชนหรือโรงงาน ที่มีเศษอาหารเหลือทิ้งจำนวนมากนั้น มักจะมีปัญหาเกี่ยวกับเศษขยะเปียกมากยิ่งขึ้นและบุคคลที่รับผิดชอบไม่มีความรู้สึกรักจะปฏิบัติงาน เนื่องจากกลั่น ดังนั้นการสร้างมุมมองและทัศนคติที่สร้างความสะดวกสบายและสร้างรูปแบบการแปรรูปที่ก่อให้เกิดประโยชน์อย่างชัดเจนเป็นรูปธรรมได้ จะช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของโรงเรียนเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดเห็นว่าเป็นประโยชน์
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้บุคคลทั่วไปสามารถมองเห็นและรับรู้แนวทางการประยุกต์ได้มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาข้อมูลต่างๆ เพื่อพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ดังนี้

การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจากการสัมภาษณ์และจากการสังเกตกลุ่มผู้ประกอบการร้านค้า และโรงงาน และพนักงานประจำสถานขนถ่ายขยะมูลฝอย ผู้วิจัยพบว่าการทิ้งขยะเปียกของร้านค้า ร้านอาหารจะเป็นการทิ้งแบบรวมๆ กัน ไม่มีการแยกระหว่างเศษอาหารและเศษขยะ ขยะที่พบจะมีอยู่หลากหลายประเภททั้งย่อยสลายได้และย่อยสลายไม่ได้ ส่วนมากจะเป็นขยะที่เกิดจากวัตถุดิบสดที่นำมาประกอบอาหาร จึงเกิดแนวความคิดที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากขยะเปียกให้ได้หลากหลายแนวที่สุด โดยจะมีการนำข้อจำกัดถึง คือ เป้าหมายการนำขยะเปียกในรูปแบบของเศษเหลือทิ้งต่างๆ มาประยุกต์ใช้งานเป็นรูปแบบผลิตภัณฑ์หรือเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกแก่มนุษย์ในมุมมองต่างๆ และดำเนินการภายใต้กรอบความเป็นอิสระทางความของนักวิจัยเพื่อจะได้ความคิดเห็นหรือแนวคิดที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยนำเสนอแนวคิดที่สามารถดำเนินการจริงได้

การออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรสำหรับการอัดเม็ดดินเทียมที่ได้จากกระบวนการแปรขยะเปียกให้เป็นดินเทียม เน้นการประยุกต์ใช้เครื่องจักรกลที่ชุมชนสามารถเรียนรู้และสร้างสรรค์หรือสามารถที่จะผลิตขึ้นได้เองในพื้นที่ชุมชนของตนเอง และจะต้องมีศักยภาพในการบดอัดก้อนเศษอาหาร แกลบดิบ ขุยมะพร้าว แกลบเผาและปุ๋ยคอก หรือแม้กระทั่งเศษเหลือทิ้งทางด้านเกษตรกรรมในแต่ละฤดูของพื้นที่ทำการเกษตรกรรมของชุมชนได้

ในส่วนของการวิเคราะห์การประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ผู้วิจัยได้ประเมินทั้งหมดด้วยกัน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านรูปแบบกับประโยชน์ใช้สอย ด้านความเหมาะสมกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิต และด้านรูปแบบกับความสวยงาม ซึ่งจุดเด่นของเครื่องนั้นคือชุมชนหรือชาวบ้านสามารถที่จะผลิตและสร้างขึ้นใช้งานเอง โดยไม่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีที่สูงมากนัก อีกทั้งยังเกิดมาจากบุคคลในชุมชนร่วมกันพัฒนาด้วยศักยภาพตนเองได้จึงมีความเหมาะสมกับสภาพชุมชนและสังคมในท้องถิ่น

สำหรับการประเมินประสิทธิภาพดินเทียม ผู้วิจัยจะใช้วิธีการประเมินด้วยการหาค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก โดยการตรวจสอบคุณลักษณะ ด้านลักษณะทางกายภาพ (Physical Testing) และคุณสมบัติทางเคมี (Chemical Testing) ในห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานปี 2548 สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ในส่วนของการทดสอบประสิทธิภาพของของเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ขั้นตอนทดสอบเชิงปฏิบัติการ โดยใช้การหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ($Test1 < Test2$) ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ ($Test1 < Test2$) และการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์การใช้งานเครื่องผลิตดินเทียม สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง ที่พัฒนาใหม่กับผลิตภัณฑ์เดิม ผู้วิจัยได้ใช้การวิเคราะห์ด้วยสูตร T-Test Independent โดยผู้วิจัยได้กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 การวิเคราะห์เป็นตามสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งเอาไว้ คือ เครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ที่พัฒนาขึ้นใหม่มีความเหมาะสมสูงกว่ารูปแบบเดิม

5.2.1 กระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมด้วยสูตรผลิตดินเทียมที่มีอัตราผสมขยะเปียก 20% ปุ๋ยคอก 10% แกลบ 40% ขุยมะพร้าว 30% ด้วยกระบวนการนำกลับมาผลิตใหม่ (Recycling) อัตราการงอกที่ระดับ 65% อินทรีย์วัตถุ (Organic Matter) ร้อยละ 15.4 ของน้ำหนักคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 11.30 : 1 ซึ่งสอดคล้องตามแนวคิดของ เสียงแจ้ว พิริยพฤษณ์และคณะ (2544:25) โดยถ่ายทอดสู่ชุมชนตามแนวคิด การวิจัยเชิงปฏิบัติการอย่างมี

เอกสารเป็นต้นฉบับ และหากมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อผู้วิจัยที่เบอร์โทรศัพท์ 08-1234-5678 หรืออีเมล researcher@chula.ac.th ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนร่วม (PAR) ซึ่งชุมชนมีศักยภาพด้านทักษะฝีมือ ศักยภาพด้านกายภาพและศักยภาพด้านเทคโนโลยี เป็นจุดเด่นสามารถผลิตได้และซ่อมแซมบำรุงรักษาได้ สอดคล้องแนวความคิดของ ลัดดาวัลย์ บุญยศ (2546:47-49)

5.2.2 การแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ QFD และ (TRIZ) พบว่าหลักการที่มีความสัมพันธ์กับความสะดวกในการใช้งาน ประกอบด้วย น้ำหนักของวัตถุ ความสามารถในการผลิต ความสามารถที่จะซ่อมแซมได้ และความซับซ้อนของอุปกรณ์ ซึ่งหลักการในเชิงประดิษฐ์คิดค้นได้จากทฤษฎี (TRIZ) คือหลักการ ศักยภาพเท่ากัน (equipotentiality) สอดคล้องตามแนวคิดหลักการในเชิงประดิษฐ์คิดค้นได้จากทฤษฎี (Jaturug Louhapensen. 2014) ซึ่งต้นแบบเครื่องที่พัฒนาใหม่สามารถผลิตโดยท้องถิ่นเองจนก่อให้เกิดกระบวนการพัฒนาอย่างยั่งยืนในชุมชนและท้องถิ่น สอดคล้องตามแนวทางการวิจัยเชิงปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วม PAR (พันธ์ทิพย์ รามสูตร. 2540)

5.2.3 เครื่องผลิตดินเทียมนวนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง รูปแบบใหม่มีค่าประสิทธิภาพสูงกว่ารูปแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยสอดคล้องกับแนวคิดกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์เชิงอุตสาหกรรม (นิรัช สุดสังข์. 2543:67-69) ซึ่งค่าความพึงพอใจจากกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 กลุ่มในระดับมาก โดยกลุ่มผู้ประเมินเห็นพ้องกันในจุดเด่นของเครื่องที่พัฒนาใหม่คือสามารถผลิตและซ่อมแซมได้ง่ายและมีต้นทุนเหมาะสมกับกลุ่มชุมชนและท้องถิ่น

5.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัย

1. รูปแบบของนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นจากความต้องการของชุมชนที่นำเสนอผ่านแนวคิดใหม่ กระบวนการประดิษฐ์ใหม่ วิธีการใหม่ ซึ่งทั้งหมดนั้นก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นพลวัตและมีความยั่งยืนต่อวิถีชีวิตของชุมชนและสิ่งแวดล้อม ซึ่งผ่านการพิจารณากระบวนการแห่งนวัตกรรม คือ 1) การสร้างความตระหนักถึงความจำเป็นที่ต้องมีการแก้ไขปัญหาที่พบในชุมชน 2) การจุดประกายนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาชุมชนให้เกิดขึ้นด้วยความคิดสร้างสรรค์ 3) การจัดสร้างนวัตกรรมเพื่อก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์สิ่งใหม่ 4) การนำเอานวัตกรรมไปใช้งานในชุมชนและสร้างคุณประโยชน์กับชุมชนเอง

2. นวัตกรรมทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นจากความต้องการของชุมชนเองนั้นจะช่วยส่งเสริมสภาพชีวิตความเป็นอยู่ของคนในชุมชนให้ดีขึ้น ในบริบทของการคิดแก้ไขปัญหาและดำเนินการแก้ไขปัญหาด้วยคนในชุมชนเอง จากนั้นผลิตนวัตกรรมและกระบวนการด้วยศักยภาพของชุมชน เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตให้กับสมาชิกในชุมชนเอง ซึ่งทั้งหมดถือเป็นกระบวนการที่ส่งเสริมการเรียนรู้กระบวนการวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์อย่างง่ายโดยคนในชุมชนเอง ทำให้เกิดการพัฒนาขึ้นในชุมชนทั้ง ด้านชีวิตความเป็นอยู่ ด้านสภาพแวดล้อมและด้านเศรษฐกิจ ถือเป็นการพัฒนาอย่างเป็นระบบและมีความยั่งยืนในการพัฒนาของชุมชนเอง สอดคล้องตามแนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development) ซึ่งการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์บนพื้นฐานความยั่งยืนของชุมชนและสิ่งแวดล้อม นั้นจะมีการพิจารณาองค์ประกอบการสร้างสรรค์ด้วยการพิจารณา ปัจจัยนำเข้า การเปลี่ยนแปลง ปัจจัยนำออก ผลสำเร็จระยะต้น ผลสำเร็จระยะกลาง ผลสำเร็จขั้นสุดท้าย ซึ่งทั้งหมดจะเกิดขึ้นโดยคนในชุมชนเองมีส่วนร่วมสร้างสรรค์วิธีการแก้ไขปัญหาที่พบในชุมชนเพื่อเป็นการกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างยั่งยืนและต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- เกษตรอินทรีย์ (ออนไลน์). 2560. เกษตรอินทรีย์เพื่ออนาคต. เข้าถึงได้จาก
http://www.kamlangjai.or.th/upload/ebook/file_attach/d8921e04beb6f494b73e3c8fe8928807a.pdf สืบค้นเมื่อ 19 มีนาคม 2560
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556. การทดสอบประสิทธิภาพสื่อและชุดการสอน. วารสาร ศิลปการศึกษาศาสตร์. ปีที่ 5. หน้า 7-19
- ติสร พิณทอง. 2559. การพัฒนาเครื่องอัดแผ่น วัสดุธรรมชาติ. วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ตอนที่ 1 หลักการเกษตรอินทรีย์ (ออนไลน์). เกษตรอินทรีย์. 2560. เข้าถึงได้จาก
http://202.143.165.163/ebook_farm/chapter/chap1.pdf
สืบค้นเมื่อ 19 มีนาคม 2560
- ต่อวงศ์ บัญพันธ์วงศ์. 2553. ความคิดสร้างสรรค์เพื่อการออกแบบ. ปทุมธานี : โครงการสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไทย ศูนย์บริการจัดการเทคโนโลยี สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
- ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา. 2558. หลักการคิดวิเคราะห์เพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ : คิดเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : หจก.มีน เซอร์วิส ซัพพลาย จำกัด
- ทวีทอง หงส์วิวัฒน์. 2527. การมีส่วนร่วมของประชาชนในการพัฒนา. กรุงเทพฯ : ศูนย์ศึกษานโยบายสาธารณสุข มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ทีมนักวิจัย ด้านการจัดการของเสีย/ขยะมูลฝอย. 2553. รายงานผลงานวิจัย เรื่อง การบริหารจัดการขยะละเทคโนโลยีที่เหมาะสม โดยการมีส่วนร่วมของชุมชน. โครงการพัฒนาและส่งเสริมความร่วมมือเครือข่ายนักวิจัยสิ่งแวดล้อม ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. สืบค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2557, จาก
<http://www.ertc.deqp.go.th>
- นวนน้อย บุญวงศ์. 2539. หลักการออกแบบ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์
- นวนน้อย บุญวงศ์. 2539. หลักการออกแบบ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์
- นิรัช สุดสังข์. 2548. การวิจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม Industrial Design Research (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พรีนติ้ง เฮ้าส์
- นิรัช สุดสังข์. 2548. ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : ระบบและวิธีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์
- บรรเลง ศรีนิล. 2540. เทคโนโลยีพลาสติก. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ประชาชน
- บุญฤทธิ์ หุ่นสุวรรณ และคณะ. 2552. โครงการลดขยะ ลดภาระชุมชนเขาทอง. มหาวิทยาลัยมหิดล นครสวรรค์. สืบค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2557, จาก
<http://www.na.mahidol.ac.th>
- ประณต กุลประสูตร. 2552. เทคนิคงานสี (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- พงศ์พันธุ์ วรสุนทรโรสถ. 2532. วัสดุก่อสร้าง. กรุงเทพฯ : หจก. เอช-เอ็น การพิมพ์
- พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. 2518. ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : โรงงานกระดาษบางปะอิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่เชิงพาณิชย์

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

พิสนุ ฟองศรี. 2554. **วิจัยทางการศึกษา** (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ : ด้านสุทธาการพิมพ์ จำกัด
 พรลักษณ์ พิณจิรัชชา. 2550. **การจัดการขยะสำนักงาน บริษัทสยามแอดมินนิสเทรทีฟ**
 แมเนจเม้นท์ จำกัด. สารนิพนธ์ สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษา สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหาร
 ศาสตร์.

ภคิน สุวรรณศรี. 2559. **การศึกษาและออกแบบเฟอร์นิเจอร์ จากเศษวัสดุบรรจุภัณฑ์ไม้ ที่ได้จาก**
การขนส่ง วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระ
จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาวดี เมธะคานนท์. 2549. **รายงานผลการวิจัยประจำปี2549**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์กรมป่าไม้
 มานพ ต้นตระกูลบัณฑิต. 2540. **วัสดุวิศวกรรม**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ประชาชน

สำนักงานมาตรฐาน. 2558. **เกษตรอินทรีย์**. สำนักกิจการในพระตำริพระเจ้าหลานเธอ พระองค์เจ้า
 พัชรกิติยาภา สำนักงานปลัดกระทรวงยุติธรรม กระทรวงยุติธรรม

ระวีวรรณ พันธุ์พานิช. 2541. **สถิติเพื่อการวิจัย**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ล้วน สายยศ. 2536. **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ

ลัดดาวลัย บุญยศ. 2546. **ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอยในเขตเทศบาล**
ตำบลเขื่องใน อำเภอเขื่องใน จังหวัดอุบลราชธานี. ภาคนิพนธ์ สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษา
 สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

ลือชัย ศรีเงินยวง และผาสุก เอนกานิช. 2526. **ยุทธศาสตร์ใหม่ของการพัฒนาชนบท**. เอกสาร
 ประกอบการเสวนาสถาภาแพะของกลุ่มสังคมศาสตร์สาธารณสุข. กรุงเทพฯ : กระทรวง
 สาธารณสุข

วิรุณ ตั้งเจริญ. 2539. **การออกแบบ**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์

วรรณธณี กองจันทร์ดี. 2555. **การจัดการขยะของผู้ค้าในตลาดสด ศึกษากรณีตลาดสดบางกะปิ**
และตลาดสดนครไทย เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์
 มหาบัณฑิต สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

วรวิทย์ นิเทศศิลป์. 2551. **สื่อและนวัตกรรมการเรียนรู้**. ปทุมธานี : สกายบุกส์

ศิริพรรณ ปีเตอร์. 2550. **การออกแบบกราฟิก : Graphic Design**. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.

เสียงแจ้ว พิริยถนต์. 2544. **กระบวนการผลิตและประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์น้ำ**. เอกสารวิชาการกอง
 อนุรักษ์ดินและน้ำ. กรมพัฒนาที่ดิน. ฉบับที่ 04-44-015.

เสียงแจ้ว พิริยถนต์ และคณะ. 2557. **ผลของการระบายอากาศในการทำปุ๋ยหมักต่อการ**
แลกเปลี่ยน แปลงปริมาณจุลินทรีย์. รายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 25 สาขาพิช
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพมหานคร หน้า 581-591. มปป.

สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ. 2550. **การศึกษาการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ
 : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์

สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ. 2550. **ผลของเทคโนโลยีที่มีต่อการออกแบบ**. กรุงเทพฯ
 : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์

สมชาย พรหมสุวรรณ. 2548. **หลักการทัศนศิลป์**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารมหาวิทยาลัยสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

- สาคร คันทโชติ. 2528. การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ : สำนักงานพิมพ์โอเดียนส
โตร์
- สมศักดิ์ พิทักษานุรัตน์ และฤทธิรงค์ จังโกฏี. 2558. เทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากขยะและ
แนวทางความเป็นไปได้ ในการผลิตพลังงานจากขยะของท้องถิ่น. ศูนย์วิจัยและบริการ
เทคโนโลยีสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
สืบค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2557, จาก <http://www.tei.or.th>
- สมไทย วงษ์เจริญ. 2553. เคล็ดลับกำจัด “ขยะเปียก” ในบ้านให้สิ้นซาก. สืบค้นเมื่อ 20
กุมภาพันธ์ 2557, จาก <http://www.manager.co.th>
- หลักการออกแบบบรรจุภัณฑ์ (ออนไลน์). หลักการออกแบบ. 2560. เข้าถึงได้จาก
http://netra.lpru.ac.th/~weta/m4/m4_print.html สืบค้นเมื่อ 19 มีนาคม 2560
- อัจฉรสิริ อนุมณี. 2558. การออกแบบและพัฒนาถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย
เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิต. โครงร่างวิทยานิพนธ์ ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหา
บัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- อารี สุทธิพันธุ์. การออกแบบ. 2527. ไทยวัฒนาพานิชย์ : กรุงเทพฯ
- องค์การบริหารส่วนตำบลเขารวก. 2554. การแยกขยะ. สืบค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์
2557, จาก <http://www.khaoruak.com>.
- Green , Peter . 1979. Design Education . London : The anchor Press Ltd
- Sparke , Penny . 1987. An introduction to DESLGN AND CULTURE. London
:Twentieth Century

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ภาคผนวก ข. เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

ภาคผนวก ค. รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะการทิ้งขยะเปียก



ภาพแสดงลักษณะการทิ้งขยะเปียก
ภาพโดย : ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา (2557)

ลักษณะทางกายภาพของขยะเปียก



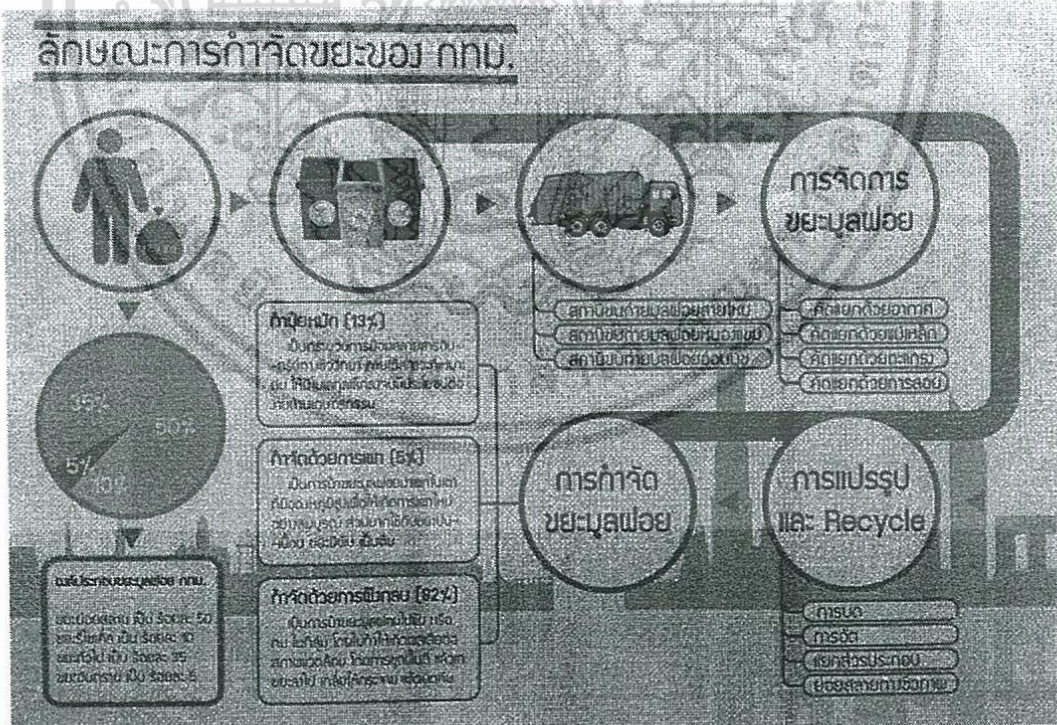
ภาพแสดงลักษณะทางกายภาพของขยะเปียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานวิจัยเท่านั้น ไม่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะภายในและการใช้งานเศษขยะเปียก

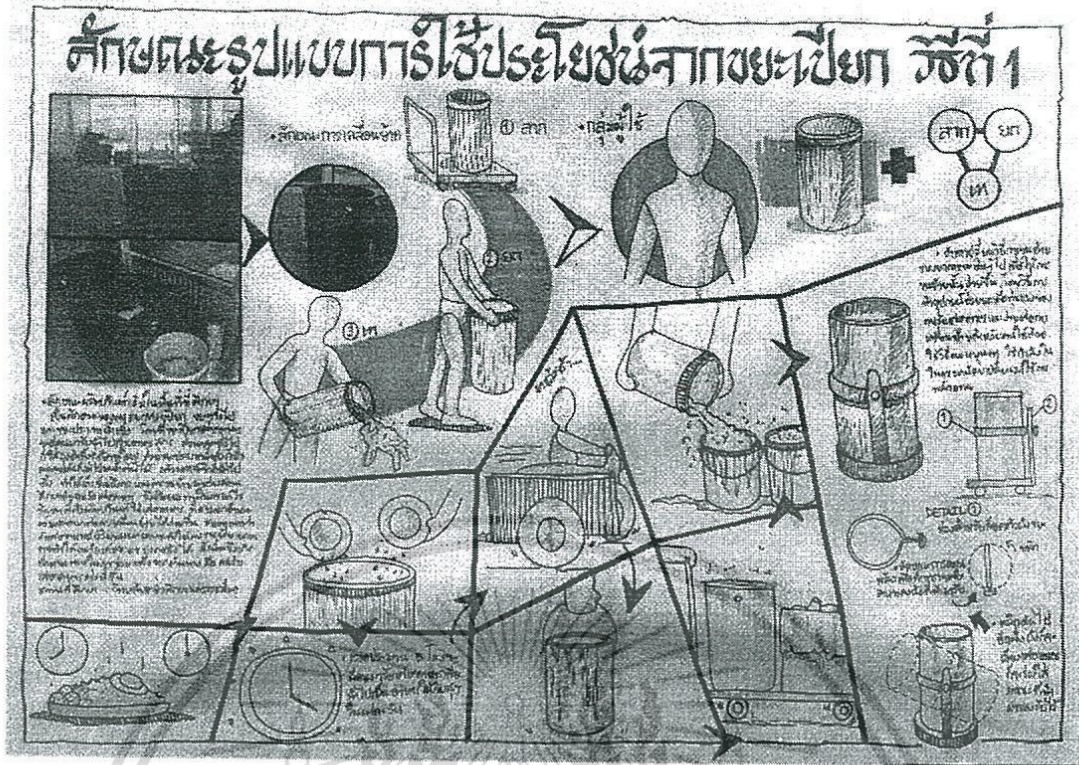


ภาพแสดงข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับผู้พิการทางสายตา
ภาพโดย : ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา (2557)

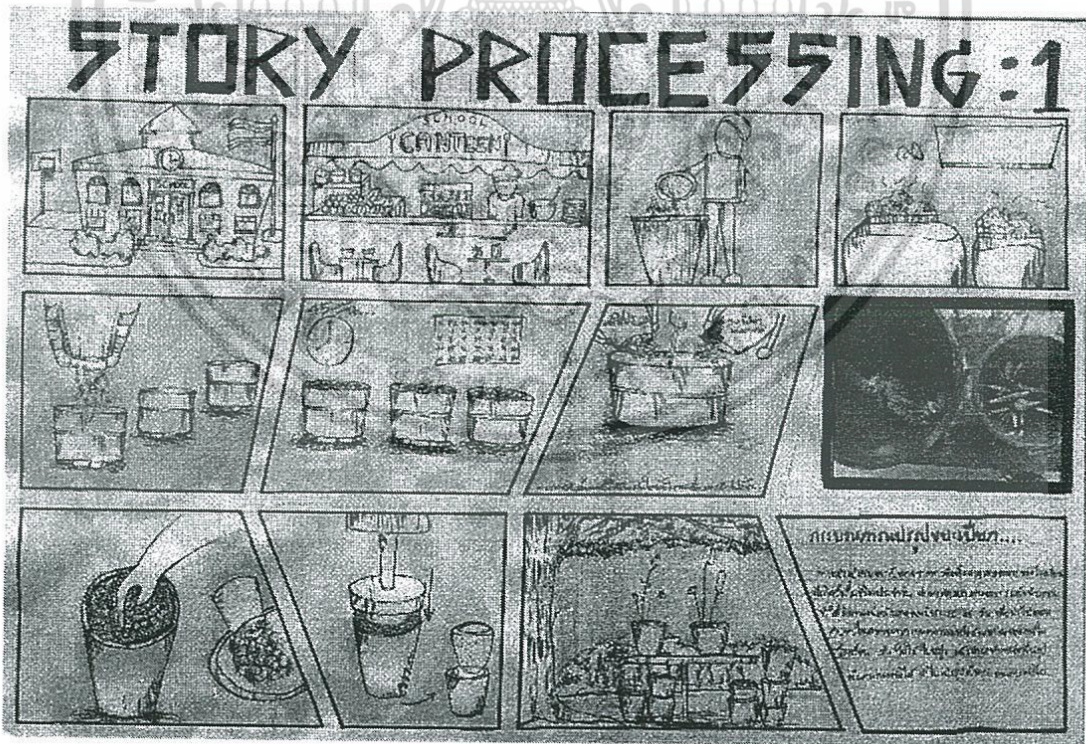


ภาพแสดงลักษณะการกำจัดขยะของ กทม.
ภาพโดย : ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา (2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

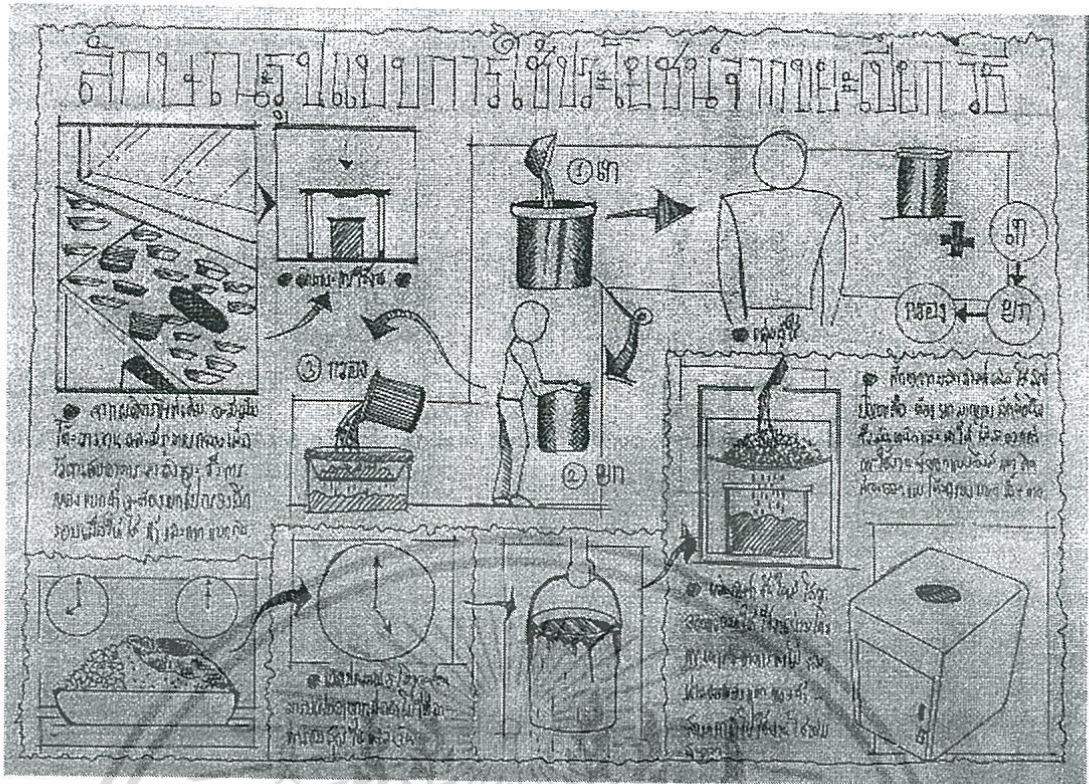


ภาพแสดงแนวทางการระดมความคิดเพื่อพิจารณาแนวทางการประยุกต์ใช้ขยะเปียก
ภาพโดย : ทรงวุฒิ เอกวุฒิมวงศา (2557)

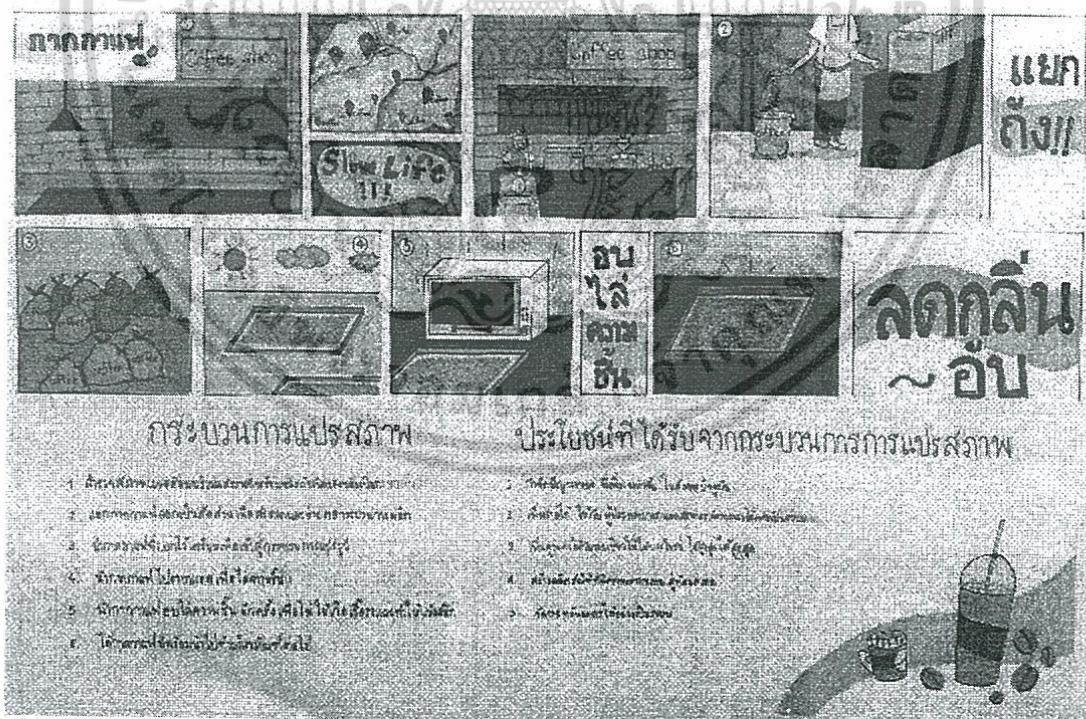


ภาพแสดงแนวทางการระดมความคิดเพื่อพิจารณาแนวทางการประยุกต์ใช้ขยะเปียก
ภาพโดย : ทรงวุฒิ เอกวุฒิมวงศา (2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพแสดงแนวทางการระดมความคิดเพื่อพิจารณาแนวทางการประยุกต์ใช้ขยะเปียก
ภาพโดย : ทรงวุฒิ เอกวุฒิมวงศา (2557)



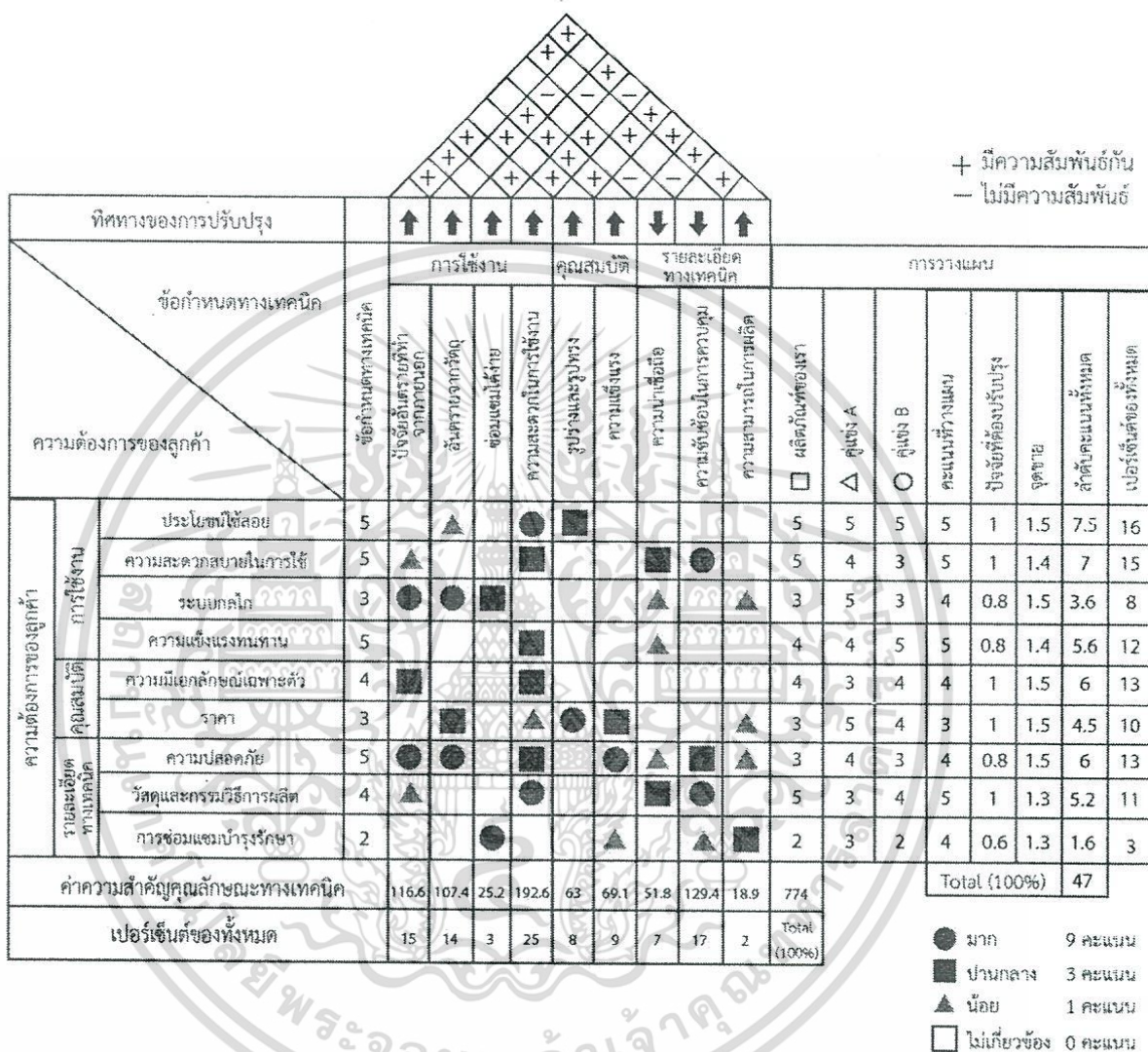
ภาพแสดงแนวทางการระดมความคิดเพื่อพิจารณาแนวทางการประยุกต์ใช้ขยะเปียก
ภาพโดย : ทรงวุฒิ เอกวุฒิมวงศา (2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การสรุปข้อมูลเพื่อการประเมินแบบ

การศึกษาและพัฒนาเครื่องอบแห้งดินเหนียวจากขยะเปียก

การแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ (Quality Function Deployment: QFD)



จากตาราง QFD. พบว่า
 ความต้องการของกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการมากที่สุดในการศึกษาและพัฒนาเครื่องอบแห้งดินเหนียวจากขยะเปียก
 คือ ด้านประโยชน์ใช้สอย รองลงมา คือ ความสะดวกสบายในการใช้งาน จากข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามของ
 กลุ่มเป้าหมายผ่านกระบวนการวิเคราะห์ของ House of Quality จะนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบ และพัฒนาเครื่อง
 แปรสภาพขยะเปียก เพื่อการผลิตดินเหนียวสำหรับเกษตรกรอินทรีย์ ต่อไป

ภาพแสดงการจำแนกการวิเคราะห์การแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ
 QFD (Quality Function Development)
 ภาพโดย : ทรงวุฒิ เอกวุฒิจา (2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.

การเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

จากการเปรียบเทียบใกล้เคียง พบว่า ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงรูปแบบ A มีความโดดเด่นในด้านประโยชน์ใช้สอย , ระบบกลไก และราคา พร้อมกับมีจุดอ่อนในด้านวัสดุกรรมวิธีการผลิต , ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว และการซ่อมแซมบำรุงรักษา ส่วนผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงรูปแบบ B มีความโดดเด่นในด้านความแข็งแรงทนทาน , ประโยชน์ใช้สอย และความสะดวกสบายในการใช้งาน พร้อมกับมีจุดอ่อนในการซ่อมแซมบำรุงรักษา และความปลอดภัย

2.

ปัจจัยที่ต้องปรับปรุง

ปัจจัยที่ต้องปรับปรุงสำหรับเครื่องอบแห้งดินเหนียวจากขยะเปียก คือ ประโยชน์ใช้สอย รองลงมาคือความสะดวกสบายในการใช้งาน , วัสดุกรรมวิธีการผลิต ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว และราคาหากมีการพัฒนาในครั้งต่อไปควรคำนึงถึงปัจจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

3.

จุดขาย

จุดขายที่ควรคำนึงสำหรับเครื่องอบแห้งดินเหนียวจากขยะเปียกจากการวิเคราะห์ของฝ่ายการตลาด คือ ประโยชน์ใช้สอย , ระบบกลไก , ราคา , ความปลอดภัย , ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว และวัสดุที่ใช้ในการผลิต จากมุมมองของฝ่ายการตลาด ปัจจัยตามหัวข้อต้นจะช่วยเพิ่มความสนใจให้กับเครื่องอบแห้งดินเหนียวจากขยะเปียก

4.

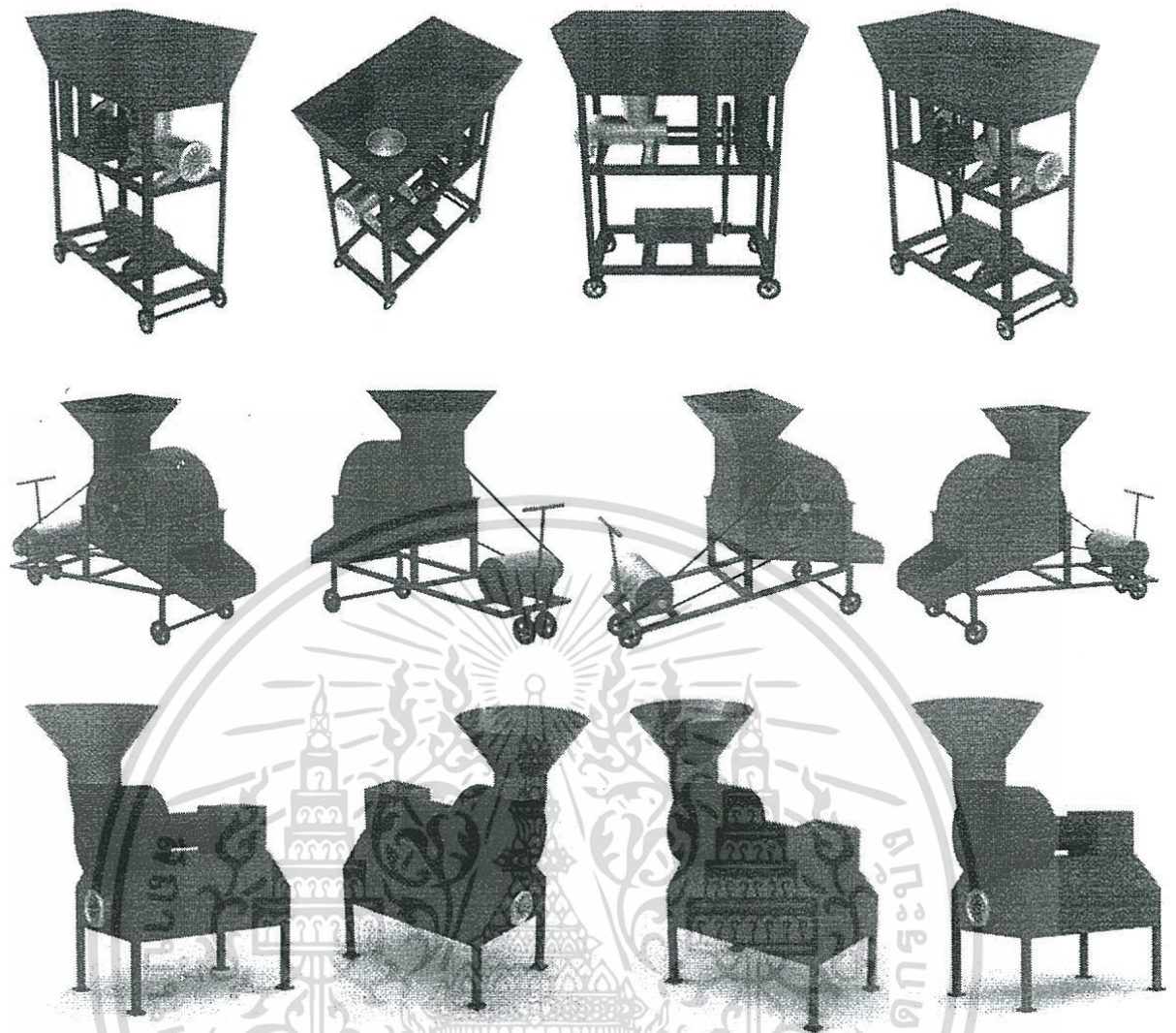
ความต้องการของลูกค้า

ความต้องการของกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการมากที่สุดในการศึกษาและพัฒนาเครื่องอบแห้งดินเหนียวจากขยะเปียก คือ ด้านประโยชน์ใช้สอย รองลงมา คือ ความสะดวกสบายในการใช้งาน จากข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามของกลุ่มเป้าหมายผ่านกระบวนการวิเคราะห์ของ House of Quality จะนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบ และพัฒนาเครื่องแปรรูปขยะเปียก เพื่อการผลิตดินเหนียวสำหรับเกษตรอินทรีย์ ต่อไป

ภาพแสดงสรุปผลและบรรยายค่าที่ได้รับจากการแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็น
แนวทางปฏิบัติ QFD (Quality Function Development)

ภาพโดย : ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา (2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพแสดงการพัฒนา (Development) รูปแบบผลิตภัณฑ์ใหม่

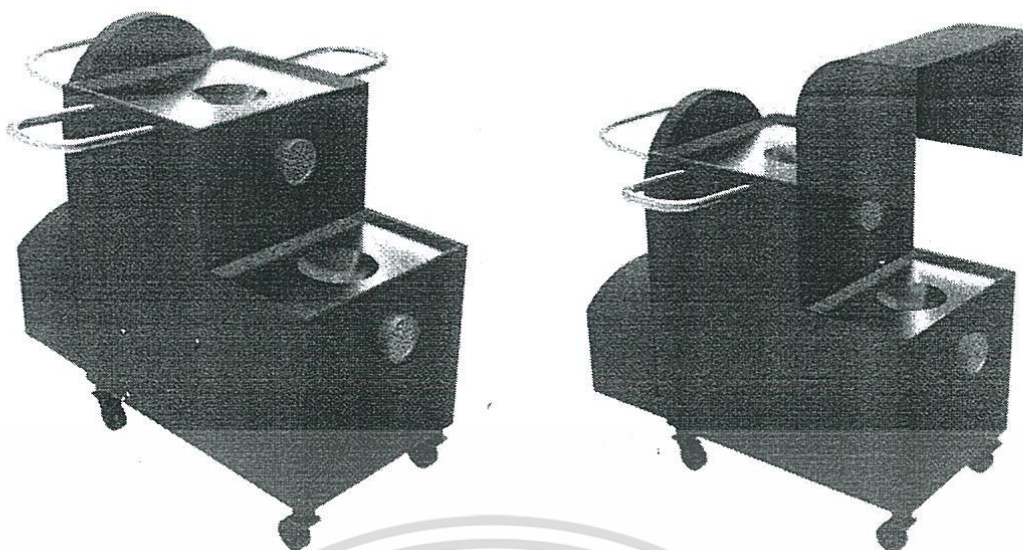
ภาพโดย : ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา (2558)



ภาพแสดงรูปแบบของผลิตภัณฑ์เครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียกที่พัฒนาแล้ว ทั้ง 3 รูปแบบ

ภาพโดย : ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา (2558)

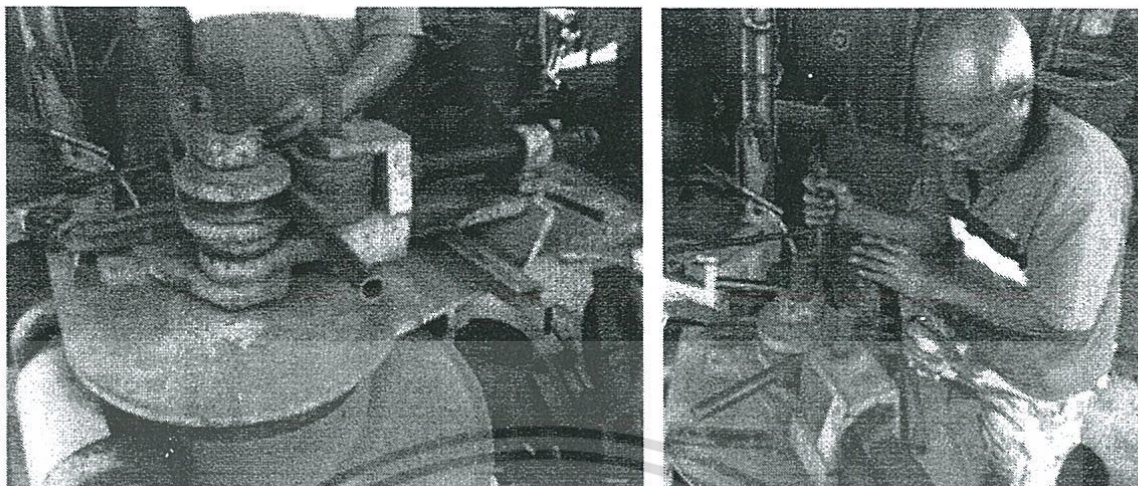
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพโดย : ทรงวุฒิ เอกวุฒิมวงศา (2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ขั้นตอนการผลิตเครื่องอบแห้งดินเหนียวจากขยะเปียก

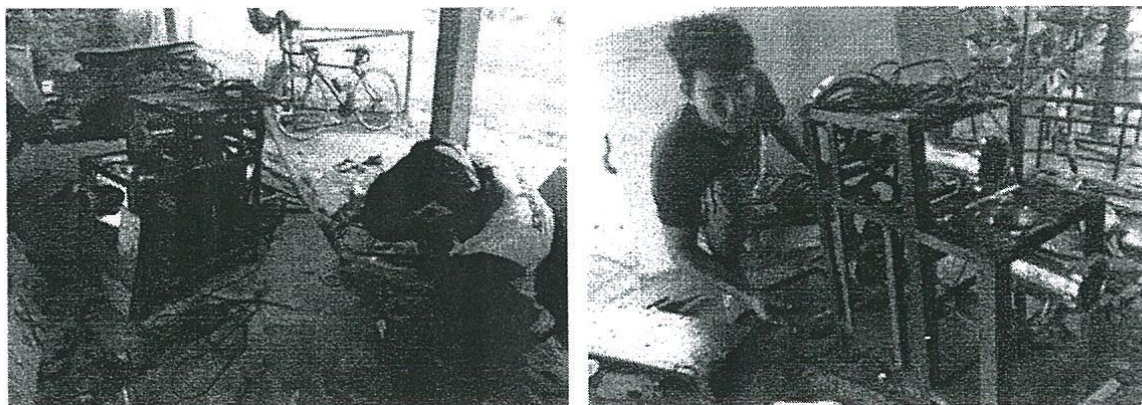


การเตรียมชิ้นส่วนเพื่อการผลิตเครื่องอบแห้งดินเหนียว โดยเกษตรกรในชุมชน
ถ่ายเมื่อวันที่ 27 กันยายน พ.ศ.2558

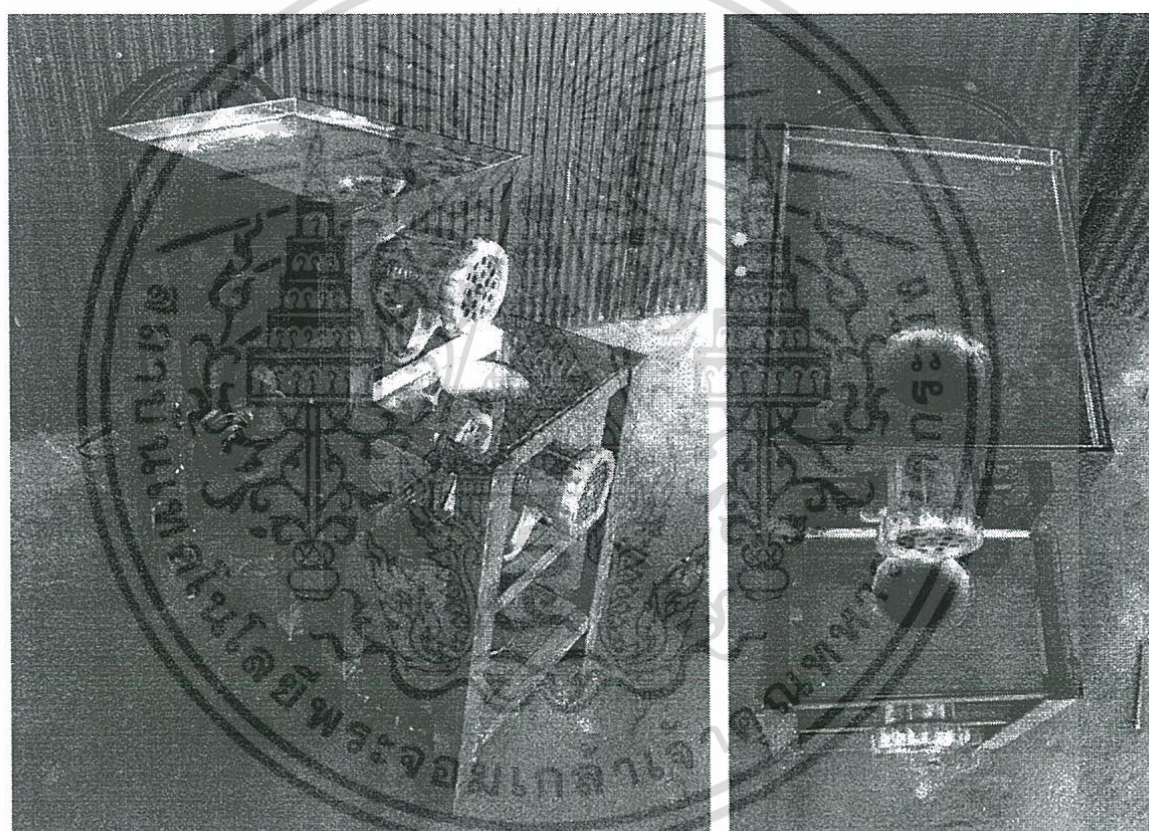


การขึ้นโครงสำหรับเครื่องอบแห้งดินเหนียว โดยเกษตรกรในชุมชน
ถ่ายเมื่อวันที่ 28 กันยายน พ.ศ.2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การประกอบชิ้นรูปเครื่องอบแห้งดินเหนียว โดยเกษตรกรในชุมชน
ถ่ายเมื่อวันที่ 28 กันยายน พ.ศ.2558

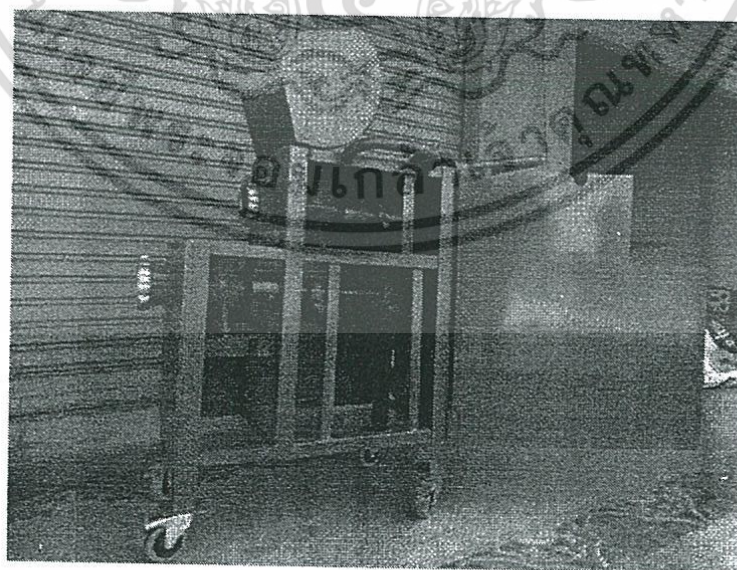
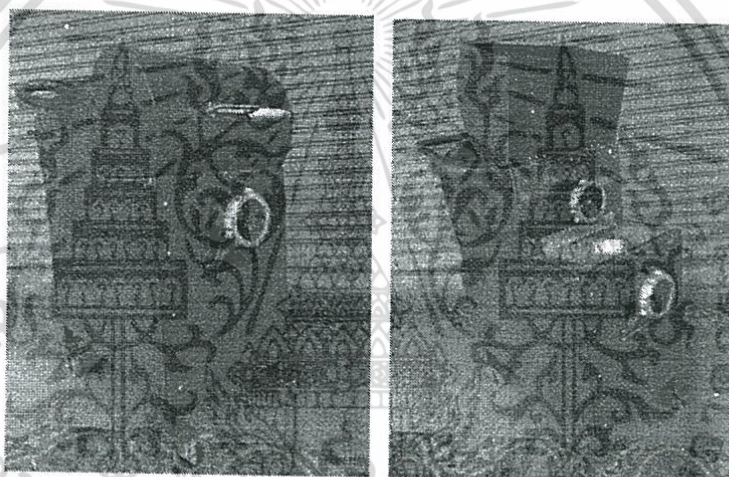


การประกอบชิ้นรูปเครื่องอบแห้งดินเหนียว โดยเกษตรกรในชุมชน
ถ่ายเมื่อวันที่ 29 กันยายน พ.ศ.2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การประกอบชิ้นรูปเครื่องอบแห้งดินเหนียว โดยเกษตรกรในชุมชน
ถ่ายเมื่อวันที่ 30 กันยายน พ.ศ.2558



เครื่องอบแห้งดินเหนียวที่สมบูรณ์ โดยเกษตรกรในชุมชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับภายในเท่านั้น ถ่ายเมื่อวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ.2558 อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสัมภาษณ์ ประกอบการวิจัย
การพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

สัมภาษณ์วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....เวลา.....ถึง.....น.

ชื่อผู้สัมภาษณ์.....

สถานที่สัมภาษณ์.....

ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ให้สัมภาษณ์

ชื่อ-สกุล.....

ตำแหน่ง.....ประสบการณ์ในการทำงาน.....ปี

ประเด็นการสัมภาษณ์

1.การจัดการขยะภายในพื้นที่เป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

2.ประเภทของขยะภายในพื้นที่มีลักษณะอย่างไร

.....

.....

.....

.....

3.ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อการกำจัดขยะภายในพื้นที่

.....

.....

.....

.....

4.ท่านคิดว่าหากนำขยะที่เหลือไปใช้ประโยชน์ได้ ท่านมีแนวคิดในทิศทางใด

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการสัมภาษณ์

รศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสังเกตพฤติกรรม ประกอบการวิจัย
การพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

สังเกตวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....เวลา.....ถึง.....น.
 ชื่อผู้สังเกต.....
 สถานที่สังเกต.....

1. พฤติกรรมการทิ้งขยะของคนในชุมชน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ลักษณะของขยะส่วนใหญ่ที่ทิ้งในชุมชน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

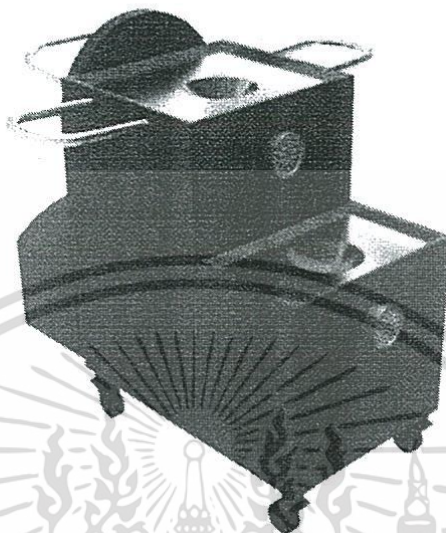
.....

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการสังเกต
 รศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิมวงศา

แบบตรวจเครื่องมือ ประกอบการวิจัย
การพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

ข้อความคำถามสำหรับการประเมินรูปแบบ

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องประเมินระดับความเหมาะสม ตามความคิดเห็นของท่าน



รูปแบบที่ 1

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม		
		+1	0	-1
1	ระบบส่งกำลังมีความเหมาะสม			
2	มีความสะดวกในการใช้งาน			
3	สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก			
4	ผลลัพธ์ที่ได้มีความเหมาะสม			
5	การดูแลรักษาไม่ยุ่งยาก			
6	มีความสวยงามน่าใช้งาน			
7	เม็ดดินที่ได้มีขนาดเหมาะสม			
8	วัสดุที่ผลิตมีความเหมาะสม			
9	กรรมวิธีการผลิตเหมาะสม			
10	แข็งแรงเหมาะสมการใช้งาน			
	รวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษา
 รศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามเพื่อประเมินด้านการพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง
ประกอบการวิจัย
การพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อการพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ให้มีรูปแบบที่เหมาะสมและช่วยบรรเทาให้เกษตรกรและประชาชนทั่วไป ให้เห็นประโยชน์ของเศษขยะเปียกที่มักจะไม่มีวิธีการกำจัดที่ชัดเจน โดยมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากขยะเปียก สำหรับการเกษตรอินทรีย์
2. เพื่อพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์
4. เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ได้จากกระบวนการผลิตใหม่
5. เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

จุดประสงค์ของแบบประเมิน

แบบประเมินนี้มีจุดประสงค์เพื่อเก็บข้อมูลสำหรับการพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบรูปแบบก่อนนำไปผลิตเป็นชิ้นงานต้นแบบ ทั้งนี้เพื่อเป็นการตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ อีกทั้งเป็นการเสนอแนะแนวทางการปฏิบัติเพื่อเป็นประโยชน์ เพื่อให้ได้ผลการประเมินการพัฒนาแบบเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์นั้นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดผลลัพธ์ที่ดี

เกณฑ์การประเมิน

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยมาก

ขอแสดงความนับถือ
รศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิมวงศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องประเมินระดับความเหมาะสม ตามความคิดเห็นของท่าน



รูปแบบที่ 1

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม			
1	ระบบส่งกำลังมีความเหมาะสม				
2	มีความสะดวกในการใช้งาน				
3	สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก				
4	ผลลัพธ์ที่ได้มีความเหมาะสม				
5	การดูแลรักษาไม่ยุ่งยาก				
6	มีความสวยงามน่าใช้งาน				
7	เมื่อดินที่ได้มีขนาดเหมาะสม				
8	วัสดุที่ผลิตมีความเหมาะสม				
9	กรรมวิธีการผลิตเหมาะสม				
10	แข็งแรงเหมาะสมการใช้งาน				
	รวม				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

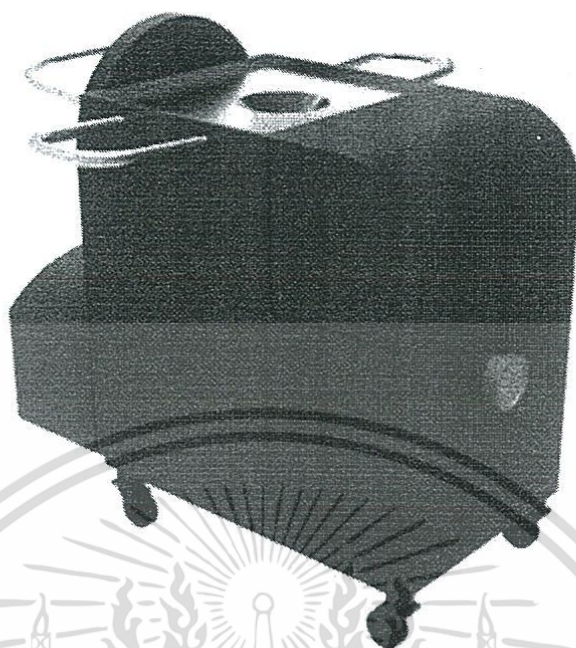
.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องประเมินระดับความเหมาะสม ตามความคิดเห็นของท่าน



รูปแบบที่ 2

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม			
1	ระบบส่งกำลังมีความเหมาะสม				
2	มีความสะดวกในการใช้งาน				
3	สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก				
4	ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความเหมาะสม				
5	การดูแลรักษาไม่ยุ่งยาก				
6	มีความสวยงามน่าใช้งาน				
7	เมื่อดินที่ได้มีขนาดเหมาะสม				
8	วัสดุที่ผลิตมีความเหมาะสม				
9	กรรมวิธีการผลิตเหมาะสม				
10	แข็งแรงเหมาะสมการใช้งาน				
	รวม				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

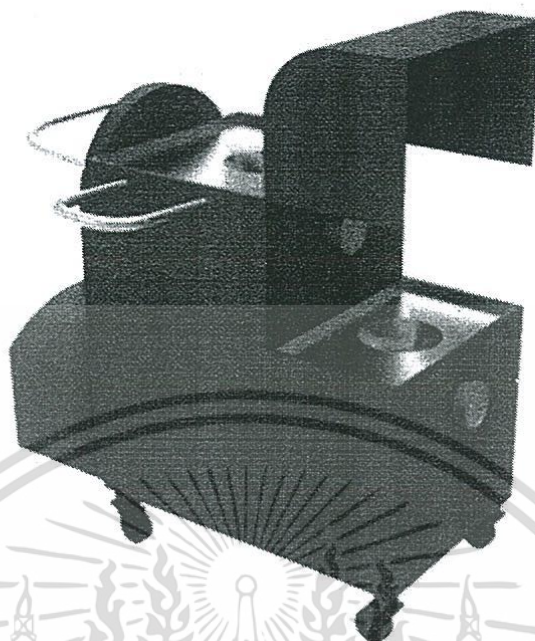
.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องประเมินระดับความเหมาะสม ตามความคิดเห็นของท่าน



รูปแบบที่ 3

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
1	ระบบส่งกำลังมีความเหมาะสม					
2	มีความสะดวกในการใช้งาน					
3	สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก					
4	ผลลัพธ์ที่ได้มีความเหมาะสม					
5	การดูแลรักษาไม่ยุ่งยาก					
6	มีความสวยงามน่าใช้งาน					
7	เมื่อดินที่ได้มีขนาดเหมาะสม					
8	วัสดุที่ผลิตมีความเหมาะสม					
9	กรรมวิธีการผลิตเหมาะสม					
10	แข็งแรงเหมาะสมการใช้งาน					
	รวม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง
 ประกอบการวิจัย
 การพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อการพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ให้มีรูปแบบที่เหมาะสมและช่วยบรรเทาให้เกษตรกรและประชาชนทั่วไป ให้เห็นประโยชน์ของเศษขยะเปียกที่มักจะไม่มีการกำจัดที่ชัดเจน โดยมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากขยะเปียก สำหรับการเกษตรอินทรีย์
2. เพื่อพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์
4. เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ได้จากกระบวนการผลิตใหม่
5. เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

จุดประสงค์ของแบบประเมิน

แบบประเมินนี้มีจุดประสงค์เพื่อเก็บข้อมูลสำหรับการพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบรูปแบบก่อนนำไปผลิตเป็นชิ้นงานต้นแบบ ทั้งนี้เพื่อเป็นการตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ อีกทั้งเป็นการเสนอแนะแนวทางการปฏิบัติเพื่อเป็นประโยชน์ เพื่อให้ได้ผลการประเมินการพัฒนาแบบเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์นั้นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดผลลัพธ์ที่ดี

เกณฑ์การประเมิน

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยมาก

ขอแสดงความนับถือ
 รศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิมวงศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องประเมินระดับความเหมาะสม ตามความคิดเห็นของท่าน



รายการประเมินค่าความคิดเห็น	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. รูปแบบเครื่องส่วนบดย่อยละเอียดมีความเหมาะสม					
2. รูปแบบเครื่องส่วนอบแห้งดินเหนียวมีความเหมาะสม					
3. ส่วนโครงสร้างหลักมีความเหมาะสมและสามารถรับน้ำหนักได้					
4. โครงสร้างรองที่ใช้ในการรองรับส่วนบดย่อยละเอียดเหมาะสม					
5. ส่วนผนังเครื่องสามารถป้องกันอันตรายจากเครื่องได้ดี					
6. ส่วนวงจรที่ควบคุมและสร้างความปลอดภัยเหมาะสม					
7. ส่วนล้อที่ใช้เคลื่อนย้ายมีความเหมาะสม					
8. ส่วนจุดยึดผนังเครื่องด้านข้างสามารถรองรับแรงสั่นสะเทือนได้					
9. ส่วนถาดบรรจุส่วนผสมดินเหนียวก่อนเข้าเครื่องมีความเหมาะสม					
10. มอเตอร์ที่สร้างแรงขับเคลื่อนมีความเหมาะสมกับประเภทการใช้งานของเครื่องทั้ง 3 ระบบได้อย่างเหมาะสม					
11. ระบบสายพานที่นำมาใช้งานขับเคลื่อนมีความเหมาะสมและสามารถลดเสียงที่เกิดขณะใช้งานได้					
12. ส่วนอบแห้งที่ให้ความร้อนด้วยขดลวดมีความเหมาะสม					
13. การขับเคลื่อนส่วนเม็ดดินเหนียวที่บดอัดผ่านขดลวดความร้อนมีความเหมาะสมในการให้ความร้อนที่ทั่วถึงและสม่ำเสมอ					
14. ชุดเพลลาที่ใช้ในการสร้างแรงหมุนเพื่อขับเคลื่อนชุดวงล้อสายพานมีความเหมาะสมในการให้แรงต่อระบบทั้ง 3					
15. จุดหมุนเครื่องในส่วนการอัดเม็ดสามารถใช้งานได้เหมาะสม					
16. รูปทรงเครื่องจักรมีความสวยงามและเหมาะสมกับรูปแบบการใช้งานเครื่องบดย่อยและอบแห้งดินเหนียว					
รวม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญตเห็นาเบไซบระเยชนดานการคาไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ได้จากกระบวนการผลิตใหม่
 ประกอบการวิจัย
 การพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อการพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ให้มีรูปแบบที่เหมาะสมและช่วยบรรเทาให้เกษตรกรและประชาชนทั่วไป ให้เห็นประโยชน์ของเศษขยะเปียกที่มักจะไม่มีวิธีการกำจัดที่ชัดเจน โดยมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากขยะเปียก สำหรับการเกษตรอินทรีย์
2. เพื่อพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์
4. เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ได้จากกระบวนการผลิตใหม่
5. เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

จุดประสงค์ของแบบประเมิน

แบบประเมินนี้มีจุดประสงค์เพื่อเก็บข้อมูลสำหรับการพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบประสิทธิภาพดินธรรมชาติและดินเทียมที่ได้จากกระบวนการผลิตใหม่ ทั้งนี้เพื่อเป็นการตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ว่าดินเทียมที่ได้มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับการเพาะปลูกเทียบเท่าดินธรรมชาติ ด้วยการหาค่า N K P ตามมาตรฐานปี 2548 สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ขอแสดงความนับถือ
 รศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิมงศา

ประเด็นการประเมิน

1. การทดสอบเนื้อดินเหนียวที่ได้จากขยะเปียกในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

2. การทดสอบอัตราการงอกของเมล็ดพืชที่เกิดขึ้นจากดินเหนียวขยะเปียก

.....

.....

.....

.....

.....

3. การทดสอบอัตราส่วนผสมเนื้อดินเหนียวจากขยะเปียกที่ส่งผลต่ออัตราการงอกของเมล็ดพืช

สูตรดิน	อัตราการงอกเมล็ด	วิเคราะห์ผล
สูตรที่ 1 ขยะเปียก 50 + ปุ๋ยคอก 10 + เกลบ 10 + ขุยมะพร้าว 30		
สูตรที่ 2 ขยะเปียก 40 + ปุ๋ยคอก 10 + เกลบ 20 + ขุยมะพร้าว 30		
สูตรที่ 3 ขยะเปียก 30 + ปุ๋ยคอก 10 + เกลบ 30 + ขุยมะพร้าว 30		
สูตรที่ 4 ขยะเปียก 20 + ปุ๋ยคอก 10 + เกลบ 40 + ขุยมะพร้าว 30		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามเพื่อประเมินด้านการพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง
ประกอบการวิจัย
การพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อการพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ให้มีรูปแบบที่เหมาะสมและช่วยบรรเทาให้เกษตรกรและประชาชนทั่วไป ให้เห็นประโยชน์ของเศษขยะเปียกที่มักจะไม่มีวิธีการกำจัดที่ชัดเจน โดยมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากขยะเปียก สำหรับการเกษตรอินทรีย์
2. เพื่อพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์
4. เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ได้จากกระบวนการผลิตใหม่
5. เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

จุดประสงค์ของแบบประเมิน

แบบประเมินนี้มีจุดประสงค์เพื่อเก็บข้อมูลสำหรับการประเมินการใช้งานเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ทั้งนี้เพื่อเป็นการตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ อีกทั้งเป็นการเสนอแนะแนวทางการปฏิบัติเพื่อเป็นประโยชน์ เพื่อให้ได้ผลการประเมินการพัฒนา รูปแบบเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์นั้นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดผลลัพธ์ที่ดี

เกณฑ์การประเมิน

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยมาก

ขอแสดงความนับถือ
รศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิมวงศา

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องประเมินระดับความเหมาะสม ตามความคิดเห็นของท่าน

แบบประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ (รูปแบบเดิม)

รายการประเมินการใช้งานเครื่องผลิตดินเทียม ส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ โดย เกษตรกรที่เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์	เครื่องผลิตดินเทียมส่วน อัดเม็ด/อบแห้ง (รูปแบบเดิม)				
	5	4	3	2	1
1. รูปแบบการประยุกต์ใช้งานเครื่องมีความ เหมาะสม และสามารถใช้งานได้ตรงตามความ ต้องการ					
2. เครื่องผลิตดินเทียม ส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง มี ความสวยงามน่าใช้					
3. ความปลอดภัยในขณะที่ใช้งานเครื่องผลิตดิน เทียม ส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง					
4. เคลื่อนย้ายเครื่องได้อย่างสะดวกรวดเร็ว					
5. สามารถเรียนรู้และใช้งานเครื่องได้อย่าง เหมาะสม					
6. สามารถซ่อมบำรุงและดูแลรักษาได้ง่ายไม่ ยุ่งยาก					
7. ดินเทียมที่ได้จากการอัดเม็ด/อบแห้ง มีความคง ตัว ไม่แตกสลาย และสามารถนำมาใช้งานได้ทันที					
รวมค่าเฉลี่ย					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

๕๔

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ (รูปแบบที่พัฒนาใหม่)

รายการประเมินการใช้งานเครื่องผลิตดินเทียม ส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ โดย เกษตรกรที่เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์	เครื่องผลิตดินเทียมส่วน อัดเม็ด/อบแห้ง (รูปแบบเดิม)				
	5	4	3	2	1
1. รูปแบบการประยุกต์ใช้งานเครื่องมีความ เหมาะสม และสามารถใช้งานได้ตรงตามความ ต้องการ					
2. เครื่องผลิตดินเทียม ส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง มี ความสวยงามน่าใช้					
3. ความปลอดภัยในขณะที่ใช้งานเครื่องผลิตดิน เทียม ส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง					
4. เคลื่อนย้ายเครื่องได้อย่างสะดวกรวดเร็ว					
5. สามารถเรียนรู้และใช้งานเครื่องได้อย่าง เหมาะสม					
6. สามารถซ่อมบำรุงและดูแลรักษาได้ง่ายไม่ ยุ่งยาก					
7. ดินเทียมที่ได้จากการอัดเม็ด/อบแห้ง มีความคง ตัว ไม่แตกง่าย และสามารถนำมาใช้งานได้ทันที					
รวมค่าเฉลี่ย					
ข้อเสนอแนะ	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความคิดเห็นกลุ่มเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ ในพื้นที่ทดลองเป้าหมาย

รายการประเมินความคิดเห็นกลุ่มเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ ในพื้นที่ทดลองเป้าหมาย	ระดับของการประเมินค่าโดยเกษตรกรอินทรีย์ในพื้นที่ทดลอง				
	5	4	3	2	1
1. ความเหมาะสมของเครื่องส่วนบดย่อยละเอียดส่วนผสมขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียม					
2. ความเหมาะสมของเครื่องส่วนคลุกเคล้าส่วนผสมขยะเปียกร่วมกับเศษเหลือทิ้งทางเกษตรกรรมที่มีอยู่ในพื้นที่เพื่อเพิ่มคุณค่าในเนื้อดินเทียมที่ใช้งาน					
3. ความเหมาะสมของเครื่อง ในส่วนของกระบวนการอัดเม็ดดินเทียม สามารถอัดเม็ดดินเทียมได้คงตัวและไม่มีการแตกตัวของเนื้อดินที่บดอัดออกมาจากเครื่องที่พัฒนาใหม่					
4. ความเหมาะสมของเครื่องในส่วนของการอบแห้งเม็ดดินเทียมที่สำเร็จออกมาจากเครื่องในส่วนการบดอัด โดยเม็ดดินเทียมมีความแห้งและสามารถนำมาใช้งานได้					
5. ความเหมาะสมในการขนย้ายหรือการเคลื่อนย้ายเครื่องไปใช้งานในพื้นที่ที่ต้องการ					
รวม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผู้เชี่ยวชาญในการประเมินผลการคิดเชิงมโนทัศน์

รายการประเมิน	รูปแบบพัฒนาที่ 1			รูปแบบพัฒนาที่ 2			รูปแบบพัฒนาที่ 3		
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ความหมาย	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ความหมาย	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ความหมาย
1. ระบบส่งกำลังมีความเหมาะสม	4.00	0.63	มาก	4.17	0.75	มาก	2.83	1.17	ปานกลาง
2. มีความสะดวกในการใช้งาน	4.00	0.89	มาก	4.17	0.75	มาก	3.17	0.75	ปานกลาง
3. สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก	3.33	0.82	ปานกลาง	3.67	1.03	มาก	2.67	0.82	ปานกลาง
4. ผลลัพธ์ที่ได้มีความเหมาะสม	3.83	0.41	มาก	4.00	0.63	มาก	3.00	0.63	ปานกลาง
5. การดูแลรักษาไม่ยุ่งยาก	3.50	1.22	ปานกลาง	4.17	0.75	มาก	2.67	0.82	ปานกลาง
6. มีความสวยงามน่าใช้งาน	2.83	0.75	ปานกลาง	3.00	0.63	ปานกลาง	2.33	0.52	น้อย
7. เม็ดดินที่ได้มีขนาดเหมาะสม	2.67	0.52	ปานกลาง	3.00	0.63	ปานกลาง	2.17	0.75	น้อย
8. วัสดุที่ผลิตมีความเหมาะสม	3.67	0.82	มาก	4.17	0.41	มาก	3.33	0.82	ปานกลาง
9. กรรมวิธีการผลิตเหมาะสม	3.17	0.75	ปานกลาง	3.67	0.82	มาก	3.00	0.89	ปานกลาง
10. แข็งแรงเหมาะสมการใช้งาน	3.33	1.21	ปานกลาง	4.50	0.84	มากที่สุด	3.17	1.33	ปานกลาง
รวม	3.45	0.58	ปานกลาง	3.88	0.40	มาก	2.82	0.62	ปานกลาง

จากตาราง สามารถสรุปค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญในการประเมินผลการคิดเชิงมโนทัศน์ที่มีต่อรูปแบบทั้ง 3 รูปแบบ ตามแนวความคิดที่พัฒนาใหม่ ได้ดังนี้ รูปแบบพัฒนาที่ 2 มีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{X}=3.88$, S.D.=0.40) โดยมีความเหมาะสมมากที่สุด ในด้านของความแข็งแรงและเหมาะสมกับการใช้งาน ($\bar{X}=4.50$, S.D.=0.84) รูปแบบพัฒนาที่ 1 มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง ($\bar{X}=3.45$, S.D.=0.58) โดยมีความเหมาะสมมาก ในด้านระบบส่งกำลังที่มีความเหมาะสมและมีความสะดวกสบายในการใช้งาน และ รูปแบบพัฒนาที่ 3 ความเหมาะสมในระดับปานกลาง ($\bar{X}=2.82$, S.D.=0.62) โดยมีความเหมาะสมในระดับปานกลาง ($\bar{X}=3.33$, S.D.=0.82)

ตารางที่ ค.2 แสดงค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องบดย่อยและส่วนอบแห้งดินเหนียวจากขยะเปียก (n=3)

รายการประเมินค่าความคิดเห็น	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
1. รูปแบบเครื่องส่วนบดย่อยละเอียดมีความเหมาะสม	3.67	0.57	ระดับมาก
2. รูปแบบเครื่องส่วนอบแห้งดินเหนียวเม็ดมีความเหมาะสม	3.67	0.57	ระดับมาก
3. ส่วนโครงสร้างหลักมีความเหมาะสมและสามารถรับน้ำหนักได้	4.00	0.00	ระดับมาก
4. โครงสร้างรองที่ใช้ในการรองรับส่วนบดย่อยละเอียดเหมาะสม	3.67	0.57	ระดับมาก
5. ส่วนผนังเครื่องสามารถป้องกันอันตรายจากเครื่องได้ดี	4.00	1.00	ระดับมาก
6. ส่วนวงจรที่ควบคุมและสร้างความปลอดภัยเหมาะสม	3.67	0.57	ระดับมาก
7. ส่วนล้อที่ใช้เคลื่อนย้ายมีความเหมาะสม	3.67	0.57	ระดับมาก

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่ควรกรณิใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 (ต่อ)

รายการประเมินค่าความคิดเห็น	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
8. ส่วนจุดยึดผนังเครื่องด้านข้างสามารถรองรับแรงสั่นสะเทือนได้	4.00	0.00	ระดับมาก
9. ส่วนภาคบรรจุส่วนผสมดินเหนียวก่อนเข้าเครื่องมีความเหมาะสม	4.00	0.00	ระดับมาก
10. มอเตอร์ที่สร้างแรงขับเคลื่อนมีความเหมาะสมกับประเภทการใช้งานของเครื่องทั้ง 3 ระบบได้อย่างเหมาะสม	4.00	0.00	ระดับมาก
11. ระบบสายพานที่นำมาใช้งานขับเคลื่อนมีความเหมาะสมและสามารถลดเสียงที่เกิดขึ้นได้	4.00	0.00	ระดับมาก
12. ส่วนอบแห้งที่ให้ความร้อนด้วยขดลวดมีความเหมาะสม	3.67	0.57	ระดับมาก
13. การขับเคลื่อนส่วนเม็ดดินเหนียวที่บดอัดผ่านขดลวดความร้อนมีความเหมาะสมในการให้ความร้อนที่ทั่วถึงและสม่ำเสมอ	3.67	0.57	ระดับมาก
14. ชุดเพลลาที่ใช้ในการสร้างแรงหมุนเพื่อขับเคลื่อนชุดวงล้อสายพานมีความเหมาะสมในการให้แรงต่อระบบทั้ง 3	4.00	0.00	ระดับมาก
15. จุดหมุนเครื่องในส่วนการอัดเม็ดสามารถใช้งานได้เหมาะสม	3.67	0.57	ระดับมาก
16. รูปทรงเครื่องจักรมีความสวยงามและเหมาะสมกับรูปแบบการใช้งานเครื่องบดย่อยและอบแห้งดินเหนียว	4.00	0.00	ระดับมาก
ผลรวมผู้เชี่ยวชาญด้านกระบวนการออกแบบ	3.83	0.34	ระดับมาก

สรุปการประเมินจากคณะผู้ทรงคุณวุฒิทางการออกแบบผลิตภัณฑ์นั้น พบว่า มีความพึงพอใจต่อเครื่องอัดเม็ดและอบแห้งดินเหนียวจากขยะเปียกในระดับมาก ($\bar{X}=3.83$, S.D.=0.34) ซึ่งถือได้ว่าเครื่องจักรที่พัฒนาใหม่นั้นสามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างเหมาะสมในด้านที่ใช้ในกระบวนการบดย่อยและอัดเม็ดได้อย่างเหมาะสม

ตารางที่ ค.3 แสดงค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องกล (n=3)

รายการประเมินค่าความคิดเห็น	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
1. รูปแบบเครื่องส่วนบดย่อยละเอียดมีความเหมาะสม	3.67	0.57	ระดับมาก
2. รูปแบบเครื่องส่วนอบแห้งดินเหนียวเม็ดมีความเหมาะสม	3.67	0.57	ระดับมาก
3. ส่วนโครงสร้างหลักมีความเหมาะสมและสามารถรับน้ำหนักได้	4.00	0.00	ระดับมาก
4. โครงสร้างรองที่ใช้ในการรองรับส่วนบดย่อยละเอียดเหมาะสม	4.00	0.00	ระดับมาก
5. ส่วนผนังเครื่องสามารถป้องกันอันตรายจากเครื่องได้ดี	4.00	0.00	ระดับมาก
6. ส่วนวงจรที่ควบคุมและสร้างความปลอดภัยเหมาะสม	3.67	0.57	ระดับมาก
7. ส่วนล้อที่ใช้เคลื่อนย้ายมีความเหมาะสม	3.67	0.57	ระดับมาก
8. ส่วนจุดยึดผนังเครื่องด้านข้างสามารถรองรับแรงสั่นสะเทือนได้	3.67	0.57	ระดับมาก
9. ส่วนภาคบรรจุส่วนผสมดินเหนียวก่อนเข้าเครื่องมีความเหมาะสม	4.00	0.00	ระดับมาก
10. มอเตอร์ที่สร้างแรงขับเคลื่อนมีความเหมาะสมกับประเภทการใช้งานของเครื่องทั้ง 3 ระบบได้อย่างเหมาะสม	4.00	0.00	ระดับมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 (ต่อ)

รายการประเมินค่าความคิดเห็น	\bar{x}	S.D.	ความหมาย
11. ระบบสายพานที่นำมาใช้งานขับเคลื่อนมีความเหมาะสมและสามารถลดเสียงที่เกิดขณะใช้งานได้	4.00	0.00	ระดับมาก
12. ส่วนอบแห้งที่ให้ความร้อนด้วยขดลวดมีความเหมาะสม	3.67	0.57	ระดับมาก
13. การขับเคลื่อนส่วนเม็ดดินเทียมที่บดอัดผ่านขดลวดความร้อนมีความเหมาะสมในการให้ความร้อนที่ทั่วถึงและสม่ำเสมอ	3.67	0.57	ระดับมาก
14. ชุดเพลลาที่ใช้ในการสร้างแรงหมุนเพื่อขับเคลื่อนชุดวงล้อสายพานมีความเหมาะสมในการให้แรงต่อระบบทั้ง 3	4.00	0.00	ระดับมาก
15. จุดหมุนเครื่องในส่วนการอัดเม็ดสามารถใช้งานได้เหมาะสม	3.67	0.57	ระดับมาก
16. รูปทรงเครื่องจักรมีความสวยงามและเหมาะสมกับรูปแบบการใช้งานเครื่องบดย่อยและอบแห้งดินเทียม	4.00	0.00	ระดับมาก
ผลรวมผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องกล	3.84	0.29	ระดับมาก

สรุปการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิทางการออกแบบเครื่องกลนั้น พบว่า มีความพึงพอใจต่อเครื่องอัดเม็ดและอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียกในระดับมาก ($\bar{x}=3.84$, S.D.=0.29) ซึ่งถือได้ว่าเครื่องจักรที่พัฒนาใหม่นั้นสามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างเหมาะสมในด้านที่ใช้ในกระบวนการบดย่อยและอัดเม็ดได้อย่างเหมาะสม

และหากพิจารณารายละเอียดจะพบว่าควรที่จะมีการเพิ่มเติมในส่วนของระบบการสร้างความร้อนนั้นควรที่จะมีความทั่วถึงมากกว่านี้และสามารถตั้งอุณหภูมิสูงต่ำได้ตามความต้องการ เนื่องจากการใช้งานจริงเกษตรกรหรือผู้ใช้งานอาจจะต้องการดินเทียมที่ยังคงมีความชื้นอยู่บ้างเพื่อนำไปใช้งานทางด้านเกษตรกรรมได้เลยโดยไม่ต้องแห้งสนิทมากนัก

ตารางที่ ค.4 แสดงค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านเกษตรกรรมอินทรีย์ (n=10)

รายการประเมินค่าความคิดเห็น	\bar{x}	S.D.	ความหมาย
1. เครื่องส่วนบดย่อยสามารถใช้งานได้เหมาะสม	3.80	0.63	ระดับมาก
2. เครื่องส่วนอบแห้งดินเทียมสามารถใช้งานได้เหมาะสม	4.10	0.31	ระดับมาก
3. โครงสร้างหลักมีความแข็งแรงและยังตอบสนองการใช้งานได้ดี	3.90	0.56	ระดับมาก
4. โครงสร้างรองสามารถตอบสนองการใช้งานได้ดีและแข็งแรง	3.90	0.56	ระดับมาก
5. ผนังเครื่องสามารถป้องกันอันตรายและสร้างความมั่นใจในการใช้งานเครื่องให้กับผู้ใช้งานได้เหมาะสม	4.00	0.47	ระดับมาก
6. ส่วนควบคุมสามารถใช้งานง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อนต่อการเข้าใจ	3.60	0.51	ระดับมาก
7. สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายและมีความสะดวกในการใช้งาน	3.30	0.67	ระดับปานกลาง
8. เนื้อดินเทียมที่ได้มีความละเอียดและเข้ากันของส่วนประกอบ	4.00	0.47	ระดับมาก
9. ส่วนถาดบรรจุส่วนผสมดินเทียมก่อนเข้าเครื่องมีความเหมาะสม	3.70	0.48	ระดับมาก
10. เนื้อดินเทียมที่อัดเม็ดแล้วมีความเหมาะสมและคงตัวได้ดีไม่แตกตัวในขณะตากแห้งหรืออบแห้งเม็ดดินเทียม	3.80	0.42	ระดับมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 (ต่อ)

รายการประเมินค่าความคิดเห็น	\bar{x}	S.D.	ความหมาย
11. ระบบสายพานที่นำมาใช้งานขับเคลื่อนมีความเหมาะสมและสามารถลดเสียงที่เกิดขึ้นได้	3.90	0.31	ระดับมาก
12. ส่วนอบแห้งมีความเหมาะสมและสามารถให้ความร้อนได้ดี	3.90	0.31	ระดับมาก
13. การขับเคลื่อนส่วนเม็ดดินเทียมที่บดอัดผ่านขดลวดความร้อนมีความเหมาะสมในการให้ความร้อนที่ทั่วถึงและสม่ำเสมอ	3.90	0.31	ระดับมาก
14. ระบบการขับเคลื่อนเครื่องที่พัฒนาใหม่มีความเหมาะสม	3.90	0.31	ระดับมาก
15. จุดหมุนเครื่องในส่วนการอัดเม็ดสามารถใช้งานได้เหมาะสม	4.00	0.47	ระดับมาก
16. รูปทรงเครื่องจักรมีความสวยงามและเหมาะสมกับรูปแบบการใช้งานเครื่องบดย่อยและอบแห้งดินเทียม	4.00	0.47	ระดับมาก
ผลรวมผู้ทรงคุณวุฒิและเชี่ยวชาญด้านเกษตรอินทรีย์	3.86	0.12	ระดับมาก

สรุปผลการประเมินค่าผลรวมผู้ทรงคุณวุฒิและเชี่ยวชาญด้านเกษตรกรรมอินทรีย์ นั้นพบว่ามีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{x}=3.86$, $S.D.=0.12$) โดยผลที่ได้ก็นับพบว่ากลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญนั้นเห็นสอดคล้องกันในประเด็นที่เครื่องสามารถใช้งานได้หลากหลายประโยชน์ใช้สอยและสามารถประยุกต์ใช้งานในด้านเกษตรกรรมด้านอื่นได้อีกหลายรูปแบบ ซึ่งจุดเด่นของเครื่องนั้นคือชุมชนหรือชาวบ้านสามารถที่จะผลิตและสร้างขึ้นใช้งานเองได้โดยไม่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีที่สูงมากนัก อีกทั้งยังเกิดมาจากบุคคลในชุมชนร่วมกันพัฒนาด้วยศักยภาพตนเองได้จึงมีความเหมาะสมกับสภาพชุมชนและสังคมในท้องถิ่น

ตารางที่ ค.5 การทดสอบอัตราส่วนผสมเนื้อดินเทียมจากขยะเปียกที่ส่งผลต่ออัตราการงอกของเมล็ดพืช

สูตรดิน	อัตราการงอกเมล็ด	วิเคราะห์ผล
สูตรที่ 1 ขยะเปียก 50 + ปุ๋ยคอก 10 + แกลบ 10 + ขุยมะพร้าว 30	30%	พบว่ามีอัตราการงอกของเมล็ดน้อยมากเมื่อเทียบกับสูตรดินเทียมอื่นๆ โดยเมล็ดที่งอกมีลักษณะไม่สมบูรณ์
สูตรที่ 2 ขยะเปียก 40 + ปุ๋ยคอก 10 + แกลบ 20 + ขุยมะพร้าว 30	35%	พบว่ามีอัตราการงอกของเมล็ดที่เพิ่มมากขึ้น จึงเกิดข้อสันนิษฐานว่าอาจจะเกิดจากความเค็มของขยะเปียกที่มีปริมาณของโซเดียมมากจึงส่งผลต่ออัตราการงอกของเมล็ดพืช
สูตรที่ 3 ขยะเปียก 30 + ปุ๋ยคอก 10 + แกลบ 30 + ขุยมะพร้าว 30	40%	พบว่ามีอัตราการงอกที่เพิ่มมากขึ้นและมีแนวโน้มอาจจะเกิดจากปัญหาของปริมาณโซเดียมที่อยู่ในเศษอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.5 (ต่อ)

สูตรดิน	อัตราการงอกเมล็ด	วิเคราะห์ผล
สูตรที่ 4 ขยะเปียก 20 + ปุ๋ยคอก 10 + แกลบ 40 + ขุยมะพร้าว 30	65%	พบว่าอัตราการงอกเป็นที่น่าพอใจและเป็น สูตรที่มีความเป็นไปได้ในการนำมาทดสอบ คุณสมบัติทางวิทยาศาสตร์ในส่วนของ ปริมาณเศษอาหารที่เป็นขยะเปียกที่ร้อยละ 20 จะมีความเหมาะสมในการนำมาใช้เป็น สิ่งเติมดิน

ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการเกษตรกรรมให้ความเห็นว่าอัตราสูตรดินนั้นควรใช้สูตรที่ 4 เนื่องจากมีอัตราการงอกของเมล็ดสูงที่สุด อีกทั้งมีแนวโน้มว่าจะสามารถทดแทนปริมาณของแกลบเป็นวัสดุอื่นๆ ที่มีกากหรือเป็นเปลือกของถั่วลิสงหรือพืชตระกูลถั่วได้จะดีมาก เนื่องจากเป็นส่วนของการเพิ่มไนโตรเจนให้กับดินที่เติมจากขยะเปียกได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งยังสามารถเติมส่วนผสมอื่นๆ ลงไปในสูตรดินเพื่อเจือจางปริมาณของโซเดียมลงจะทำให้ได้ผลผลิตที่เป็นดินที่เติมจากขยะเปียกที่สมบูรณ์ในคุณค่าสารอาหารสำหรับพืชมากยิ่งขึ้น ในประเด็นการลดอัตราส่วนของขยะเปียกลงนั้น อาจส่งผลต่อการนำขยะเปียกมาใช้งานที่อาจจะมีค่าไม่คุ้มค่างับกระบวนการที่สูญเสียไป ดังนั้น ควรที่จะคงปริมาณขยะเปียกที่ใช้งานอยู่ที่ร้อยละ 20 น่าจะเป็นปริมาณที่ควรคงไว้และควรไปเพิ่มเติมในส่วนประสมดินส่วนอื่น

ตารางที่ ค.6 การประเมินเพื่อเปรียบเทียบการใช้งานเครื่องผลิตดินเทียม สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง ที่พัฒนาใหม่กับผลิตภัณฑ์เดิม โดยเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ในพื้นที่เกษตรกรรม (n=10)

รายการประเมินเปรียบเทียบการใช้งานเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ โดยเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์	เครื่องผลิตดินเทียม ส่วน อัดเม็ด/อบแห้ง (ที่พัฒนาใหม่)		เครื่องผลิตดินเทียม ส่วน อัดเม็ด/อบแห้ง (รูปแบบเดิม)	
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
1. รูปแบบการประยุกต์ใช้งานเครื่องมีความเหมาะสม และสามารถใช้งานได้ตรงตามความต้องการ	4.50	0.53	3.70	0.67
2. เครื่องผลิตดินเทียม ส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง มีความสวยงามน่าใช้	4.80	0.42	3.60	0.52
3. ความปลอดภัยในขณะที่ใช้งานเครื่องผลิตดินเทียม ส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง	4.70	0.48	4.30	0.48
4. เคลื่อนย้ายเครื่องได้อย่างสะดวกรวดเร็ว	4.50	0.53	4.50	0.53
5. สามารถเรียนรู้และใช้งานเครื่องได้อย่างเหมาะสม	5.00	0.00	4.60	0.52
6. สามารถซ่อมบำรุงและดูแลรักษาได้ง่ายไม่ยุ่งยาก	4.60	0.52	4.30	0.48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.6 (ต่อ)

รายการประเมินเปรียบเทียบการใช้งานเครื่อง ผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตร อินทรีย์ โดยเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชแบบเกษตร อินทรีย์	เครื่องผลิตดินเทียม ส่วน อัดเม็ด/อบแห้ง (ที่พัฒนาใหม่)		เครื่องผลิตดินเทียม ส่วน อัดเม็ด/อบแห้ง (รูปแบบเดิม)	
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
7. ดินเทียมที่ได้จากการอัดเม็ด/อบแห้ง มีความคง ตัว ไม่แตกง่าย และสามารถนำมาใช้งานได้ทันที	5.00	0.00	4.40	0.52
รวมค่าเฉลี่ย	4.73	0.24	4.20	0.07

ผลการประเมินเปรียบเทียบการใช้งานเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ที่พัฒนาใหม่ สามารถสรุปได้ว่า เครื่องผลิตดินเทียม ส่วนอัดเม็ด/อบแห้งที่พัฒนาใหม่ มีประสิทธิภาพในการเพาะปลูก อยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X}=4.73$, S.D.=0.24)

ตารางที่ ค.7 แสดงผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องผลิตดินเทียม สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง ที่พัฒนาใหม่กับผลิตภัณฑ์เดิม

การหาประสิทธิภาพของเครื่องผลิตดิน เทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตร อินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง	จำนวน กลุ่ม ตัวอย่าง	คะแนนเต็ม ของการ ทดสอบ	ผลรวม คะแนนที่ได้ จากการ ทดสอบ	ผลรวม คะแนนเป็น ร้อยละ
แบบทดสอบเครื่องผลิตดินเทียมส่วน อัดเม็ด/อบแห้ง รูปแบบเดิม	10	35	294	84.00
แบบทดสอบเครื่องผลิตดินเทียมส่วน อัดเม็ด/อบแห้ง รูปแบบใหม่	10	35	331	94.57

จากตาราง พบว่า ผลการหาประสิทธิภาพของเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง รูปแบบใหม่และรูปแบบเดิม จากการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน ได้ค่าประสิทธิภาพของของผลลัพธ์ เท่ากับ 84.00 : 94.57 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ค่าประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมรูปแบบใหม่สูงกว่ารูปแบบเดิม

ตารางที่ ค.8 แสดงผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การใช้งานเครื่องผลิตดินเทียม สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง ที่พัฒนาใหม่กับผลิตภัณฑ์เดิม โดยเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ในพื้นที่เกษตรกรรม

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การใช้งาน เครื่องผลิตดินเทียม สำหรับการเกษตร อินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง	จำนวนกลุ่ม ตัวอย่าง (N)	คะแนน เฉลี่ย (\bar{X})	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	ค่า ทดสอบ t-test
แบบทดสอบเครื่องผลิตดินเทียมส่วน อัดเม็ด/อบแห้ง รูปแบบเดิม	10	29.40	20.54	2.88
แบบทดสอบเครื่องผลิตดินเทียมส่วน อัดเม็ด/อบแห้ง รูปแบบใหม่	10	33.10	22.90	

เอกสารมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ($\alpha=0.05$, $df=9$, $t=1.833$) เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง รูปแบบเดิม เท่ากับ 29.40 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 20.54 และค่าเฉลี่ยคะแนนแบบทดสอบเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง รูปแบบใหม่ เท่ากับ 33.10 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 22.90 จากนั้นได้หาค่าสถิติโดยใช้สูตร t-test (Independent Sample) ที่ $df=9$ ได้ค่าเท่ากับ 2.88 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่า t จากตารางที่ได้ค่าเท่ากับ 1.833 พบว่าค่า t จากการคำนวณมีค่ามากกว่าค่า t จากตาราง จึงสรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง รูปแบบใหม่กับรูปแบบเดิม มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และพบว่า คะแนนทดสอบรูปแบบใหม่มีค่ามากกว่ารูปแบบเดิม จึงสามารถสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการใช้งานเครื่องผลิตดิน รูปแบบใหม่สูงกว่ารูปแบบเดิม

ตารางที่ ค.9 แสดงค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความพึงพอใจของเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ในพื้นที่เกษตรกรรม ต่อเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ (n=10)

รายการประเมินความคิดเห็นกลุ่มเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ ในพื้นที่ทดลองเป้าหมาย	ระดับของการประเมินค่าโดยเกษตรกรอินทรีย์ในพื้นที่ทดลอง		
	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. ความเหมาะสมของเครื่องส่วนบดย่อยละเอียดส่วนผสมขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียม	3.80	0.63	เหมาะสมมาก
2. ความเหมาะสมของเครื่องส่วนคลุกเคล้าส่วนผสมขยะเปียกร่วมกับเศษเหลือทิ้งทางเกษตรกรรมที่มีอยู่ในพื้นที่เพื่อเพิ่มคุณค่าในเนื้อดินเทียมที่ใช้งาน	4.30	0.67	เหมาะสมมาก
3. ความเหมาะสมของเครื่อง ในส่วนของกระบวนการอัดเม็ดดินเทียมสามารถอัดเม็ดดินเทียมได้คงตัวและไม่มีการแตกตัวของเนื้อดินที่บดอัดออกมาจากเครื่องที่พัฒนาใหม่	4.80	0.42	เหมาะสมมากที่สุด
4. ความเหมาะสมของเครื่องในส่วนของกรอบหึ่งเม็ดดินเทียมที่สำเร็จออกมาจากเครื่องในส่วนของบดอัด โดยเม็ดดินเทียมมีความแห้งและสามารถนำมาใช้งานได้	4.60	0.51	เหมาะสมมากที่สุด
5. ความเหมาะสมในการขนย้ายหรือการเคลื่อนย้ายเครื่องไปใช้งานในพื้นที่ที่ต้องการ	4.40	0.51	เหมาะสมมาก
รวม	4.43	0.54	เหมาะสมมาก

ผลการประเมิน สามารถสรุปได้ว่า ความคิดเห็นกลุ่มเกษตรกรที่มีการเพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ ในพื้นที่ทดลองเป้าหมายที่มีต่อเครื่องบดย่อยและอัดเม็ดคอบแห้งนั้น พบว่ามีความพึงพอใจในระดับเหมาะสมมาก ($\bar{X}=4.43$, S.D.=0.54)

ซึ่งโดยรวมเกษตรกรได้ทดลองใช้งานและเห็นว่าเครื่องที่พัฒนาใหม่สามารถอัดเม็ดดินเทียมได้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสามารถอัดเม็ดดินเทียมที่ไม่แตกร่วนและสามารถนำเข้าสู่กระบวนการอบแห้งได้อย่างเหมาะสม โดยมีค่าความเหมาะสมของเครื่องในส่วนของกรอบหึ่งเม็ดดินเทียมที่สำเร็จออกมาจากเครื่องในส่วนของบดอัด โดยเม็ดดินเทียมมีความแห้งและสามารถนำมาใช้งานได้ในการเพาะปลูกพืชแบบอินทรีย์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างหลากหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับเกษตรกรที่มีความต้องการนำไปประยุกต์ใช้งานกับเศษเหลือทิ้งในพื้นที่เกษตรกรรมอื่นๆ ที่ตนเองมีอยู่

เอกสารในพื้นที่เกษตรกรรมของตนเองได้อย่างเหมาะสมและเล็งเห็นผลประโยชน์มากยิ่งขึ้นในอนาคต การค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาเครื่องแปรรูปภาพขยะเปียก เพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
 ตารางสรุปความต้องการของลูกค้า และข้อกำหนดทางเทคนิค

ความต้องการของลูกค้า	ข้อกำหนดทางเทคนิค					
	ความซับซ้อนในการควบคุม	รูปร่างและรูปทรง	อันตรายจากวัตถุ	ความเสถียรกลภายในการใช้งาน	ปัจจัยอันตรายที่มาจากภายนอก	ความแข็งแรง
1. ระบบกลไก	<input checked="" type="radio"/>			<input checked="" type="radio"/>		
2. ความแข็งแรงทนทาน	<input checked="" type="radio"/>			<input type="radio"/>		<input type="radio"/>
3. ประโยชน์ใช้สอย		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>		<input type="radio"/>
4. ความเสถียรกลภายในการใช้งาน				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
5. ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว				<input type="radio"/>		
6. ราคา		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			
7. ความปลอดภัย	<input type="radio"/>		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
8. วัสดุและกรรมวิธีการผลิต			<input checked="" type="radio"/>		<input checked="" type="radio"/>	
9. การซ่อมแซมบำรุงรักษา						<input type="radio"/>

ตารางเมทริกซ์ความขัดแย้งทางเทคนิค

ความเสถียรกลภายในการใช้งาน	(ความ ขัดแย้งเชิง เทคนิค)	ความซับซ้อนของ การควบคุม		หลักการต่าง ๆ จาก เครื่องมือของ TRIZ ที่ น่าจะนำมาใช้แก้ปัญหา			
แรง (10)		35	➔	28	13	35	-
เสถียรภาพของวัตถุ (13)		35	➔	32	35	30	-
กำลัง (21)		35	➔	35	34	2	10
ความแม่นยำของการผลิต (29)		35	➔	1	32	35	23

จากตารางการวิเคราะห์พบว่า หลักการที่มีความสัมพันธ์กับความเสถียรกลภายในการใช้งาน ประกอบด้วย แรง เสถียรภาพของวัตถุ กำลัง และความแม่นยำของการผลิต ซึ่งหลักการในเชิงประดิษฐ์คิดค้นได้จากทฤษฎี (TRIZ) คือหลักการ เปลี่ยนลักษณะสมบัติ (Transformation of the properties)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาชั้นวางของเพื่อจำหน่ายดินเทียมจากขยะเปียก
ตารางสรุปความต้องการของลูกค้า และข้อกำหนดทางเทคนิค

ความต้องการของลูกค้า	ข้อกำหนดทางเทคนิค					
	อันตรายจากวัตถุ	ความน่าเชื่อถือ	ความสามารถในการผลิต	ซ่อมแซมได้ง่าย	ปัจจัยอันตรายที่มาจากภายนอก	ความแข็งแรง
1. ประโยชน์ใช้สอย		<input type="radio"/>			<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
2. ความแข็งแรงทนทาน	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
3. ระบบกลไก	<input checked="" type="radio"/>			<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. ความสะดวกสบายในการใช้	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>
5. ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว						
6. ราคา	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>	
7. ความปลอดภัย		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>			
8. วัสดุและกรรมวิธีการผลิต			<input type="radio"/>			

ตารางแมทริกซ์ความขัดแย้งทางเทคนิค

ปัจจัยอันตรายจากวัตถุ	(ความ ขัดแย้งเชิง เทคนิค)	ความแข็งแรง		หลักการต่าง ๆ จากเครื่องมือของ TRIZ ที่น่าจะนำมาใช้แก้ปัญหา			
		2	➔	2	22	13	24
น้ำหนักของวัตถุ (2)		2	➔	2	22	13	24
พื้นที่ของวัตถุที่อยู่ร่วมกับที่ (6)		2	➔	27	2	39	35
ความสะดวกในการใช้ (33)		2	➔	2	25	28	39
ความสามารถในการผลิต (32)		2	➔	24	35	2	-

จากตารางการวิเคราะห์พบว่า หลักการที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยอันตรายจากวัตถุที่ทำจากภายนอก ประกอบด้วย น้ำหนัก พื้นที่ของวัตถุที่อยู่ร่วมกับที่ ความสะดวกในการใช้ และความสามารถในการผลิต ซึ่งหลักการในเชิงประดิษฐ์คิดค้นได้จากทฤษฎี(TRIZ) คือหลักการ สกัดออก (Extraction)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ดินเหนียวจากขยะเปียก สำหรับเกษตรกรอินทรีย์
 ตารางสรุปความต้องการของลูกค้า และข้อกำหนดทางเทคนิค

ความต้องการของลูกค้า	ข้อกำหนดทางเทคนิค					
	ความน่าเชื่อถือ	อันตรายจากวัตถุ	ความซับซ้อนในการควบคุม	ซ่อมแซมได้ง่าย	ปัจจัยอันตรายที่มาจากภายนอก	ความแข็งแรง
1. ความแข็งแรงทนทาน				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
2. ความสะดวกสบายในการใช้	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input checked="" type="radio"/>
3. ระบบกลไก		<input checked="" type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4. ประโยชน์ใช้สอย	<input type="radio"/>				<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
5. ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว						
6. ราคา	<input type="radio"/>					
7. วัสดุและกรรมวิธีการผลิต			<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	
8. ความปลอดภัย			<input type="radio"/>			

ตารางแมทริกซ์ความขัดแย้งทางเทคนิค

ความน่าเชื่อถือ	(ความขัดแย้งเชิงเทคนิค)	ความสามารถในการผลิต		หลักการต่าง ๆ จากเครื่องมือของ TRIZ ที่น่าจะนำมาใช้แก้ปัญหา			
		3	➔	3	8	10	40
น้ำหนักของวัตถุ(1)	ขัดแย้งเชิงเทคนิค	3	➔	3	8	10	40
รูปร่าง (12)			➔	35	1	16	11
ความทนทานของวัตถุเคลื่อนที่ (15)		3	➔	2	35	3	25
จำนวนของสาร (26)		3	➔	21	28	40	3

จากตารางการวิเคราะห์พบว่า หลักการที่มีความสัมพันธ์กับความน่าเชื่อถือ ประกอบด้วย น้ำหนัก พื้นที่ของวัตถุ รูปร่าง ความทนทานของวัตถุเคลื่อนที่ และจำนวนของสาร ซึ่งหลักการในเชิงเอกสารประดิษฐ์คิดค้นได้จากทฤษฎี(TRIZ) คือหลักการ คุณสมบัติเฉพาะที่ (Local quality) โยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาเครื่องอบแห้งดินเหนียวจากขยะเปียก

ตารางสรุปความต้องการของลูกค้า และข้อกำหนดทางเทคนิค

ความต้องการของลูกค้า	ข้อกำหนดทางเทคนิค					
	ความน่าเชื่อถือ	อันตรายจากวัตถุ	ความซับซ้อนในการควบคุม	รูปร่างและรูปทรง	ปัจจัยอันตรายที่มาจากภายนอก	*
1. ประโยชน์ใช้สอย				<input type="radio"/>		<input checked="" type="radio"/>
2. ความสะดวกสบายในการใช้	<input checked="" type="radio"/>		<input checked="" type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
3. ระบบกลไก	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input checked="" type="radio"/>	
4. ความแข็งแรงทนทาน	<input type="radio"/>					<input type="radio"/>
5. ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว					<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. ราคา		<input type="radio"/>		<input checked="" type="radio"/>		
7. ความปลอดภัย		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. วัสดุและกรรมวิธีการผลิต	<input checked="" type="radio"/>		<input checked="" type="radio"/>			<input checked="" type="radio"/>
9. การซ่อมแซมบำรุงรักษา			<input type="radio"/>			

ตารางแมทริกซ์ความขัดแย้งทางเทคนิค

ความสะดวกในการใช้	(ความขัดแย้งเชิงเทคนิค)	ความซับซ้อนของการควบคุม		หลักการต่าง ๆ จากเครื่องมือของ TRIZ ที่น่าจะนำมาใช้แก้ปัญหา			
			➔				
น้ำหนักของวัตถุ (1)			➔	25	2	13	15
ความสามารถในการผลิต (32)		12	➔	2	5	12	
ความสามารถที่จะซ่อมแซมได้(35)		12	➔	12	25	1	32
ความซับซ้อนของอุปกรณ์ (36)		12	➔	32	26	12	17

จากตารางการวิเคราะห์พบว่า หลักการที่มีความสัมพันธ์กับความสะดวกในการใช้งาน ประกอบด้วย น้ำหนักของวัตถุ ความสามารถในการผลิต ความสามารถที่จะซ่อมแซมได้ และความซับซ้อนของอุปกรณ์ ซึ่งหลักการในเชิงประดิษฐ์คิดค้นได้จากทฤษฎี(TRIZ) คือหลักการ ศักยภาพเท่ากัน (equipotentiality)

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

1. หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อ-สกุล	รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิมวงศา
วัน เดือน ปีเกิด	24 มกราคม 2522
ตำแหน่งปัจจุบัน	รองศาสตราจารย์ (พนักงานมหาวิทยาลัย)
สถานที่ติดต่อ (ที่ทำงาน)	ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เลขที่ 1 ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กทม. 10520
ประวัติการศึกษา	2552 สำเร็จการศึกษา ปรัชญาดุสิตบัณฑิต (ป.ร.ด.) สาขาการออกแบบ ผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ประเทศไทย
	2547 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (ค.อ.ม.) สาขาวิชา เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า คุณทหารลาดกระบัง ประเทศไทย
	2544 สำเร็จการศึกษา ศิลปะบัณฑิต (ศ.บ.) สาขาออกแบบตกแต่งภายใน (เกียรตินิยม) มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ประเทศไทย

ผลงานวิจัยและผลงานอื่นๆ

ก. ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติและนานาชาติ

ชื่อแผนงานวิจัยและ/หรือโครงการวิจัย	ปีที่พิมพ์	การเผยแพร่	แหล่งทุน
การศึกษาและพัฒนาระบบการผลิตวัสดุทดแทนไม้จากเศษเหลือทิ้งในพื้นที่เกษตรกรรมเพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ร่วมสมัย	2553	วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 29,2 (เม.ย.-มิ.ย.2553) หน้า 36-53	คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
โครงการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปทางการเกษตรให้กับผลิตภัณฑ์ชุมชนในจังหวัดนครนายก สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครนายก	2553	รายงานการวิจัย	ศูนย์ส่งเสริม อุตสาหกรรมภาคที่ 9 กรมส่งเสริม อุตสาหกรรม
โครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์และต้นแบบบรรจุภัณฑ์ประเภทผลิตภัณฑ์จากไม้ ผลิตภัณฑ์ของประดับของตกแต่งบ้าน ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคที่ 9 กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม	2553	รายงานการวิจัย	ศูนย์ส่งเสริม อุตสาหกรรมภาคที่ 9 กรมส่งเสริม อุตสาหกรรม
การศึกษาและพัฒนาระบบการผลิตวัสดุไม้เทียมแบบขึ้นรูปอิสระจากหญ้าแฝกร่วมกับขยะพลาสติก เพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้าน	2554	วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 14,2 (พ.ค.-ก.ย.2557) หน้า 71-80	รายงานการวิจัย บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อแผนงานวิจัยและ/หรือโครงการวิจัย	ปีที่พิมพ์	การเผยแพร่	แหล่งทุน
การพัฒนากระบวนการผลิตวัสดุไม้เทียมแบบขึ้นรูปอิสระจากหญ้าแฝกร่วมกับขยะพลาสติก เพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้าน	2555	(การประชุมวิชาการทางการศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ 2 พ.ศ. 2555 คณะครุศาสตร์ อดสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)	คณะครุศาสตร์ อดสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การศึกษาและพัฒนายานยนต์ต่อเนกประสงค์ สนับสนุนภารกิจดับ ไฟป่าขนาดเล็ก สำหรับส่วนควบคุมไฟฟ้า สำนักป้องกันปราบปรามและควบคุมไฟฟ้า	2556	วารสารครุศาสตร์อดสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 13,1 (ม.ค.-เม.ย.2557) หน้า54-63	วช. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปี 2556
การศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัชพืชในนาข้าวพื้นที่ภาคกลาง เพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์	2556	(วารสารศิลปกรรมวิชาการวิจัยและงานสร้างสรรค์. คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี .42-67)	คณะครุศาสตร์ อดสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การศึกษาและปรับปรุงจักรยานยนต์ เพื่อรองรับภารกิจป่าเปียก สำหรับสำนักจัดการทรัพยากรป่าไม้ กรมป่าไม้	2556	รายงานการวิจัย	คณะครุศาสตร์ อดสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การสร้างโมเดลสำหรับการคิดอย่างสร้างสรรค์ในงานออกแบบผลิตภัณฑ์	2558	(เผยแพร่ “บทความวิชาการ” วารสารวิชาการศิลปกรรมสาร คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปีที่ 9 ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2557 หน้า 45-63)	คณะครุศาสตร์ อดสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การศึกษาและออกแบบเครื่องเล่นสนาม เพื่อส่งเสริมพัฒนาการด้านกล้ามเนื้อสำหรับเด็กปฐมวัย	2558	(การประชุมวิชาการระดับชาติ “มสธ.วิจัย ประจำปี 2558 : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช)	คณะครุศาสตร์ อดสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
A Study and Development the Electric Bicycles for Traveling inside University	2558	(International Research Conference 2015 “NIRC 2015”. Buriram Rajabhat University. 23rd January 2015)	คณะครุศาสตร์ อดสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การศึกษาและออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็ก แบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ ศูนย์สาธิตและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า	2558	วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีที่ 34 ฉบับที่ 5 (ก.ย.-ต.ค.)	คณะครุศาสตร์ อดสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อแผนงานวิจัยและ/หรือโครงการวิจัย	ปีที่พิมพ์	การเผยแพร่	แหล่งทุน
การศึกษาและพัฒนากระบวนการผลิตวัสดุทดแทนไม้จากเศษเหลือทิ้งในไร้อ้อย เพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้าน สำหรับเกษตรกรไร้อ้อย	2558	รายงานการวิจัย	คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การศึกษาและออกแบบป้ายประชาสัมพันธ์ป้องกันโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ และการคุมกำเนิด กรณีศึกษากลุ่มแรงงานต่างด้าว	2559	รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 4 มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึงวิจัย	คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การพัฒนาหนังสือส่งเสริมการเรียนรู้ทางการออกแบบเรื่อง คิดเชิงวิเคราะห์เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์	2559	วารสารวิชาการศิลปกรรมสารคณะศิลปกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปีที่ 11 ฉบับที่ 2	คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การคิดอนาคตเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์	2559	วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี (Journal of Kanchanaburi Rajabhat University). ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 มก. - มีย หน้าที่ 102-112	คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การศึกษาและออกแบบสื่อประชาสัมพันธ์การเลี้ยงลูกด้วยนมแม่	2559	รายงานสืบเนื่อง การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์พระนครศรีอยุธยา หันตรา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา (The 1st RUSNC) ครั้งที่ 1 : หน้าที่ 1007-1017	คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การศึกษาและพัฒนากระบวนการผลิตวัสดุทดแทนไม้จากเศษเหลือทิ้งในไร้อ้อยเพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์	2559	รายงานสืบเนื่อง การประชุมวิชาการระดับชาติ (ครั้งที่ 1) หัวข้อเรื่อง "การพัฒนางานวิจัยเพื่อรับใช้สังคม : Research Development to Social Engagement." วันที่ 27 พฤษภาคม 2559	คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การออกแบบเครื่องเรือนหัตถกรรมแบบมีส่วนร่วมกับชุมชนกลุ่มเชื้อกกล้วยพัน จังหวัดกำแพงเพชร	2559	รายงานสืบเนื่อง การประชุมวิชาการระดับชาติ (ครั้งที่ 1) หัวข้อเรื่อง "การพัฒนางานวิจัยเพื่อรับใช้สังคม : Research Development to Social Engagement." วันที่ 27 พฤษภาคม 2559	คณะเทคโนโลยี อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏ กำแพงเพชร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อแผนงานวิจัยและ/หรือโครงการวิจัย	ปีที่พิมพ์	การเผยแพร่	แหล่งทุน
การออกแบบเฟอร์นิเจอร์ชั้นวางของภายในสำนักงานจากเศษไม้เหลือใช้ ด้วยเทคนิคการเคลือบเรซิน	2559	รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการระดับชาติ ราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ครั้งที่ 4 วันที่ 1 มีนาคม (มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี)2559 : หน้า 386-396	คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
การศึกษาและพัฒนาเฟอร์นิเจอร์ไม้ไผ่จากภูมิปัญญาด้านการจักสาน อำเภอดง จังหวัดบุรีรัมย์	2559	วารสารศิลปกรรมศาสตร์ วิชาการ วิจัยและงานสร้างสรรค์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. หน้า 149-171 ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 มค.-มิย.	คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์การเรียนรู้ภาษา มือเบื้องต้น สำหรับเด็กปฐมวัยที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน	2560	การประชุมวิชาการระดับชาติ "พะเยาวิจัย ครั้งที่ 6" วันที่ 26-27 มกราคม 2560 มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ ศธ 0590.07/ว0940	คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (โครงการวิจัยย่อย)
Study and Development of Process Material Fiber Board from Sugar Cane Leaf in Applied Product Design for Sugar Cane from Agriculturist Thai	2560	2016 The 5th International Conference on Mechanical Engineering, Materials and Energy (5th ICMEME2016)	คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (โครงการวิจัยย่อย)
ศึกษาและออกแบบของเล่นเด็กเสริมพัฒนาการ พื้นฐานภาษาจีน	2560	วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ปีที่ 8 ฉบับที่ 1	คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (โครงการวิจัยย่อย)
การศึกษาและพัฒนากระบวนการให้ยาเพื่อป้องกันการชักในภาวะครรภ์เป็นพิษ	2560	วารสารพยาบาลศาสตร์และสุขภาพ คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น	โรงพยาบาลลาดกระบัง หน่วยงานห้องคลอด
บูรณาการทักษะการเรียนรู้ (PBL) ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์	2560	การประชุมวิชาการระดับชาติ โสมภูมิ ครั้งที่ 3 ภูมิปัญญาสู่อนาคต: Wisdom for the Future คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (ตอบรับการตีพิมพ์)	วช. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปี 2559
การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรรูปสภาวะขยะเปียก เพื่อการผลิตดินเทียม สำหรับเกษตรกรอินทรีย์	2560	วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา (ตอบรับการตีพิมพ์)	วช. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปี 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่ให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ผลงานอื่นๆ เช่น ตำรา บทความ สิทธิบัตร ฯลฯ

2555 หนังสือ “วาดเส้นเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์”

2557 หนังสือ “หลักการคิดวิเคราะห์เพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ 1”

หนังสือ “หลักการคิดวิเคราะห์เพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ 2”

2558 หนังสือ “การคิดเชิงอนาคตเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม”

ค. งานวิจัยที่กำลังทำ

ชื่อแผนงานวิจัยและ/หรือโครงการวิจัย	แหล่งทุน	สถานภาพในการทำวิจัย
การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรรูปหอยเชอรี่เพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรกรอินทรีย์	วช. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติปี 2558	ดำเนินการ 100% ดำเนินการปิด โครงการวิจัยในระบบ NRMS
การออกแบบและพัฒนาเฟอร์นิเจอร์จากไม้สักขนาดเล็กที่มีอายุระหว่าง 7-14 ปี ในประเทศไทย เพื่อการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน	วช. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติปี 2560	ดำเนินการ 40%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย)
(ภาษาอังกฤษ) ดร. สมชาย เซะวิเศษ
Dr. Somchai Setvisat
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3-1009-01348-73-6
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
4. หน่วยงานสถานที่อยู่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์ โทรสาร และE-mail
ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์มือถือ 095-9562838
E-mail kssomcha@yahoo.com
5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชา/วิชาเอก	ชื่อสถาบันการศึกษาและประเทศ
2540	ปริญญาตรี	วท.บ. (เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์)	สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ ประเทศไทย
2545	ปริญญาโท	(ค.อ.ม.) ครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาบัณฑิต	สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประเทศไทย
2557	ปริญญาเอก	Ph.D. (Doctor of Philosophy in Architectural Design and Theory)	Architectural Design and Theory	Architectural Design and Theory China

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญ (แตกต่างจากวุฒิมหาบัณฑิต) ระบุสาขาวิชา

- สาขาวิชาการออกแบบยานยนต์และเทคโนโลยีกลไก
- สาขาวิชาการออกแบบทางเทคโนโลยีสารสนเทศและนิเทศศาสตร์
- กลุ่มวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

7. งานวิจัยที่สำเร็จแล้ว

ชื่อแผนงานวิจัยและ/หรือโครงการวิจัย	ปีที่พิมพ์	การเผยแพร่	สถานภาพในการทำวิจัย	แหล่งทุน
The Role of Chinese Art in Influencing Thai Traditional Cupboard Furniture	2556	Applied Mechanics and Materials, Volumes 556-562, p.6631-6637	หัวหน้าโครงการวิจัย	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อแผนงานวิจัยและ/หรือ โครงการวิจัย	ปีที่พิมพ์	การเผยแพร่	สถานภาพใน การทำวิจัย	แหล่งทุน
Instructional Design Integrated with Quality Function Deployment(QFD) and TRIZ40	2557	Accepted and will be published in Applied Mechanics and Materials. EI Index, ISI and Scopus	ผู้ร่วม โครงการวิจัย	คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
The Identity and Design of Thai Traditional Paintings	2557	Accepted and will be published in Applied Mechanics and Materials. EI Index, ISI and Scopus	ผู้ร่วม โครงการวิจัย	คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
Study and Development of Process Material Fiber Board from Sugar Cane Leaf in Applied Product Design for Sugar Cane from Agriculturist Thai	2560	2016 The 5th International Conference on Mechanical Engineering, Materials and Energy (5th ICMEME2016)	ผู้ร่วม โครงการวิจัย	Study and Development of Process Material Fiber Board from Sugar Cane Leaf in Applied Product Design for Sugar Cane from Agriculturist Thai

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้