รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียก เพื่อการผลิตดินเทียม สำหรับเกษตรอินทรีย์

Study and Development on Wet Waste Separation to Produce Artificial Soil for Organic Farming

รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา

อาจารย์ ดร.สมชาย เซะวิเศษ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุเมธ ตรีศักดิ์ศรี

b00265943

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2559

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียม สำหรับเกษตรอินทรีย์

ชื่อโครงการ (ภาษาอังกฤษ) Study and Development on Wet Waste Separation to Produce Artificial Soil for Organic Farming

แหล่งเงิน งบประมาณแผ่นดิน สัญญาเลขที่ A118-59-027
ประจำปีงบประมาณ 2559 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 677,600 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี 6 เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2558 ถึงวันที่ 30 มีนาคม 2560

หัวหน้าโครงการวิจัย รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา
สังกัด คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผู้ร่วมโครงการวิจัย อาจารย์ ดร.สมชาย เชะวิเศษ
สังกัด คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผู้ร่วมโครงการวิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุเมธ ตรีศักดิ์ศรี
สังกัด คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1)เพื่อศึกษากระบวนการขั้นตอนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียม 2)เพื่อออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียม 3)เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียก 4)เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียก 5)เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียม

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชอินทรีย์ในพื้นที่ อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา (ใช้การสุ่มแบบเจาะจงตามคุณสมบัติประสบการณ์เพาะปลูกพืชเกษตรอินทรีย์) จำนวน 3 ท่าน และเครื่องมือการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ในรูปแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ใช้การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย พบว่า กระบวนการพัฒนาโดยใช้การจำแนกวิเคราะห์การแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวปฏิบัติ (Quality Function Development) QFD and TRIZ40 พบว่า 1)ปัจจัยที่ต้องปรับปรุง พบว่าการซ่อมแซมบำรุงรักษา รองลงมาคือด้านความปลอดภัย , วัสดุกรรมวิธีการผลิตและความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว 2)จุดขาย พบว่าจุดที่ควรคำนึง คือ ประโยชน์ใช้สอย , ความสะดวกสบายในการใช้งาน จะช่วยเพิ่มความน่าสนใจและมั่นใจให้กับผู้บริโภคในการใช้งาน3) ความต้องการของลูกค้า คือ ด้านประโยชน์ใช้สอย และความแข็งแรงทนทาน ซึ่งเมื่อผ่านกระบวนการทดสอบผลระดับความพึงพอใจของกลุ่มเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชอินทรีย์ มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.83 , S.D. = 0.34) กระบวนการทดสอบคุณสมบัติของดิน พบว่า ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด (Total Organic carbon: TOC) ปริมาณไนโตรเจน (Nitrogen, N) ปริมาณฟอสฟอรัส (Phosphorus, P) และปริมาณโพแทสเซียม (Potassium, K) มีค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อยละ 9.2, 0.7, 0.6 และ 0.85 ของน้ำหนักตามลำดับและมีปริมาณโซเดียม (Sodium) ที่ค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.15 ของน้ำหนัก

คำสำคัญ : พัฒนา แปรสภาพ ขยะเปียก ออกแบบ

ABSTRACT

This research has the objectives as this following: 1) To study steps of wet waste separation to produce artificial soil 2) To design the wet waste separation for producing artificial soil 3) To take assessment of effectiveness for wet waste separation 4) To check the properties of artificial soil produced from wet waste separation 5) To take satisfaction assessment for wet waste separation to produce artificial soil

The populations and the group sampling are three agriculturists to cultivate organic plants in District of Sekew in Nakornrachasrima province. Moreover, it uses the purposive random with experiential properties of organic plants.Similarly, the tool used in this research is satisfaction assessment of wet waste separation by using 5 rating scales. As the result, it has analyzed information by using percentages, Means and Standard Aviation.

According to the development procedure to classify the analyzing for quality function development or QFD and TRIZ40, it was found as this following: 1. It relates to the improving factors ; namely fixing and maintaining following by safety , producing method for materials and uniqueness 2. It involves with sale point ; namely, apply advantages and convenience to increase the interest and the confidence for the customers to apply 3. The requirements to customers ; namely, apply advantage and strength when passing the testing procedures with satisfaction level of agriculturists group to cultivate organic plants with excellent satisfaction as $\bar{X}$ = 3.83 , S.D. = 0.34.

On the other hand, it was found that the Total Organic carbon : TOC , Nitrogen, N , Phosphorus , P and Potassium , K had the Means of weights with 9.2 , 0.7 , 0.6 and 0.85 percentages, respectively as well as the Means of weights for Sodium quantities with 0.15 percentages.

Keywords : , Development, Wet Waste Separation, Produce Artificial Soil, Design

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยโครงการ “การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียม สำหรับเกษตรอินทรีย์” ในครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนแหล่งเงินจากงบประมาณแผ่นดิน ตามสัญญาเลขที่ A118-59-027 โดยขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

สำหรับการวิจัยการศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียม สำหรับเกษตรอินทรีย์ นั้นมีเป้าหมายที่เน้นการศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากขยะเปียกอย่างเหมาะสม โดยเน้นการนำขยะเปียกมาผ่านกระบวนการแปรสภาพด้วยเครื่องจักรที่พัฒนาใหม่ให้สามารถแปรสภาพขยะเปียกที่ได้ให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานเป็นดินเทียมได้อย่างเหมาะสม ซึ่งการวิจัยฉบับนี้ยังเน้นการนำเสนอองค์ความรู้ทางด้านการแปรสภาพขยะเปียกให้สามารถบูรณาการสู่ด้านการสร้างสรรค์ ด้านการอนุรักษ์ ด้านการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ ด้านการส่งเสริมการเรียนรู้อย่างยั่งยืนสำหรับเด็กเยาวชน ตลอดจนถ่ายทอดเพื่อให้เยาวชนสามารถเรียนรู้และเข้าใจการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่อยู่โดยรอบตนเองได้อย่างเหมาะสม

ขอขอบพระคุณกลุ่มคณะครูและผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา ที่อนุเคราะห์สถานที่ในการเรียนรู้และทดลองเครื่องแปรสภาพขยะเปียกรวมถึงขั้นตอนการส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และขอขอบพระคุณกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทางด้านต่างๆที่เกี่ยวข้อง ในการอนุเคราะห์มุมมองและแนวความคิดในการศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียม สำหรับเกษตรอินทรีย์ ในครั้งนี้ให้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณคณะผู้ช่วยวิจัยที่ช่วยกันรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำเข้าสู่กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จนกระทั่งสามารถที่จะดำเนินทดลองใช้งานและนำผลที่ได้ไปสู่การประยุกต์ใช้งานได้อย่างเหมาะสมในอนาคต

รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา
หัวหน้าโครงการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้าที่

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) I
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VI
สารบัญภาพ VIII
บทที่ 1 บทนำ
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 4
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย 5
1.4 สมมุติฐาน คำถาม และกรอบแนวความคิดในการวิจัย 10
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 12
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2.1 ความทั่วไปเกี่ยวกับขยะ 20
2.2 ขยะอินทรีย์ 22
2.3 การหมัก 30
2.4 บ้านพักอาศัย 39
2.5 เกษตรอินทรีย์ 44
2.6 ธรรมชาติของดิน 52
2.7 การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 53
2.8 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 55
2.9 ไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์ 75
2.10 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 92
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย
3.1 วิธีดำเนินรายวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 1 95
3.2 วิธีดำเนินรายวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 2 97
3.3 วิธีดำเนินรายวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 3 99
3.4 วิธีดำเนินรายวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 4 102
3.5 วิธีดำเนินรายวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 5 103
บทที่ 4 การวิเคราะห์
4.1 ผลการวิเคราะห์รายวัตถุประสงค์ที่ 1 106
4.2 ผลการวิเคราะห์รายวัตถุประสงค์ที่ 2 112
4.3 ผลการวิเคราะห์รายวัตถุประสงค์ที่ 3 134
4.4 ผลการวิเคราะห์รายวัตถุประสงค์ที่ 4 135

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้าที่

4.5 ผลการวิเคราะห์รายวัตถุประสงค์ที่ 5 141
4.6 กระบวนการวิจัยย่อยประเด็นการออกแบบบรรจุภัณฑ์และชั้นวางบรรจุภัณฑ์ดินเทียม 149
4.7 กระบวนการวิจัยย่อยประเด็นการศึกษาด้วยการบูรณาการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 ในกลุ่มนักเรียนที่ทดลองใช้งานต้นแบบเครื่องแปรสภาพดินเทียมจากขยะเปียก 164
4.8 กระบวนการเผยแพร่องค์ความรู้สู่สาธารณะชน 182
4.9 การนำเสนอผลงานวิจัยต่อหน้าพระพักตร์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาสยามบรมราชกุมารี เนื่องในงานเปิดอาคารใหม่ คณะวิทยาศาสตร์ สจล 190
4.10 การศึกษาผลการใช้ผลประโยชน์จากดินเทียมที่ผลิตจากขยะเปียก 198

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย 212
5.2 อภิปรายผลการวิจัย 218
5.3 ข้อเสนอแนะการวิจัย 222

บรรณานุกรม 224

ภาคผนวก 227

ภาคผนวก ก 228
ภาคผนวก ข 272
ภาคผนวก ค 281
ภาคผนวก ง 294

ประวัติผู้วิจัย 359

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้าที่
2.1	แสดงลักษณะทางกายภาพของกระบวนการหมัก	31
2.2	แสดงธาตุอาหารที่อยู่ในน้ำหมักชีวภาพ	31
2.3	แสดงลักษณะชนิดของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากวัสดุที่ใช้หมักต่างๆ	32
2.4	แสดงองค์ประกอบที่เหมาะสมในการหมักแบบออกซิเจน	33
2.5	กลุ่มจุลินทรีย์และหน้าที่ในกระบวนการหมัก	35
2.6	การเปรียบเทียบการหมักระหว่างการใช้อากาศและแบบไม่ใช้อากาศ	36
2.7	แสดงประเภทที่พักอาศัยของครัวเรือนส่วนบุคคลจำแนกตามประเภทของที่อยู่อาศัย	39
2.8	แสดงกิจกรรมในพื้นที่ห้องครัว	43
2.9	แสดงค่าเฉลี่ยสัดส่วนของมือเพศหญิงและชายทั่วประเทศไทยอายุ 40-49 ปี	61
2.10	แสดงการเคลื่อนไหวในลักษณะต่างๆของร่างกาย	63
2.11	แสดงค่าตัวเลขน้ำหนักที่เหมาะสมในการยกน้ำหนักของเพศหญิงและเพศชาย	64
4.1	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผู้เชี่ยวชาญในการประเมินผลการคิดเชิงมโนทัศน์	116
4.2	ผลการประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์	117
4.3	แสดงระดับความพึงพอใจของกลุ่มเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชอินทรีย์	118
4.4	ประเมินค่าความเหมาะสมปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบเครื่องบดอัดดินเทียมขยะเปียก	120
4.5	หลักการจำแนกการวิเคราะห์การแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพ QFD	122
4.6	สรุปและบรรยายค่าที่ได้รับจากการแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพ QFD	125
4.7	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผู้เชี่ยวชาญในการประเมินผลการคิดเชิงมโนทัศน์	127
4.8	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านโครงสร้างการออกแบบเครื่องบดย่อยและส่วนอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก (N=3)	131
4.9	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านเกษตรอินทรีย์ (n=10)	132
4.10	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความคิดเห็นของเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชในรูปแบบเกษตรอินทรีย์ (n=10)	133
4.11	รายการประเมินเปรียบเทียบการใช้งานของผลิตภัณฑ์บดย่อย/อัดเม็ด/อบแห้งของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาใหม่และผลิตภัณฑ์เดิม โดยผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มเกษตรกรด้านเกษตรอินทรีย์ (n=6)	134
4.12	การทดสอบอัตราส่วนผสมเนื้อดินเทียมจากขยะเปียกที่ส่งผลต่ออัตราการงอกของเมล็ดพืช	137
4.13	ผลแสดงความคิดเห็นศักยภาพชุมชนโดยการประยุกต์กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วม (PAR) ในพื้นที่ชุมชนเป้าหมาย ด้วยการพิจารณาข้อมูลเชิงคุณภาพตามแนวคิดแบบ Multiple Investigator Triangulation	144
4.14	วิธีการแก้ไขปัญหาด้วยการวิจัยร่วมกับชุมชนโดยเน้นการมีส่วนร่วมของชุมชนเอง	148
4.15	การแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ QFD	156

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้าที่
4.16	การประยุกต์ใช้หลักการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงการออกแบบในการวิเคราะห์และคัดเลือกรูปแบบผลิตภัณฑ์	158
4.17	การประเมินค่าความสัมพันธ์ทางด้านหลักการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ (n=7)	160
4.18	การวิเคราะห์ค่าระดับความพึงพอใจผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อบรรจุภัณฑ์และชั้นวางผลิตภัณฑ์	162
4.19	ขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้	166
4.20	แสดงการวางแผนและรวบรวมประเด็นที่ต้องการศึกษาเพื่อพัฒนาหนังสือส่งเสริมทักษะ	167
4.21	กระบวนการวิจัยเบื้องต้น	169
4.22	การสังเกตและประเมินผลการพัฒนาหนังสือเสริมทักษะและโครงงานที่ต้องการสร้างการบูรณาการทักษะการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจและเศรษฐกิจสร้างสรรค์	170
4.23	บริบทการบูรณาการร่วมศาสตร์สำหรับการเรียนรู้ของนักเรียน	171
4.24	แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อหาประสิทธิภาพของหนังสือเสริมทักษะและโครงงานขั้นทดลองเชิงปฏิบัติการ	177
4.25	แสดงผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน	178
4.26	แสดงผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังฝึกด้วยหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน	178
4.27	แสดงผลการวิเคราะห์การประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจต่อรูปแบบหนังสือ	179
4.28	แสดงผลการวิเคราะห์การประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจรูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจและเศรษฐกิจสร้างสรรค์	179
4.29	แสดงผลการวิเคราะห์การประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจรูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจและเศรษฐกิจสร้างสรรค์ ด้านคณิตศาสตร์ ด้านการเพิ่มมูลค่าและด้านเศรษฐศาสตร์	180
4.30	สูตรดินเทียมที่ได้จากการสอบถามความคิดเห็นกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและกลุ่มเกษตรอินทรีย์	183
4.31	รูปแบบผลงานการจัดแสดงงานวิจัยเครื่องแปรสภาพขยะเปียก	195
4.32	การเปรียบเทียบคุณสมบัติของดินเทียมจากเศษอาหารและดินการค้า	198
4.33	ผลการเจริญเติบโตทางความกว้างของทรงพุ่ม ค่าความยาวทั้งต้นและรากของผักสลัด	199
4.34	ผลของน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง น้ำหนักสดต้น	201
4.35	การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทที่ตกค้างในผักสลัดกรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียม	202
4.36	เปรียบเทียบธาตุอาหารสำหรับพืชในดินชนิดต่างๆ	205
4.37	ระยะเวลาออกดอกเฉลี่ยของดอกดาวเรือง	205
4.38	จำนวนดอกตูมต่อต้นเฉลี่ยของดาวเรือง	206
4.39	ความสูงเฉลี่ยของต้นดาวเรืองในกระบวนการทดลองเพาะปลูก	206
4.40	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกดาวเรือง	207

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้าที่
1.1	ปริมาณขยะที่ทิ้งจากบ้านเรือนและสถานประกอบการจำนวนมากในแต่ละวัน	1
1.2	เหตุการณ์ไฟไหม้บ่อกำจัดขยะในพื้นที่ต่างๆที่ก่อให้เกิดมลภาวะ	2
1.3	การใช้ประโยชน์จากเศษอาหารเหลือทิ้งมาผลิตปุ๋ยน้ำอินทรีย์ EM	4
2.1	แสดงขั้นตอนกระบวนการกำหนดรูปแบบและลักษณะของข้อมูล1	17
2.2	แสดงขั้นตอนกระบวนการกำหนดรูปแบบและลักษณะของข้อมูล2	18
2.3	แสดงขั้นตอนกระบวนการกำหนดรูปแบบและลักษณะของข้อมูล3	18
2.4	แสดงขั้นตอนกระบวนการกำหนดรูปแบบและลักษณะของข้อมูล4	19
2.5	แสดงขั้นตอนกระบวนการกำหนดรูปแบบและลักษณะของข้อมูล	19
2.6	แสดงตัวอย่างถังขยะประเภทต่างๆ	27
2.7	การเก็บและขนขยะมูลฝอยแบบบ้านต่อบ้าน	28
2.8	การเก็บและขนขยะแบบบ้านต่อบ้านของเจ้าหน้าที่เก็บและขนขยะ	28
2.9	การเก็บและขนส่งขยะแบบกำหนดจุด	29
2.10	การเก็บและขนขยะแบบบ้านต่อบ้านของเจ้าหน้าที่เก็บและขนขยะ	29
2.11	ตัวอย่างบ้านเดี่ยวสองชั้นและบ้านเดี่ยวชั้นเดียว	40
2.12	ตัวอย่างที่พักอาศัยประเภททาวน์เฮ้าส์	41
2.13	ตัวอย่างการจัดแบ่งพื้นที่ใช้สอยทาวน์เฮ้าส์ 2 ชั้น	42
2.14	แสดงพื้นที่ใช้สอยส่วนต่างๆภายในบ้านพักอาศัย	42
2.15	แสดงการปลูกผักไร้สารจากสารพิษ	45
2.16	แสดงการปลูกผักไร้สารจากสารพิษ	45
2.17	แสดงการผลิตพืชแบบเกษตรอินทรีย์และการปรับปรุงดิน	47
2.18	แสดงการผลิตพืชเกษตรอินทรีย์	48
2.19	แสดงธาตุอาหารที่มีความจำเป็นสำหรับพืช	51
2.20	แสดงการปรับปรุงดินโดยใช้สารอินทรีย์	53
2.21	การเปรียบเทียบโครงสร้างของดินที่ทำเกษตรอินทรีย์และเกษตรเคมี	53
2.22	แสดงสัดส่วนมือและฝ่ามือ	62
2.23	ตำแหน่งการวัดขนาดสัดส่วนของมือและนิ้วมือในมิติต่างๆ	62
2.24	การยกน้ำหนักของวัตถุลักษณะต่างๆ1	64
2.25	การยกน้ำหนักของวัตถุลักษณะต่างๆ2	64
2.26	แสดงบรรจุภัณฑ์	69
2.27	อุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานของระบบนิวเมติกส์	76
2.28	อุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์	77
2.29	ความต้านทานและแรงเฉื่อย	79
2.30	พลังงานในรูปแบบต่างๆ	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้าที่
2.31	พลังงานจลน์และพลังงานศักย์	80
2.32	การส่งผ่านแรง	81
2.33	ความสัมพันธ์ระหว่างความดันและพื้นที่	81
2.34	การเพิ่มแรง	82
2.35	ปริมาณของของเหลว	82
2.36	ถังสะสมความดัน	83
2.37	การทำงานของปั๊มแบบโพซิทีพ	84
2.38	ปั๊มแบบโรตารีชนิดแบบ" โพซิทีฟ	84
2.39	ความดันและความต้านทาน	85
2.40	ความเร็วและอัตราการไหล	85
2.41	ความต้านทาน	86
2.42	กระบอกสูบแบบทางเดียว	88
2.43	กระบอกสูบแบบสองทาง	89
2.44	การติดตั้งที่จับยึดกระบอกสูบแบบต่างๆ	89
2.45	กระบอกสูบแบบกันกระแทก	90
2.46	การนำมอเตอร์แบบไฮดรอลิกส์ไปใช้ในงานแบบอุตสาหกรรม	91
2.47	แสดงตัวอย่างงานที่นำระบบไฮดรอลิกส์และนิวเมติกส์ไปใช้งาน	92
4.1	ร้านอาหารตามสั่งหรือร้านอาหารข้างทาง ที่มีจำนวนมากขึ้นในแต่ละปี	107
4.2	ลักษณะของถังขนาด 200 ลิตร ที่ทางโรงงานใช้ในการรองรับเศษขยะเปียก	107
4.3	โรงอาหารในพื้นที่โรงงานอุตสาหกรรม ขนาด 200 ที่นั่ง	108
4.4	พื้นที่สำหรับพนังงานเทเศษอาหารลงในถังและจัดเก็บภาชนะภายหลังการรับประทานอาหาร	108
4.5	ลักษณะทางกายภาพของเศษขยะเปียกในพื้นที่การศึกษาและรวบรวมข้อมูล	109
4.6	กระบวนการระดมความคิดเพื่อพิจารณาแนวทางการประยุกต์ใช้ขยะเปียก	110
4.7	กระบวนการระดมความคิดเพื่อพิจารณาแนวทางการประยุกต์ใช้ขยะเปียกแนวคิดที่ 1	110
4.8	กระบวนการระดมความคิดเพื่อพิจารณาแนวทางการประยุกต์ใช้ขยะเปียกแนวคิดที่ 2	111
4.9	กระบวนการระดมความคิดเพื่อพิจารณาแนวทางการประยุกต์ใช้ขยะเปียกแนวคิดที่ 3	112
4.10	รูปแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมเพื่อเกษตรอินทรีย์ แบบที่ 1	114
4.11	รูปแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมเพื่อเกษตรอินทรีย์ แบบที่ 2	114
4.12	รูปแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมเพื่อเกษตรอินทรีย์ แบบที่ 3	115
4.13	แบบเพื่อการผลิตในระบบอุตสาหกรรมเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม	117
4.14	ส่วนประกอบของดินเทียมที่เครื่องอัดดินเทียมจะต้องสามารถบดและอัดได้อย่างเหมาะสม	119
4.15	การทดสอบเบื้องต้นกับเครื่องจักรในการทดลองบดอัดและส่วนผสมประกอบดินเทียม	120
4.16	แผนภูมิแสดงการวิเคราะห์รายด้านที่ส่งผลต่อกระบวนการประยุกต์ในการพัฒนา	121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้าที่
4.17	กระบวนการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ใหม่	126
4.18	ต้นแบบเครื่องบดย่อยและอัดเม็ดดินเทียมเพื่อการอบแห้ง	128
4.19	ขั้นตอนการเตรียมวัสดุประกอบโดยอาศัยวัสดุและอุปกรณ์ที่มีอยู่ในชุมชน	128
4.20	ขั้นตอนการตัดและการดัดขึ้นรูปวัสดุเพื่อเตรียมการประกอบเครื่องต้นแบบ	129
4.21	ขั้นตอนการประกอบส่วนต่างๆเพื่อทดสอบการใช้งานจริงเบื้องต้นก่อนการประกอบเปลือกนอกเพื่อป้องกันอันตรายจากการใช้งานเครื่องบดและอัดเม็ดดินเทียมเพื่อการอบแห้ง	129
4.22	ขั้นตอนการประกอบส่วนโครงสร้างหลักและส่วนโครงสร้างรองที่มีการขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ในส่วนของการเชื่อมต่อโครงสร้างและติดตั้งจุดยึดติดบริเวณด้านข้างของเครื่องจักร	129
4.23	ต้นแบบเครื่องบดย่อยเม็ดดินเทียมและส่วนอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียกที่พร้อมสำหรับการนำไปทดลองใช้งานในพื้นที่เป้าหมายการวิจัย	130
4.24	กระบวนการทดสอบเนื้อดินเทียมที่ได้จากขยะเปียกในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์	136
4.25	กระบวนการทดสอบอัตราการงอกของเมล็ดพืชที่เกิดขึ้นจากดินเทียมขยะเปียก	136
4.26	กระบวนการแยกและย่อยขยะเปียกโดยผสมผสานกับเศษเหลือทิ้งจากเกษตรกรรม	138
4.27	ขั้นตอนการตากแห้งเม็ดดินเทียมจากขยะเปียกที่ได้ก่อนนำไปทดลองเพาะปลูกที่โรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา	138
4.28	ศักยภาพด้านเทคโนโลยีในพื้นที่	141
4.29	ศักยภาพด้านเศรษฐกิจในพื้นที่	142
4.30	ศักยภาพด้านทักษะฝีมือในพื้นที่	142
4.31	ศักยภาพด้านแนวคิดและมุมมองที่ส่งผลต่อกระบวนการพัฒนาในพื้นที่	143
4.32	ศักยภาพด้านความเชื่อในพื้นที่	143
4.33	ศักยภาพความพร้อมทางกายภาพในพื้นที่	144
4.34	ปัญหาเศษขยะเปียกที่เกิดขึ้นในพื้นที่ชุมชนหรือภายในโรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม	146
4.35	กระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนในพื้นที่เป้าหมายเพื่อส่งเสริมการพัฒนาอย่างยั่งยืนบนพื้นฐานศักยภาพแห่งตนเองที่สามารถพึ่งพาตนเองได้อย่างเหมาะสม	147
4.36	การระดมความคิดเบื้องต้นที่เกิดขึ้นระหว่างผู้วิจัยและชุมชนเป้าหมาย	148
4.37	ต้นแบบบรรจุภัณฑ์สำหรับการจัดจำหน่ายดินเทียมจากขยะเปียก	150
4.38	การออกแบบบรรจุภัณฑ์และชั้นวางผลิตภัณฑ์ดินเทียมสำเร็จพร้อมปลูกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	150
4.39	กระบวนการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นก่อนการนำเข้าสู่กระบวนการแก้ไขปัญหาทางการออกแบบ	152
4.40	กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดสัดส่วนข้อจำกัดทางการออกแบบสำหรับเด็กช่วงชั้น ป.5	152
4.41	Data Analysis ในส่วนการวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และความเสี่ยง	153
4.42	Data Analysis ในส่วนการวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และความเสี่ยง	154

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้าที่
4.43	ขั้นตอนการคัดเลือกรูปแบบที่ผ่านกระบวนการระดมความคิดจำนวน 4 รูปแบบ	159
4.44	ต้นแบบบรรจุภัณฑ์และชั้นวางผลิตภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียก	161
4.45	การเตรียมดินเพื่อยกร่องแปลงทดลองการเพาะปลูกพืชผักสวนครัวจากดินเทียม	182
4.46	นักเรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 5 ทำการยกร่องแปลงปลูกก่อนผสมดินเทียมขยะเปียกลงบนแปลงทดลอง	182
4.47	นักเรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 5 และครูผู้ควบคุม (ผู้ช่วยวิจัย) โดยใช้เมล็ดพันธุ์	183
4.48	กิจกรรมการเพาะเมล็ดผักพืชผักสวนครัวเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เกษตรอินทรีย์	184
4.49	กิจกรรมการเพาะเมล็ดผักพืชผักสวนครัวเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เกษตรอินทรีย์	184
4.50	กิจกรรมการเตรียมแปลงปลูกด้วยการผสมดินเทียมลงแปลงปลูกและนำต้นกล้าลงแปลงปลูก	185
4.51	การดูแลบำรุงรักษาและเพาะปลูกพืชผักสวนครัวของกลุ่มนักเรียน	185
4.52	ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวผลผลิตจากการเพาะปลูกพืชผักสวนครัวประเภทผักบุ้ง ผักคะน้า	186
4.53	ขั้นตอนการแปรรูผักสวนครัวที่เพาะปลูกจากดินเทียมขยะเปียก สู่โครงการอาหารกลางวันสำหรับเด็กนักเรียนภายในโรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา	187
4.54	ขั้นตอนการจำหน่ายเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้กับพืชผักสวนครัวของตนเองที่ได้จากการเพาะปลูกด้วยดินเทียมจากขยะปียกที่เกิดขึ้นภายในโรงเรียน	188
4.55	ขั้นตอนการวางจำหน่ายเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้กับพืชผักสวนครัวของตนเองที่ได้จากการเพาะปลูกด้วยดินเทียมจากขยะปียกที่เกิดขึ้นภายในโรงเรียน	188
4.56	ขั้นตอนการจัดทำรายการเกษตรตามวิถีพอเพียงจากขยะเปียกของโรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม ที่ใช้ในการนำเสนอสู่ระบบอินเตอร์เน็ตและเผยแพรให้กับกลุ่มโรงเรียนที่สนใจ	189
4.57	ขั้นตอนการจัดทำรายการเกษตรตามวิถีพอเพียงจากขยะเปียกของโรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม ที่ใช้ในการนำเสนอสู่ระบบอินเตอร์เน็ตและเผยแพรให้กับกลุ่มโรงเรียนที่สนใจ	189
4.58	การนำเสนอผลงานการวิจัยในภาพรวมของทั้งโครงการ	190
4.59	ผลงานการนำเสนอต่อหน้าพระพักตร์	190
4.60	การจัดเตรียมผลงานการนำเสนอต่อหน้าพระพักตร์	191
4.61	แสดงพื้นที่โรงอาหารภายในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่และรูปแบบการกำจัดขยะเปียก	191
4.62	พื้นที่โรงอาหารในโรงเรียนขนาดเล็กที่ประสบปัญหาในการกำจัดขยะเปียก	192
4.63	กระบวนการออกแบบและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียก	192
4.64	กระบวนการผลิตต้นแบบเครื่องแปรสภาพในส่วนของที่บดย่อย	193
4.65	กระบวนการทดลองใช้เครื่องแปรสภาพขยะเปียกในส่วนของเครื่องบดย่อยโดยกลุ่มนักเรียนในโรงเรียนขนาดกลางและขนาดเล็กเพื่อประยุกต์ใช้งานจริงในพื้นที่เป้าหมาย	193
4.66	กลุ่มนักออกแบบผลิตภัณฑ์ร่วมแสดงแนวคิดในการประยุกต์ใช้งานเครื่องแปรสภาพขยะเปียกและนำเสนอแนวทางในการประยุกต์และพัฒนาการใช้งานเศษขยะเปียก	194

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้าที่
4.67	ดินเทียมที่ได้จากการผสมส่วนต่างๆที่มีคุณค่าต่อพืชลงไปเพิ่มเติมก่อนการนำไปเข้าสู่กระบวนการในห้องทดลองเพื่อพิจารณาคุณค่าธาตุอาหาร	194
4.68	การนำกากขยะเปียกที่เหลือจากกระบวนการหมักมาขึ้นรูปแบบเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ	194
4.69	แผ่นนำเสนอผลงานการวิจัยโดยสรุปย่อเพื่อนำเสนอเนื่องในวโรกาสที่สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาสยามบรมราชกุมารี ได้โปรดเกล้าโปรดกระหม่อมในการพระราชดำเนินมาเปิดอาคารปฏิบัติการใหม่	196
4.70	แผ่นนำเสนอผลงานการวิจัยโดยสรุปย่อเพื่อนำเสนอเนื่องในวโรกาสที่สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาสยามบรมราชกุมารี ได้โปรดเกล้าโปรดกระหม่อมในการพระราชดำเนินมาเปิดอาคารปฏิบัติการใหม่	197
4.71	การเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คในดินชนิดต่างๆ	202
4.72	การทดลองเพาะปลูกผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คในดินเทียมจากขยะเปียก	203
4.73	การเจริญเติบโตของดาวเรืองอายุ 60 วัน หลังย้ายปลูกในดินเทียมจากเศษอาหาร	208
4.74	รายงานผลการทดลองเพาะปลูกดาวเรืองด้วยดินเทียมจากขยะเปียก	211

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ในปัจจุบันการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสภาวะโลกในปัจจุบันจึงทำให้คนหันมามองอย่างใส่ใจกับ "สภาวะโลกร้อน" กับการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด (ทวี ทองสว่าง และทัศนีย์ ทองสว่าง. 2523 : 1)

ทุกวันนี้สภาพปัญหาขยะในประเทศไทย เป็นปัญหาที่มีความต่อเนื่องเป็นระยะเวลาหลายสิบปี ที่เจ้าหน้าที่หน่วยราชการ หน่วยงานวิจัย สถาบันทางการศึกษา พยายามหาทางในการแก้ไขปัญหาขยะล้นเมือง ซึ่งปัญหาขยะนั้นจะสามารถจัดการกับเศษขยะได้อย่างครบวงจรเป็นที่พึงพอใจของคนทุกฝ่ายจะต้องมีการบูรณาการกระบวนการกำจัดขยะในรูปแบบของการนำมาใช้ประโยชน์ ซึ่งทุกวันนี้ประชาชนยังยึดติดกับการแก้ไขปัญหาขยะแบบเดิมในสถานที่มีกลิ่นเหม็น สกปรกไม่ชวนมอง อีกทั้งปัญหาขยะที่ส่งผลกระทบมากที่สุดต่อสิ่งแวดล้อม คือขยะเปียกที่เป็นเศษอาหารเหลือทิ้งจากบ้านเรือนต่างๆที่มีคราบสกปรกและน้ำเสียจำนวนมาก อีกทั้งกากของเสียขยะเปียกที่มีความเน่าเสียส่งกลิ่นเหม็น ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีการสร้างกระบวนการหรือสถานที่กำจัดขยะเปียกเหล่านี้อย่างชัดเจน จึงมักจะส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมอยู่เสมอ ทั้งในด้านผลกระทบสภาพแวดล้อมทางด้านกลิ่น ทางด้านความสกปรก ทางด้านสถานที่การกำจัด เป็นต้น

ภาพที่ 1 ปริมาณขยะที่ทิ้งจากบ้านเรือนและสถานประกอบการจำนวนมากในแต่ละวัน

ปัจจุบันจำนวนปริมาณขยะในประเทศไทยมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น เฉลี่ยวันละ 9,747 ตัน ซึ่งสาเหตุใหญ่มาจาก 2 ปัจจัย หลักของสาเหตุ คือ การเจริญเติบโตของเมือง เมื่อเมืองใหญ่ขึ้น จำนวนหมู่บ้านผู้อยู่อาศัยก็จะมากขึ้น และจำนวนขยะมูลฝอยก็สูงขึ้นตาม ส่วนปัจจัยที่ตามมาคือ ขยะสะสมจากปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆ เช่น ขยะสะสมจากน้ำท่วม ขยะสะสมจากพายุและภัยธรรมชาติ ปัญหาขยะได้สะท้อนให้เห็นถึงสุขอนามัยภายในชุมชนนั้นต้องปรับปรุงอย่างเร่งด่วนเนื่องจากเกี่ยวข้องถึงสุขภาพอนามัยของคนในชุมชนโดยตรง ปัจจุบันส่วนใหญ่ขยะมูลฝอยจากชุมชนและกากของเสียจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคอุตสาหกรรมจะถูกนำไปทิ้งแบบไร้ระบบการจัดการน้ำเสียจากขยะ ทำให้น้ำเสียไหลลงลำคลอง รวมถึงที่นาของชาวบ้านและกองขยะนูนสูงเป็นตัวล่อหนูและแมลงวัน

นายแพทย์ ชลน่าน ศรีแก้ว รมช.กระทรวงสาธารณะสุข กล่าวว่า "ประชาชนแถวบ่อขยะให้ระวังเพราะอาจสะสมสารพิษโดยไม่รู้ตัวในการดำรงชีวิตประจำวัน" จากปัญหาขยะทั่วไปหรือขยะเปียกต้องมีมาตรการมารองรับการประกาศให้ประชาชนรับทราบอย่างเป็นกิจจะลักษณะเพื่อกระตุ้นให้เกิดการปฏิบัติตามอย่างพร้อมเพรียงในการช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมด้วยการลดจำนวนการทิ้งขยะต่อครัวเรือนลง หรือควรมีการเพิ่มกระบวนการนำขยะชนิดต่างๆมาใช้ประโยชน์ให้มากขึ้นเพื่อช่วยการลดปริมาณขยะที่จะต้องกำจัด ซึ่งในระยะยาวการกำจัดขยะไม่ว่าจะเป็นการเผาที่ความร้อนสูงหรือการฝังกลบก็จะส่งผลกระทบต่อสังคมและท้องถิ่นโดยรวมที่อยู่อาศัยใกล้บ่อขยะ

สถานการณ์ที่ผ่านมาจะพบว่ามีเหตุการณ์ไฟไหม้บ่อขยะจำนวนมากและบ่อยครั้งก่อให้เกิดมลภาวะต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นผลจากมีจำนวนขยะจำนวนมากที่ทำลายไม่หมดจากการใช้วิธีผ่านโรงเผาขยะด้วยความร้อนสูงจึงมีการจุดไฟเผาขยะในสภาพแวดล้อมบรรยากาศแบบปกติจึงก่อให้เกิดมลภาวะในพื้นที่โดยรอบ เช่น เหตุการณ์ไฟไหม้บ่อขยะบางปู เหตุการณ์ไฟไหม้บ่อขยะแพรกษา หรือเหตุการณ์กลุ่มชาวบ้านในจังหวัดขอนแก่นรวมตัวกันต่อต้านบ่อขยะ ซึ่งล้วนแล้วแต่เกิดขึ้นมาจากปัญหาการกำจัดขยะที่ไม่มีประสิทธิภาพที่ส่งกลิ่นและควันรบกวนสุขภาพของชาวบ้านในพื้นที่

ภาพที่ 2 เหตุการณ์ไฟไหม้บ่อกำจัดขยะในพื้นที่ต่างๆที่ก่อให้เกิดมลภาวะ

อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมและการบริโภคในสังคมถ้าหากพิจารณา ถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมแล้ว จะเห็นได้ว่าล้วนเป็นเหตุมาจาก การเพิ่มจำนวนประชากร และการเพิ่มปริมาณการบริโภคทรัพยากร มากขึ้น ก่อให้เกิดสารพิษ อย่างมากมาย ขยะมูลฝอยที่มาจากสิ่งของเหลือกินเหลือใช้ จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมาก ปัจจุบันประเทศไทย สามารถสร้างขยะได้มากถึง 14 ล้านตันต่อปี แต่ความสามารถในการจัดเก็บขยะมีไม่ถึง 70 % ของขยะที่เกิดขึ้น ปริมาณขยะมูลฝอยตกค้าง ตามสถานที่ต่าง ๆ หรือมีการนำไปกำจัดโดยไม่มีประสิทธิภาพก่อให้เกิดปัญหามลภาวะตั้งแต่มลพิษทางอากาศ มลพิษทางน้ำ เชื้อโรค ขยะก็จะเป็นสิ่งที่ก่อปัญหากับชุมชน จากปัญหาดังกล่าวแนวคิดแนวทางในการปฏิบัติเพื่อการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า ก่อให้เกิดปริมาณขยะให้น้อยลง จึงมีการนำแนวทางการลด คัดแยก และนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่ มาประยุกต์ใช้ โดยใช้วิธีการลดการใช้วัสดุ ผลิตภัณฑ์เพื่อลดปริมาณขยะที่เกิดขึ้น มีการนำวัสดุ ผลิตภัณฑ์ที่ยังสามารถใช้งานได้กลับมาใช้ซ้ำ และนำเศษวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

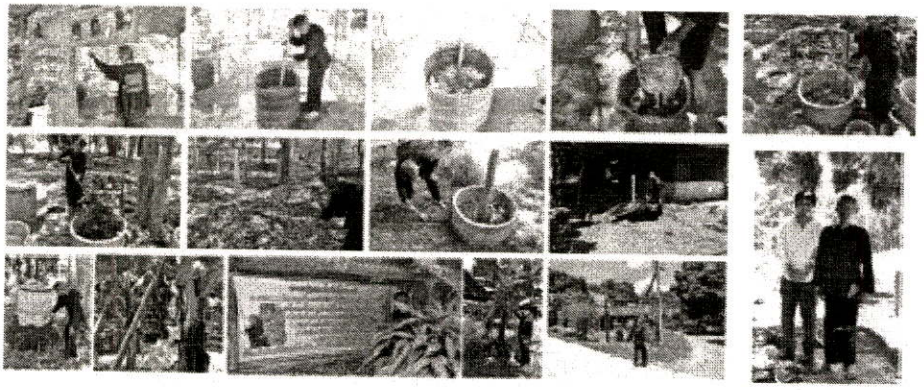
ผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานแล้วมาแปรรูปเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ แปรรูปโดยกรรมวิธีต่างๆ เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งนอกจากจะเป็นการลดปริมาณขยะมูลฝอยแล้ว ยังเป็นการลดการใช้พลังงานและลดมลพิษที่เกิดกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งเราสามารถทำได้โดยนำไปขาย บริจาค นำเข้าธนาคารขยะ กิจกรรมขยะแลกไข่ เพื่อเข้าสู่วงจรของการนำกลับไปรีไซเคิล(กรมควบคุมมลพิษ. 2551 : 121)

เนื่องจากในปัจจุบันภาครัฐยังไม่มีสถานที่และวิธีการที่ถูกต้องในการแก้ไขปัญหาขยะเปียก รวมถึงการส่งเสริมการรณรงค์ให้ประชนคัดแยกขยะไม่ประสบความสำเร็จ เป็นเพียงแค่ไฟไหม้ฟางในช่วงต้นแต่เมื่อประชาชนคัดแยกขยะแล้วกลับไม่มีการเก็บขยะแบบแยก เพื่อนำไปกำจัดอย่างถูกวิธี ขยะเศษอาหารถูกเก็บนำไปปนกับขยะทั่วไปเช่นเดิมจึงก่อนให้เกิดการเน่าเสียส่งกลิ่นรบกวน

ดังนั้นการพิจารณาหาวิธีการจัดการขยะเปียกเพื่อการแก้ไขปัญหาขยะเปียกที่มีปะปนกับขยะปกติที่คัดแยกแล้วตามสถานที่อยู่อาศัย บ้านเรือน ตลาดสด อาคารพาณิชย์ โรงเรียน อาคารสูงอย่างโรงแรมและคอนโดมิเนียม ชุมชนชนบท บางที่สามารถกำจัดขยะได้ด้วยตัวเอง บางที่ทำได้เพียงแยกขยะทำให้แต่ละที่จะต้องมีวิธีการจัดการที่แตกต่างกัน ดังนั้นการส่งเสริมแนวทางเพื่อสร้างสรรค์กระบวนการส่งเสริมให้ประชาชนทำดินเทียมหรือปุ๋ยจากขยะเปียก เพื่อการนำดินเทียมเหล่านั้นมาใช้ประโยชน์ในพื้นที่ปลูกพืชต่าง ๆ ซึ่งถือว่าเป็นเทคโนโลยีที่ใช้กำจัดขยะเปียกให้สามารถกำจัดขยะเปียกได้อย่างมีประสิทธิภาพนอกจากการนำมาทำก๊าซชีวภาพจากขยะเศษอาหารที่ต้องสิ้นเปลืองเนื้อที่และต้องใช้เทคโนโลยีที่สูง ต้นทุนสูง หรือการนำขยะมาเผาเป็นพลังงานความร้อนเพื่อใช้ในการผลิตไฟฟ้า

ในส่วนของตามโรงเรียนขนาดใหญ่หรือสถานที่ขายอาหาร มักจะมีเศษอาหารที่เหลือจากการรับประทานอาหารในแต่ละวันเป็นจำนวนมาก จึงทำให้เกิดปัญหาเรื่องขยะเปียกที่เกิดจากเศษอาหารที่เหลือจากการรับประทาน ถึงแม้ว่าเศษอาหารบางส่วนจะนำไปเลี้ยงหมูและเลี้ยงสุนัขอยู่บ้าง แต่จากการเรียนรู้เกี่ยวกับการดำเนินชีวิต ตามแนวพระราชดำริเศรษฐกิจพอเพียงของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ซึ่งพระองค์ทรงสอนประชาชนให้รู้จักดำเนินชีวิตแบบพึ่งพาตนเองให้รู้จักนำสิ่งต่าง ๆ รอบตัวมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด จึงทำให้โรงเรียนต่าง ๆ มีการศึกษาวิธีการทำสารชีวภาพ(EM)และทำปุ๋ยชีวภาพ จากเศษอาหารที่เหลือจากการรับประทานอาหารวันของนักเรียนนำมาทำเป็นสารน้ำชีวภาพสำหรับใช้การดับกลิ่นที่เกิดจากห้องสุขาของโรงเรียน และทำปุ๋ยชีวภาพ แทนการใช้สารเคมีต่าง ๆ เป็นการช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายและยังช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนได้อีกด้วย เพื่อเป็นการลดปัญหาที่เกิดขึ้น ต้องดำเนินการสร้างจิตสำนึกของนักเรียน และจัดกิจกรรมการจัดการขยะมูลฝอยภายในโรงเรียน เป็นการเสริมสร้างประสิทธิภาพการจัดการขยะมูลฝอยตามนโยบายของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นการเพิ่มมูลค่าให้ขยะอีกทั้งยังช่วยให้คนรุ่นใหม่เล็งเห็นคุณค่าทรัพยากรธรรมชาติ จากเหตุผล ดังกล่าวผู้ทำการวิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาและออกแบบเครื่องบดหรือแปรสภาพขยะเปียกเพื่อทำดินเทียมแบบชีวภาพ เพื่อช่วยในกระบวนการทำสารชีวภาพ (EM) และทำปุ๋ยชีวภาพ ตามแนวทางแบบยั่งยืน ตลอดจนการอนุรักษ์ สิ่งแวดล้อม เพื่อให้มีความเจริญเติบโต พร้อมกันจากคนในรุ่นปัจจุบันและมีความยั่งยืน ไปจนถึงลูกหลานในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 การใช้ประโยชน์จากเศษอาหารเหลือทิ้งมาผลิตปุ๋ยน้ำอินทรีย์ EM

จากสาเหตุ หลัก ๆ เหล่านี้ทำให้การแก้ไขปัญหาขยะ ยังคงไม่มีความคืบหน้าและก่อให้เกิดปัญหาหนักขึ้นทุกวัน ดังนั้นแนวทางในการแก้ไขปัญหาขยะจึงต้องมีการปรับเปลี่ยน แนวทาง วิธีการ และเทคโนโลยีที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ ที่มีสถานที่แตกต่างกัน ใช้ลักษณะเด่นของแต่ละพื้นที่มาแก้ไขปัญหาเรื่องขยะ อย่างเช่น เริ่มทำการกำจัดแบบคัดแยก อาจจะเริ่มโดยจำกัดพื้นที่ก่อนเพื่อให้ง่ายต่อการเริ่มต้น ประชาสัมพันธ์ อย่างเช่น การขอความร่วมมือกับ ตลาดสดเพื่อนำขยะที่คัดแยกเฉพาะเศษผักเศษอาหารเพื่อใช้ในการทำปุ๋ย โรงแรมหรือสถานศึกษาเพื่อคัดแยกขยะเปียกออกจากขยะทั่วไปในการนำขยะเปียกที่ได้มาทำการแปรสภาพด้วยกระบวนการในการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรกรอินทรีย์ใช้งานร่วมกับปุ๋ยหมักในการเพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ในการช่วยส่งเสริมกลุ่มชุมชนหรือท้องถิ่นในการใช้ขยะเปียกมาผ่านกระบวนการในการนำสิ่งที่มีประโยชน์อย่างขยะเปียกกลับมาในสภาพที่เหมาะสมกับการเพาะปลูกพืช

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษากระบวนการขั้นตอนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

1.2.2 เพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

1.2.3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้านประโยชน์ใช้สอย, ความแข็งแรงทนทาน, การซ่อมแซมบำรุงรักษา, ราคา, วัสดุและกรรมวิธีการผลิต, ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว

1.2.4 เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียกด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก

1.2.5 เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เพื่อ การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ ได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

1.3.1 วัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1 การศึกษากระบวนการขั้นตอนแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

1.3.1.1 แหล่งข้อมูลในการวิจัย

1. ข้อมูลปฐมภูมิ คือ การสังเกตสภาพปัญหาขยะปียกในสถาบันการศึกษา โรงงานอุตสาหกรรม สถานประกอบการฯ เป็นต้น เพื่อการรวบรวมประเด็นปัญหาแนวทางในการกำจัดขยะเปียกอย่างมีประสิทธิภาพ , การสัมภาษณ์กลุ่มผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านการอนุรักษ์สภาพแวดล้อมและการทำปุ๋ยชีวภาพ กลุ่มชุมชนสีมาอโศกอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา และกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ เพื่อกำหนดแนวทางการพัฒนาเพื่อแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมสำหรับการเพาะปลูกพืชอินทรีย์

2. ข้อมูลทุติยภูมิ คือ เอกสารแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนบดย่อยขยะเปียก เพื่อทำปุ๋ยชีวภาพและผลิตดินเทียม กระบวนการสร้างและลักษณะทางกายของเครื่องจักรที่ใช้ในการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม

1.3.1.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างการวิจัย

1. ประชากร คือ กลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมและสถานประกอบการ รวมทั้งสถาบันการศึกษา ในพื้นที่กรุงเทพฯและปริมณฑล ที่มีโรงอาหารขนาดใหญ่สำหรับบุคลากร ตั้งแต่ 200 คน ขึ้นไป

2. กลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มของโรงงานอุตสาหกรรมและสถานประกอบการ จำนวน 3 แห่ง สถาบันการศึกษาจำนวน 3 แห่ง ในพื้นที่กรุงเทพฯและปริมณฑล ที่มีจำนวนคนที่ใช้บริการโรงอาหารขนาดใหญ่ ตั้งแต่ 200 คนขึ้นไป (ใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง)

1.3.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ที่มีการกำหนดประเด็นให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์การวิจัยในการศึกษาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ โดยศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องทางเกษตรกรรมแบบอินทรีย์ ครอบคลุมประเด็นความมุ่งหมายของการสร้างงาน กระบวนการสร้างงาน โดยใช้เทปบันทึกเสียง และจดบันทึก ภาพถ่ายและการสังเกต โดยได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ

2. แบบสังเกตการณ์แบบมีส่วนร่วม เป้าหมายเพื่อเรียนรู้สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจากขยะเปียกในด้านมลภาวะต่อสภาพแวดล้อมในด้านต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการกำจัดขยะเปียกในปัจจุบัน โดยใช้การสังเกตการณ์แบบมีส่วนร่วมเพื่อการเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้เทคนิคระดมสมองกลุ่มย่อย แบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการแนววิพากษ์ (Critical Action Research) ซึ่งเป็นแนวทางการวิจัยในลักษณะแบบมีส่วนร่วมของชุมชนในการแสดงทัศนะและความคิดเห็นเพื่อการพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียก โดยเน้น ความรู้ใหม่ที่เกิดจากความเข้าใจ (Cognitive Structure) , ความรู้ที่อยู่ในระดับคุณค่า (Valence and Value) , ความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติ (Motoric Action) อ้างอิง : (วรรณดี สุทธินรากร. 2557 : 46)

1.3.2 วัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2 การพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

1.3.2.1 แหล่งข้อมูลในการวิจัย

1. ข้อมูลปฐมภูมิ คือ ข้อคิดเห็นและการร่วมระดมความคิดทางด้านกระบวนการออกแบบและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ตามหลักการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ตามกรอบแนวคิด “การสร้างมโนทัศน์เพื่อการคิดอย่างสร้างสรรค์ในงานออกแบบผลิตภัณฑ์” ของ ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา (2557:145-152) จากกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ 6 ท่าน

2. ข้อมูลทุติยภูมิ คือ เอกสารแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรที่ใช้ในการบดขยะเปียกเพื่อการย่อยสลายจากนั้นปั่นเพื่อให้แห้งเป็นก้อนในลักษณะของดินเทียมชนิดเม็ดขนาดเล็กหรือแบบผงหยาบในลักษณะของดินชีวภาพ กระบวนการสร้างและลักษณะทางกายของชิ้นงานที่นำมาประกอบ 3 ส่วน คือ ส่วนบดย่อยขยะเปียก , ส่วนปั่นสร้างเม็ด , ส่วนเป่าแห้ง

1.3.2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างการวิจัย

1. กลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ ที่มีประสบการณ์ในการปฏิบัติงานออกแบบ 10 ปี ขึ้นไป และกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องจักรกลทางการเกษตร ที่มีประสบการณ์ในการปฏิบัติงาน 10 ปี ขึ้นไป

2. ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ ทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จำนวน 3 ท่าน ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องกลการเกษตร จำนวน 3 ท่าน (ใช้การสุ่มแบบเจาะจง)

1.3.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ สำหรับการออกแบบเครื่องบดขยะเปียก เพื่อทำปุ๋ยชีวภาพและดินเทียมแบบเกษตรอินทรีย์ ที่สามารถกำจัดขยะเปียกและนำมาใช้ประโยชน์ ได้อย่างเหมาะสม โดยเป็นแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งเป็น 4 ด้าน คือ หน้าที่ประโยชน์ใช้สอย ความสะดวกสบายในการใช้ ด้านความเหมาะสมกับวัสดุและกรรมวิธีผลิต ความสวยงามมีเอกลักษณ์ โดยออกแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

2. แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทางด้านการผลิตเครื่องจักรกลทางการเกษตร ในแนวความคิดการออกแบบเครื่องบดขยะเปียก เพื่อทำปุ๋ยชีวภาพและดินเทียมแบบเกษตรอินทรีย์ ที่สามารถกำจัดขยะเปียกและนำมาใช้ประโยชน์ ได้อย่างเหมาะสม โดยเป็นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแบ่งเป็น 4 ด้าน คือ ระบบกลไก ระบบขับเคลื่อน ระบบส่งกำลังเครื่องจักร ความปลอดภัย โดยออกแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

การใช้เทคนิคระดมสมองกลุ่มย่อย แบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการแนววิพากษ์ (Critical Action Research) ซึ่งเป็นแนวทางการวิจัยในลักษณะแบบมีส่วนร่วมของชุมชนในการแสดงทัศนะและความคิดเห็นเพื่อการพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียก โดยเน้น ความรู้ใหม่ที่เกิดจากความเข้าใจ (Cognitive Structure) , ความรู้ที่อยู่ในระดับคุณค่า (Valence and Value) , ความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติ (Motoric Action) อ้างอิง : (วรรณดี สุทธินรากร. 2557 : 46)

1.3.3 วัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 3 การประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้าน ประโยชน์ใช้สอย , ความแข็งแรงทนทาน , การซ่อมแซมบำรุงรักษา , ราคา , วัสดุและกรรมวิธีการผลิต , ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว

1.3.3.1 แหล่งข้อมูลในการวิจัย

1. ข้อมูลปฐมภูมิ คือ การร่วมระดมความคิดข้อมูลที่ได้รับในการประเมินผลต้นแบบผลิตภัณฑ์เครื่องแปรสภาพขยะเปียกที่พัฒนาใหม่ ทางด้านประสิทธิภาพเพื่อพิจารณาข้อบกพร่องในการปรับปรุงแก้ไข โดยใช้ข้อคำนึงถึง คือ 1)หน้าที่ประโยชน์ใช้สอย 2)ความสะดวกสบายในการใช้ 3)ด้านความเหมาะสมกับวัสดุ 4)กรรมวิธีผลิต 5)ความสวยงามมีเอกลักษณ์ 6)ระบบกลไก 7)ระบบขับเคลื่อน 8)ระบบส่งกำลังเครื่องจักร 9)ความปลอดภัย จากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์

2. ข้อมูลทุติยภูมิ คือ เอกสารแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์กระบวนการสร้างและลักษณะทางกายภาพของชิ้นงาน ร่วมกับเอกสารที่เกี่ยวข้องในการทำเกษตรอินทรีย์ และการทำปุ๋ยชีวภาพร่วมกับคุณลักษณะของดินเทียมที่มีธาตุอาหารเหมาะสมกับการเพาะปลูกพืชอินทรีย์

1.3.3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างการวิจัย

1. กลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทางด้านการเกษตรกรรม เรื่องเพาะปลูกพืชอินทรีย์ กลุ่มเจ้าหน้าส่งเสริมการเกษตร จำนวน 3 ท่าน (ใช้การสุ่มแบบเจาะจง)

2. ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ ทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จำนวน 3 ท่าน ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องกลการเกษตร จำนวน 3 ท่าน (ใช้การสุ่มแบบเจาะจง)

3. กลุ่มผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมเครื่องกล ที่มีประสบการณ์ ในสถานประกอบการเครื่องยนต์ จำนวน 7 ปี ขึ้นไป จำนวน 3 ท่าน (ใช้การสุ่มแบบเจาะจง)

1.3.3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทางด้านเกษตรกรรม (กลุ่มเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร) ประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้านประโยชน์ใช้สอย , ความแข็งแรงทนทาน , การซ่อมแซมบำรุงรักษา , ราคา , วัสดุและกรรมวิธีการผลิต , ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว โดยออกแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า(Rating Scale) 5 ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องกลการเกษตร ประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้าน ประโยชน์ใช้สอย , ความแข็งแรงทนทาน , การซ่อมแซมบำรุงรักษา , ราคา , วัสดุและกรรมวิธีการผลิต , ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว โดยออกแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

3. แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมเครื่องกล ประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้านระบบกลไก ระบบขับเคลื่อน ระบบส่งกำลังเครื่องจักร ความปลอดภัย โดยออกแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า(Rating Scale) 5 ระดับ

1.3.4 วัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 4 การเพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียกด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก

ใช้กระบวนการทดสอบในห้องทดสอบมาตรฐานในการวิเคราะห์ค่าประกอบการเพาะปลูกพืชที่มีความจำเป็น ประกอบด้วยค่า

1.3.4.1 ทดสอบ วัดความชื้น กรด-ด่าง(PH) ความสมบูรณ์ของดิน

1.3.4.2 ทดสอบ ค่ามาตรฐานสำหรับเปรียบเทียบระดับสารอาหารในดินจะอยู่ในช่วงToo 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

1.3.4.3 เครื่องมือวิจัย

1. กระบวนการทดสอบคุณสมบัติของดิน
2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในห้องทดลองมาตรฐานเพื่อทดสอบสารอาหารที่มีในดินเทียม

1.3.5 วัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 5 การประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

1.3.5.1 แหล่งข้อมูลในการวิจัย

1. ข้อมูลปฐมภูมิ คือ ค่าระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ของกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและเกษตรกรเพาะปลูกพืชอินทรีย์ ในด้านคุณสมบัติของดินที่ได้จากเครื่องแปรสภาพขยะ โดยประเมินร่วมกับผลการทดสอบเพื่อปลูกพืชแบบอินทรีย์จากดินเทียมที่ได้จากขยะเปียก

2. ข้อมูลทุติยภูมิ คือ เอกสารที่เกี่ยวกับแนวทางในการทำเกษตรอินทรีย์กับคุณลักษณะของดินเทียมที่มีธาตุอาหารเหมาะสมกับการเพาะปลูกพืชอินทรีย์ โดยศึกษาเกณฑ์และการเปรียบเทียบกับการปลูกพืชแบบดินปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.5.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ผู้ประเมินความพึงพอใจด้านดินเกษตรอินทรีย์

1.1 กลุ่มประชากร คือ กลุ่มเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร กลุ่มเกษตรกรเพาะปลูกพืชอินทรีย์ ที่มีองค์ความรู้เกี่ยวข้องกับการเพาะปลูกพืชอินทรีย์ อย่างน้อย 5 ปี ขึ้นไป

1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร จำนวน 3 ท่าน กลุ่มเกษตรกรเพาะปลูกพืชอินทรีย์ จำนวน 3 ราย ที่มีองค์ความรู้เกี่ยวข้องกับการเพาะปลูกพืชอินทรีย์ อย่างน้อย 5 ปี ขึ้นไป

2. ผู้ประเมินความพึงพอใจด้านผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับขยะเปียก

2.1 ประชากร คือ โรงเรียนในพื้นที่การศึกษาจังหวัดนครราชสีมา ที่มีจำนวนนักเรียนตั้งแต่ 200 คน ขึ้นไป

2.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ โรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา นักเรียนจำนวน 235 คน (ใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง)

3. ผู้ประเมินความพึงพอใจด้านชุมชนที่มีปัญหาด้านการกำจัดขยะหรือชุมชนที่มีขนาดใหญ่ ที่ประสบปัญหามลพิษจากขยะในรูปแบบต่าง ๆ

3.1 ประชากร คือ ครูผู้ควบคุมโครงการวิจัยเพื่อการทดลองปลูกผักปลอดสารพิษจากดินเทียมขยะเปียก โรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา

3.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูผู้ควบคุมโครงการวิจัยเพื่อการทดลองปลูกผักปลอดสารพิษจากดินเทียมขยะเปียก โรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 3 คน (ใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง)

1.3.5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบประเมินความคิดเห็นของเกษตรกรผู้เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์และเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร ที่มีต่อเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมที่พัฒนาใหม่ ในด้านความคุ้มค่าในการผลิต การลดภาระต้นทุนการกำจัดขยะเปียก คุณสมบัติของดินเทียมที่ได้จากขยะเปียก ผลผลิตของพืชที่ได้จากการเพาะปลูกกับดินเทียมแปรสภาพจากขยะเปียก โดยออกแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

2. แบบประเมินความคิดเห็นกลุ่มผู้ประกอบการโรงงานและสถานประกอบการหรือสถาบันการศึกษาที่มีจำนวนปริมาณขยะเปียกจำนวนมาก โดยพิจารณาจากจำนวนปริมาณที่นั่งของโรงอาหารที่มีมากกว่า 200 ที่นั่ง ความคุ้มค่าในการผลิต การลดภาระต้นทุนการกำจัดขยะเปียก คุณสมบัติของดินเทียมที่ได้จากขยะเปียก ผลผลิตของพืชที่ได้จากการเพาะปลูกกับดินเทียมแปรสภาพจากขยะเปียก โดยออกแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า(Rating Scale) 5 ระดับ

3. แบบประเมินความคิดเห็นของเกษตรกรผู้เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์และเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร ที่มีต่อเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมที่พัฒนาใหม่ ในด้านความคุ้มค่าในการผลิต การลดภาระต้นทุนการกำจัดขยะเปียก คุณสมบัติของดินเทียมที่ได้จากขยะเปียก ผลผลิตของพืชที่ได้จากการเพาะปลูกกับดินเทียมแปรสภาพจากขยะเปียก โดยออกแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. แบบประเมินความคิดเห็นค่าระดับความพึงพอใจในการทดลองกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม เพื่อการเพาะปลูกตามแนวทาง “วิถีเกษตรพอเพียง” ตามแนวพระราชดำริ โดยออกแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

1.4 สมมุติฐาน คำถาม และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

1.4.1 สมมุติฐานการวิจัย

เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์มีระดับประสิทธิภาพการใช้งานและระดับความพึงพอใจในการใช้งานอยู่ในระดับเหมาะสมมาก

1.4.2 คำถามการวิจัย

1. กระบวนการและขั้นตอนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรกรอินทรีย์มีขั้นตอนอย่างไร

2. รูปแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรกรอินทรีย์มีรูปร่างและคุณลักษณะอย่างไร

3. รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้จากดินเทียม เช่น บรรจุภัณฑ์ ชั้นจำหน่ายดินเทียม ที่เพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์จากดินเทียม มีรูปแบบและลักษณะอย่างไร

4 ประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมจะมีคุณสมบัติที่สอดคล้องกับกรอบแนวคิด ประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพ

5. ประสิทธิภาพดินเทียมจากขยะเปียก มีค่า N P K เหมาะสมกับการปลูกพืชแบบอินทรีย์หรือไม่

6. ค่าระดับความพึงพอใจ เครื่องแปรสภาพขยะเปียกของผู้ใช้งานมีความเหมาะสมในระดับใด

1.4.3 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เพื่อเป็นการศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ เป็นกระบวนการวิจัยในแนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องแปรสภาพขยะเปียก มีแนวทางในการศึกษาโดยใช้กรอบแนวคิด ดังนี้

1.4.3.1 กรอบแนวความคิดที่ใช้ใน “วัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อศึกษากระบวนการขั้นตอนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์” ประกอบด้วยกรอบแนวคิด

การศึกษากระบวนบดขยะเปียก เพื่อทำปุ๋ยชีวภาพตามแนวความคิดในด้านการวิเคราะห์ชิ้นงานของ มารุต อัมรานนท์ (2533 : 77-82) การวิเคราะห์ชิ้นงานได้ทราบถึงรายละเอียดในแง่มุมต่างๆของชิ้นงานนั้น โดยสรุปกรอบในการศึกษาในการการวิจัย ดังนี้ 1)ศึกษาความมุ่งหมายของการสร้างงาน 2)ศึกษากระบวนการสร้างงาน 3)ศึกษาลักษณะทางกายภาพของชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.3.2 กรอบแนวความคิดที่ใช้ใน "วัตถุประสงค์ที่ 2 เพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์" ประกอบด้วยกรอบแนวคิด

1. ออกแบบและพัฒนาเครื่องบดขยะเปียก เพื่อทำปุ๋ยชีวภาพและผลิตดินเทียม ที่สามารถบดขยะเปียกและนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม โดยใช้แนวคิดเรื่องหลักเกณฑ์การออกแบบ ธีรชัย สุขสด (2544 : 88) ในส่วนของการประเมินงานออกแบบดังนี้ 1)หน้าที่ประโยชน์ใช้สอย 2)ความสะดวกสบายในการใช้ 3)ความสวยงาม 4)ด้านความเหมาะสมกับวัสดุและกรรมวิธีผลิต

2. กรอบแนวคิดทางด้านกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยสามารถที่จะจัดแบ่งออกได้เป็นแนวทางในการที่จะพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เพื่อที่จะตอบสนองความต้องการของมนุษย์ในด้านต่างๆ ซึ่งจะนำแนวการพัฒนาผลิตภัณฑ์จาก Luddington (อ้างในนิรัช สุดสังข์. 2543:23) มีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้ 1)สรุปรูปแบบพื้นผิวและการตกแต่ง 2)เลือกข้อเสนอแนวความคิดที่ดีที่สุด 3)การเขียนแบบเพื่อการผลิต 4)การสร้างหุ่นจำลอง 5)ประเมินการออกแบบ

1.4.3.3 กรอบแนวความคิดที่ใช้ใน "วัตถุประสงค์ที่ 3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้าน ประโยชน์ใช้สอย , ความแข็งแรงทนทาน , การซ่อมแซมบำรุงรักษา , ราคา , วัสดุและกรรมวิธีการผลิต , ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว" ประกอบด้วยกรอบแนวคิด

1. ประเมินความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิ ที่มีต่อการออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ที่ได้พัฒนาแล้ว ตามแนวความคิดในการวิเคราะห์ชิ้นงานอย่างเหมาะสม ดำเนินการตามแนวคิดตามหลักการออกแบบของ สิทธิศักดิ์ ธัญศรีสวัสดิ์กุล. (2539 : 135-140) โดยผู้วิจัยสรุปเป็นกรอบในการพัฒนา ดังนี้ 1)คำนึงถึงความเหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอย 2)คำนึงถึงความเหมาะสมกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิต 3)คำนึงถึงความสวยงาม

2. เพื่อประเมินประสิทธ์ภาพของผลิตภัณฑ์ เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ โดยใช้แนวคิดเรื่องหลักเกณฑ์การประเมินผลการออกแบบของ ธีรชัย สุขสด (2544 : 88) ในส่วนของการประเมินงานออกแบบดังนี้ 1)หน้าที่ประโยชน์ใช้สอย (Function) 2)ความสะดวกสบายในการใช้(Ergonomics) 3)ความสวยงาม (Aesthetes)

3. เพื่อประสิทธ์ภาพที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่มีต่อ การออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ในด้าน การลดปริมาณขยะมูลฝอย (Reduce) (กรมควบคุมมลพิษ. 2550) ในส่วนองค์ประกอบเพื่อประเมินประสิทธิภาพ ดังนี้ 1)การลดปริมาณขยะมูลฝอยที่อาจเกิดขึ้น 2)การแปรสภาพและหมุนเวียนนำกลับมาใช้

1.4.3.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ใน "วัตถุประสงค์ที่ 4 เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก" ประกอบด้วยกรอบแนวคิด

1. คุณลักษณะอินทรียวัตถุที่มีอยู่ในดิน คือ ลักษณะดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำถึงต่ำมาก คือต่ำกว่า 0.5 และ 0.5 – 1.0 เปอร์เซ็นต์ ต้องเพิ่มอินทรียวัตถุลงไปในดินจำนวนมาก ถ้าดินมีอินทรียวัตถุตั้งแต่ 1.0 – 2.0 เปอร์เซ็นต์ ดินมีอินทรียวัตถุปานกลาง ควรเพิ่มอินทรียวัตถุลงไปในดินบ้าง ถ้าดินมีอินทรียวัตถุอยู่ในระดับ 3 – 5 เปอร์เซ็นต์ ไม่จำเป็นต้องเพิ่มอินทรียวัตถุลงไปในดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เปรียบเทียบระดับสารอาหารในดินจะอยู่ในช่วงToo 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

1.4.3.5 กรอบแนวความคิดที่ใช้ใน "วัตถุประสงค์ที่ 5 เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์" ประกอบด้วยกรอบแนวคิด

1. กรอบแนวคิดทางด้านการออกแบบเครื่องจักรกล เกี่ยวข้องกับทฤษฎีของอากาศพลศาสตร์ (Aerodynamics) เครื่องยนต์สันดาปภายใน ที่ประกอบด้วยความสมบูรณ์ของระบบดังนี้ 1) ระบบขับเคลื่อนและถ่ายทอดกำลัง 2)ระบบบังคับและควบคุมเครื่องยนต์ 3)ระบบรองรับ 4)ระบบเบรก 5)ระบบไฟฟ้า 6)ระบบด้านความปลอดภัย 7)ระบบไอเสียและควบคุมมลพิษ 8)กระบวนการผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกลในการแปรสภาพ 9)การบริหารและการจัดการในอุตสาหกรรมเทคโนโลยี9)นวัตกรรมด้านเกษตรกรรม รวมถึงการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบและการผลิตซึ่งมีบทบาทสำคัญในภาคการผลิตของอุตสาหกรรมด้านเกษตรกรรมสมัยใหม่ ทั้งนี้เพื่อรองรับการพัฒนาด้านเทคโนโลยีเกษตรกรรมในศตวรรษที่ 21 ที่มุ่งเน้นการพัฒนาด้านสมรรถนะ3 ด้าน คือ ความปลอดภัย , การประหยัดเชื้อเพลิง และการลดมลพิษ

2. กรอบแนวคิดทางด้านกระบวนการประยุกต์การวิจัยในการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยจะต้องอาศัยข้อคำนึงถึงในการพิจารณาเพื่อการประยุกต์ใช้ในการออกแบบ ดังนี้ หน้าที่การใช้สอย (Function) , ความปลอดภัย (Safety) , ความแข็งแรง (Construction) , ความสะดวกสบายการใช้งาน (Ergonomics) , ความสวยงามน่าใช้ (Aesthetics or Sales Appeal) , ราคา (Cost) , การซ่อมแซมง่าย (Ease of Maintenance) ซึ่งอาศัยการใช้ในการสร้างสรรค์งานออกแบบผลิตภัณฑ์ (สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ. 2550:35)

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ประโยชน์ต่อหน่วยงานที่คาดว่าจะได้รับ

1. ช่วยกำจัดขยะเปียกที่ก่อให้เกิดปัญหามลภาวะทางกลิ่นที่เมื่อมีการทิ้งไม่ถูกที่ ในพื้นที่หน่วยงานสถานประกอบการต่างๆ ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรมสถานประกอบการที่มีพนักงานจำนวนมาก สถานศึกษาขนาดใหญ่ เช่น มหาวิทยาลัย โรงเรียน องค์การบริหารส่วนตำบล เทศบาล เป็นต้น ที่มักจะมีจำนวนปริมาณของขยะเปียกจากอาหารที่ทิ้งจำนวนมากในแต่ละวัน

2. ช่วยรณรงค์ให้เกษตรกรและประชาชนทั่วไปเห็นประโยชน์ของเศษขยะเปียกที่มักจะไม่มีวิธีการกำจัดที่ชัดเจน อีกทั้งยังเป็นตัวก่อให้เกิดมลพิษในรูปแบบต่างๆ

3. ช่วยลดปริมาณขยะที่จะต้องนำไปฝังกลบหรือเผาทำลายในบ่อกำจัดขยะ

4. กลุ่มเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชแบบอินทรีย์สามารถนำดินเทียมที่ได้มาเพาะปลูกและเป็นการหมุนเวียนใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ได้เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ ที่สามารถผลิตได้ในประเทศและมีราคาต้นทุนการผลิตถูก รวมทั้งใช้วัตถุดิบในการผลิตในประเทศ

6. ได้เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ ที่

7. เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ สามารถนำไปเพาะปลูกพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ

8. เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ มีขนาดเล็กและสามารถนำไปใช้งานได้และใช้ระยะเวลาในการผลิตดินเทียมด้วยขยะเปียกในระยะเวลาที่เหมาะสม

9. ได้เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ที่สามารถปรับเปลี่ยนประโยชน์การใช้งานได้อย่างหลากหลายและสามารถรองรับการใช้งานได้อย่างหลากหลาย

1.5.2 ประโยชน์ต่อการนำองค์ความรู้ในการวิจัยต่อไป

1. ได้องค์ความรู้ในขั้นตอนและกระบวนการผลิตดินเทียมจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียก รวมถึงได้แนวทางการผลิตเครื่องกำจัดขยะเปียกที่มีความเหมาะสมกับการรองรับกิจกรรมที่หลากหลายในการกำจัดขยะเปียก

2. ได้องค์ความรู้ทางด้านคุณสมบัติของดินเทียมที่ผลิตจากขยะเปียก และสามารถสร้างกระบวนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ให้กลุ่มนักศึกษา และผู้สนใจได้เรียนรู้และประยุกต์ใช้งานดินเทียมกับการเพาะปลูกพืชอินทรีย์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

1.5.3 เป็นประโยชน์ต่อประชากร

1. ได้แนวทางการใช้ประโยชน์จากขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมในการส่งเสริมการเพาะปลูกเกษตรอินทรีย์ เพื่อลดภาวะขยะล้นประเทศและมีความยากในการกำจัดขยะเปียกที่มีมลภาวะทางกลิ่นและความสกปรกเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรค

2. ช่วยลดมลภาวะที่จะต่อให้เกิดอันตรายที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์ ด้านมลพิษจากกลิ่นขยะ ด้านมลพิษจากปริมาณขยะ ด้านมลพิษจากควันที่เผากำจัดขยะ ด้านการลดภาระในการกำจัดขยะเปียกที่มีจำนวนมากขึ้นในแต่ละปี

3. ช่วยสร้างระบบการนำขยะเปียกที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อมในการนำกลับมาแปรสภาพเพื่อการเพาะปลูกพืชแบบอินทรีย์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

1.5.4 การเผยแพร่ในวารสาร

1. ลงตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารทางด้านศาสตร์การออกแบบ
2. ลงตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารศาสตร์ทางด้านเกษตรกรรม

1.5.5 การเผยแพร่ในการจดสิทธิบัตร

ทำการจดสิทธิบัตรทางปัญญาทางด้านการออกแบบรูปทรงและทางด้านการออกแบบการใช้งานกับกรมทรัพย์สินทางปัญญา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.6 กระบวนการพัฒนาต้นแบบเพื่อการทดลอง

การพัฒนาต้นแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ เพื่อประยุกต์ใช้ในการสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์ มีการดำเนินการในการสร้างต้นแบบเพื่อใช้ในการทดสอบและทดลองค่าต่างๆ (ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา, 2557 : 45) จำนวน 10 ระยะการวิจัย ดังนี้

1) การวิจัยระยะที่ 1 คือ ระยะการรวบรวมข้อประเด็นที่ต้องการจะวิจัยและประเด็นของข้อมูลเบื้องต้นเพื่อสนับสนุนแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ต้องการวิจัย

2) การวิจัยระยะที่ 2 คือ ระยะการวิเคราะห์และประมวลข้อมูลในส่วนประเด็นงานวิจัยและประเด็นข้อมูลสนับสนุนงานวิจัยได้ชัดเจนแล้ว

3) การวิจัยระยะที่ 3 คือ ระยะการเริ่มต้นกระบวนการวิจัยอย่างแท้จริง เป็นขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ ข้อมูลเชิงพฤติกรรม ข้อมูลเชิงกายภาพ ข้อมูลเชิงจิตวิทยา ข้อมูลเชิงการออกแบบ ข้อมูลเชิงการตลาด ฯลฯ เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนและหาคำตอบให้กับงานวิจัยตามประเด็นปัญหาการวิจัยที่ต้องไว้พร้อมสมุติฐานการวิจัย

4) การวิจัยระยะที่ 4 คือ ระยะของการนำข้อมูลที่สนับสนุนเพื่อการตอบปัญหาการวิจัยในระยะที่ 3 มาประมวลตามหลักการและทฤษฎีทางการออกแบบ เพื่อสรุปประเด็นด้วยการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ข้อมูลแล้วนำประเด็นที่ได้มาสร้างเป็น “ข้อจำกัดทางการออกแบบและพัฒนา”

5) การวิจัยระยะที่ 5 คือ ระยะของการนำ “ข้อจำกัดทางการออกแบบและพัฒนา” ผ่านกระบวนการทางทฤษฎีทางการออกแบบที่มีความน่าเชื่อถือ ร่วมกับกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ มาทำการพัฒนาเป็นรูปแบบผลิตภัณฑ์ต่างๆ โดยใช้ “กระบวนการระดมสมอง” และกระบวนการเพื่อสร้างหรือพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้สามารถตอบประเด็นปัญหาการวิจัยได้ชัดเจน

6) การวิจัยระยะที่ 6 คือ ระยะของการนำรูปแบบการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ได้ทั้งหมดมาคัดเลือกเพื่อนำเข้าไปทำการผลิตในระบบอุตสาหกรรม โดยอาศัยการผ่านการกลั่นกรองจากการใช้กระบวนการตารางเมตริกตามการประยุกต์ทฤษฎีทางการออกแบบ เพื่อคัดเลือกรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนามาจำนวน 3 – 5 แบบ เพื่อคัดเลือกเพียง 1 แบบในการผลิตจริง

7) การวิจัยระยะที่ 7 คือ ระยะของการผลิตต้นแบบจริง แล้วนำผลิตภัณฑ์ที่สร้างจริงแล้วมาทดสอบตามมาตรฐานต่างๆที่ได้รับการยอมรับเพื่ออ้างอิงว่าผลิตภัณฑ์ที่พัฒนามานั้นมีความเหมาะสมและรองรับด้วยมาตรฐาน

8) การวิจัยระยะที่ 8 คือ ระยะของการนำต้นแบบที่ผลิตจริงและผ่านการทดสอบมาตรฐาน เพื่อหาผลของค่าระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อพิจารณาหาความพึงพอใจหลังการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์แล้ว ผลระดับค่าความพึงพอใจ

9) การวิจัยระยะที่ 9 คือ ระยะในการสรุปผลการวิจัยทั้งหมดที่ผ่านมาแล้วทำการประมวลเพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ที่ได้จากกระบวนการวิจัยทั้งหมดเขียนในรูปของรายงานผลการวิจัยจำนวน 5 บท เพื่อรายงานผลการวิจัยที่ผ่านมาในรูปลักษณะเล่มรายงานแบบละเอียด

10) การวิจัยระยะที่ 10 คือ ระยะของการนำเสนอผลงานการวิจัยในเชิงสาธารณะ เช่น การเผยแพร่ในรูปลักษณะโปสเตอร์ในงานสัมมนาเชิงวิชาการ , รูปลักษณะบทความวิจัยในงานสัมมนาเชิงวิชาการทั้งระดับชาติ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะเน้นที่การสร้างการยอมรับในสังคมโดยเน้นการเผยแพร่เป็นหลักใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียก เพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ ได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูล เอกสารแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อประกอบการศึกษาและพัฒนาด้วยข้อมูลเชิงทุติยภูมิจากแหล่งข้อมูลต่างๆ โดยมีการวิเคราะห์เพื่อแยกรายละเอียดข้อมูลแต่ละประเภทเพื่อประกอบการศึกษารายวัตถุประสงค์การวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

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 บ้านพักอาศัย
- 2.4.1 บ้านพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยว
- 2.4.2 บ้านพักอาศัยประเภททาวน์เฮาส์
- 2.4.3 ปัจจัยที่มีผลการเปลี่ยนแปลงลักษณะบ้านพักอาศัย

2.5 เกษตรอินทรีย์
- 2.5.1 หลักการเกษตรอินทรีย์
- 2.5.2 หลักการผลิตพืชเกษตรอินทรีย์และการปรับปรุงดิน
- 2.5.3 ความต้องการธาตุอาหารพืชกับเกษตรอินทรีย์
- 2.5.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

2.6 ธรรมชาติของดิน
- 2.6.1 ความหมายของดิน
- 2.6.2 ประเภทของดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

2.7.1 ทรัพยากรธรรมชาติ

2.7.2 สิ่งแวดล้อม

2.8 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.8.1 แนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม

2.8.2 แนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

2.8.3 หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

2.8.4 การยศาสตร์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์

2.8.5 หลักการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ไม้

2.8.6 หลักการออกแบบบรรจุภัณฑ์

2.9 ไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์

2.9.1 ระบบนิวแมติกส์

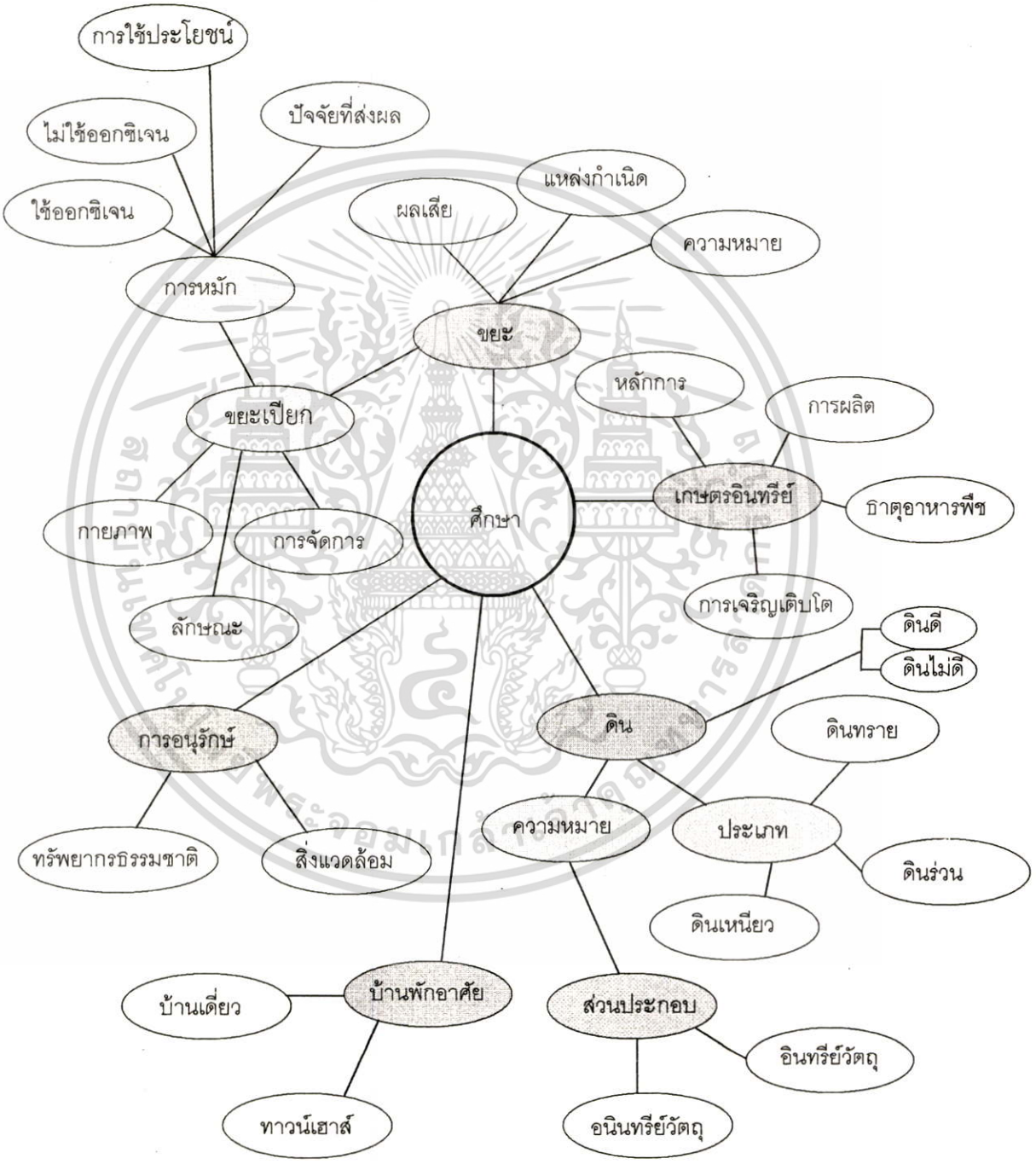
2.9.2 ระบบไฮดรอลิกส์

2.10 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียก เพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ สามารถแสดงขั้นตอนกระบวนกำหนดรูปแบบและลักษณะของการศึกษาค้นคว้าข้อมูล เอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยโดยมีรายละเอียดดังนี้

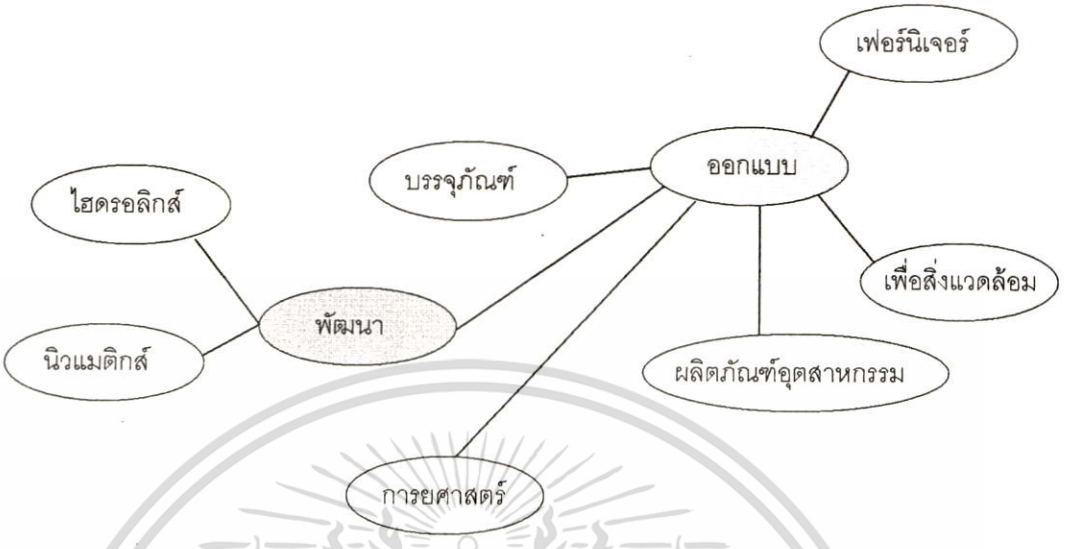
1. วัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อศึกษากระบวนการขั้นตอนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์



ภาพที่ 2.1 แสดงขั้นตอนกระบวนกำหนดรูปแบบและลักษณะของข้อมูล

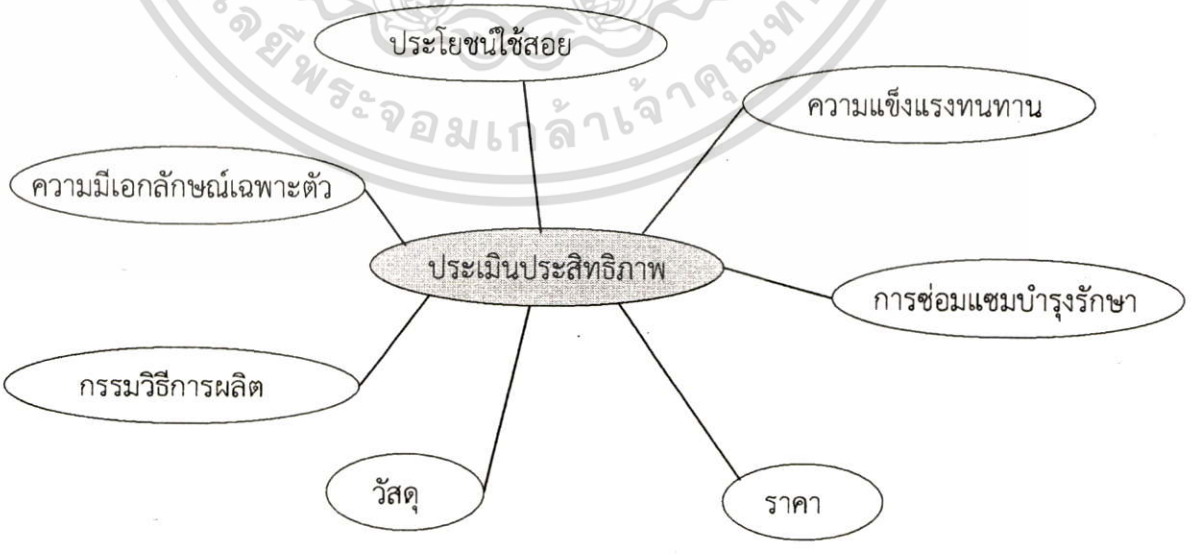
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วัตถุประสงค์ที่ 2 เพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์



ภาพที่ 2.2 แสดงขั้นตอนกระบวนกำหนดรูปแบบและลักษณะของข้อมูล

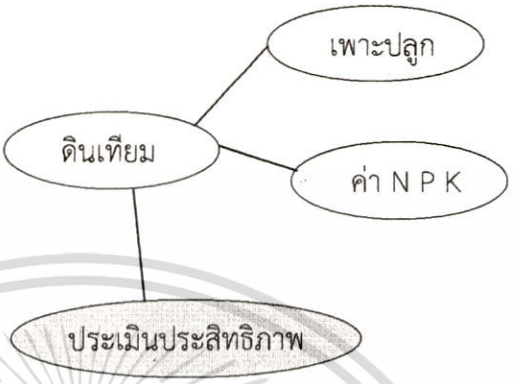
3. วัตถุประสงค์ที่ 3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้านประโยชน์ใช้สอย, ความแข็งแรงทนทาน, การซ่อมแซมบำรุงรักษา, ราคา, วัสดุและกรรมวิธีการผลิต, ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว



ภาพที่ 2.3 แสดงขั้นตอนกระบวนกำหนดรูปแบบและลักษณะของข้อมูล

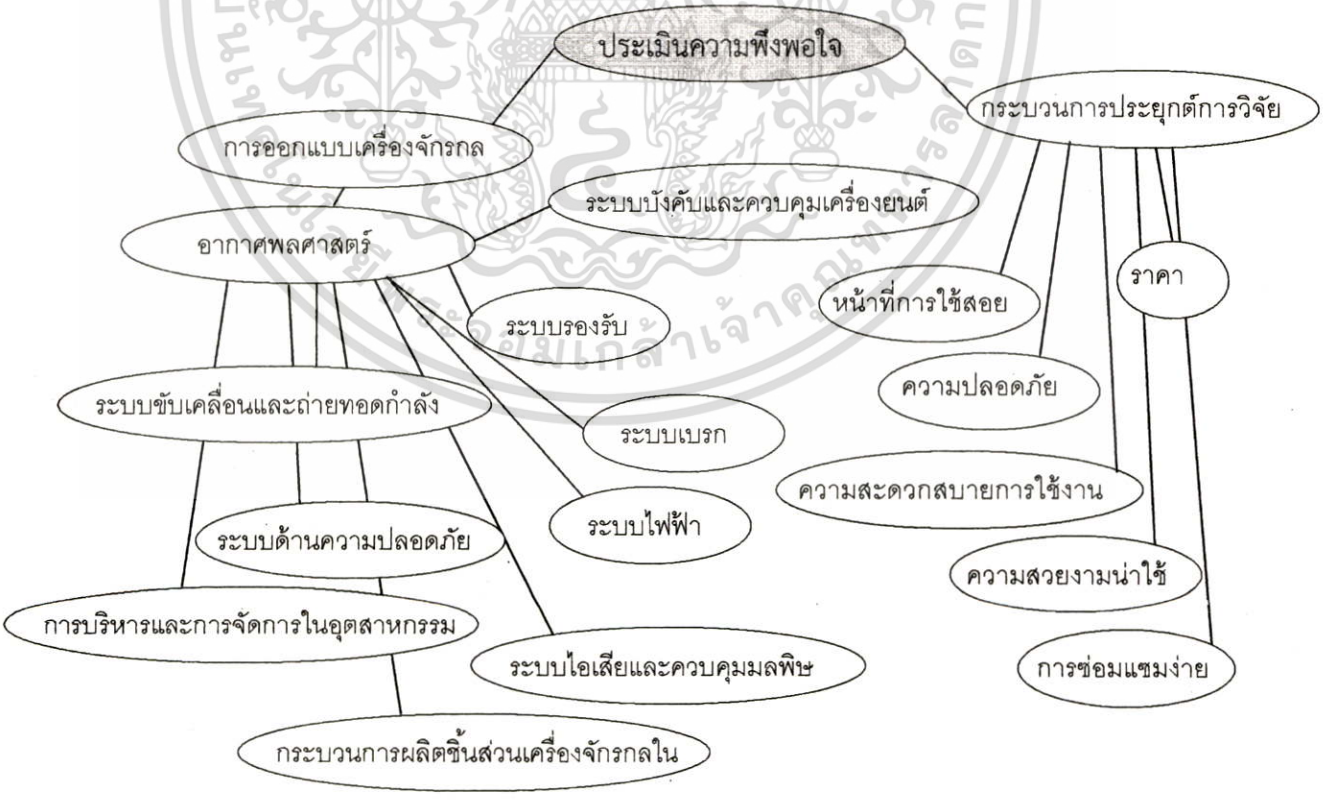
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วัตถุประสงค์ที่ 4 เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก



ภาพที่ 2.4 แสดงขั้นตอนกระบวนกำหนดรูปแบบและลักษณะของข้อมูล

5. วัตถุประสงค์ที่ 5 เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์



ภาพที่ 2.5 แสดงขั้นตอนกระบวนกำหนดรูปแบบและลักษณะของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 เถ้า มูลสัตว์ รวมตลอดถึงสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์ หรือที่อื่นๆ

พิชิต สกุลพราหมณ์ (2535:334) ได้ให้ความหมายของขยะ (Refuse or Solid Waste) หรือมูลฝอย หรือหยากเยื่อ ว่าหมายถึง บรรดาสิ่งของที่เสื่อมคุณภาพหรือชำรุดหรือหมดสภาพการใช้งานหรือบรรดาสิ่งของของเศษวัสดุต่างๆ 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 สถานที่นำวัสดุกลับคืน หรือสถานที่ใดๆ ที่มีการนำมูลฝอยมาแปรสภาพและนำผลพลอยได้จากกระบวนการมาใช้ประโยชน์

สถานีขนถ่ายมูลฝอย (Transfer Station) หมายถึง สถานที่สำหรับถ่ายเทมูลฝอยจากรถเก็บขนมูลฝอยลงสู่พาหนะขนาดใหญ่ เพื่อขนส่งไปยังสถานที่แปรสภาพหรือกำจัดมูลฝอย

สถานที่ฝังกลบมูลฝอย (Landfill Facility) หมายถึง สถานที่จัดการมูลฝอยที่นำมูลฝอยมาเทกองในพื้นที่ซึ่งจัดเตรียมไว้ ใช้เครื่องจักรกลบดอัดกลบทับเป็นชั้นๆ และได้จัดเตรียมมาตรการป้องกันน้ำ ชะขยะมูลฝอยไหลซึมลงสู่แหล่งน้ำใต้ดิน การป้องกันกลิ่นและแมลงวันรบกวนและแพร่กระจายเชื้อโรคสู่สภาพแวดล้อมโดยรอบ

เตาเผามูลฝอย หมายถึง ระบบหรืออุปกรณ์ใดๆ ที่ใช้เพื่อกำจัดมูลฝอยโดยวิธีการเผาไหม้ (กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2540)

สรุป มูลฝอย หมายถึง สิ่งของต่างๆ ที่ไม่ได้ใช้แล้วหรือทิ้งแล้ว เช่น ขยะเปียก ขยะแห้งและขยะอันตราย ขยะเหล่านี้มาจากหลายแห่ง อาทิ โรงงานอุตสาหกรรม อาคาร สำนักงานบ้านเรือน ตลาดสด สถาบัน และที่อื่นๆ

2.1.2 แหล่งกำเนิดของมูลฝอย

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

2.1.2.2 เขตธุรกิจการค้า ตลาดสด (Commercial Area) ได้แก่ มูลฝอยที่เกิดจากกิจกรรมประเภทการค้าขายของชุมชน โดยเฉพาะตามเขตย่านพาณิชยกรรม ตลาดสด มูลฝอยส่วนใหญ่ ได้แก่ พวกเศษสินค้าที่ไม่ต้องการ อาทิ บรรจุภัณฑ์พลาสติก กระดาษ เป็นต้น หากพิจารณาในตลาดสดพบมูลฝอยส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ อาทิ เศษผัก ผลไม้ ที่เกิดจากการค้าขายอาหารสด โดยทั่วไปมูลฝอยจากเขตนี้ไม่ค่อยก่อปัญหามากนัก เพราะมูลฝอยประเภทเศษกระดาษ พลาสติกมักถูกคัดแยกออกไปก่อนโดยกลุ่มแม่ค้าหรือพวกเก็บเศษมูลฝอยไปจำหน่าย รวมทั้งพวกเศษอาหาร ผักสด 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 บริเวณที่มีโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ตั้งอยู่และมีการผลิตมูลฝอยเกิดขึ้น ทั้งที่เกิดจากกระบวนการผลิตโดยตรงและโดยอ้อม อาทิเกิดจากบรรจุภัณฑ์หรือของเสียจากการผลิตเอง องค์ประกอบของมูลฝอยจากเขตอุตสาหกรรมแบ่งเป็นมูลฝอยทั่วไปและมูลฝอยอันตราย โดยลักษณะของมูลฝอยอันตรายขึ้นอยู่กับประเภทของอุตสาหกรรม มูลฝอยที่เป็นอันตรายอาจมีประโยชน์ต่อกิจกรรมอื่นได้ อาทิ น้ำมันเก่าหรือเศษน้ำมันเชื้อเพลิง สารทำละลายที่ใช้แล้ว สามารถนำไปปรับปรุงคุณภาพหรือผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดอื่นได้ ส่วนมูลฝอยทั่วไปจากเขตอุตสาหกรรมมีลักษณะเหมือนมูลฝอยชุมชนทั่วไป ทั้งนี้อาจเกิดจากกิจกรรมประจำวันของคนงานหรือพนักงาน

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 ผลเสียที่เกิดจากขยะมูลฝอย

1. ทำให้เกิดทัศนะอุจาด คือ แลดูสกปรก ขาดความเป็นระเบียบเรียบร้อย เป็นที่น่ารังเกียจแก่ผู้อยู่อาศัยในบริเวณใกล้เคียงรวมทั้งผู้พบเห็น โดยเฉพาะนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติ

2. เป็นแหล่งเพาะและแพร่เชื้อโรค โดยเฉพาะขยะติดเชื้อจากสถานพยาบาล และขยะเปียกที่แบคทีเรียทำหน้าที่ย่อยสลาย เชื้อโรคตามขยะจะแพร่ไปกับน้ำ แมลง หนู และสุนัขที่มาตอมหรือคุ้ยเขี่ย เช่น เชื้อที่ทำให้เกิดโรคอหิวาต์ ไทฟอยด์และโรคบิด

3. ทำให้ดินเสื่อมและเกิดมลพิษ เพราะจะทำให้พื้นดินสกปรกดินมีสภาพเป็นเกลือด่าง หรือกรด หรือมีสารพิษที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในดิน ตลอดจนทาให้สมบัติทางกายภาพของดินเปลี่ยนแปลงไป เช่น โซเดียมทาให้เนื้อดินแตกร่วน

4. ทำลายแหล่งน้ำ

1) ขยะที่ตกในแหล่งน้ำลำคลองและท่อระบายน้ำ จะทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน การไหลของน้ำไม่สะดวกจึงเกิดสภาวะน้ำท่วมได้ง่าย

2) ทำให้เกิดมลพิษทางน้ำในลักษณะต่างๆ เช่น ทำให้น้ำเน่า น้ำเป็นพิษ น้ำที่มีเชื้อโรคและน้ำที่มีคราบน้ำมัน ซึ่งไม่เหมาะกับการใช้อุปโภคบริโภค สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงคุณภาพ เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะพืชและสัตว์น้ำ

3) ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ เพราะการเผาขยะทำให้เกิดควันและขี้เถ้า การหมักหมมและเน่าสลายของขยะ จะก่อให้เกิดก๊าซพิษและกลิ่นเหม็น

4) ก่อความรำคาญและบั่นทอนสุขภาพของมนุษย์ เป็นผลจากการเกิดทัศนะอุจาด ก๊าซพิษ กลิ่นเหม็น เป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคตลอดจนการเกิดมลพิษทางน้ำและอากาศ

5) ทำให้เกิดอัคคีภัย เนื่องจากขยะหลายชนิดติดไฟได้ง่าย โดยเฉพาะเมื่อแห้ง

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 เศษพืชผักและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลไม้ เศษหญ้า เป็นต้น ดังนั้น จึงจำเป็นต้องทำการเก็บขนและนำไปกำจัดทำลายอย่างรวดเร็วเพื่อป้องกันกลิ่นเหม็นจากการเน่าเสียของขยะประเภทนี้

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

2.2.1.2 การจำแนกตามองค์ประกอบของขยะมูลฝอย จำแนกได้ดังนี้

ขยะอินทรีย์ (organic waste) ขยะมูลฝอยที่สามารถย่อยสลายได้ด้วยขบวนการทางชีวภาพ โดยมีจุลินทรีย์ทำหน้าที่ย่อยสลาย เช่น เศษอาหาร เศษพืชผักและผลไม้ เศษหญ้า เศษใบไม้และกิ่งไม้ รวมทั้งซากสัตว์และมูลสัตว์ต่างๆ เป็นต้น ขยะประเภทนี้สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ในรูปแบบของการหมักทำปุ๋ย น้ำหมักชีวภาพ ขยะอินทรีย์แยกได้ตามการย่อยสลาย ดังนี้ คือ

1. ขยะสีน้ำตาล เป็นขยะที่มีคาร์บอนสูง จึงมีอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูง ส่วนใหญ่เป็นขยะที่แห้ง เช่น หญ้าแห้ง กิ่งไม้ ใบไม้ เศษผม กระดาษ กล่องกระดาษ เปลือกไม้ เป็นต้น

2. ขยะสีเขียว เป็นขยะที่มีไนโตรเจนสูง จึงมีอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำ ส่วนใหญ่เป็นขยะที่สด เช่น หญ้าและใบไม้เขียว เศษอาหาร เศษผัก เปลือกผลไม้ ถุงน้ำชา 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 โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

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

โดยกำหนดให้ m = ปริมาณความชื้น (%)

w = น้ำหนักเริ่มต้นของตัวอย่างขยะมูลฝอย (กก.)

d = น้ำหนักของตัวอย่างเดิมหลังจากอบแห้งที่ 105 องศาเซลเซียส (กก.)

ตัวอย่างเช่น ขยะที่เกิดขึ้นในช่วงฤดูฝนย่อมจะมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงกว่าขยะที่มีอยู่ในช่วงฤดูร้อนอันเนื่องมาจากน้ำฝนที่ตกลงมาจนทำให้ขยะมีความเปียกชื้น หรือขยะที่เป็นเศษอาหารและเศษพืชผักผลไม้ก็ย่อมจะมีน้ำเป็นส่วนประกอบมากกว่าขยะจำพวกเศษไม้หรือเศษสิ่งของอื่นๆ เป็นต้น ปริมาณความชื้นมีส่วนสัมพันธ์กับค่าความร้อน (heating value) ของขยะ รวมทั้งปริมาณน้ำชะมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฝอย (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) น้ำหนักจำเพาะเป็นข้อมูลที่ใช้ประเมินคำน้ำหนักและปริมาตรของขยะที่ต้องจัดการเกี่ยวพันกับการกำหนดขนาดความจุของถังหมักที่เหมาะสมสำหรับในบ้านพักอาศัย น้ำหนักจำเพาะของขยะมูลฝอย จำแนกออกเป็น 2 แบบด้วยกัน คือ น้ำหนักจำเพาะขณะที่ขยะอยู่ในสภาพถูกบดอัดให้แน่น (compacted specific weight) และในขณะที่ขยะไม่อยู่ในสภาพถูกบดอัด (uncompacted specific weight) การบดอัดขยะให้แน่นจะทำให้ปริมาณขยะลดลงไปจากเดิม ส่งผลต่อการจัดการด้านต่างๆ

ค. ขนาด ขยะที่เกิดขึ้นในบ้านพักอาศัยส่วนใหญ่มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน เนื่องจากเป็นขยะที่เกิดจากการอุปโภคและบริโภคเป็นส่วนใหญ่ โดยขยะที่พบมากในแต่ละชุมชน ได้แก่ เศษไม้ เศษอาหาร กิ่งไม้และเศษหญ้าจากสวนมีขนาดไม่แตกต่างกันมากนัก

ง. การยอมให้น้ำซึมผ่าน เป็นการที่ขยะมูลฝอยไม่ว่าจะอยู่ในสภาพถูกอัดแน่นเป็นก้อนหรือในสภาพทั่วไปยินยอมให้น้ำ และมวลสารอื่นๆ ซึมผ่านได้ดีมากน้อยเพียงใด คุณสมบัติดังกล่าวนี้จะเกี่ยวข้องกับการไหลของน้ำชะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากขบวนการย่อยสลายขยะภายในหลุมฝังกลบอาจจะไหลซึมและปนเปื้อนกับน้ำใต้ดินที่อยู่ลึกลงไปจากหลุมฝังกลบได้ หากขยะมีคุณสมบัติยอมให้น้ำซึมผ่านได้ดีก็จะส่งผลให้ชะมูลฝอยมีโอกาสซึมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินได้ง่าย

2.2.1.4 คุณสมบัติทางเคมี การวิเคราะห์ขยะมูลฝอยทางเคมีขั้นสุดท้าย (ultimate analysis) พบว่า ขยะทุกประเภทมีส่วนประกอบทางเคมีดังนี้ ธาตุหลัก ได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ธาตุรอง ได้แก่ ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ และขี้เถ้า 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

2.2.2.2 ขนาดของครัวเรือน ครัวเรือนเป็นจุดเริ่มต้นของแหล่งกำเนิดขยะ เนื่องจากสมาชิกในครัวเรือนเป็นผู้ก่อขยะ ในอัตราที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการบริโภคและอุปโภคสินค้าของแต่ละครัวเรือน ดังนั้น ขนาดของครัวเรือนที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อปริมาณขยะที่ต่างกันด้วย โดยจำนวนสมาชิกในครัวเรือน จะสามารถบ่งชี้ถึงของปริมาณขยะที่เกิดขึ้นของแต่ละชุมชนได้ ชุมชนเมืองที่มีประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่นจะเป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดขยะในปริมาณมากกว่าชุมชนชนบทที่มีประชากรอาศัยอยู่อย่างเบา บาง ดังเช่น กรุงเทพมหานครที่มีผู้คนอยู่อาศัยเป็นจำนวนมาก แล้วส่งผลต่อปริมาณขยะที่เกิดจากการ บริโภคอุปโภคตามจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นด้วย

2.2.2.3 ความแตกต่างระหว่างฤดูกาล องค์ประกอบและปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาจะแตกต่างกันไปตามฤดูกาลโดยสินค้าบริโภคและอุปโภคบางประเภทที่จะหาซื้อได้ตามฤดูกาล เช่น พืชผักและผลไม้ตามฤดูกาลสิ่งเหล่านี้จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงองค์ประกอบของขยะอินทรีย์ที่จะเกิดตามมาภายหลัง

2.2.2.4 กฎหมายและระเบียบข้อบังคับที่เกี่ยวข้อง กฎหมายและระเบียบข้อบังคับที่ออกโดยรัฐบาลมอบหมายให้เทศบาลและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) เป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่ดูแล ยังไม่มีการบังคับใช้อย่างมีประสิทธิภาพ การที่รัฐไม่ได้ออกกฎข้อบังคับให้มีการคัดแยกขยะจากแหล่งกำเนิดอย่างชัดเจน ครัวเรือนละเลยการคัดแยกขยะที่แหล่งกำเนิด ทำให้เกิดการปนเปื้อนจนไม่สามารถนาขยะกลับมาใช้ได้อย่างเต็มที่และทำให้ปริมาณขยะที่ต้องนำไปกำจัดและทำลายยังสถานที่ฝังกลบเพิ่มมากขึ้น

2.2.2.5 ทัศนคติของประชาชน ทัศนคติของประชาชนนับเป็นสิ่งสำคัญ หากประชาชนมีทัศนคติที่ดีต่อการช่วยลดอัตราการเกิดขยะมูลฝอยให้น้อยลงแล้ว ทำให้ประชาชนพยายามเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการบริโภคหรือวิถีชีวิตของตนเองที่ทำให้เกิดขยะให้น้อยที่สุด โดยเริ่มต้นจากการช่วยลดการบริโภคสินค้าฟุ่มเฟือยและสินค้าที่ไม่จำเป็นให้น้อยลง หรืออาจเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของตนเองด้วยการคัดแยกขยะแต่ละประเภท เพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ทำให้ขยะอินทรีย์จะย่อยสลายได้ง่าย ปะปนอยู่กับขยะมูลฝอยอื่นที่กำจัดยาก ทำให้ขยะประเภทอื่นๆ เสื่อมสภาพและกำจัดยากใช้งบในการกำจัดสูง 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 ถังใบที่สองใส่ขยะแห้งและถังใบที่สามใส่ขยะจาพวกเถ้าและขยะอันตรายในบ้าน เช่น แบตเตอรี่ ถ่านไฟฉาย กระป๋องสารเคมีแก้ว เป็นต้น ทำให้แยกประเภทขยะมูลฝอยได้มากขึ้น สะดวกในการกำจัดและปลอดภัยจากอันตรายขณะกำจัดและการเก็บขน

2.2.3.2 ภาชนะรองรับขยะ

เพื่อให้การจัดเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและลดการปนเปื้อนของขยะมูลฝอยที่มีศักยภาพในการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่จะต้องมีการตั้งจุดรวบรวมขยะมูลฝอย และให้มีการแบ่งแยกประเภทของถังรองรับขยะสีต่าง ๆ โดยมีถุงบรรจุในถัง เพื่อความสะดวกในการเก็บรวบรวมขยะและไม่ตกหล่น ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.6 แสดงตัวอย่างถังขยะประเภทต่างๆ
ที่มา https://www.google.co.th/search?q=ถัง+ขยะ+ประเภท+ต่างๆ
อ้างถึงใน อัจฉรสิริ อนุมณี, 2557

1. สีเขียว ถังรองรับขยะที่เน่าเสียและย่อยสลายได้เร็ว นำมาหมักทำปุ๋ยได้ เช่น ผักผลไม้ เศษอาหาร ใบไม้

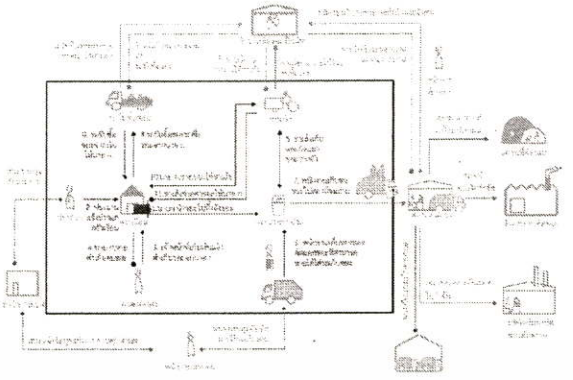
2. สีเหลือง ถังรองรับขยะที่สามารถนำมารีไซเคิลหรือขายได้ เช่น แก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะ

3. สีแดง ถังรองรับขยะที่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เช่น หลอดไฟ ฟลูออเรสเซนต์ ขวดยา ถ่านไฟฉายกระป๋องสีสเปรย์ กระป๋องยาฆ่าแมลง ภาชนะบรรจุสารอันตราย

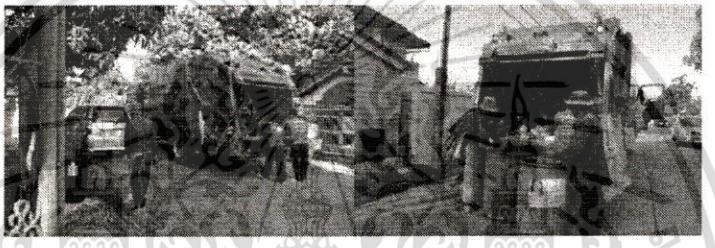
4. สีฟ้าหรือสีน้ำเงิน ถังรองรับขยะย่อยสลายไม่ได้ ไม่เป็นพิษและไม่คุ้มค่ากับการรีไซเคิล เช่น พลาสติกห่อลูกอม ซองบะหมี่สำเร็จรูป ถุงพลาสติก โฟมและฟอล์ยที่เปื้อนอาหาร การสำรวจระบบการเก็บขยะมูลฝอยจากที่พักอาศัยหน่วยงานรักษาความสะอาดของกรุงเทพมหานคร พบว่าการดำเนินเก็บขนขยะมูลฝอยมี 2 วิธี ดังนี้

ก. การเก็บขนขยะมูลฝอยแบบบ้านต่อบ้าน โดยการให้รถเก็บขยะและเจ้าหน้าที่ออกไปเก็บขยะมูลฝอยให้ถึงบ้านและชุมชนที่รถเก็บขยะสามารถเข้าเก็บขนได้ ครัวเรือนนำขยะมูลฝอยจากบ้านมาใส่ถังขยะรองรับไว้ ถังรองรับตามครัวเรือนเป็นระบบถังขยะใบเดียว (One - can System) เป็นถังขยะที่รับขยะทุกชนิดหรือเรียกว่าขยะผสม (Mixed Refuse) เพื่อรอรถเก็บขนมาเก็บขนขยะตามวันที่สำนักงานเขตกำหนด แล้วรถเก็บขนขยะมูลฝอยนั้นจะนำขยะมูลฝอยไปยังสถานีขนถ่ายอ่อนนุชต่อไป ดังภาพที่ 2.7 และภาพที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



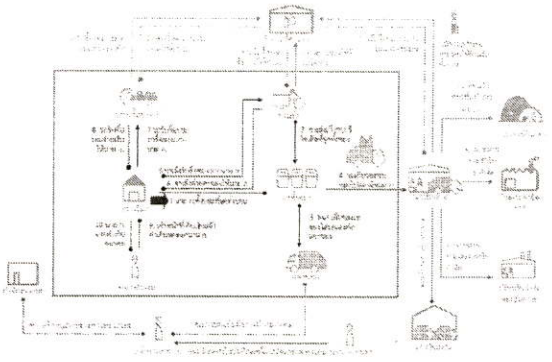
ภาพที่ 2.7 การเก็บขนขยะมูลฝอยแบบบ้านต่อบ้าน
ที่มา อัจฉรสิริ อนุมณี (2557)



ภาพที่ 2.8 การเก็บขนขยะแบบบ้านต่อบ้านของเจ้าหน้าที่เก็บขนขยะ
ที่มา อัจฉรสิริ อนุมณี (2557)

ข. การเก็บขนแบบกำหนดจุด โดยนำถังรองรับขยะมูลฝอยไปตั้งให้ตามจุดทิ้งขยะในหมู่บ้าน แหล่งชุมชนและบริเวณที่มีขยะมูลฝอยเป็นจำนวนมาก เช่น ตามตลาดชุมชนที่หนาแน่น เพื่อให้ครัวเรือนนำขยะมูลฝอยมาใส่ลงในถังรองรับ ถังรองรับขยะมูลฝอยนี้จะมี 2 ชนิด คือ ถังพลาสติก ขนาด 240 ลิตร และถังคอนเทนเนอร์ขนาด 4 และ 8 ลูกบาศก์เมตร เมื่อถึงกำหนดวันเก็บขยะ รถเก็บขนขยะจะไปเก็บขนขยะตามจุดที่ติดตั้งถังรองรับขยะและนาขยะมูลฝอยที่เก็บขนไปยังสถานีขนถ่ายขยะอ่อนนุช ดังภาพที่ 2.9 และภาพที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.9 แสดงการเก็บขนขยะแบบกำหนดจุด
ที่มา อัจฉรสิริ อนุมณี (2557)

ภาพที่ 2.10 การเก็บขนขยะแบบกำหนดจุดของเจ้าหน้าที่เก็บขนขยะ
ที่มา อัจฉรสิริ อนุมณี (2557)

จากการสำรวจพบว่า การจัดการขยะของครัวเรือนมีการจัดการที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายด้าน เช่น อุปกรณ์หรือภาชนะรองรับขยะ ลักษณะพื้นที่พักอาศัยที่จำกัด ประสิทธิภาพของการเก็บขนขยะของสำนักงานเขตที่ไม่สามารถจัดเก็บขยะครัวเรือนได้ทุกวัน ขาดถังขยะแยกประเภท ทำให้เกิดการปนเปื้อนและเน่าเสียของขยะอินทรีย์ ส่งผลกระบทต่อสิ่งแวดล้อมในชุมชน การเก็บขนขยะตามครัวเรือนของสานักงานเขตที่ขาดแคลนทั้งอุปกรณ์และพนักงานรวมถึงวิธีการเก็บขนของพนักงานที่ไม่สร้างแรงจูงใจในการคัดแยกขยะด้วยการเก็บขนขยะมูลฝอยแบบบ้านต่อบ้านและการเก็บขนขยะแบบกำหนดจุดมีจุดเด่นและจุดด้อยต่างกัน ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการเก็บขนขยะของเจ้าหน้าที่แตกต่างกัน การเก็บขนขยะในภาพที่ 2.2 เป็นรูปแบบการจัดเก็บที่ใช้เวลานานในแต่ละครั้ง เนื่องจากเจ้าหน้าที่ต้องเดินเก็บขนถังขยะตามบ้านพักอาศัยแต่ละหลังภายในชุมชนนำไปขนถ่ายใส่รถเก็บขยะ ทำให้เจ้าหน้าที่ใช้เวลานานในการเก็บขนขยะระหว่างบ้านแต่ละหลังกับระยะห่างของรถเก็บขยะ จากลักษณะของถังขยะที่มีตามครัวเรือนดังภาพที่ 1.1 ส่งผลต่อการทำงานของเจ้าหน้าที่ยากต่อการยกหรือเคลื่อนย้ายถัง ทำให้ขยะและน้ำขยะไหลจากถังขยะในระหว่างเก็บขนได้ ส่งกลิ่นเหม็นสร้างความรำคาญแก่ครัวเรือน ต่างจากการจัดเก็บขยะแบบกำหนดจุด เนื่องจากแต่ละชุมชนมีจุดทิ้งขยะน้อย ทำให้เจ้าหน้าที่ใช้เวลาในการเก็บขนขยะแต่ละชุมชนน้อยกว่าแบบบ้านต่อบ้าน แต่สร้างความลำบากแก่ครัวเรือนในการนำขยะออกมาทิ้งตามจุดที่กำหนดไว้ และจำนวนถังขยะแบบกำหนดจุดทิ้งมักมีจำนวนจำกัดไม่เพียงพอแต่ปริมาณขยะของแต่ละชุมชน ทำให้เกิดขยะล้นถังเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหล่งเพาะเชื้อโรคได้ง่ายและสร้างทัศนียภาพที่ไม่ดีในการมอง จากที่กล่าวมาข้างต้น ส่งผลต่อพฤติกรรมการคัดแยกขยะของครัวเรือนที่ไม่เห็นความสำคัญและการใช้ประโยชน์จากการคัดแยกขยะ ทำให้ขยะอินทรีย์ปนเปื้อนกับขยะประเภทอื่น ทำให้คุณภาพขยะต่ำยากต่อการนำไปใช้ประโยชน์ต่อ

2.3 การหมัก

กระบวนการหมักขยะอินทรีย์เป็นกระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพของสารอินทรีย์ ด้วยจุลินทรีย์หลายชนิด ภายใต้สภาวะที่มีสารอาหาร ความชื้น อุณหภูมิและปัจจัยที่เหมาะสมต่อการทางานของจุลินทรีย์ที่มีผลผลิตที่มีความคงตัวมีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำ ไม่มีกลิ่นและสามารถนาไปใช้ประโยชน์ทางด้านเกษตรกรรมและอุปโภคได้ จึงต้องคำนึงถึงคุณภาพให้เหมาะแก่การนำไปใช้ด้วย

ประเภทของกระบวนการหมักสามารถแบ่งประเภทได้ดังนี้

2.3.1 การหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Decomposition)

การย่อยสลายอินทรียวัตถุของจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ต้องใช้ออกซิเจน ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เป็นก๊าซและคาร์บอนออกไซด์ การย่อยสลายสารอินทรีย์ อาศัยจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้ออกซิเจน 2 กลุ่ม คือ จุลินทรีย์สร้างกรด (Acid Forming Anaerobic Composting) และจุลินทรีย์สร้างมีเทน (Methanogenic Anaerobic Bacteria) เพื่อใช้สลายสารอินทรีย์ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนและได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นสารคงตัว ก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนออกไซด์ ก๊าซอื่นๆ เช่น แอมโมเนียไฮโดรเจนซัลไฟด์ และพลังงานความร้อน ตามปฏิกิริยา ดังนี้

$$\text{Organic matter} + O_2 + \text{Nutrients} \xrightarrow{\text{Anaerobic Bacteria}} \text{New Cells} + \text{Resistant Organic} + CH_4 + CO_2 + NH_3 + H_2S + \text{Heat}$$

ผลผลิตที่ได้จากในรูปของเหลวที่ได้มาจากการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้จากพืชหรือสัตว์ลักษณะสดหรืออวบน้ำ โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนเป็นส่วนใหญ่ได้เป็นของเหลวออกมาจากพืชหรือสัตว์ ประกอบด้วยกรดอินทรีย์และฮอร์โมนหรือสารเสริมการเจริญเติบโตหลายชนิด โดยการพิจารณาลักษณะที่ดีทางกายภาพของกระบวนการหมัก ดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงลักษณะทางกายภาพของกระบวนการหมัก

ลักษณะทางกายภาพในระหว่างการหมัก	การพิจารณาปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่เสร็จสมบูรณ์
1. การเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์สังเกตจากเกิดฝ้าขาวหรือโคโลนีที่เพิ่มขึ้นบริเวณผิวหน้าของถังหมัก 2. การเกิดฟองก๊าซคาร์บอนออกไซด์ (Co2) 3. กลิ่นฉุนของแอลกอฮอล์ 4. หากนำสารละลายมาแตะลิ้นจะมีรสเปรี้ยวจากกรดแลคติก 5. สารละลายมีลักษณะน้ำตาลใส ไม่ขุ่นดาและมีกลิ่นหอม	1. น้ำหมักชีวภาพมีลักษณะสีน้ำตาลเข้มใส ไม่ขุ่นดำ ส่วนกากจะตกลงด้านล่าง 2. น้ำหมักชีวภาพไม่มีกลิ่นเหม็นเน่า แต่มีกลิ่นหอมเหมือนเหล้าหมักหรือมีกลิ่นของกากน้ำตาลและกลิ่นเหม็นเปรี้ยว เนื่องจากเกิดกรดอินทรีย์เพิ่มขึ้น 3. น้ำหมักชีวภาพจะต้องมีฟองก๊าซหรือไม่มีฟองก๊าซคาร์บอนออกไซด์ (Co2) หรือมีน้อยมากหากเกิดการหมักวัสดุจนหมดแล้ว 4. น้ำหมักชีวภาพจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 3-4

ที่มา http://puechkaset.com/ อ้างถึงใน อัจฉรสิริ อนุมณี, 2557

หลังจากกระบวนการหมักเสร็จสมบูรณ์จะได้เป็นสารละลายสีน้ำตาลข้นที่ได้จากการย่อยสลายของพืช 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 คาร์โบไฮเดตร 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 เสียงแจ่ว พิริยพฤนต์, 2544 อ้างถึงใน อัจฉรสิริ อนุมณี, 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากธาตุอาหารแล้วคุณสมบัติของน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากกระบวนการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน ได้แก่ กรดอินทรีย์หลายชนิด เช่น กรดแลคติค กรดอะซิติคและกรดฮิวมิค ฮอร์โมนหลายชนิด เช่น ออกซิเจน ไซโตไคนิน และจิบเบอร์เรลลิน และมีค่าเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 3-4

ตารางที่ 2.3 แสดงชนิดของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากวัสดุหมักต่างๆ

ชนิดของน้ำหมัก	ผลิตจากผักและเศษพืช	ผลิตจากขยะอินทรีย์	ผลิตจากสัตว์
วัสดุหมัก	น้ำหมักที่ได้จากเศษพืช เศษผักจากแปลงเกษตร หลังการเก็บ และคัดแยกผลผลิต	น้ำหมักที่ได้จากขยะในครัวเรือน เช่น เศษอาหาร เศษผักผลไม้ เล็กน้อย	น้ำหมักชีวภาพจากสัตว์ เป็นน้ำหมักที่ได้จากเศษเนื้อต่างๆ เช่น เนื้อปลา เนื้อหอย เป็นต้น
ผลผลิตที่ได้	น้ำหมักที่ได้มีลักษณะเป็นน้ำข้นสีน้ำตาล มีกลิ่นหอม ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน กรดแลคติค และฮอร์โมนเอนไซม์	น้ำหมักที่ได้มีลักษณะข้นสีน้ำตาลจางกว่าชนิดแรก และมีกลิ่นหอมน้อยกว่า บางครั้งอาจมีกลิ่นเหม็นบ้าง ต้องใช้กากน้ำตาลเป็นส่วนผสม	น้ำหมักที่ได้จะมีสีน้ำตาลเข้ม มักมีกลิ่นเหม็นมากกว่าน้ำหมักที่ได้จากวัตถุหมักอื่น ต้องใช้กากน้ำตาลเป็นส่วนผสม
การนำไปใช้ประโยชน์	- ใช้เป็นหัวเชื้อในการทำปุ๋ยหมักอินทรีย์ - ใช้ในการกำจัดน้ำเสียและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ - ใช้ทำความสะอาดพื้นที่เลี้ยงสัตว์ - ใช้บำบัดกลิ่นเหม็นต่างๆ เช่น ห้องส้วม กองขยะ ท่อระบายน้ำ		
ข้อควรระวัง	- การควบคุมปริมาณกากน้ำตาล เพื่อป้องกันการเกิดกลิ่นเหม็นระหว่างการหมัก - การควบคุมการใช้ปุ๋ยน้ำชีวภาพ โดยไม่ใช้ติดต่อกันหลายวันและใช้ปริมาณที่เข้มข้นสูง		

ที่มา เสียงแจ่ว พิริยพฤนต์, 2544 ; http://puechkaset.com

2.3.2 การหมักแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Decomposition)

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

$$\text{Organic matter} + O_2 + \text{Nutrients} \xrightarrow{\text{Aerobic Bacteria}} \text{New Cells} + \text{Resistant Organic} + H_2O + CO_2 + NH_3 + SO_2 + \text{Heat}$$

กระบวนการหมักประกอบด้วยกลไกที่สำคัญ 2 ขั้นตอน ได้แก่

การย่อยสลายอย่างเข้มข้น (Intensive rotting phase) เกิดขึ้นในช่วง 24 ชั่วโมงแรกของการหมัก อุณหภูมิของการหมักจะสูงถึง 45 องศาเซลเซียสเป็นช่วงที่เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยแบคทีเรียประเภทมีโซฟิลิค (Mesophilic) หลังจาก 24 ชั่วโมงแล้วอุณหภูมิของสารหมักจะสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จนถึงประมาณ 75 องศาเซลเซียส ช่วงนี้การย่อยสลายสารอินทรีย์จะเกิดขึ้นเนื่องจากแบคทีเรียประเภทเทอร์โมฟิลิค (Thermophilic) และอุณหภูมิที่สูงระดับนี้จะทำให้เชื้อโรคที่อยู่ในวัสดุหมักส่วนใหญ่ตายได้ระยะเวลาของการเกิดกลไกนี้จะประมาณ 3-6 สัปดาห์ หรือตั้งแต่ 1-5 วัน ขึ้นอยู่กับวิธีการหมักและองค์ประกอบของวัสดุหมัก

การย่อยสลายขั้นสุดท้าย (Final rotting phase) หลังจากที่การย่อยสลายอย่างเข้มข้นเสร็จสิ้นแล้ว อุณหภูมิของสารหมักจะค่อยๆ ลดลงจนเหลือประมาณ 30 องศาเซลเซียส อินทรีย์สารที่ย่อยสลายได้ยาก เช่น พวกเซลลูโลสจะถูกย่อยสลายขั้นนี้จะใช้เวลาตั้งแต่ 3 เดือนขึ้นไปจนถึง 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 เบ็ญจวรรณ์, 2555

2.3.3 จุลินทรีย์ที่มีในกระบวนการหมัก

กลุ่มจุลินทรีย์ในการดำเนินกิจกรรมย่อยสลาย ได้แก่ ยีสต์ทำหน้าที่เปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ จุนลินทรีย์ที่ผลิตกรดอินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย ผลิตกรดแลคติก (Lactic acid bacteria) หรือแบคทีเรียผลิตกรดอะซีติก (Acetic acid bacteria) และจุลินทรีย์ย่อยสลายแป้ง โปรตีน และไขมัน ดังนั้นบทบาทและหน้าที่ของกลุ่มจุลินทรีย์มีความเกี่ยวข้องกับการแปรสภาพอินทรีย์วัตถุให้เป็นของเหลว มีดังนี้

1. กลุ่มยีสต์ (Yeasts) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของยีสต์จะสามารถสืบพันธ์ได้โดยการแตกหน่อที่ไม่อาศัยเพศ และยีสต์ใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหาร (Brock er al, 1984) ดังนั้นในกระบวนการหมักจำเป็นต้องใช้น้ำตาล โดยยีสต์ทำหน้าที่เปลี่ยนแป้งเป็นแอลกอฮอล์ การเปลี่ยนแปลงน้ำตาลให้เป็นเอททิลแอลกอฮอล์ในสภาพไร้อากาศ นอกจากนี้ยีสต์จะผลิตวิตามินและฮอร์โมนในระหว่างกระบวนการหมักด้วย ในกระบวนการหมักจะมีค่าความกรด-ด่างต่ำมาก แต่ยีสต์สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่เป็นกรดสูง ระหว่าง 4.0-6.5 และดำรงชีพอยู่ได้ในสภาพที่มีค่าพีเอชระหว่าง 1.5-3.5 จะมีจุลินทรีย์กลุ่มอื่นร่วมทำปฏิกิริยาอยู่ด้วย ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นกรดอินทรีย์เกิดขึ้นมาก ทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูง ในภาวะค่าพีเอชต่ำจะทำให้เกิดจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียได้ และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักเป็นปัจจัยหนึ่งที่ควบคุมคุณภาพของผลผลิตที่ได้จากกระบวนการหมัก

2. กลุ่มแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก (Lactic acid bacteria) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาแบคทีเรียกลุ่มนี้เป็น Gram-positive asporogenous rod-shaped bacteria จะไม่มีการสร้างสปอร์ รูปร่างของเซลล์มีลักษณะเป็นท่อนสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพไม่มีออกซิเจนและใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหารและพลังงาน แบคทีเรียกลุ่มนี้แบ่งได้ 2 กลุ่มคือ homofermentative เป็นจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติก (Lactic acid) เท่านั้น กลุ่มที่ 2 เรียกว่า heterofermentative หลังจากกระบวนการหมักได้กรดแลคติก กรดอะซีติก ฟอร์มิก กลีเซอรอล แอลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนออกไซด์ จุลินทรีย์ดังกล่าวสามารถทดต่อสภาพความเป็นกรดสูง

3. กลุ่มแบคทีเรียที่ผลิตกรดอะซีติก (Acetic acid bacteria) ลักษณะทางพื้นฐานวิทยาของแบคทีเรียกลุ่มนี้เป็น gram –negative aerobic rod and cocci รูปร่างเป็นท่อนแต่มีหลายลักษณะ เช่น รูปรีหรือไม้กระบองโค้ง เคลื่อนที่ได้เป็นพวกที่ต้องการออกซิเจน ทนต่อสภาพความเป็นกรดได้ดีที่มีค่าพีเอชต่ำ ระหว่าง 3.0-3.5 บทบาทสำคัญของแบคทีเรียชนิดนี้จะใช้แอลกอฮอล์เป็นอาหารและแหล่งพลังงานให้เป็นกรดอะซีติก โดยปฏิกิริยา oxidation ในสภาพที่มีออกซิเจน (Brock and et al, 1984 อ้างถึงใน เสียงแจ่ว พิริยพฤนต์และคณะ, 2544)

4. กลุ่มจุลินทรีย์ย่อยสลายอินทรีย์ไนโตรเจน จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการแปรสภาพอินทรีย์ไนโตรเจนให้เป็นอนินทรีย์ไนโตรเจนประกอบด้วย แบคทีเรีย ราและแอคติโนมัยซีส ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากกระบวนการนี้ส่วนใหญ่ได้แอมโมเนีย จึงเรียกจุลินทรีย์กลุ่มนี้ว่า ammonifiers ทำหน้าที่ย่อยโปรตีนให้มีขนาดโมเลกุลเล็กลงเป็นกรดอะมิโน

5. กลุ่มจุลินทรีย์แปรสภาพฟอสฟอรัส จุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนอินทรีย์ฟอสฟอรัสและอนินทรีย์ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปไม่เป็นประโยชน์ให้เป็นฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ จุลินทรีย์สร้างน้ำย่อย phytase, phosphatase, nucleotidases และ glecerophosphatase

เพื่อแปรสภาพอินทรีย์ฟอสฟอรัสที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชให้เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ จุลินทรีย์ในกระบวนการหมักมีทั้งจุลินทรีย์ประเภทต้องการออกซิเจนและประเภทไม่ต้องการออกซิเจน จุลินทรีย์ทั้ง 2 กลุ่มนี้ต่างพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันสามารถอยู่ร่วมกันได้ โดยแบ่งจุลินทรีย์จากธรรมชาติที่มีประโยชน์ต่อพืช สัตว์และสิ่งแวดล้อมได้ 5 กลุ่ม ดังตารางที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 กลุ่มจุลินทรีย์และหน้าที่ในกระบวนการหมัก

ลำดับ	กลุ่มจุลินทรีย์	หน้าที่
กลุ่มที่ 1	พวกเชื้อราที่มีเส้นใย (Filamentous fungi)	พวกเชื้อราที่มีเส้นใยเป็นตัวเร่งการย่อยสลาย สามารถทำงานได้ดีในสภาพที่มีออกซิเจน มีคุณสมบัติต้านทานความร้อนได้ดี ปกติใช้เป็นหัวเชื้อผลิตเหล้าผลิตปุ๋ยหมัก
กลุ่มที่ 2	กลุ่มจุลินทรีย์พวกสังเคราะห์แสง (Photosynthetic microorganisms)	สังเคราะห์สารอินทรีย์ให้แก่ดิน เช่น ไนโตรเจน (N2) 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 ที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมเป็นพิษต่างๆ 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 ส่วนใหญ่เป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศหาย ช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคพืชที่มีจำนวนนับแสนหรือให้หมดไป

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกระบวนการหมักทั้งสองรูปแบบต่างมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันไป รวมทั้งผลผลิตที่ได้จากกระบวนการหมักและการนำไปใช้ประโยชน์ แล้วแต่ความเหมาะสมของการนำไปใช้งานของแต่ละครัวเรือน ดังตารางที่ 2.6 เปรียบเทียบคุณลักษณะของกระบวนการหมักทั้งสองรูปแบบ

ตารางที่ 2.6 การเปรียบเทียบการหมักระหว่างแบบใช้อากาศและแบบไม่ใช้อากาศ

รูปแบบการหมัก	การหมักแบบใช้ออกซิเจน	การหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน
วัตถุประสงค์	ลดปริมาตรขยะ บำรุงพืช	ผลิตพลังงาน น้ำหมักชีวภาพ ลดปริมาตรขยะ
ระยะเวลาหมัก	20-30 วัน	20-40 วัน
ผลิตภัณฑ์จากการหมัก	ฮิวมัส, น้ำ, ก๊าซคาร์บอนออกไซด์	สลัดจ์, ก๊าซมีเทน, น้ำหมักชีวภาพ, ก๊าซคาร์บอนออกไซด์
ปริมาตรขยะคงเหลือ	น้อยกว่า 50%	มากกว่า 50%

ที่มา : Tchobanoglous, G. et al., (1993) อ้างถึงใน ลักขณา เบ็ญจวรรณ์, 2555 (ดัดแปลง)

จากการศึกษากระบวนการหมักขยะอินทรีย์ทั้งรูปแบบพบว่า กระบวนการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจนมีความเหมาะสมต่อการจัดการขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยและผลผลิตที่ได้จากกระบวนการหมักที่มีลักษณะเป็นของเหลวที่ประกอบด้วยสารละลายของอินทรียวัตถุสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งด้านการเกษตรและสิ่งแวดล้อมในบ้านพักอาศัยได้

2.3.4 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายในกระบวนการหมัก

ระยะเวลาการหมักวัสดุที่มีลักษณะสดในสภาพที่เป็นของเหลวนั้นจะขึ้นอยู่กับปัจจัยของสภาพแวดล้อมและปัจจัยของวัสดุลักษณะสดที่ใช้ในการหมักด้วย ดังนั้นปัจจัยบางประการจะบ่งบอกถึงประสิทธิภาพอัตราการย่อยสลายวัสดุหมักสด ดังนี้

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

2.3.4.2 อุณหภูมิ จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการหมักเป็นจุลินทรย์ที่เจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิปกติหรือระหว่าง 30- 35 องศาเซลเซียสและไม่ต้องการแสงแดด อุณหภูมิที่เหมาะสมเป็นตัวชี้วัดถึงกิจกรรมการดำรงชีวิตที่ดีของจุลินทรีย์ในระบบ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในช่วงแรกที่อุณหภูมิที่ 35 องศาเซลเซียส พวกคาร์โบไฮเดรต เช่น แป้งและน้ำตาลจะถูกย่อยสลาย ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรตีนและสารประกอบไนโตรเจนจะถูกย่อยสลายที่อุณหภูมิที่ 60-65 องศาเซลเซียส เมื่อกระบวนการหมักเริ่มจะสมบูรณ์อุณหภูมิจะเริ่มลดลงจุลินทรีย์พวกแอคติโนมัสซีสและฟังไจจะเพิ่มปริมาณขึ้น ทำให้เริ่มเปลี่ยนไปอยู่ในรูปสารประกอบคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนที่ความเสถียรภาพ เช่น เซลลูโลส (Rabbani et al,1983 อ้างถึงใน ลักขณา เบ็จวรรณ์, 2555)

2.3.4.3 ความชื้น กระบวนการหมักจะต้องการความชื้นสูง โดยบ่งบอกถึงการถ่ายเทออกซิเจนในกระบวนการหมักให้สภาพที่มีความเหมาะสมในกระบวนการหมักให้จุลินทรีย์ดำเนินกิจกรรมได้ดี มีผลต่ออัตราเร็วในการย่อยสลายสารอินทรีย์และทำให้สารละลายในวัสดุหมักออกจากเซลล์ ความชื้นที่เหมาะสมอยู่ระหว่างร้อยละ 70-80 และควรควบคุมความชื่นให้มีค่าเหมาะสมตลอดการหมัก ค่าความชื้นแปรเปลี่ยนตามคุณสมบัติทางกายภาพขนาดของวัสดุหมักและระบบการหมัก (Rabbani et al,1983 อ้างถึงใน ลักขณา เบ็ญจวรรณ์, 2555) ความชื้นมีผลกระทบต่อการหมักในการถ่ายเทอากาศและกิจกรรมของจุลินทรีย์

2.3.4.4 ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นอีกปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างมากในการหมัก เนื่องจากแบคทีเรีย แอคติโนมัยซีสและฟังไจมีช่วงค่าความเหมาะสมของการเป็นกรด-ด่างในการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปวัสดุหมักเริ่มต้นมีค่ากรด – ด่างประมาณ 6 ในช่วงแรกของการหมักและมีค่าลดลง การย่อยสลายจะเริ่มช้าลง แต่เมื่อช่วงเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นค่ากรด – ด่างจะสูงขึ้นที่ประมาณ 8.5 อย่างรวดเร็ว การหมักไม่จาเป็นต้องมีการปรับค่ากรด – ด่างเริ่มต้น เพราะค่าของการหมักถูกปรับตัวให้เป็นกลางอัตโนมัติ (Miller,1992 อ้างถึงใน ลักขณา เบ็จวรรณ์, 2555) การปรับค่าพีเอชจึงไม่จำเป็นในการเริ่มต้นการหมัก ยกเว้นกรณีที่วัสดุหมักมีค่าเริ่มต้นสูงหรือต่ำเกินไปทำให้กระบวนการหมักในช่วงแรกเกิดได้ช้า ควรปรับค่าพีเอชให้เหมาะสมเพื่อเพิ่มอัตราการย่อยสลายในการหมัก (Haug, 1993 อ้างถึงใน ลักขณา เบ็จวรรณ์, 2555)

2.3.4.5 ขนาด ขนาดของเศษวัสดุคือสิ่งที่ควรคำนึงถึงด้วย เพราะถ้าขนาดของเศษวัสดุที่นำมาหมักมีขนาดเล็กอัตราการย่อยสลายจะเกิดเร็วกว่าเศษวัสดุที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากมีพื้นที่ผิวให้จุลินทรีย์สัมผัสมาก จึงเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์อย่างทั่วถึง แต่ถ้าเศษวัสดุที่นำมาหมักมีขนาดเล็กเกินไปจะทำให้ความพรุนในกองหมักลดลง ทำให้ไปขัดขวางการระบายอากาศของการหมักได้

2.3.4.6 การระบายอากาศ โดยทั่วไปแล้วกระบวนการหมักเกิดขึ้นในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนมากว่ามีออกซิเจน และได้ก๊าซคาร์บอนออกไซด์ (Co2) ในระหว่างการหมัก ดังนั้นต้องให้มีการระบายก๊าซคาร์บอนออกไซด์ออกไป เพื่อเป็นการรักษาสภาวะในการหมักให้เหมาะสมและลดการสะสมของก๊าซคาร์บอนออกไซด์ (เสียงแจ่ว พิริยพฤนต์และคณะ, 2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 แนวทางการใช้ประโยชน์จากผลผลิต

2.3.5.1 ด้านสิ่งแวดล้อม

1. การใช้บำบัดกลิ่นเหม็นต่างๆ โดยผสมน้ำในสัดส่วน 1 ต่อ 10 แล้วราดบริเวณที่มีกลิ่น เช่น ห้องส้วม กองขยะ ท่อ ระบายน้ำ เป็นต้น จุลินทรีย์จะไปเร่งการย่อยสลายที่เป็นต้นเหตุให้เกิดกลิ่นเหม็นแล้วคายออกซิเจนออกมา

2. การเทลงโถส้วมหรือท่อระบายน้ำทิ้ง หลังใช้งาน จุลินทรีย์จะไปช่วยย่อยสลายสารตกค้างทำให้ส้วมไม่เต็มเร็ว และท่อระบายน้ำทิ้งไม่อุดตัน

3. การเทลงในทีระบายน้ำหรือบ่อที่มีน้ำเน่าเสีย จุลินทรีย์จะไปย่อยสลายอินทรีย์สารที่เป็นเหตุให้น้ำเน่า แล้วเพิ่มก๊าซออกซิเจนในน้ำทำให้น้ำหายเน่าเสีย

2.3.5.2 ด้านการเกษตร

1. น้ำหมักชีวภาพผสมอัตราส่วน 1 ส่วนต่อน้ำ 500 ส่วน ใช้ฉีดหรือรดที่ใบโคนต้นไม้สัปดาห์ละ 3-4 ครั้งจะทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดี

2. น้ำหมักชีวภาพนำไปผสมกับพืชบางชนิด เช่น ใบและเมล็ดสะเดา ตะไคร้หอม ข่า สาบเสือ ยาฉุน โลติ๊น เป็นต้น ใช้ฉีดต้นไม้ลดการก่อกวนของแมลง โดยไม่ต้องใช้ปุ๋ยเคมีและยาฆ่าแมลง โดยน้ำจุลินทรีย์มีประโยชน์จะช่วยให้คุณภาพสิ่งแวดล้อมดีขึ้น

3. น้ำหมักชีวภาพช่วยเพิ่มอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ในดิน และน้ำ

4. น้ำหมักชีวภาพใช้รดต้นพืชหรือแช่เมล็ดพันธุ์ ท่อนพันธุ์เพื่อเร่งการเกิดราก และการเจริญเติบโตของพืช

5. น้ำหมักชีวภาพเป็นสารที่ทำหน้าที่เหมือนฮอร์โมนพืช กระตุ้นการเกิดราก และการเจริญเติบโต ทำให้ผลผลิต และคุณภาพสูงขึ้น

จากการศึกษาการจัดการขยะอินทรีย์และกระบวนการหมักขยะอินทรีย์ เพื่อนำขยะอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบของขยะอินทรีย์ที่เกิดจากการอุปโภคและบริโภคในครัวเรือนมีความชื้นสูงเหมาะต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้ออกซิเจนที่เป็นกิจกรรมหลักของกระบวนการย่อยสลายอินทรียวัตถุในกระบวนการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน โดยผลผลิตที่ได้รับจากกระบวนหมักครัวเรือนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ภายในบ้านพักอาศัยได้ ส่งผลต่อด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ใช้ดับกลิ่นเหม็นของท่อระบายน้ำและส้วม ส่วนด้านการเกษตร เช่น บำรุงต้นไม้ ช่วยไล่ศัตรูพืช เป็นต้น

กระบวนการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจนจะประสบผลสำเร็จจนได้ผลผลิตนั้น จำเป็นต้องควบคุมปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการหมัก เช่น ความชื้น การระบายอากาศ สัดส่วนของวัสดุหมัก ขนาดของถังหมักที่ช่วยควบคุมอุณหภูมิให้มีสภาวะเหมาะสมต่อการดำเนินกิจกรรมของจุลินทรีย์ในกระบวนการหมัก เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีประสิทธิภาพนำไปสู่การออกแบบและพัฒนาถังหมักที่สามารถควบคุมปัจจัยที่มีต่อกระบวนการหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 บ้านพักอาศัย

ปัจจุบันบ้านพักอาศัยขนาดเล็กได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากปัจจัยหลายประการ เช่น โครงสร้างประชากร ระบบการขนส่งและจราจร ราคาน้ำมัน และทัศนคติของการอยู่อาศัยของคนรุ่นใหม่ พร้อมการขยายตัวของเมืองและการรองรับประชากรที่อาศัยอย่างหนาแน่นในเขตเมืองสูง การกระจายตัวออกบริเวณรอบนอกในลักษณะกระจัดกระจาย (urban sprawl) ปรากฏการณ์การดังกล่าวเป็นการขยายตัวของชุมชนเมืองอย่างรวดเร็ว พร้อมกับปัญหาการรองรับการเติบโตของเมือง (Brown, Dixon and Gillham, 2009 อ้างถึงใน วิมลสิทธิ์ หรยางกูร, 2555)

จากการสำรวจตลาดที่พักอาศัยในปี 2533 -2552 พบว่าที่อยู่อาศัยประเภทบ้านเดี่ยวและทาวน์เฮาส์ได้รับความนิยมมากที่สุด (ธนาคารอาคารสงเคราะห์, 2552) โดยความต้องการที่พักอาศัยในกรุงเทพมหานครมีขนาดเล็กลงและเน้นพื้นที่ใช้สอยเพิ่มสูงขึ้นในระดับราคาที่เหมาะสม โดยบ้านพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยวและทาวน์เฮาส์มีอัตราเติบโตเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 30.2 และร้อยละ 14.9 ตามลำดับของที่พักอาศัยทั้งหมด (สำนักสถิติแห่งชาติ. 2553) ขนาดพื้นที่เฉลี่ยของบ้านเดี่ยวที่ 60.12 ตารางวาและทาวน์เฮาส์ที่ 26.51 ตารางวา (วรพจน์ พนาชื่นวงษ์สกุล, 2550; ศิวาพร กลิ่นมาลัย, 2549) ดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 แสดงประเภทที่พักอาศัยของครัวเรือนส่วนบุคคลจำแนกตามประเภทของที่อยู่อาศัย กรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2553

ประเภทของที่อยู่อาศัย	ครัวเรือน	ร้อยละ
บ้านเดี่ยว	867,302	30.2
ทาวน์เฮ้าส์/บ้านแฝด/ทาวน์โฮม	428,382	14.9
คอนโดมิเนียม/แมนชั่น	266,959	9.3
แฟลต/อพาร์ทเม้นท์/หอพัก	632,497	22.0
ตึกแถว/ห้องแถว/เรือนแถว	554,868	19.3
ห้องภายในบ้าน	26,678	0.9
อื่น ๆ	10,782	0.4
รวมทั้งหมด	**2,869,224**	**100.0**

ที่มา สำมะโนประชากรและเคหะ พ.ศ. 2553 สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยี-สารสนเทศและการสื่อสาร

โดยทั่วไปการใช้สอยภายในบ้านพักอาศัยสำหรับครอบครัวเรียงลำดับด้วยการใช้สอยของผู้พักอาศัย ซึ่งลักษณะของบ้านเดี่ยวและทาวน์เฮาส์มีลักษณะการแบ่งพื้นที่ใช้สอยที่คล้ายคลึงกัน แตกต่างกันตรงขนาดพื้นที่ใช้สอยของประเภทที่พักอาศัยและลักษณะกิจกรรมของแต่ละครัวเรือน ได้แก่ ส่วนสาธารณะ กึ่งสาธารณะ กึ่งส่วนตัว ส่วนตัว และส่วนบริการ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ส่วนสาธารณะ – กึ่งสาธารณะ เป็นกลุ่มพื้นที่ใช้สอยที่ทุกคนสามารถเข้าถึงได้ตามลำดับความมาก- น้อยของผู้ใช้และลักษณะกิจกรรม ทั้งครอบครัวเจ้าของและผู้อื่น เช่น โถงทางเข้า ห้องรับแขก ห้องทานอาหาร เป็นต้น ห้องเหล่านี้ทุกคนในบ้านรวมทั้งแขกที่มาบ้านสามารถเข้าถึงได้เหมือนๆกัน ส่วนกึ่งสาธารณะ เช่น ห้องนั่งเล่น ห้องพระ เป็นต้น ห้องเหล่านี้ทุกคนในบ้านเท่านั้นที่จะสามารถเข้าถึงได้

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

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

2.4.1 บ้านเดี่ยว

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

ภาพที่ 2.11 ตัวอย่างบ้านเดี่ยวสองชั้นและบ้านเดี่ยวชั้นเดียว
ที่มา https://www.google.co.th/search?q=บ้านเดี่ยว อ้างถึงใน อัจฉรสิริ อนุมณี, 2557

บ้านเดี่ยวมีลักษณะพื้นที่ใช้สอยมาก สามารถแบ่งพื้นการใช้ประโยชน์ได้ครบถ้วนตามความต้องการของผู้พักอาศัยและมีความเป็นส่วนตัวสูง ได้แก่ กลุ่มพื้นที่สาธารณะ กึ่งสาธารณะ กึ่งส่วนตัว ส่วนตัว และส่วนบริการ ซึ่งส่วนบริการเป็นกลุ่มพื้นที่ใช้สอยประกอบด้วย ห้องครัว

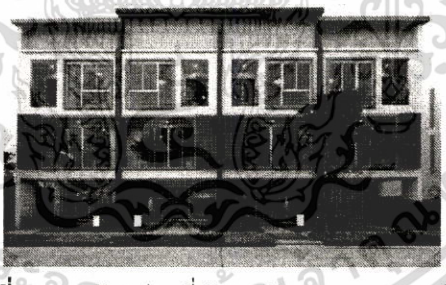
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนรับประทานอาหาร ห้องน้ำ - ส้วม ห้องเก็บของและส่วนจอดรถ ผู้พักอาศัยสามารถจัดพื้นที่ดังกล่าวได้แบ่งแยกได้เป็นสัดส่วนที่ชัดเจน แตกต่างจะบ้านพักอาศัยประเภททาวน์เฮาส์ที่แม้จะมีลักษะการแบ่งพื้นที่ใช้สอยที่คล้ายกับบ้านเดี่ยวแต่มีขนาดพื้นที่ที่เล็กกว่า

2.4.2 ทาวน์เฮาส์

2.4.2.1 ขนาดของทาวน์เฮาส์ ทาวน์เฮาส์ (Town house) ลักษณะอาคารที่ก่อสร้างต่อกันเป็นแถวยาว มีการใช้ผนังหรือกาแพงร่วมกันทั้ง 2 ด้าน ส่วนอีกสองด้านปล่อยอิสระ อาคารชนิดนี้มีที่ว่างสำหรับจอดรถและส่วนหน้าบ้านเล็กน้อย ความสูงของอาคารไม่เกินสามชั้น ตามกฎหมายที่ดินแต่ละหน่วยมีขนาดเล็กมากเพียง 16 -28 ตารางวาเป็นลักษณะอาคารสูงตั้งแต่ 2 -3 ชั้น ทาวน์เฮาส์กลุ่มหนึ่งประกอบด้วย ส่วนถนนตัดเข้าไปขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 6 เมตร แต่ละหน่วยด้านหน้ามีขนาดที่ดินตั้งแต่ 5-8 เมตร สิ่งปลูกสร้างติดต่อกันตั้งแต่ 2 หน่วยขึ้นไป โดยมีฝาร่วมกันด้านหนึ่งเป็นบ้านชั้นเดียวหรือหลายชั้นก็ได้ ตัวตึกอยู่ลึกเข้ามาจากริมถนน บริเวณที่ ว่างด้านหน้าอาจเป็นที่จอดรถหรือทำประโยชน์อย่างอื่น

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



ภาพที่ 2.12 ตัวอย่างที่พักอาศัยประเภททาวน์เฮาส์

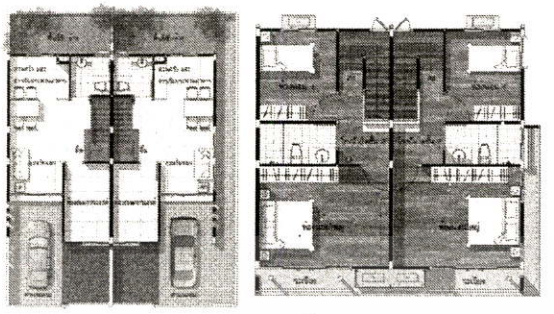
ที่มา https://www.google.co.th/search?q=ทาวน์เฮาส์

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

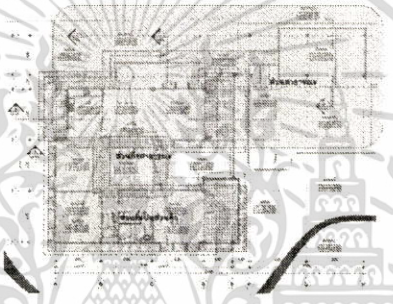
จากการศึกษารูปแบบพื้นที่ใช้สอยในที่พักอาศัย พบว่า บริเวณพื้นที่ห้องครัวและส่วนซักล้างเป็นบริเวณที่ออกแบบให้เหมาะต่อการจัดการขยะอินทรีย์ การออกแบบอุปกรณ์และการใช้พื้นที่ให้สอดคล้องกับกิจกรรมการจัดการขยะอินทรีย์ที่เกิดขึ้นบริเวณห้องครัวได้แก่ การเตรียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุดิบปรุงอาหาร การปรุงอาหาร การคัดแยก การเก็บรวบรวม และการทิ้งขยะอินทรีย์ กิจกรรมทั้งหมดเกิดขึ้นในบริเวณห้องครัวและห้องเตรียมอาหาร



ภาพที่ 2.13 ตัวอย่างการจัดแบ่งพื้นที่ใช้สอยทาวน์เฮาส์ 2 ชั้น
ที่มา http://sarithorn.co.th/project_home_detail.php?fh=MQ==



ภาพที่ 2.14 แสดงพื้นที่ใช้สอยส่วนต่างๆ ภายในบ้านพักอาศัย
ที่มา http://www.forfur.com/แต่งบ้าน/20-ข้อควรรู้ก่อนสร้างบ้าน

โดยพื้นที่ในการจัดการขยะอินทรีย์อยู่ในส่วนของห้องครัวเป็นหลัก โดยกิจกรรมที่เกิดในพื้นที่ครัวมีตั้งแต่การนำของที่จ่ายตลาดเข้ามาในครัว เพื่อล้างและเก็บเข้าตู้เย็น หลังจากนั้นเมื่อถึงเวลาทำอาหารจะนำของออกจากตู้เย็นเพื่อปรุงอาหาร โดยการหั่นและล้างอีกครั้งจึงส่งต่อไปยังส่วนของการปรุงอาหาร จากกิจกรรมที่ดังกล่าวทำให้เกิดขยะอินทรีย์ในพื้นที่มากที่สุดของพื้นที่ใช้สอยในบ้านพักอาศัย และจำเป็นต้องมีการจัดการขยะอินทรีย์ที่เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพในระหว่างกิจกรรมที่เกิดขึ้น ลักษณะห้องครัวในบ้านพักอาศัยมีการวางตำแหน่งห้องครัว 2 วิธี คือ การแยกครัวจากตัวบ้านพักอาศัยและการรวมครัวอยู่ในบ้านพักอาศัย ลักษณะบ้านพักอาศัยในการวิจัยครั้งนี้มีขนาดพื้นที่ใช้สอยจำกัดอย่างบ้านเดี่ยวและทาวน์เฮาส์ในครั้งนี้ ส่วนครัวจึงมีหน้าที่เป็นห้องเตรียมอาหารและปรุงอาหาร เพื่อเป็นการประหยัดพื้นที่และความต่อเนื่องของกิจกรรมภายในห้องครัว ได้แก่ การเก็บอาหาร การปรุงอาหาร การล้างทำความสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 แสดงกิจกรรมใช้พื้นที่ห้องครัว

กิจกรรมหลัก	กิจกรรมรอง
เตรียมอาหาร ปรุงอาหาร ล้างจาน เก็บของ เสิร์ฟอาหาร ทำความสะอาด	รับประทานอาหาร ล้างมือ ซักล้าง

ที่มา เลอสม สถาปิตานนท์, 2558

การเก็บอาหาร การปรุงอาหาร การล้างทำความสะอาดถือเป็นกิจกรรมภายในห้องครัว ที่ต้องคิดและเตรียมการให้ถูกต้องเหมาะสมสอดคล้องกับพื้นที่ห้องครัวและการจัดวางลำดับเครื่องใช้ภายในห้องครัว เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้พื้นที่และเวลา อุปกรณ์ในห้องครัวควรเรียงกันในลักษณะรูปสามเหลี่ยมจะให้ผู้ใช้งานเป็นจุดศูนย์กลางที่มีอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานครัวอยู่ล้อมรอบ การเก็บอาหารคือตู้เย็น การปรุงอาหารคือเตา การล้างทำความสะอาดคืออ่างล้างจาน มีความยาวแต่ละด้านรวมกันไม่ควรน้อยกว่า 3.60 เมตรและไม่ควรเกิน 6.60 เมตร (เลอสม สถาปิตานนท์, 2558) เป็นระยะทางที่เดินถึงกันได้ง่ายและไม่ถูกขัดจังหวะด้วยเส้นทางสัญจรอื่น

2.4.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะของบ้านพักอาศัย

รูปแบบการใช้ชีวิตของสังคมเมืองเปลี่ยนแปลงไป ค่าครองชีพสูงขึ้นและความต้องการที่อยู่อาศัยในเมืองหรือย่านใจกลางเมืองและตามแนวเส้นทางรถไฟฟ้า เพื่อลดค่าใช้จ่ายประหยัดเวลาในการเดินทางจึงเพิ่มมากขึ้น สำหรับที่อยู่อาศัยแนวราบ แม้จะถูกจำกัดด้านขนาดและราคาของที่ดิน ทำให้ไม่สามารถขยายโครงการที่พักอาศัยในย่านใจกลางเมืองหรือตามแนวเส้นทางขนส่งมวลชนได้ และความต้องการที่อยู่อาศัยแนวราบก็เพิ่มมากขึ้นในปีที่ผ่านมา (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2553) จึงมีการพัฒนาโครงการที่พักอาศัยขนาดเล็กเพิ่มขึ้นทั้งประเภทบ้านเดี่ยวและทาวน์เฮาส์ เนื่องจากเป็นที่อยู่อาศัยที่ตอบสนองด้านขนาดและราคาของที่ดินที่จำกัดได้ รวมทั้งทำเลที่มีศักยภาพสอดคล้องกับแหล่งงาน มีเส้นทางรถไฟฟ้ารองรับ ตอบสนองความต้องการที่อยู่อาศัยอย่างแท้จริงของผู้ที่ต้องการที่อยู่อาศัยในเขตชุมชนเมืองได้ (อภัสนันท์ เชื่อถือเจริญกิจ, 2554)

จากผลสำรวจแนวโน้มที่พักอาศัยในอนาคต พบว่า ขนาดของครอบครัวในเมืองไทยจะไปในทิศทางที่เล็กลง ฉะนั้นที่อยู่อาศัยจะเป็นลักษณะที่กระชับมากขึ้น มีขนาดพื้นที่ใช้สอยเล็กลง แต่มีประโยชน์ใช้สอยมากขึ้น เน้นในเรื่องของประโยชน์ใช้สอยให้สอดรับกับขนาดที่เล็กลง (ธนาคารอาคารสงเคราะห์, 2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 เกษตรอินทรีย์

เกษตรอินทรีย์คืออะไร เป็นคำถามที่ไม่แน่ใจว่าผู้คนจะลึกซึ้งมากน้อยเพียงใด ดังที่กล่าวมาแล้วว่าเกษตรอินทรีย์เกิดขึ้นในยุโรป ดังนั้นนิยามของเกษตรอินทรีย์จะแตกต่างกันไปตามข้อกำหนดของหน่วยงานรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ของแต่ละประเทศ ซึ่งมีความหมายที่แตกต่างจากผักไร้สารพิษ ผักปลอดภัยจากสารพิษ และผักอนามัยดังนี้

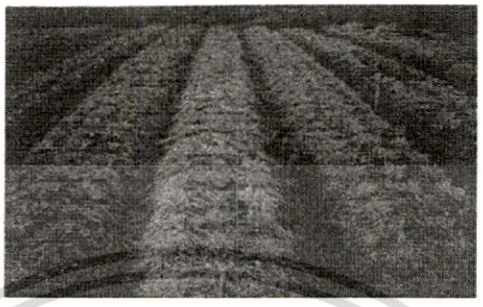
เกษตรอินทรีย์ (Organic Farming or Organic Agriculture) ในความหมายของสหพันธ์เกษตรนานาชาติInternational Federation of Agriculture Movement (IFOAM) นั้น หมายถึงระบบการเกษตรที่ผลิตอาหารและเส้นใย ด้วยความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม สังคมและเศรษฐกิจ โดยเน้นการปรับปรุงบำรุงดิน การเคารพต่อศักยภาพทางธรรมชาติของพืชสัตว์และระบบนิเวศ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

สรุป เกษตรอินทรีย์ คือระบบการผลิตที่คำนึงถึงสภาพแวดล้อม รักษาสมดุลของธรรมชาติและความหลากหลายทางชีวภาพ โดยมีระบบจัดการนิเวศวิทยาที่คล้ายคลึงกับธรรมชาติ หลีกเลี่ยงการใช้สารสังเคราะห์ไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยเคมี สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและฮอร์โมนต่างๆ ตลอดจนไม่ใช้พืชสัตว์ที่เกิดจากการตัดต่อทางพันธุกรรม

ผักไร้สารจากสารพิษ คือ ผักที่มีระบบการผลิตที่ไม่ใช้สารเคมีใดๆ ทั้งสิ้นไม่ว่าจะเป็นสารเคมีเพื่อป้องกันเพื่อปราบศัตรูพืชหรือปุ๋ยเคมีทุกชนิด แต่จะใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทั้งหมด และผลผลิตที่เก็บเกี่ยวแล้วต้องไม่มีสารพิษใดๆทั้งสิ้นผักปลอดภัยจากสารพิษ คือผักที่มีระบบการผลิตที่มีการใช้สารเคมีในการป้องกันและปราบศัตรูพืชรวมทั้งปุ๋ยเคมีเพื่อการเจริญเติบโตผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ยังมีสารพิษตกค้างไม่เกินปริมาณที่กำหนดไว้ เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคตามประกาศกระทรวงสาธารณะสุข ฉบับที่ 163 พ.ศ. 2538

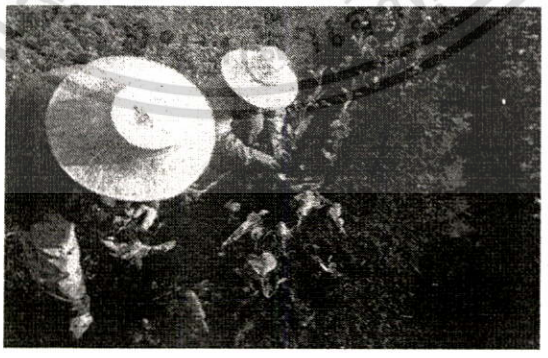
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผักอนามัย คือผักที่มีระบบการผลิตที่มีการใช้สารเคมีในการป้องกันและปราบศัตรูพืช รวมทั้งปุ๋ยเคมีเพื่อการเจริญเติบโต ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ยังมีสารตกค้างไม่เกินปริมาณที่กำหนดไว้เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคและมีความสะอาดผ่านกรรมวิธีการปฏิบัติก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ตลอดจนการขนส่ง และการบรรจุหีบห่อได้คุณสมบัติมาตรฐาน เป็นเกษตรอินทรีย์เป็นอย่างไร



ภาพที่ 2.15 แสดงการปลูกผักไร้สารจากสารพิษ
ที่มา การทำเกษตรประยุกต์ อช03074 : หน้า 19

การเกษตรปัจจุบันสามารถปรับเปลี่ยนเป็นเกษตรอินทรีย์ได้โดยเริ่มต้นศึกษาความรู้จากมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ที่ถูกกำหนดขึ้นเพื่อการปฏิบัติ โดยศึกษาความรู้จากธรรมชาติ เมื่อเริ่มปฏิบัติตามนี้แล้วก็นับได้ว่าก้าวเข้าสู่การทำเกษตรอินทรีย์ซึ่งเรียกได้ว่าเป็นเกษตรอินทรีย์ในระยะปรับเปลี่ยน เมื่อปฏิบัติอย่างเคร่งครัดและต่อเนื่องตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ไม่นานก็จะเป็นเกษตรอินทรีย์ได้ ทั้งนี้ ช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับประเภทเกษตรอินทรีย์ที่จะผลิตซึ่งได้ถูกกำหนดไว้ในมาตรฐานเกษตรอินทรีย์แล้ว ข้อสำคัญนั้นอยู่ที่การทำความเข้าใจเกษตรอินทรีย์ให้ท่องแท้มีความตั้งใจจริง มีความขยันหมั่นเพียรไม่ท้อถอยต่อปัญหา หรืออุปสรรคใด ๆ มีความสุขในการปฏิบัติก็จะบรรลุวัตถุประสงค์และประสบความสำเร็จดังที่ตั้งใจไว้ เพราะเกษตรอินทรีย์เป็นเรื่องที่ทุกคนสามารถปฏิบัติได้จริงเมื่อเป็นเกษตรอินทรีย์แล้วสามารถขอเอกสารรับรองมาตรฐานจากภาครัฐ หรือเอกชน จึงจะนับว่าเป็นเกษตรอินทรีย์ที่สมบูรณ์เป็นสมบัติล้ำค่าของแผ่นดิน



ภาพที่ 2.16 แสดงการปลูกผักไร้สารจากสารพิษ
ที่มา การทำเกษตรประยุกต์ อช03074 : หน้า 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 หลักการเกษตรอินทรีย์

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

2.5.1.1 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

8. ใช้ฮอร์โมนที่ได้จากธรรมชาติ เช่น จากน้ำสกัดชีวภาพแทนการใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์

9. รักษาความหลากหลายทางชีวภาพ โดยการรักษาไว้ซึ่งพันธุ์พืชหรือสัตว์ สิ่งที่มีชีวิตทุกชนิดที่มีอยู่ในท้องถิ่นตลอดจนปลูกหรือเพาะเลี้ยงขึ้นมาใหม่

10. การปฏิบัติหลักการเก็บเกี่ยวและการแปรรูปให้ใช้วิธีธรรมชาติ และประหยัดพลังงาน

11. ให้ความเคารพสิทธิมนุษย์และสัตว์

12. ต้องเก็บบันทึกข้อมูลไว้อย่างน้อย 3 ปี เพื่อรอการตรวจสอบ

2.5.1.2 วิธีการทำเกษตรอินทรีย์

1. ไม่ใช้สารเคมีใดๆ ทั้งสิ้น เช่น ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ และยาปราบศัตรูพืช

2. มีการไถพรวนระยะเริ่มแรก และลดการไถพรวนเมื่อปลูกไปนานๆ เพื่อรักษาสภาพโครงสร้างของดิน

3. มีการเปลี่ยนโครงสร้างของดินตามธรรมชาติ คือมีการคุมดินด้วยใบไม้แห้ง หญ้าแห้ง ฟางแห้ง วัสดุอื่นๆที่หาได้ในท้องถิ่นเพื่อรักษาความชื้นของดิน

4. มีการใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และปุ๋ยพืชสด เพื่อบำรุงรักษาแร่ธาตุที่จำเป็นแก่พืชในดิน

5. มีการเติมจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์

6. มีการเอาเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาช่วย เช่น เทคนิคการปลูก การดูแลเอาใจใส่ การขยายพันธุ์ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ การให้น้ำตลอดจนการเก็บเกี่ยว

7. มีการปลูกอย่างต่อเนื่อง ไม่ปล่อยที่ดินให้ว่างเปล่า แห้งแล้ง ทำให้โครงสร้างของดินเสียจุลินทรีย์จะตายอย่างน้อยให้ปลูกพืชคลุมดินไว้ชนิดใดก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. มีการป้องกันศัตรูพืช โดยใช้สารสกัดธรรมชาติ เช่น สะเดา ข่า ตะไคร้ ยาสูบ โล่ติ๊น และพืชสมุนไพรอื่นๆ ที่มีอยู่ในท้องถิ่นจะเห็นได้ว่าการทำเกษตรแบบอินทรีย์นั้นไม่ใช้เรื่องเกินความสามารถของเกษตรกรไทย และการทำเกษตรอินทรีย์นั้นจะได้ผลผลิตน้อยในระยะแรกเท่านั้น เมื่อดินเริ่มฟื้นมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติแล้วผลผลิตจะสูงขึ้น

ข้อดีของเกษตรอินทรีย์ คือ

1. ให้ผลผลิตที่มีปริมาณ และคุณภาพที่ดีกว่า
2. ให้ผืนดินที่อุดมสมบูรณ์ดีกว่า
3. ให้สิ่งแวดล้อมที่ดีกว่า
4. ให้คุณภาพชีวิต และคุณภาพจิตที่ดีกว่า
5. ผู้บริโภคและเกษตรกรผู้ผลิต ไม่ต้องเสี่ยงต่อสารพิษที่อาจก่อให้เกิดโรคร้ายที่เป็นอันตรายต่อชีวิต การเกษตรอินทรีย์ เป็นสิ่งดีที่น่าจะเป็นการสร้างสมดุลให้กับธรรมชาติ ซึ่งจะนำไปสู่ระบบการผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืน มั่งคงและปลอดภัย

2.5.2 หลักการผลิตพืชเกษตรอินทรีย์และการปรับปรุงดิน

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

ภาพที่ 2.17 แสดงการผลิตพืชเกษตรอินทรีย์และการปรับปรุงดิน
ที่มา การทำเกษตรประยุกต์ อช03074 : หน้า 21

2.5.2.1 การปรับปรุงคุณภาพดินสู่ระบบเกษตรอินทรีย์ ปัจจุบันกระแสการดูแลรักษาสุขภาพของประชากรโลกเริ่มมีมากขึ้น ทำให้ผู้บริโภคหันมาใส่ใจในการเลือกซื้ออาหารที่ปลอดภัยและปราศจากสารเคมีต่างๆที่ตกค้างอยู่ในผลิตผลการเกษตรซึ่งสารเคมีตกค้างล้วนแล้วแต่เป็นอันตรายต่อร่างกาย ด้วยเหตุนี้การเกษตรของประเทศหลายประเทศได้ปรับเปลี่ยนมาสู่การคิดหาวิธีการทำเกษตรกรรมที่ไม่ใช้สารเคมีสังเคราะห์ เรียกว่า เกษตรอินทรีย์ (Organic Agriculture) เพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิตและได้ผลผลิตที่เป็นที่ต้องการของตลาดโดยการพยายามประยุกต์ใช้ธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด ลดการใช้ปัจจัยการผลิตภายนอกและหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีสังเคราะห์ ซึ่งวิธีการทำเกษตรแนวนี้จะไม่เป็นอันตรายต่อทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.2 วิธีการปรับปรุงดิน ปัจจัยหรือสาเหตุที่ทำให้ดินเป็นกรดได้แก่ การเน่าเปื่อยของสารอินทรีย์ในดิน การใส่ปุ๋ยเคมีบางชนิด สารที่ปล่อยจากโรงงาน อุตสาหกรรมบางประเภท ปัจจัยที่ทำให้ดินเป็นเบสได้แก่ การใส่ปูนขาว (แคลเซียมไฮดรอกไซด์)ความเป็นกรด–เบสของดินนั้นมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช พืชแต่ละชนิดเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีค่า pHที่เหมาะแก่พืชนั้นๆ ถ้าสภาพ pH ไม่เหมาะสมทำให้พืชบางชนิดไม่สามารถดูดซึมแร่ธาตุที่ต้องการที่มีในดินไปใช้ประโยชน์ได้ การแก้ไขปรับปรุงดิน ดินเป็นกรด แก้ไขได้โดยการเติมปูนขาวหรือดินมาร์ล ดินเป็นเบสแก้ไขได้โดยการเติมแอมโมเนียมซัลเฟตหรือผงกำมะถัน ดินมาร์ลคือ ดินที่ได้จากการสลายตัวของหินปูน ซึ่งมีแคลเซียมคาร์บอนเนตเป็นองค์ประกอบ ดินมาร์ลมีมากในจังหวัดสระบุรี ลพบุรี และนครสวรรค์

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

1. มีการปรับปรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ ซึ่งสามารถทำได้โดย

1) ปรับปรุงดินโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยน้ำชีวภาพ และปุ๋ยพืชสด ส่วนปุ๋ยชีวภาพ ได้แก่ ไรโซเบียม ไมโคไรซ่า ปุ๋ยเหล่านี้จะให้ทั้งธาตุหลักและธาตุอาหารรองแก่พืชอย่างครบถ้วน จึงใช้ทดแทนปุ๋ยเคมี ปุ๋ยหมัก

ภาพที่ 2.18 แสดงการผลิตพืชเกษตรอินทรีย์
ที่มา การทำเกษตรประยุกต์ อช03074 : หน้า 22

2) การคลุมดิน ทำได้โดยใช้เศษพืชต่างๆ จากไร่–นา เช่น ฟาง หญ้าแห้ง ต้นถั่ว ใบไม้ ขุยมะพร้าว เศษเหลือทิ้งจากไร่นา หรือ กระดาษหนังสือพิมพ์ พลาสติกคลุมดิน หรือการปลูกพืชคลุมดิน การคลุมดินมีประโยชน์หลายประการ คือ ช่วยป้องกันการชะล้างของหน้าดิน และรักษาความชุ่มชื้นของดินเป็นการอนุรักษ์ดินและน้ำช่วยทำให้หน้าดินอ่อนนุ่มสะดวกต่อการไชชอนของรากพืช ซึ่งประโยชน์ต่างๆ ของการคลุมดินดังกล่าวมานี้จะช่วยส่งเสริมให้พืชเจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตดี

3) การปลูกพืชหมุนเวียน เนื่องจากพืชแต่ละชนิดต้องการธาตุอาหารแตกต่างกันทั้งชนิดและปริมาณอีกทั้งระบบรากยังมีความแตกต่างกันทั้งในด้านการแผ่กว้างและหยั่งลึก ถ้ามีการจัดระบบการปลูกพืชอย่างเหมาะสมจะทำให้การใช้ธาตุอาหารมีทั้งที่ถูกใช้และสะสมสลับกันไปทำให้ดินไม่ขาดธาตุอาหารธาตุใดธาตุหนึ่ง ดินดีปลูกอะไรก็งอกงาม ต้านทานโรคแมลงและให้ผลผลิตดี มีคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 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 ซังข้าวโพด ต้นถั่วต่างๆผักตบชวา และของเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมตลอดจนขยะมูลฝอย มาหมักจนเน่าเปื่อยแล้วนำไปใช้ในไร่นาหรือสวน

3. ใช้ปุ๋ยพืชสด คือ การไถกลบส่วนต่างๆของพืชที่ยังสดอยู่ลงในดิน เพื่อให้เน่าเปื่อยเป็นปุ๋ย ส่วนใหญ่จะใช้พืชตระกูลถั่ว เพราะให้ธาตุไนโตรเจนสูง และย่อยสลายง่าย โดยเฉพาะในระยะออกดอก อาจปลูกแล้วไถกลบในช่วงที่ออกดอกหรือปลูกแล้วตัดส่วนเหนือดินไปไถกลบ พืชที่นิยมใช้เป็นปุ๋ยพืชสด ได้แก่ โสนอัฟริกัน โสนอินเดียปอเทือง ถั่วเขียว ถั่วพร้า ถั่วพุ่ม ถั่วมะแฮะ กระถินยักษ์ และแหนแดง เป็นต้น

4. ปลูกพืชคลุมดิน นิยมใช้พืชตระกูลถั่วที่มีคุณสมบัติคลุมดินได้หนาแน่นเพื่อกันวัชพืช ลดการชะล้างเก็บความชื้นไว้ในดินได้ดี และเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน ได้แก่ ถั่วลาย ถั่วคุดซู ถั่วคาโลโปโกเนียม เป็นต้น

5. ใช้วัสดุคลุมดิน นิยมใช้เศษพืชเป็นวัสดุคลุมดินเพื่อรักษาความชื้นในดิน ป้องกันการอัดแน่น ของดินเนื่องจากเม็ดฝน ป้องกันวัชพืชขึ้น และเมื่อเศษพืชเหล่านี้สลายตัว ก็จะกลายเป็นปุ๋ยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลับคืนลงไปในดิน ส่วนเศษเหลือของสัตว์ เช่น เลือดและเศษซากสัตว์จากโรงงานฆ่าสัตว์ ก็สามารถใช้เป็นปุ๋ยเพื่อเพิ่มอินทรียวัตถุได้

7. ปลูกพืชหมุนเวียน โดยปลูกพืชหลายชนิดหมุนเวียนในพื้นที่เดียวกัน ควรมีพืชตระกูลถั่ว ซึ่งมีคุณสมบัติบำรุงดินร่วมอยู่ด้วยเพื่อให้การใช้ธาตุอาหารจากดินเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพลดการระบาด ของศัตรูพืชตลอดจนช่วยให้ชั้นดินมีเวลาพักตัวในกรณีพืชที่ปลูกมีระบบรากลึกแตกต่างกัน

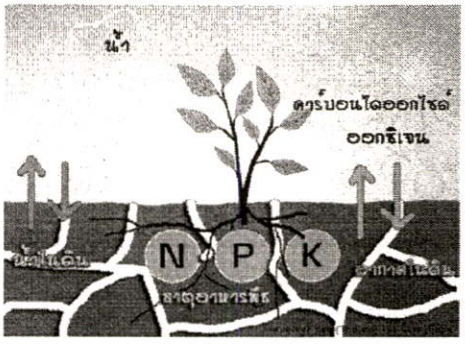
การปรับปรุงบำรุงดิน ควรใช้หลาย ๆ วิธีดังกล่าวข้างต้นร่วมกัน เพราะการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่างๆ หากใช้เพียงชนิดเดียวทำให้ต้องใช้ปริมาณที่มาก จึงควรพิจารณาปริมาณการใช้ตามกำลังความสามารถที่มี แต่ถ้าใช้การปรับปรุงบำรุงดินหลายวิธีร่วมกัน ปริมาณที่ใช้ในแต่ละชนิดก็ลดลง จะช่วยลดค่าใช้จ่ายลงได้มากและควรมีการปฏิบัติบำรุงดินอย่างต่อเนื่องทุกปี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

2.5.3 ความต้องการธาตุอาหารพืชกับเกษตรอินทรีย์

การผลิตอาหารพืชให้ได้ทั้งปริมาณและคุณภาพที่ต้องการ จะต้องประกอบด้วยปัจจัยการผลิตหลายประการธาตุอาหารพืชหรือปุ๋ยเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่ง วัสดุที่ให้อาหารพืชได้มาจากหลายๆทาง เช่น จากวัสดุธรรมชาติ(หินฟอสเฟต ปูนโดโลไมท์ แร่ยิบซั่ม ฯลฯ) จากมูลสัตว์ต่างๆ ที่เรียกกันว่าปุ๋ยคอก จากการปลูกพืชต้นฤดูแล้วไถหรือสับกลบเป็นปุ๋ยพืชสดซึ่งส่วนใหญ่เป็นพืชตระกูลถั่ว จากวัสดุที่เหลือใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานผงชูรสจากซากพืชต่างๆ เช่น การใช้ต้น/ใบมันสำปะหลังสับกลบลงดินหลังการเก็บเกี่ยวจากปุ๋ยชีวภาพหรือการใช้วัสดุที่มีจุลินทรีย์ประสิทธิภาพสูง จากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยเคมีสูตรต่างๆ ที่มีขายตามตลาดทั่วไป การให้ธาตุอาหารพืชเพื่อยกระดับผลผลิตทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพที่ต้องการ ประการแรกต้องทราบว่าดินนั้นขาดธาตุอาหารพืช หรือมีธาตุอาหารไม่พอเพียงต่อการให้ผลผลิตสูง ดังนั้นการใช้ธาตุอาหารพืชในรูปปุ๋ยหรือวัสดุใดๆ ที่คิดว่าพอเพียงและให้ประโยชน์สูงสุดต่อพืชตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ นั่นคือจำเป็นต้องคำนึงถึงลักษณะหรือสภาวะของความอุดมสมบูรณ์ของดิน สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมและความสะดวกในการใช้ตลอดจนผลตอบแทนที่ได้รับ

2.5.3.1 ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช พืชมีความต้องการธาตุอาหารต่างๆ เพื่อใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่งธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชจะมีอยู่ด้วยกัน 16 ธาตุ คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปรแตสเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน แคลเซียม เหล็กแมงกานีส สังกะสี 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 แมงกานีส สังกะสี ทองแดง โบรอน โมลิบดีนัม และคลอรีนปกติแล้วธาตุอาหารเหล่านี้จะมีอยู่ในดินอยู่แล้ว แต่ในปริมาณที่น้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืชดังนั้นเราจึงต้องมีการเสริมธาตุในดินทดแทนสิ่งมีชีวิตทั้งหลายต้องอาศัยดินในการยังชีพและเจริญเติบโต สำหรับมนุษย์แล้วดินเป็นแหล่งที่มาของปัจจัยสี่เพื่อการดำรงชีพ เพราะเราได้อาศัยดินสำหรับปลูกพืชที่เป็นอาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.19 แสดงธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช
ที่มา การทำเกษตรประยุกต์ อช03074 : หน้า 28

หน้าที่และความสำคัญของดินที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืชและการเกษตรกรรม สรุปได้ดังนี้

1. ดินทำหน้าที่เป็นที่ให้รากพืชได้เกาะยึดเหนี่ยวเพื่อให้ลำต้นของพืชยืนต้นได้อย่างมั่นคงแข็งแรง ขณะที่พืชเจริญเติบโตรากของพืชจะเติบโตชอนไชหยั่งลึกแพร่กระจายลงไปในดินอย่างกว้างขวางทั้งแนวลึกและแนวราบดินที่ร่วนซุยและมีชั้นดินลึก รากพืชจะเจริญเติบโตแข็งแรง สามารถเกาะยึดดิน ต้านทานต่อลมพายุไม่ทำให้ต้นพืชล้มหรือถอนโคนได้

2. ดินเป็นแหล่งให้ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ทั้งนี้เนื่องจากธาตุอาหารพืชจะถูกปลดปล่อยออกจากอินทรีย์วัตถุ และแร่ต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบของดิน ให้อยู่ในรูปที่รากพืชสามารถดึงดูดไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย

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

2.5.3.3 การดูดน้ำของพืช การดูดน้ำของพืชส่วนใหญ่จะผ่านทางขนราก กล่าวคือเมื่อพืชสูญเสียน้ำไปโดยการคายไอน้ำจากใบ จะทำให้เกิดความต่างศักย์น้ำขึ้น เป็นเหตุให้เกิดการเคลื่อนที่ของน้ำในดินเข้าไปภายในเซลล์ของรากได้

2.5.4 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

2.5.4.1 ความต้องการแสงแดด แสง มีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช กล่าวคือพืชจะใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศกับน้ำเป็นตัวตั้งต้น เมื่อมีแสงเป็นตัวช่วยเร่งปฏิกิริยา คลอโรฟิลล์ในพืชจะทำหน้าที่เปลี่ยนสารตั้งต้นนี้เป็นพลังงานในรูปน้ำตาลและได้ออกซิเจนเป็นผลพลอยได้ การสังเคราะห์แสง คือ กระบวนการซึ่งพืชสังเคราะห์สารอินทรีย์จากสารประกอบอนิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นทรีย์ โดยมีแสงปรากฏอยู่ด้วย สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการพลังงานเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและรักษาสภาพเดิมให้คงอยู่ สาหร่าย พืชชั้นสูง และแบคทีเรียบางชนิดสามารถรับพลังงานโดยตรงจากแสงอาทิตย์และใช้พลังงานนี้ในการสังเคราะห์สารที่จำเป็นต่อการดำรงชีพ แต่สัตว์ไม่สามารถรับพลังงานโดยตรงจากแสงอาทิตย์ต้องรับพลังงานโดยการบริโภคพืชและสัตว์อื่น ดังนั้นแหล่งของพลังงานทางเมตาบอลิสม์ในโลกคือ ดวงอาทิตย์และกระบวนการสังเคราะห์แสง จึงจำเป็นสำหรับชีวิตบนโลก ประโยชน์ของการสังเคราะห์แสง

1. เป็นกระบวนการสร้างอาหารเพื่อการดำรงชีวิตของพืช
2. เป็นกระบวนการซึ่งสร้างสารประกอบชนิดอื่น ซึ่งจำเป็นต่อกระบวนการเจริญเติบโตของพืช
3. เป็นกระบวนการซึ่งให้ก๊าซออกซิเจนแก่บรรยากาศ
4. ลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ให้อยู่ในสภาวะสมดุล

2.6 ธรรมชาติของดิน

2.6.1 ความหมายของดิน

ดินในทางด้านการเกษตร หมายถึง วัตถุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ จากแร่ธาตุต่างๆและอินทรียวัตถุที่สลายตัวหรือเน่าเปื่อยผุพังเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยผสมกัน และรวมตัวกันเป็นชั้นๆห่อหุ้มผิวโลก เมื่อมีน้ำและอากาศผสมอยู่ในอัตราส่วนที่เหมาะสมแล้ว วัตถุที่เกิดขึ้นเหล่านี้จะช่วยทำให้พืชเจริญเติบโตและยังชีพได้ ส่วนประกอบของดิน ดินที่ดีสำหรับการปลูกพืชควรประกอบไปด้วยส่วนประกอบ 4 ส่วน คือ

1. อนินทรีย์วัตถุ คือส่วนประกอบของแร่ธาตุต่างๆ 45 เปอร์เซ็นต์
2. อินทรีย์วัตถุ คือ ส่วนประกอบจากการเน่าเปื่อยของซากพืชและสัตว์ ประกอบอยู่ในดิน 5 เปอร์เซ็นต์
3. น้ำ คือส่วนประกอบที่อยู่ช่องว่างในดิน 25 เปอร์เซ็นต์
4. อากาศ คือส่วนประกอบที่อยู่ช่องว่างในดิน ก๊าซต่างๆ 25 เปอร์เซ็นต์

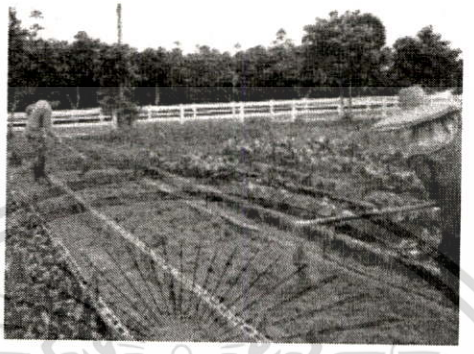
2.6.2 ประเภทของดิน

การจำแนกประเภทของดิน พิจารณาจากสัดส่วนของเม็ดดินที่ละเอียดหรือหยาบ สามารถแบ่งออกได้ ดังนี้

1. ดินเหนียว เป็นดินที่ประกอบด้วยเม็ดดินละเอียดจำนวนมาก มีช่องว่างในดินน้อย น้ำและอากาศซึมผ่านได้ยาก เมื่อได้รับความชื้นจะจับกันเหนียวมาก เหมาะสำหรับพืชที่ชอบน้ำขัง เช่น ข้าว
2. ดินร่วน ประกอบด้วยเม็ดดินขนาดเล็กและขนาดใหญ่พอๆกัน จึงทำให้มีช่องว่างในดินพอสมควรน้ำซึมผ่านได้ช้าๆ ไม่ทำให้น้ำขัง เหมาะสำหรับปลูกพืชโดยทั่วไป
3. ดินทราย เป็นดินที่ประกอบด้วยเม็ดดินขนาดใหญ่จำนวนมาก มีช่องว่างในดินมาก ถ่ายเทอากาศดีแต่อุ้มน้ำน้อยหรือไม่อุ้มน้ำเลย เป็นดินที่มีความสมบูรณ์ต่ำ ไม่เหมาะกับการปลูกพืช

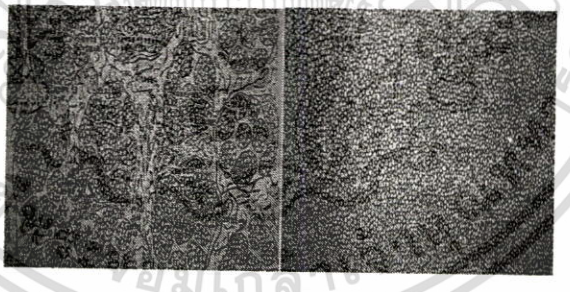
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2.1 ประเภทของดินแบ่งตามสมบัติ (ดินดี–ดินไม่ดี) ดินดี ในทางการเกษตร หมายถึง ดินที่มีความเหมาะสมต่อการปลูกพืช ปริมาณอนินทรย์วัตถุ อินทรีย์วัตถุ น้ำ และอากาศในสัดส่วนที่เหมาะสม สามารถปลูกพืชได้โดยใช้วิธีการจัดการดูแลตามปกติธรรมดาที่ไม่ยุ่งยาก มักจะมีหน้าดินสีดำหนา มีปริมาณอินทรียวัตถุสูง มีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูง ไม่มีสารที่เป็นพิษต่อพืช มีปฏิกิริยาดินใกล้เป็นกลาง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.5-7.0 และไม่มีชั้นที่ขัดขวางการเจริญเติบโตของรากพืช



ภาพที่ 2.20 แสดงการปรับปรุงดินโดยใช้สารอินทรีย์
ที่มา การทำเกษตรประยุกต์ อช03074 : หน้า 30

ดินไม่ดี หรือ ดินเลว คือ ดินที่มีสมบัติทางกายภาพและเคมีไม่เหมาะสมหรือเหมาะสมน้อยสำหรับการเพาะปลูก ส่งผลให้พืชไม่สามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตตามปกติได้ถ้าหากว่าจำเป็นต้องใช้ดินเหล่านี้ในการเพาะปลูกพืช ก็ต้องมีการจัดการแก้ไขให้เหมาะสมเสียก่อน ดังภาพการเปรียบเทียบโครงสร้างของดินที่ทำเกษตรอินทรีย์กับเกษตรเคมี



ตัวอย่างดินที่ทำเกษตรอินทรีย์ ตัวอย่างดินที่ทำเกษตรเคมี

ภาพที่ 2.21 การเปรียบเทียบโครงสร้างของดินที่ทำเกษตรอินทรีย์กับเกษตรเคมี
ที่มา สำนักกิจการในพระดำริ พระเจ้าหลานเธอ พระองค์เจ้าพัชรกิติยาภา มิถุนายน 2558 : หน้า 9

2.7 การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

2.7.1 ทรัพยากรธรรมชาติ

ทรัพยากรธรรมชาติ หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ได้แก่ ป่าไม้ ดิน น้ำ อากาศ เป็นต้น ทรัพยากรธรรมชาติมีความสำคัญต่อสิ่งแวดล้อม การเปลี่ยนแปลงทรัพยากรธรรมชาติทั้งที่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เองตามธรรมชาติและที่เกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต ดังนั้นมนุษย์จึงควรมีส่วนร่วมในการดูแลและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาตินักอนุรักษ์วิทยาได้แบ่งชนิดของทรัพยากรธรรมชาติตามลักษณะและการใช้ประโยชน์ในกรณีที่มนุษย์นำไปใช้ออกเป็น 3 ประเภทด้วยกัน คือ

2.7.1.1 ทรัพยากรธรรมชาติที่หมุนเวียนได้ หรือใช้ไม่รู้จักหมด เป็นทรัพยากรที่ก่อกำเนิดมาพร้อมๆ กับมนุษย์และเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์หากขาดทรัพยากรดังกล่าวแล้วมนุษย์จะไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ ได้แก่อากาศ น้ำ แสงอาทิตย์ ถ้าหากมีสิ่งหนึ่งสิ่งใดทำให้ทรัพยากรเหล่านี้ขาดหายไปหรือมีสิ่งเจือปนที่เป็นพิษ เป็นสิ่งแรกที่จะทำให้มนุษย์มีชีวิตอยู่ไม่ได้หรืออยู่ได้แต่ก็ไม่ดี

2.7.1.2 ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วสามารถทดแทนได้ ได้แก่ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วสามารถเกิดขึ้นทดแทนได้ทั้งในเวลาสั้นหรือระยะเวลายาวแต่เป็นทรัพยากรที่สำคัญต่อการมีชีวิตของมนุษย์ เป็นทรัพยากรที่เกี่ยวข้องต่อมนุษย์ เช่น พืช ป่าไม้ สัตว์ ดิน และน้ำ ซึ่งเป็นทรัพยากรที่สามารถใช้เป็นปัจจัยสี่ ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อมถ้าขาดทรัพยากรพวกนี้แล้วมนุษย์ก็อาจจะมีชีวิตอยู่ไม่ได้ หรือถ้าส่วนหนึ่งส่วนใดขาดหายหรือไม่สมบูรณ์แล้ว ก็อาจมีผลกระทบต่อการมีชีวิตอยู่ของมนุษย์ไม่ทางตรงก็ทางอ้อม

2.7.1.3 ทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดไป เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มนุษย์ใช้แล้วจะหมดไปจากโลกนี้ เมื่อหมดไปแล้ว ไม่สามารถเกิดขึ้นมาทดแทนได้ บางชนิดอาจเกิดทดแทนได้แต่ต้องใช้เวลาเป็นล้านๆปี เช่น น้ำมันปิโตรเลียมก๊าซธรรมชาติ แร่ เป็นต้น

2.7.2 สิ่งแวดล้อม

สิ่งแวดล้อม หมายถึง สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา มีทั้งสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต บางชนิดมีอยู่ตามธรรมชาติ บางชนิดมนุษย์สร้างขึ้นสิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทั้งพืชและสัตว์ เช่น สัตว์กินพืชเป็นอาหาร พืชใช้ดินเป็นที่ยึดเกาะรากและได้รับธาตุอาหารจากดิน เป็นต้น มนุษย์มีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เช่น ใช้พืชเป็นอาหาร สร้างที่อยู่อาศัย ได้รับอากาศบริสุทธิ์จากพืชใช้สัตว์เป็นอาหารและเป็นสัตว์เลี้ยงไว้ดูเล่น และใช้งาน เป็นต้น สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น แบ่งเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ 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 มนุษย์ต้องการอากาศเพื่อหายใจ ต้องการน้ำไว้ใช้ในการอุปโภคบริโภค ต้องการอาหาร ต้องการที่อยู่อาศัย มนุษย์จึงเป็นส่วนหนึ่งของสิ่งแวดล้อมด้วยปัญหาสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ดังนั้นในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมจึงเป็นหน้าที่ของทุกคนที่จะต้องรับผิดชอบ ช่วยกันป้องกันปัญหาต่างๆ ที่จะเกิดขึ้น ดังนี้

1. ช่วยกันปลูกต้นไม้และบำรุงรักษาต้นไม้ไว้ให้มากๆ เพราะว่าต้นไม้ช่วยดูดก๊าซพิษในอากาศ ทำให้อากาศบริสุทธิ์

2. ช่วยกันรักษาความสะอาดของแหล่งน้ำต่างๆ ไม่มักง่าย ทิ้งขยะลงในแม่น้ำลำคลอง โรงงานอุตสาหกรรมไม่ปล่อยน้ำเสียลงแม่น้ำลำคลอง

3. ช่วยกันปลูกพืชคลุมดิน เช่น ต้นไม้ หญ้า เป็นต้น เพื่อรักษาดินให้อุดมสมบูรณ์และใส่ปุ๋ยให้ถูกวิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ช่วยกันปฏิบัติตามกฎจราจร และใช้รถบริการประจำทางเพื่อลดจำนวนรถยนต์และความเป็นระเบียบปลอดภัยบนท้องถนน

5. ช่วยกันปลูกพืชสมุนไพร เพื่อเพิ่มคุณค่าแก่สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น

6. ช่วยกันรักษาพืชประจำท้องถิ่น รณรงค์ปลูกข้าว ปลูกผักปลอดสารพิษเพื่อใช้บริโภคในชีวิตประจำวัน

7. ช่วยกันทำปุ๋ยชีวภาพใช้ เพื่ออนุรักษ์รักษาหน้าดิน โดยการนำวัสดุเหลือใช้จากธรรมชาติมาทำเป็นปุ๋ย

2.8 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.8.1 แนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม

ปัจจุบันกระแสการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมเป็นที่สนใจมากขึ้นในสังคม ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่อำนวยความสะดวกแก่มนุษย์มากขึ้น แต่เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เราสามารถช่วยออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมตลอดช่วงอายุของผลิตภัณฑ์ได้ ตั้งแต่การจัดหาทรัพยากรจนถึงการกำจัดทิ้ง ทั้งนี้ผู้บริโภคสนใจผลิตภัณฑ์และบริการที่ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ความตระหนักถึงการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม มาตรการและกฎระเบียบด้านสิ่งแวดล้อมต่อการผลิตภัณฑ์ต่างๆ ทำให้เกิดแนวคิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่เรียกว่า การออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ (Economic & Ecological Design หรือ EcoDesign) ขึ้นเป็นเครื่องมือสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่จะเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการผลิตที่เป็นกระบวนการที่ประยุกต์แนวคิดด้านเศรษฐศาสตร์ 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 (เครือข่ายการออกแบบเชิงนิเวศน์เศรษฐกิจไทย, 2550)

2.8.1.1 หลักการพื้นฐานของการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ (EcoDesign) หลักการพื้นฐานของการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจเป็นการประยุกต์หลักการของ 4R ตลอดวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่ช่วงการวางแผนผลิตภัณฑ์ (Planning Phase) ช่วงการออกแบบ (Design

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

phase) ช่วงการผลิต (Manufacturing phase) ช่วงการนำไปใช้ (Usage phase) และช่วงการทำลายหลังการใช้เสร็จ (Disposal phase) สาหรับหลักการของ 4R ได้แก่ การลด (Reduce) การใช้ซ้ำ (Reuse) การนากลับมาใช้ใหม่ (Recycle) และการซ่อมบารุง (Repair) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในแต่ละช่วงของวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ ดังนี้

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

2. การใช้ซ้ำ (Reuse) หมายถึงการนำผลิตภัณฑ์หรือ ชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ ผ่านช่วงการนาไปใช้เรียบร้อยแล้ว และพร้อมที่จะเข้าสู่ช่วงของการทำลาย กลับมาใช้ใหม่ ทั้งที่เป็นการใช้ใหม่ในผลิตภัณฑ์เดิม หรือผลิตภัณฑ์ใหม่ก็ตาม ได้แก่ การออกแบบเพื่อการนากลับมาใช้ซ้ำ (Design for Reuse) เช่นการออกแบบให้ผลิตภัณฑ์แต่ละรุ่นมีชิ้นส่วนบางชิ้นส่วนที่ใช้ร่วมกันได้ เมื่อรุ่นแรกหยุดการผลิตแล้วยังสามารถเก็บคืนและนำบางชิ้นส่วนมาใช้ในการผลิตรุ่นต่อไปได้ เป็นต้น

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

4. การซ่อมบำรุง (Repair) หมายถึงการออกแบบให้ง่ายต่อการซ่อมบำรุง โดยแนวคิดที่ว่า หากผลิตภัณฑ์สามารถซ่อมบำรุงได้ง่ายจะเป็นการยืดอายุช่วงชีวิตของการใช้งาน (Extended Usage Life) ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ การซ่อมบำรุงเกิดภายในช่วงชีวิตของการใช้งานเท่านั้น แตกต่างจากการใช้ซ้ำ (Reuse) เป็นการนำชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์ที่เสร็จจากช่วงการใช้งานแล้วมาใช้อีกครั้ง การซ่อมบำรุงนี้ได้แก่ การออกแบบให้ง่ายต่อการซ่อมบำรุง (Design for serviceability/Design for maintainability) เช่น การออกแบบให้เปลี่ยนอะไหลได้ง่าย 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)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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)

2.8.2 แนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คือ การวิเคราะห์หาข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับหน้าที่ใช้สอยของผลิตภัณฑ์ (Function ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ (User) ข้อมูลเกี่ยวกับการตลาด (Market) นำมาออกแบบปรับปรุงผลิตภัณฑ์เพื่อผลิตเป็นจำนวนมาก (Mass-Production) ที่มีความต้องการของตลาดในราคาที่เหมาะสม รวมทั้งต้องคำนึงถึงคุณสมบัติด้านรูปลักษณ์ที่แสดงลักษณะเด่นที่มองเห็นได้จากภายนอก และคุณประโยชน์ที่เกิดจากการรับรู้ทางอารมณ์เป็นความรู้สึกต่างๆ ที่เกิดจากการใช้งานผลิตภัณฑ์ เช่น เกิดความสบายใจ เกิดความเร้าใจ เกิดความเชื่อมั่น เกิดความปลอดภัย เป็นต้น

การออกแบบผลิตภัณฑ์เกิดจากความคิดสร้างสรรค์ของนักออกแบบมีทั้งที่ออกแบบสร้างขึ้นใหม่ให้แตกต่างจากของเดิมหรือปรับปรุงตกแต่งของเดิม โดยมีอิทธิพลจากรูปทรง 2 แหล่ง ดังนี้

1. รูปทรงจากธรรมชาติ (Natural Form) เนื่องจากธรรมชาติมีความสำคัญและอยู่รายล้อมมนุษย์ทั้งรูปทรงที่เป็นสิ่งมีชีวิต เช่น พืช สัตว์ต่างๆ และรูปทรงที่ไม่มีชีวิต เช่น กรวด หิน ดิน ทรายหรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น คลื่น ลม แสงแดด ฝนตก ฟ้าร้อง เป็นต้น โดยมนุษย์ได้รับแรงบันดาลใจจากสิ่งเหล่านี้ในแง่มุมที่แตกต่างกัน เช่น ความเป็นระเบียบและความสวยงาม (Beauty) ของดอกไม้ป่า ความลงตัวอย่างมีแบบแผน (Order) ในรูปหกเหลี่ยมของรังผึ้ง ความสุนทรีย์ของลวดลาย (Pattern) ในดอกทานตะวัน เป็นต้น แล้วถ่ายทอดความคิดออกมาในรูปของผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองคุณประโยชน์ทางการใช้สอยแก่มนุษย์ทั้งทางร่างกายและจิตใจ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2.1 รูปแบบการออกแบบผลิตภัณฑ์

1. รูปแบบมาก่อนประโยชน์ใช้สอย (Function follows form) เป็นการออกแบบที่นิยมความงามของรูปทรงเป็นหลัก โดยยึดแนวคิดที่ว่าความงามต้องมาก่อนประโยชน์ใช้สอยเสมอและนำมาใช้อธิบายขั้นตอนในการปฏิบัติการเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เน้นความงามเป็นหลัก เพื่อยกระดับคุณค่าผลิตภัณฑ์ให้สูงขึ้นนำไปสู่การเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์

2. ประโยชน์ใช้สอยมาก่อนรูปแบบ (Form follows function) เป็นการออกแบบของหลุยส์ สุลิแวน (Louis Sulivan) ที่นิยมประโยชน์ใช้สอยเป็นหลัก (Functionalism) ภายใต้ปรัชญาที่ว่าประโยชน์ใช้สอยต้องมาก่อนความงามเสมอและถูกนำมาใช้อธิบายขั้นตอนในการปฏิบัติการเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตจำนวนมาก ให้ความสำคัญกับการออกแบบที่สอดคล้องกับการทำงานของเครื่องจักร การประหยัดวัสดุ ความสะดวกในการใช้งาน การคงคลังและการขนส่ง เป็นต้น แนวคิดดังกล่าวตรงกันข้ามกับปรัชญาที่มองความงามของรูปทางมาก่อนเสมอ

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

ก. รูปทรง สีสันและประโยชน์ใช้สอยเหมาะสมกับสภาพความเป็นไปของสังคม

ข. ราคาเหมาะสมกับกำลังซื้อของกลุ่มเป้าหมายที่เป็นผู้ซื้อหรือผู้ใช้ผลิตภัณฑ์

2.8.2.2 คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ดี

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

2. มีที่มา (Story) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประวัติ มีที่มาหรือ เล่าเรื่องได้ไม่ว่าจะเป็นต้นกำเนิด ความคิดรวบยอดของการออกแบบให้ผู้บริโภคทราบถึงเรื่องราวเหล่านั้นได้ เช่น นาฬิกาของประเทศสวิตเซอร์แลนด์ กล่าวถึงต้นกำเนิดมาจากงานช่างฝีมือในหมู่บ้านที่เก่าแก่หมู่บ้านหนึ่งที่มีการสืบทอดกันต่อๆมาจนถึงปัจจุบัน เป็นต้น

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ราคา (Price) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีราคาขายเหมาะสมกับกำลังซื้อของผู้บริโภคในตลาดนั้น โดยอาศัยการศึกษาความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคให้ได้ข้อมูลก่อนทำการออกแบบและการผลิต

5. ข้อมูลข่าวสาร (Information) ข้อมูลข่าวสารของตัวผลิตภัณฑ์ควรจะสื่อให้ผู้บริโภคได้ทราบและเข้าใจอย่างถูกต้องในด้านประโยชน์และวิธีการใช้งาน เป็นการสร้างภาพลักษณ์ที่ดีผลิตภัณฑ์

6. เป็นที่ยอมรับ (Regional acceptance) ผลิตภัณฑ์นั้นจะต้องมีความแข็งแรง คงทนต่อสภาพการใช้งานหรือมีอายุการใช้งานที่เหมาะสมกับลักษณะของผลิตภัณฑ์และราคาที่จำหน่าย

2.8.3 หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

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

2.8.3.1 หน้าที่ใช้สอย (Function) การออกแบบเหมาะสมกับการใช้งาน สามารถทำหน้าที่ได้ตามวัตถุประสงค์จะต้องเหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอยและการใช้งาน เช่น โทรศัพท์ มือถือเพจติดตัว จะต้องสะดวกพกและนำพา ตลอดจนเสียงฟังชัดเชน เพราะหน้าที่ของโทรศัพท์คือการติดต่อสื่อสาร

2.8.3.2 ความปลอดภัย (Safety) ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้และผู้เกี่ยวข้องด้วย ความปลอดภัยทั้งการใช้งานและหลังการใช้งาน ไม่สร้างมลพิษให้กับสังคมโลก นักออกแบบต้องคำนึงถึงการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมและไม่ทำให้เกิดความเสียหายโดยรวม เพราะทุกวันนี้นักออกแบบบางครั้งเกิดความรู้ไม่ทันการกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี เพราะเกิดการแข่งขันสูง มองผลประโยชน์มากกว่าความปลอดภัยของผู้ใช้และผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อม

2.8.3.3 ความแข็งแรง ทนทาน (Durability) ต้องสนองต่อหน้าที่ได้เป็นเวลานานตามที่กำหนดไว้ในคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้นๆ คือ สิ่งที่สร้างต้องแข็งแรง ทนทาน ระบบกลไก ระบบไฟฟ้า วัสดุและอุปกรณ์ที่เลือกใช้ที่ดี

2.8.3.4 ความประหยัด (Economic) สามารถที่จะผลิตได้ในระบบการเศรษฐศาสตร์ หมายความว่า จะต้องใช้วัสดุอย่างประหยัดและเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับงานโดยที่ราคาไม่แพงมันจะเป็นการสูญเปล่าที่จะนำสิ่งของให้มีความทนทานมากกว่าหน้าที่ของมัน ความต้องการของงานทางด้านการประหยัดนั้นต้องการวัสดุที่หาได้ง่าย ผลิตได้ง่ายและสามารถถอดประกอบเข้าด้วยกันได้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3.6 โครงสร้าง (Construction) วิธีการทำโครงสร้างของเฟอร์นิเจอร์แต่ละชนิดควรทำให้เหมาะกับงาน มีความทนทาน ประหยัดและใช้วัสดุที่เหมาะสม และการออกแบบนี้เป็นอมตะที่เรารู้จักการเลือกใช้วิธีง่ายๆ ในการทำจะทำให้มีความเหมาะสมกว่าวิธีการยุ่งยาก และควรจะเป็นวิธีการที่เหมาะแก่วัสดุที่ใช้ด้วย

2.8.3.7 ความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomic) หมายถึง ต้องคำนึงถึงสัดส่วนที่เหมาะสมในการในใช้งาน ขนาดความสูง และการออกแบบนี้เป็นอมตะ

2.8.3.8 ความสวยงาม (Aesthetic) เมื่อมันมีรูปร่างขนาดเหมาะกับการใช้งานขนาดความสูง กว้าง ยาว และขีดจำกัดของประกอบการออกแบบ เช่น การหยิบใช้คล่อง

2.8.3.9 มีลักษณะเฉพาะ (Personality) อาจจะได้คะแนนสูงในเรื่องของคุณภาพแต่จริงๆ แล้วยังขาดในเรื่องลักษณะเฉพาะของมัน การมีลักษณะเฉพาะจะมีความรู้สึกกับนักออกแบบที่เขาได้ทำการออกแบบขึ้นมาด้วยตนเอง มีลักษณะเป็นอิสระเพื่อจะได้แสดงว่านักออกแบบได้วิเคราะห์ปัญหาอย่างจริงจัง ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณภาพของงาน ถ้าขาดคุณสมบัตินี้แล้ว

2.8.3.10 กรรมวิธีการผลิต (Production) เมื่อทำการออกแบบแล้ว สามารถจะทำการผลิตได้ง่าย การผลิตโครงการที่ท่านทำในโรงปฏิบัติงานโลหะแต่ละชิ้นส่วน ควรรวมเข้าด้วยกันได้เป็นอย่างดี

2.8.3.11 การซ่อมบำรุงรักษา (Easy of Maintenance) เมื่อนำไปใช้งานได้รับความเสียหาย ความสามารถแก้ไขและซ่อมแซมได้ง่าย ยุ่งยากเมื่อมีการชำรุดเสียหายค่าบำรุงรักษาและการสึกหรอต่ำ

2.8.3.12 การขนส่ง (Transportation) นักออกแบบต้องคำนึงถึงความปลอดภัยค่าขนส่ง จะขนส่งสะดวก หรือไม่ใกล้ไม่ไกล ขนส่งทางบกทางน้ำหรือทางอากาศ ต้องบรรจุหีบห่ออย่างไรที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์เสียหายของรถตู้บรรทุกสินค้ากว้างยาวสูงเท่าไร เป็นต้น

การออกแบบผลิตภัณฑ์ในเชิงอุตสาหกรรมที่ดีควรผสมผสานปัจจัยต่างๆ ทั้งรูปแบบประโยชน์ใช้สอย กายวิภาคเชิงกลและปัจจัยด้านอื่นให้เข้ากับวิถีการดำเนินชีวิต แนวโน้มที่จะเกิดขึ้นกับกลุ่มเป้าหมายได้อย่างกลมกลืนลงตัวมีความสวยงามโดดเด่น มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว ตั้งอยู่บนพื้นฐานทางการตลาดและความเป็นไปได้ในการผลิตเชิงอุตสาหกรรม ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านรูปลักษณ์และการใช้งานของผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานเป็นสำคัญ โดยพิจารณาที่การใช้งานด้าน ประโยชน์ใช้สอย ความแข็งแรงทนทาน การซ่อมแซมบำรุงดูแลรักษา ราคา วัสดุและกรรมวิธีการผลิต ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวเป็นหลัก อาจมีปัจจัยอื่นเพิ่มเติมในขั้นตอนการผลิต

2.8.4 การยศาสตร์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์

การยศาสตร์ (Ergonomics) หมายถึงกฎหรือศาสตร์เกี่ยวกับพฤติกรรมการปฏิบัติงานการและสภาพของบุคคลในเชิงความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมในการทำงาน โดยนำมาใช้ในการปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพแวดล้อมพื้นที่การทำงานและปรับเปลี่ยนนิสัยของบุคคล เพื่อให้ทำงานอย่างเป็นระบบและสะดวกสบายเพิ่มประสิทธิภาพของงาน

การออกแบบผลิตภัณฑ์จำเป็นต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและความสะดวกสบายของผู้ใช้งาน เนื่องจากผลกระทบจากการใช้งานที่ไม่เหมาะสมทำให้ประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์ลดลงหรือทำให้เกิดการบาดเจ็บต่อผู้ใช้งานได้ ดังนั้นการศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียก เพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ ได้อย่างเหมาะสมตามหลักการยศาสตร์ เพื่อปรับปรุงขนาดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องกับสัดส่วนและพฤติกรรมการใช้งานของกลุ่มผู้ใช้งานให้มีความปลอดภัยและความเหมาะสมในการใช้งานตามคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

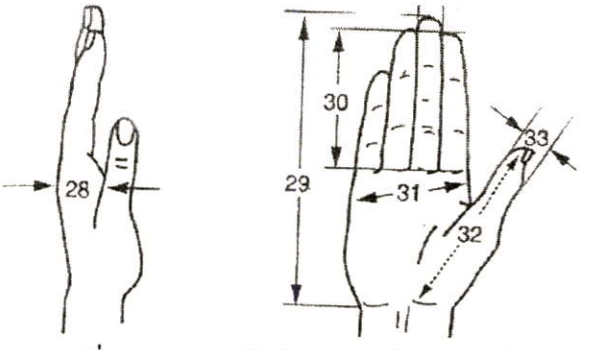
1. ขนาดสัดส่วนของมือ การศึกษาสัดส่วนของมนุษย์มีความสำคัญต่อการออกแบบ เนื่องจากขนาดสัดส่วนของมนุษย์สัมพันธ์กับผลิตภัณฑ์โดยตรงทำให้กำหนดขนาดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการออกแบบได้ ประกอบด้วย ขนาดของสัดส่วนในมิติต่างๆ (Critical Body Dimension) ขนาดสัดส่วนเฉพาะส่วน (Anthropometry of special regions of the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

ตารางที่ 2.9 แสดงค่าเฉลี่ยสัดส่วนของมือเพศหญิงและชายไทยทั่วประเทศอายุ 40 – 49 ปี

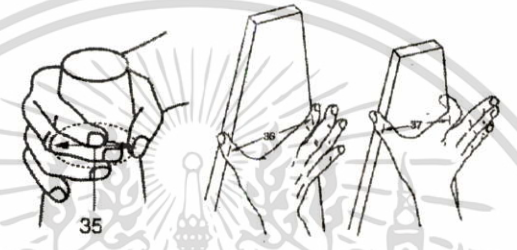
สัดส่วน	หญิง (เซนติเมตร)	ชาย(เซนติเมตร)
ความยาวรอบฝ่ามือ	18.4	21.3
ความยาวนิ้วหัวแม่มือ	6.3	7.2
ความยาวนิ้วชี้	7.1	7.6
ความยาวนิ้วกลาง	8.0	8.5
ความยาวนิ้วนาง	7.3	7.9
ความยาวนิ้วก้อย	5.7	6.3
ระยะห่างปลายนิ้วหัวแม่มือ-กึ่งกลางโคนฝ่ามือ	13.1	14.7
ระยะห่างโคนนิ้วกลาง-กึ่งกลางโคนฝ่ามือ	10.2	11.1
ความยาวฝ่ามือ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

ที่มา สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.22 แสดงสัดส่วนขนาดมือและฝ่ามือ
ที่มา สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2544)

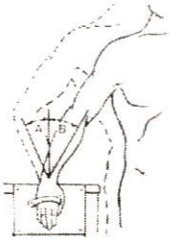
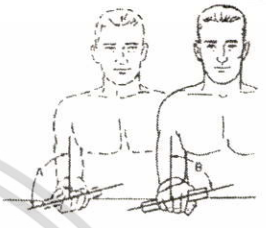
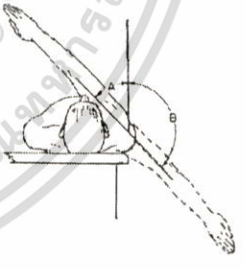


ภาพที่ 2.23 ตำแหน่งการวัดขนาดสัดส่วนของมือและนิ้วมือในมิติต่างๆ
ที่มา Pheasant, 1988 อ้างถึงใน ศิริพรณ์ ปีเตอร์, 2550

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 แสดงการเคลื่อนไหวในลักษณะต่างๆ ของร่างกาย

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

ที่มา Wlsley woodson, 1987 อ้างถึงใน ศิริพรณ์ ปีเตอร์, 2550

ผู้วิจัยศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของร่างกายและขีดจำกัดในส่วนต่างๆ ที่มีเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นในพื้นที่เคลื่อนมีการใช้ร่างกาย ได้แก่ การหยิบ เท ลุก ยืน ก้ม ดึง เป็นต้น ทำให้ต้องศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวให้สอดคล้องกับความสามารถในการเคลื่อนไหวของร่างกาย ผู้วิจัยประยุกต์สู่การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียก เพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ ให้มีความปลอดภัยในการใช้งาน คำนึงถึงขั้นการใช้งานและการเคลื่อนย้ายที่สอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพของร่างกายผู้ใช้งาน เพื่อป้องกันการบาดเจ็บที่เกิดจากการเคลื่อนไหวที่ไม่สอดคล้องกับขีดความสามารถของร่างกายได้และเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

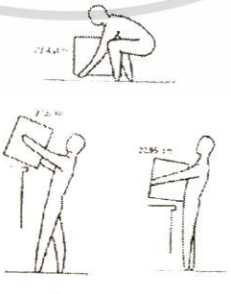
3 ความสามารถในการรับน้ำหนัก เนื่องจากมนุษย์มีความแตกต่างกันทางด้านอายุ เพศ และโครงสร้างทางร่างกาย รวมทั้งสภาพร่างกาย เช่น ความหิว ความเหนื่อย ความเจ็บป่วย ส่งผลให้มนุษย์มีสภาพร่างกายที่ไม่พร้อมส่งผลต่อการรับน้ำหนักที่แตกต่างกันออกไป โดยมนุษย์ในช่วงอายุ 14 – 50 ปีขึ้นไปมีความสามารถในการยกหรือถือของหนักแตกต่างกัน ส่วนใหญ่ยกน้ำหนักของสิ่งของด้วยการหิ้วด้วยมือ ประมาณ 27 กิโลกรัมในระยะสั้นๆ และประมาณ 14 กิโลกรัมในระยะทางไกลๆ ส่วนการยกน้ำหนักที่เป็นมวลรวมไม่ควรเกิน 13 กิโลกรัม โดยมนุษย์ส่วนใหญ่ไม่ควรยกน้ำหนักเกินร้อยละ 35 ของน้ำหนักของตนเอง (Wesley Woodson, 1993 อ้างถึงใน ศิริพรณ์ ปีเตอร์, 2550)

ตารางที่ 2.11 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 2.24 การยกน้ำหนักของวัตถุลักษณะต่างๆ (1)
ที่มา Wesley Woodson, 1993 อ้างถึงใน ศิริพรณ์ ปีเตอร์, 2550



ภาพที่ 2.25 การยกน้ำหนักของวัตถุลักษณะต่างๆ (2)
ที่มา Wesley Woodson, 1993 อ้างถึงใน ศิริพรณ์ ปีเตอร์, 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.5 หลักการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ไม้

สถานการณ์ความเปลี่ยนแปลงในด้านต่างๆ ส่งผลกระทบต่อรูปแบบการดำรงชีวิตของผู้คนระดับต่างๆ ในสังคมส่วนหนึ่งของผลกระทบดังกล่าวได้ก่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลงทางรูปแบบสถาปัตยกรรม ตลอดจนการปรับเปลี่ยนสภาพภายในอาคารที่มีประสงค์การใช้งานที่แตกต่างกัน จากความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ที่มีแนวคิดดั้งเดิมต่อปัจจัย4 ภาวการณ์ต่างๆ ไปปรับเปลี่ยนก่อให้เกิดปัจจัยอื่นๆ เพิ่มเติมจากแนวคิดเดิม เพื่อการตอบสนองความให้เหมาะสมกับความสุนทรียภาพและการใช้งานทีเหมาะสม การออกแบบเฟอร์นิเจอร์ไม้ จึงใช้ ประเภทเฟอร์นิเจอร์ไม้ เพื่อเป็นการกำหนดกรอบความสามารถที่เลือกนำมาใช้งานให้เหมาะสมกับวัสดุ และแนวคิดการสร้างกรอบแนวคิดเพื่อการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ไม้ ดังนี้

2.8.5.1 การแบ่งประเภทของเฟอร์นิเจอร์ไม้

1) การแบ่งประเภทของเฟอร์นิเจอร์ไม้ตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน

1. เฟอร์นิเจอร์ไม้ที่ใช้ภายในบ้าน เป็นเครื่องเรือนที่มีความใกล้ชิดมากที่สุด ผู้อยู่อาศัยจะอยู่กับเฟอร์นิเจอร์มากที่สุด เน้นประโยชน์ใช้สอยเฉพาะเครื่องเรือน

2. เฟอร์นิเจอร์ไม้สำหรับสำนักงาน จุดประสงค์หลักของเครื่องเรือนกลุ่มนี้ มุ่งเน้นการใช้งานในสำนักงานเป็นหลัก

3. เฟอร์นิเจอร์ไม้สำหรับใช้ในที่สาธารณะหรือชุมชน เป็นเครื่องเรือนสำหรับคนทั่วไป หรือ สาธารณะชน เป็นเฟอร์นิเจอร์ที่เน้นความทนทานเป็นหลักสำหรับการรองรับการใช้งานกับคนจำนวนมากและการใช้งานที่หลากหลาย

2) การแบ่งประเภทของเฟอร์นิเจอร์ไม้ตามสภาพการใช้ที่เกี่ยวข้องกับอาคาร

1. เฟอร์นิเจอร์ไม้ภายในอาคาร เป็นที่ใช้งานกันอย่างหลากหลาย ซึ่งเป็นเฟอร์นิเจอร์ส่วนใหญ่มีใช้และพบเห็นโดยทั่วไป ซึ่งจะใช้งานและเก็บรักษาไว้ภายในตัวอาคาร

2. เฟอร์นิเจอร์ไม้ภายนอกอาคาร เฟอร์นิเจอร์ชนิดนี้มีความโดดเด่นคือ ทนทานต่อสิ่งแวดล้อมที่อยู่ภายนอกตัวอาคาร เช่น แดด และฝน การเลือกใช้เฟอร์นิเจอร์สำหรับภายนอกอาคารจึงต้องคำนึงถึงความทนทานเป็นหลัก

2.8.5.2 การสร้างกรอบแนวคิดเพื่อการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ไม้

1) ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการออกแบบเฟอร์นิเจอร์

1. หน้าที่ใช้สอย มีความสำคัญเป็นอันดับสูงสุด ออกแบบเฟอร์นิเจอร์ ควรคำนึงถึงการใช้งานเป็นอย่างแรกเพื่อตอบสนองการใช้งาน ซึ่งหากผลิตภัณฑ์ไม่สามารถตอบสนองการใช้งานได้ ก็นับได้ว่าไม่ประสบความสำเร็จในด้านการออกแบบเพื่อการใช้งาน

2. ความสวยงามน่าใช้ คือปัจจัยที่ส่งผลต่อผู้ซื้อเป็นอันดับแรก ผู้บริโภคจะมองเห็นความสวยงามผ่านการมองด้วยสายตาก่อน จากนั้นจึงเป็นการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ความสะดวกสบายในการใช้งาน เมื่อเกิดการใช้งานแล้วผลิตภัณฑ์ทำให้ผู้ใช้งานได้รับความสะดวกสบาย หรือ ใช้งานได้ง่ายดาย ไม่ยุ่งยากหรือยากลำบากจนเกินไป

4. ความปลอดภัย คือ ความปลอดภัยต่อการใช้งานในลักษณะต่างๆ เช่น ของเล่นเด็กที่ปลอดภัยเมื่อเด็กดูดหรืออม การลดเหลี่ยมมุมสำหรับการออกแบบเฟอร์นิเจอร์เพื่อลดการเสียที่เกิดจากการชน หรือกระแทกจากผู้ใช้งาน

5. ความแข็งแรง ความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ที่เพียงพอต่อการใช้งาน เช่น เก้าอี้ที่แข็งแรงเพียงพอสำหรับการรับน้ำหนักจากผู้ใช้งาน

6. ราคาควรกำหนดราคาให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้ใช้งาน ซึ่งจะต้องคำนึงถึงต้นทุนและผู้ซื้อให้มีความเหมาะสมกัน

7. วัสดุ จะต้องมีความเหมาะสมในด้านการใช้งาน ความทนทาน ความสวยงาม และราคา ซึ่งจะถูกควบคุมโดยต้นทุน การเลือกใช้วัสดุจึงควรมีความเหมาะสมกับผู้ซื้อและลักษณะการใช้งาน

8. กรรมวิธีการผลิต การเลือกเทคโนโลยี วิธีการผลิตที่เหมาะสมจะทำให้การออกแบบและต้นทุนการผลิตอยู่ในการควบคุมได้ และทำให้การผลิตมีประสิทธิภาพ

9. การบำรุงรักษา ในปัจจุบันการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ ลดความสำคัญน้อยลงเนื่องจากเน้นขายที่ตัวสินค้ามากกว่าชิ้นส่วน หรืองานซ่อมแซม แต่สำสำหรับสินค้าบางชนิดก็ต้องคำนึงถึงการซ่อมแซมบำรุงรักษาอยู่

10. การขนส่ง เป็นปัจจัยที่ผู้ออกแบบมักจะละเลยและมักจะควบคุมเองไม่ได้ การขนส่งมีความสำคัญคือ การนำสินค้าไปยังรู้รับสินค้า การออกแบบที่ดีควรคำนึงถึงการขนส่งเป็นสำคัญ เพื่อลดภาระต้นทุนจากกการขนส่ง

2.8.5.3 การกำหนดแนวทางการออกแบบ

1) ความต้องการของผู้บริโภค ผู้บริโภคต้องการกายภาพของผลิตภัณฑ์โดยพิจารณาจาก

1. ปัจจัยด้านความสวยงาม
2. ปัจจัยด้านหน้าที่ใช้สอย
3. ปัจจัยด้านราคา
4. ปัจจัยทางด้านจิตวิทยา

2) ความต้องการของตลาด ผู้รับผิดชอบการตลาดมีแนวทางที่จะกำหนดให้ผลิตภัณฑ์ใหม่ มีคุณลักษณะตรงตามปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. ปัจจัยด้านรูปแบบที่สัมพันธ์กับกลุ่มตลาดผู้บริโภค
2. ปัจจัยด้านการแสวงหาตลาดใหม่
3. ปัจจัยด้านการเสนอวิธีการใช้งานของผลิตภัณฑ์ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ปัจจัยด้านการเสนอวิธีการใช้งานใหม่ของผลิตภัณฑ์

3) ความต้องการภาคการผลิต ผู้รับผิดชอบการผลิตมีแนวทางที่ต้องการกำหนดให้ผลิตภัณฑ์ใหม่ มีคุณลักษณะตรงตามปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. ปัจจัยด้านทุนการผลิต
2. ปัจจัยด้านความแข็งแรงของโครงสร้าง
3. ปัจจัยด้านการลดความซับซ้อนลดทุนการผลิต
4. ปัจจัยด้านการใช้วัสดุ วัตถุดิบ และ การทดแทน
5. ปัจจัยด้านการขนส่ง

2.8.6 หลักการออกแบบบรรจุภัณฑ์

ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ นักออกแบบต้องคำนึงถึงศาสตร์และศิลป์สำหรับใช้แก้ปัญหาการออกแบบบรรจุภัณฑ์แต่ละด้านให้เกิดผลลัพธ์การออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพ ในการบรรลุวัตถุประสงค์หลักของบรรจุภัณฑ์สองข้อคือ การออกแบบโครงสร้างบรรจุภัณฑ์ และการออกแบบกราฟิกบรรจุภัณฑ์ ที่ล้วนมีรายละเอียดที่ต้องคำนึงทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ข้อกำหนดในการออกแบบโครงการบรรจุภัณฑ์

- ชนิดของวัสดุมีความเหมาะสม ป้องกันสินค้าได้ตลอดอายุการวางขาย
- รูปแบบกลมกลืนสอดคล้องกับสินค้า
- ขนาดพอดีและสามารถรับน้ำหนักสินค้าได้
- การขึ้นรูป การบรรจุ เปิด-ปิดสะดวก ไม่ยุ่งยาก

2.8.6.1 การออกแบบกราฟฟิคบนบรรจุภัณฑ์ การออกแบบและการจัดวางรูปประกอบตัวอักษร ลวดลาย ถ้อยคำ เครื่องหมายหรือตราสัญลักษณ์ทางการค้า โดยใช้หลักวิชาการทางศิลปะ การจัดภาพองค์ประกอบศิลป์เพื่อให้ผลงานมีความประสานกลมกลืนกันอย่างสวยงามและสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้

ภาพที่ 2.25 แสดงบรรจุภัณฑ์

ที่มา http://netra.lpru.ac.th/~weta/m4/m4_print.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.6.1.1 ข้อมูลประกอบการออกแบบบรรจุภัณฑ์

- ข้อมูลด้านการตลาด ได้แก่ สถานที่จัดจำหน่าย ฤดูกาล
- รูปแบบการกระจายสินค้า (ปลีก/ส่ง) พฤติกรรมผู้บริโภค
- ปริมาณและมูลค่าของสินค้าในตลาด (ส่วนแบ่งทางการตลาด)
- ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ประวัติความเป็นมา
- คำอธิบาย จุดเด่น ประโยชน์ ขนาดปริมาณบรรจุ ความถี่/ปริมาณการใช้ที่ใช้ต่อครั้ง ราคาและต้นทุน ข้อควรระวัง

2.8.6.2 ขั้นตอนการออกแบบบรรจุภัณฑ์

1. กำหนดกลุ่มเป้าหมาย ถือเป็นเรื่องสำคัญของการออกแบบบรรจุภัณฑ์ เพราะกลุ่มเป้าหมายสามารถส่งผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์ได้โดยตรง ผู้ประกอบการจะต้องศึกษาและเรียนรู้ความต้องการของตลาดและความต้องการของผู้บริโภค โดยกำหนดกลุ่มเป้าหมายให้ชัดเจน เพื่อที่จะได้สามารถออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้ตรงต่อความต้องการของกลุ่มเป้าหมายให้มากที่สุด ตัวอย่างกลุ่มเป้าหมาย เช่น วัยรุ่น วัยทำงาน แม่บ้าน เด็ก ฯลฯ เป็นต้น

กลุ่มเป้าหมายที่ได้ยกตัวอย่างนี้ นอกจากจะมีความสนใจและความต้องการที่แตกต่างกันแล้วกลุ่มเป้าหมายเดียวกันแต่ช่วงอายุต่างกันและมีสถานะทางสังคมที่แตกต่างกัน ก็ย่อมมีความต้องการแตกต่างกันด้วยเช่นกัน ซึ่งทำให้ลักษณะของบรรจุภัณฑ์ก็ต้องมีความแตกต่างกันไปตามกลุ่มเป้าหมายนั้นๆ หรือบางครั้งผลิตภัณฑ์บางอย่างผลิตขึ้นมาเพื่อผู้บริโภคกลุ่มหนึ่ง แต่ผู้บริโภคอีกกลุ่มหนึ่งกลับเป็นผู้เลือกและตัดสินใจซื้อ เช่น อาหารเสริมสำหรับเด็กหรือ นมผงสำหรับทารก จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์เหล่านี้ ทารกและเด็กมิได้เป็น ผู้เลือกซื้อ แต่ผู้เลือกและตัดสินใจซื้อกลับเป็นผู้ปกครอง ซึ่งเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นว่าก่อนการออกแบบบรรจุภัณฑ์ผู้ประกอบการจำเป็นต้องกำหนดกลุ่มเป้าหมาย เพื่อทำการศึกษาความต้องการของกลุ่มเป้าหมายอย่างละเอียดรอบครอบ และค้นหาวิธีว่าจะออกแบบอย่างไรให้บรรจุภัณฑ์ของท่านสามารถดึงดูดความสนใจของผู้บริโภคตามกลุ่มเป้าหมายให้ตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ของท่าน

2. กำหนดชื่อตราสินค้า(Brand) ตราสินค้าใช้เป็นชื่อหรือเครื่องหมายสำหรับการเรียกขานผลิตภัณฑ์ ผู้ประกอบการจะต้องทำการกำหนดชื่อตราสินค้าให้เรียบร้อยก่อนการออกแบบบรรจุภัณฑ์ โดยกำหนดให้ชื่อตราสินค้ามีความเป็นเอกลักษณ์ ชัดเจน น่าสนใจ ที่สำคัญจะต้องเป็นที่จดจำได้ง่ายแก่ผู้บริโภคตราสินค้าที่ดีนั้นสามารถยกตัวอย่างได้ดังนี้ คือตั้งตามชื่อเจ้าของกิจการ ตั้งตามความเชื่ออันเป็นมงคล ตั้งตามแหล่งที่มาของผลิตภัณฑ์ หรือตั้งโดยการผสมคำที่มีความหมายให้เกิดเป็นคำใหม่ที่มีเอกลักษณ์ ฯลฯ เป็นต้น ลักษณะที่ดีของตราสินค้าที่ดี

- สั้น กะทัดรัด จดจำได้ง่าย ออกเสียงได้ง่ายมีความโดดเด่นเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว
- แปลเป็นภาษาต่างประเทศได้ง่ายมีความหมายที่เหมาะสม
- สามารถบอกถึงคุณสมบัติที่สำคัญของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สอดคล้องกับค่านิยมและวัฒนาธรรมของกลุ่มลูกค้าเป้าหมายสามารถนำไปจดทะเบียนการค้าได้ต้องไม่ซ้ำกับของเดิมที่มีอยู่

ภาพที่ 2.26 แสดงบรรจุภัณฑ์

ที่มา http://netra.lpru.ac.th/~weta/m4/m4_print.html

3. วัสดุที่ใช้ทำบรรจุภัณฑ์ วัสดุมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ การที่ผู้ประกอบการตัดสินใจว่าจะใช้วัสดุอะไรมาผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์นั้น ท่านควรคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภค ความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม และคุณสมบัติของวัสดุแต่ละประเภท ที่จะนำมาผลิตบรรจุภัณฑ์เป็นสำคัญ เนื่องวัสดุแต่ละชนิดแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติที่เป็นข้อดีและข้อเสีย ในการคุ้มครองผลิตภัณฑ์ให้คงคุณภาพ การยืดอายุผลิตภัณฑ์ และการนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) ที่แตกต่างกันไป หากท่านเลือกใช้วัสดุไม่ถูกต้องนอกจากจะทำให้เกิดผลกระทบต่อตัวผลิตภัณฑ์ ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังเป็นสาเหตุให้เกิดต้นทุนในการผลิตบรรจุภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นอีกด้วย

4. รูปทรง บรรจุภัณฑ์ ที่มีรูปร่างสวยงาม สามารถสร้างความประทับใจให้กับผู้บริโภค ถึงแม้ผู้บริโภคจะยังมิได้สัมผัสกับตัวผลิตภัณฑ์ที่อยู่ภายใน รูปทรงของบรรจุภัณฑ์สามารถสร้างความเป็นเอกลักษณ์ได้ กล่าวคือเมื่อผู้บริโภคเห็นรูปทรงสามารถรับรู้ได้ทันทีว่าเป็นผลิตภัณฑ์อะไรและมีชื่อตราสินค้าอะไร หรือจะเป็นผลิตภัณฑ์เดียวแตกต่างกันที่ชื่อตราสินค้า

5. สีสันและกราฟฟิค สีสันและกราฟฟิคนี้คือการรวมของการใช้สัญลักษณ์ ตัวอักษร ภาพประกอบ ลวดลายและพื้นผิว ซึ่งส่วนประกอบทั้งหมดสามารถบ่งบอกถึงชื่อตราสินค้า ลักษณะผลิตภัณฑ์ ที่บรรจุอยู่ภายในได้และสามารถแสดงถึงแหล่งที่มาของผลิตภัณฑ์ได้ด้วย

2.8.6.3 การออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่ดี การออกแบบบรรจุภัณฑ์ ให้มีความสวยงามและความแปลกตา เท่านี้คงไม่เพียงพอสำหรับบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์อาหารเพราะหัวใจของบรรจุภัณฑ์คือ การเก็บรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้คงอยู่ยืนยาว ดังนั้น การออกแบบที่ดีผู้ประกอบการควรคำนึงถึงหน้าที่ของบรรจุภัณฑ์เป็นสำคัญ ดังนี้

1. ป้องกันผลิตภัณฑ์ บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการบรรจุอาหารจะต้องสามารถป้องกันไม่ให้อาหารสัมผัสกับบรรยากาศภายนอก ซึ่งอาจจะเกิดการรั่ว การซึม แสง ความร้อนเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เก็บรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ บรรจุภัณฑ์ที่ต้องสามารถรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์มิให้เปลี่ยนแปลงไป ไม่ว่าจะเป็นกลิ่นหรือรสชาติ

3. ยืดอายุผลิตภัณฑ์ จะต้องสามารถนำเทคโนโลยีที่สลับซับซ้อนมาช่วยในการออกแบบ เพื่อให้บรรจุภัณฑ์ สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้มีอายุยืนยาว

4. ความสะดวกในการใช้งาน

5. ความประหยัดในการขนส่ง

2.8.6.4 งานพิมพ์บรรจุภัณฑ์ ในการพิมพ์สิ่งพิมพ์ประเภทบรรจุภัณฑ์ ควรให้ความสำคัญในการเลือกใช้หมึกพิมพ์ที่ปลอดภัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเป็นบรรจุภัณฑ์ประเภทอาหาร ควรเลือกสีชนิด Food grade และควรเป็นสีที่คงทนต่อการใช้งานที่ต้องการพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์ที่ต้องการได้ เช่น กระดาษแข็ง แผ่นกระดาษลูกฟูก โดยไม่ทำให้วัสดุใช้พิมพ์เสียหาย ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ควรออกแบบให้ขนาดของชิ้นงานกับขนาดกระดาษมาตรฐานที่ขึ้นขึ้นแท่นพิมพ์พอดี ไม่เหลือเศษขอบกระดาษมาก เพื่อความประหยัดต้นทุน

กล่องเป็นบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่ง The Box as Transit Container

- เป็นบรรจุภัณฑ์พื้นฐานที่มุ่งเน้นการใช้งาน
- เน้นเรื่องราคา ในการตัดสินใจซื้อ

กล่องเป็นเครื่องมือทางการตลาด The Box as a Marketing Tool

- เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ใช้เป็นสื่อโฆษณาและประชาสัมพันธ์นอกเหนือจากการใช้งาน
- การวางแนวคิดจะสอดคล้องกันระหว่างสินค้าบรรจุภัณฑ์ชั้นใน และบรรจุภัณฑ์ชั้นนอก
- ออกแบบสวยงามเน้นตราสินค้าและความเด่นเมื่อโชว์ตามร้านค้า

หน้าที่ของบรรจุภัณฑ์ด้านการตลาด(Marketing Functions)

1. หน้าที่ส่งเสริมการขาย
2. หน้าที่สร้างมูลค่าเพิ่ม
3. หน้าที่ให้ความถูกต้อง รวดเร็วในการขาย
4. หน้าที่รักษาสิ่งแวดล้อม
5. หน้าที่รณรงค์เรื่องต่างๆ เช่น กินของไทยใช้ของไทย ส่งเสริมท่องเที่ยว

หลัก 5 P ของกลยุทธ์ทางการตลาด

P1 = Product (ตัวสินค้า)

P2 = Place (สถานที่)

P3 = Price (ราคา)

P4 = Promotion (การประชาสัมพันธ์)

P5 = Packaging (บรรจุภัณฑ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการออกแบบบรรจุบรรจุภัณฑ์ ประกอบด้วยการออกแบบที่สำคัญ 2 ส่วนคือ

1. การออกแบบโครงสร้าง เน้นคุณสมบัติของวัสดุใช้ทำบรรจุภัณฑ์และรูปแบบบรรจุภัณฑ์

2. การออกแบบกราฟิก เน้นการสื่อความหมายด้วยภาพวาดสัญลักษณ์ต่างๆ ที่ช่วยส่งเสริมการขาย

เนื้อหาการนำเสนอกราฟิกบนบรรจุภัณฑ์

Product & product in use แสดงผลิตภัณฑ์และการใช้

Ingredient แสดงเครื่องปรุงและส่วนผสม

Dramatize the benefit เน้นประโยชน์อย่างน่าสนใจ

Heritage/ origin แสดงวัฒนธรรมและแหล่งกำเนิด

Mood/ characteristic แสดงอารมณ์และบุคลิกของสินค้า/ผู้ใช้

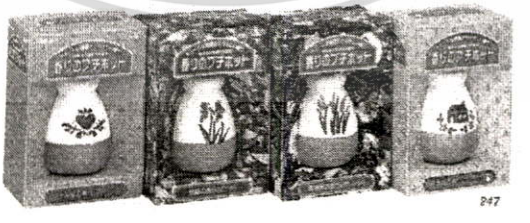
Type classification/family range แสดงชนิด/กลุ่มสินค้า

Cumulative effect แสดงผลของการรวมหมู่

Season & occasion แสดงความเป็นเทศกาล โอกาสพิเศษ

2.8.6.5 สีบนบรรจุภัณฑ์ การออกแบบบรรจุภัณฑ์ สีนับว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่ง เพราะสีเป็นสิ่งที่มีผลต่อประสาทสัมผัส เป็นเครื่องดูดความสนใจทำให้เกิดความรู้สึกอยากจับต้องอยากสัมผัส โดดเด่น โดยมีความหมายของสี ดังนี้

- เมื่อต้องการความสงบและการพักผ่อนจะใช้สีฟ้าและสีขาว
- เมื่อต้องการความสำคัญจะได้แก่ สีม่วง แดงอมุ่น และขาว เหลืองทองคำ และดำ
- เมื่อต้องการความงดงาม ใช้สีซึ่งเข้ากันอย่างกลมกลืน และสมดุลย์
- เมื่อต้องการความรื่นรมย์ให้ใช้สีฟ้าอ่อน ฟ้ากับขาว หรือขาวกับแดง
- เมื่อแต่ละตลาดมีลักษณะพิเศษของตนขึ้นอยู่กับรสนิยม ชนผิวสีไม่นิยมสีน้ำตาลไหม้ แต่จะชอบสีเหลือง ชาวตะวันออกชอบสีสดใสสว่าง



ภาพที่ 2.26 แสดงบรรจุภัณฑ์

ที่มา http://netra.lpru.ac.th/~weta/m4/m4_print.html

สีที่จะใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารจะเป็นสีส้ม เหลืองอ่อน แดงสด เขียวอ่อน น้ำตาลอ่อน และสีน้ำตาล สำหรับเครื่องดื่มจะใช้เหลืองปนน้ำตาล เหลืองแดง หรือเขียวปนฟ้า หรือฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีน้ำตาล ให้ความรู้สึกขึงขังและมีประโยชน์ ใส่ความรู้สึกของความสมบูรณ์ของชีวิตและงานประจำ

สีส้ม ให้ความรู้สึกถึงรัศมี และแสดงออกยิ่งกว่าสีแดง เป็นสีความเคลื่อนไหว ให้ความรู้สึกอบอุ่นปลอดภัย เช่น ไฟที่กำลังไหม้อยู่ในเตาผิง

สีฟ้าหรือสีน้ำเงิน เป็นสีสรรที่ลึกซึ้งและเป็นผู้หญิง ให้ความรู้สึกพักผ่อน รู้สึกเป็นผู้ใหญ่ แต่ก็ยังให้ความทรงจำวัยเด็ก เป็นสีที่ให้ชีวิตแต่ไม่เท่าสีแดง ขณะที่เป็นสีที่เงียบแต่ไม่เท่าสีเขียวสีอ่อนจะดึงดูดน้อยกว่าสีเข้ม การมองให้ความรู้สึกสดชื่นสะอาด โดยเฉพาะเมื่อรวมกับ สีขาว

สีน้ำทะเล ให้พลังงานดังเช่นไฟ แต่เป็นไฟเย็นที่มีความสดชื่นดังน้ำทะเลในทะเลสาป

สีเหลือง เป็นสีที่มีรัศมีที่สุด เป็นสีสว่าง และมีเสียงดัง เป็นความอ่อนวัยในทางตรงข้ามกับสีฟ้า สีเหลืองทองให้ความรู้สึกมีชีวิตชีวา ขณะที่สีเหลืองแกมเขียวให้ความรู้สึกของความไม่สบาย เมื่อผสมกับสีแดงจะทำให้สบายตา ให้ความอบอุ่น ความพอใจ ดังเช่นสีทองของทุ่งนา

สีม่วง ให้ความมืดและอึดอัด มักจะเป็นสัญลักษณ์ของความหมดหวังและความตาย มีคุณลักษณ์ของความสิ้นหวังหมดโอกาส ความเงียบที่ไม่มีอนาคต ให้มีความรู้สึกเป็นกลุ่มก้อนที่แข็งแรง ให้ความรู้สึกของความสง่างามโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีผิวมัน

สีขาว เป็นการแสดงออกถึงความบริสุทธิ์ โดยลักษณะสีสรรของสีขาวก่อให้เกิดความรู้สึกของความอ้างว้างไม่มีจุดจบ แต่ก็ให้ความรู้สึกสดชื่น และความรู้สึกของความสะอาดเมื่อใช้กับสีน้ำเงิน

สีเทา ไม่มีคุณลักษณะเฉพาะตัวเหมือนสีขาว หรือให้ความรู้สึกในทางเข้มแข็งเหมือนสีดำ แต่แสดงออกซึ่งความเป็นกลาง เป็นลักษณะของการไม่ตัดสินใจ ไม่มีพลังงาน สีเทาอ่อนให้ความรู้สึกกลัว

สีเขียว แสดงถึงความมีชีวิตชีวา มีลักษณะเข้มแข็ง และปราดเปรียว ให้ความรู้สึกสง่างามและมีเสน่ห์

สีแดง เป็นสีร้อน สีแดงจะสะดุดตาเมื่อแรกเห็น เราจะต้องมองไม่ว่าเราจะต้องการมองหรือไม่ แต่ละโทนของสีแดงยังมีคุณสมบัติเฉพาะตัว เช่น แดง ให้ความรู้สึกมั่งคั่ง มีอำนาจ และสง่างาม สีแดงปานกลางให้ความรู้สึกถึงพลังงาน การเคลื่อนไหว และความต้องการ เราสามารถเลือกโทนของสีแดงมาใช้โดยที่ให้ความรู้สึกเบิกบานมีชีวิตชีวา

สีชมพู ให้ความรู้สึกอ่อนหวาน เอียงอาย โรแมนติก แต่ขาดความมีชีวิตชีวา เป็นลักษณะของผู้หญิงและความรัก ให้ความรู้สึกของความอ่อนโยนและมีเสน่ห์

ข้อควรคำนึงในการเลือกใช้สีบนบรรจุภัณฑ์

- สีบรรจุภัณฑ์ที่เลือกใช้ควรกระตุ้นประสาททั้ง 5 เพื่อทำให้เกิดความอยากซื้อ
- สีที่ใช้ควรเป็นสีที่จำง่าย สามารถทำให้นึกถึงยี่ห้อหรือผลิตภัณฑ์นั้นๆ ได้ทันที ใช้สีจดจำได้ง่ายดีกว่าใช้สีแปลกๆ ไม่คุ้นตา
- ถ้าการขายเป็นลักษณะแบบช่วยตนเอง สีแท้เป็นสีที่ควรเลือกใช้ สำหรับการขาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบตัวต่อตัว ก็ควรเลือกสีที่แตกต่างกันไป สีสว่างหรือสีที่คล้ายๆ กันมักให้ความรู้สึกที่ดี สีนุ่มๆ เหมาะกับสินค้าราคาค่อนข้างสูง

- สีที่ใช้บนบรรจุภัณฑ์ควรเป็นสีที่เหมาะกับผู้บริโภคในทุกๆ สถานการณ์ที่ผู้บริโภคนำมาใช้งาน

- การเลือกใช้สีควรเลือกตามลักษณะของลูกค้า เพศ สังคม เศรษฐกิจ สภาพภูมิประเทศ ที่ตั้งลักษณะตลาด

- แสงที่ใช้ในร้านค้า ซุปเปอร์มาร์เก็ต ก็ต้องนำมาพิจารณาด้วย เพราะแสงไฟที่แตกต่างกันก็สามารถเปลี่ยนความรู้สึกต่อสีได้

- การเลือกใช้สีประกอบบนบรรจุภัณฑ์ 2 – 3 สีที่เราคุ้นเคย ได้ผลดีกว่าใช้สีแปลก

- สีที่เลือกใช้บนบรรจุภัณฑ์ควรใช้สีเพื่อทำการเน้นส่วนที่ต้องการจะเน้นให้เด่นชัด นอกจากนั้นใช้สีที่สามารถดึงดูดได้รองๆ ลงมาตามลำดับความสำคัญ

- สีที่เลือกควรเข้ากันได้กับวัสดุที่เลือกใช้ด้วย

- สีของผลิตภัณฑ์และสีของบรรจุภัณฑ์ควรเข้ากันได้ดี มิฉะนั้นจะเกิดความขัดแย้งเกิดขึ้น เมื่อเปิดสินค้าออกจากบรรจุภัณฑ์

- สีที่เลือกใช้จะต้องดูดีเมื่อพิมพ์ขาว – ดำ หรือออกทีวีขาว- ดำ หรือลงนิตยสารอื่นๆด้วย

- ข้อจำกัดด้านราคามีผลในการกำหนดขอบเขตของสีด้วย

- การใช้สีที่ไม่ถูกต้องทำให้ดูน่าเบื่อและกลายเป็นสิ่งส่งเสริมคู่แข่งได้

ประโยชน์ของสีบรรจุภัณฑ์

- เรียกร้องความสนใจเมื่อพบเห็น
- จำได้เมื่อเห็นอีกครั้ง (มองหาได้ง่าย)
- จดจำได้ง่าย
- ข้อความชัดเจนอย่างง่าย
- ให้ผลทางด้านการมองเห็น
- บ่งบอกถึงสิ่งที่บรรจุ
- กระตุ้นให้เกิดความรู้สึกทางบวกต่อสินค้า
- สนองความรู้สึกในการบริโภคสินค้า
- ช่วยให้เกิดการยอมรับและความพอใจ
- ช่วยแยกความแตกต่างในผลิตภัณฑ์ที่เป็นชุด
- โน้มน้าวและให้ความมั่นใจแก่ผู้ซื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทบาทของสีบนบรรจุภัณฑ์ที่มีต่อการขาย สีของบรรจุภัณฑ์จะมีความสำคัญมากต่อการตัดสินใจซื้อ ในกรณีที่

- ความภักดีของลูกค้าต่อสินค้าเสื่อมลง
- ราคาและคุณภาพของสินค้าไม่ต่างกันมาก
- ยอดการจำหน่ายไม่แน่นอน เนื่องจากเหตุผลทั้งสองข้อแรก ทำให้ลูกค้าอาจซื้อสินค้าทดแทนกันได้ ยอดจำหน่ายจึงไม่แน่นอน

การใช้สีบนบรรจุภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์สำหรับเด็ก มักเป็นสีที่แสดงความรู้สึกอ่อนโยน ไม่แข็งมาก เช่น สีขาว ชมพู ฟ้า เขียวอ่อน เหลืองอ่อน ฯลฯ เป็นส่วนที่พื้นที่ใหญ่ๆ และอาจมีสีสดใสบางจุดบนบรรจุภัณฑ์ เช่น ตัวหนังสือกราฟิกต่างๆ ให้ดูน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

สีที่สามารถบ่งบอกถึงสถานะผู้บริโภคให้เป็นกลุ่มตามความเข้าใจทั่วไปแบ่งได้ดังนี้

- สีฟ้า หรือ สีน้ำเงิน แสดงถึง ผลิตภัณฑ์ของเด็กผู้ชาย
- สีชมพูหรือแดง แสดงถึง ผลิตภัณฑ์ของเด็กผู้หญิง

แต่บางกรณีการใช้สีก็อาจจะไม่เป็นไปตามนี้ก็ได้ ในกรณีที่เป็นสินค้าที่ไม่มีการแบ่งเพศเช่น บรรจุภัณฑ์สีชมพู หมายถึง ผลิตภัณฑ์ธรรมดา แต่บรรจุภัณฑ์สีขาว หมายถึง ผลิตภัณฑ์ชนิดพิเศษ สำหรับสีที่เป็นที่นิยมในการใช้เป็นสีบนบรรจุภัณฑ์มากที่สุดคือ สีขาว เนื่องจากให้ความรู้สึกสะอาด ปลอดภัย บริสุทธิ์ เหมาะสมสำหรับเด็ก การเลือกใช้สีบนบรรจุภัณฑ์ จึงมีความสำคัญต่อการเลือกซื้อของผู้บริโภคไม่น้อยไปกว่าองค์ประกอบอื่นๆ ดังที่กล่าวมา

2.8.6.6 การพัฒนา ที่ส่งผลต่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ วิถีการดำเนินชีวิตผู้บริโภคสมัยใหม่ ที่ส่งผลต่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์

- ประชากรผู้บริโภคที่มีอายุสูงเพิ่มขึ้น
- การแต่งงานช้าลง ขนาดของครอบครัวเล็กลง
- การอพยพเข้ามาอยู่อาศัยและทำงานในเขตเมืองมากขึ้น
- เวลาในการปรุงอาหารเองจำกัด
- คำนึงถึงเรื่องสุขภาพมากขึ้น

อุปสรรคทางการค้าระหว่างประเทศ

- ผลของความตกลงพหุภาคีขององค์กรการค้าโลก ทำให้เกิดมาตรการบังคับใช้ที่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนดกฎระเบียบ ในการนำเข้าและส่งออกสินค้าอาหาร
- EU framework Directive 89/109/EEC Article 2 วัสดุที่ใช้สัมผัสอาหารโดยตรงต้องผลิตจากหลักเกณฑ์การผลิตที่ดี (GMF)
- วัสดุดังกล่าวต้องไม่แพร่องค์ประกอบในตัววัตถุไปยังอาหารในประมาณที่อาจเกิดอันตรายต่อสุขภาพ
- EU Framework Directive 89/109/EEC Article 3 รายชื่อของวัสดุที่ยอมให้ใช้สัมผัสกับอาหาร (positive list)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กฎหมาย ระเบียบ และข้อกำหนดอื่น ๆ

- การปิดฉลากและข้อความที่ต้องแสดงบนฉลาก
- การให้ความคุ้มครองสิทธิบัตร และสิทธิต่าง ๆ ของผู้ที่เกี่ยวข้อง
- การจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อม ขยะชุมชน
- ข้อกำหนดวัสดุบรรจุภัณฑ์ เช่น Monomer Directive 89/109/EEC รายชื่อโมโนเบอร์ที่ยอมให้ใช้ผลิตเป็นพลาสติกที่ใช้สัมผัสกับอาหารได้

ฉลากโภชนาการ คือ ฉลากอาหารที่มีการแสดงข้อมูล,โภชนาการ ของอาหารนั้นไว้บนฉลากโดยแสดงเป็นกรอบข้อมูลโภชนาการ

BAR CODE หรือรหัสแท่ง คือ สัญลักษณ์ (Symbol)ที่อยู่ในรูปแท่งบาร์ สามารถอ่านได้ด้วยเครื่อง Scanner

- บาร์เหล่านี้เป็นตัวแทนของตัวเลขและตัวอักษร
- รหัสแท่งประกอบด้วย บาร์ที่มีสีเข้ม และช่องว่างสีอ่อน
- สีแท่งบาร์ควรเป็นสีเข้ม เช่น ดำ,น้ำเงิน, ม่วง และเขียว เลี่ยงการใช้ก้ำกึ่งเช่นสีเทา
- แต่ที่ดีที่สุดคือ แท่งบาร์สีดำรองพื้นสีขาว

2.9 ไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์

ในปัจจุบันนี้กำลังของไหลก็ยังเป็นที่นิยมใช้กันมาก และคงต้องใช้ต่อไปโดยได้พัฒนาขีดความสามารถให้ดีขึ้นเช่น ได้พัฒนาการควบคุมของอุปกรณ์ทำงานให้ทำงานได้เที่ยงตรงมากยิ่งขึ้นซึ่งกำลังของไหลที่นำมาใช้งานในปัจจุบันยังแบ่งออกเป็น 2 ระบบคือ

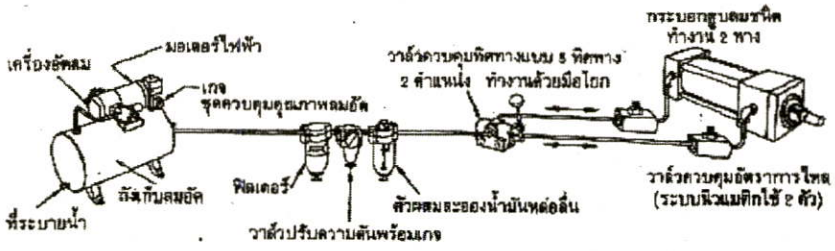
1. ระบบนิวแมติกส์ (pneumatics)
2. ระบบไฮดรอลิกส์ (hydraulics)

2.9.1 ระบบนิวแมติกส์

คำว่า pneumatics เป็นคำที่มาจากภาษากรีก คือ pneuma มีความหมายว่า “ก๊าซที่มองไม่เห็น” ในสมัยนั้นรู้จักนิวแมติกส์เพียงหมายถึงการไหลของอากาศเท่านั้น แต่ในปัจจุบันนิวแมติกส์หมายถึงระบบที่ใช้อากาศอัดส่งไปตามท่อลมเพื่อเป็นตัวกลางการถ่ายทอดกำลังของไหลให้เป็นกำลังงานกล เช่น การทำให้กระบอกสูบลมหรือมอเตอร์ทำงาน ตัวอย่างงาน เช่น งานบรรจุหีบห่อสินค้า งานขนถ่ายวัสดุเครื่องมือลมทุกชนิดและการจับ ยึด เจาะ อัดปั๊ม ขึ้นรูปในงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่ง ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์ และปานเพชร ชินินทร (2541, หน้า 11) ได้กล่าวว่า ระบบนิวแมติกส์จะต้องมีอุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานดังนี้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.27 อุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานของระบบนิวแมติกส์
ที่มา (ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์ และปานเพชร ชินินทร, 2541, หน้า 10)

1. อุปกรณ์ต้นกำลังนิวแมติกส์ ทำหน้าที่สร้างลมอัดที่มีคุณภาพเพื่อใช้ในงานระบบนิวแมติกส์ ประกอบด้วย

1.1 อุปกรณ์ขับ (driving unit) ทำหน้าที่ขับเครื่องอัดอากาศได้แก่ เครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้า แต่ในงานอุตสาหกรรมนิยมใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ขับเนื่องจากความเร็วรอบคงที่

1.2 เครื่องอัดอากาศ (air compressor) ทำหน้าที่อัดอากาศที่ความดันบรรยากาศให้มีความดันสูงกว่าบรรยากาศปกติ

1.3 เครื่องกรองอากาศขาเข้า (intake filter) ทำหน้าที่กรองอากาศก่อนที่จะนำไปเข้าเครื่องอัดอากาศ เพื่อให้อากาศที่จะอัดปราศจากฝุ่นละออง เพราะถ้าอากาศที่อัดมีฝุ่นละอองจะทำให้เกิดความเสียหายแก่เครื่องอัดอากาศและจะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพต่ำ

1.4 เครื่องหล่อเย็น (after cooler) ทำหน้าที่หล่อเย็นอากาศให้เย็นตัวลง

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 ทำให้อากาศอัดปราศจากฝุ่นละอองคราบน้ำมันและน้ำก่อนที่จะนำไปใช้ในระบบนิวแมติกส์ ประกอบด้วยกรองลมอัด (air filter) วาล์วปรับความดันพร้อมเกจ (pressure regulator) อุปกรณ์ผสมละอองน้ำมันหล่อลื่น (lubricator oiler)

3. อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน หมายถึง ลิ้นควบคุมชนิดต่าง ๆ ในระบบนิวแมติกส์ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการเริ่มและหยุดการทำงานของวงจร ควบคุมทิศทางการไหลของลมอัด ควบคุมอัตราการไหลของลมอัดและควบคุมความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. อุปกรณ์การทำงาน ทำหน้าที่เปลี่ยนกำลังงานของไหลให้เป็นกำลังกล เช่น กระบอกสูบลมชนิดต่าง ๆ และมอเตอร์ลม

5. อุปกรณ์ในระบบท่อทาง ใช้เป็นท่อทางไหลของลมอัดในระบบนิวแมติกส์ระบบท่อนี้รวมถึงท่อส่งลมอัดและข้อต่อชนิดต่าง ๆ ด้วย

2.9.2 ระบบไฮดรอลิกส์

คำว่า hydraulics มาจากคำในภาษากรีก 2 คำ คือ hydro หมายถึง น้ำ และ aulis ซึ่งหมายถึง ท่อ (pipe) เดิมคาว่า hydraulics จึงหมายถึงเฉพาะการไหลของน้ำในท่อเท่านั้น แต่ปัจจุบันคำนี้หมายถึงการไหลของของเหลวทุกชนิดที่ใช้ในระบบเพื่อเป็นตัวกลางการถ่ายทอดกำลังงานในการเปลี่ยนแปลงกาลังงานของไหลให้เป็นกำลังงานกล คือ ทำให้กระบอกสูบไฮดรอลิกส์และมอเตอร์ไฮดรอลิกส์ทำงาน ตัวอย่างงานเช่น ระบบเบรกในรถยนต์ แม่แรงไฮดรอลิกส์ เครื่องอัด เกียร์อัตโนมัติ เครน กว้าน รถแทรกเตอร์และเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่งขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์และปานเพชร ชินินทร (2541, หน้า 11) ได้กล่าวว่า ระบบไฮดรอลิกส์จะต้องมีอุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานดังนี้

อุปกรณ์ต้นกำลังไฮดรอลิกส์ (primary component)

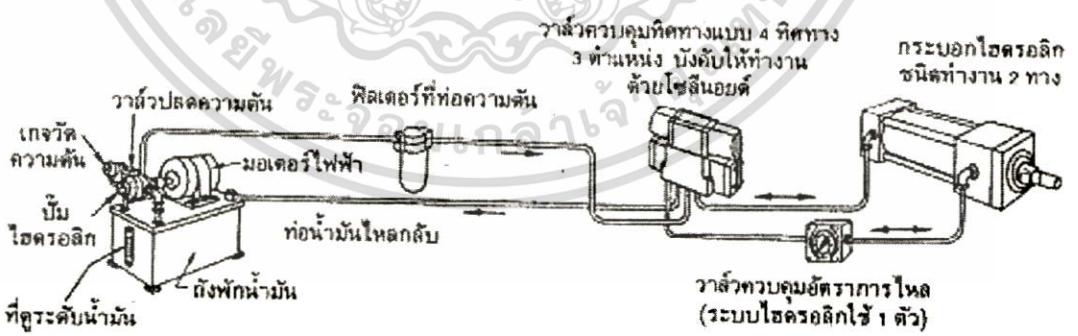
อุปกรณ์เก็บและปรับปรุงคุณภาพน้ำมันไฮดรอลิกส์ (storage and treatment component)

อุปกรณ์สร้างการไหล (transferring component)

อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน (controlling component)

อุปกรณ์การทำงาน (actuator or working component)

อุปกรณ์ในระบบท่อทาง (piping system)



ภาพที่ 2.28 อุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์

ที่มา (ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์ และปานเพชร ชินินทร, 2541, หน้า 12)

1. อุปกรณ์ต้นกำลังไฮดรอลิกส์ ทำหน้าที่เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนปั๊มน้ำมันไฮดรอลิกส์เพื่อส่งจ่ายให้แก่ระบบไฮดรอลิกส์ ประกอบด้วยเครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อุปกรณ์เก็บและปรับปรุงคุณภาพน้ำมันไฮดรอลิกส์ ทำหน้าที่เป็นที่พักของน้ำมันขจัดสิ่งสกปรก ขจัดฟองอากาศ และระบายความร้อนของน้ำมันไฮดรอลิกส์ ประกอบด้วยถังพักน้ำมัน ไฮดรอลิกส์ ไส้กรองน้ำมันไฮดรอลิกส์ และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ที่ใช้กับถังพักน้ำมัน

3. อุปกรณ์สร้างการไหล ทำหน้าที่สร้างอัตราการไหล ประกอบด้วยปั๊มไฮดรอลิกส์ชนิดต่าง ๆ

4. อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน หมายถึง วาล์วควบคุมชนิดต่าง ๆ ในระบบไฮดรอลิก เช่น วาล์วควบคุมทิศทางการไหล ใช้ควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของก้านสูบ วาล์วควบคุมอัตราการไหลใช้จากัดปริมาณน้ำมันที่เข้าลูกสูบเพื่อควบคุมความเร็วของก้านสูบ วาล์วควบคุมความดันใช้ควบคุมความดันในระบบ

5. อุปกรณ์การทำงาน ทำหน้าที่เปลี่ยนกำลังงานของไหลให้เป็นกำลังงานกล เช่น กระบอกสูบไฮดรอลิกส์หรือมอเตอร์ไฮดรอลิกส์

6. อุปกรณ์ในระบบท่อทาง ทำหน้าที่เป็นท่อทางการไหลของน้ำมันไฮดรอลิกส์ในระบบ ประกอบด้วยแป๊บ (pipe) ท่อ (tube) สายน้ำมันไฮดรอลิกส์ (hoses) ข้องอ (bendling) 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 หน่วยวัดความดันทางเทคนิคหรือวัดเป็นบรรยากาศทางเทคนิค [(at) atmospherel] มีหลายหน่วย เช่น กิโลปอนด์/ตารางเซนติเมตร (kp/cm2) หรือนิวตัน/ตารางเมตร (N/m2) หรือ ปอนด์/ตารางนิ้ว (lb/in2) หรือพาสคัล (Pascal) หรือกิโลกรัมแรง/ตารางเซนติเมตร (kgf/cm2)

ความดันอากาศที่วัดเทียบกับสุญญากาศสัมบูรณ์ เรียกว่า “ความดันสัมบูรณ์” (absolute pressure) ส่วนความดันอากาศที่วัดเทียบกับความดันอากาศ “ความดันเกจ (gauge pressure) โดยทั่วไปจะใช้ความดันสัมบูรณ์เมื่อใช้สมการด้านทฤษฎีทางนิวแมติกส์ ในขณะที่โดยปกติจะใช้ ความดันสัมบูรณ์เมื่อสมการด้านทฤษฎีทางนิวแมติกส์ ในขณะที่โดยปกติจะใช้ความดันเกจแสดงค่าความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดันอากาศ ดังนั้นเกจวัดความดันจะแสดงค่าความดันที่เทียบกับความดันอากาศ ดังนั้นเกจวัดความดันจะแสดงค่าความดันที่เทียบกับความดันบรรยากาศ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0 กิโลกรัมแรง/ตารางเซนติเมตร

หลักการพื้นฐานของระบบไฮดรอลิกส์

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

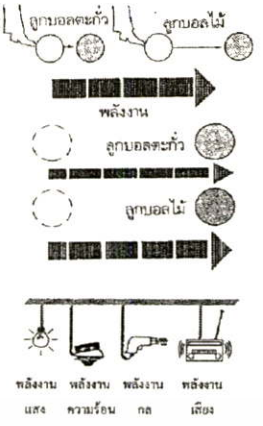
1. แรง (force) แรง หมายถึง การกระทำของวัตถุกับวัตถุ ซึ่งอาจเป็นการผลักหรือการฉุดที่สามารถสร้างการเปลี่ยนแปลงโดยการเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งอาจพยายามที่จะเปลี่ยนสภาวะการหยุดนิ่งให้เกิดการเคลื่อนที่หรือสภาวะการเคลื่อนที่ของวัตถุให้หยุดเคลื่อนที่ได้

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

ภาพที่ 2.29 ความต้านทานและแรงเฉื่อย
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2546, หน้า 2)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.30 พลังงานในรูปแบบต่าง ๆ
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2546, หน้า 2)

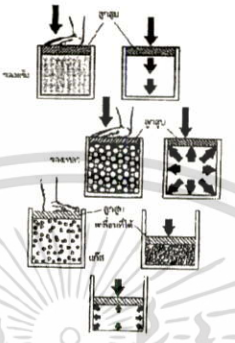
4. พลังงานจลน์และพลังงานศักย์ (kinetic energy & potential energy) พลังงานจลน์เป็นพลังงานที่ทำให้โมเลกุลภายในของวัตถุเกิดการเคลื่อนที่ เช่น น้ำที่ไหลจากถังน้ำประปามาตามท่อทางทำให้เกิดการเคลื่อนที่พลังงานศักย์ เป็นการเก็บน้ำประปาเอาไว้ในถังหรือเป็นน้ำไหลจากก๊อกและถูกเก็บเอาไว้ในแก้วน้ำ

ภาพที่ 2.31 พลังงานจลน์และพลังงานศักย์
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2546, หน้า 3)

5. งาน (work) และกำลัง (power) งาน คือแรงที่ไปกระทำให้วัตถุเกิดการเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่แรงกระทำ ฉะนั้นจำนวนของงานจะแสดงอยู่ในรูปของแรงและระยะทาง หน่วยของงานคือ นิวตัน-เมตร เช่น รถฟอร์กลิฟต์ใช้แรง 2,500 นิวตัน ยกน้ำหนักในแนวดิ่งเป็นระยะทาง 2 เมตร จะได้งานเท่ากับ 5,000 นิวตัน-เมตรกำลัง คือระยะทางที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่มีหน่วยเป็นเมตรคูณด้วยแรงที่ใช้มีหน่วยเป็นนิวตัน หารด้วยเวลาที่ใช้มีหน่วยเป็นวินาที เช่น ใส่งานให้กับรถบรรทุกของเท่ากับ 1,400 นิวตัน-เมตรต่อวินาที โดยทั่วไปหน่วยของกำลัง วัดเป็นกาลังม้า (horse power, hp หรือวัตต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การส่งผ่านแรง (force transmission) เมื่อมีแรงมากระทำกับลูกสูบที่ภาชนะใส่ของแข็งเอาไว้จะเกิดการส่งผ่านแรงจากของแข็งไปยังทิศทางตรงกันข้ามเพียงแรงเดียว แต่ถ้ามีแรงมากระทำกับลูกสูบที่ภาชนะใส่ของเหลวจะมีแรงกระทำในรูปของความดัน ในทุกทิศทุกทางเท่า ๆ กัน แต่ถ้าเป็นแก๊สจะทำให้เกิดความดันในทุกทิศทางเท่า ๆ กันเหมือนกับของเหลว แต่แก๊สนั้นทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ได้ดังภาพที่ 2.45 ซึ่งมีภาพอยู่ 7 ภาพ จะแสดงถึงใช้แรงกดลงบนลูกสูบนั้นจะประกอบด้วยของแข็ง ของเหลวและแก๊ส

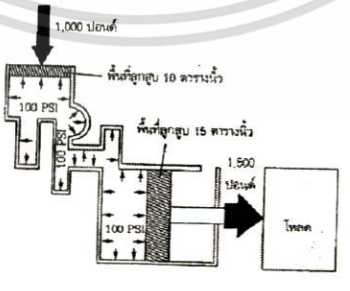


ภาพที่ 2.32 การส่งผ่านแรง
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2547, หน้า 3)

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

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

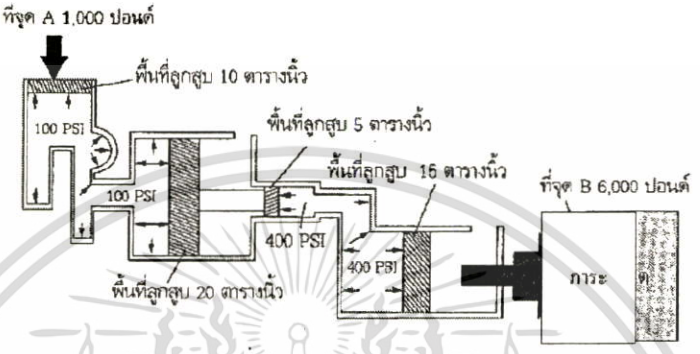
อธิบายภาพที่ 2.33 ได้ว่า ถ้าใช้แรง 1,000 ปอนด์ กดลงไปที่ลูกสูบขนาดพื้นที่10 ตารางนิ้ว จะทำให้เกิดความดันของน้ำมันภายในภาชนะเท่ากับ 100 ปอนด์/ตารางนิ้ว (P = F/A = 1,000/10) และความดัน 100 ปอนด์/ตารางนิ้วนี้ กระทำกับพื้นที่ลูกสูบขนาด 15 ตารางนิ้ว ก็จะได้แรงเท่ากับ 1,500 ปอนด์ ออกไปดันภาระ (F = PA = 100 x 15)



ภาพที่ 2.33 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความดันและพื้นที่
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2547, หน้า 5)

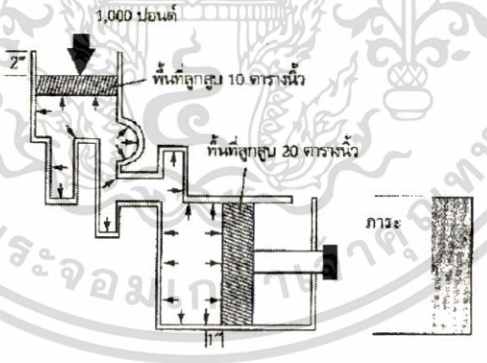
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. การเพิ่มแรง (intensifier) อธิบายภาพที่ 2.34 ได้ดังต่อไปนี้ ที่จุด A ออกแรง 1,000 ปอนด์กดบนลูกสูบขนาดพื้นที่ 10 ตารางนิ้ว จะได้ความดันของน้ำมันเท่ากับ 100 ปอนด์/ตารางนิ้ว กระทำในทุกทิศทุกทางเท่า ๆ กัน ถ้าไปกระทำพื้นที่ขนาด 20 ตารางนิ้ว ก็จะได้แรงเท่ากับ 100 x 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 x 15)



ภาพที่ 2.34 การเพิ่มแรง
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2547, หน้า 5)

ถ้าให้ลูกสูบซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด 10 ตารางนิ้ว เคลื่อนที่ไปในระยะทาง 2 นิ้ว จะทำให้ลูกสูบขนาดพื้นที่หน้าตัด 20 ตารางนิ้วเคลื่อนที่ได้เพียง 1 นิ้ว เท่านั้น ปริมาตรกระบอกสูบเท่ากับพื้นที่หน้าตัดลูกสูบคูณด้วยระยะชักดังแสดงในภาพที่ 2.48

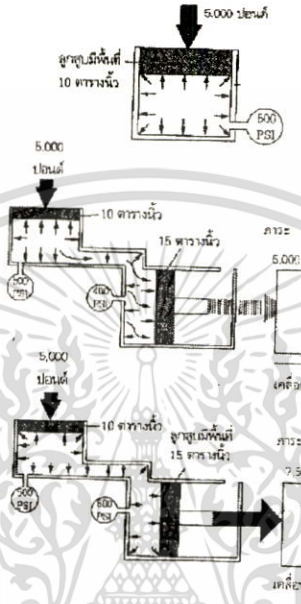


ภาพที่ 2.35 ปริมาตรของของเหลว
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2547, หน้า 5)

การส่งผ่านแรงด้วยระบบไฮดรอลิกส์ จากภาพที่ 2.36 เป็นวิธีการทดความดันในระบบไฮดรอลิกส์ให้ได้ความดันมากขึ้น เพื่อให้กระบอกไฮดรอลิกส์ที่ใช้งานเกิดแรงได้มากขึ้น โดยใช้กระบอกไฮดรอลิกส์ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เท่ากัน ติดต่อกันเป็นตัวสร้างความดัน ตัวอย่างเช่น ใช้แรงขนาด 5,000 ปอนด์ กระทำลงไปที่ลูกสูบขนาด พื้นที่หน้าตัด 10 ตารางนิ้ว ในภาชนะที่มีของเหลวอยู่เต็ม จะทำให้เกิดความดันของน้ำมันเท่ากับ 500 ปอนด์/ตารางนิ้ว ภาชนะที่เก็บพลังงานศักย์นี้เรียกว่าถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

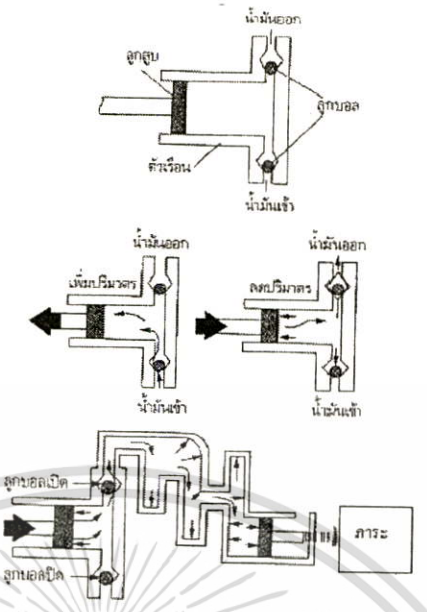
สะสมความดัน (accumulator) ซึ่งสามารถเปลี่ยนไปเป็นรูปของพลังงานการทำงาน (ความดันและการไหล) ได้ ถ้าหากมีภาระขนาด 6,000 ปอนด์ กระทำอยู่กับลูกสูบที่มีพื้นที่ 15 ตารางนิ้ว จะเกิดความดันเท่ากับ 400 ปอนด์/ตารางนิ้ว ในกรณีนี้ภาระสามารถเคลื่อนที่ไปได้ แต่ถ้าหากเพิ่มค่าภาระเป็น 7,500 ปอนด์ให้กระทากับพื้นที่ลูกสูบขนาด 15 ตารางนิ้วเท่าเดิม ถ้าจะให้ภาระเคลื่อนที่นั้นจะต้องใช้ความดันมากกว่า 500 ปอนด์/ตารางนิ้วในกรณีนี้ ภาระจึงเคลื่อนที่ไม่ได้



ภาพที่ 2.36 ถังสะสมความดัน
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2547, หน้า 7)

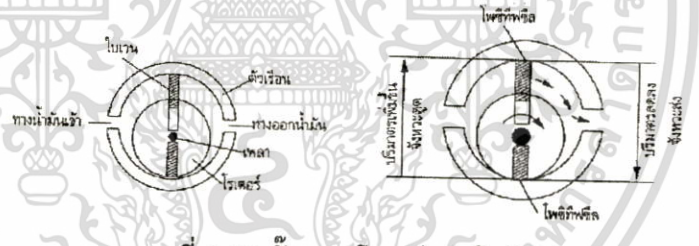
จากหลักการของถังสะสมความดัน ที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นจะไม่สามารถสร้างการไหลของน้ำมันได้ อย่างต่อเนื่องได้จึงทำให้ไม่สามารถดันให้ภาระเคลื่อนที่ต่อไปได้ ซึ่งวิธีการแก้ปัญหาจึงใช้ปั๊มแบบโพซิทิฟ (positive) ดังภาพที่ 2.37 คือ เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ออกจะทำให้ปริมาตรในห้องลูกสูบเพิ่มขึ้น ทำให้ความดันลดน้อยลง ความดันทางท่อน้ำมันเข้าที่มีแรงดันสูงกว่าจึงเข้ามาแทนที่ ขณะเดียวกันเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่กลับจะส่งน้ำมันออกตามทิศทางน้ำมันออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.37 การทำงานของปั๊มแบบโพซิทีฟ
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2546, หน้า 8)

ปั๊มแบบโพซิทีฟมีการทำงานแบบให้ลูกสูบเคลื่อนที่ไป-กลับ แล้วยังมีปั๊มแบบโรตารี่ ซึ่งเป็นแบบโพซิทีฟ เพราะมีการหมุนต่อเนื่องสามารถขับได้ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์ดัง ภาพที่ 2.38

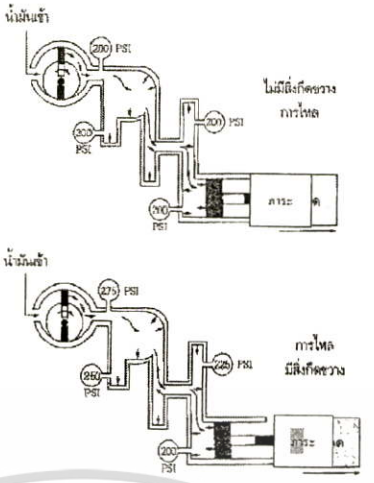


ภาพที่ 2.38 ปั๊มแบบโรตารีชนิดโพซิทีฟ
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2546, หน้า 8)

ปั๊มแบบโรตารีมีการทำงานโดยใช้หลักในการเพิ่มและลดปริมาตรเช่นเดียวกับปั๊มแบบลูกสูบทั่วๆ ไป เมื่อโรเตอร์หมุนจะทำให้ใบเวนหมุนกวาดน้ำมันไปด้วย (จุดศูนย์กลางของโรเตอร์กับเรือนปั๊มอยู่คนละจุด) จึงเป็นการเพิ่มปริมาตรทำให้ความดันลดลงจึงเป็นจังหวะดูดน้ำมัน แต่ใบเวนหมุนต่อไปถึงจุดที่ต้องลดปริมาตร ซึ่งเป็นจังหวะส่งน้ำมันและมีท่อส่งน้ำมันออกอยู่ในบริเวณนั้น

ในระบบไฮดรอลิกส์จะมีความสัมพันธ์ระหว่างความดันและความต้านทานดังภาพที่ 2.39 ความดันจะเกิดจากการไหลมีสิ่งกีดขวาง ถ้าสิ่งกีดขวางมีค่ามาก ความดันก็ยิ่งมากตามไปด้วย ดังนั้น ถ้าค่าความต้านทานสูง ปั๊มก็ต้องมีความดันสูง ทำนองเดียวกันถ้าค่าความต้านทานต่ำ ปั๊มก็จะมีความดันต่ำซึ่งณรงค์ ตันชะวงศ์ (2544, หน้า 9) ได้กล่าวถึงค่าความต้านทานในระบบไฮดรอลิกส์เกิดจาก 2 แหล่งด้วยกันคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

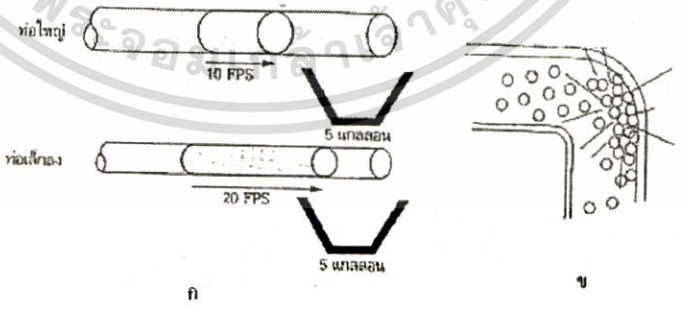


ภาพที่ 2.39 ความดันและความต้านทาน
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2546, หน้า 9)

1. เกิดจากความต้านทานภายนอกที่ต้องการให้เคลื่อนที่

2. เกิดจากความต้านทานของน้ำมันเอง ความต้านทานของน้ำมัน หมายถึง ความต้านทานที่เกิดจากท่อไฮดรอลิกส์ เช่น ท่อมีขนาดเล็กเกินไปท่อคดงอมาก เป็นต้นน้ำมันในท่อไหลด้วยความเร็วที่กำหนด เช่น 10 ฟุตต่อวินาที และจำนวนการไหลของน้ำมันเรียกว่า อัตราการไหล หน่วยวัดมีหลายหน่วย เช่น แกลลอนต่อนาทีหรือลิตรต่อนาที เป็นต้น

จากภาพที่ 2.40 ก. เป็นความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของน้ำมันและอัตราการไหลของน้ำมัน คือ ถ้าต้องการบรรจุน้ำมันให้ได้ 5 แกลลอน ภายใน 1 นาที ปริมาตรน้ำมัน 5 แกลลอนที่ไหลในท่อใหญ่จะต้องไหลด้วยความเร็ว 10 ฟุตต่อวินาที แต่ถ้าต้องการบรรจุน้ำมันขนาด 5 แกลลอนเท่ากัน ให้ไหลในท่อขนาดเล็กกว่าจะต้องเพิ่มความเร็วขึ้นเป็น 20 ฟุตต่อวินาที ทั้งสองกรณีสามารถสรุปได้ว่า น้ำมันมีปริมาตรการไหลเท่ากับ 5 แกลลอนต่อนาที ที่ความเร็วต่างกัน



ภาพที่ 2.40 ความเร็วและอัตราการไหล
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2546, หน้า 10)

การไหลของน้ำมันในระบบไฮดรอลิกส์จะเกิดความร้อนขึ้น ถ้าการไหลของน้ำมันมีความเร็วความร้อนจะเกิดมากขึ้นตามไปด้วย โดยทั่วไปความเร็วของการไหลน้ำมันจากปั๊มไฮดรอลิกส์ถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบอกสูบควรใช้ที่ความเร็ว 15 ฟุตต่อวินาที ถ้าท่อนั้นมีความโค้งหรือคดงอความร้อนซึ่งเกิดจากการไหลของน้ำมันภายในท่อจะทาให้โมเลกุลวิ่งชนกับโมเลกุลด้วยกัน จึงทำให้แรงเปลี่ยนทิศทาง ดังภาพที่ 2.40

จากภาพที่ 2.41 เป็นความแตกต่างระหว่างจุด 2 จุด ในระบบจะทำให้ทราบว่าจะเกิดการไหลและเมื่อมีการไหลจะเกิดพลังงานความร้อน เมื่อนำการไหลไปทาให้เกิดพลังงานจะมีความแตกต่าง 20ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งเป็นตัวชี้ให้เห็นว่าพลังงานของการทำงานจะเคลื่อนที่จาก เกจ 1. ไปยังเกจ 2. ขณะมีการเคลื่อนที่ระหว่างเกจทั้ง 2 นั้น ความดัน 20 ปอนด์ต่อตารางนิ้วของพลังงานการทางานจะเปลี่ยนรูป

ไปเป็นพลังงานความร้อนเนื่องจากของเหลวมีความต้านทาน ดังนั้น ถ้าต้องการให้ระบบไฮดรอลิกส์มีการทำงานที่มีประสิทธิภาพนั้นควรคำนึงถึงการออกแบบของระบบควรหลีกเลี่ยงเรื่องความต้านทานแต่ถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ก็ต้องให้มีน้อยที่สุด เช่น ความหนืดของน้ำมันควรมีค่าถูกต้อง การใช้ท่อที่มีขนาดถูกต้องและมีความโค้งงอของข้อต่อน้อยที่สุด

ภาพที่ 2.41 ความต้านทาน
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2546, หน้า 10)

ระบบนิวแมติกส์เป็นระบบที่ใช้อากาศอัดส่งไปตามท่อลมเพื่อเป็นตัวกลางการส่งผ่านแรงให้เป็นงานกล เช่น งานบรรจุหีบห่อสินค้า งานขนถ่ายวัสดุ การจับยึด เจาะ อัดปั๊ม ระบบนิวแมติกส์จะต้องมีอุปกรณ์พื้นฐานในการทางานคือ อุปกรณ์ต้นกำลัง ชุดปรับปรุงคุณภาพลม ชุดควบคุมการทำงานและระบบท่อทาง

ระบบไฮดรอลิกส์เป็นระบบที่ใช้น้ำมันไหลภายในระบบเพื่อเป็นตัวกลางการส่งผ่านแรงเพื่อให้ระบบทำงาน เช่น ระบบเบรกในรถยนต์ แม่แรงไฮดรอลิกส์ เกียร์อัตโนมัติ เครน กว้าน รถแทรกเตอร์และเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม ระบบไฮดรอลิกส์จะมีอุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานดังนี้ อุปกรณ์ต้นกำลัง ไฮดรอลิกส์ ชุดเก็บและปรับปรุงคุณภาพน้ำมัน อุปกรณ์สร้างการไหล ชุดควบคุมการทำงานและท่อทาง

ทั้งนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์จะมีบทบาทในงานวิศวกรรมทางด้านต่าง ๆ มากมายรวมทั้งอุปกรณ์ขนาดเล็กและขนาดใหญ่ในเครื่องจักรอุตสาหกรรมทั่ว ๆ ไป

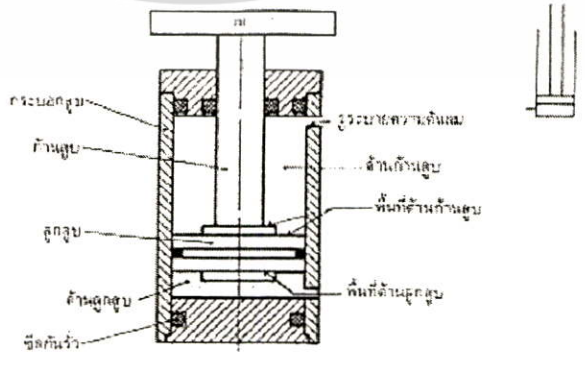
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ทำงานในระบบไฮดรอลิกส์ การทำงานในระบบไฮดรอลิกส์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนกำลังงานของน้ำมันไฮดรอลิกส์ให้เป็นกำลังงานกลโดยการเปลี่ยนความดันและความเร็วของน้ำมันไฮดรอลิกส์ในท่อทางให้มีการเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรงและการเคลื่อนที่ในแนวหมุน ได้แก่ กระบอกสูบและมอเตอร์ไฮดรอลิกส์ โดยจะอธิบายถึงชนิดต่าง ๆ โครงสร้าง และวิธีการทำงานรวมทั้งหลักการคำนวณหาแรงที่ได้จากอุปกรณ์ประเภทนี้ ซึ่งจะช่วยให้สามารถเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับระบบและช่วยให้การทำงานมีประสิทธิภาพตามต้องการ ซึ่งขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์,และปานเพชร ชินินทร (2539, หน้า 266) กล่าวว่าอุปกรณ์ทำงานในระบบไฮดรอลิกส์ทำหน้าที่เปลี่ยนกำลังงานไฮดรอลิกส์ไปเป็นพลังงานกล แบ่งออกได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. อุปกรณ์ทำงานที่เปลี่ยนความดันของน้ำมันเป็นแรงและการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง
    1.1 กระบอกสูบทางเดียว (single acting cylinder)
    1.2 กระบอกสูบสองทาง (double acting cylinder)
    1.3 กระบอกสูบสองทางแบบมีก้านสูบสองด้าน (double rod cylinder)
2. อุปกรณ์ทำงานที่เปลี่ยนความดันของน้ำมันเป็นแรงบิดและการเคลื่อนที่ในแนวหมุน
    2.1 มอเตอร์ไฮดรอลิกส์ชนิดหมุนได้ทางเดียว (hydraulic motor unidirectional)
    2.2 มอเตอร์ไฮดรอลิกส์ชนิดหมุนได้สองทาง (hydraulic motor bidirectional)

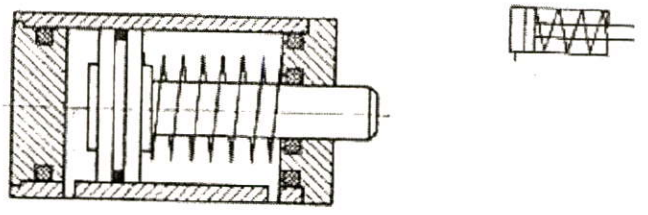
กระบอกสูบในระบบไฮดรอลิกส์ ทำหน้าที่เป็นตัวเปลี่ยนกำลังงานไฮดรอลิกส์ให้เป็นพลังงานกลออกมาในรูปของการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง แรงที่ได้ออกมาของก้านสูบจะนำเอาไปดัน ยก หรือดึงชิ้นงาน (load) ให้เกิดการเคลื่อนที่ เช่น รถยกสินค้า (forklift) เครื่องปั๊มขึ้นรูปชิ้นงาน

1. กระบอกสูบทางเดียว (single acting cylinder) กระบอกสูบทางเดียว เป็นตัวทำงานที่รับน้ำมันเข้ากระบอกสูบทางด้านหัวลูกสูบเพียงทางเดียว เพื่อผลักดันให้ลูกสูบพร้อมก้านสูบเคลื่อนที่ออกไปผลักดันชิ้นงาน ส่วนในตอนที่ลูกสูบเคลื่อนที่กลับจะไม่ใช้น้ำมันดัน แต่จะใช้ชิ้นงานหรือสปริงเป็นตัวผลักดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ช้า ดังแสดงในภาพที่ 2.42



ก. กระบอกสูบทางเดียวชนิดใช้แรงจากภายนอกเลื่อนลูกสูบกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ข. กระบอกสูบทางเดียวชนิดมีสปริงเลื่อนกลับอยู่ภายใน

ภาพที่ 2.42 กระบอกสูบทางเดียว

ที่มา (มนตรี โชติวรวิทย์ และชนินทร์ นุ่มศิริ, 2545, หน้า 87)

ส่วนประกอบ

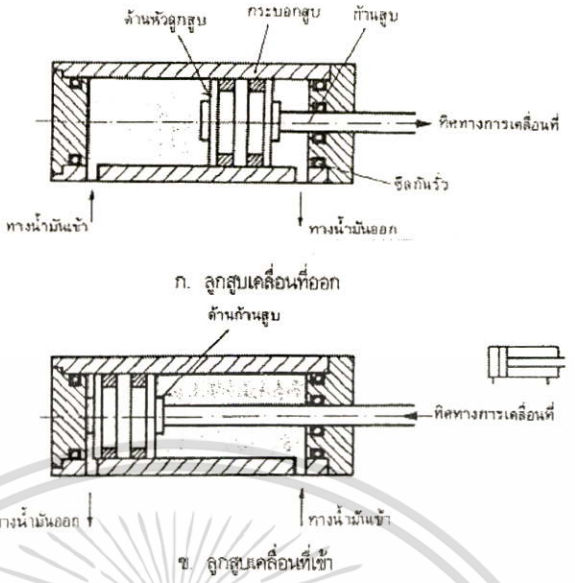
1. กระบอกสูบและฝาปิด
2. ก้านสูบ
3. ลูกสูบ
4. ซีลกันรั่ว

2. กระบอกสูบทำงานสองทาง (double acting cylinder) กระบอกสูบสองทาง เป็นตัวทำงานที่มีรูรับน้ำมันเข้าและออกอยู่ด้านหัวลูกสูบและด้านก้านสูบทั้ง 2 ทาง การทำงานจะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ

2.1 ลูกสูบเคลื่อนที่ออกเพื่อไปผลักดันชิ้นงาน กระทำได้โดยให้น้ำมันเข้าทางด้านหัวลูกสูบและให้น้ำมันออกทางด้านก้านสูบ ดังแสดงในภาพที่ 2.42 ก.

2.2 ลูกสูบเคลื่อนที่เข้าเพื่อดึงชิ้นงานเข้ามา กระทำได้โดยให้น้ำมันเข้าทางด้านก้านสูบและให้น้ำมันออกทางด้านหัวลูกสูบ ดังแสดงในภาพที่ 2.43 ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.43 กระบอกสูบสองทาง
ที่มา (มนตรี โชติวรวิทย์, 2545, หน้า 88)

ส่วนประกอบ

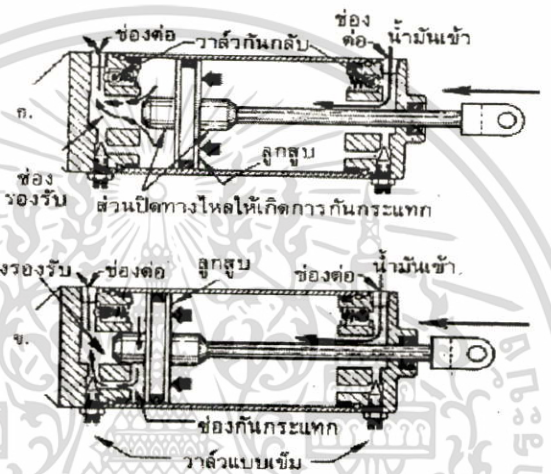
1. กระบอกสูบพร้อมฝาปิด
2. ลูกสูบและก้านสูบ
3. ซีลกันรั่ว

การติดตั้งจับยึดกระบอกสูบ กระบอกสูบที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่แล้วจะเป็นแบบที่มีฝาปิดสี่เหลี่ยมจัตุรัสทั้งสองด้านยึดประกอบกันด้วยสลักเกลียวสี่ตัวซึ่งกระบอกสูบชนิดนี้สามารถถอดหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ภายในได้สะดวกรวดเร็ว ซึ่งขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์, และปานเพชร ชินินทร (2539,หน้า 288) กล่าวว่า สำหรับฐานติดตั้งเพื่อให้กระบอกสูบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นจะมีหลายลักษณะขึ้นอยู่กับการใช้งานและสภาพรอบๆ ด้านกระบอกสูบว่าสามารถจับยึดด้วยวิธีการใด

ภาพที่ 2.44 การติดตั้งจับยึดกระบอกสูบแบบต่าง ๆ
ที่มา (ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์ และปานเพชร ชินินทร, 2539, หน้า 288)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบอกสูบกันกระแทก (cushioned cylinder) กระบอกสูบส่วนใหญ่ไม่ว่าจะใช้กับระบบลมหรือระบบไฮดรอลิกส์อาจมีอุปกรณ์กันกระแทกไว้ที่ปลายกระบอกสูบด้านหนึ่งหรือทั้งสองด้านเพื่อช่วยลดความเร็วหรือลดอัตราหน่วงของลูกสูบเมื่อสุดระยะชัก เป็นการป้องกันการกระแทกที่เกิดขึ้นระหว่างลูกสูบกับฝาปิด โดยการใช้วาล์วแบบเข็มและวาล์วกันกลับทำให้เกิดเบาะน้ำมันขึ้นมาระหว่างลูกสูบกับฝาปิด น้ำมันข้างที่มีความดันสูงก็จะดันลูกสูบให้เคลื่อนที่ต่อไปด้วยความลำบากจะเป็นการหน่วงความเร็วของลูกสูบลงตอนใกล้สุดระยะชัก ทำให้ไม่เกิดกระแทกขึ้นดังแสดงในภาพที่ 2.57 โดยทั่วไประยะกัน กระแทกจะอยู่ระหว่า $\frac{7}{8}$ - $2\frac{1}{4}$ นิ้ว ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบ



ภาพที่ 2.45 กระบอกสูบกันกระแทก

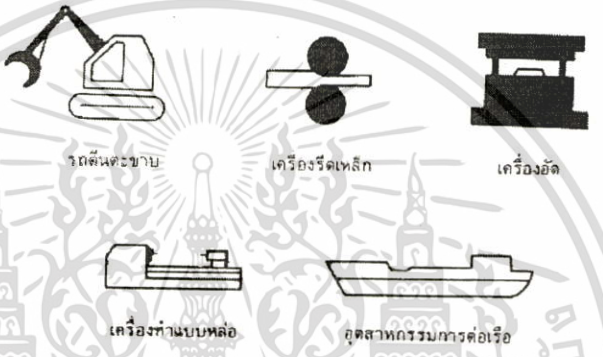
ที่มา (ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์ และปานเพชร ชินินทร, 2539, หน้า 298)

จากภาพที่ 2.45 (ก) และ (ข) แสดงกระบอกสูบที่มีวาล์วเข็มใช้ทำให้เกิดเบาะน้ำมันกันกระแทกทั้งสองด้าน เมื่อก้านสูบเลื่อนไปถึงช่องกันกระแทก น้ำมันส่วนที่อยู่หน้าลูกสูบจะถูกดันให้ออกทางวาล์วเข็ม (ซึ่งสามารถจะปรับได้ตามต้องการ) ความเร็วของลูกสูบก็จะถูกหน่วงให้ลดลงตอนใกล้สุดระยะชัก

เมื่อน้ำมันเริ่มผ่านเข้ากระบอกสูบเพื่อดันให้ก้านสูบเลื่อนกลับ น้ำมันจะไหลเข้าทางวาล์วกันกลับและวาล์วเข็มได้ทำให้เกิดความดันของน้ำมันที่ไปกระทำต่อผิวหน้าลูกสูบได้เต็มเนื้อที่ เพราะวาล์วกันกลับนี้มีหน้าที่ทำให้น้ำมันไหลเข้ากระบอกสูบได้อย่างเต็มที่ ก้านสูบก็เลื่อนได้เต็มความเร็วดังภาพที่ 2.45 (ก) น้ำมันยังถูกระบายออกไปได้อย่างอิสระ เพราะส่วนปิดทางไหลก่อนสุดระยะชัก (cushion nose) ยังเลื่อนไม่ถึงช่องรองรับ (cushion recess) ส่วนปิดทางไหลแต่เมื่อส่วนปิดทางไหลเลื่อนไปอีกจนถึงช่องรองรับดังภาพที่ 2.45 (ข) น้ำมันส่วนที่เหลือก็จะไหลผ่านทางช่องนี้ไม่ได้ น้ำมันส่วนนี้ก็จะเป็นเบาะเพื่อกันการกระแทกได้ บริเวณนี้จึงเรียกว่าช่องกันกระแทก (cushion chamber) หรือช่องเบาะน้ำมันนั่นเองและน้ำมันส่วนนี้จะถูกดันให้ค่อย ๆ ไหลออกไปทางวาล์วเข็มโดยสามารถปรับปริมาณการไหลที่วาล์วเข็มได้เพื่อให้เกิดการกระแทกมากหรือน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอเตอร์ไฮดรอลิกส์ ซึ่งมอเตอร์ไฮดรอลิกส์ทำหน้าที่เป็นตัวเปลี่ยนกำลังงานไฮดรอลิกส์ให้เป็นกำลังงานกลออกมาในรูปของการหมุน มีขนาดรูปร่างลักษณะและสัญลักษณ์คล้ายกันกับปั๊มน้ำมันไฮดรอลิกส์ต่างกันที่ปั๊มน้ำมันไฮดรอลิกส์รับการหมุนจากมอเตอร์ไฟฟ้าทำให้เกิดการส่งจ่ายน้ำมันออกไปแต่มอเตอร์ไฮดรอลิกส์รับน้ำมันเข้ามาทำให้เกิดการหมุน ซึ่ง มนตรี โชติวรวิทย์ และชนินทร์ นุ่มศิริ (2536, หน้า 110) กล่าวว่า แรงบิดของมอเตอร์ไฮดรอลิกส์จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดและความดันของน้ำมัน มอเตอร์ไฮดรอลิกส์จะถูกนำไปใช้งานในลักษณะของการหมุนที่ต้องการแรงบิดสูง ๆ แต่รอบต่ำ เช่น เป็นตัวขับเคลื่อนล้อรถตีนตะขาบ ขับลูกกลิ้งงานรีดในโรงงานผลิตเหล็กหรือโรงโม่ ในงานสร้างเครื่องจักรกลหนักและเครื่องอัด เป็นตัวขับเพลาในงานฉีดและเครื่องทำแบบหล่อ กว้านสมอเรือเดินทะเลหรือใช้ขับเคลื่อนเครื่องจักรกลในอุตสาหกรรมการต่อเรือ

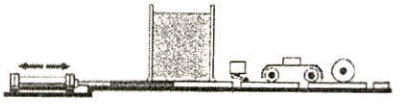


ภาพที่ 2.46 การนำมอเตอร์ไฮดรอลิกส์ไปใช้งานอุตสาหกรรม
ที่มา (มนตรี โชติวรวิทย์, 2536, หน้า 110)

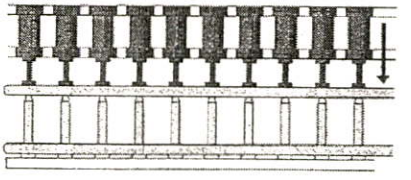
อุปกรณ์ทำงานในระบบไฮดรอลิกส์จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลักคือ กระบอกสูบ มอเตอร์ไฮดรอลิกส์ โดยกระบอกสูบจะเป็นตัวรับแรงดันน้ำมันมาจากปั๊มมาดันให้กระบอกสูบทำการเคลื่อนที่เพื่อให้เกิดงาน โดยอัตราการไหลของน้ำมันจะเป็นตัวกำหนดความเร็วของกระบอกสูบ ส่วนการเคลื่อนที่จะช้าหรือเร็วนั้นสามารถคำนวณหาความเร็วของลูกสูบได้ กระบอกสูบทั่ว ๆ ไปมี 2 แบบ คือ แบบทำงานทางเดียวและแบบทำงานสองทาง ส่วนมอเตอร์ไฮดรอลิกส์ จะเป็นตัวเปลี่ยนพลังงานไฮดรอลิกส์ให้เป็นกำลังงานกลอยู่ในรูปของการหมุนและจะถูกนำไปใช้งานในลักษณะของการหมุนที่ต้องการแรงบิดสูง ๆ เช่น เป็นตัวขับเคลื่อนล้อรถตีนตะขาบขับเครื่องจักรในงานอุตสาหกรรม การหมุนของมอเตอร์สามารถหมุนทั้งตามเข็มและทวนเข็มนาฬิกาซึ่งสามารถควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ไฮดรอลิกส์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

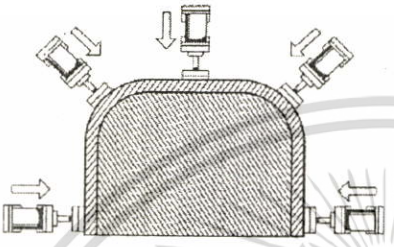
ตัวอย่างงานที่นำระบบไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์ไปใช้งาน



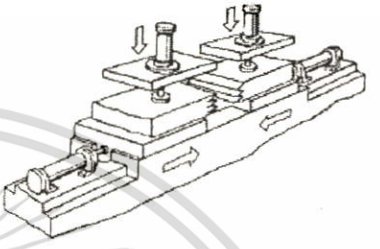
การเลื่อนชิ้นงานจากแมกกาซีนไปยังตัวป้อนซึ่งเป็นลูกกลิ้ง



เครื่องอัดชิ้นงานขนาดใหญ่



แบบพิมพ์อัดชิ้นงาน



การจับยึดและอัดสำหรับการอัดกาว

ภาพที่ 2.47 แสดงตัวอย่างงานที่นำระบบไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์ไปใช้งาน
ที่มา เอกสารประกอบการสอนรายวิชา ไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์ 2

2.10 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วรรณธณี กองจันทร์ดี(2555) ได้กล่าวในผลการวิจัยเรื่อง การจัดการขยะของผู้ค้าในตลาดสด ศึกษากรณีตลาดสดบางกะปิและตลาดสดนครไทย เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร

การศึกษานี้พบว่า กลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้ค้าในตลาดสดบางกะปิและตลาดสดนครไทย มีความรู้เกี่ยวกับการจัดการขยะอยู่ในระดับมาก ในด้านการจัดการขยะผู้ค้าในตลาดสดบางกะปิ มีการจัดการขยะอยู่ในระดับมาก ซึ่งมากกว่าผู้ค้าในตลาดสดนครไทยที่มีการจัดการขยะอยู่ในระดับปานกลาง นอกจากนี้ ผู้ค้าในตลาดสดบางกะปิ มีทัศนคติอยู่ในระดับมากซึ่งมากกว่าค่าเฉลี่ยทัศนคติของผู้ค้าในตลาดสดนครไทยที่มีทัศนคติอยู่ในระดับปานกลาง รวมทั้งผู้ค้าในตลาดสดบางกะปิยังไม่ได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการจัดการขยะมากเท่าที่ควรเมื่อ

เปรียบเทียบกับตลาดสดนครไทย แต่การจัดการขยะของผู้ค้าในตลาดสดสูงกว่า เนื่องมาจากตลาดสดบางกะปิ ซึ่งเป็นตลาดสดในสังกัดสำนักงานตลาดกรุงเทพมหานคร ถึงแม้ว่าผู้ค้าตลาดสดบางกะปิจะมีทัศนคติในการจัดการขยะภายในตลาดสดสูง การรับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการจัดการขยะรวมทั้งมีความรู้เกี่ยวกับการจัดการขยะต่ำ กว่าตลาดสดนครไทย แต่ผู้ค้าในตลาดสดบางกะปินั้นต้องมีความกระตือรือร้นด้วยตนเองที่จะทำให้แผงค้าเป็นระเบียบเรียบร้อยและมีปริมาณขยะภายในแผงค้าที่น้อยลงด้วย ประกอบกับตลาดสดบางกะปิ ยังไม่มีการจัดหมวดหมู่ประเภทแผงค้าเพื่อให้เกิดความสะดวกในการรวบรวมและคัดแยกขยะ ดังนั้นผู้ค้าในตลาดสดบางกะปิ จึงต้องมีการจัดการขยะด้วยตนเอง ในขณะที่ตลาดสดนครไทย ซึ่งเป็นตลาดสดของเอกชนนั้น ได้มีความร่วมมือที่ดีระหว่างผู้ค้ากับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้จัดการตลาดสดในทุกๆ ด้านโดยเฉพาะอย่างยิ่งการรักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยภายในตลาดสด นอกจากนี้ ยังได้มีการจัดอบรมและประชุมหารือร่วมกันเพื่อพัฒนาคุณภาพของตลาดสดให้ดีขึ้น ด้วยเหตุนี้ผู้ค้าในตลาดสดนครไทยจึงมีทัศนคติในการจัดการ

ขยะ การรับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการจัดการขยะ รวมทั้งความรู้เกี่ยวกับการจัดการขยะภายในตลาดสดสูงกว่าตลาดสดบางกะปิ แต่เนื่องจากการจัดพื้นที่แผงค้าในตลาดสดนครไทยที่มีการแบ่งหมวดหมู่ตามชนิดของสินค้าอย่างชัดเจน ทาให้การรวบรวมและคัดแยกขยะมีความสะดวกมากยิ่งขึ้น ผู้ค้าในตลาดสดนครไทยจึงให้ความสำคัญกับการกระตือรือร้นในการจัดการขยะน้อยกว่าตลาดสดบางกะปิ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผู้ค้าในตลาดสดบางกะปิ มีการจัดการขยะภายในตลาดสดสูงกว่าตลาดสดนครไทย ซึ่งหากมีการส่งเสริมให้ผู้ค้าในตลาดสดนครไทยมีพฤติกรรมการจัดการขยะภายในตลาดสดมากกว่านี้ ก็อาจมีความเป็นไปได้สูงที่ผู้ค้าในตลาดสดนครไทยมีการจัดการขยะได้ดีกว่าผู้ค้าภายในตลาดสดบางกะปิ

พรลักษณ์ พินิจปรีชา (2550: บทคัดย่อ) ได้ทำ การศึกษาวิจัยเรื่อง การจัดการขยะสำนักงาน บริษัท สยามแอดมินิเทรทีฟ แมเนจเม้นจำกัด การศึกษานี้พบว่า การจัดการขยะสำนักงานกระทำ ได้ 5 วิธี มีผู้เกี่ยวข้องหลายฝ่ายได้แก่ พนักงานบริษัทส่วนต่างๆและผู้บริหารร่วมรับผิดชอบการจัดการขยะสำนักงานดังนี้

1) ลดปริมาณขยะสำนักงานให้น้อยลงโดยการเลือกซื้อสินค้าที่มีอายุการใช้งานนานๆ หรือการเลือกใช้สินค้าที่มีขนาดบรรจุมากเพื่อลดขยะบรรจุภัณฑ์

2) การใช้ซ้ำ (Reuse) เป็นการนำเอาสิ่งของใช้สอยบางประเภทมาใช้ซ้ำ หลายๆครั้งโดยไม่มีการทิ้งเป็นขยะสำนักงาน เช่น คลิปหนีบกระดาษ การใช้กระดาษทั้ง 2 หน้า และการนำเชือก สายรัดตาข่ายมาใช้ซ้ำ

3) การซ่อมแซมเพื่อใช้ใหม่ (Repairing) เป็นการนำเอาวัสดุอุปกรณ์ที่ชำรุดมาซ่อมแซมให้ใช้งานได้ต่อไป แทนการทิ้งเป็นขยะสำนักงาน เช่น โต๊ะ เก้าอี้

4) การแปรรูปกลับมาใช้ใหม่ (Recycling) ทำได้โดยการรวบรวมขยะได้แก่ เศษกระดาษ พลาสติก โลหะ แก้ว แยกเก็บรวบรวม เพื่อส่งให้โรงงานอีกต่อหนึ่ง

5) การหลีกเลี่ยง (Rejection) เป็นการส่งเสริมให้พนักงานมีจิตสำนึกรับผิดชอบด้านสิ่งแวดล้อม โดยหลีกเลี่ยงการใช้สิ่งของที่กำจัดหรือทำลายได้ยาก เช่น โฟม ขวดพลาสติกน้ำ บรรจุกระป๋อง เป็นต้น ผู้บริหารควรเป็นผู้นำและประกาศนโยบายที่ชัดเจน จึงจะเกิดการจัดการขยะที่มีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลัดดาวัลย์ บุญยศ (2546: บทคัดย่อ) ได้ทำ การศึกษาวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลตำบลเขื่องใน อำเภอเขื่องใน จังหวัดอุบลราชธานี ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีแรงจูงใจในการจัดการขยะมูลฝอยโดยรวมอยู่ในระดับมาก การรับรู้เกี่ยวกับขยะมูลฝอย การรับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอย และการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอยโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนของประชาชนในการจัดการขยะมูลฝอยได้แก่ ความสนใจในความเป็นระเบียบเรียบร้อยของเทศบาล ความมุ่งหวังที่จะมีส่วนร่วมแก้ปัญหาขยะมูลฝอย การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับจัดการขยะมูลฝอยปัจจัยที่ไม่มีผลต่อการมีส่วนของประชาชนในการจัดการขยะมูลฝอย ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ การยอมรับว่าตนเป็นพลเมืองที่มีความรับผิดชอบ และการรับรู้เกี่ยวกับจัดการขยะมูลฝอยตำบลเขื่องใน

อัจฉรสิริ อนุมณี(2558) ได้ทำ การออกแบบและพัฒนาถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิต ผลการวิจัยสามารถสรุปและวิเคราะห์ผลการวิจัยการออกแบบและพัฒนาถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิตที่ได้ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อเชื่อมโยงแนวทางการออกแบบและการพัฒนาและการประยุกต์สู่การใช้งานจริงในบ้านพักอาศัย รายงานผลการทดสอบถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยของครัวเรือนด้วยภาพประกอบและบทวิเคราะห์ โดยอ้างอิงข้อมูลตามแนวคิดและหลักการที่เกี่ยวข้อง พร้อมนำเสนอข้อเสนอแนะความคิดเห็นที่ได้ เพื่อเป็นประโยชน์ในการทำงานวิจัยต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียก เพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์มีวิธีการดำเนินขั้นตอนของกระบวนการวิจัย ดังนี้

วิธีดำเนินรายวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 1 การศึกษากระบวนการขั้นตอนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

วิธีดำเนินรายวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 2 การพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

วิธีดำเนินรายวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 3 การอประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้านประโยชน์ใช้สอย, ความแข็งแรงทนทาน , การซ่อมแซมบำรุงรักษา , ราคา , วัสดุและกรรมวิธีการผลิต , ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว

วิธีดำเนินรายวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 4 การประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก

วิธีดำเนินรายวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 5 การประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

สำหรับวิธีดำเนินการวิจัยในครั้งนี้นั้นจะใช้การศึกษาและพัฒนาตามแนวทางการวิจัยรายวัตถุประสงค์การวิจัย จำนวน 5 วัตถุประสงค์และจำแนกรายละเอียดประกอบด้วย 1)ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 2)เครื่องมือการวิจัยที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 3)การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย 4) การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย สามารถกำหนดเป็นองค์ประกอบวิธีการดำเนินการวิจัย แต่ละขั้นตอนวิจัยรายวัตถุประสงค์การวิจัยทั้ง 5 ข้อ ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

1. กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 วิธีดำเนินรายวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 1 การศึกษากระบวนการขั้นตอนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

กรอบแนวคิดการศึกษากระบวนบดขยะเปียก เพื่อทำปุ๋ยชีวภาพตามแนวความคิดในด้านการวิเคราะห์ชิ้นงานของ มารุต อัมรานนท์ (2533 : 77-82) การวิเคราะห์ชิ้นงานได้ทราบถึงรายละเอียดในแง่มุมต่างๆของชิ้นงานนั้น โดยสรุปกรอบในการศึกษาในการการวิจัย ดังนี้ 1)ศึกษาความมุ่งหมายของการสร้างงาน 2)ศึกษากระบวนการสร้างงาน 3)ศึกษาลักษณะทางกายภาพของชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร คือ กลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมและสถานประกอบการ รวมทั้งสถาบันการศึกษา ในพื้นที่กรุงเทพฯและปริมณฑล ที่มีโรงอาหารขนาดใหญ่สำหรับบุคลากร ตั้งแต่ 200 คน ขึ้นไป

2. กลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มของโรงงานอุตสาหกรรมและสถานประกอบการ จำนวน 3 แห่ง สถาบันการศึกษาจำนวน 3 แห่ง ในพื้นที่กรุงเทพฯและปริมณฑล ที่มีจำนวนคนที่ใช้บริการโรงอาหารขนาดใหญ่ ตั้งแต่ 200 คนขึ้นไป (ใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง)

3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ทำการรวบรวมข้อมูลสนับสนุนรายประเด็นจำนวนและปริมาณการทิ้งขยะเปียกตลอดจนแหล่งกำเนิดของขยะเปียกที่เกิดขึ้น ตลอดจนแนวทางในการนำขยะเปียกไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ มีประเด็นการรวบรวมข้อมูล ดังนี้

ก) ลักษณะของเศษเหลือทิ้งประเภทขยะเปียกในพื้นที่

ข) ลักษณะการทิ้งและปริมาณการทิ้งขยะเปียกในพื้นที่

ค) ลักษณะการใช้ประโยชน์จากขยะเปียกของพื้นที่

2. แบบสังเกตการณ์แบบมีส่วนร่วม ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการร่วมสังเกตการณ์กระบวนการทิ้งและกำจัดขยะเปียกในพื้นที่ทำการศึกษา โดยทำการรวบรวมรายประเด็นเพื่อวิเคราะห์ทิศทางและแนวทางการกำจัดขยะเปียก

3.1.3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ที่มีการกำหนดประเด็นให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์การวิจัยในการศึกษาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ โดยศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องทางเกษตรกรรมแบบอินทรีย์ ครอบคลุมประเด็นความมุ่งหมายของการสร้างงาน กระบวนการสร้างงาน โดยใช้เทปบันทึกเสียง และจดบันทึก ภาพถ่ายและการสังเกต โดยได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ

2. แบบสังเกตการณ์แบบมีส่วนร่วม เป้าหมายเพื่อเรียนรู้สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจากขยะเปียกในด้านมลภาวะต่อสภาพแวดล้อมในด้านต่างๆ ตลอดจนวิธีการกำจัดขยะเปียกในปัจจุบัน โดยใช้การสังเกตการณ์แบบมีส่วนร่วมเพื่อการเรียนรู้

3.1.4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้เทคนิคระดมสมองกลุ่มย่อย แบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการแนววิพากษ์ (Critical Action Research) ซึ่งเป็นแนวทางการวิจัยในลักษณะแบบมีส่วนร่วมของชุมชนในการแสดงทัศนะและความคิดเห็นเพื่อการพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียก โดยเน้น ความรู้ใหม่ที่เกิดจากความเข้าใจ (Cognitive Structure) , ความรู้ที่อยู่ในระดับคุณค่า (Valence and Value) , ความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติ (Motoric Action) อ้างอิง : (วรรณดี สุทธินรากร. 2557 : 46)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีดำเนินรายวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 2 การพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

สำหรับกรอบแนวความคิดในการวิจัยเพื่อใช้สำหรับในการดำเนินกระบวนการวิจัยอย่างเหมาะสมด้วยการเน้นกระบวนการพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ซึ่งประกอบด้วยกรอบแนวคิด ดังนี้

1. กรอบแนวคิดออกแบบและพัฒนาเครื่องบดขยะเปียก เพื่อทำปุ๋ยชีวภาพและผลิตดินเทียม ที่สามารถบดขยะเปียกและนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม โดยใช้แนวคิดเรื่องหลักเกณฑ์การออกแบบ ธีรชัย สุขสด (2544 : 88) ในส่วนของการประเมินงานออกแบบดังนี้ 1)หน้าที่ประโยชน์ใช้สอย 2)ความสะดวกสบายในการใช้ 3)ความสวยงาม 4)ด้านความเหมาะสมกับวัสดุและกรรมวิธีผลิต

2. กรอบแนวคิดทางด้านกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยสามารถที่จะจัดแบ่งออกได้เป็นแนวทางในการที่จะพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เพื่อที่จะตอบสนองความต้องการของมนุษย์ในด้านต่างๆ ซึ่งจะนำแนวการพัฒนาผลิตภัณฑ์จาก Luddington (อ้างในนิรัช สุดสังข์. 2543:23) มีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้ 1)สรุปรูปแบบพื้นผิวและการตกแต่ง 2)เลือกข้อเสนอแนวความคิดที่ดีที่สุด 3)การเขียนแบบเพื่อการผลิต 4)การสร้างหุ่นจำลอง 5)ประเมินการออกแบบ

3.2.1 กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. กลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ ที่มีประสบการณ์ในการปฏิบัติงานออกแบบ 10 ปี ขึ้นไป และกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องจักรกลทางการเกษตร ที่มีประสบการณ์ในการปฏิบัติงาน 10 ปี ขึ้นไป

2. ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ ทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จำนวน 3 ท่าน ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องกลการเกษตร จำนวน 3 ท่าน (ใช้การสุ่มแบบเจาะจง)

ก) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประชา พิจักรขณา ประธานหลักสูตรการออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะสถาปัตยกรรมและการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร (โชติเวช)

ข) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนิษฐา เรืองวรรณศักดิ์ ประธานหลักสูตรเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

ค) อาจารย์ ดร.จรรยาวรรณ จรรยาธรรม อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรฯ คณะวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์สำหรับการออกแบบเครื่องบดขยะเปียกสำหรับผลิตดินเทียม ลักษณะของแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) โดยกำหนดหลักเกณฑ์ของการประเมินผมเป็น 5 ระดับคือ (ธานินทร์ ศิลป์จารุ 2549 : 7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.50-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
3.50-4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก
2.50-3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
1.50-2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย
1.00-1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

ทำการวิเคราะห์ตรวจสอบความเที่ยงตรง (Validity) ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือวิจัยโดยการใช้วิธี Face Validity โดยอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ที่รอบรู้เฉพาะเรื่อง (Subject metter Speciallisis) โดยทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยการหาค่าดัชนียความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรม (IOC) โดยการนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งแต่ละท่านพิจารณาลงความเห็นและให้คะแนนดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะกลุ่มพฤติกรรมนั้น
0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะกลุ่มพฤติกรรมนั้น
-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่เป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะของพฤติกรรมนั้น

2. แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทางด้านการผลิตเครื่องจักรกลทางการเกษตร ลักษณะของแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) โดยกำหนดหลักเกณฑ์ของการประเมินผมเป็น 5 ระดับคือ (ธานินทร์ ศิลป์จารุ 2549 : 7)

4.50-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
3.50-4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก
2.50-3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
1.50-2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย
1.00-1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

ทำการวิเคราะห์ตรวจสอบความเที่ยงตรง (Validity) ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือวิจัยโดยการใช้วิธี Face Validity โดยอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ที่รอบรู้เฉพาะเรื่อง (Subject metter Speciallisis) โดยทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยการหาค่าดัชนียความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรม (IOC) โดยการนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งแต่ละท่านพิจารณาลงความเห็นและให้คะแนนดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะกลุ่มพฤติกรรมนั้น
0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะกลุ่มพฤติกรรมนั้น
-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่เป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะของพฤติกรรมนั้น

3.2.3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์สำหรับการออกแบบเครื่องบดขยะเปียก เพื่อทำปุ๋ยชีวภาพและดินเทียมแบบเกษตรอินทรีย์ ที่สามารถกำจัดขยะเปียกและนำมาใช้ประโยชน์ ได้อย่างเหมาะสม โดยเป็นแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแบ่งเป็น 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้าน คือ หน้าที่ประโยชน์ใช้สอย ความสะดวกสบายในการใช้ ด้านความเหมาะสมกับวัสดุและกรรมวิธีผลิต ความสวยงามมีเอกลักษณ์ โดยออกแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า(Rating Scale) 5 ระดับ

2. แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทางด้านการผลิตเครื่องจักรกลทางการเกษตร ในแนวความคิดการออกแบบเครื่องบดขยะเปียก เพื่อทำปุ๋ยชีวภาพและดินเทียมแบบเกษตรอินทรีย์ ที่สามารถกำจัดขยะเปียกและนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม โดยเป็นแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแบ่งเป็น 4 ด้าน คือ ระบบกลไก ระบบขับเคลื่อน ระบบส่งกำลังเครื่องจักร ความปลอดภัย โดยออกแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

3.2.4. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ แต่ละด้านมาวิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยแบ่งเกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ย ดังนี้

4.51 – 5.00 หมายถึง มากที่สุด
3.51 – 4.50 หมายถึง มาก
2.51 – 3.50 หมายถึง ปานกลาง
1.51 – 2.50 หมายถึง น้อย
1.00 – 1.50 หมายถึง น้อยที่สุด

ทำการวิเคราะห์ตรวจสอบความเที่ยงตรง (Validity) ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือวิจัยโดยการใช้วิธี Face Validity โดยอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ที่รอบรู้เฉพาะเรื่อง (Subject metter Speciallisis) โดยทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรม (IOC) โดยการนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งแต่ละท่านพิจารณาลงความเห็นและให้คะแนนดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะกลุ่มพฤติกรรมนั้น
0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะกลุ่มพฤติกรรมนั้น
-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่เป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะของพฤติกรรมนั้น

3.3 วิธีดำเนินรายวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 3 การอประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งาน ด้านประโยชน์ใช้สอย, ความแข็งแรงทนทาน, การซ่อมแซมบำรุงรักษา, ราคา, วัสดุและกรรมวิธีการผลิต, ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว

สำหรับกรอบแนวความคิดในการวิจัยเพื่อใช้สำหรับในการดำเนินกระบวนการวิจัยอย่างเหมาะสมด้วยการเน้นกระบวนการพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ซึ่งประกอบด้วยกรอบแนวคิด ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. กรอบแนวคิดการประเมินความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิ ที่มีต่อการออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ที่ได้พัฒนาแล้ว ตามแนวความคิดในการวิเคราะห์ชิ้นงานอย่างเหมาะสม ดำเนินการตามแนวคิดตามหลักการออกแบบของ สิทธิศักดิ์ ธัญศรีสวัสดิ์กุล. (2539 : 135-140) โดยผู้วิจัยสรุปเป็นกรอบในการพัฒนา ดังนี้ 1)คำนึงถึงความเหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอย 2)คำนึงถึงความเหมาะสมกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิต 3)คำนึงถึงความสวยงาม

2. กรอบแนวคิดเพื่อประเมินประสิทธ์ภาพของผลิตภัณฑ์ เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ โดยใช้แนวคิดเรื่องหลักเกณฑ์การประเมินผลการออกแบบของ ธีรชัย สุขสด (2544 : 88) ในส่วนของการประเมินงานออกแบบดังนี้ 1)หน้าที่ประโยชน์ใช้สอย (Function) 2)ความสะดวกสบายในการใช้(Ergonomics) 3)ความสวยงาม (Aesthetes)

3. กรอบแนวคิดเพื่อประสิทธ์ภาพที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่มีต่อ การออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ในด้าน การลดปริมาณขยะมูลฝอย (Reduce) (กรมควบคุมมลพิษ. 2550)ในส่วนองค์ประกอบเพื่อประเมินประสิทธิภาพ ดังนี้ 1)การลดปริมาณขยะมูลฝอยที่อาจเกิดขึ้น 2)การแปรสภาพและหมุนเวียนนำกลับมาใช้

3.3.1 กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. กลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทางด้านการเกษตรกรรม เรื่องเพาะปลูกพืชอินทรีย์ กลุ่มเจ้าหน้าส่งเสริมการเกษตร จำนวน 3 ท่าน (ใช้การสุ่มแบบเจาะจง)

ก) นายอภิรัตน์ พิรุฬห์ ดำรงตำแหน่งนักวิชาการป่าไม้ ระดับปฏิบัติการ ส่วนส่งเสริมการปลูกป่า สำนักจัดการทรัพยากรป่าไม้ที่ 8 (นครราชสีมา)

ข) นายไพฑูรย์ เทาขุนทด ดำรงตำแหน่งเจ้าหน้าที่การเกษตร ส่วนส่งเสริมการปลูกป่า สำนักจัดการทรัพยากรป่าไม้ที่ 8 (นครราชสีมา)

ค) นายพงษ์ศักดิ์ เพิงอิสรภาพพงษ์ ดำรงตำแหน่งเจ้าหน้าที่การเกษตร ส่วนส่งเสริมการปลูกป่า สำนักจัดการทรัพยากรป่าไม้ที่ 8 (นครราชสีมา)

2. ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ ทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและทางด้านวิศวกรรมเครื่องกล จำนวน 3 ท่าน ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องกลการเกษตร จำนวน 3 ท่าน (ใช้การสุ่มแบบเจาะจง)

ก) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประชา พิจักรขณา ประธานหลักสูตรการออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะสถาปัตยกรรมและการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร (โชติเวช)

ข) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนิษฐา เรืองวรรณศักดิ์ ประธานหลักสูตรเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

ค) อาจารย์ ดร.จรรยาวรรณ จรรยาธรรม อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรฯ คณะวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย

3. กลุ่มผู้เชี่ยวชาญทางด้านการเรียนรู้การเพาะปลูกพืชอินทรีย์และกระบวนการเกษตรพอเพียงสำหรับสถานศึกษา(โรงเรียน) จำนวน 5 ปี ขึ้นไป จำนวน 3 ท่าน (ใช้การสุ่มแบบเจาะจง)

ก) นายสุภเดช อินอิ่ม ครูประจำการ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข) นางม่วยเฮียะ ทรัพย์ศรีศุภชัย เลขที่ 69 หมู่ที่ 1 ตำบลสารภี อำเภอหนองบุญมาก จังหวัดนครราชสีมา 30410

ค) นายทอง ตั้งกระโทก เลขที่ 2 หมู่ที่ 9 ตำบลสารภี อำเภอหนองบุญมาก จังหวัดนครราชสีมา 30410

3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบประเมินความคิดเห็นของกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทางด้านการเกษตรกรรม เรื่องเพาะปลูกพืชอินทรีย์ กลุ่มเจ้าหน้าส่งเสริมการเกษตร โดยออกแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า(Rating Scale) 5 ระดับ

2. แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องกลการเกษตร โดยออกแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า(Rating Scale) 5 ระดับ

3. แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมเครื่องกล โดยออกแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า(Rating Scale) 5 ระดับ

3.3.3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทางด้านเกษตรกรรม (กลุ่มเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร) ประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้านประโยชน์ใช้สอย , ความแข็งแรงทนทาน , การซ่อมแซมบำรุงรักษา , ราคา , วัสดุและกรรมวิธีการผลิต , ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว โดยออกแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า(Rating Scale) 5 ระดับ

2. แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องกลการเกษตร ประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้าน ประโยชน์ใช้สอย , ความแข็งแรงทนทาน , การซ่อมแซมบำรุงรักษา , ราคา , วัสดุและกรรมวิธีการผลิต , ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว โดยออกแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

3. แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมเครื่องกล ประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้านระบบกลไก ระบบขับเคลื่อน ระบบส่งกำลังเครื่องจักร ความปลอดภัย โดยออกแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

3.3.4. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ แต่ละด้านมาวิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยแบ่งเกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ย ดังนี้

4.51 – 5.00 หมายถึง มากที่สุด

3.51 – 4.50 หมายถึง มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.51 – 3.50 หมายถึง ปานกลาง

1.51 – 2.50 หมายถึง น้อย

1.00 – 1.50 หมายถึง น้อยที่สุด

ทำการวิเคราะห์ตรวจสอบความเที่ยงตรง (Validity) ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือวิจัยโดยการใช้วิธี Face Validity โดยอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ที่รอบรู้เฉพาะเรื่อง (Subject metter Speciallisis) โดยทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรม (IOC) โดยการนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งแต่ละท่านพิจารณาลงความเห็นและให้คะแนนดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะกลุ่มพฤติกรรมนั้น

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะกลุ่มพฤติกรรมนั้น

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่เป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะของพฤติกรรมนั้น

3.4 วิธีดำเนินรายวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 4 การประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียกด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก

สำหรับกรอบแนวความคิดในการวิจัยเพื่อใช้สำหรับในการดำเนินกระบวนการวิจัยอย่างเหมาะสมด้วยการเน้นกระบวนการพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในช่วงของ “การประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิต จากเครื่องแปรสภาพขยะเปียกด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก” ซึ่งประกอบด้วยกรอบแนวคิด ดังนี้

1. คุณลักษณะอินทรียวัตถุที่มีอยู่ในดิน คือ ลักษณะดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำถึงต่ำมาก คือต่ำกว่า 0.5 และ 0.5 – 1.0 เปอร์เซ็นต์ ต้องเพิ่มอินทรียวัตถุลงไปในดินจำนวนมาก ถ้าดินมีอินทรียวัตถุตั้งแต่ 1.0 – 2.0 เปอร์เซ็นต์ ดินมีอินทรียวัตถุปานกลาง ควรเพิ่มอินทรียวัตถุลงไปในดินบ้าง ถ้าดินมีอินทรียวัตถุอยู่ในระดับ 3 – 5 เปอร์เซ็นต์ ไม่จำเป็นต้องเพิ่มอินทรียวัตถุลงไปในดิน

2. เปรียบเทียบระดับสารอาหารในดินจะอยู่ในช่วงToo 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

3.4.1 กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มประชากร คือ ตัวอย่างดินเทียมที่ผู้วิจัยได้ทำการผลิตด้วยเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม จำนวน 3 สูตร (ตามกระบวนการพัฒนาสูตรผสมอัตราส่วน 80:10:10 , 60:20:20 , 40:30:30)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มตัวอย่าง คือ ตัวอย่างดินเทียมที่ผู้วิจัยได้ทำการผลิตด้วยเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม จำนวน 1 สูตร (ตามกระบวนการพัฒนาสูตรผสมอัตราส่วน 80:10:10 , 60:20:20 , 40:30:30) ด้วยการคัดเลือกตามคุณสมบัติที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบการงอกของเมล็ดพืชที่ใช้ทดลองที่ร้อยละ 60 ขึ้นไป)

3.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. กระบวนการทดสอบคุณสมบัติของดิน ในห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานปุ๋ยหมักปี 2548 สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในห้องทดลองมาตรฐานเพื่อทดสอบสารอาหารที่มีในดินเทียม

3.4.3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียก
2. ทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักในด้านลักษณะทางกายภาพ (Physical Testing) และคุณสมบัติทางเคมี (Chemical Testing) ในห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานปุ๋ยหมักปี 2548 สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

3.4.4. การวิเคราะห์ข้อมูล

แบบประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียก” ด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก โดยใช้กระบวนการทดสอบในห้องทดสอบมาตรฐานในการวิเคราะห์ค่าประกอบการเพาะปลูกพืชที่มีความจำเป็น ประกอบด้วยค่า

1. ทดสอบ วัดความชื้น กรด-ด่าง(PH) ความสมบูรณ์ของดิน
2. ทดสอบ ค่ามาตรฐานสำหรับเปรียบเทียบระดับสารอาหารในดินจะอยู่ในช่วงToo 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

3.5 วิธีดำเนินรายวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 5 การประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียก เพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

3.5.1 กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ผู้ประเมินความพึงพอใจด้านดินเกษตรอินทรีย์

1.1 กลุ่มประชากร คือ กลุ่มเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร กลุ่มเกษตรกรเพาะปลูกพืชอินทรีย์ ที่มีองค์ความรู้เกี่ยวข้องกับการเพาะปลูกพืชอินทรีย์ อย่างน้อย 5 ปี ขึ้นไป

1.2. กลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร จำนวน 3 ท่าน กลุ่มเกษตรกรเพาะปลูกพืชอินทรีย์ จำนวน 3 ราย ที่มีองค์ความรู้เกี่ยวข้องกับการเพาะปลูกพืชอินทรีย์ อย่างน้อย 5 ปี ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก) นายอภิรัตน์ พิรุฬห์ ดำรงตำแหน่งนักวิชาการป่าไม้ ระดับปฏิบัติการ ส่วนส่งเสริมการปลูกป่า สำนักจัดการทรัพยากรป่าไม้ที่ 8 (นครราชสีมา)

ข) นายไพฑูรย์ เทาขุนทด ดำรงตำแหน่งเจ้าหน้าที่การเกษตร ส่วนส่งเสริมการปลูกป่า สำนักจัดการทรัพยากรป่าไม้ที่ 8 (นครราชสีมา)

ค) นายพงษ์ศักดิ์ เพิงอิสรภาพพงษ์ ดำรงตำแหน่งเจ้าหน้าที่การเกษตร ส่วนส่งเสริมการปลูกป่า สำนักจัดการทรัพยากรป่าไม้ที่ 8 (นครราชสีมา)

2. ผู้ประเมินความพึงพอใจผู้ด้านผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับขยะเปียก ที่สามารถนำขยะเปียกมาประยุกต์ใช้งานให้เกิดประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม (กลุ่มโรงเรียนหรือสถานศึกษาที่มีโครงการส่งเสริมการปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์)

2.1 ประชากร คือ โรงเรียนในพื้นที่การศึกษาจังหวัดนครราชสีมา ที่มีจำนวนนักเรียนตั้งแต่ 200 คน ขึ้นไป

2.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ โรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา นักเรียนจำนวน 235 คน (ใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง)

3. ผู้ประเมินความพึงพอใจด้านชุมชนที่มีปัญหาด้านการกำจัดขยะหรือชุมชนที่มีขนาดใหญ่ ที่ประสบปัญหามลพิษจากขยะในรูปแบบต่าง ๆ

3.1 ประชากร คือ ครูผู้ควบคุมโครงการวิจัยเพื่อการทดลองปลูกผักปลอดสารพิษจากดินเทียมขยะเปียก โรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา

3.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูผู้ควบคุมโครงการวิจัยเพื่อการทดลองปลูกผักปลอดสารพิษจากดินเทียมขยะเปียก โรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 3 คน (ใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง)

3.5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบประเมินความคิดเห็นของเกษตรกรผู้เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์และเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร ที่มีต่อเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมที่พัฒนาใหม่

2. แบบประเมินความคิดเห็นโรงเรียนในพื้นที่การศึกษาจังหวัดนครราชสีมา โดยผู้ประเมินความพึงพอใจผู้ด้านผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับขยะเปียก ที่สามารถนำขยะเปียกมาประยุกต์ใช้งานให้เกิดประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม (กลุ่มโรงเรียนหรือสถานศึกษาที่มีโครงการส่งเสริมการปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์)

3. แบบประเมินความคิดเห็นของชุมชนที่มีปัญหาทางด้านการกำจัดขยะเปียก โดยประเมินจากครูผู้ควบคุมโครงการวิจัยเพื่อการทดลองปลูกผักแบบเกษตรอินทรีย์ภายในสถานศึกษาที่เน้นการประเมินค่าระดับความพึงพอใจด้านชุมชนที่มีปัญหาด้านการกำจัดขยะหรือชุมชนที่มีขนาดใหญ่ ที่ประสบปัญหามลพิษจากขยะในรูปแบบต่าง ๆ

3.5.3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบประเมินความคิดเห็นของเกษตรกรผู้เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์และเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร ที่มีต่อเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมที่พัฒนาใหม่ ในด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความคุ้มค่าในการผลิต การลดภาระต้นทุนการกำจัดขยะเปียก คุณสมบัติของดินเทียมที่ได้จากขยะเปียก ผลผลิตของพืชที่ได้จากการเพาะปลูกกับดินเทียมแปรสภาพจากขยะเปียก โดยออกแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

2. แบบประเมินความคิดเห็นโรงเรียนในพื้นที่การศึกษาจังหวัดนครราชสีมา โดยผู้ประเมินความพึงพอใจผู้ด้านผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับขยะเปียก ที่สามารถนำขยะเปียกมาประยุกต์ใช้งานให้เกิดประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม (กลุ่มโรงเรียนหรือสถานศึกษาที่มีโครงการส่งเสริมการปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์) โดยพิจารณาจากจำนวนปริมาณที่นั่งของโรงอาหารที่มีมากกว่า 200 ที่นั่ง ความคุ้มค่าในการผลิต การลดภาระต้นทุนการกำจัดขยะเปียก คุณสมบัติของดินเทียมที่ได้จากขยะเปียก ผลผลิตของพืชที่ได้จากการเพาะปลูกกับดินเทียมแปรสภาพจากขยะเปียก โดยออกแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

3. แบบประเมินความคิดเห็นของชุมชนที่มีปัญหาทางด้านการกำจัดขยะเปียก โดยประเมินจากครูผู้ควบคุมโครงการวิจัยเพื่อการทดลองปลูกผักแบบเกษตรอินทรีย์ภายในสถานศึกษาที่เน้นการประเมินค่าระดับความพึงพอใจด้านชุมชนที่มีปัญหาด้านการกำจัดขยะหรือชุมชนที่มีขนาดใหญ่ ที่ประสบปัญหามลพิษจากขยะในรูปแบบต่างๆ โดยออกแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

3.5.4. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินความคิดเห็นของเกษตรกรผู้เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์และเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรและกลุ่มครูผู้ควบคุมโครงการวิจัยเพื่อการทดลองปลูกผักแบบเกษตรอินทรีย์ภายในสถานศึกษา หรือสถาบันการศึกษาที่มีจำนวนปริมาณขยะเปียกจำนวนมาก มาวิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยแบ่งเกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ย ดังนี้

4.51 – 5.00 หมายถึง มากที่สุด
3.51 – 4.50 หมายถึง มาก
2.51 – 3.50 หมายถึง ปานกลาง
1.51 – 2.50 หมายถึง น้อย
1.00 – 1.50 หมายถึง น้อยที่สุด

ตัวแปรต้น หมายถึง เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ ที่พัฒนาและออกแบบใหม่

ตัวแปรตาม หมายถึง ระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างได้แก่ ระดับความพึงพอใจของกลุ่มนักวิชาการทางด้านการออกแบบ , กลุ่มนักวิชาการทางด้านวิศวกรรม , กลุ่มนักวิชาการทางด้านสิ่งแวดล้อม , เจ้าหน้าที่เกษตร หรือกลุ่มเกษตรกรผู้เพาะปลูกเกษตรกรรมอินทรีย์ ที่มีต่อการใช้งานจริงของต้นแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ ด้านการใช้งาน , ความสะดวกสบาย , ประโยชน์ใช้สอย , ความแข็งแรงทนทาน , การซ่อมแซมบำรุงรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การวิเคราะห์

4.1 ผลการวิเคราะห์รายรายวัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อศึกษากระบวนการขั้นตอนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

4.1.1 กระบวนการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับขยะเปียก

ก) กรณีศึกษาร้านอาหาร ในบริเวณพื้นที่ศึกษา "ร้านอาหารตามสั่ง" ตั้งอยู่ในซอยแจ้งวัฒนะ – ปากเกร็ด 28 จำหน่ายอาหารตามสั่งทั้งประเภทข้าวและก๋วยเตี๋ยว เปิดบริการทุกวันตั้งแต่ 08.00 – 18.00 น นั้นถือเป็นร้านที่มีขนาดปานกลางมีพื้นที่ 20 ตารางเมตร โดยมีผู้คนเข้ามาใช้บริการผลัดเปลี่ยนหมุนเวียนกันจำนวนมากกว่า 100 คนต่อวัน ซึ่งในร้านอาหารตามสั่งประเภทนี้จะมีจำนวนมากในพื้นที่ กทม. และตามหัวเมืองขนาดใหญ่ โดยร้านอาหารประเทตามสั่งนี้จะมีจำนวนมากขึ้นในแต่ละปี ซึ่งนับตามนิยามของกรมพัฒนาธุรกิจที่ให้คำนิยามว่า "ธุรกิจภัตตาคาร/ร้านอาหาร คือ การบริการจัดอาหารและเครื่องดื่ม รวมถึงไอศกรีมและเค้กจัดเตรียมไว้พร้อมบริโภคมีหรือไม่มีที่นั่งก็ตาม ไม่ว่าจะเป็นบริการแบบให้นั่งโต๊ะหรือแบบบริการตนเองจากชั้นวางอาหาร ไม่ว่าจะรับประทานอาหารภายในร้านนำกลับหรือสั่งให้จัดส่งที่บ้าน เช่น ร้านอาหาร ภัตตาคาร คาเฟ่ต์ เคาน์เตอร์หรือบูธ ร้านอาหารแบบบริการตนเอง ร้านอาหารจานด่วน ร้านอาหารภัตตาคาร คาเฟ่ต์ เคาน์เตอร์หรือบูธในยานพาหนะ เช่น รถไฟ เรือ หรือเครื่องบินที่ดำเนินการโดยหน่วยงานอื่น ร้านอาหารที่ให้บริการจัดส่ง ซึ่งธุรกิจภัตตาคารร้านอาหาร ในปัจจุบันได้ขยายตัวเพิ่มมากขึ้นทั้งในระดับประเทศและระดับนานาชาติ อันเนื่องมากจากวิถีการดำเนินชีวิตของบุคคลในสังคมเปลี่ยนแปลงไปส่งผลให้มีการรับประทานอาหารนอกบ้านมากขึ้น ทำให้ธุรกิจร้านอาหารและงานบริการจัดเลี้ยงของธุรกิจโรงแรม และเอกชนทั่วไปได้รับความนิยมอย่างสูงเพราะมีความสะดวกสบายมีบรรยากาศที่สวยงาม และ มีพนักงานที่คอยให้บริการเป็นอย่างดี ไม่ว่าจะเป็น ร้านอาหารต่างประเทศ ร้านอาหารหรูระดับภัตตาคาร ร้านอาหารในรูปแบบแฟรนไชส์ รวมถึงร้านอาหารบริการด่วน และร้านอาหารรายย่อย" จะพบว่าตั้งแต่เดือนมกราคม 2557 – เดือนมิถุนายน 2558 การจดทะเบียนจัดตั้งธุรกิจภัตตาคารร้านอาหารทั้งในส่วนของมูลค่าทุนและจำนวนรายการจัดตั้งใหม่ของธุรกิจมีความผันผวนอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะมูลค่าทุนจดทะเบียนในเดือนกันยายน 2557 มีมูลค่าสูงถึง 1,159 ล้านบาท ในเดือนมิถุนายน 2558 มีจำนวนจัดตั้ง 128 ราย คิดเป็นอัตราเพิ่มขึ้น ร้อยละ17 จากเดือนพฤษภาคม 2558 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเดือนมิถุนายน2557 ทุนจดทะเบียนจัดตั้งใหม่เพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 24

ในขณะที่จำนวนการจดทะเบียนจัดตั้งใหม่เพิ่มขึ้นเพียง 5 รายโดยในพื้นที่กรุงเทพมหานครนั้นในปี 2558 ซึ่งในร้านอาหารประเภทนี้นั้นสามารถที่จะพบลักษณะภาชนะและการใช้งานภาชนะที่บรรจุขยะมีลักษณะเป็นถังพลาสติกขนาดใหญ่ และมีถุงขยะสีดำรองไว้ที่ถังเพื่อให้ง่ายต่อการห่อไปวางไว้หน้าร้านและจะมีรถของ กทม. เก็บในเช้าวันถัดไป โดยแยกเป็นขยะเปียกที่พบ ดังนี้

ก) ขยะเปียกที่พบ : เศษอาหารต่าง ๆ เช่น ผักสด เปลือกไข่ เศษอาหารที่เหลือจากการบริโภค คราบน้ำมันพืช

ข) ขยะทั่วไปที่พบ : ถุงพลาสติก แก้วน้ำ กระดาษทิชชู่ หลอดน้ำ ขวดนมเปรี้ยว ขยะเปียกที่พบมากที่สุด : เปลือกไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.1 ร้านอาหารตามสั่งหรือร้านอาหารข้างทาง ที่มีจำนวนมากขึ้นในแต่ละปี

ข) กรณีศึกษาพื้นที่โรงงาน โดยพื้นที่กรณีศึกษานั้นจะมีเป้าหมายการรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ที่มีขนาดโรงอาหารบริการพนักงานจำนวนมากกว่า 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 ทางโรงงานจะคัดแยกส่วนน้ำออกจากกากอาหารด้วยการกรองก่อนจากนั้นจึงจะนำเศษอาหารเหล่านี้ไปให้ผู้ที่มารับไปใช้ในการเป็นอาหารสัตว์หรือไปใช้ประโยชน์ต่อแต่ไม่มีการซื้อขายกัน

จากการสัมภาษณ์เบื้องต้นนั้นพนักงานและเจ้าหน้าที่ภายในโรงงานมีความเห็นว่าหากมีการนำเศษอาหารหรือขยะเปียกเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ได้จะดี เนื่องจากจะเป็นการใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสมและสามารถช่วยกันอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้อีกทางหนึ่ง และหากทางโรงงานมีแนวคิดที่จะนำเศษอาหารเหล่านี้มาใช้ในการเพาะปลูกเกษตรอินทรีย์ก็จะยิ่งมีความน่าสนใจให้กับกลุ่มพนักงาน ด้วยกลุ่มพนักงานอยากมีพื้นที่ที่เป็นสีเขียวภายในโรงงานและพนักงานก็ล้วนเคยทำอาชีพเกษตรกรรมมาแล้วจึงสามารถปฏิบัติการเพาะปลูกพืชแบบอินทรีย์ช่วงเย็นหลังเลิกงานได้หากมีการสนับสนุน และอยากที่จะร่วมเป็นส่วนหนึ่งของการช่วยลดโลกร้อนให้กับสภาพแวดล้อมอีกทางหนึ่ง

ภาพที่ 4.2 ลักษณะของถังขนาด 200 ลิตร ที่ทางโรงงานใช้ในการรองรับเศษขยะเปียก

เศษอาหารที่อยู่ภายในถังพลาสติกนั้นจะถูกแม่บ้านนำไปกรองเอาส่วนของน้ำออกจากส่วนกาก ซึ่งในขั้นตอนนี้นั้นเป็นช่วงที่แม่บ้านมีความรู้สึกว่าไม่อยากทำมากที่สุด เนื่องจากปัญหาของกลิ่นที่เหม็นและรู้สึกว่าสกปรก และอีกทั้งกลิ่นนั้นจะติดตัวไปตลอดทั้งวันหากมีการปฏิบัติหน้าที่ในช่วงกลางวัน ซึ่งแนวทางนี้แม่บ้านเห็นว่า “หากมีเครื่องที่นำเศษอาหารเหล่านี้มาเทลงไปจากนั้นเครื่องสามารถที่จะแยก

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของน้ำและส่วนของกากออกจากกันได้นั้นจะดีมากและยังช่วยประหยัดเวลาและทุ่นแรงได้มาก" จากการวิเคราะห์นั้นพบว่าการที่สังคมของชุมชนหรือโรงงานที่มีเศษอาหารเหลือทิ้งจำนวนมากนั้นจะมีปัญหาเกี่ยวกับเศษขยะเปียกทวีปัญหามากยิ่งขึ้นและบุคคลที่รับผิดชอบไม่มีความรู้สึกอยากจะปฏิบัติงานเนื่องจากกลิ่น ดังนั้นการสร้างมุมมองและทัศนคติที่สร้างความสะดวกสบายและสร้างรูปแบบการแปรสภาพที่ก่อให้เกิดประโยชน์อย่างชัดเจนเป็นรูปธรรมได้จะช่วยให้บุคคลทั่วไปสามารถมองเห็นและรับรู้แนวทางการประยุกต์ได้มากยิ่งขึ้น

ภาพที่ 4.3 โรงอาหารในพื้นที่โรงงานอุตสาหกรรม ขนาด 200 ที่นั่ง

จากปัญหาที่พบนั้นในพื้นที่สำหรับการเทเศษอาหารนั้นจะมีกลิ่นของเศษอาหารที่รุนแรงและมีแมลงวัน แมลงหวี่ บินมาเกาะบริเวณเศษอาหารจำนวนมาก เนื่องจากทางโรงงานยังไม่มีการจัดเก็บเพื่อคัดแยกขยะเปียกในทันทีทำให้เกิดขยะในช่วงเช้าและช่วงเที่ยงที่มีจำนวนมากและมีการหมักจนกระทั่งเกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ตามมา และส่งผลให้มีแมลงรำคาญตามมาก่อให้เกิดสภาพที่ไม่น่ามองและขาดสุขลักษณะที่มีความเหมาะสม

ภาพที่ 4.4 พื้นที่สำหรับพนักงานเทเศษอาหารลงในถังและจัดเก็บภาชนะภายหลังการรับประทาน

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 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานีขนถ่ายมูลฝอยอ่อนนุชและว่าจ้างบริษัทเอกชนมารับมูลฝอยเหล่านี้ไปจำกัดต่อ โดยพื้นที่ปลายทางในการกำจัดของกรุงเทพฯ คือจังหวัดนครปฐม สมุทรปราการ และฉะเชิงเทรา

ขยะมูลฝอยทั่วไปจากสถานีขนถ่ายมูลฝอยสายไหม และสถานีขนถ่ายมูลฝอยหนองแขม จะนำไปฝังกลบที่อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ส่วนมูลฝอยทั่วไปจากสถานีขนถ่ายมูลฝอยอ่อนนุช จะนำไปฝังกลบที่อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา

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

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 ถุงขนม ถุงพลาสติก จากปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดมีประมาณร้อยละ 9

ง) ขยะพิษ หรือขยะมีพิษที่ต้องเก็บรวบรวมแล้วนำไปกำจัดอย่างถูกวิธี เช่น กระป๋องยาฆ่าแมลงหลอดไฟ ถ่านไฟฉาย ซึ่งจากปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดมีอยู่ประมาณร้อยละ 3

4.1.2.2 ลักษณะทางกายภาพของขยะที่พบ

จากการลงสำรวจพื้นที่พบว่า ลักษณะการทิ้งขยะเปียกของร้านนี้จะเป็นการทิ้งแบบรวม ๆ กัน ไม่มีการแยกระหว่างเศษอาหารและเศษขยะ ขยะที่พบจะมีอยู่หลากหลายประเภททั้งย่อยสลายได้และย่อยสลายไม่ได้ ส่วนมากจะเป็นขยะที่เกิดจากวัตถุดิบสดที่นำมาประกอบอาหาร

ภาพที่ 4.5 ลักษณะทางกายภาพของเศษขยะเปียกในพื้นที่การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

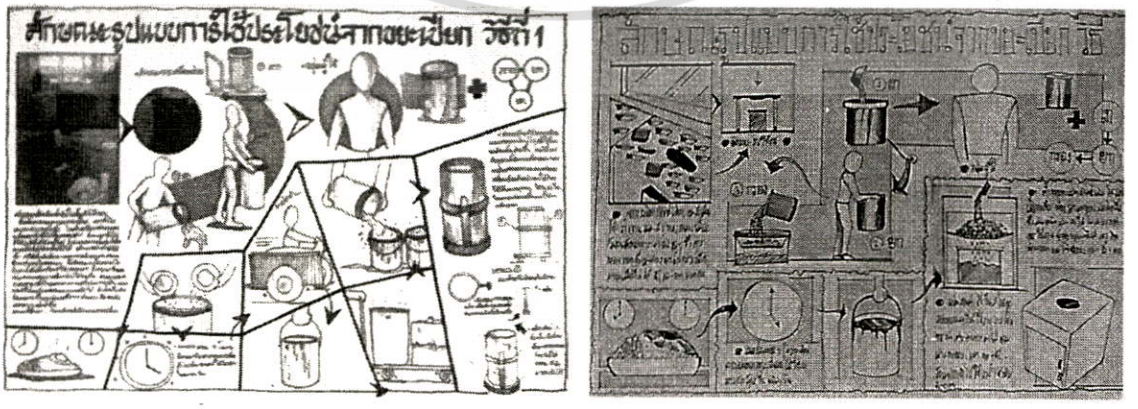
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 กระบวนการระดมแนวคิดเพื่อการประยุกต์ใช้งานขยะเปียก

ในส่วนของขั้นตอนกระบวนการศึกษาทางด้านการแปรสภาพของขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์นั้นผู้วิจัยได้ทำการพิจารณาถึงการรวบรวมประเด็นที่สามารถพิจารณาแนวทางเพื่อการนำขยะเปียกมาใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลายแนวทางด้านการระดมความคิดจากกลุ่มผู้ร่วมวิจัยจำนวน 30 คน โดยนักวิจัยจะร่วมทำการนำเสนอแนวทางและแนวความคิดที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากขยะเปียกให้ได้หลากหลายแนวที่สุด โดยจะมีการนำข้อคำถึงถึง คือ เป้าหมายการนำขยะเปียกในรูปแบบของเศษเหลือทิ้งต่างๆมาประยุกต์ใช้งานเป็นรูปแบบผลิตภัณฑ์หรือเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกแก่มนุษย์ในมุมมองต่างๆ และดำเนินการภายใต้กรอบความเป็นอิสระทางความของนักวิจัยเพื่อจะได้ความคิดเห็นหรือแนวคิดที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยนำเสนอแนวคิดที่สามารถดำเนินการจริงได้ ดังนี้

ภาพที่ 4.6 กระบวนการระดมความคิดเพื่อพิจารณาแนวทางการประยุกต์ใช้ขยะเปียก

การระดมความคิดเพื่อการใช้ประโยชน์จากเศษขยะเปียก (เศษอาหารประเภทต่างๆ) นั้น นำเสนอผ่านกระบวนการคิดในเชิง “มโนทัศน์ทางการออกแบบ” ด้วยการคิดให้เกิดขึ้นภายในสมองเพื่อการแก้ไขปัญหาจากนั้นจึงนำเสนอออกมาเป็นแผ่นนำเสนอแนวความคิดในการประยุกต์ใช้งาน โดยเน้นการสร้างมุมมองและนำเสนอความคิดในเชิงรูปธรรมที่มีความน่าสนใจและสามารถเข้าใจได้ง่ายสำหรับบุคคลทั่วไป



ภาพที่ 4.7 กระบวนการระดมความคิดเพื่อพิจารณาแนวทางการประยุกต์ใช้ขยะเปียก แนวคิดที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

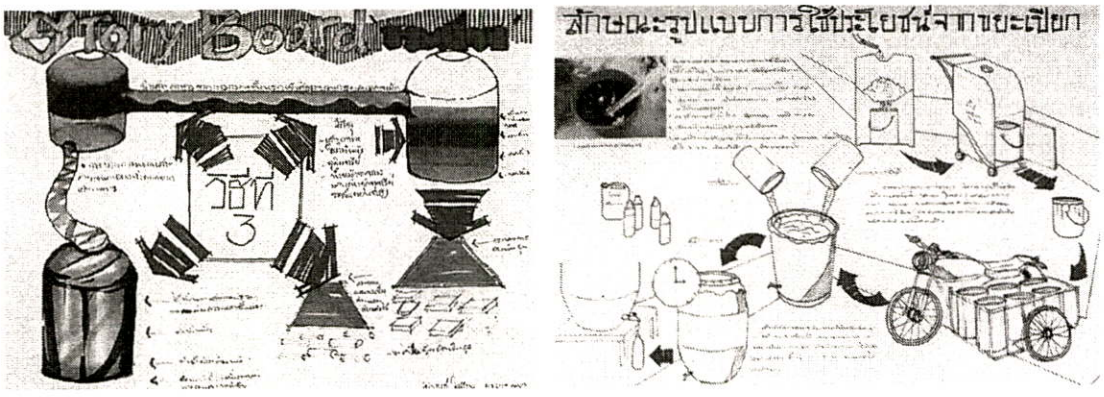
แนวคิดที่ 1 : นำเสนอ ลักษณะผลิตภัณฑ์เดิมในพื้นที่ที่ศึกษาเป็นลักษณะของการแยกขยะเปียก ขยะทั่วไปและขยะประเภทน้ำแข็ง โดยที่ขยะเปียกเศษอาหารจะมีคนมารับนำไปเป็นอาหารสัตว์ ส่วนขยะทั่วๆ ไป ก็ใส่ถุงดำทิ้งที่ถังขยะใหญ่ ส่วนขยะประเภทน้ำแข็งเมื่อละลายแล้วก็เอาไปรดน้ำต้นไม้ ส่วนพลาสติกก็นำไปทิ้ง ทำให้เล็งเห็นถึงกระบวนการขนย้ายระหว่าง สถานที่ที่ศึกษากับคนรับเศษอาหาร จึงเกิดแนวทางในการแก้ไขปัญหาตัวผลิตภัณฑ์ใส่อาหาร ที่สามารถอำนวยความสะดวกต่อการเคลื่อนย้ายได้ง่ายขึ้น สาเหตุเพราะว่า ถ้าเศษอาหารมีปริมาณเยอะมากจะทำให้การขนย้ายลำบาก ดังนั้นจึงเกิดเป็นแนวทางในการช่วยเหลือจากต้นทางคือ คนรับเศษอาหารครั้งนี้

แนวคิดที่ 2 : นำเสนอ “Egg Board” ที่เน้นการสร้างกระบวนการผลิต ด้วยการนำเปลือกไข่ไปล้างน้ำให้สะอาด เพราะจะมีเยื่อสีขาว ๆ ที่เรียกว่า โปรตีนอยู่ในเปลือกไข่ หากทำความสะอาดไม่หมดจะทำให้เกิดกลิ่นและเน่าเสียได้ จากนั้นนำเปลือกไข่ที่ผ่านการล้างไปตากหรือผึ่งลมให้แห้ง แล้วจึงนำเปลือกไข่ที่แห้งแล้วมาบดให้ละเอียด ด้วยการตำหรือการปั่นด้วยเครื่อง พร้อมกับนำเปลือกไข่ที่บดแล้ว ไปต้มกับกรดไฮโดรครอลิกที่เจือจางแล้ว เพื่อกำจัดโปรตีนออกจากเปลือกไข่อีก 1 รอบ จากนั้นนำเปลือกไข่ที่ผ่านการต้มไปตามหรือผึ่งลมให้แห้ง หากต้องการแผ่นเปลือกไข่แบบทึบ ให้นำเปลือกไข่ที่ผ่านกรรมวิธีมาผสมรวมกันกับแป้งมันหรือหากต้องการแผ่นเปลือกไข่แบบใส ให้นำเปลือกไข่ที่ผ่านกรรมวิธีมาผสมรวมกับเรซิ่นใส จากนั้นนำไปตากหรือผึ่งให้แห้ง และหากต้องการสีสันเพื่อเพิ่มความสวยงามให้กับแผ่นเปลือกไข่ ให้หยดสีผสมอาหารตามความเหมาะสมจะเปลี่ยนเปลือกไข่สำเร็จรูป สำหรับนำไปใช้งานออกแบบผลิตภัณฑ์ต่อไป สำหรับประโยชน์ของการแปรรูป 1)ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่จากวัสดุเหลือใช้หรือเศษขยะ 2)เป็นการลดปริมาณขยะทั้งทางตรงและทางอ้อม 3)เป็นการเพิ่มคุณค่าให้กับเศษขยะเปียก 4)ช่วยลดปริมาณการนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้เป็นวัตถุดิบในโรงงานอุตสาหกรรม

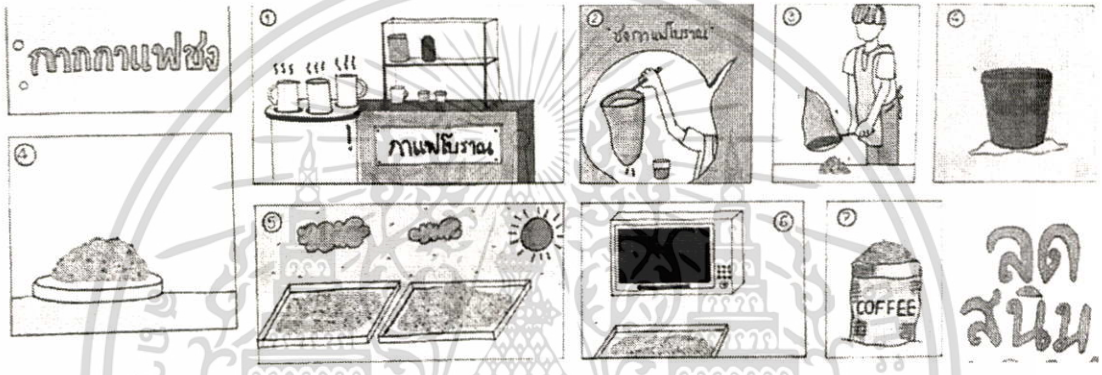
ภาพที่ 4.8 กระบวนการระดมความคิดเพื่อพิจารณาแนวทางการประยุกต์ใช้ขยะเปียก แนวคิดที่ 2

แนวคิดที่ 3 : นำเสนอกระบวนการแปรสภาพกากกาแฟและเศษอาหารประเภทสลัด โดยศึกษาสภาพแวดล้อมจากลักษณะทางกายภาพของสถานที่แหล่งกำเนิดของขยะ และทำการวิเคราะห์การชงกาแฟโบราณจากกาแฟบดหยาบพร้อมอาหารที่บริการประเภทสลัดและอาหารง่ายๆ โดยพักกาแฟไว้บริเวณพื้นที่ใกล้เคียง จากนั้นจะทำการทิ้งเศษกาแฟและเศษอาหารไว้ในจุดที่เตรียมไว้ และรวบรวม ณ จุดที่เตรียมไว้ จากนั้นนำเศษกาแฟและเศษอาหารไปตากแดดเพื่อลดความชื้นและทำให้แห้ง นำเศษอาหารและเศษกาแฟไปอบอีกครั้งเพื่อลดการเกิดเชื้อและทำให้แห้ง เตรียมนำกาแฟไปใช้งานหรือแปรสภาพไปเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ต่อไป โดยประโยชน์ที่ได้รับจากกระบวนการแปรสภาพ 1)นำขยะเปียกมาทำให้เกิดประโยชน์ 2)กำจัดปัญหาขยะ ที่เพิ่มมากขึ้น 3)เพิ่มคุณค่าของขยะเปียก 4)ได้ดึงคุณสมบัติของขยะเปียกมาใช้ให้เกิดประโยชน์ 5)เพิ่มมูลค่าให้กับขยะเปียกที่มีอยู่มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กระบวนการแปรสภาพในรูปแบบของการนำทุกอย่างมาอบเพื่อทำให้แห้งจากนั้นนำมาบดละเอียดก่อนการประยุกต์ใช้งาน



ภาพที่ 4.9 กระบวนการระดมความคิดเพื่อพิจารณาแนวทางการประยุกต์ใช้ขยะเปียก แนวคิดที่ 3

4.2 ผลการวิเคราะห์รายวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 2 การพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

สำหรับส่วนของการรายงานผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางการออกแบบและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรกรอินทรีย์นั้น ผู้วิจัยนำเสนอองค์ประกอบของรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการแปรสภาพขยะเปียกเป็น 4 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ 1)เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียม 2)เครื่องอัดเม็ดดินเทียมจากขยะเปียก 3)บรรจุภัณฑ์เพื่อการจำหน่ายดินเทียมจากขยะเปียก 4)ชั้นวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์จากดินเทียมเพื่อส่งเสริมภาพลักษณ์และการจัดจำหน่ายดินเทียมสำเร็จรูป

4.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลความคิดเห็นเพื่อกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์

ส่วนของกระบวนการรวบรวมความคิดเห็นของกระบวนการคัดเลือกรูปแบบที่มีความเหมาะสมสำหรับการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมเพื่อการเพาะปลูกเกษตรแบบอินทรีย์ โดยผู้วิจัยได้ทำการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ด้วยกระบวนการระดมความคิดจำนวน 3 วิธีการแก้ไขปัญหาทางการออกแบบผลิตภัณฑ์จากนั้นจึงทำการ Development จำนวน 30 รูปแบบต่อกระบวนการแก้ไขปัญหาทางการออกแบบ 1 วิธี ซึ่งโดยสรุปการแก้ไขปัญหาการออกแบบ 3 วิธีการแก้ไขปัญหานั้น ผู้วิจัยทำการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมทั้งหมดจำนวน 120 รูปแบบ โดยทำการสรุปเพื่อนำเสนอผลิตภัณฑ์ ในรูปแบบสามมิติ โดยสามารถที่จะนำความคิดเพื่อกำหนดประโยชน์ใช้สอยในการปฏิบัติการแปรสภาพขยะเปียก โดยแยกเป็น 6 ส่วนหลักสำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ส่วนรองรับขยะเปียก มีคุณลักษณะทางกายภาพเพื่อการรองรับส่วนของขยะเปียกที่มาจากถังขยะหรือที่ทิ้งขยะเปียก โดยลักษณะจะต้องเป็นวัสดุที่สามารถทนทานการกระแทกและขีดข่วนได้ดี มีความแข็งแรงในการรับน้ำหนักของส่วนกากขยะเปียกและส่วนน้ำ ที่มีน้ำหนักมาก อีกทั้งจะเป็นส่วนที่ช่วยรองรับขยะเปียกทั้งกากและน้ำเข้าสู่ส่วนลำเลียงเพื่อการนำไปสู่ขั้นตอนการคัดแยกส่วนกากและส่วนน้ำออกจากกัน เพื่อเข้าสู่การแปรสภาพขยะเปียกในขั้นตอนต่อไป

2) ส่วนคัดแยกขยะเปียก มีคุณลักษณะทางกายภาพที่เน้นขั้นตอนของการคัดแยกส่วนกาก (แห้ง) และส่วนน้ำเสีย(เปียก) ออกจากกันเพื่อนำส่วนกากไปใช้ในกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมและส่วนของน้ำเสียที่เกิดจากขยะเปียกนั้นจะมีการนำน้ำเสียที่ได้มาทำการหมักด้วยจุลินทรีย์เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตน้ำหมักชีวภาพเพื่อใช้ในการช่วยหมักดินเทียมเพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าให้กับดินเทียมที่คาดหมายว่าอาจจะมีคุณค่าทางอาหารสำหรับพืชไม่มากนัก

3) ส่วนการบดย่อยขยะเปียกส่วนกาก มีคุณลักษณะทางกายภาพที่เน้นการบดย่อยส่วนกากของขยะเปียก ซึ่งจะใช้ระบบกลไกที่มีตัวขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ที่หมุนสายพานขับเฟืองให้ส่งกำลังและแรงบิดไปสู่ส่วนของลูกกลิ้งจำนวน 3 ลูกขนาดใหญ่ ในการบดย่อยและช่วยบีบอัดให้เศษขยะเปียกจำพวก กระดูกสัตว์ เปลือก หรือเศษเนื้อที่มีขนาดใหญ่ให้มีความอ่อนนุ่มมากขึ้นก่อนที่จะเข้าไปสู่ส่วนของเครื่องปั่นละเอียด ซึ่งส่วนนี้จะต้องอาศัยแรงบิดมากที่สุดเนื่องจากเป็นช่วงที่เปลี่ยนคุณลักษณะทางกายภาพของขยะเปียกให้มีความอ่อนนุ่มไม่มีส่วนที่แข็ง ก่อนที่จะเข้าสู่ระบบสายพานลำเลียงไปสู่ขั้นตอนการบดละเอียด

4) ส่วนการบดละเอียดเพื่อเตรียมการผสมดินเทียม มีคุณลักษณะทางกายภาพที่เน้นการบดละเอียดด้วยลูกกลิ้งแบบเกลียวหนอนใช้สำเลียงและบดย่อยในส่วนของเศษขยะเปียกที่ผ่านมาจากส่วนบดย่อยระยะแรกมาแล้ว โดยในส่วนนี้จะเน้นการนำขยะเปียกที่ได้มาผ่านตัวบดย่อยที่อัดให้ได้ส่วนของขยะเปียกเข้าสู่ส่วนอัดเม็ดเพื่อแปรสภาพขยะเปียกไปสู่รูปแบบของเม็ดดินเทียม

5) ส่วนการผสมองค์ประกอบเพื่ออัดเม็ดดินเทียม มีคุณลักษณะทางกายภาพที่เน้นกระบวนการนำส่วนองค์ประกอบ เช่น ปุ๋ยคอก กากมะพร้าว เปลือกถั่ว แกลบเผา แกลบดิบ พางข้าว ฯลฯ มาคลุกคล้าและผสมกันตามสูตรการทดลองที่กำหนดจำนวน 3 สูตร ประกอบด้วย

สูตรที่ 1 ได้แก่ เศษอาหาร 10% แกลบเผา 30% ซากถั่วเหลือง 30% มูลวัว 30%
สูตรที่ 2 ได้แก่ เศษอาหาร 10% แกลบเผา 30% กากอ้อย 30% มูลวัว 30%
สูตรที่ 3 ได้แก่ เศษอาหาร 20% แกลบเผา 20% แกลบดิบ 20% กากอ้อย 20% มูลวัว 20%

6) ส่วนการอัดเม็ดดินเทียม เป็นกระบวนการขั้นสุดท้ายที่ทำการอัดเม็ดดินเทียมจากขยะเปียกพร้อมส่วนผสมต่างๆที่เป็นองค์ประกอบปรับสภาพดินเทียมให้มีคุณค่าเพียงพอในการเพาะปลูกพืชอินทรีย์ โดยส่วนนี้จะมีการนำส่วนของแผ่นเหล็กที่สามารถปรับขนาดของรูอัดเม็ดให้มีขนาดต่างๆได้อย่างเหมาะสมกับความต้องการขนาดเม็ดดินเทียม ซึ่งส่วนนี้จะเป็นส่วนสุดท้ายก่อนที่เม็ดดินเทียมที่ผสมแล้วจะหล่นลงในภาชนะรองรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียม

สำหรับองค์ประกอบทั้ง 6 ส่วน ที่มีความจำเป็นต่อกระบวนการสร้างข้อจำกัดทางการออกแบบผลิตภัณฑ์นั้นจะนำข้อจำกัดที่ได้มาสร้างสรรค์เป็นรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม โดยนำข้อมูลที่ผ่านกระบวนการวิเคราะห์ความต้องการและองค์ประกอบของเครื่องจักรมาเข้าสู่กระบวนการนำเสนอรูปแบบต่อคณะผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อพิจารณาและสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์จากทักษะความสามารถและประสบการณ์ของคณะผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์จำนวน 2 ท่าน จากนั้นจึงทำการสรุปรูปแบบผลิตภัณฑ์ เป็นวิธีการแก้ไขปัญหาหลักจำนวน 3 วิธีการแก้ไขปัญหา จากนั้นจึงทำการ Development จำนวน 120 แบบ ด้วยกระบวนการระดมความคิดผ่านการสร้างสรรค์ตามแนวความคิด (Concept of Design) จนกระทั่งสามารถสรุปรูปแบบ เป็น 3 รูปแบบเพื่อสร้างเป็นต้นแบบตามแนวความคิด เพื่อประเมินความเหมาะสมในเชิงมโนทัศน์ทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยสามารถที่จะกำหนดแนวทางการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์เครื่องแปรสภาพขยะเปียก เพื่อการเพาะปลูกแบบเกษตรอินทรีย์

ภาพที่ 4.10 รูปแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมเพื่อเกษตรอินทรีย์ แบบที่ 1

ภาพที่ 4.11 รูปแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมเพื่อเกษตรอินทรีย์ แบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.12 รูปแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมเพื่อเกษตรอินทรีย์ แบบที่ 3

Analysis Design รูปแบบที่ 1 เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมเพื่อเกษตรอินทรีย์ แบบที่ 1 เป็นรูปแบบที่เน้นรูปทรงที่เรียบง่ายและใช้วัสดุจำนวนไม่มากเพื่อประหยัดต้นทุนกระบวนการผลิตในระบบอุตสาหกรรม โดยส่วนของบริเวณฝาจะมีการใช้วัสดุสเตนเลสในส่วนที่ต้องรองรับขยะเปียกและส่วนของถาดรองรับขยะเปียกส่วนหลักที่มีขนาดใหญ่เพื่อใช้ในการรองรับขยะเปียกที่มีทั้งส่วนกากและส่วนน้ำ โดยจะมีน้ำหนักมากทำให้ต้องมีส่วนรองรับน้ำหนักมากกว่าปกติและจะมีส่วนของการรองรับน้ำหนักที่มากขึ้นกว่าปกติ

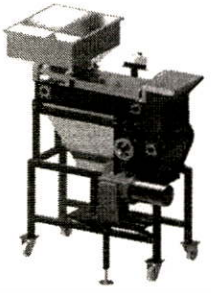
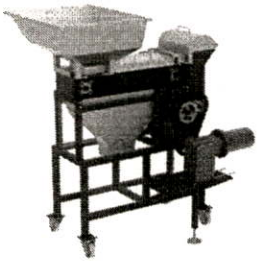
Analysis Design รูปแบบที่ 2 เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมเพื่อเกษตรอินทรีย์ แบบที่ 2 เป็นรูปแบบที่มีการเน้นรูปทรงที่เพิ่มเติมในส่วนของถาดรองรับขยะเปียกที่มีขนาดใหญ่และมีการใช้รูปทรงของถาดที่เป็นสี่เหลี่ยมคางหมู โดยเน้นความกว้างของปากสเตนเลสที่รองรับส่วนขยะเปียก โดยส่วนปากจะมีการพับสเตนเลสให้มีความมนมากยิ่งขึ้นเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับส่วนถาดรับขยะเปียก ในส่วนของฝาปิดส่วนลูกกลิ้งเพื่อการบดย่อยนั้นจะมีส่วนที่มีขนาดใหญ่ขึ้นและเพิ่มเติมความโค้งด้านบนของฝาเพื่อรองรับส่วนที่เป็นเศษขยะเปียกซึ่งมีโอกาสกระเด็นขึ้นมาติดฝาด้านบน

Analysis Design รูปแบบที่ 3 เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมเพื่อเกษตรอินทรีย์ แบบที่ 3 เป็นรูปแบบที่มีการเน้นการสร้างฝารองรับถาดด้านบนของขยะเปียกนั้นจะเป็นส่วนรองรับน้ำหนักและถังที่ใช้ในการเทส่วนของขยะเปียกลงภายในถัง ซึ่งในส่วนนี้นั้นจะมีการออกแบบให้มีส่วนของปากที่เอียงยื่นออกมาเพื่อรับส่วนที่มีโอกาสจะหกเลอะออกมาส่วนตัวเครื่องจักร และในส่วนของฝาปิดส่วนสายพานลำเลียงขยะเปียกเพื่อแยกส่วนกากออกจากส่วนน้ำนั้น เน้นสร้างสรรค์เป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูเพื่อให้สามารถใช้งานได้ง่ายและมีความแข็งแรงมากยิ่งขึ้น

โดยผู้วิจัยนำรูปแบบต้นแบบทางความคิดที่ผ่านกระบวนการคิดจากการสร้างข้อจำกัดทางการออกแบบไปสู่การสร้างรูปทรงทางการคิดเชิงมโนทัศน์นั้นนำมาศึกษาค่าความพึงพอใจจากกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 3 ท่าน ดังนี้

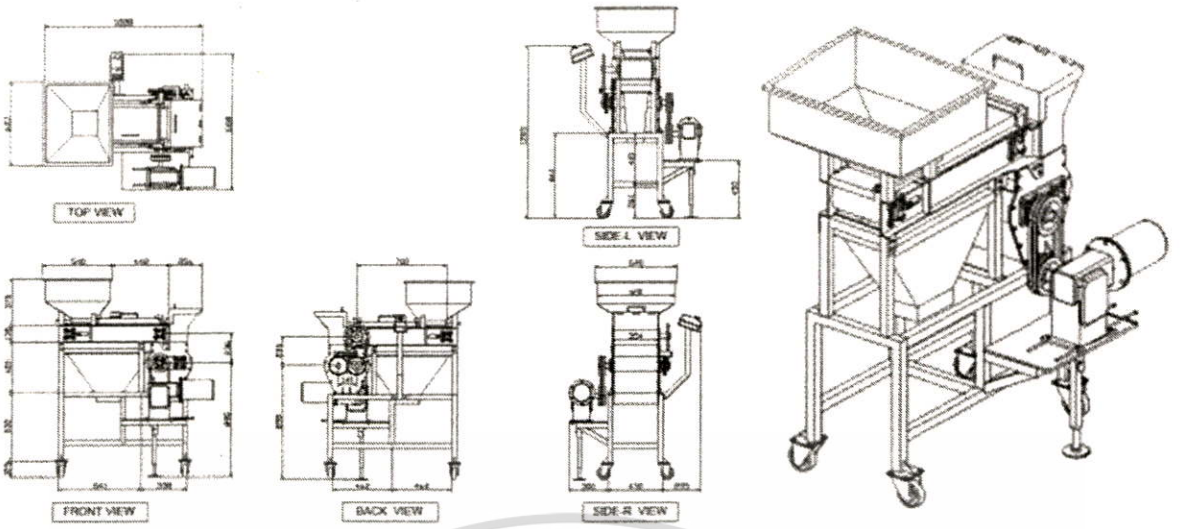
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผู้เชี่ยวชาญในการประเมินผลการคิดเชิงมโนทัศน์

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

นำปัจจัยที่ส่งผลต่อรูปทรงและแนวทางการการออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม โดยนำผลลัพธ์ที่ได้มาสร้างเป็นข้อจำกัดทางการออกแบบร่วมด้วยขั้นตอนสรุปแนวความคิดจากกระบวนการระดมความคิด 60 รูปแบบ และสรุปรูปแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม จำนวน 3 รูปแบบ ผลวิเคราะห์จากตารางพบว่า ผลิตภัณฑ์เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม รูปแบบพัฒนาที่ 1 มีระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{X}$ =3.88 , S.D.=0.40) รูปแบบพัฒนาที่ 2 มีความเหมาะสมปานกลาง ($\bar{X}$ =2.82 , S.D.=0.62) รูปแบบพัฒนาที่ 3 มีความเหมาะสมมาก ($\bar{X}$ =4.00 , S.D.=0.58) โดยผู้วิจัยนำรูปแบบพัฒนาที่ 3 มาปรับปรุงและกำหนดเป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.13 แบบเพื่อการผลิตในระบบอุตสาหกรรมเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม

1) การประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ด้าน ประโยชน์ใช้สอย , ความแข็งแรง , บำรุงรักษา , ราคา , วัสดุและกรรมวิธีการผลิต โดยเน้นสร้างผลการประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียก เป็นดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ โดยกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทางด้านการเกษตรกรรม และกลุ่มเจ้าหน้าส่งเสริมการเกษตรในพื้นที่ จ.นครราชสีมา จำนวน 25 ท่าน โดยผลการประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม ดังนี้

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียก เป็นดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

รายละเอียด (n = 25)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าระดับประสิทธิภาพ
ด้าน : ส่วนสายพานลำเลียงและ: ส่วนบดย่อย	3.90	0.77	ระดับเหมาะสมมาก
ด้าน : ประโยชน์ใช้สอยและการใช้งานบดย่อยเพื่อแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม	4.06	0.56	ระดับเหมาะสมมาก
ด้าน : อุปกรณ์ส่งกำลัง (ส่วนมอเตอร์และระบบส่งกำลังภายในเครื่องส่วนบดย่อย)	4.23	0.61	ระดับเหมาะสมมาก
ด้าน : ความแข็งแรงทนทานและวัสดุในการใช้งาน	4.00	0.68	ระดับเหมาะสมมาก

สรุปผลการศึกษา อันดับที่ 1)ด้านอุปกรณ์ส่งกำลัง (ส่วนมอเตอร์และระบบส่งกำลังภายในเครื่องส่วนบดย่อย) มีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X}$ =4.23 , S.D.=0.61) อันดับที่ 2)ด้านประโยชน์ใช้สอยและการใช้งานบดย่อยเพื่อแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X}$ =4.06 , S.D.=0.56) อันดับที่ 3)ด้านความแข็งแรงทนทานและวัสดุในการใช้งานมีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X}$ =4.06 , S.D.=0.56) จากผลการประเมินประสิทธิภาพ พบว่า จุดเด่นหลักของเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม สำหรับเกษตรอินทรีย์ คือส่วนของอุปกรณ์ส่งกำลังที่มีความเหมาะสมและสามารถสร้างแรงบิดสูงในการบดย่อยเศษขยะเปียกที่มีความแข็งหรือเหนียวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งส่งผลให้เครื่องแปรสภาพขยะเปียกมีประโยชน์ใช้สอยในการใช้งานในการบดย่อยเพื่อแปรสภาพขยะเปียกให้มีความละเอียดและเหมาะสมก่อนการผสมในขันตอนการอัดเม็ดดินเทียมขั้นสุดท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ ประเมินโดยกลุ่มเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชอินทรีย์ในพื้นที่ อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา ที่มีประสบการณ์เพาะปลูกพืชเกษตรอินทรีย์เป็นเวลา 10 ปี จำนวน 3 ท่าน ผลจากการประเมิน พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมของผลระดับความพึงพอใจของกลุ่มเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชอินทรีย์ มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.83 , S.D. = 0.34) นั้นเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์นั้นในภาพรวมเครื่องที่พัฒนาใหม่มีความเหมาะสมในส่วนของระบบกลไกในการขับเคลื่อนและส่วนของสายพานลำเลียงเพื่อแยกส่วนกากและส่วนน้ำของขยะเปียกออกจากกัน ซึ่งผ่านการควบคุมด้วยแผงควบคุมเพียงปุ่มสัมผัสเดียว ทำให้ง่ายต่อการใช้งานและควบคุมอุปกรณ์ที่มีลักษณะกึ่งอัตโนมัติเพื่อแปรสภาพขยะเปียกในส่วนกระบวนการบดย่อย ดังสามารถแสดงรายละเอียดของผลการประเมินค่าระดับความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม ดังนี้

ตารางที่ 4.3 แสดงระดับความพึงพอใจของกลุ่มเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชอินทรีย์ (n = 3)

รายการประเมินค่าความพึงพอใจกลุ่มเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชอินทรีย์	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1. รูปแบบเครื่องแปรสภาพมีความง่ายในการผลิตดินเทียมจากขยะเปียก	3.67	0.57	ระดับมาก
2. รูปแบบมีความง่ายในการใช้งานเพื่อการผลิตดินเทียม (ขั้นตอนการเท)	3.67	0.57	ระดับมาก
3. โครงสร้างมีความแข็งแรงและเหมาะสมกับการใช้งาน	4.00	0.00	ระดับมาก
4. รูปแบบส่วนบดย่อยเพื่อการผลิตดินเทียม (ขั้นตอนการบด)	3.67	0.57	ระดับมาก
5. เครื่องแปรสภาพมีความสะดวกสบายในการใช้งาน	4.00	1.00	ระดับมาก
6. ผลิตภัณฑ์สามารถแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมได้เหมาะสม	3.67	0.57	ระดับมาก
7. ระบบกลไกการทำงานของเครื่องย่อยมีความเหมาะสม	3.67	0.57	ระดับมาก
8. ตำแหน่งการควบคุมเครื่องจักรมีความเหมาะสมในการใช้งาน	4.00	0.00	ระดับมาก
9. การวางตำแหน่งส่วนลำเลียงขยะเปียกมีการแยกส่วนน้ำและกากได้ดี	4.00	0.00	ระดับมาก
10. โครงสร้างเครื่องสามารถทนการกระแทกและสั่นสะเทือนขณะใช้ได้ดี	4.00	0.00	ระดับมาก
11. เครื่องแปรสภาพขยะเปียกสามารถใช้งานง่ายไม่ยุ่งยาก	4.00	0.00	ระดับมาก
12. สร้างมุมมองที่ดีต่อกระบวนการใช้ประโยชน์จากขยะเปียกได้	3.67	0.57	ระดับมาก
13. สามารถช่วยให้เห็นประโยชน์ของขยะเปียกในการเกษตรกรรมได้	3.67	0.57	ระดับมาก
14. เครื่องแปรสภาพขยะเปียกมีความสวยงามแสดงถึงเทคโนโลยีได้	4.00	0.00	ระดับมาก
15. เครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ในการสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน	3.67	0.57	ระดับมาก
16. การดูแลรักษาง่ายต่อการซ่อมบำรุงตรวจสอบได้ง่ายไม่ซับซ้อน	4.00	0.00	ระดับมาก
รวมค่าเฉลี่ย	**3.83**	**0.34**	**ระดับมาก**

จากการวิจัยเรื่องการศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม เพื่อเกษตรอินทรีย์ นั้นสามารถสรุปรายวัตถุประสงค์ได้ดังนี้

1. ข้อจำกัดทางการออกแบบใหม่นั้นเน้นการตอบสนองกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกที่เกิดขึ้นในพื้นที่โรงงานอุตสาหกรรมและสถานศึกษา โดยสรุปมีความเห็นว่า การที่สังคมของชุมชนหรือโรงงานที่มีเศษอาหารเหลือทิ้งจำนวนมากนั้นจะมีปัญหาเกี่ยวกับเศษขยะเปียกทวีปัญหามากยิ่งขึ้นและบุคคลที่รับผิดชอบไม่มีความรู้สึกอยากจะปฏิบัติงานเนื่องจากกลิ่น ดังนั้นการสร้างมุมมองและทัศนคติที่สร้างความสะดวกสบายและสร้างรูปแบบการแปรสภาพที่ก่อให้เกิดประโยชน์อย่างชัดเจนเป็นรูปธรรมได้จะช่วยให้บุคคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

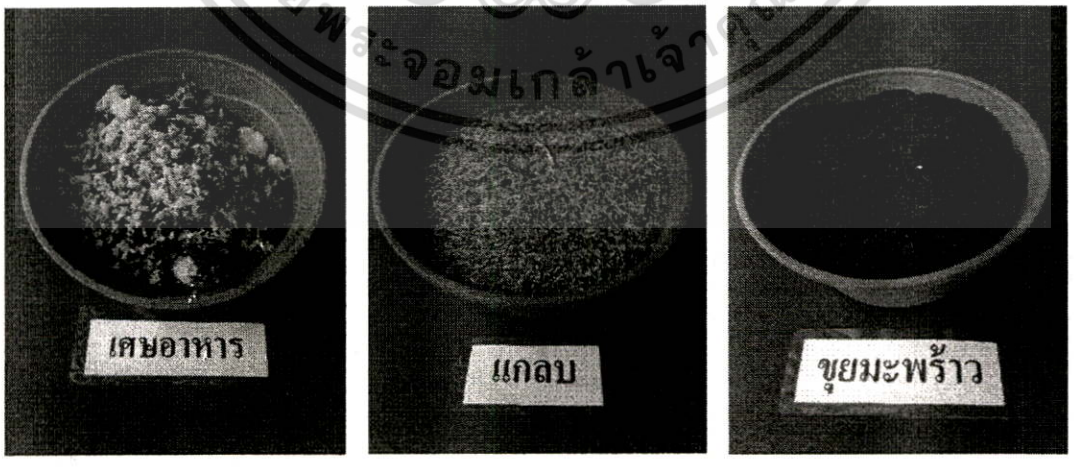
ทั่วไปสามารถมองเห็นและรับรู้แนวทางการประยุกต์ได้มากยิ่งขึ้น โดยมุ่งเน้นพัฒนาขั้นตอนกระบวนการทางด้านการแปรสภาพของขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

2. ขั้นออกแบบนำข้อคำถึงถึง เน้นเป้าหมายการนำขยะเปียกในรูปแบบของเศษเหลือทิ้งต่างๆมาประยุกต์ใช้งานเป็นรูปแบบผลิตภัณฑ์หรือเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกแก่มนุษย์ในมุมมองต่างๆ และดำเนินการภายใต้กรอบความเป็นอิสระทางความของนักวิจัยเพื่อจะได้ความคิดเห็นหรือแนวคิดที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยนำเสนอแนวคิดที่สามารถดำเนินการจริง จากการวิเคราะห์ QFD พบว่า ปัจจัยที่ต้องปรับปรุง คือ การซ่อมแซมบำรุงรักษา ด้านความปลอดภัย ด้านวัสดุกรรมวิธีการผลิตและความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว ในส่วนของ จุดขายในการออกแบบ พบว่า ควรเน้นที่ด้านประโยชน์ใช้สอยเป็นหลักและด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน และการการคาดการณ์ความต้องการของลูกค้า พบว่า ความต้องการของลูกค้า คือ ความคาดหวังด้านประโยชน์ใช้สอย รองลงมา คือ ความแข็งแรงทนทาน

3. ประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ที่เน้นการประเมินรายด้าน ประโยชน์ใช้สอย , ความแข็งแรง , บำรุงรักษา , ราคา , วัสดุและกรรมวิธีการผลิต พบว่า สรุปผลการศึกษา นั้นพบว่า อันดับที่ 1)ด้านอุปกรณ์ส่งกำลัง (ส่วนมอเตอร์และระบบส่งกำลังภายในเครื่องส่วนบดย่อย) มีความเหมาะสมระดับมาก อันดับที่ 2)ด้านประโยชน์ใช้สอยและการใช้งานบดย่อยเพื่อแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมีความเหมาะสมระดับมาก อันดับที่ 3)ด้านความแข็งแรงทนทานและวัสดุในการใช้งานมีความเหมาะสมระดับมาก

4.2.3 การพัฒนาและออกแบบเครื่องอัดเม็ดดินเทียมจากขยะเปียก

เป็นช่วงของกระบวนการในการออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรสำหรับการอัดเม็ดดินเทียมที่ได้จากกระบวนการแปรขยะเปียกให้เป็นดินเทียม โดยเป็นเครื่องจักรกลที่จะต้องเน้นการประยุกต์ใช้เครื่องจักรกลที่ชุมชนสามารถเรียนรู้และสร้างสรรค์หรือสามารถที่จะผลิตขึ้นได้เองในพื้นที่ชุมชนของตนเอง ซึ่งเครื่องจักรที่จะต้องนำมาพัฒนาเป็นเครื่องต้นแบบสำหรับการอัดเม็ดดินเทียมจากขยะเปียกนั้นจะต้องมีศักยภาพในการบดอัดก้อนเศษอาหาร แกลบดิบ ขุยมะพร้าว แกลบเผาและปุ๋ยคอก หรือแม้กระทั่งเศษเหลือทิ้งทางด้านเกษตรกรรมในแต่ละฤดูของพื้นที่ทำการเกษตรกรรมของชุมชนเป้าหมายในการวิจัย หมายความถึงเครื่องจักรกลที่นำมาสร้างเป็นต้นกำลังในการบดอัดนั้นจะต้องมีกำลังในการอัดที่สูงและมีค่าแรงบิดในการอัดก้อนดินเทียมให้เป็นเม็ดที่มีความเหมาะสมกับการนำไปทำการเพาะปลูกแบบเกษตรอินทรีย์



ภาพที่ 4.14 ส่วนประกอบของดินเทียมที่เครื่องอัดดินเทียมจะต้องสามารถบดและอัดได้อย่างเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.15 การทดสอบเบื้องต้นกับเครื่องจักรในการทดลองบดอัดและผสมส่วนประกอบดินเทียม

จากภาพเป็นกระบวนการทดสอบเครื่องจักรต้นกำลังเบื้องต้นเพื่อทดสอบแรงกดและอัดเพื่อการสร้างเม็ดดินเทียมที่มีความสมบูรณ์โดยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือก มอเตอร์ต้นกำลังขนาด 1 แรง เพื่อสร้างแรงบิดในการอัดก้อนดินเทียม ซึ่งจากกระบวนการทดลองการใช้งานเบื้องต้นนั้นพบว่า

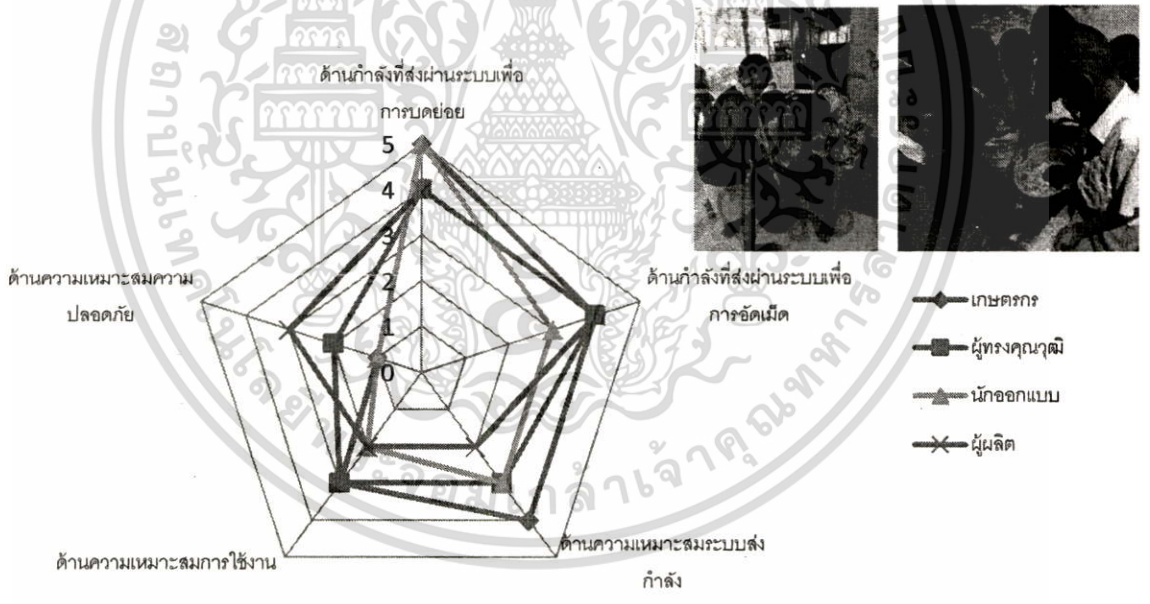
ตารางที่ 4.4 ประเมินค่าความเหมาะสมปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบเครื่องบดอัดดินเทียมจากขยะเปียก

ความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้งาน	ผู้ประเมิน (N=4)				$\bar{X}$	การวิเคราะห์
	4	3	2	1		
1. ด้านกำลังที่ส่งผ่านระบบเพื่อการบดย่อย	5	4	5	4	4.50	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด เนื่องจากระบบที่ใช้ให้กำลังในการบดย่อยนั้นมีการส่งผ่านต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า ผ่านสายพาน 1 เส้น ทำให้มีแรงกระทำต่อเกลียวลูกนอนขนาดใหญ่ที่ทำจากแสตนเลส
2. ด้านกำลังที่ส่งผ่านระบบเพื่อการอัดเม็ด	4	4	3	4	3.75	มีความเหมาะสมในระดับมาก เนื่องจากตัวลูกหนอนสเตนเลสที่ได้แรงกระทำจากสายพานนั้นให้แรงบิดที่สูง และมีแรงช่วยให้บดอัดเม็ดดินได้เป็นก้อนผ่านรูดักก้อนดินให้เป็นเม็ดได้เหมาะสม
3. ด้านความเหมาะสมระบบส่งกำลัง	4	3	3	2	3.00	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง เนื่องจากระบบส่งกำลังจะมีการให้แรงกระทำที่ไม่มีการใช้เกียร์เพื่อสร้างสามารถทดแรงบดให้เพิ่มมากขึ้นกว่าเดิมได้ จึงหากมีการพัฒนาด้วยการใส่ชุดเกียร์ทดรอบมอเตอร์จะสามารถช่วยให้เครื่องมีแรงบิดมากกระทำต่อเดือนลูกหนอนได้มากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ประเมินค่าความเหมาะสมปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบเครื่องบดอัดดินเทียมจากขยะเปียก

ความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้งาน	ผู้ประเมิน (N=4)				$\bar{X}$	การวิเคราะห์
	4	3	2	1		
4. ด้านความเหมาะสมการใช้งาน	3	3	2	2	2.50	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง เนื่องจากในการใช้งานยังต้องมีการบดซ้ำหลายรอบเนื่องจากเม็ดดินนั้นยังมีความละเอียดของตัวดินค่อนข้างน้อย ทำให้ในการบดครั้งแรกนั้นเม็ดดินไม่จับตัวเป็นก้อนเม็ด ทำให้มีลักษณะร่วนซุยเป็นก้อนขนาดใหญ่อยู่จึงจำเป็นจะต้องบดย่อยจำนวน 2-3 ครั้ง
5. ด้านความเหมาะสมความปลอดภัย	1	2	1	3	1.75	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด เนื่องจากระบบการให้กำลังของมอเตอร์และระบบสายพานนั้นไม่มีการปกปิดที่เหมาะสมทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้งานได้ง่ายและไม่มีระบบการตัดไฟฟ้าที่ส่งกำลังหากเกิดอุบัติเหตุเพื่อเป็นการป้องกันผู้ใช้งานเกิดอันตราย



ภาพที่ 4.16 แผนภูมิแสดงผลการวิเคราะห์รายด้านที่ส่งผลต่อกระบวนการประยุกต์ในการพัฒนาและออกแบบเครื่องอัดเม็ดดินเทียมที่ต้องการพัฒนาใหม่

จากแผนภูมิจะสามารถพบว่าเครื่องต้นกำลังที่นำมาเป็นต้นแบบในการพิจารณาประยุกต์เพื่อพัฒนาและออกใหม่เครื่องบดอัดเม็ดดินเทียมนั้นมีความเหมาะสมในด้านระบบเพื่อการอัดเม็ดค่อนข้างที่จะสูงมากและในด้านความเหมาะสมของระบบส่งกำลัง และด้านกำลังที่ส่งผ่านระบบบดย่อย นั้นถือเป็นจุดเด่นหลักของเครื่องต้นแบบที่นำมาพิจารณาแต่มีจุดด้อยที่จะต้องนำมาพิจารณานั้นคือด้านความเหมาะสมความปลอดภัยและด้านความเหมาะสมในการใช้งาน ซึ่งจุดนี้เองที่จะต้องมีการปรับปรุงและนำปัจจัยเหล่านี้มาทำการวิเคราะห์ผ่านหลักการจำแนกการวิเคราะห์การแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทาง

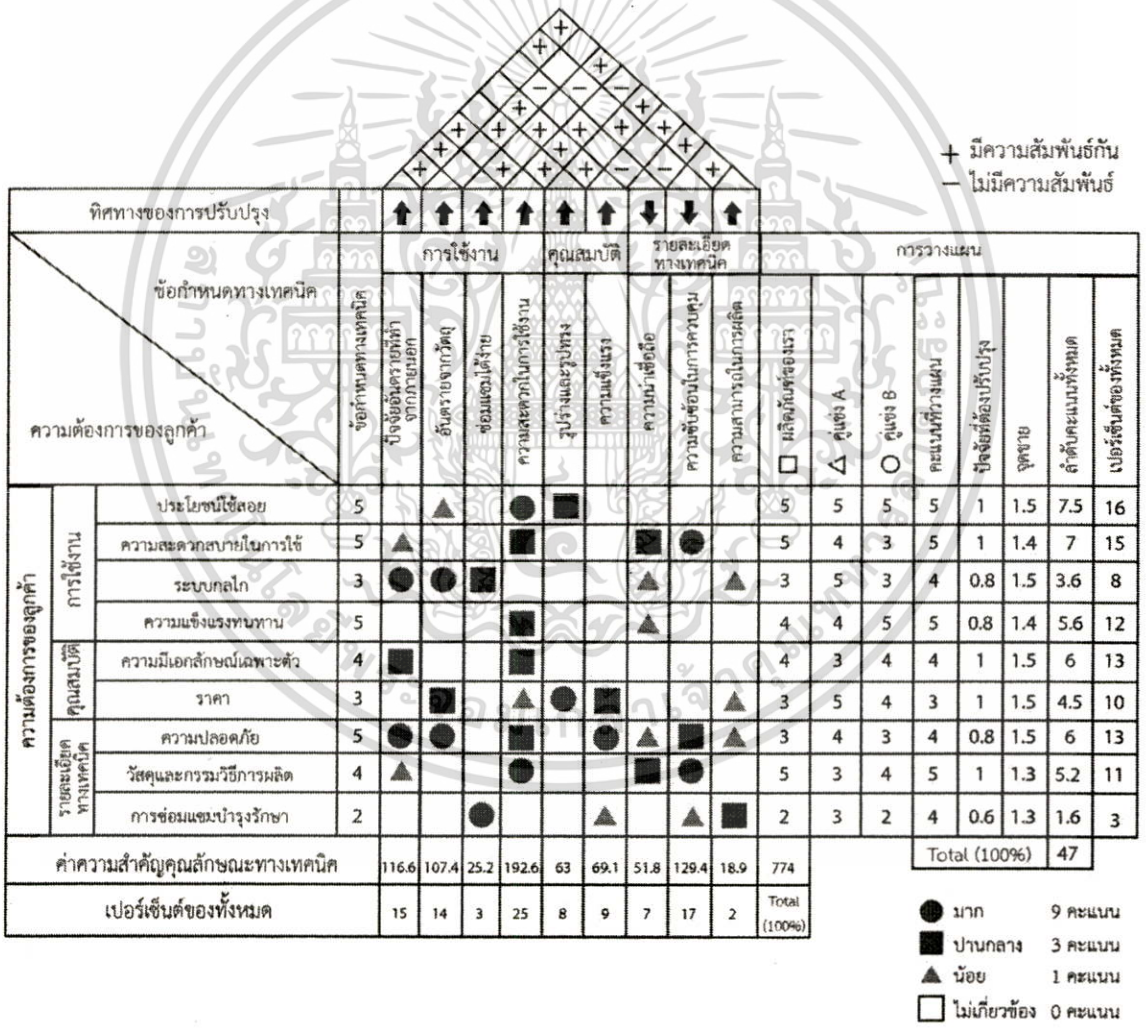
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิบัติ QFD (Quality Function Development) ซึ่งสามารถกำหนดเป็นแนวทางการต่อยอดทางความคิดเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ “เครื่องอัดและอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก” โดยการอาศัยข้อมูลจากตารางการวิเคราะห์เพื่อประเมินค่าความเหมาะสมปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบเครื่องบดอัดดินเทียมจากขยะเปียกซึ่ งจากกระบวนการร่วมระดมความคิดกับกลุ่มผู้เพาะปลูกพืชอินทรีย์และกลุ่มชุมชนในพื้นที่เป้าหมายในการวิจัยและพัฒนาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำปัจจัยที่จะส่งผลกระทบต่อแนวทางการออกแบบและพัฒนาด้วยการ QFD ดังนี้

ตารางที่ 4.5 หลักการจำแนกการวิเคราะห์การแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ QFD (Quality Function Development)

การศึกษาและพัฒนาเครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก

การแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ (Quality Function Deployment: QFD)



จากตาราง QFD. พบว่า

ความต้องการของกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการมากที่สุดในการศึกษาและพัฒนาเครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก คือ ด้านประโยชน์ใช้สอย รองลงมา คือ ความสะดวกสบายในการใช้งาน .จากข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามของกลุ่มเป้าหมายผ่านกระบวนการวิเคราะห์ของ House of Quality จะนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบ และพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียก เพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ ต่อไป

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการประยุกต์ใช้หลักการจำแนกการวิเคราะห์การแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ QFD (Quality Function Development) เพื่อการออกแบบเครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก นั้นจากการประยุกต์หลักการ QFD พบว่า ค่าระดับของความต้องการของกลุ่มเป้าหมายผู้บริโภคที่ได้แก่ กลุ่มเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และกลุ่มเจ้าหน้าที่ครูอาจารย์ในโรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม ที่ช่วยในการทำการทดสอบการเพาะปลูกพืชอินทรีย์จากการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม โดยพบว่ากลุ่มเป้าหมายมีความต้องการมากที่สุดในกระบวนการศึกษาและพัฒนาเครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก คือ ด้านประโยชน์ใช้สอยที่เครื่องจะต้องสามารถบดอัดเม็ดดินเทียมรวมทั้งคลุกเคล้าส่วนผสมดินเทียมที่ได้แก่ ขยะเปียกที่บดย่อยแล้ว เศษเหลือทิ้งในพื้นที่เกษตรกรรม รวมทั้งเศษเกลบและฟางข้าวที่มีจำนวนมากในชุมชนร่วมกับปุ๋ยคอก ให้สามารถคลุกเคล้ากันได้อย่างเหมาะสมก่อนที่จะทำการอัดเป็นเม็ดและอบแห้งเม็ดดินเหล่านั้นก่อนที่จะนำออกมาผึ่งแดดก่อนทำการนำไปใช้งานหรือบรรจุลงถุงเพื่อการจำหน่าย และอันดับรองลงมา คือ ด้านความสะดวกสบายในการใช้งานที่กลุ่มผู้ใช้จะต้องมีกระบวนการใช้งานที่ไม่ยุ่งยากรวมถึงจะต้องสามารถดูแลรักษาเครื่องได้อย่างง่ายไม่ซับซ้อน ซึ่งเป็นการวิเคราะห์จากข้อมูลเบื้องต้นที่ได้จากแบบสอบถามของกลุ่มเป้าหมายผ่านกระบวนการวิเคราะห์ของ House of Quality และนำข้อจำกัดเหล่านี้มาใช้สร้างเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกและเครื่องบดและอบแห้งเม็ดดินเทียมจากขยะเปียกเพื่อการใช้งานในด้านเกษตรอินทรีย์

กระบวนการจำแนกการวิเคราะห์การแปลงค่าหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ QFD (Quality Function Development) ในการศึกษาและพัฒนาเครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก โดยผลจากการแปรค่าในเชิงคุณภาพ สามารถแยกรายละเอียดได้ ดังนี้

1) การเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง : ซึ่งจากกระบวนการศึกษาและทำการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะที่ใกล้เคียง พบว่า ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงในรูปแบบ A นั้นจะมีความโดดเด่นในด้านประโยชน์ใช้สอย ซึ่งสามารถใช้สอยได้หลากหลายหน้าที่อีกทั้งยังสามารถที่จะบูรณาความรู้ไปใช้ในการประยุกต์เพื่อใช้งานได้อย่างหลากหลายหน้าที่มากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังมีระบบกลไกที่ง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากนักสามารถที่จะดูแลรักษาได้ง่ายและมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน และยังมีราคาต้นทุนในกระบวนการผลิตที่ไม่แพงมากนักและมีความคุ้มค่าในการนำมาประยุกต์ใช้งาน พร้อมทั้งมีจุดอ่อนที่จำเป็นต้องมีการปรับปรุงนั้นคือด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิตที่จะต้องมีความสิ้นเปลืองวัสดุที่ใช้ในการผลิตรวมทั้งมีการใช้กระบวนการผลิตที่ยุ่งยากซับซ้อนมากกว่าปกติ ตลอดจนความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวนั้นไม่สามารถสื่อสารให้ผู้ใช้งานสามารถที่จะเข้าใจและสามารถใช้งานได้อย่างถูกต้องโดยปราศการคำแนะนำ ในส่วนของผลิตภัณฑ์รูปแบบ B นั้นจะมีความโดดเด่นทางดานของความแข็งแรงทนทานที่มีการใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงทนทานและมีน้ำหนักที่เบาสามารถเคลื่อนย้ายและประกอบได้อย่างรวดเร็ว ในส่วนของประโยชน์ใช้สอยนั้นถือเป็นปัจจัยที่ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงทั้งสองชนิดสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างดีและมีความเหมาะสม อีกทั้งยังมีความสะดวกสบายในการใช้งานได้เหมาะสมกับขนาดสัดส่วนของผู้ใช้งานและในส่วนของจุดอ่อน คือ การซ่อมแซมบำรุงรักษาจะมีความยุ่งยากและซับซ้อนมากยิ่งขึ้นเนื่องจากมีการประกอบที่จำนวนมากและมีหลากหลายองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์จึงส่งผลโดยตรงต่อความปลอดภัยในการใช้งานผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

2) ปัจจัยที่จำเป็นจะต้องมีการปรับปรุง : สำหรับปัจจัยที่มีความจำเป็นที่จะต้องทำการปรับปรุงสำหรับเครื่องอัดเม็ดและอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียกนั้นประกอบด้วย ประโยชน์ใช้สอยที่จำเป็นจะต้องมีการปรับปรุงและเพิ่มเติมในส่วนของประโยชน์ใช้สอยให้มีความหลากลหายมากยิ่งขึ้นและสามารถรองรับกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมได้อย่างเหมาะสม รองลงมาจะเป็นในด้านความสะดวกสบายในการใช้งานที่จำเป็นจะต้องมีการเพิ่มเติมในส่วนของความสะดวกสบายในการส่งเสริมให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้บริโภคนั้นสามารถใช้งานได้อย่างสะดวกสบายและสามารถช่วยผ่อนแรงและลดความยุ่งยากในกระบวนการลงได้อย่างเหมาะสม ในส่วนของวัสดุและกรรมวิธีการผลิตจะต้องสามารถที่จะผลิตได้ง่ายไม่ยุ่งยากและซับซ้อนอีกทั้งยังต้องสามารถที่จะผลิตได้ง่ายโดยอาศัยเทคโนโลยีหรือเครื่องจักรที่มีอยู่ในพื้นที่เป้าหมายสำหรับการทดลอง ในส่วนของความมีเอกลักษณ์ที่เฉพาะตัวนั้นมีความจำเป็นที่จะต้องกำหนดเพื่อให้ตัวเครื่องอัดเม็ดและอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียกจะสามารถสร้างรูปแบบและสามารถแสดงตัวตนของผลิตภัณฑ์ชนิดนั้นออกมาได้ โดยในส่วนนี้ควรที่จะคำนึงถึงระดับราคาที่บุคคลต่างๆหรือชาวบ้านในชุมชนสามารถรับได้และสามารถทำการนำมาใช้งานได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด

3) จุดขายหรือจุดเด่นที่ต้องพิจารณา : เป็นกระบวนการวิเคราะห์ที่เน้นการนำเสนอจุดขายที่ควรจะคำนึงถึงสำหรับการพัฒนาเครื่องอัดเม็ดและอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียกด้วยกระบวนการวิเคราะห์ทางด้านฝ่ายการตลาด โดยสร้างจุดเด่นทางด้านประโยชน์ใช้สอยให้มีความหลากหลายและมีความเหมาะสมสำหรับการนำเครื่องที่พัฒนาใหม่ไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างหลากหลายรูปแบบและมีความคุ้มค่าในการใช้งานโดยสามารถที่จะบดย่อยและคลุกเคล้าเม็ดดินเทียมได้เป็นเม็ดและสามารถอบแห้งให้เม็ดดินที่ได้มีความคงตัวเมื่อถึงขั้นตอนการผึ่งให้แห้งสนิท และอันดับที่สอง คือระบบกลไกที่จะต้องมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับศักยภาพของบุคคลที่มีอยู่ในชุมชนและจะต้องเป็นระบบกลไกที่ชุมชนสามารถดูแลรักษาตลอดจนสามารถที่จะซ่อมบำรุงเครื่องจักรเหล่านี้ได้เอง อันดับสาม คือราคาที่ชุมชนหรือเกษตรกรอินทรีย์หรือผู้สนใจสามารถที่จะซื้อหาเพื่อนำมาใช้ประกอบการผลิตดินเทียมของครอบครัวตนเองได้อย่างเหมาะสม อันดับสี่คือความปลอดภัยที่ถือเป็นปัจจัยหลักที่งานการพัฒนาเครื่องจักรกลนั้นจะต้องคำนึงถึงและจะต้องนำมาเป็นสิ่งที่กำหนดให้ประกอบในการพิจารณาเพื่อการออกแบบ ในส่วนของอันดับสี่ คือความมีเอกลักษณ์ที่เฉพาะตัวให้ตัวชิ้นงานผลิตภัณฑ์นั้นสามารถที่จะบ่งบอกตัวตนและแนวทางในการออกแบบตลอดจนแนวทางในการใช้งานรวมถึงเรื่องราวที่มีต่อเครื่องอัดเม็ดและอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียกได้อย่างเหมาะสม อันดับที่ห้า คือวัสดุและกรรมวิธีการผลิต ที่เน้นการพัฒนากระบวนการผลิตที่บุคคลในชุมชนนั้นสามารถที่จะผลิตและซ่อมแซมได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งยังสามารถใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่นได้อย่างเต็มศักยภาพของชุมชน

4) ความต้องการของลูกค้า : ในด้านของความต้องการของกลุ่มเป้าหมายซึ่งได้แก่กลุ่มผู้บริโภค ที่แสดงถึงความต้องการในระดับมากที่สุดสำหรับกระบวนการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก ที่ประกอบไปด้วย ด้านประโยชน์ใช้สอยที่เน้นกระบวนการใช้ประโยชน์ที่มีหลากหลายองค์ประกอบให้สามารถที่จะนำมาใช้งานได้หลากหลาย เช่น การบดย่อยให้ขยะเปียกมีความละเอียด การอัดเม็ดเพื่อให้มีความเหมาะสม การอบแห้งเพื่อให้เป็นเม็ดดินเทียมที่สามารถใช้งานได้ทันที เป็นต้น และในอันดับรองลงไปคือ ด้านความสะดวกสบายในการใช้งานที่เน้นให้สามารถนำไปงานได้อย่างเหมาะสม สะดวกสบายในช่วงระยะเวลาการใช้งานหรือสัมผัสผลิตภัณฑ์ ซึ่งทั้งหมดนั้นได้ข้อมูลเบื้องต้นจากแบบสอบถามของกลุ่มประชากรเป้าหมายผ่านกระบวนการวิเคราะห์ของ House of Quality ที่คาดหมายว่ามีความเหมาะสมในการนำข้อมูลที่ได้มาใช้สำหรับประกอบการสร้างผลงานการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องอบแห้งขยะเปียกเป็นดินเทียม โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการนำข้อมูลที่ได้เข้าสู่กระบวนการออกแบบและพัฒนาในขั้นตอนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 สรุปผลและบรรยายค่าที่ได้รับจากการแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ QFD (Quality Function Development)

จำแนกการวิเคราะห์การแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ (Quality Function Deployment: QFD) ตามหัวข้อการศึกษาและพัฒนาเครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก

1.

การเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

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

2.

ปัจจัยที่ต้องปรับปรุง

ปัจจัยที่ต้องปรับปรุงสำหรับเครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก คือ ประโยชน์ใช้สอย รองลงมาคือความสะดวกสบายในการใช้งาน , วัสดุกรรมวิธีการผลิต ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว และราคาหากมีการพัฒนาในครั้งต่อไปควรคำนึงถึงปัจจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

3.

จุดขาย

จุดขายที่ควรคำนึงสำหรับเครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียกจากการวิเคราะห์ของฝ่ายการตลาด คือ ประโยชน์ใช้สอย , ระบบกลไกล , ราคา , ความปลอดภัย , ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว และวัสดุที่ใช้ในการผลิต จากมุมมองของฝ่ายการตลาด ปัจจัยตามหัวข้างต้นจะช่วยเพิ่มความสนใจให้กับเครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก

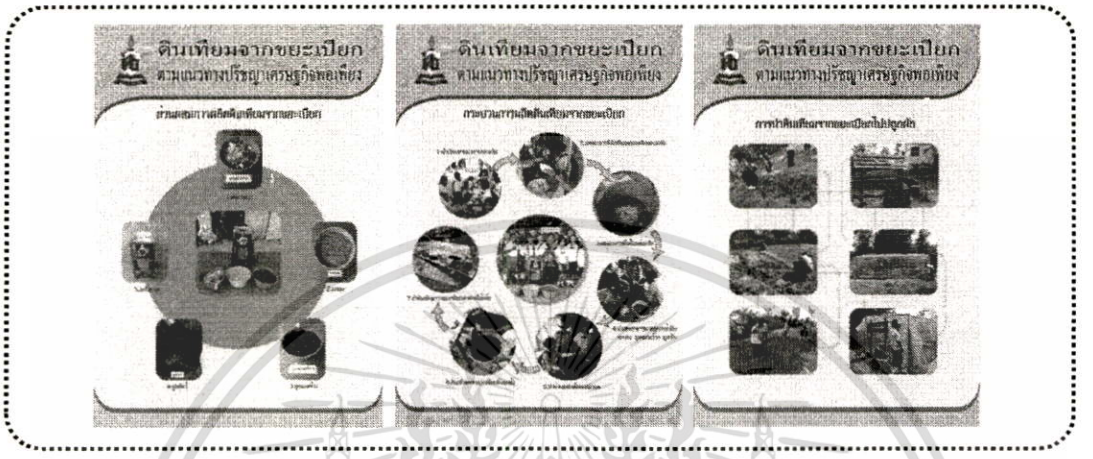
4.

ความต้องการของลูกค้า

ความต้องการของกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการมากที่สุดในการศึกษาและพัฒนาเครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก คือ ด้านประโยชน์ใช้สอย รองลงมา คือ ความสะดวกสบายในการใช้งาน จากข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามของกลุ่มเป้าหมายผ่านกระบวนการวิเคราะห์ของ House of Quality จะนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบ และพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียก เพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ ต่อไปป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำผลการแปรค่าความหมายที่ได้เข้าสู่กระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ “เครื่องอัดและอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก” โดยทำการพิจารณาข้อจำกัดทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้รับจากการวิเคราะห์เบื้องต้น จำนวน 30 รูปแบบ จากนั้นผู้วิจัยได้คัดเลือกจาก การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงทฤษฎีทางการออกแบบผลิตภัณฑ์จนกระทั่งเหลือ จำนวน 3 แนวความคิด โดยผู้วิจัยได้นำทั้ง 3 แนวความคิดมาผ่านกระบวนการพัฒนารูปแบบ ร่วมกับกลุ่มชุมชนและกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องจักรกล



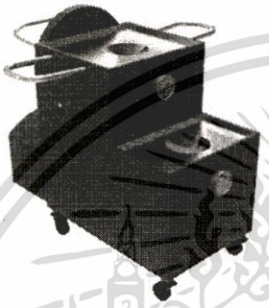
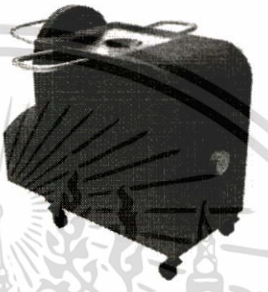
กระบวนการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก โดยใช้แนวคิดกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการตอบสนองแนวความคิดและความต้องการจากกลุ่มเป้าหมายของกระบวนการวิจัย

ภาพที่ 4.17 กระบวนการพัฒนา (Development) รูปแบบผลิตภัณฑ์ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ด้วยหลักการ SWOT รายรูปแบบผลิตภัณฑ์ทั้ง 30 รูปแบบ เพื่อพิจารณาจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส ความเสี่ยง ที่มีความเกี่ยวข้องกับรูปแบบของผลิตภัณฑ์เครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก ซึ่งจากการวิเคราะห์เบื้องต้นนั้นผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกรูปแบบผลิตภัณฑ์เพื่อนำมาสำรวจความเหมาะสมทางด้านค่าประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์จากแบบสอบถามวัดค่าความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบต้นแบบผลิตภัณฑ์ที่ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนารูปแบบใหม่ โดยผู้วิจัยสรุปออกมาจำนวน 3 รูปแบบ และนำมาสอบถามความคิดที่ต่อรูปแบบที่พัฒนาใหม่

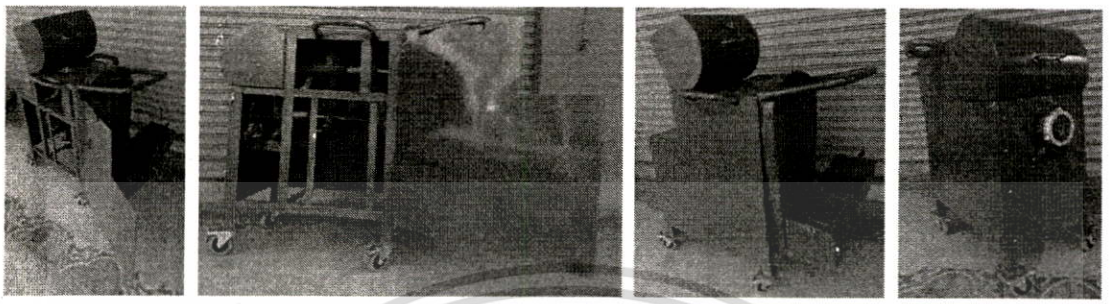
ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผู้เชี่ยวชาญในการประเมินผลการคิดเชิงมโนทัศน์

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**

สรุปค่าเฉลี่ยตารางค่าระดับความคิดเห็นของกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญในการประเมินผลการคิดเชิงมโนทัศน์ที่มีต่อรูปแบบ 3 แนวความคิดที่พัฒนาใหม่ ดังนี้ อันดับที่ 1 รูปแบบพัฒนาที่ 2 ความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{X}$ =3.88 , S.D.=0.40) โดยมีความเหมาะสมมากที่สุด ในด้านของความแข็งแรงและเหมาะสมกับการใช้งาน ($\bar{X}$ =4.50 , S.D.=0.84) อันดับที่ 2 รูปแบบพัฒนาที่ 1 ความเหมาะสมในระดับปานกลาง ($\bar{X}$ =3.45 , S.D.=0.58) โดยมีความเหมาะสมมาก ในด้านระบบส่งกำลังที่มีความเหมาะสมและมีความสะดวกสบายในการใช้งาน อันดับที่ 3 รูปแบบพัฒนาที่ 3 ความเหมาะสมในระดับปานกลาง ($\bar{X}$ =2.82 , S.D.=0.62) โดยมีความเหมาะสมในระดับปานกลาง ($\bar{X}$ =3.33 , S.D.=0.82) ในด้านวัสดุที่ใช้ในกระบวนการผลิตมีความเหมาะสม สามารถวิเคราะห์ได้ว่ารูปแบบพัฒนาที่ 2 นั้นกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์เห็นว่ามีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ผลิตเป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์จริงที่ใช้สำหรับการจัดสร้างต้นแบบเพื่อใช้ในกระบวนการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพต้นแบบผลิตภัณฑ์เครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียกที่เป็นส่วนของการอบแห้งและการอัดเม็ดดินเทียม ซึ่งในกระบวนการผลิตต้นแบบเครื่องอบแห้งนี้จะเป็นส่วนของการต่อยอดทางกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกที่ผ่านเครื่องบดย่อยและการแยกส่วนน้ำและส่วนของกากออกจากกัน ซึ่งต้นแบบที่แล้วเสร็จแล้วนั้นสามารถที่จะแสดงภาพ ดังนี้



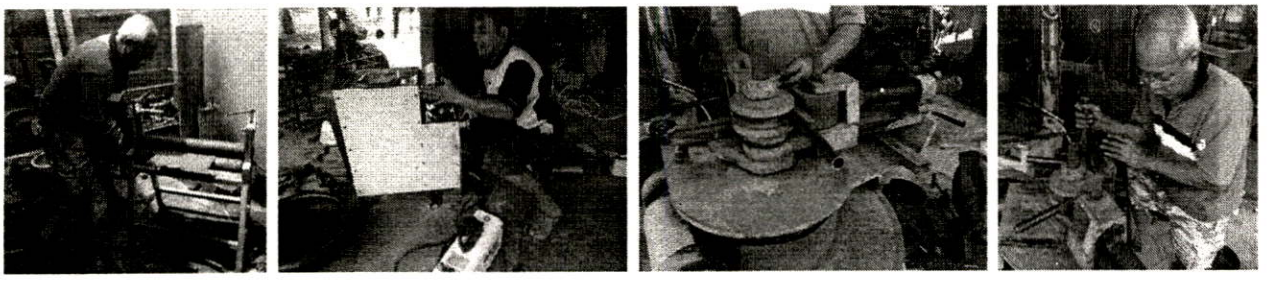
ภาพที่ 4.18 ต้นแบบเครื่องบดย่อยและอัดเม็ดดินเทียมเพื่อการอบแห้ง

กระบวนการผลิตเครื่องจักรต้นแบบที่ได้จากกระบวนการพิจารณาศักยภาพของชุมชนที่เน้นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่ในชุมชนให้สามารถที่จะนำองค์ความรู้และศักยภาพของชุมชนมาประยุกต์ใช้งานได้อย่างเหมาะสมโดยมุ่งเน้นให้ชุมชนสามารถผลิตและสร้างเครื่องจักรกลที่สามารถช่วยอำนวยความสะดวกสบายในการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมได้อย่างเหมาะสมและมีความรวดเร็วในการดูแลรักษาตลอดจนสามารถที่จะซ่อมบำรุงได้อย่างเหมาะสมและยังเป็นการช่วยลดต้นทุนในกระบวนการผลิตและลดราคาจำหน่ายให้ประชาชนทั่วไปสามารถที่จะเข้าถึงหรือสามารถนำรูปแบบที่มีอยู่ไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างเหมาะสมกับวิถีชีวิตและแนวทางในการดำเนินชีวิตของชุมชนเอง

ภาพที่ 4.19 ขั้นตอนการเตรียมวัสดุประกอบโดยอาศัยวัสดุและอุปกรณ์ที่มีอยู่ในชุมชน

กระบวนการที่ 1 เป็นช่วงของการเตรียมวัดขนาดและเตรียมส่วนประกอบในส่วนของโครงสร้างและชิ้นส่วนที่ประกอบในส่วนแท่นวางมอเตอร์ ซึ่งจะใช้วัสดุประเภทเหล็กกล่องขนาด 1นิ้วครึ่ง มาประยุกต์ใช้งานร่วมกับเหล็กท่อกลมขนาด 1นิ้วครึ่ง มาเป็นส่วนมือจับและส่วนโครงสร้างจะใช้เหล็กฉากขนาด 1นิ้วครึ่ง มาประกอบเพื่อเป็นโครงสร้างหลักให้กับตัวเครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก ซึ่งช่วงกระบวนการผลิตขั้นตอนที่ 1 นี้จะเน้นการนำทักษะฝีมือช่างที่มีในท้องถิ่นเป็นช่างที่ทักษะฝีมือทางการขึ้นรูปและการเชื่อมบ้างและยังขาดทักษะฝีมือที่ละเอียดมาขึ้นรูปโครงสร้างต้นแบบตามแบบการผลิตที่กำหนดโดยผู้วิจัย จากนั้นจึงทำการวางจุดเชื่อมต่อของสายพานที่ใช้ส่งกำลังจากมอเตอร์ ซึ่งส่วนนี้จะต้องมีความละเอียดและมีกระบวนการวัดและวางตำแหน่งที่มีความเหมาะสมที่สุดเพื่อใช้ในการส่งถ่ายกำลังไปสู่ส่วนบดย่อยและส่วนอัดเม็ดก่อนที่มาอยู่ในส่วนของการอบแห้งเม็ดดินเทียมจากขยะเปียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

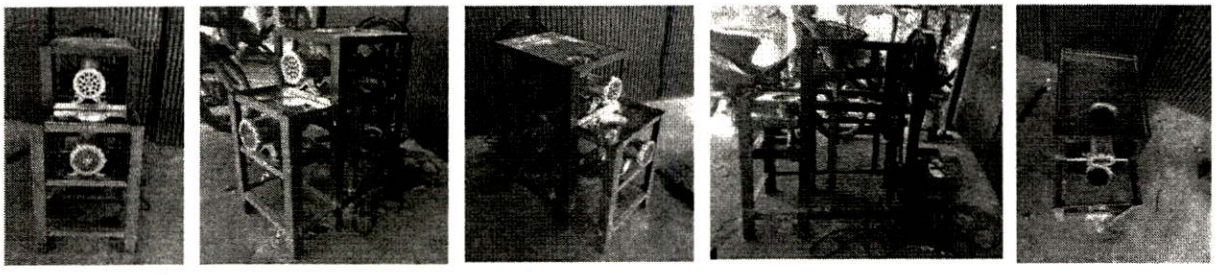


ภาพที่ 4.20 ขั้นตอนการตัดและดัดขึ้นรูปวัสดุเพื่อเตรียมการประกอบเครื่องต้นแบบ

กระบวนการที่ 2 เป็นส่วนของกระบวนการที่ขึ้นรูปเครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก โดยนำชิ้นส่วนประกอบที่ขึ้นรูปไว้ในแต่ละส่วนประกอบของเครื่องมาประกอบด้วยการเชื่อมในส่วนของโครงสร้างหลักและในส่วนของโครงสร้างรองจะใช้การยึดด้วยการยิงรีเว็คเพื่อยึดส่วนของแผ่นผนังข้างของตัวเครื่องอบแห้ง จากนั้นจึงทำการวางส่วนถาดด้านบนของเครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก ซึ่งใช้สำหรับการวางส่วนผสมดินเทียมเช่น กากมะพร้าว ขุยมะพร้าว แกลบ ปุ๋ยคอก ฯลฯ ที่เป็นส่วนผสมในแต่ละฤดูกาลที่มีเหลือทิ้งในพื้นที่เกษตรกรรมของชุมชน

ภาพที่ 4.21 ขั้นตอนการประกอบส่วนต่างๆเพื่อทดสอบการใช้งานจริงเบื้องต้นก่อนการประกอบเปลือกนอกเพื่อป้องกันอันตรายจากการใช้งานเครื่องบดและอัดเม็ดดินเทียมเพื่อการอบแห้ง

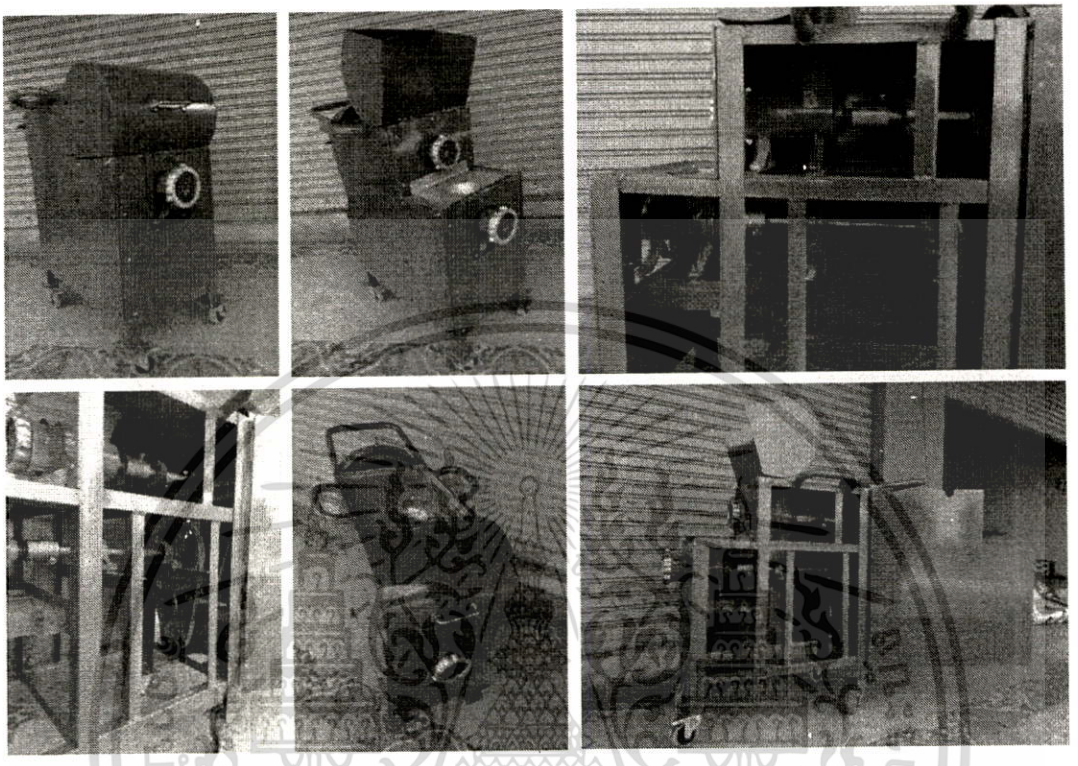
กระบวนการที่ 3 เป็นส่วนของขั้นตอนการประกอบแผงวงจรและทดสอบการปั่นในระยะแรกเพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อในท่อที่ใส่ดินเทียมที่ปั่นแล้ว โดยมีการขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ที่ขับด้วยสายพานจากนั้นทำการขับดินเทียมจากขยะเปียกเข้าสู่ส่วนของชุดลวดให้ความร้อนที่มีสร้างความร้อนเพื่ออบแห้งส่วนของสายพานที่ขับเคลื่อนดินเทียม โดยทำเปิดปิดระบบด้วยแผงวงจรไฟฟ้าที่ขับมอเตอร์ในการหมุนสายพาน จากนั้นทำการประกอบผนังเครื่องเพื่อป้องกันอันตรายจากนั้นนำเครื่องที่ผลิตสำเร็จแล้วพ่นสีเขียวจักรกล



ภาพที่ 4.22 ขั้นตอนการประกอบส่วนโครงสร้างหลักและส่วนของมอเตอร์ขับเคลื่อนด้วยสายพาน ในส่วนของการเชื่อมต่อโครงสร้างและติดตั้งจุดยึดติดบริเวณด้านข้างของเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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



ภาพที่ 4.23 ต้นแบบเครื่องบดย่อยเม็ดดินเทียมและส่วนอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียกที่พร้อมสำหรับการนำไปทดลองใช้งานในพื้นที่เป้าหมายการวิจัย

จากกระบวนการผลิตที่อาศัยศักยภาพเบื้องต้นของชุมชนและใช้เทคโนโลยีอุปกรณ์ในการสร้างต้นแบบนั้นทำการทดลองใช้งานในการบดย่อยพบว่าสามารถใช้งานได้อย่างเหมาะสมและสามารถที่จะทำการวิเคราะห์ด้วยหลักการ SWOT Analysis โดยสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ 4 ด้าน ดังนี้

จุดแข็ง (Strengths) พบว่า เครื่องที่พัฒนาใหม่มีโครงสร้างและการผลิตที่ไม่ยุ่งยากหรือซับซ้อน ชาวบ้านในชุมชนสามารถผลิตและซ่อมแซมหรือดูแลเครื่องที่พัฒนาใหม่ด้วยตนเองได้ ตัวเครื่องมีต้นทุนการผลิตที่ไม่สูงมากนัก สามารถใช้วัตถุดิบในการผลิตจากชุมชนของตนเองได้ทั้งหมด

จุดอ่อน (Weaknesses) พบว่า เครื่องที่พัฒนาใหม่มีการตอบสนองความต้องการในส่วนของการอบแห้งที่ยังไม่มีประสิทธิภาพตรงตามความต้องการของเกษตรกรมากนัก โดยยังไม่สามารถกำหนดอุณหภูมิที่ต้องการได้และยังมีปัญหาเรื่องการใช้แรงงานมนุษย์ในการกดและใส่ส่วนผสมดินเทียมลงในตัวส่วนบดและอัดเม็ดด้วยแรงงานมนุษย์อยู่จึงทำให้ขาดการต่อเนื่องของกระบวนการผลิต

โอกาส (Opportunities) พบว่า ในปัจจุบันหน่วยงานหรือกลุ่มผู้สนใจในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหันกลับมาให้ความสนใจและรักษาสิ่งแวดล้อมด้วยการให้คุณค่ากับสิ่งปฏิกูลภายในบ้านพักอาศัยให้สามารถหมุนเวียนและนำขยะที่ทิ้งเหล่านั้นกลับมาใช้ประโยชน์ให้ได้มากยิ่งขึ้น จึงเป็นที่ต้องการของกลุ่มบุคคลในปัจจุบันมากขึ้นและมีแนวโน้มที่คนในปัจจุบันจะให้ความสนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเสี่ยง (Threats) พบว่า เมื่อเปิดเครื่องเพื่อใช้งานตัวเครื่องยังมีความสั่นสะเทือนและมีเสียงที่ดัง ซึ่งเมื่อเทียบกับเครื่องมือที่ใกล้เคียงกันถือได้ว่าเครื่องที่พัฒนาใหม่มีเสียงดังกว่าและอาจจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ใช้งานได้ ซึ่งควรที่จะมีการใส่แท่นรองส่วนของมอเตอร์ที่สามารถซับแรงกระแทกและแรงสั่นสะเทือนได้มากขึ้นกว่าเดิมจะสามารถช่วยลดเสียงและแรงสั่นสะเทือนได้อย่างเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านโครงสร้างการออกแบบเครื่องบดย่อยและส่วนอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก (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
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. ส่วนถาดบรรจุส่วนผสมดินเทียมก่อนเข้าเครื่องมีความเหมาะสม	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. การขับเคลื่อนส่วนเม็ดดินเทียมที่บดอัดผ่านขดลวดความร้อนมีความเหมาะสมในการให้ความร้อนที่ทั่วถึงและสม่ำเสมอ	3.67	0.57	ระดับมาก
14. ชุดเพลาที่ใช้ในการสร้างแรงหมุนเพื่อขับเคลื่อนชุดวงล้อสายพานมีความเหมาะสมในการให้แรงต่อระบบทั้ง 3	4.00	0.00	ระดับมาก
15. จุดหมุนเครื่องในส่วนการอัดเม็ดสามารถใช้งานได้เหมาะสม	3.67	0.57	ระดับมาก
16. รูปทรงเครื่องจักรมีความสวยงามและเหมาะสมกับรูปแบบการใช้งานเครื่องบดย่อยและอบแห้งดินเทียม	4.00	0.00	ระดับมาก
ผลรวมผู้เชี่ยวชาญด้านกระบวนการออกแบบ	**3.83**	**0.34**	**ระดับมาก**

สรุปการประเมินจากคณะผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์นั้น พบว่า อันดับที่ 1 ประกอบไปด้วยด้าน 1)ส่วนโครงสร้างหลักมีความเหมาะสมและสามารถรับน้ำหนักได้ 2)ส่วนผนังเครื่องสามารถป้องกันอันตรายจากเครื่องได้ดี 3)ส่วนจุดยึดผนังเครื่องด้านข้างสามารถรองรับแรงสั่นสะเทือนได้ 4)ส่วนถาดบรรจุส่วนผสมดินเทียมก่อนเข้าเครื่องมีความเหมาะสม 5)มอเตอร์ที่สร้างแรงขับเคลื่อนมีความเหมาะสมกับประเภทการใช้งานของเครื่องทั้ง 3 ระบบได้อย่างเหมาะสม 6)ระบบสายพานที่นำมาใช้งานขับเคลื่อนมีความเหมาะสมและสามารถลดเสียงที่เกิดขณะใช้งานได้ 7)ชุดเพลาที่ใช้ในการสร้างแรงหมุนเพื่อขับเคลื่อนชุดวงล้อสายพานมีความเหมาะสมในการให้แรงต่อระบบ 8)รูปทรงเครื่องจักรมีความสวยงามและเหมาะสมกับรูปแบบการใช้งานเครื่องบดย่อยและอบแห้งดินเทียม มีความพึงพอใจที่ระดับมาก ($\bar{X}$=4.00 ,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S.D.=0.00) อันดับที่ 2 ประกอบไปด้วยด้าน 1)รูปแบบเครื่องส่วนบดย่อยละเอียดมีความเหมาะสม 2)รูปแบบเครื่องส่วนอบแห้งดินเทียมเม็ดมีความเหมาะสม 3)โครงสร้างรองที่ใช้ในการรองรับส่วนบดย่อยละเอียดเหมาะสม 4)ส่วนวงจรที่ควบคุมและสร้างความปลอดภัยเหมาะสม 5)ส่วนล้อที่ใช้เคลื่อนย้ายมีความเหมาะสม 6)ส่วนอบแห้งที่ให้ความร้อนด้วยขดลวดมีความเหมาะสม 7)การขับเคลื่อนส่วนเม็ดดินเทียมที่บดอัดผ่านขดลวดความร้อนมีความเหมาะสมในการให้ความร้อนที่ทั่วถึงและสม่ำเสมอ 8)จุดหมุนเครื่องในส่วนการอัดเม็ดสามารถใช้งานได้เหมาะสม มีความพึงพอใจที่ระดับมาก ($\bar{X}$ =3.67 , S.D.=0.57)

สามารถสรุปผลรวมของผู้เชี่ยวชาญด้านกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ พบว่า มีความพึงพอใจต่อเครื่องอัดเม็ดและอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียกในระดับมาก ($\bar{X}$ =3.83 , S.D.=0.34) ซึ่งถือได้ว่าเครื่องจักรที่พัฒนาใหม่นั้นสามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างเหมาะสมในด้านที่ใช้ในกระบวนการบดย่อยและอัดเม็ดได้อย่างเหมาะสม แต่หากพิจารณารายประเด็นย่อยจะพบว่าควรที่จะมีการเพิ่มเติมในส่วนของระบบการสร้างความร้อนนั้นควรที่จะมีความทั่วถึงมากกว่านี้และสามารถตั้งอุณหภูมิสูงต่ำได้ตามความต้องการ เนื่องจากการใช้งานจริงเกษตรกรหรือผู้ใช้งานอาจจะต้องการดินเทียมที่ยังคงมีความชื้นอยู่บ้างเพื่อนำไปใช้งานทางด้านเกษตรกรรมได้เลยโดยไม่ต้องแห้งสนิทมากนัก

ตารางที่ 4.9 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	0.00	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	0.00	ระดับมาก
ผลรวมผู้ทรงคุณวุฒิและเชี่ยวชาญด้านเกษตรอินทรีย์	**3.84**	**0.39**	**ระดับมาก**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการประเมินค่าผลรวมผู้ทรงคุณวุฒิและเชี่ยวชาญด้านเกษตรอินทรีย์ นั้นพบว่า อันดับที่ 1 คือ ด้านเครื่องส่วนอบแห้งดินเทียมสามารถใช้งานได้เหมาะสม มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X}$ =4.10 , S.D.=0.31) อันดับที่ 2 คือ 1)ด้านผนังเครื่องสามารถป้องกันอันตรายและสร้างความมั่นใจในการใช้งานเครื่องให้กับผู้ใช้งานได้เหมาะสม 2)เนื้อดินเทียมที่ได้มีความละเอียดและเข้ากันของส่วนประกอบ 3)จุดหมุนเครื่องในส่วนการอัดเม็ดสามารถใช้งานได้เหมาะสม 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.=0.51)

สามารถสรุปผลรวมผู้ทรงคุณวุฒิและเชี่ยวชาญด้านเกษตรอินทรีย์ ที่มีต่อเครื่องบดย่อยและอัดเม็ดอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก โดยมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X}$ =3.84 , S.D.=0.39) โดยผลที่ได้นั้นพบว่ากลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญนั้นเห็นสอดคล้องกันในประเด็นที่เครื่องสามารถใช้งานได้หลากหลายประโยชน์ใช้สอยและสามารถประยุกต์ใช้งานในด้านเกษตรกรรมด้านอื่นได้อีกกลายรูปแบบ ซึ่งจุดเด่นของเครื่องนั้นคือชุมชนหรือชาวบ้านสามารถที่จะผลิตและสร้างขึ้นใช้งานเองได้โดยไม่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีที่สูงมากนัก อีกทั้งยังเกิดมาจากบุคคลในชุมชนร่วมกันพัฒนาด้วยศักยภาพตนเองได้จึงมีความเหมาะสมกับสภาพชุมชนและสังคมในท้องถิ่น

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความคิดเห็นของเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชในรูปแบบเกษตรอินทรีย์ (n=10)

รายการประเมินความคิดเห็นกลุ่มเกษตรกรที่มีการเพาะปลูกพืชแบบอินทรีย์ในพื้นที่ทดลองเป้าหมาย	ระดับของการประเมินค่าโดยเกษตรกรอินทรีย์ในพื้นที่ทดลอง		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. ความเหมาะสมเครื่องส่วนบดย่อยละเอียดส่วนผสมขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียม	3.80	0.63	เหมาะสมมาก
2. ความเหมาะสมเครื่องส่วนคลุกเคล้าส่วนผสมขยะเปียกร่วมกับเศษเหลือทิ้งทางเกษตรกรรมที่มีอยู่ในพื้นที่เพื่อเพิ่มคุณค่าในเนื้อดินเทียมที่ใช้งาน	4.30	0.67	เหมาะสมมาก
3. ความเหมาะสมเครื่องในส่วนของกระบวนการอัดเม็ดดินเทียม สามารถอัดเม็ดดินเทียมได้คงตัวและไม่มีการแตกรุ่ยของเนื้อดินที่บดอัดออกมาจากเครื่องที่พัฒนาใหม่	4.80	0.42	เหมาะสมมากที่สุด
4. ความเหมาะสมเครื่องในส่วนของการอบแห้งเม็ดดินเทียมที่สำเร็จออกมาจากเครื่องในส่วนการการบดอัด โดยเม็ดดินเทียมมีความแห้งและสามารถนำมาใช้งานได้	4.60	0.51	เหมาะสมมากที่สุด
5. ความเหมาะสมในการขนย้ายหรือการเคลื่อนย้ายเครื่องไปใช้งานในพื้นที่ที่ต้องการ	4.40	0.51	เหมาะสมมาก
รวม	**4.43**	**0.54**	**เหมาะสมมาก**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการประเมินค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความคิดเห็นของเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชในรูปแบบเกษตรอินทรีย์ พบว่า อันดับที่ 1 คือ ความเหมาะสมเครื่องในส่วนของกระบวนการอัดเม็ดดินเทียม สามารถอัดเม็ดดินเทียมได้คงตัวและไม่มีการแตกลุ่ยของเนื้อดินที่บดอัดออกมาจากเครื่องที่พัฒนาใหม่ กลุ่มเกษตรกรอินทรีย์มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ =4.80 , S.D.=0.42) อันดับที่ 2 คือ ความเหมาะสมเครื่องในส่วนของการอบแห้งเม็ดดินเทียมที่สำเร็จออกมาจากเครื่องในส่วนการการบดอัด โดยเม็ดดินเทียมมีความแห้งและสามารถนำมาใช้งานได้ กลุ่มเกษตรกรอินทรีย์มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ =4.60 , S.D.=0.51) อันดับที่ 3 คือ ความเหมาะสมในการขนย้ายหรือการเคลื่อนย้ายเครื่องไปใช้งานในพื้นที่ที่ต้องการ กลุ่มเกษตรกรอินทรีย์มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X}$ =4.40 , S.D.=0.51) อันดับที่ 4 คือ ความเหมาะสมเครื่องส่วนคลุกเคล้าส่วนผสมขยะเปียกร่วมกับเศษเหลือทิ้งทางเกษตรกรรมที่มีอยู่ในพื้นที่เพื่อเพิ่มคุณค่าในเนื้อดินเทียมที่ใช้งาน กลุ่มเกษตรกรอินทรีย์มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X}$ =4.30 , S.D.=0.67) อันดับสุดท้าย คือ ความเหมาะสมเครื่องส่วนบดย่อยละเอียดส่วนผสมขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียม กลุ่มเกษตรกรอินทรีย์มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X}$ =3.80 , S.D.=0.63)

สามารถสรุปผลรวมรายการประเมินความคิดเห็นกลุ่มเกษตรกรที่มีการเพาะปลูกพืชแบบอินทรีย์ ในพื้นที่ทดลองเป้าหมายที่มีต่อเครื่องบดย่อยและอัดเม็ด อบแห้งนั้นพบว่ามีความพึงพอใจในระดับเหมาะสมมาก ($\bar{X}$ =4.43 , S.D.=0.54) ซึ่งโดยรวมเกษตรกรได้ทดลองใช้งานและเห็นว่าเครื่องที่พัฒนาใหม่สามารถอัดเม็ดดินเทียมได้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสามารถอัดเม็ดอินเทียมที่ไม่แตกรุ่ยและสามารถนำเข้าสู่กระบวนการอบแห้งได้อย่างเหมาะสมโดยมีค่าความเหมาะสมของเครื่องในส่วนของการอบแห้งเม็ดดินเทียมที่สำเร็จออกมาจากเครื่องในส่วนการการบดอัด โดยเม็ดดินเทียมมีความแห้งและสามารถนำมาใช้งานได้ในการเพาะปลูกพืชแบบอินทรีย์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างหลากหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับเกษตรกรที่มีความต้องการนำไปประยุกต์ใช้งานกับเศษเหลือทิ้งในพื้นที่เกษตรกรรมอื่นๆที่ตนเองมีอยู่ในพื้นที่เกษตรกรรมของตนเองได้อย่างเหมาะสมและเล็งเห็นผลประโยชน์มากยิ่งขึ้นในอนาคต

4.3 ผลการวิจัยรายวัตถุประสงค์ที่ 3เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้าน ประโยชน์ใช้สอย, ความแข็งแรงทนทาน, การซ่อมแซมบำรุงรักษา, ราคา, วัสดุและกรรมวิธีการผลิต, ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว

การวิเคราะห์ในรายวัตถุประสงค์ที่ 3 จะเป็นขั้นตอนของการสรุปรวมผลการทดสอบใช้งานเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในแต่ละด้านของเครื่องแปรสภาพขยะและเครื่องบดย่อย /อัดเม็ด/อบแห้ง ของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาใหม่และผลิตภัณฑ์เดิม โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มเกษตรกรด้านเกษตรอินทรีย์ ที่ทดลองใช้งานแล้วโดยวัดที่ผลการใช้งานที่มีต่อดินเทียมที่ได้รับ

ตารางที่ 4.11 รายการประเมินเปรียบเทียบการใช้งานของผลิตภัณฑ์บดย่อย/อัดเม็ด/อบแห้ง ของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาใหม่และผลิตภัณฑ์เดิม โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มเกษตรกรด้านเกษตรอินทรีย์ (n=6)

รายการประเมินเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลองใช้งาน ผลิตภัณฑ์ บดย่อย/อัดเม็ด/อบแห้ง โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มเกษตรกรด้านเกษตรอินทรีย์	ผลิตภัณฑ์บดย่อย/ อัดเม็ด/อบแห้ง (ที่พัฒนาใหม่)		ผลิตภัณฑ์บดย่อย/ อัดเม็ด/อบแห้ง (รูปแบบเดิม)	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
1. รูปแบบการประยุกต์ใช้งานเครื่องมีความเหมาะสมและสามารถใช้งานได้ตรงตามความต้องการ	4.55	0.52	3.88	0.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 รายการประเมินเปรียบเทียบการใช้งานของผลิตภัณฑ์บดย่อย/อัดเม็ด/อบแห้ง ของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาใหม่และผลิตภัณฑ์เดิม โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มเกษตรกรด้านเกษตรอินทรีย์ (n=6) (ต่อ)

รายการประเมินเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลองใช้งาน ผลิตภัณฑ์ บดย่อย/อัดเม็ด/อบแห้ง โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มเกษตรกรด้านเกษตรอินทรีย์	ผลิตภัณฑ์บดย่อย/ อัดเม็ด/อบแห้ง (ที่พัฒนาใหม่)		ผลิตภัณฑ์บดย่อย/ อัดเม็ด/อบแห้ง (รูปแบบเดิม)	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
2. ผลผลิตดินเทียมที่ได้จากกระบวนการใช้งานเครื่อง	4.33	0.50	3.77	0.66
3. รูปแบบการประยุกต์ใช้งานได้อย่างหลากหลายวัตถุประสงค์การใช้งานและก่อให้เกิดผลตอบแทนที่เหมาะสม	4.44	0.88	3.88	0.60
4. ผลิตภัณฑ์บดย่อย/อัดเม็ด/อบแห้ง มีความสวยงามน่าใช้	4.44	0.52	3.55	0.72
5. ความปลอดภัยในขณะที่ใช้งานเครื่องบดย่อย/อัดเม็ด/อบแห้ง	4.44	0.52	3.77	0.44
6. การเคลื่อนย้ายที่สะดวกรวดเร็วในการนำไปใช้งาน	4.55	0.52	4.22	0.66
7. มอเตอร์ที่ให้กำลังมีแรงที่เหมาะสมและสามารถผลิตได้รวดเร็วตรงตามความต้องการ	4.66	0.50	3.55	0.52
8. เสียงที่เกิดจากกระบวนการผลิตด้วยเครื่องบดย่อย/อัดเม็ด/อบแห้งมีความเหมาะสม	4.66	0.50	4.00	0.70
9. สามารถเรียนรู้และใช้งานเครื่องได้อย่างเหมาะสม	4.55	0.52	3.44	0.52
10. สามารถซ่อมบำรุงและดูแลรักษาได้ง่ายไม่ยุ่งยาก	4.11	0.33	3.88	0.60
รวมค่าเฉลี่ย	**4.47**	**0.53**	**3.79**	**0.57**

สรุปผลการประเมินเพื่อการเปรียบเทียบการใช้งานของผลิตภัณฑ์บดย่อย/อัดเม็ด/อบแห้ง ของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาใหม่และผลิตภัณฑ์เดิม โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มเกษตรกรด้านเกษตรอินทรีย์ จำนวน 6 ท่าน นั้นพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาใหม่นั้นมีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{X}$ =4.47 , S.D.=0.53) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยมากกว่าผลิตภัณฑ์เก่าที่มีความเหมาะสมมาก ($\bar{X}$ =3.79 , S.D.=0.57) ซึ่งถือได้ว่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญและเกษตรกรที่เพาะปลูกเกษตรแบบอินทรีย์นั้นมีความเห็นที่สอดคล้องกันว่าผลิตภัณฑ์ใหม่นั้นมีความเหมาะสมมากกว่าผลิตภัณฑ์เก่า ที่มีความแตกต่างกันในทุกด้านการประเมิน จึงสามารถถือได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาใหม่มีประสิทธิภาพในการใช้งานมากกว่าผลิตภัณฑ์เก่า

4.4 ผลการวิจัยรายวัตถุประสงค์ที่ 4 เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียกด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก

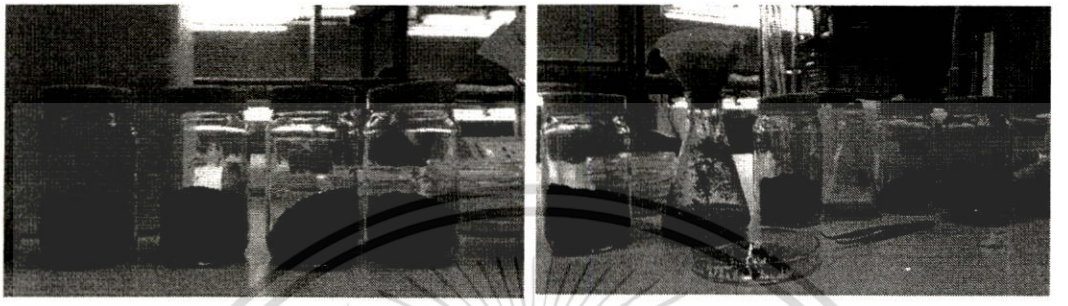
รายละเอียดการวิจัยตามเกณฑ์วัตถุประสงค์ "การประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก" โดยนำเสนอผลการวิจัยในส่วนของการนำดินเทียมจากขยะเปียกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการทดลองผลิตดินเทียมขยะเปียกจากเศษอาหารที่เหลือทิ้งในโรงเรียนบ้านหนองแวง อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา

4.4.1 ผลการทดสอบผลผลิตที่ได้จากถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

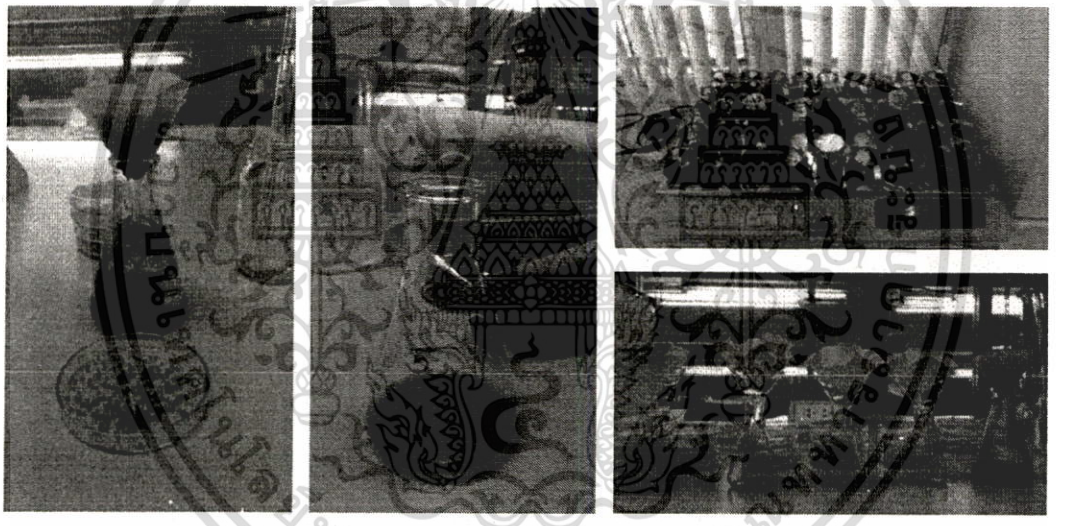
ผู้วิจัยทำการทดสอบคุณสมบัติของสิ่งเทียมดิน ด้วยการตรวจสอบคุณลักษณะ ด้านลักษณะทางกายภาพ (Physical Testing) และคุณสมบัติทางเคมี (Chemical Testing) ในห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานปี 2548 สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ สรุปผลการทดสอบ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1.1 ผลการทดสอบลักษณะทางกายภาพของดินเทียมจากขยะเปียก ผู้วิจัยสังเกตลักษณะกายภาพเบื้องต้นด้วยการมอง สัมผัสและดมกลิ่นดินเทียมจากขยะเปียกที่ได้จากเครื่องบดย่อยขยะเปียกและส่วนของการผลิตขนาดเล็กสำหรับการเพาะปลูกพืชอินทรีย์ที่ผู้วิจัยออกแบบด้วยสูตรการผสมดินเทียม พบว่าดินเทียมจากขยะเปียกมีสีน้ำตาลไม่สม่ำเสมอ ผิวสัมผัสเป็นเม็ดแข็งขนาดเล็กที่ผ่านกระบวนการขึ้นรูปแบบเม็ดดินเทียม เมื่อสัมผัสเม็ดดินเทียมมีลักษณะร่วนไม่ติดมือ ไม่มีความร้อนและมีกลิ่นคล้ายดินและส่วนของกลิ่นปุ๋ยหมักและดินที่ผสมร่วม



ภาพที่ 4.24 กระบวนการทดสอบเนื้อดินเทียมที่ได้จากขยะเปียกในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 4.25 กระบวนการทดสอบอัตราการงอกของเมล็ดพืชที่เกิดขึ้นจากดินเทียมขยะเปียก

4.4.1.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติอัตราการงอกของเมล็ดพืช เป็นขั้นตอนของการทดสอบอัตราที่เกิดขึ้นหรืองอกของเมล็ดพืชที่ใช้ในการทดลองโดยเป็นเม็ดของผักที่สามารถเกิดได้ง่าย เช่น เมล็ดผักกวางตุ้ง มาใช้เพื่อทดสอบโดยใช้น้ำกลั่นที่ได้จากดินเทียมจากขยะเปียกมาทดลองเพื่อตรวจสอบอัตราการงอกของเมล็ดพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 การทดสอบอัตราส่วนผสมเนื้อดินเทียมจากขยะเปียกที่ส่งผลต่ออัตราการงอกของเมล็ดพืช

สูตรดิน	อัตราการงอกเมล็ด	วิเคราะห์ผล
สูตรที่ 1 ขยะเปียก 50 + ปุ๋ยคอก 10 + เกลบ 10 + ขุยมะพร้าว 30	30%	พบว่ามีอัตราการงอกของเมล็ดน้อยมากเมื่อเทียบกับสูตรดินเทียมอื่นๆ โดยเมล็ดที่งอกมีลักษณะไม่สมบูรณ์
สูตรที่ 2 ขยะเปียก 40 + ปุ๋ยคอก 10 + เกลบ 20 + ขุยมะพร้าว 30	35%	พบว่ามีอัตราการงอกของเมล็ดที่เพิ่มมากขึ้น จึงเกิดข้อสัณนิฐานว่าอาจจะเกิดจากความเค็มของขยะเปียกที่มีปริมาณของโซเดียมมากจึงส่งผลต่ออัตราการงอกของเมล็ดพืช
สูตรที่ 3 ขยะเปียก 30 + ปุ๋ยคอก 10 + เกลบ 30 + ขุยมะพร้าว 30	40%	พบว่ามีอัตราการงอกที่เพิ่มมากขึ้นและมีแนวโน้มอาจจะเกิดจากปัญหาของปริมาณโซเดียมที่อยู่ในเศษอาหาร
สูตรที่ 4 ขยะเปียก 20 + ปุ๋ยคอก 10 + เกลบ 40 + ขุยมะพร้าว 30	65%	พบว่ามีอัตราการงอกเป็นที่น่าพอใจและเป็นสูตรที่มีความเป็นไปได้ในการนำมาทดสอบคุณสมบัติทางวิทยาศาสตร์ในส่วนของปริมาณเศษอาหารที่เป็นขยะเปียกที่ร้อยละ 20 จะมีความเหมาะสมในการนำมาใช้เป็นสิ่งเทียมดิน

ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการเกษตรกรรมให้ความเห็นว่าอัตราสูตรดินนั้นควรใช้สูตรที่ 4 เนื่องจากมีอัตราการงอกของเมล็ดสูงที่สุด อีกทั้งมีแนวโน้มว่าจะสามารถทดแทนปริมาณของแกลบเป็นวัสดุอื่นๆที่มีกากหรือเป็นเปลือกของถั่วลิสงหรือพืชตระกูลถั่วได้จะดีมากเนื่องจากเป็นส่วนของการเพิ่มไนโตรเจนให้กับดินเทียมจากขยะเปียกได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งยังสามารถเติมส่วนผสมอื่นๆลงไปในสูตรดินเพื่อเจือจางปริมาณของโซเดียวลงจะทำให้ได้ผลผลิตที่เป็นดินเทียมจากขยะเปียกที่สมบูรณ์ในคุณค่าสารอาหารสำหรับพืชมากยิ่งขึ้น ในประเด็นการลดอัตราส่วนของขยะเปียกลงนั้นอาจจะส่งผลต่อการนำขยะเปียกมาใช้งานที่อาจจะมีความไม่คุ้มค่ากับกระบวนการที่สูญเสียไป ดังนั้นควรที่จะคงปริมาณขยะเปียกที่ใช้งานอยู่ที่ร้อยละ 20 น่าจะเป็นปริมาณที่ควรคงไว้และควรไปเพิ่มเติมในส่วนประสมดินส่วนอื่น

ผู้วิจัยนำ “สูตรที่ 4” ที่ประกอบด้วยส่วนผสม “ขยะเปียก 20 + ปุ๋ยคอก 10 + เกลบ 40 + ขุยมะพร้าว 30” มาพัฒนาเป็นสูตรดินเทียมจากขยะเปียกเพื่อใช้ในการผลิตด้วยเครื่องผลิตดินเทียมจากขยะเปียกที่พัฒนาใหม่ ซึ่งนำสูตรดินที่ 4 มาผลิตร่วมกับกระบวนการหมักดินเพิ่มเติมด้วยน้ำหมักจุลินทรีย์ฉีดพ่นก่อนจะหมักดินเทียมในถังหมักขนาดใหญ่เป็นระยะเวลา 7 วัน จากนั้นจึงนำดินที่ผ่านกระบวนการหมักเพื่อเพิ่มคุณค่าให้กับดินแล้วนั้นมาเข้าสู่ขั้นตอนการอัดเม็ดด้วยเครื่องอัดเม็ดดินที่พัฒนาใหม่ โดยกลุ่มชุมชนในพื้นที่บ้านหนองแวง อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา โดยทำการอัดเม็ดและตากแห้งก่อนที่จะทำการบรรจุในกระสอบเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ในลักษะการเพาะปลูกพืชอินทรีย์และใช้สำหรับการเพาะปลูกพืชในกระถางต่างๆได้อย่างเหมาะสมกับการเคลื่อนย้ายไปสู่สถานที่ทดลองเพาะปลูกพืชอินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.26 กระบวนการแยกและย่อยขยะเปียกโดยผสมผสานกับเศษเหลือทิ้งจากเกษตรกรรม

ขั้นตอนกระบวนการนำเศษขยะเปียกออกจากเครื่องจักรที่ใช้แยกส่วนกากและส่วนน้ำออกจากกัน เมื่อเศษขยะเปียกที่มีแต่ส่วนกากและผ่านกระบวนการบดย่อยจนละเอียดดีแล้วนั้น มาผสมร่วมกับเศษเหลือทิ้งทางเกษตรกรรมที่สามารถเพิ่มคุณค่าในดินเทียมจากขยะเปียกได้อย่างเหมาะสม โดยผสมร่วมกันตามสูตรการทดลอง จำนวน 4 สูตร จากนั้นนำมาผ่านเครื่องบดย่อยและอัดเม็ดเพื่อผลิตเม็ดดินเทียม โดยเครื่องจักรประเภทอักเม็ดและรีดน้ำออกจากดินเทียม ก่อนที่จะนำเม็ดดินเทียมจากขยะเปียกที่ได้ ไปตากแห้งเพื่อเตรียมการทดลองในส่วนของการเพาะปลูกพืชแบบอินทรีย์โดยกลุ่มเกษตรกร

ภาพที่ 4.27 ขั้นตอนการตากแห้งเม็ดดินเทียมจากขยะเปียกที่ได้ก่อนนำไปทดลองเพาะปลูกที่โรงเรียงบ้านหนองแวงวิทยาคม อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา

นำดินเทียมจากขยะเปียกที่ผสมกับเศษเหลือทิ้งทางเกษตรกรรมในพื้นที่ทดลอง ที่ผ่านกระบวนการอัดเม็ดและรีดน้ำในครั้งสุดท้ายแล้วเข้าสู่กระบวนการตากแห้งในพื้นที่เกษตรกรรม ผลการจากทดลองกระบวนการผลิตดินเทียมจากขยะเปียกร่วมกับเศษเหลือทิ้งทางด้านเกษตรกรรม นั้นพบว่า กลุ่มชุมชนเกษตรกรรมอินทรีย์ที่ทดลองใช้กระบวนการผลิตดินเทียมจากขยะเปียกและเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม นั้นกลุ่มชุมชนเกษตรกรรมแบบอินทรีย์ จำนวน 3 กลุ่ม มีความเห็น ดังนี้

กลุ่มเกษตรอินทรีย์ กลุ่มที่ 1 มีความเห็นว่า “เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม เพื่อเกษตรอินทรีย์ นั้นมีแนวความคิดที่เหมาะสมและช่วยส่งเสริมให้กลุ่มชุมชนเห็นคุณค่าของสิ่งที่เหลือทิ้งประเภทขยะเปียก โดยเครื่องแปรสภาพขยะเปียกมีความสะดวกสบายในการใช้งานดีแต่หากมีการรวมเครื่องทั้ง 2 เครื่องเข้าด้วยกันจะช่วยส่งเสริมให้ลดระยะเวลาในการผลิตดินเทียมจากขยะเปียกในแต่ละครั้งได้มากยิ่งขึ้น” ในส่วนของประเด็นความคุ้มค่าของกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมในแง่ของมุมมองทางเศรษฐกิจนั้นมีความเห็นว่า “เครื่องแปรสภาพขยะเปียกสามารถช่วยเพิ่มคุณค่าให้กับขยะเปียกอีกครั้งหนึ่งถือเป็นการนำสิ่งที่ด้อยค่าและไม่มีคุณค่าเลยให้สามารถนำกลับมาใช้งานทางด้านการเพาะปลูกพืชได้เป็นอย่างดี และถือว่ามีความเหมาะสมกับการคืนสิ่งที่เป็นธรรมชาติให้กลับสู่ธรรมชาติอย่างแท้จริง”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มเกษตรอินทรีย์ กลุ่มที่ 2 มีความเห็นว่า “เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมนั้นสามารถช่วยให้ชุมชนสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาและสรรหาสิ่งที่นำมาปรับปรุงคุณภาพของดินในพื้นที่ตนเอง เนื่องจากพื้นที่ที่กลุ่มตนเองทำการเกษตรอินทรีย์อยู่นั้นดินในพื้นที่มีความแข็งกระด้างและมีหินกรวดจำนวนมากในพื้นที่เพาะปลูก จึงทำให้ทางกลุ่มจะต้องมีการซื้อหาดินจากพื้นที่อื่นๆมาร่วมในการคลุกเคล้าและต้องใช้ปุ๋ยหรือสิ่งบำรุงดินมาปรับคุณภาพดินสำหรับการเพาะปลูกพืชแบบอินทรีย์จำนวนมาก ดังนั้นทางกลุ่มจึงเห็นว่าจะสามารถช่วยประหยัดเงินและทรัพยากรที่ทางกลุ่มจะนำมาใช้ปรับปรุงพื้นดินของทางกลุ่มได้ดีมาก” ในส่วนประเด็นของการช่วยเพิ่มศักยภาพทางด้านเศรษฐกิจนั้นทางกลุ่มเห็นว่า “เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมและกระบวนการใช้ประโยชน์จากขยะเปียกที่พัฒนาใหม่ สามารถช่วยให้ทางกลุ่มสามารถเห็นประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากขยะเปียกที่ทางกลุ่มมีขยะเปียกมากและสามารถนำมาปรับใช้งานได้อย่างเหมาะสมโดยหากทางกลุ่มสามารถนำสิ่งที่ไร้คุณค่าเหล่านี้มาประยุกต์ใช้งานได้เหมาะสมจะช่วยให้ทางกลุ่มชุมชนประหยัดค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงดินได้มากขึ้นและยังจะสามารถช่วยให้พื้นดินกลับมามีความสมบูรณ์ได้จากสิ่งที่ไร้คุณค่าอย่างเหมาะสม”

กลุ่มเกษตรอินทรีย์ กลุ่มที่ 3 มีความเห็นว่า “เครื่องแปรสภาพขยะเปียกที่พัฒนาใหม่นี้จะสามารถช่วยให้สามารถนำขยะเปียกที่มีจำนวนมากจากโรงเรียนและวัดในหมู่บ้านมาใช้งานให้มีประโยชน์ได้ดีและถือเป็นการช่วยกระตุ้นให้เกิดแนวคิดในเชิงอนุรักษ์ทรัพยากรที่ช่วยส่งเสริมการเพาะปลูกพืชแบบอินทรีย์โดยดินเทียมที่ได้จากขยะเปียกที่ทางกลุ่มต้องการนั้นเห็นว่าจะสามารถช่วยให้ทางกลุ่มชุมชนในการยกร่องและใช้สำหรับการรองพื้นเพื่อคลุกเคล้าเนื้อดินที่มีประโยชน์ต่อพืชที่เพาะปลูกได้ดี ทางกลุ่มเห็นประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากขยะเปียกทั้งในส่วนของกากขยะเปียกและน้ำของยะเปียก” ทางกลุ่มชุมชนมีแนวความคิดเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากขยะเปียกด้วยการนำขยะเปียกที่มีอยู่มาใช้สำหรับทำน้ำหมักที่ใช้ในกลุ่มตนเองเพื่อการเพาะปลูกหรือสร้างแก๊สชีวภาพเพื่อการผลิตแก๊สในครัวเรือนของทางกลุ่ม แต่ในส่วนของการนำขยะเปียกมาแปรสภาพเป็นดินเทียมทางกลุ่มเห็นว่ามีความน่าสนใจและหากนำมาใช้งานได้อย่างยั่งยืนจะสามารถช่วยให้ทางกลุ่มสร้างประโยชน์จากขยะเปียกได้คุ้มค่ามากยิ่งขึ้น สำหรับในส่วนของมุมมองความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจนั้นเห็นว่า “กระบวนการแปรสภาพขยะเปียกที่พัฒนาใหม่มีความน่าสนใจและสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายดีมาก อีกทั้งทางกลุ่มมีความเห็นในการนำดินเทียมเหล่านี้มาประยุกต์เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับดินเทียมจากขยะเปียกได้โดยการนำมาสร้างเป็นดินเกษตรสำหรับการเพาะปลูกต้นไม้ที่มีคุณค่าทางสารอาหารเหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกพืชเพื่อจำหน่าย ซึ่งแนวคิดนี้มีความเป็นได้ได้และน่าสนใจสำหรับการปรับปรุงสูตรดินและพัฒนาเพื่อต่อยอดทางด้านเศรษฐกิจ”

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเกษตรกรรม โดยเกษตรอำเภอในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา นั้นเห็นว่า “1)กระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมที่พัฒนาใหม่ มีความน่าสนใจในระดับดีมากถือเป็นการต่อยอดจากกระบวนการพัฒนาอย่างยั่งยืนในชุมชนเป็นการช่วยส่งเสริมใช้กลุ่มชุมชนหรือชาวบ้านได้หันกลับมามองถึงการใช้ประโยชน์จากสิ่งต่างๆที่มีในพื้นที่ตนเองอย่างคุ้มค่าที่สุด โดยแนวคิดเหล่านี้จะสามารถช่วยกระตุ้นให้เกิดการนำขยะเปียกที่สามารถก่อให้เกิดประโยชน์ทางด้านการเพาะปลูกพืชได้เหมาะสม 2)เครื่องแปรสภาพขยะเปียกส่วนบดย่อยและแยกกาก นั้นตัวเครื่องจักรมีความเหมาะสมในระดับดีแต่ในส่วนการดูแลรักษาที่เป็นแบบกึ่งอัตโนมัตินั้นอาจจะมีความยากสำหรับการทำความเข้าใจกระบวนการใช้งานของชาวบ้านหรือกลุ่มชุมชนในพื้นที่ แต่ในภาพรวมถือว่าจะสามารถช่วยสร้างแรงกระตุ้นให้ชาวบ้านในพื้นที่มีความสะดวกสบายในการนำขยะเปียกที่สกปรกและก่อให้เกิดปัญหากลิ่นไม่พึงประสงค์กลับมาใช้งานได้อย่างเหมาะสมและสามารถช่วยลดภาระให้กับพนักงานจัดเก็บขยะได้อีกทางหนึ่ง 3)เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมส่วนบดอัดเม็ดดินเทียม มีความเหมาะสมระดับดีมาก เนื่องจากส่วนของเครื่องจักรที่บดอัดย่อยดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทียมนี้มีความเหมาะสมกับกระบวนการอัดเม็ดดินเทียมดี โดยสามารถนำเครื่องอัดเม็ดดินเทียมนี้ไปประยุกต์ใช้งานในพื้นที่เกษตรกรรมได้หลากหลายมากยิ่งขึ้นและยังสามารถนำเครื่องอัดเม็ดที่พัฒนาใหม่นี้ไปอัดอาหารสัตว์หรืออัดเม็ดมันสำปะหลังหรือการประยุกต์เพื่อการอัดเม็ดปุ๋ยต่างๆในพื้นที่เกษตรอินทรีย์ได้มาก ถือได้ว่าเป็นเครื่องที่มีความอเนกประสงค์ในการใช้งานทางด้านเกษตรกรรมอินทรีย์

สามารถสรุปผลการสัมภาษณ์อย่างมีโครงสร้างรายประเด็นจากกลุ่มผู้ทดลองใช้งานกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกจากดินเทียมที่พัฒนาใหม่ จำนวน 3 ประเด็น นั้นพบว่า

ก. กระบวนการผลิตดินเทียมจากขยะเปียกที่พัฒนาใหม่ พบว่า กระบวนการมีความเหมาะสมที่จะนำขยะเปียกที่ไม่มีประโยชน์และก่อให้เกิดปัญหามลพิษจากกลิ่นและความสกปรกของขยะเปียกนั้นให้สามารถนำขยะเปียกกลับมาใช้งานได้อย่างคุ้มค่าทางด้านเศรษฐกิจและช่วยส่งเสริมให้เกิดมุมมองที่มีต่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนที่เหมาะสม

ข. เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม ส่วนแยกกากและน้ำ พบว่า มีจุดเด่นทางด้านการใช้งานที่สะดวกสบายในระบบกึ่งอัตโนมัติ ช่วยส่งเสริมให้เกิดการแปรสภาพขยะเปียกที่ง่ายไม่ยุ่งยาก จึงจะช่วยให้กลุ่มชุมชนเกษตรอินทรีย์หันกลับมาใช้ประโยชน์จากขยะเปียกในพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในส่วนจุดด้อยนั้นเกิดจากปัญหาของตัวเครื่องมีขนาดที่ใหญ่และต้องอาศัยการดูแลบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นหากมีการปรับให้สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ชุมชนสามารถผลิตและซ่อมแซมเองได้จะมีความเหมาะสมและถือเป็นการพัฒนาอย่างยั่งยืนมากยิ่งขึ้นในอนาคต

ค. เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม ส่วนบดย่อยและอัดเม็ด พบว่า มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นจากชุมชนเอง ซึ่งมีความเหมาะสมกับการพัฒนาอย่างยั่งยืนในชุมชนด้วยการพัฒนาด้วยศักยภาพของตนเองในชุมชนอย่างเหมาะสม โดยในการประยุกต์ใช้งานนั้นเครื่องอัดเม็ดดินเทียมถือว่ามีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากสามารถประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายวัตถุประสงค์หรือใช้งานในการเกษตรอินทรีย์ได้ เช่น การอัดเม็ดอาหารสัตว์ การอัดเม็ดดินเทียม การอัดเม็ดปุ๋ยจากเศษเหลือทิ้งในพื้นที่เกษตรกรรม ฯลฯ

4.4.1.3 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของดินเทียมจากขยะเปียก ผลการทดสอบลักษณะทางเคมี ผลการทดสอบลักษณะทางเคมีของดินเทียมจากขยะเปียกในห้องปฏิบัติการ พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic Matter) มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 15.4 ของน้ำหนัก ส่วนอัตราส่วนคาร์บอนต่อ ไนโตรเจน (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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 วิเคราะห์รายวัตถุประสงค์ที่ 5 เพื่อความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

4.5.1 การวิเคราะห์ศักยภาพชุมชนพื้นที่เป้าหมาย

ขั้นตอนกระบวนการวิเคราะห์ศักยภาพชุมชนเพื่อการวิจัยเชิงพัฒนาอย่างมีส่วนร่วมของชุมชน ในการนำศักยภาพที่แสดงถึงตัวตนเองชุมชนพื้นที่เป้าหมาย ตามแนวคิด “การวิจัยเชิงปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วม (PAR)” โดยสามารถกระจายการวิเคราะห์รายประเด็นศักยภาพ พื้นที่เป้าหมายการศึกษาและพัฒนา ใน ตำบลหนองแวง อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา โดยสามารถทำการวิเคราะห์ศักยภาพรายด้านเพื่อเข้าสู่กระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากขยะเปียกเพื่อการเกษตรอย่างยั่งยืน ดังนี้

4.5.1.1 ศักยภาพด้านเทคโนโลยีในพื้นที่ ผลการวิเคราะห์นั้นพบว่าชุมชนมีความรู้และความเข้าใจในประเด็นของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในระดับปานกลางและสามารถสร้างสรรค์หรือผลิตเครื่องจักรกลทางการเกษตรที่มีระบบกลไกไม่ยุ่งยากได้ในพื้นที่ และชุมชนยังสามารถซ่อมบำรุงหรือแก้ไขปัญหาในเครื่องจักรกลแบบง่ายๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจากการสัมภาษณ์กลุ่มช่างที่มีทักษะฝีมือทางการซ่อมบำรุงนั้นกลุ่มช่างสามารถสร้างงานที่มีระบบกลไกได้ หากมีการออกแบบและเขียนแบบเพื่อการผลิตที่กลุ่มช่างสามารถเข้าใจได้ง่าย โดยมากกลุ่มช่างในพื้นที่หรือกลุ่มบุคคลในพื้นที่ชุมชนนั้นถือได้ว่ามีความรู้ความเข้าใจในระบบกลไกเครื่องจักรในระดับปานกลาง และในแต่ละบ้านเรือนโดยมากร้อยละ 90 จะมีเครื่องจักรในการเกษตรอยู่ประจำครัวเรือนอยู่แล้ว เช่น รถไถนาประเภทเดินตาม รถไถนาขนาดใหญ่ รถอีแต๋นบรรทุกพืชผลผลิตทางการเกษตรกรรม เป็นต้น ดังนั้นจากผลการวิเคราะห์พบว่าชุมชนในพื้นที่บ้านหนองแวง อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา มีศักยภาพทางด้านเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการประยุกต์ใช้งานเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อเกษตรอินทรีย์ ในแนวทางการพัฒนาตามแนวคิด “การวิจัยเชิงปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วม (PAR)”

ภาพที่ 4.28 ศักยภาพด้านเทคโนโลยีในพื้นที่

4.5.1.2 ศักยภาพด้านเศรษฐกิจในพื้นที่ ผลการวิเคราะห์นั้นพบว่าชุมชนมีระดับเศรษฐกิจที่หมุนเวียนไปตามการเก็บเกี่ยวผลผลิตตามฤดูกาล ซึ่งชุมชนในพื้นบ้านหนองแวงจะมีการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ เช่น มันสำปะหลัง อ้อย ข้าว เป็นต้น ซึ่งจากการวิเคราะห์ระบบเศรษฐกิจหมุนเวียนโดยรวมมีกลุ่มห้องพักและรีสอร์ทพักผ่อนสำหรับนักท่องเที่ยวกระจายตัวอยู่จำนวนมาก ทำให้เกิดระบบเศรษฐกิจที่หากมีการเพาะปลูกพืชที่เป็นการเพาะปลูกแบบอินทรีย์ ที่เน้นการสร้างการพัฒนาอย่างยั่งยืนนั้นจะสามารถตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยวในระดับนี้ได้อย่างเหมาะสมและมีความแปลกใหม่ให้กับชุมชนในพื้นที่เป้าหมาย อีกทั้งยังสามารถกระตุ้นให้เกิดจุดเด่นกับรูปแบบการท่องเที่ยวที่เน้นการสร้างความสวยงามจากธรรมชาติที่ตนเองมีอยู่เป็นต้นทุนเดิมเท่านั้น ให้เกิดการสร้างมุมมองที่เป็นมิตรกับธรรมชาติโดยสามารถสร้างผลผลิตที่เป็นมิตรต่อสุขภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างเหมาะสม และในส่วนของเศรษฐกิจของชาวบ้านในชุมชนนั้นจะมีการจำหน่ายพืชผักหรืออาหารสดในร้านค้าขนาดเล็กกระจายตัวตามหมู่บ้านเล็ก และมีการนำผลผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางเกษตรกรรมที่ใช้สำหรับบริโภคไปจำหน่ายในตลาดขนาดเล็กที่หมุนเวียนกันไปตามหมู่บ้านต่างๆ ที่เรียกว่า “ตลาดนัดคลองถม” ซึ่งถือได้ว่าเป็นการสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจในระดับชุมชนได้

ภาพที่ 4.29 ศักยภาพด้านเศรษฐกิจในพื้นที่

4.5.1.3 ศักยภาพด้านทักษะฝีมือในพื้นที่ ผลการวิเคราะห์นั้นพบว่าศักยภาพด้านทักษะฝีมือของบุคคลในชุมชนพื้นที่เป้าหมายนั้นมีทักษะฝีมือเพียงพอที่จะสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมกับชุมชนมาใช้งานในการผลิตดินเทียมจากเศษขยะเปียกที่เกิดขึ้นจากโรงเรียนหรือเกิดขึ้นจากชุมชนให้สามารถนำกลับมาใช้งานได้อย่างเหมาะสม โดยศักยภาพด้านทักษะฝีมือในพื้นที่นั้นอยู่ในระดับปานกลางคือมีทักษะความสามารถที่จะประดิษฐ์และสร้างงานตามระบบได้ และยังขาดการสร้างสรรค์เพื่อนำความรู้หรือสิ่งที่มีศักยภาพในชุมชนตนเองมาประยุกต์ใช้งาน ดังนั้นหากมีการต่อยอดจากกระบวนการใช้ประโยชน์จากขยะเปียกในรูปแบบของดินเทียมเพื่อเกษตรอินทรีย์ นั้นชุมชนถือได้ว่ามีทักษะและฝีมือที่เพียงพอในการผลิตเครื่องจักรหรือการซ่อมบำรุงเองในพื้นที่ได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งในพื้นที่ชุมชนนั้นมีโรงเรียนเรียนบ้านหนองแวงที่มีขนาดใหญ่และบุคคลากรครูที่มีในโรงเรียน ถือได้ว่าเป็นบุคคลกรที่คุณภาพและสามารถปฏิบัติตลอดจนการเผยแพร่และถ่ายทอดองค์ความรู้ที่ได้จากกระบวนการวิจัยสู่ชุมชนผ่านเด็กนักเรียนได้อย่างเหมาะสม

ภาพที่ 4.30 ศักยภาพด้านทักษะฝีมือในพื้นที่

4.5.1.4 ศักยภาพด้านแนวคิดและมุมมองที่ส่งผลต่อกระบวนการพัฒนาในพื้นที่ ผลการวิเคราะห์นั้นพบว่าศักยภาพด้านแนวคิดและมุมมองที่ส่งผลต่อกระบวนการพัฒนาในพื้นที่ถือได้ว่ามีอิทธิพลที่ส่งผลโดยตรงต่อกระบวนการประยุกต์ใช้งานการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมเพื่อการเกษตรอินทรีย์ เนื่องจากแนวคิดและมุมมองของบุคคลในพื้นที่ชุมชนเป้าหมายนั้นมีความสำคัญต่อกระบวนการขับเคลื่อนระบบความคิดเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนโดยอาศัยกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วม (PAR) ซึ่งชุมชนหรือบุคคลที่ได้รับการยอมรับในพื้นที่ชุมชนเป้าหมายนั้นจะต้องสามารถมีความรู้และความเข้าใจต่อกระบวนการมีความซับซ้อนก่อนที่จะนำไปถ่ายทอดหรือเผยแพร่สู่กลุ่มชุมชนอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการนำกลุ่มบุคคลที่ถือได้ว่าได้รับการยอมรับในชุมชนและเป็นกลุ่มบุคคลที่มีความรู้ความสามารถในการเรียนรู้เทคโนโลยีและความสามารถในการถ่ายทอดสู่ชุมชนและชุมชนให้การยอมรับ นั้นคือกลุ่มครูหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บุคคลากรทางการศึกษาของโรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม มาร่วมในการเรียนรู้และทดลองกระบวนการวิจัยและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์ดินเทียมจากขยะเปียกในครั้งนี้ โดยอาศัยความร่วมมือในการทดลองและทดสอบดินเทียมและการแปรสภาพขยะเปียก โดยกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งถือได้ว่าเป็นการเรียนรู้และมีความเข้าใจพร้อมรับในการเรียนรู้ความรู้ใหม่ๆถือว่ากลุ่มบุคคลกรทางการศึกษาของโรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา นั้นมีศักยภาพด้านแนวคิดและมุมมองที่ส่งผลต่อกระบวนการพัฒนาในระดับสูง

ภาพที่ 4.31 ศักยภาพด้านแนวคิดและมุมมองที่ส่งผลต่อกระบวนการพัฒนาในพื้นที่

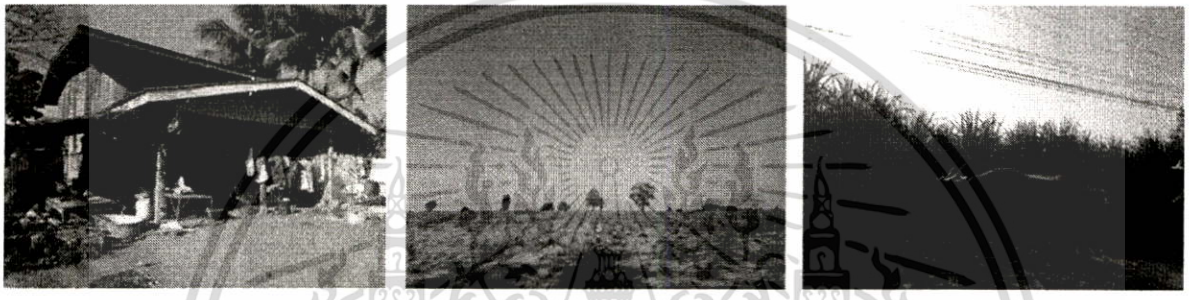
4.5.1.5 ศักยภาพด้านความเชื่อในพื้นที่ ผลการวิเคราะห์นั้นพบว่าศักยภาพด้านความเชื่อของชุชนในพื้นที่นั้นมีความเชื่อเรื่องการเคารพบรรพบุรุษและความเชื่อเรื่องสถานที่ศักดิ์สิทธ์ที่จะสามารถพบศาลเพื่อบูชาอยู่บริเวณกลางหมู่บ้านหรือเรียกว่า “ศาลประจำหมู่บ้าน” ที่คอยปกป้องดูแลบุคคลในชุมชนให้อยู่ดีกินดี และเป็นหลักยึดเหนี่ยวทางจิตใจให้กับบุคคลในชุมชน และมีวัดจำนวนมากกระจายตัวอยู่ตามชุมชนขนาดเล็กต่างๆซึ่งแสดงได้ว่าชุมชนแต่ละชุมชนมีความเชื่อความศรัทธาที่แรงกล้าและต้องการสนับสนุนพระพุทธศาสนา

ภาพที่ 4.32 ศักยภาพด้านความเชื่อในพื้นที่

4.5.1.6 ศักยภาพความพร้อมทางกายภาพในพื้นที่ ผลการวิเคราะห์นั้นพบว่าศักยภาพความพร้อมเพื่อการเรียนรู้และพัฒนาของกลุ่มชุมชนในพื้นที่นั้นมีความพร้อมที่จะเรียนรู้และพัฒนาศักยภาพแห่งตนเองให้เท่าทันเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาให้เกิดมุมมองที่ก่อให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยกลุ่มบุคลากรทางการศึกษาและกลุ่มนักเรียน ตลอดจนกลุ่มช่างในชุมชนมีความพร้อมที่จะร่วมพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม โดยสามารถร่วมแสดงแนวคิด ความเห็นและทัศนะที่มีต่อกระบวนการผลิตดินเทียมจากขยะเปียกและกระบวนการทดลองการใช้งานกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม และการใช้ประโยชน์จากดินเทียมที่ผลิตขึ้นมาใหม่สู่การเพาะปลูกแบบเกษตรกรรมอินทรีย์ ให้มีการพัฒนาอย่างยั่งยืนในพื้นที่ของชุมชนเป้าหมายได้อย่างเหมาะสม

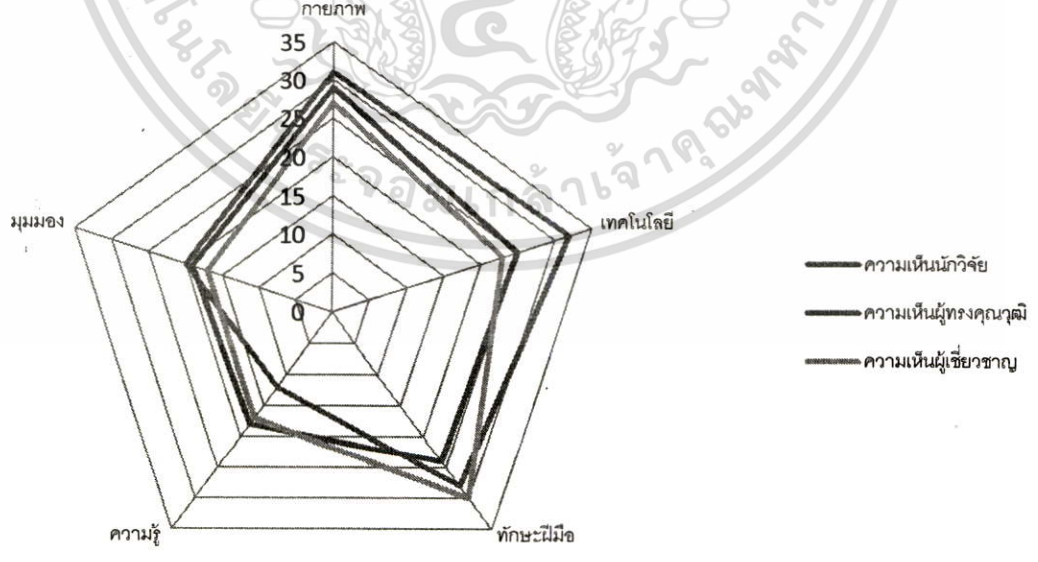
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปข้อมูลประกอบการวิจัยจากการสัมภาษณ์และสังเกตการณ์อย่างมีส่วนร่วมกับบุคคลในชุมชนพื้นที่เป้าหมาย นั้นพบว่า ชุมชนมีความพร้อมที่จะเรียนรู้และร่วมพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากขยะเปียกไปสู่การใช้งานในเชิงเกษตรแบบอินทรีย์ที่มีการนำขยะเปียกมาบูรณาการด้วยศาสตร์ทางด้านเกษตรกรรม ศาสตร์ทางด้านการออกแบบและศาสตร์ทางด้านเทคโนโลยี ซึ่งชุมชนและบุคคลากรทางการศึกษาและช่างในชุมชนมีศักยภาพเพียงพอในระดับดีเพื่อการเรียนรู้และสามารถแสดงแนวคิดเห็นตลอดจนทัศนะเพื่อการพัฒนาตามกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วม (PAR) ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูง ดังนั้นกลุ่มชุมชนในพื้นที่วิจัยเป้าหมาย บ้านหนองแวง ตำบลสีคิ้ว อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา จึงถือเป็นชุมชนที่มีศักยภาพสูงในการร่วมพัฒนากระบวนการวิจัยในเชิงประยุกต์ในครั้งนี้และยังสามารถร่วมทดลองในการเพาะปลูกเชิงพืชอินทรีย์ได้อย่างเหมาะสมและชัดเจนเพื่อการนำผลการเพาะปลูกจากพืชอินทรีย์ด้วยดินเทียมจากขยะเปียกที่ได้ไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างเหมาะสม



ภาพที่ 4.33 ศักยภาพความพร้อมทางกายภาพในพื้นที่

ตารางที่ 4.13 ผลความคิดเห็นศักยภาพชุมชนโดยการประยุกต์กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วม (PAR) ในพื้นที่ชุมชนเป้าหมาย ด้วยการพิจารณาข้อมูลเชิงคุณภาพตามแนวคิด แบบ Multiple Investigator Triangulation



จากผลความคิดเห็นศักยภาพชุมชนโดยการประยุกต์กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วม (PAR) ในพื้นที่ชุมชนเป้าหมาย ด้วยการพิจารณาข้อมูลเชิงคุณภาพตามแนวคิด แบบ Multiple Investigator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Triangulation ที่เน้นการใช้ผู้วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพที่เน้นการเก็บข้อมูลภาคสนามมากกว่า 2 คนขึ้นไป ซึ่งในกระบวนการวิจัยครั้งนี้ใช้ 3 คน ซึ่งมีแนวคิดเห็นและทัศนะที่แตกต่างกันมาทำการรวบรวมข้อมูลด้านศักยภาพและวิเคราะห์ศักยภาพรายด้านของชุมชน เพื่อนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาสร้างข้อมูลที่เป็นแกนกลางของความคิดในการใช้ประโยชน์จากข้อมูลหลักที่กำหนดไว้ เพื่อความชัดเจนและแม่นยำของข้อมูลที่ผ่านกระบวนการรวบรวมข้อมูลภาคสนาม นั้นสามารถสรุปได้ว่าในด้านศักยภาพของชุมชนด้านมุมมองที่มีต่อการพัฒนานั้นมีค่าเฉลี่ยความคิดเห็นที่น้อยกว่าศักยภาพด้านอื่นๆ แสดงให้เห็นว่าชุมชนยังมองการพัฒนาว่าเป็นเรื่องที่ยุ่งยากและทำให้เกิดความสิ้นเปลืองโดยใช่เหตุ และยังทำให้เสียเวลาในการทำมาหากิน ซึ่งสอดคล้องกับระดับของความรู้ในชุมชนที่ยังมีส่วนน้อยทำให้กราฟเฉลี่ยผลที่ได้มีความใกล้เคียงกับมุมมอง แต่ในส่วนของศักยภาพด้านทักษะฝีมือ ศักยภาพด้านกายภาพและศักยภาพด้านเทคโนโลยี นั้นถือเป็นจุดเด่นหลักของชุมชนเนื่องจากชุมชนมีความพร้อมในทั้ง 3 ด้านที่สอดคล้องกันเนื่องจากชุมชนมีการใช้งานเครื่องจักรกลทางการเกษตรกรรมอยู่โดยปกติอยู่แล้ว ดังนั้นชุมชนจึงมีมุมมองต่อการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเครื่องจักรกลที่มีกลไกไม่ซับซ้อนหรือไม่ยุ่งยาก ว่าสามารถทำได้และสามารถผลิตตลอดจนถึงการซ่อมแซมบำรุงรักษาได้ด้วยตนเอง เนื่องจากช่างในชุมชนสามารถซ่อมและดูแลรักษาเองได้

จากตารางการวิเคราะห์ด้านบนจะพบว่าศักยภาพของชุมชนเป้าหมายการวิจัยจะมีความพร้อมและมีศักยภาพทางด้านทักษะฝีมือ ศักยภาพด้านกายภาพและศักยภาพด้านเทคโนโลยี และคณะผู้วิจัยจะต้องคำนึงถึงประเด็นของศักยภาพด้านมุมมองที่มีต่อการพัฒนาและศักยภาพด้านความรู้ให้กับชุมชนที่ร่วมพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากขยะเปียกเป็นดินเทียมเป็นส่วนเสริมที่จำเป็นต่อความสำเร็จของโครงการวิจัยตามแนวทางการประยุกต์กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วม (PAR) ในพื้นที่ชุมชนเป้าหมาย

4.5.2 การสร้างความเปลี่ยนแปลงบนวิถีชุมชน

“การสร้างความเปลี่ยนแปลงบนพื้นฐานเดิมของชุมชนและท้องถิ่นก่อให้เกิดการพัฒนาที่มีทิศทางและสามารถสร้างความยั่งยืนให้กับชุมชนโดยอาศัยเพียงเทคโนโลยีที่ไม่มากเกินไปและไม่น้อยเกินไปผนวกกับศักยภาพของบุคคลในชุมชน แสดงออกผ่านกระบวนการวิจัยแบบมีส่วนร่วมจนได้กระบวนการและเครื่องมือในการผลิตที่มีความเฉพาะตัวของชุมชนเอง โดยสามารถต่อยอดทางด้านการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ชุมชนได้อย่างเหมาะสมและช่วยสร้างความยั่งยืนบนวิถีแห่งตนเองได้”

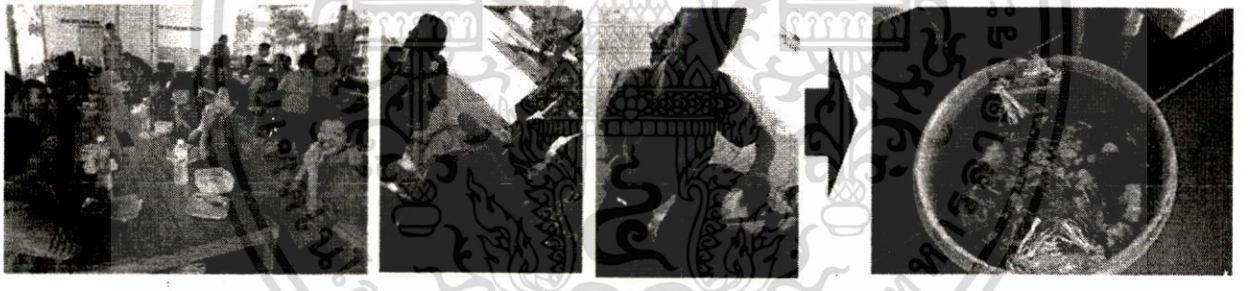
หากกล่าวถึงความยั่งยืนในโลกยุคปัจจุบันนี้สามารถที่จะมองได้หลากหลายมุมมองแล้วแต่ว่าจะให้เกิดความยั่งยืนในด้านใด เช่น สร้างความยั่งยืนทางด้านสภาพแวดล้อม ทางด้านสังคม ทางด้านเศรษฐกิจ ทางด้านวิถีชีวิต ฯลฯ อีกมากมาย แต่ในความหมายที่จะกล่าวถึงนี้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการนำรูปแบบองค์ความจากงานวิจัยทางด้านวัสดุทดแทนไม้มาใช้ในการสร้างความยั่งยืนในแง่ของบริบทชุมชน สังคม ที่เกี่ยวพันกับวิถีชีวิตการดำรงอยู่ของผู้สร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติที่มีในชุมชนตนเองหรือท้องถิ่น ซึ่งการพิจารณามุมมองเพื่อสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชนด้วยการหันมาพิจารณาถึงหลักการพื้นฐาน(SWOT) ที่ประกอบด้วย จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและความเสี่ยงของชุมชนตนเองก่อน เพื่อนำความรู้ที่ได้เหล่านี้มาผ่านกระบวนคิดอย่างสร้างสรรค์ในการผลิตผลิตภัณฑ์ชุมชนของตนเองจากวัสดุที่มีมากในท้องถิ่นหรือชุมชนของตนเอง

การวิจัยเพื่อพัฒนาชีวิตความเป็นอยู่บนพื้นฐานของศักยภาพชุมชนและท้องถิ่นนี้จะเน้นที่การสร้างความยั่งยืนให้กับชุมชนด้วยการสร้างกระบวนการใช้งานเศษเหลือทิ้งที่เกิดขึ้นภายในชุมชนและเป็นขยะหรือสิ่งที่ชุมชนนั้นไม่ต้องการ โดยนำกระบวนการวิจัยเข้าไปร่วมแก้ไขปัญหาและสร้างสรรค์เครื่องมือที่มีความเหมาะสม สอดคล้องกับชุมชนให้สามารถที่จะดำเนินกระบวนการผลิตสร้างสรรค์เป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆที่มาจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เศษเหลือทิ้งต่างๆในชุมชน เช่น เศษหญ้าหรือวัชพืช เศษขยะจากครัวเรือน มาเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์หรือสิ่งของที่มีประโยชนขึ้นมาอีกครั้งหนึ่งด้วยการแปรสภาพจากเศษที่ไม่มีคุณค่าและชุมชนต้องกำจัดทิ้งหรือก่อให้เกิดปัญหามลภาวะสิ่งแวดล้อม ให้สามารถนำทั้งเศษเหลือทิ้งและขยะเหล่านั้นกลับมาใช้งานได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสิ่งเหล่านี้เองเป็นจุดเริ่มต้นของการตื่นตัวของชุมชนในการที่จะสร้างจิตสำนึกร่วมกันในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและอนุรักษ์วิถีแห่งตนเองผ่านกระบวนการวิจัยอย่างง่ายๆและเข้าใจง่ายของศาสตร์การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์มาใช้ในการแก้ไขปัญหา ซึ่งอาศัยการพัฒนากระบวนการผลิตใหม่และเครื่องมือ เครื่องจักร ที่พัฒนาขึ้นมาจากการวิเคราะห์ศักยภาพชุมชนและท้องถิ่นเอง ในด้าน ศักยภาพของเทคโนโลยีที่มี ศักยภาพของชุมชนและท้องถิ่น ศักยภาพของบุคคลกรในชุมชน ศักยภาพทางเศรษฐกิจ(รายได้) และสุดท้าย คือการเรียนรู้วิถีการดำรงอยู่ของชุมชน การพัฒนาที่ดีนั้นควรที่จะสร้างความเจริญให้เกิดขึ้นในชุมชนหรือท้องถิ่นด้วยศักยภาพแห่งตนเองของชุมชน โดยไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่กระทบวิถีในการดำรงอยู่ของสังคมในชุมชนนั้นๆอย่างเหมาะสม ดังเช่นตัวอย่างการแก้ไขปัญหาขยะเปียกที่ส่งกลิ่นเหม็นและยากต่อการจัดเก็บ กำจัดของโรงเรียนในชุมชน ส่งผลต่อสภาพแวดล้อมล้อมที่มีมลภาวะเป็นพิษทั้งทางด้านกลิ่นและสภาพแวดล้อมโดยรอบ

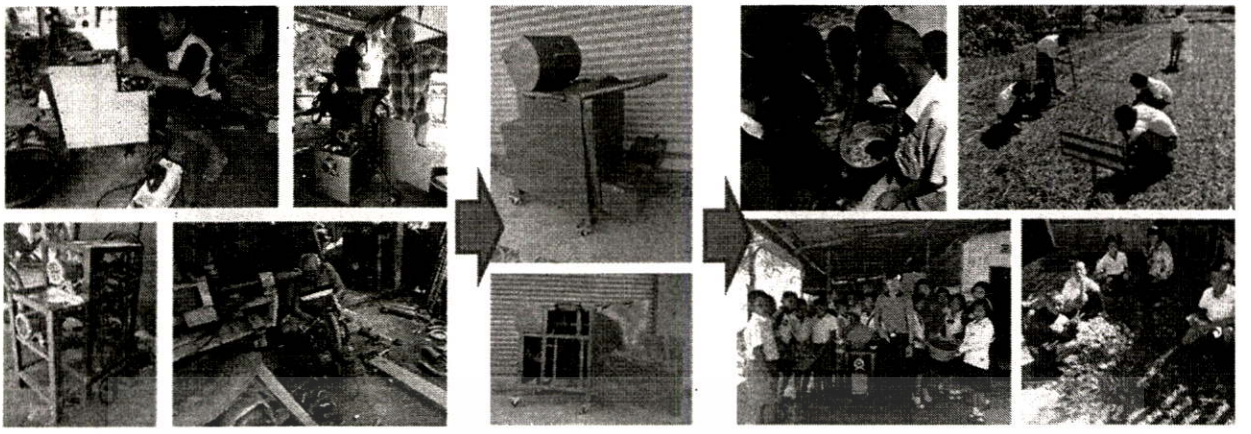
“ปัญหาขยะเปียกที่เกิดขึ้นจากโรงเรียนในชุมชนหรือโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่ชุมชนมักจะส่งผลต่อสภาพแวดล้อมและการจัดเก็บ เกิดปัญหาในชุมชนที่เกิดมลภาวะทางกลิ่น ทางกำจัด อีกทั้งเป็นบ่อเกิดของแหล่งเชื้อโรค แมลงสาป หนู ซึ่งสิ่งเหล่านี้คือเสียงสะท้อนจากชุมชนที่ต้องการแก้ไข โดยใช้กระบวนการวิจัยมาช่วยเหลือชุมชนอย่างยั่งยืนบนวิถีความพร้อมของตัวชุมชนเอง”



ภาพที่ 4.34 ปัญหาเศษขยะเปียกที่เกิดขึ้นในพื้นที่ชุมชนหรือภายในโรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม

จากปัญหาข้างต้นจึงเกิดการเรียนรู้ระหว่างกันของบุคคลในชุมชนและนักวิจัย เพื่อค้นหาวิธีการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นร่วมกัน บนพื้นฐานของการศึกษาและพัฒนาบนพื้นศักยภาพของชุมชนเอง จึงเป็นการสร้างความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นจากตัวตนของชุมชนเองร่วมกันแสดงความคิดเห็นอย่างสร้างสรรค์ในการพัฒนาโดยมีนักวิจัยเป็นผู้ประสาน เพื่อสร้างสรรค์สิ่งที่ชุมชนตนเองต้องการผ่านระบบของกระบวนการวิจัยและพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

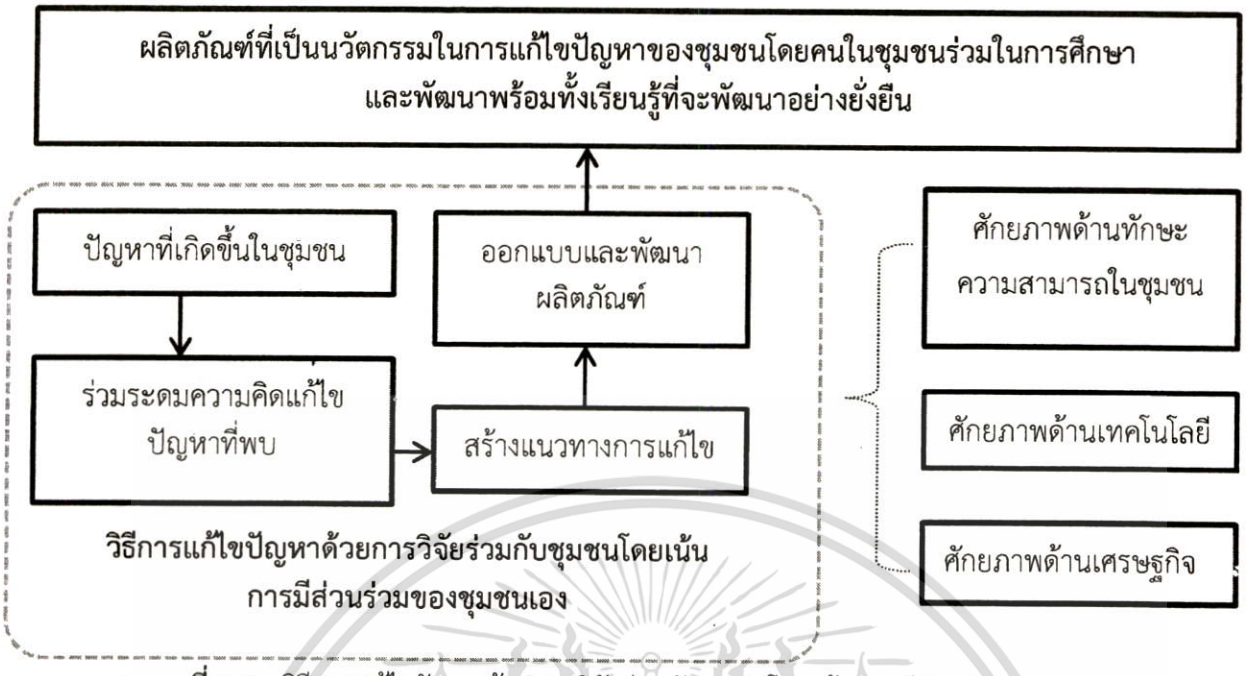


ภาพที่ 4.35 กระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนในพื้นที่เป้าหมายเพื่อส่งเสริมการพัฒนาอย่างยั่งยืนบนพื้นฐานศักยภาพแห่งตนเองที่สามารถพึ่งพาตนเองได้อย่างเหมาะสม

โดยรูปแบบของนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นจากความต้องการของชุมชนที่นำเสนอผ่านแนวคิดใหม่ กระบวนการประดิษฐ์ใหม่ วิธีการใหม่ ซึ่งทั้งหมดนั้นก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นพลวัตและมีความยั่งยืนต่อวิถีชีวิตของชุมชนและสิ่งแวดล้อม ซึ่งผ่านการพิจารณากระบวนการแห่งนวัตกรรม คือ 1) การสร้างความตระหนักถึงความจำเป็นที่ต้องมีในการแก้ไขปัญหาที่พบในชุมชน 2)การจุดประกายนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาชุมชนให้เกิดขึ้นด้วยความคิดสร้างสรรค์ 3)การจัดสร้างนวัตกรรมเพื่อก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์สิ่งใหม่ 4)การนำเอานวัตกรรมไปใช้งานในชุมชนและสร้างคุณประโยชน์กับชุมชนเอง

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตารางที่ 4.14 วิธีการแก้ไขปัญหาด้วยการวิจัยร่วมกับชุมชนโดยเน้นการมีส่วนร่วมของชุมชนเอง

สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างความยั่งยืนให้กับชุมชนนั้นยังมีรูปแบบที่นอกเหนือจากการแก้ไขปัญหาในชุมชนแล้วยังมีรูปแบบของการสร้างระบบเศรษฐกิจที่เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเศษเหลือทิ้งทางด้านขยะเปียกที่สร้างปัญหามลภาวะที่เป็นพิษกับชุมชนมากยิ่งขึ้นเพื่อส่งเสริมชีวิตความเป็นอยู่ให้คนในชุมชนสามารถนำศักยภาพของสิ่งที่มีอยู่ในชุมชนออกมาใช้งานได้อย่างคุ้มค่าทางมากที่สุดซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด “การพัฒนาอย่างยั่งยืน” ในมุมมองของการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าโดยไม่กระทบกระเทือนถึงคนในรุ่นถัดไป ซึ่งมุมมองนี้ช่วยสร้างแรงผลักดันให้เกิดการพิจารณาเพื่อนำเอาเศษเหลือทิ้งมาพิจารณาเพื่อสร้างอาชีพที่สร้างรายได้เสริมกับชุมชน

ภาพที่ 4.36 การระดมความคิดเบื้องต้นที่เกิดขึ้นระหว่างผู้วิจัยและชุมชนเป้าหมาย

การร่วมระดมความคิดของกลุ่มชุมชนกับนักวิจัยนั้นเป็นเสมือนการแสดงความจำนงที่ต้องการจะร่วมกันพัฒนาไปข้างหน้าอย่างเป็นพลวัตพร้อมกัน ซึ่งในวิธีการนี้คนในชุมชนจะสามารถร่วมแสดงทัศนะและข้อจำกัดที่ตนเองมีอยู่ให้นักวิจัยได้รู้และร่วมกำหนดทิศทางการพัฒนาไปพร้อมกัน โดยมีเป้าหมายคือการสร้างวิถีชีวิตที่ดีขึ้น มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นและมีเศรษฐกิจที่มากขึ้นจากเดิมที่มีอยู่

การร่วมแสดงแนวคิดและความต้องการที่จะพัฒนาด้วยศักยภาพของสิ่งที่มีเหลือทิ้งประเภทขยะเปียกร่วมกับเศษเหลือทิ้งทางด้านเกษตรกรรมจำนวนมากในชุมชน ซึ่งโดยมากจะเป็นเศษของวัชพืชที่ขึ้นอยู่ในไร่นา และสวนของชาวบ้านเอง เมื่อผ่านกระบวนการระดมความคิดเห็นร่วมกันสิ่งเหล่านี้แทนที่จะทิ้งไป ชุมชนเห็นว่าน่าที่จะสามารถนำมาสร้างสรรค์เป็นผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายเพื่อเพิ่มรายได้ให้กับชุมชนได้มากขึ้น โดยพิจารณาจากศักยภาพของชุมชนที่จะต้องไม่พึ่งพาเทคโนโลยีชั้นสูงมากนักแต่ใช้เพียงแค่ความรู้พื้นฐานก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียกเพื่อใช้ในการเพาะปลูกพืชอินทรีย์ได้ ซึ่งในส่วนนี้เปรียบเสมือนโจทย์ที่ผู้วิจัยจะต้องทำการพิจารณาทั้งระบบ คือ 1)สร้างกระบวนการใช้งานเศษเหลือทิ้งในพื้นที่เกษตรกรรมและเศษเหลือทิ้งจากขยะเปียก 2)สร้างเครื่องมือที่เหมาะสมกับความรู้ของชุมชน 3)สร้างเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมด้วยเทคโนโลยีชาวบ้าน 4)สร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบให้ชุมชนสามารถเดินตามและเรียนรู้ได้ง่าย 5)สร้างการเปลี่ยนแปลงทั้งระบบก่อให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนในชุมชนและท้องถิ่น หรือเรียกง่ายๆ “เรียนรู้ตนเอง พึ่งพาตนเองเพื่อพัฒนาตนเอง” ให้สามารถดำรงอยู่บนพื้นฐานเศรษฐกิจในปัจจุบันได้อย่างเท่าเทียมกับสังคมทั่วไป

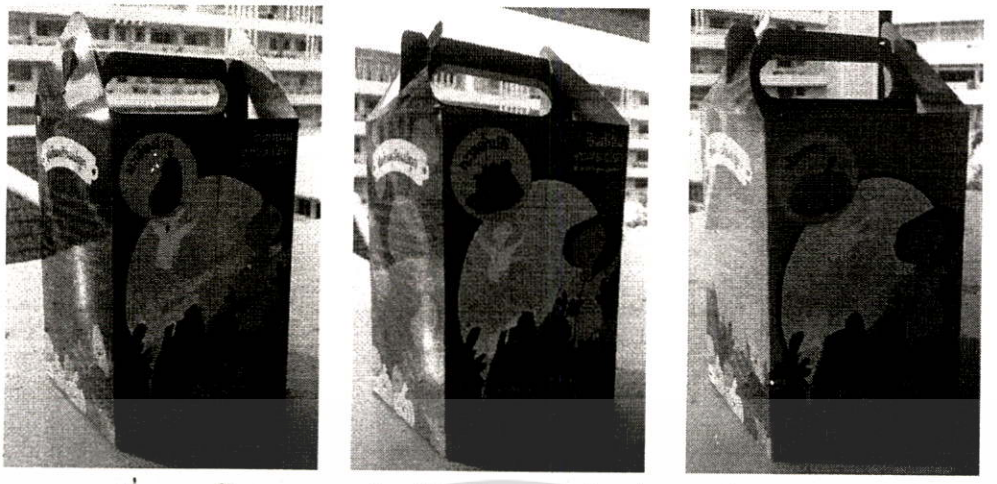
จากที่กล่าวมานั้นเป็นเพียงวิธีการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์ 2 กระบวนการที่มีเป้าหมายเดียวกันคือการสร้างความมั่นคงให้กับชุมชน ทั้งในด้านวิถีชีวิต ด้านเศรษฐกิจ ด้านการเพิ่มศักยภาพของชุมชนและสร้างความเท่าเทียมกันในสิทธิแห่งความเป็นมนุษย์ โดยมนุษย์ทุกคนต้องสามารถเข้าถึงแหล่งเรียนรู้และพัฒนาศักยภาพแห่งตนเองได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับศักยภาพที่ตนเองมี ซึ่งความแตกต่างระหว่าง 2 กระบวนการ คือ แหล่งที่มาของความต้องการที่จะแก้ไขที่ในวิธีที่หนึ่งนั้นเกิดจากปัญหาที่ชุมชนพบเห็นและมีแนวคิดที่อยากจะแก้ไขสิ่งเหล่านั้น และวิธีที่สองเกิดจากความต้องการที่จะสร้างชีวิตความเป็นอยู่ของตนเองให้ดีขึ้นในด้านเศรษฐกิจ โดยอาศัยการพิจารณาศักยภาพพื้นฐานของตนเองในชุมชนมาใช้เป็นเกณฑ์ข้อจำกัดในการพัฒนา ซึ่งสิ่งเหล่านี้อาจเรียกได้ว่าเป็นรูปแบบการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์บนพื้นฐานความยั่งยืนของชุมชนและสิ่งแวดล้อม โดยอาศัยการพิจารณาศักยภาพของชุมชนหรือท้องถิ่นเป็นหลักและนำสิ่งที่เรียนรู้มาผ่านกระบวนการสร้างสรรค์จนกระทั่งกลายเป็น “องค์ความรู้ที่สามารถจับต้องได้และใช้งานได้จริง” เนื่องจากผลลัพธ์ที่เกิดนั้นเกิดขึ้นจากชุมชน ผ่านกระบวนการผลิตและสร้างสรรค์โดยชุมชน สุดท้ายใช้งานโดยชุมชน ดังนั้นผลประโยชน์ทั้งหลายที่เกิดขึ้นจึงตกอยู่กับชุมชนและท้องถิ่นเป็นสำคัญ

4.6 กระบวนการวิจัยย่อยประเด็นการออกแบบบรรจุภัณฑ์และชั้นวางบรรจุภัณฑ์

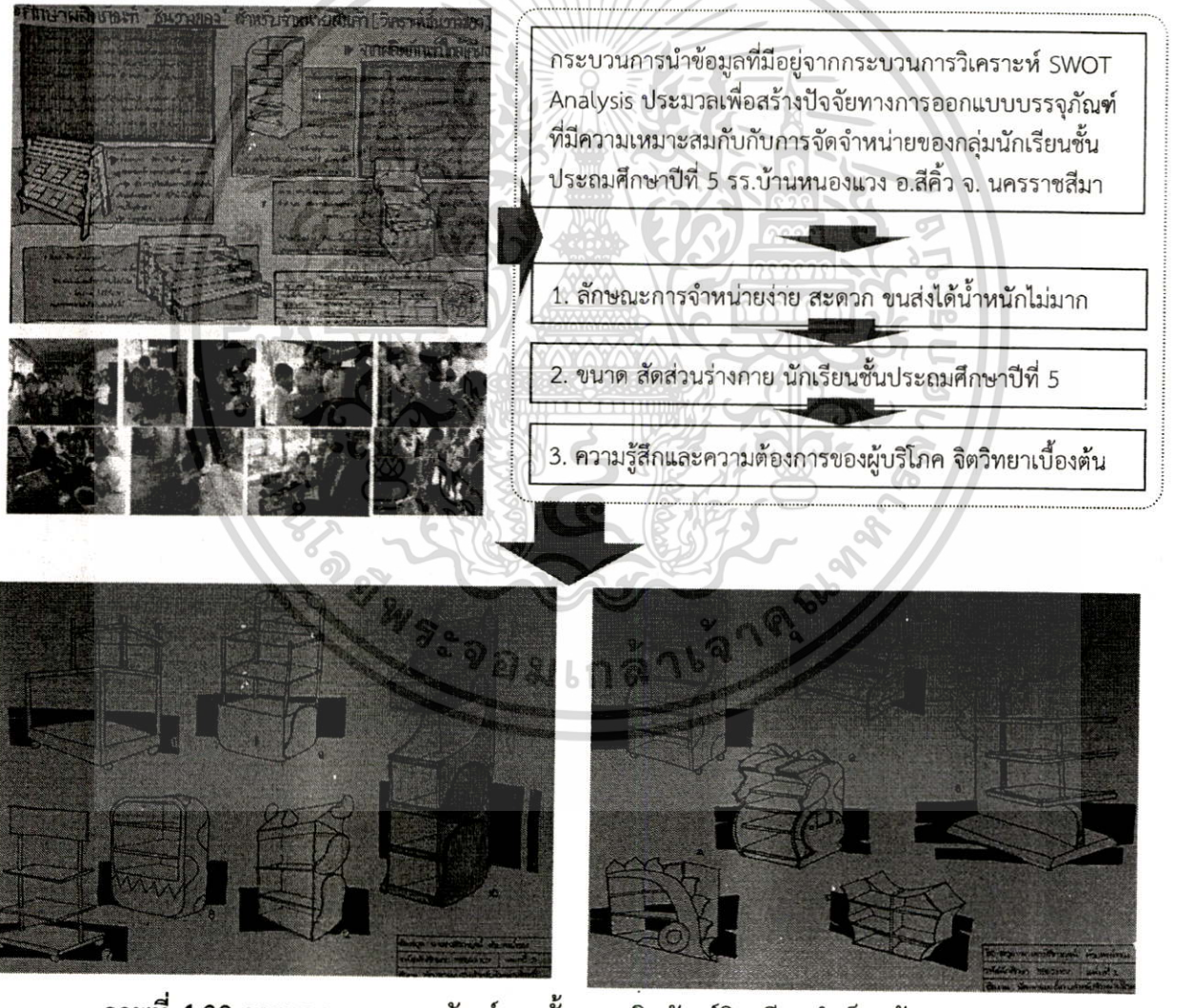
กระบวนการออกแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อใช้สำหรับการบรรจุดินเทียมที่ได้จากการแปรสภาพขยะเปียกที่เหลือทิ้งจากพื้นที่โรงเรียนขนาดเล็ก โดยผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและพัฒนารูปแบบของบรรจุภัณฑ์เพื่อส่งเสริมการจำหน่ายดินเทียมจากขยะเปียกด้วยการเพิ่มมูลค่าให้กับดินเทียม ซึ่งถือเป็นกระบวนการสร้างสรรค์บรรจุภัณฑ์เพื่อส่งเสริมการเพิ่มมูลค่าให้ดินเทียมที่ผ่านกระบวนการแปรสภาพจากขยะเปียกและเพิ่มคุณค่าทางด้านสารอาหารให้กับดินเทียมด้วยการใส่ ปุ๋ยคอก แกลบเผา แกลบดิบ ขุยมะพร้าว เพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าในดินเทียมให้มากยิ่งขึ้น ด้วยวิธีการส่งเสริมภาพลักษณ์และรูปทรงของบรรจุภัณฑ์เพื่อสร้างมูลค่าให้เพิ่มมากขึ้นจากปกติ โดยมุ่งตรงไปที่การส่งเสริมการขายให้เกิดขึ้นกับกลุ่มเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ลักษณะของโครงการออกแบบบรรจุภัณฑ์และชั้นวางบรรจุภัณฑ์นี้จะเน้นที่การสร้างชั้นวางบรรจุภัณฑ์ที่ไว้สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้ใช้เพื่อบรรจุดินเทียมที่เกิดจากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกในโรงอาหารของตนเอง ด้วยวิธีการแปรสภาพขยะเปียกที่พัฒนาใหม่ โดยเน้นที่การนำเสนอตัวผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม เพื่อเกษตรอินทรีย์ ซึ่งเป็นการสร้างและพัฒนาชั้นวางผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่ได้จากการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมของกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้แก่ ชุดดินเทียมจากขยะเปียกที่พร้อมปลูก โดยเป็นบรรจุภัณฑ์ดินเทียมสำเร็จรูปขนาด รูปแบบที่หนึ่ง 8 x 8.5 x 12 และรูปแบบที่สอง 8 x 9 x 13 ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการออกแบบบรรจุภัณฑ์เบื้องต้นสำหรับบรรจุผลิตภัณฑ์ดินเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.37 ต้นแบบบรรจุภัณฑ์สำหรับการจัดจำหน่ายดินเทียมจากขยะเปียก



ภาพที่ 4.38 การออกแบบบรรจุภัณฑ์และชั้นวางผลิตภัณฑ์ดินเทียมสำเร็จพร้อมปลูกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทำการระดมความคิดเพื่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์และชั้นวางบรรจุภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียกนั้นมีข้อจำกัดทางการออกแบบที่จะต้องสร้างสรรค์รูปแบบของชั้นวางบรรจุภัณฑ์ในส่วนส่งเสริมการจำหน่ายของกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม ตำบลสีคิ้ว อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา โดยเน้นการสร้างข้อจำกัดทางการออกแบบ ดังนี้

1. เน้นการจำหน่ายให้กับกลุ่มนักเรียนและครูหรือผู้ปกครองที่มาร่วมในการงานกิจกรรมต่างๆของทางโรงเรียนหรือที่โรงเรียนไปออกงานกิจกรรมในกลุ่มโรงเรียนของตนเอง

2. เน้นการสร้างรูปทรงที่สะท้อนถึงการส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกรักษ์สิ่งแวดล้อมที่กระตุ้นให้เด็กและผู้ปกครองหันมาสนใจการปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ภายในบ้านตนเองเพื่อเป็นการสร้างจิตสำนึกการรักษาสิ่งแวดล้อมให้เกิดขึ้นในกลุ่มเด็กเป็นเป้าหมายหลัก

3. เน้นการนำเสนอแนวคิดที่สะท้อนความเป็นดินเทียมจากขยะเปียกที่พัฒนาใหม่ได้ โดยมีภาพที่นำเสนอดินเทียมและวิธีการเพาะปลูก

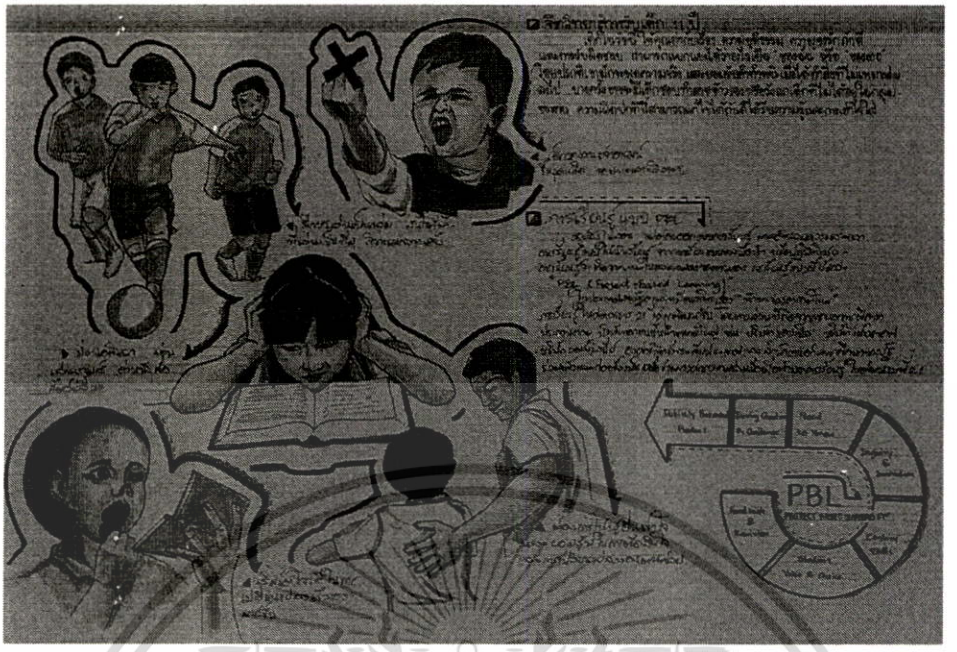
4. เน้นการใช้วัสดุที่สามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่นและมีต้นทุนที่ราคาการผลิตจำนวนมากไม่แพงมากนักและสามารถนำเสนอแนวคิดหรือความสวยงามได้อย่างเหมาะสมกับชุมชน

5. เน้นให้สามารถขนส่งและสามารถขนย้ายได้ง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากนัก มีลักษณะการจัดวางบรรจุภัณฑ์ที่น่าสนใจสำหรับเด็กวัยต่างๆ

จากการกำหนดแนวทางการระดมความคิดทางการออกแบบเบื้องต้นจากกลุ่มนักออกแบบและผู้วิจัยแล้วนั้นนำข้อมูลที่ผ่านกระบวนการระดมความคิดที่ได้มาเป็นปัจจัยในการสร้างแนวความคิดทางการออกแบบผ่านกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น (Data Analysis) ซึ่งนำปัจจัยต่างๆที่กล่าวมาข้างต้นมารวบรวมข้อมูลเพื่อทำการแก้ไขปัญหาทางกระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียกโดยสามารถที่จะนำเสนอออกเป็นรายข้อมูลเบื้องต้น ด้วยการลงพื้นที่ผ่านกระบวนการรวบรวมข้อมูลประเภทปฐมภูมิ จากการ 1)สัมภาษณ์กลุ่มเด็กนักเรียนเป้าหมายที่ใช้ในกระบวนการทดลอง 2)สัมภาษณ์กลุ่มครูและผู้ปกครองเด็กนักเรียน 3)กลุ่มผู้บริหารสถานศึกษาหรือผู้อำนวยการ 4)สัมภาษณ์นักออกแบบและนักกิจกรรมสำหรับเด็ก ข้อมูลประเภททุติยภูมิ จากการ 1)รวบรวมจากหนังสือและเอกสารทางวิชาการเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของเด็ก 2)รวบรวมข้อมูลจากหนังสือและเอกสารทางวิชาการเกี่ยวกับการกระตุ้นให้เกิดความต้องการซื้อและสร้างมุมมองใหม่ให้กับตลาด 3)การวางตำแหน่งของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการสื่อสารกับผู้บริโภค เป็นต้น

จากข้อมูลที่ผู้วิจัยได้กล่าวมาข้างต้นนั้นผู้วิจัยได้นำเสนอออกมาเป็นแผ่นนำเสนอกระบวนการวิเคราะห์โดยแยกออกเป็นรายด้านเพื่อนำเสนอในด้านการนำเสนอองค์ความรู้เพื่อการเผยแพร่กระบวนการออกแบบบรรจุภัณฑ์และชั้นวางบรรจุภัณฑ์เพื่อส่งเสริมการจำหน่ายสำหรับกลุ่มเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.39 กระบวนการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นก่อนนำเข้าสู่กระบวนการแก้ไขปัญหาทางการออกแบบ

จากการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นและนำข้อมูลที่ได้เข้าสู่กระบวนการร่างแนวความคิดเพื่อการแก้ไขปัญหาทางการออกแบบบรรจุภัณฑ์และชั้นวางบรรจุภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียกนั้นผู้วิจัยได้นำมาผนวกเข้ากับกระบวนการเรียนรู้ในรูปแบบของ PBL หรือ การเรียนรู้ในลักษณะของโครงการที่เด็กนักเรียนสามารถเรียนรู้และได้รับความคิดจากการทำกิจกรรมที่ผู้วิจัยได้สอดแทรกลงไปในระหว่างที่เด็กได้ทดลองจำหน่ายดินเทียมจากขยะเปียกและช่วงที่เด็กทดลองการเพาะปลูกพืชผักสวนครัวจากดินเทียมที่ตนเองซื้อไปทดลองปลูกซึ่งสิ่งเหล่านี้ที่สอดแทรกอยู่ในกิจกรรมเหล่านี้ คือ องค์ความรู้ที่เด็กสามารถรับรู้ได้ง่ายและสามารถเข้าใจได้อย่างถ่องแท้จากรูปแบบของกระบวนการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงของตัวเด็กเอง

ภาพที่ 4.40 กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดสัดส่วนข้อจำกัดทางการออกแบบสำหรับเด็กช่วงชั้น ป.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้ข้อจำกัดทางการออกแบบปัจจัยพื้นฐานสำหรับเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 แล้วนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินกระบวนการเรียนรู้ จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส ความเสี่ยง หรือ (SWOT) ผลิตภัณฑ์ที่เป็นบรรจุภัณฑ์และชั้นวางบรรจุภัณฑ์สำหรับดินเทียมจากขยะเปียก โดยสามารถทำการวิเคราะห์ SWOT ผลิตภัณฑ์ชั้นวางจำหน่ายสินค้าที่มีอยู่ในท้องตลาดออกเป็นรายผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1) SWOT Analysis กรณีศึกษาชั้นวางครีมโลชั่น : ระดับชั้นวางจำนวน 6 ชั้นวาง สามารถที่จะจัดวางขวดโลชั่นได้ 13 แถว แถวละ 3 ขวด ขึ้นอยู่กับขนาดของขวดโลชั่นในแต่ละยี่ห้อ ส่วนใหญ่จะมีการจัดเรียงผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายยี่ห้อไว้รวมกัน และจะมีการติดป้ายโลชั่นที่มีช่วงของโปรโมชั่น ซื้อ 1 แถม 1 เพื่อเป็นการเพิ่มยอดขายหรือการกระตุ้นให้มีความน่าสนใจในตัวของชั้นวางจำหน่ายก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายดีเพื่อตอบสนองความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคและลักษณะการจัดสินค้าจะมีการจัดไว้ในบริเวณทางเดินด้านหน้าทางเข้าเพื่อให้ผู้บริโภคสามารถเห็นได้อย่างชัดเจน

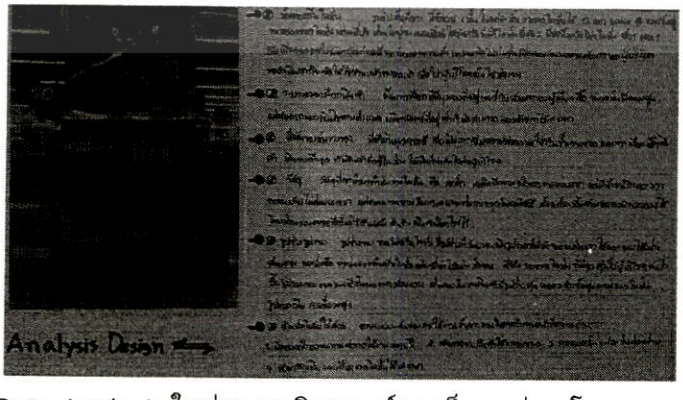
ระยะการมองหรือมุมมองของสินค้าที่เกิดขึ้นจากชั้นวางจำหน่าย เป็นการเลือกมุมมองที่อยู่พอดีกับสายตาของผู้เลือกซื้อ ขนาดชั้นสามารถปรับความสูงได้และมีความสูงในระดับสายตาพอดีจึงสามารถที่จะมองเห็นผลิตภัณฑ์สินค้าได้ครบถ้วนทั้งหมด ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในมุมมองที่ต่ำก็ยังสามารถมองเห็นและหยิบจับเพื่อดูสินค้าได้สะดวกและเป็นระเบียบ

สีสันของชั้นวางของนั้นเป็นชั้นที่ถือได้ว่ามีสีสันดึงดูดใจ ฉูดฉาดดี ถือได้ว่าเป็นการเพิ่มเติมความสวยงามให้กับชั้นวางของและการเลือกซื้อสินค้าเป็นการดึงดูดใจให้สามารถสร้างจุดเด่นบนชั้นวางสินค้าให้มีความน่าสนใจแก่ผู้บริโภคทั่วไป

วัสดุที่นำมาทำชั้นวางสินค้าประเภทโลชั่น คือ เหล็ก ซึ่งเหล็กนั้นถือได้ว่ามีความแข็งแรงทนทานแต่จะมีน้ำหนักที่เยอะกว่าวัสดุชนิดอื่นๆทำให้การขนย้ายไม่มีความสะดวก แต่ชั้นวางจะมีความทนทานและแข็งแรงสูงมากอีกทั้งยังสามารถซ่อมบำรุงได้ง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน ซึ่งวัสดุและองค์ประกอบของชั้นวางนั้นสามารถที่จะถอดประกอบแยกชิ้นได้ง่าย โดยการยึดด้วยจุดยึดแบบเขี้ยวจำนวน 2 จุดยึด

รูปร่างและรูปทรงของชั้นวางบรรจุภัณฑ์ประเภทขวดครีมโลชั่นมีรูปร่างของชั้นวางที่มีความสวยงามที่มียี่ห้อหรือสัญลักษณ์ของสินค้าที่จำหน่ายโลชั่นแต่ละยี่ห้ออย่างชัดเจน สีสันของขวดโลชั่นจะนำมาใช้สร้างจุดเด่นให้เกิดความน่าสนใจต่อตัวผู้บริโภคในด้านรูปแบบและสีสันที่มีความสวยงาม ในส่วนของบริเวณชั้นวางสินค้าจะมีรูปร่างสูงและระดับชั้นที่สูงตามรูปแบบขวดของโลชั่นที่เป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมทรงสูง

ด้านประโยชน์ใช้สอย มีความเหมาะสมกับกระบวนการใช้งานชั้นวางเพื่อการจัดจำหน่ายในการทำตามาหน้าที่สนองความต้องการ 1)มีความคงทนทานแข้งแรงต่อการใช้งานได้ยาวนาน 2)สามารถที่จะจัดวางสินค้าได้จำนวนมาก 3)สามารถถอดประกอบชิ้นส่วนของชั้นวางแต่ละชิ้นได้อย่างเหมาะสมและไม่ยุ่งยาก 4)สามารถหยิบและเลือกขวดโลชั่นได้ง่ายไม่มีความซับซ้อน



ภาพที่ 4.41 Data Analysis ในส่วนการวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส ความเสี่ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) SWOT Analysis กรณีศึกษาชั้นวางเครื่องสำอาง : ทำการ SWOT เครื่องสำอาง Maybelline ระดับชั้นวางสินค้ามีจำนวน 4 ชั้น ในแต่ละชั้นวางนั้นสามารถที่จะวางสินค้าเครื่องสำอางได้หลากหลายรูปแบบทั้งแบบแท่ง แบบกล่อง แบบขวด แบบตลับ โดยชั้นวางเครื่องสำอางยี่ห้อนี้จะมีการออกแบบชั้นวางเป็นกระจกใสเพื่อเป็นการป้องกันสินค้าตกกระทบพื้นที่อาจจะทำให้เกิดการแตกหักของสินค้าได้ จากการจับของผู้บริโภค เป็นการมองและพิจารณาภายนอกก่อนที่จะเปิดกระจกเพื่อเข้าถึงตัวสินค้าก่อให้เกิดความรู้สึกว่าตัวสินค้าเครื่องสำอางนั้นมีความสำคัญและมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น ทั้งให้ดูภายนอกมีความหรูหราน่าสนใจมีความเหมาะสมกับรูปแบบของสินค้า อีกทั้งยังมีไฟส่องสินค้าก่อให้เกิดความสวยงามของแสงไฟที่กระทบต่อตัวสินค้า

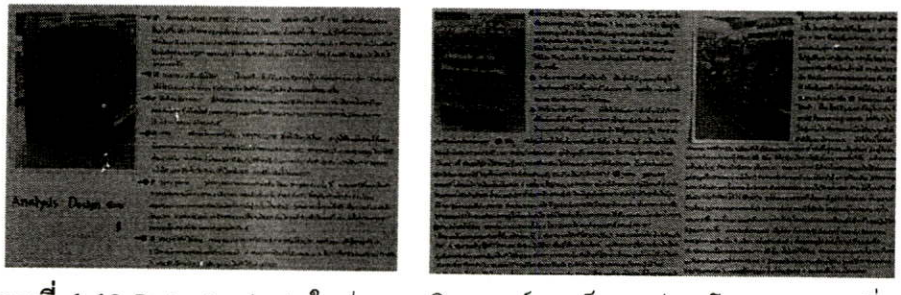
ระยะการมองและเลือกซื้อสินค้า เป็นการเลือกซื้อที่ถือเป็นการสร้างมุมมองต่อผลิตภัณฑ์หรือสินค้าที่ดีมากอยู่ในระดับสายตาที่มีความเหมาะสม การมองสินค้าสามารถที่จะมองและเห็นได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้นอีกทั้งยังสามารถเห็นได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้นจากมุมมองทางด้านบน ข้างล่างของชั้นวางสินค้าที่ตั้งอยู่ในชั้นสามารถที่จะสร้างสรรค์มุมมองต่อตัวผลิตภัณฑ์ได้อย่างเหมาะสมและรอบด้าน

สีสันของชั้นวางของ มีสีสันที่มีความสวยงามเหมาะสมกับสีสันของชั้นวางเครื่องสำอาง เป็นการดึงดูดความสนใจของผู้บริโภคได้เป็นอย่างดี ทำให้ผู้บริโภคนั้นอยากที่จะเข้ามาชมสินค้าเครื่องสำอาง โดยมีการแสดงตราสัญลักษณ์ของสินค้าและมีการสร้างสรรค์ลวดลายและสีสันที่มีความสอดคล้องกับตัวผลิตภัณฑ์สินค้าที่วางจำหน่ายทำให้ดูมีความน่าสนใจและสามารถกระตุ้นให้ผู้บริโภคเข้ามาเลือกชมสินค้าได้เหมาะสม

วัสดุที่ใช้ในการผลิตชั้นวางสินค้า วัสดุที่ใช้ในการสร้างชั้นวางเครื่องสำอางเพื่อการจำหน่ายจะเป็นอลูมิเนียม โดยอลูมิเนียมที่ใช้จะเป็นวัสดุที่มีความแข็งแรงและมีความทนทานสูงเทียบเท่าเหล็ก แต่อลูมิเนียมนั้นจะมีน้ำหนักที่เบากว่าเหล็กมาก มีความแข็งแรงและสามารถทนทานต่อการใช้งานเป็นระยะเวลายาวนานกว่าเหล็ก และในส่วนของกระจกใสนั้นจะเป็นกระจกที่มีความหนาและมีการเคลือบแผ่นฟิล์มบางๆ เพื่อป้องกันการแตกง่ายของกระจก อีกทั้งกระจกยังสามารถที่จะถอดออกเพื่อปรับรูปแบบของตู้หรือชั้นวางสินค้าได้อย่างหลากหลายรูปแบบแต่ในส่วนของการเคลื่อนย้ายตู้หรือชั้นวางนั้นจะไม่สะดวกเนื่องจากอาจจะก่อให้เกิดการแตกของกระจกทั้ง 3 ด้านได้ง่าย

รูปร่างและรูปทรงของชั้นวางสินค้า โดยรูปร่างและรูปทรงชั้นวางเครื่องสำอางจะมีความแตกต่างจากชั้นวางปกติเนื่องจากจะมีจำนวน 3 ด้านสามารถที่จะนำเสนอผลิตภัณฑ์ที่มีความแตกต่างกันได้ง่ายซึ่งทำให้มีความได้เปรียบในการนำมาจัดวางผลิตภัณฑ์รูปแบบต่างๆ และรูปทรงชั้นวางสินค้าที่มีรูปร่างและรูปทรงที่มีความกะทัดรัดเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมด้านเท่าและมีการออกแบบชั้นวางสินค้าให้มีความพอดีกับขนาดของโครงสร้างชั้น โดยมีทั้งชั้นวางแบบยาวและชั้นวางที่มีขนาดตามตัวผลิตภัณฑ์สินค้าที่ต้องการจัดวาง

ด้านประโยชน์ใช้สอยชั้นวางสินค้า นั้นถือได้ว่ามีความเหมาะสมกับการใช้งานในการวางสินค้าเครื่องสำอางของการทำหน้าที่กระตุ้นความต้องการในการบริโภคของกลุ่มลูกค้า คือ 1)มีความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งานได้ยาวนานหลายปี 2)สามารถที่จะจัดวางสินค้าได้หลากหลายรูปแบบ 3)มีกระจกใสเพื่อป้องกันการตกหล่นของสินค้าที่มีมูลค่าสูง 4)สามารถที่จะเลื่อนกระจกและสามารถเห็นสินค้าได้อย่างสะดวก



ภาพที่ 4.42 Data Analysis ในส่วนการวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส ความเสี่ยง

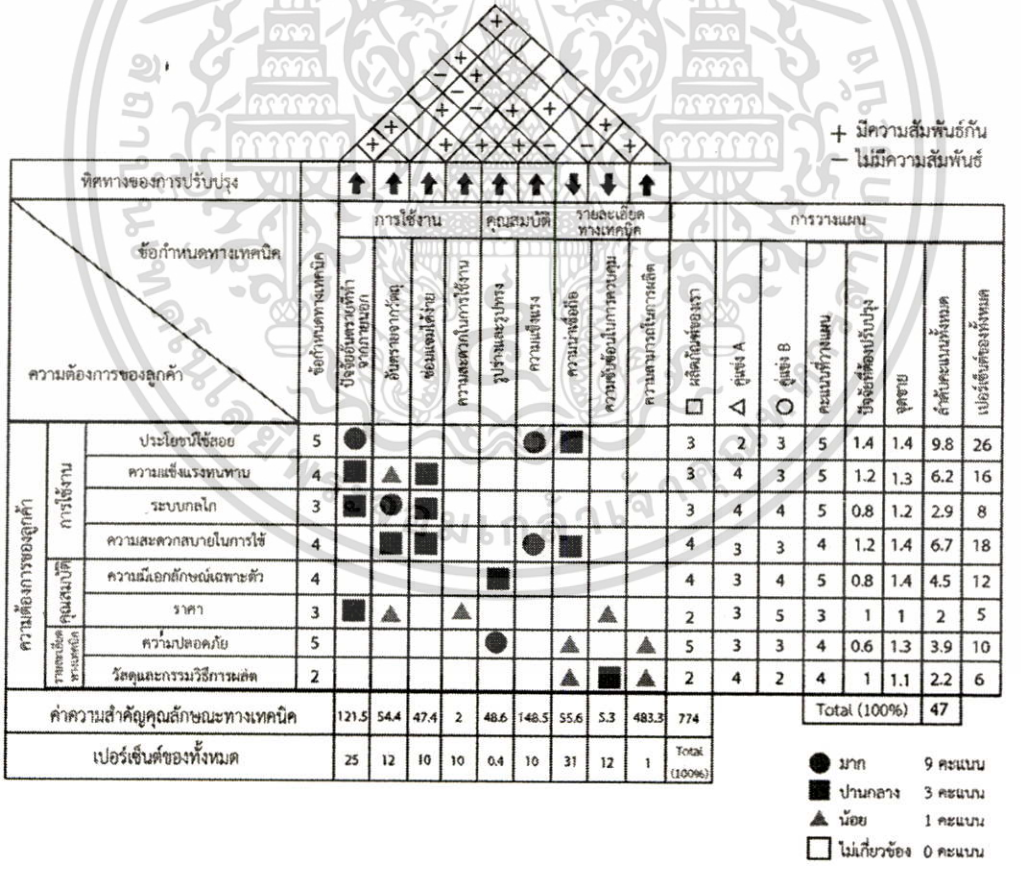
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัยทำการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นและทำการวิเคราะห์ SWOT เพื่อการพิจารณาคุณลักษณะที่มีความเหมาะสมในการคัดเลือกคุณสมบัติที่คาดหวังว่าจะมีความเหมาะสมในการนำรูปแบบและแนวความคิดทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ชั้นวางสินค้าที่มีอยู่แล้วในท้องตลาดนั้นมาประยุกต์ใช้งาน โดยผู้วิจัยทำการนำเสนอแนวความคิดผ่านกระบวนการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานและระดมความคิดผ่านแนวทางการออกแบบและพัฒนาด้วย “กระบวนการแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ (Quality Function Development : QFD) ซึ่งได้นำหลักการเชิงทฤษฎีมาประยุกต์ใช้งานในการสร้างข้อจำกัดทางการออกแบบบรรจุภัณฑ์และชั้นวางผลิตภัณฑ์จากดินเทียมที่ผลิตด้วยขยะเปียกจากกลุ่มเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา โดยผู้วิจัยได้นำข้อจำกัดด้านต่างๆมาประมวลด้วยหลักการ QFD ก่อนที่จะทำการแปลงความหมายของข้อมูลที่ได้รับเข้าสู่กระบวนการปฏิบัติการทางการออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์และชั้นวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์

ตารางที่ 4.15 การแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ (Quality Function Development : QFD)

การศึกษาและพัฒนาชั้นวางของเพื่อจำหน่ายดินเทียมจากขยะเปียก

การแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ (Quality Function Deployment: QFD)



จากตาราง QFD. พบว่า

ความต้องการของกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการมากที่สุดในการศึกษาและพัฒนาชั้นวางของเพื่อจำหน่ายดินเทียมจากขยะเปียก คือ ด้านประโยชน์ใช้สอย รองลงมา คือความสะดวกสบายในการใช้งาน จากข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามของกลุ่มเป้าหมายผ่านกระบวนการวิเคราะห์ของ House of Quality จะนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบ และพัฒนาชั้นวางของเพื่อจำหน่ายดินเทียมจากขยะเปียก ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางกระบวนการแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ (Quality Function Development : QFD) นั้นพบว่า ระดับความต้องการของผู้บริโภคในกลุ่มเป้าหมายที่มีความต้องการมากที่สุดสำหรับการศึกษาชั้นวางของเพื่อการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์จากดินเทียมที่ผลิตจากขยะเปียกนั้น ประกอบด้วยด้านประโยชน์ใช้สอย อันดับรองลงมา คือ ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน ซึ่งจากข้อมูลที่ได้รับจากการสอบถามกลุ่มผู้บริโภคที่เป็นกลุ่มเป้าหมายผ่านกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย “House of Quality” โดยนำข้อมูลข้อจำกัดในด้านการคำนึงถึงมาใช้สำหรับการออกแบบชั้นวางสินค้าจากดินเทียมที่ผลิตด้วยขยะเปียก เพื่อส่งเสริมภาพลักษณ์ในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์จากดินเทียมต่อไป

สำหรับกระบวนการจำแนกการวิเคราะห์การแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ (Quality Function Development : QFD) สามารถที่จะจำแนกออกเป็นรายด้าน

จำแนกการวิเคราะห์การแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ (Quality Function Deployment: QFD) ตามหัวข้อการศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียก เพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

1.

การเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

จากการเปรียบเทียบใกล้เคียง พบว่า ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงรูปแบบ A มีความโดเด่นในด้านประโยชน์ใช้สอย , ราคา และวัสดุที่ใช้ในการผลิต พร้อมกับมีจุดอ่อนในด้านระบบกลไก , ความสะดวกสบายในการใช้งาน และการซ่อมแซมบำรุงรักษา ส่วนผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงรูปแบบ B มีความโดเด่นในด้านระบบกลไก , ความแข็งแรงทนทาน , ประโยชน์ใช้สอย และความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว พร้อมกับมีจุดอ่อนในด้านความแข็งแรงทนทาน , ความปลอดภัย และการซ่อมแซมบำรุงรักษา

2.

ปัจจัยที่ต้องปรับปรุง

ปัจจัยที่ต้องปรับปรุงสำหรับเครื่องแปรสภาพขยะเปียก เพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ คือ การซ่อมแซมบำรุงรักษา รองลงมาคือด้านความปลอดภัย , วัสดุกรรมวิธีการผลิต และความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว หากมีการพัฒนาในครั้งต่อไปควรคำนึงถึงปัจจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

3.

จุดขาย

จุดขายที่ควรคำนึงสำหรับเครื่องแปรสภาพขยะเปียก เพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์จากการวิเคราะห์ของฝ่ายการตลาด คือ ประโยชน์ใช้สอย , ความสะดวกสบายในการใช้งาน , ราคา , ความปลอดภัย และวัสดุที่ใช้ในการผลิต จากมุมมองของฝ่ายการตลาดปัจจัยตามหัวข้างต้นจะช่วยเพิ่มความสนใจให้กับเครื่องแปรสภาพขยะเปียก เพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย

4.

ความต้องการของลูกค้า

ความต้องการของกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการมากที่สุดในการศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียก เพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ คือ ด้านประโยชน์ใช้สอย รองลงมา คือความแข็งแรงทนทาน จากข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามของกลุ่มเป้าหมายผ่านกระบวนการวิเคราะห์ของ House of Quality จะนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบ และพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียก เพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) การเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง : จากการเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงนั้นสามารถพบว่า ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงรูปแบบ A มีความโดดเด่นด้านความคงทนแข็งแรง และมีระบบกลไกในการพับและติดตั้ง ตลอดจนวัสดุที่ใช้ในกระบวนการผลิตนั้นมีความโดดเด่นให้กับตัวผลิตภัณฑ์รูปแบบ A พร้อมกันนั้นยังสามารถที่จะพบจุดด้อยหรือจุดอ่อนในด้านของประโยชน์ใช้สอย และความสะดวกสบายในการใช้งาน รวมถึงความมีเอกลักษณ์ที่เฉพาะตัว ซึ่งสามารถที่จะนำปัจจัยเหล่านี้เข้ามาร่วมสร้างข้อจำกัดทางการออกแบบชั้นวางจำหน่ายดินเทียมจากขยะเปียกได้ ส่วนผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงในรูปแบบที่ B นั้นถือได้ว่ามีความโดดเด่นในด้านระบบกลไกกระบวนการประกอบและติดตั้งที่สามารถติดตั้งได้ง่ายไม่ยุ่งยากและซับซ้อน รวมทั้งยังมีระดับราคาที่มีความเหมาะสมไม่แพงมากนัก ตลอดจนการสร้างความเอกลักษณ์เฉพาะตนเองให้เกิดขึ้นบนตัวผลิตภัณฑ์เหล่านั้นสามารถที่จะพบได้บนชิ้นงานชั้นวางสินค้าใกล้เคียงรูปแบบ B แต่ยังสามารถที่จะพบจุดอ่อนของผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงรูปแบบ B คือ ด้านวัสดุที่นำมาใช้งานนั้นไม่มีความคงทนทานและแข็งแรงเพียงพอต่อการใช้งานที่ยาวนานและยังมีกระบวนการผลิตที่มีความยุ่งยากและซับซ้อน จึงทำให้ขาดความแข็งแรงทนทานของการติดตั้งและใช้งาน รวมถึงประโยชน์ใช้สอยที่มีจำกัดไม่เหมาะสมต่อการจัดวางสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลายรูปทรง

2) การเปรียบเทียบปัจจัยที่ต้องการปรับปรุง : สำหรับปัจจัยที่ต้องการปรับปรุงในการออกแบบชั้นวางผลิตภัณฑ์หรือสินค้าจากดินเทียมที่ผลิตด้วยขยะเปียกนั้นจะมีข้อเสนอ คือ ควรปรังปรุงในส่วนของด้านความปลอดภัยในการจัดแสดงหรือจัดจำหน่ายและมีความปลอดภัยในการติดตั้งเนื่องจากกลุ่มผู้ใช้งานนั้นเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 นั้นถือได้ว่าเป็นผู้ใช้งานหลักและมีกลุ่มผู้บริโภคเป็นกลุ่มเด็กนักเรียนระดับชั้นต่างๆ ดังนั้นปัจจัยทางด้านความปลอดภัยจึงถือได้ว่าเป็นปัจจัยหลักที่ผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึง อันดับที่ 2 คือ ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว ที่ผู้ออกแบบจะต้องสามารถที่จะสะท้อนความเฉพาะตัวของผลิตภัณฑ์หรือบรรจุภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียกให้สามารถที่จะส่งสารความหมายไปยังกลุ่มผู้บริโภคได้และยังต้องสามารถบ่งบอกเรื่องราวของดินเทียมและประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีการนำดินเทียมจากขยะเปียกไปเพาะปลูกพืชแบบอินทรีย์ ในส่วนของระบบกลไกที่จะมีกลไกไม่มากนักและไม่มีความซับซ้อนในการติดตั้งหรือเคลื่อนย้ายเนื่องจากเป็นการใช้งานโดยนักเรียนที่มีอายุระหว่าง 10-11 ขวบ ดังนั้นระบบกลไกที่ใช้จะต้องมีความง่ายและปลอดภัยเป็นหลัก

3) การเปรียบเทียบปัจจัยสำหรับจุดขายหรือจุดจำหน่าย : สำหรับการเปรียบเทียบจุดขายหรือจุดสำหรับการจัดจำหน่ายดินเทียมที่ได้จากขยะเปียก นั้นเป็นกระบวนการวิเคราะห์ด้วยข้อมูลทางด้านการตลาดที่ผลิตภัณฑ์ชั้นวางที่พัฒนาใหม่นั้นจำเป็นที่จะต้องมีปัจจัยในการคิดคำนึง อันดับที่ 1 คือ ประโยชน์ใช้สอยที่ผู้ออกแบบจะต้องสามารถที่จะนำเสนอประโยชน์ใช้สอยที่มีความเหมาะสมในการเสริมสร้างภาพลักษณ์ของบรรจุภัณฑ์หรือผลิตภัณฑ์จากดินเทียมให้สามารถมีมุมมองที่เหมาะสมและมีความสวยงามน่าสนใจ อีกทั้งยังสามารถที่จะมีประโยชน์ใช้สอยได้อย่างหลากหลายและสามารถจัดวางได้หลากหลายรูปแบบตามพื้นที่ในการจัดแสดงที่แตกต่างกันไป อันดับที่ 2 คือ ความสะดวกสบายในการใช้งานที่จะต้องเน้นในการสร้างความถูกต้องตามลักษณะการยศาสตร์ที่สามารถตอบสนองทางด้านร่างกายให้กับกลุ่มผู้บริโภคและกลุ่มผู้จำหน่ายได้อย่างเหมาะสมซึ่งในที่นี้จะเป็นกลุ่มเด็กนักเรียนชั้นต่างๆตั้งแต่ประถมศึกษาปีที่ 1-6 และกลุ่มครูอาจารย์ในพื้นที่การศึกษา อันดับที่ 3 คือ ความมีเอกลักษณ์ที่เฉพาะตัว โดยเน้นการสร้างสรรค์ความพิเศษให้สามารถเกิดขึ้นได้ในตัวชั้นวางสินค้าหรือชั้นวางผลิตภัณฑ์จากขยะเปียก ซึ่งถือเป็นการนำเสนอความสวยงามที่คงความพิเศษทางด้านรูปลักษณ์ที่น่าสนใจ อันดับที่ 4 คือ ด้านความปลอดภัยในกระบวนการใช้งานหรือการขนส่งและเคลื่อนย้ายชั้นวางที่จะต้องสามารถขนส่งและประกอบเพื่อการใช้งานได้อย่างรวดเร็วและมีความชัดเจนในกระบวนการประกอบชั้นวาง โดยจะต้องมีน้ำหนักที่เบาและมีความปลอดภัยในการใช้งานสำหรับ

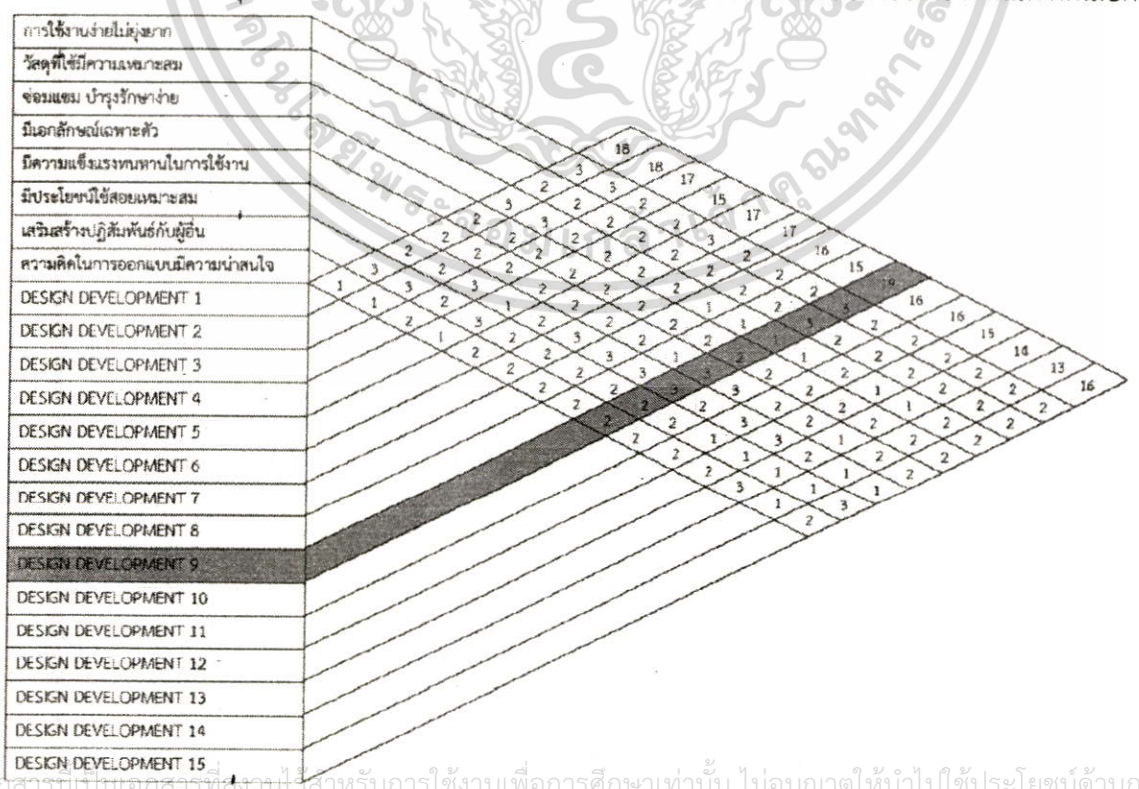
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มผู้บริโภคและกลุ่มผู้ใช้งานหลัก ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวนั้นถือได้ว่าเป็นข้อมูลที่เกิดจากมุมมองทางด้านกระบวนการศึกษาข้อมูลทางด้านการตลาดเพื่อที่จะช่วยเพิ่มความน่าสนใจให้กับตัวของชั้นวางเพื่อการจัดจำหน่ายดินเทียมจากขยะเปียก

4) การเปรียบเทียบปัจจัยสำหรับความต้องการของลูกค้า : สำหรับแนวคิดทางด้านการศึกษาความต้องการของกลุ่มเป้าหมายหรือกลุ่มลูกค้าที่แสดงความต้องการมากที่สุดในการศึกษาและพัฒนาชั้นวางของเพื่อส่งเสริมการจำหน่ายดินเทียมจากขยะเปียก ซึ่งจะต้องอาศัยการคิดคำนึงถึงปัจจัย ดังนี้ อันดับที่ 1 ด้านประโยชน์ใช้สอย คือ เป็นกระบวนการที่แสดงมุมมองที่กลุ่มลูกค้าหรือกลุ่มผู้ใช้งานนั้นแสดงความต้องการที่จะต้องเน้นไปที่ประโยชน์ใช้สอยได้อย่างหลากหลาย “อัตถประโยชน์” ซึ่งจะช่วยให้เกิดความสะดวกสบายในการใช้งานและมีความน่าสนใจในกระบวนการพัฒนาชั้นวางที่มีความพิเศษทางด้านการออกแบบรูปลักษณ์ อันดับที่ 2 ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน คือ กระบวนการเน้นการสร้างความสะดวกสบายในขณะที่มีการใช้งานชั้นวางของกลุ่มผู้บริโภคและกลุ่มผู้จำหน่าย ซึ่งความสะดวกสบายนี้จะต้องมีการคาดการณ์ถึงพฤติกรรมของมนุษย์ในช่วงอนาคตที่จะมีการใช้งานชั้นวางของเหล่านี้ว่าจะมีกระบวนการและวิธีการใช้งานอย่างไร ซึ่งข้อมูลข้อกำหนดในการสร้างปัจจัยเพื่อการออกแบบชั้นวางสินค้าผลิตภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียกนี้ได้มาจากกระบวนการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามของกลุ่มเป้าหมายผ่านกระบวนการวิเคราะห์ของ House of Quality ซึ่งข้อมูลที่ได้รับมานั้นถือเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาชั้นวางของเพื่อส่งเสริมการจำหน่ายดินเทียมจากขยะเปียก

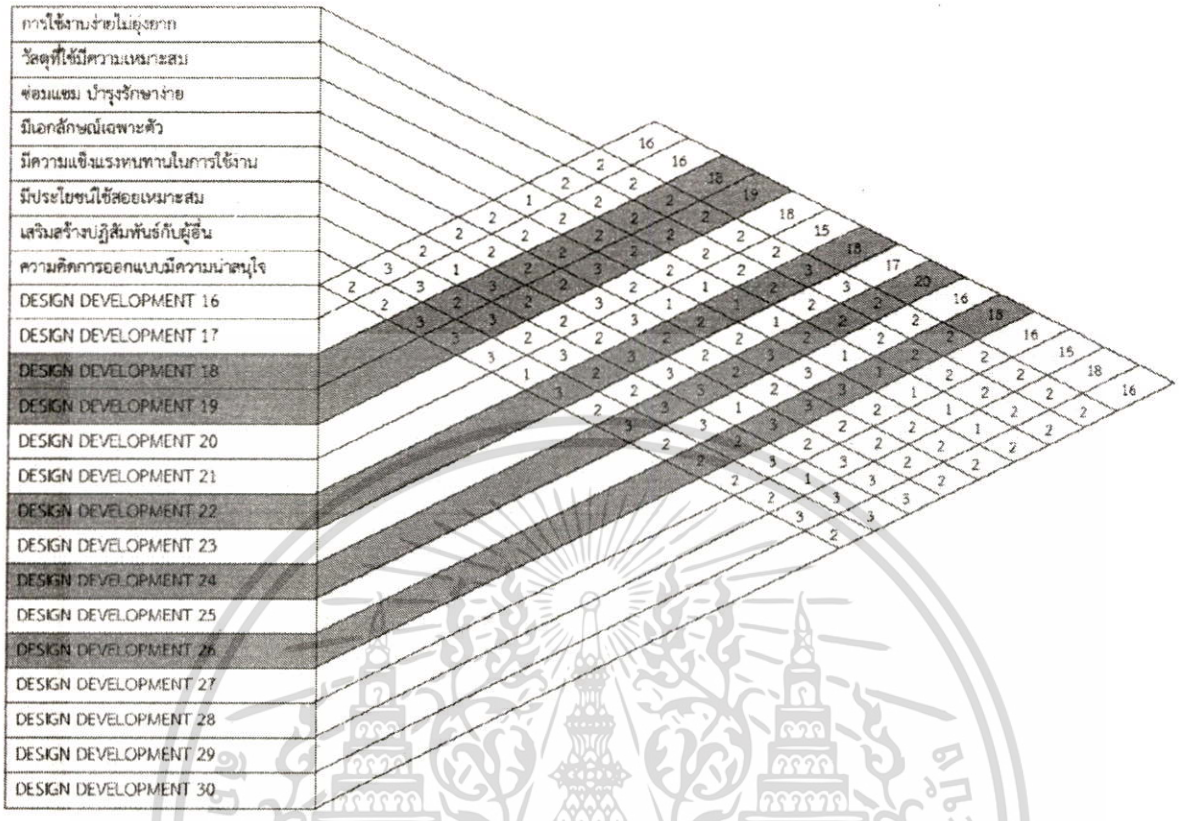
นำข้อมูลที่ได้รับจากกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยกระบวนการแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ (Quality Function Development : QFD) จนกระทั่งสามารถที่จะกำหนดข้อจำกัดทางการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์และชั้นวางผลิตภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียก โดยผู้วิจัยได้นำผลข้อจำกัดทางการออกแบบมาพัฒนา (Design Development) จำนวน 30 รูปแบบ และจากนั้นคัดเลือกรูปแบบที่มีศักยภาพมาจำนวน 4 รูปแบบ โดยสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ ดังนี้

ตารางที่ 4.16 การประยุกต์ใช้หลักการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงการออกแบบในการวิเคราะห์และคัดเลือก



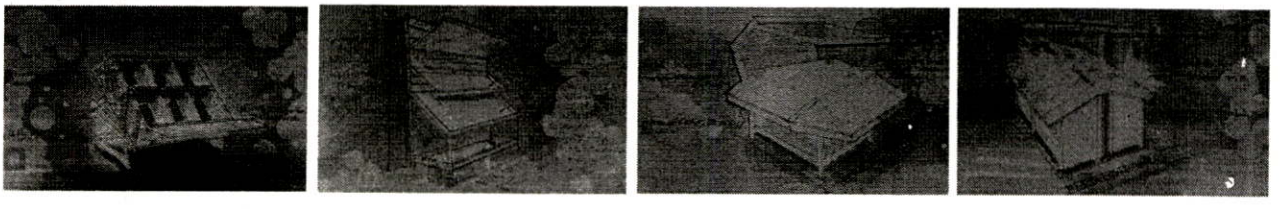
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 ประยุกต์ใช้หลักการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงการออกแบบในการวิเคราะห์และคัดเลือก(ต่อ)



จากตารางการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงการออกแบบในการวิเคราะห์และคัดเลือกรูปแบบที่พัฒนาใหม่จากจำนวน 30 รูปแบบ สามารถสรุปรูปแบบร่างบรรจุภัณฑ์และชั้นวางผลิตภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียกที่น่าสนใจได้รวมทั้งสิ้น 4 รูปแบบ พบว่า อันดับที่ 1 Design Development 24 ได้ค่าคะแนนความสัมพันธ์เชิงการออกแบบ 20 คะแนน อันดับที่ 2 Design Development 9 , 19 ได้ค่าคะแนนความสัมพันธ์เชิงการออกแบบ 19 คะแนน อันดับที่ 3 Design Development 18 , 22 , 26 ได้ค่าคะแนนความสัมพันธ์เชิงการออกแบบ 18 คะแนน

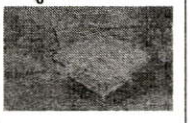
โดยมีการทาแถบสีเพื่อใช้ในการนำเสนอข้อมูล ซึ่งได้แก่ รูปแบบที่ 9 รูปแบบที่ 18 รูปแบบที่ 19 รูปแบบที่ 22 รูปแบบที่ 24 และรูปแบบที่ 26 ดังนั้นผู้วิจัยได้นำทั้ง 4 รูปแบบนี้ไปทำ Sketch Design พร้อมด้วยรายละเอียดแต่ละรูปแบบที่แตกต่างกันไป เพื่อนำไปประเมินรูปแบบ ซึ่งในส่วนค่าคะแนนในกลุ่มอันดับที่ 3 นั้น ผู้วิจัยทำการคัดเลือกตัวแทนเพียง 1 รูปแบบนั้น คือ Design Development 18 เนื่องจากคะแนนที่ได้รับในรายข้อย่อยนั้นมีความเหมาะสมในการพัฒนาเพื่อต่อยอดทางความคิดมากที่สุดจากการเปรียบเทียบในเชิงหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม



ภาพที่ 4.43 ขั้นตอนการคัดเลือกรูปแบบที่ผ่านกระบวนการระดมความคิดจำนวน 4 รูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 การประเมินค่าความสัมพันธ์ทางด้านหลักการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ (n=7)

รายการประเมิน	รูปแบบที่ 1		รูปแบบที่ 2		รูปแบบที่ 3 		รูปแบบที่ 4	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
1. ด้านประโยชน์ใช้สอยในบรรจุภัณฑ์และชั้นวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียก								
1.1 ชั้นวางมีประโยชน์ใช้สอยที่ครบถ้วน	4.29	0.88	4.14	0.99	4.71	0.45	4.57	0.73
1.2 ชั้นวางมีความเหมาะสมสมในการนำเสนอชิ้นงานบรรจุภัณฑ์ดินเทียม	4.57	0.73	4.57	0.73	5.00	0.00	4.43	0.73
1.3 ชั้นวางสามารถใช้งานได้หลากหลายหน้าที่และมีรูปแบบที่เหมาะสม	4.71	0.70	4.71	0.70	4.86	0.35	4.14	0.83
1.4 ชั้นวางมีรูปแบบที่สามารถปรับขนาดได้หลากหลายรูปแบบ	4.43	1.05	4.43	0.73	4.57	1.05	4.14	0.99
1.5 ชั้นวางสามารถจัดวางเพื่อส่งเสริมการจำหน่ายได้หลากหลายรูปแบบ	4.29	1.03	4.14	0.83	4.14	0.99	4.71	0.70
ผลรวม	**4.46**	**0.16**	**4.40**	**0.12**	**4.66**	**0.45**	**4.40**	**0.12**
2. ด้านความสวยงามและเอกลักษณ์เฉพาะตัวในบรรจุภัณฑ์และชั้นวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียก								
2.1 รูปแบบชั้นวางมีความสวยงามและมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวของดินเทียม	4.86	0.35	4.43	0.49	4.57	0.35	4.57	0.49
2.2 ชั้นวางสามารถแสดงถึงผลิตภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียกได้เหมาะสม	4.86	0.35	4.57	0.73	4.71	0.70	4.43	0.73
2.3 ชั้นวางมีความเฉพาะตัวและมีรูปแบบกราฟิคที่สวยงามน่าสนใจ	4.71	0.45	4.57	0.49	5.00	0.00	4.43	0.49
2.4 ชั้นวางมีสีสันและรูปแบบของภาพประกอบที่เหมาะสม	4.71	0.45	4.43	0.73	4.71	0.45	4.57	0.73
ผลรวม	**4.79**	**0.06**	**4.50**	**0.13**	**4.75**	**0.29**	**4.50**	**0.13**
3. ด้านวัสดุและกระบวนการผลิตในบรรจุภัณฑ์และชั้นวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียก								
3.1 วัสดุที่ใช้ในการผลิตมีความเหมาะสม	4.71	0.70	4.29	0.45	4.86	0.35	4.14	0.64
3.2 วัสดุที่ใช้สามารถดูแลซ่อมแซมได้	4.57	0.73	4.29	1.03	4.71	0.45	4.29	0.45
3.3 กระบวนการผลิตไม่มีความซับซ้อน	4.57	0.73	4.14	0.64	4.43	0.73	4.43	0.73
3.4 กระบวนการผลิตมีต้นทุนที่เหมาะสม	4.71	0.45	4.43	0.73	4.71	0.45	4.29	1.03
3.5 ต้นทุนการผลิตมีความเหมาะสม	4.71	0.45	4.57	0.73	4.71	0.45	4.57	0.49
3.6 วัสดุมีความเหมาะสมกับการปรับรูปแบบในการจัดวางได้เหมาะสม	4.43	0.73	4.57	0.49	4.57	0.49	4.57	0.73
ผลรวม	**4.62**	**0.14**	**4.38**	**0.21**	**4.67**	**0.13**	**4.38**	**0.21**
ประมวลผลโดยรวมรายด้าน	**4.62**	**0.05**	**4.42**	**0.04**	**4.69**	**0.16**	**4.42**	**0.04**

ผู้วิจัยได้ทำการประเมินผลค่าความสัมพันธ์เชิงการออกแบบด้วยการนำหลักการออกแบบที่เกี่ยวข้องของ อุดมศักดิ์ สาริบุตร(2549:51) มาเป็นประเด็นในการประเมินผลเพื่อคัดเลือกรูปแบบบรรจุภัณฑ์และชั้นวางผลิตภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียก รายด้านนั้นพบว่า ด้านประโยชน์ใช้สอยในชั้นวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียก รูปแบบที่ 3 มีความเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X}$ =4.66 , S.D.=0.45) ด้านความสวยงามและ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกลักษณ์เฉพาะตัวในชั้นวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียก รูปแบบที่ 1 มีความเหมาะสมมากที่สุด (X=4.79 , S.D.=0.06) ด้านวัสดุและกระบวนการผลิตในชั้นวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียก รูปแบบที่ 3 มีความเหมาะสมมากที่สุด (X=4.67 , S.D.=0.13)

จากผลการประมวลโดยภาพรวมค่าคะแนนความสัมพันธ์เชิงการออกแบบบรรจุภัณฑ์และชั้นวางผลิตภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียกโดยพบว่า อันดับที่ 1 คือ รูปแบบที่ 3 โดยมีค่าความเหมาะสมในระดับมากที่สุด (X=4.69 , S.D.=0.16) อันดับที่ 2 คือ รูปแบบที่ 1 โดยมีค่าความเหมาะสมในระดับมากที่สุด (X=4.62 , S.D.=0.05) อันดับที่ 3 คือ รูปแบบที่ 2และรูปแบบที่ 4 โดยมีค่าความเหมาะสมในระดับมากที่สุด (X=4.42 , S.D.=0.04)

ภาพที่ 4.44 ต้นแบบบรรจุภัณฑ์และชั้นวางผลิตภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียก

รูปแบบต้นแบบของบรรจุภัณฑ์สำหรับบรรจุดินเทียมที่ได้จากขยะเปียกโดยการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมจากฝีมือการแปรสภาพด้วยเด็กชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 5 โรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม ที่ทดลองใช้กะบวนการแปรสภาพดินเทียมจากขยะเปียกที่พัฒนาใหม่ โดยจัดทำเป็นชุดทดลองปลูกสำหรับเด็กที่เพาะพืชผักสวนครัวในรูปแบบชุดสำเร็จพร้อมปลูก ซึ่งถือเป็นการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ชุดดินเทียมสำเร็จพร้อมปลูกที่บรรจุ ดินเทียมจากขยะเปียก เมล็ดผักสวนครัว ภาชนะสำหรับเพาะปลูกขนาดเล็ก ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้เด็กในโรงเรียนมีการแปรสภาพขยะเปียกให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถเพิ่มมูลค่าได้อย่างเหมาะสมและยังเป็นการอนุรักษ์ธรรมชาติอีกทางหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 การวิเคราะห์ค่าระดับความพึงพอใจผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อบรรจุภัณฑ์และชั้นวางผลิตภัณฑ์

ข้อ	รายละเอียดการประเมินความพึงพอใจผู้ทรงคุณวุฒิ		S.D.	ความคิดเห็น
เกณฑ์การประเมินทางด้านประโยชน์ใช้สอยของผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียก				
1.	การออกแบบบรรจุภัณฑ์สามารถสนองต่อผู้บริโภคได้อย่างเหมาะสม	4.6	0.57	เหมาะสมมากที่สุด
2.	การออกแบบสัมพันธ์กับการใช้สอยหลักของบรรจุภัณฑ์ดินเทียม	4.2	0.57	เหมาะสมมาก
3.	ความเหมาะสมกับสัดส่วนและมุมมองบรรจุภัณฑ์ของมนุษย์	4.4	0.00	เหมาะสมมาก
4.	ความสะดวกสบายในการจัดจำหน่ายและความโดดเด่นบรรจุภัณฑ์	4.8	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
เกณฑ์การประเมินทางด้านความงามและความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวบรรจุภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียก				
1.	ความเรียบง่ายของรูปทรงบรรจุภัณฑ์และชั้นวางบรรจุภัณฑ์	4.6	0.00	เหมาะสมมาก
2.	ลักษณะของสีสามารถสื่อถึงความเป็นพื้นถิ่นและความเป็นวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างชัดเจนและเหมาะสม	4.8	0.57	เหมาะสมมากที่สุด
3.	ผลิตภัณฑ์สามารถสื่อถึงความเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อมได้ชัดเจน	4.6	0.57	เหมาะสมมาก
เกณฑ์การประเมินทางด้านความคงทนแข็งแรงในการใช้งานบรรจุภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียก				
1.	โครงสร้างมีความแข็งแรงทนทานในส่วนของวัสดุบรรจุภัณฑ์และชั้นวาง	4.2	0.00	เหมาะสมมาก
2.	กระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์และชั้นวางมีความเหมาะสม	4.8	0.57	เหมาะสมมากที่สุด
3.	บรรจุภัณฑ์และชั้นวางมีความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน	4.2	0.57	เหมาะสมมาก
4.	บรรจุภัณฑ์และชั้นวางมีการซ่อมแซมบำรุงรักษามีความง่ายไม่ยุ่งยาก	4.2	0.00	เหมาะสมมาก
เกณฑ์การประเมินทางด้านราคาการผลิตในระบบอุตสาหกรรมของบรรจุภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียก				
1.	ต้นทุนในการผลิตบรรจุภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียกมีความเหมาะสม	4.8	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
2.	ความเป็นไปได้ในบรรจุภัณฑ์ดินเทียมออกสู่ท้องตลาด	4.2	0.57	เหมาะสมมาก

สรุปผลการวิเคราะห์แบบความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิสามารถแบ่งตามหลักการออกแบบของ อุดม ศักดิ์ สาริบุตร (2540 : 46) โดยนำมาใช้ในการประเมินครั้งนี้จำนวน 4 ข้อ ดังนี้

ก . เกณฑ์การประเมินทางด้านประโยชน์ใช้สอยของผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียก พบว่าผู้ทรงคุณวุฒิมีความพึงพอใจต่อความสะดวกสบายในการจัดจำหน่ายและความโดดเด่นบรรจุภัณฑ์ ที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.8 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด อันดับสองด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์สามารถสนองต่อผู้บริโภคได้อย่างเหมาะสม ที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.6 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด อันดับสามด้านความเหมาะสมกับสัดส่วนและมุมมองบรรจุภัณฑ์ของมนุษย์ ที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.4 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก อันดับสี่ด้านการออกแบบสัมพันธ์กับการใช้สอยหลักของบรรจุภัณฑ์ดินเทียม ที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.2 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

สรุป เกณฑ์การประเมินทางด้านประโยชน์ใช้สอยของผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียก มีความพึงพอใจที่ระดับค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4.5 หมายความว่า มีความพึงพอใจมากที่สุด

ข. เกณฑ์การประเมินทางด้านความงามและความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวบรรจุภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียก พบว่าผู้ทรงคุณวุฒิ มีความพึงพอใจในด้านลักษณะของสีสามารถสื่อถึงความเป็นพื้นถิ่นและความเป็นวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างชัดเจนและเหมาะสม ที่ค่าเฉลี่ย 4.8 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด อันดับสองด้านผลิตภัณฑ์สามารถสื่อถึงความเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อมได้ชัดเจน และด้านความเรียบง่ายของรูปทรงบรรจุภัณฑ์และชั้นวางบรรจุภัณฑ์ ที่ค่าเฉลี่ย 4.6 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

สรุป เกณฑ์การประเมินทางด้านความงามและความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวบรรจุภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียก มีความพึงพอใจที่ระดับค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4.6 หมายความว่า มีความพึงพอใจมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. เกณฑ์การประเมินทางด้านความคงทนแข็งแรงในการใช้งานบรรจุภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียก พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจในด้านกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์และชั้นวางมีความเหมาะสม ที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.8 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด อันดับสองด้านโครงสร้างมีความแข็งแรงทนทานในส่วนของวัสดุบรรจุภัณฑ์และชั้นวาง และด้านบรรจุภัณฑ์และชั้นวางมีความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน และด้านบรรจุภัณฑ์และชั้นวางมีการซ่อมแซมบำรุงรักษามีความง่ายไม่ยุ่งยาก ที่ระดับเท่ากันที่ค่าเฉลี่ย 4.2 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

สรุป เกณฑ์การประเมินทางด้านความคงทนแข็งแรงในการใช้งานบรรจุภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียก มีความพึงพอใจที่ระดับค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4.3 หมายความว่า มีความพึงพอใจมาก

ง. เกณฑ์การประเมินทางด้านราคาการผลิตในระบบอุตสาหกรรมของบรรจุภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียก พบว่าผู้ทรงคุณวุฒิมีความพึงพอใจในด้านต้นทุนในการผลิตบรรจุภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียกมีความเหมาะสม ที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.8 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด อันดับสองด้านความเป็นไปได้ในบรรจุภัณฑ์ดินเทียมออกสู่ท้องตลาด ที่ค่าเฉลี่ย 4.2 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

สรุป เกณฑ์การประเมินทางด้านราคาการผลิตในระบบอุตสาหกรรมของบรรจุภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียก ความพึงพอใจที่ระดับค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4.5 หมายความว่า มีความพึงพอใจมากที่สุด

จากเกณฑ์การประเมินรายด้านหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ ที่กล่าวมาพบว่า เกณฑ์การประเมินทางด้านความงามและความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวบรรจุภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียกได้ความพึงพอใจสูงที่สุดที่ระดับ 4.6 อันดับสองเกณฑ์การประเมินทางด้านเกณฑ์การประเมินทางด้านราคาการผลิตในระบบอุตสาหกรรมของบรรจุภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียกและด้านเกณฑ์การประเมินทางด้านประโยชน์ใช้สอยของผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียก ที่ระดับ 4.5 และอันดับสามด้านเกณฑ์การประเมินทางด้านความคงทนแข็งแรงในการใช้งานบรรจุภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียก ที่ระดับ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 กระบวนการวิจัยย่อยประเด็นการศึกษาด้วยการบูรณาการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 ในกลุ่มนักเรียนที่ทดลองใช้งานต้นแบบเครื่องแปรสภาพดินเทียมจากขยะเปียก

สำหรับหัวข้อวิจัยย่อย เรื่อง บูรณาการทักษะการเรียนรู้ (PBL) ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ (Integrated problem-based learning (PBL) by process thinking economy : the creative economy)

4.7.1 ความเป็นมาและแนวคิดการวิจัยย่อย

ยุคศตวรรษที่ 21 เป็นยุคที่มีเทคโนโลยีสูงและมีความทันสมัย ดังนั้นข้อมูลที่มีสำหรับการเรียนรู้แบบท่องจำจึงมีจำนวนมากมายมหาศาลจนเด็กไม่สามารถที่จะจดจำได้ทั้งหมด ดังนั้นการส่งเสริมเด็กในยุคศตวรรษที่ 21 จึงมิใช้การส่งเสริมให้เด็กเรียนแบบท่องจำ แต่ควรเป็นการส่งเสริมทักษะทางความคิดทั้งในรูปแบบของ 1) การสร้างทักษะการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างความรู้สึกอยากเรียนรู้และใฝ่รู้ 2) ทักษะการใช้ชีวิตและประสบการณ์จริงที่เน้นการสร้างทักษะการดำรงชีวิต การสร้างความรู้ประกอบอาชีพในอนาคต ซึ่งทั้ง 2 ด้านนั้น เด็กจะต้องมีความเข้าใจในประเด็นสาระความรู้ที่เกี่ยวข้องกับโลก ซึ่งโครงสร้างพื้นฐาน 4 ด้าน ที่จะทำให้ทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษประสบความสำเร็จโดยจะต้องมีการสร้างเป้าหมาย 3 รูปแบบ เพื่อสร้างพื้นฐานทางความคิด เพื่อนำมาบูรณาการร่วมกับองค์ความรู้ที่ต้องการเสริมสร้างให้เด็ก ซึ่งเป้าหมายคือมาตรฐานและการประเมินในยุคศตวรรษที่ 21 หลักสูตรและการเรียนการสอนในยุคศตวรรษที่ 21 การพัฒนาครูในยุคศตวรรษที่ 21 ด้วยคำถามการวิจัยครั้งนี้คือ “เรียนอย่างไรมีความสุข สนุก และอยากจะเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ บูรณาการเพื่อสร้างอนาคตที่ยั่งยืนบนวิถีเกษตรชุมชน”

สำหรับปัญหาของการเรียนการสอนแบบเก่า ครูผู้สอนจะเน้นทำการสอนที่เน้นให้เด็กมีความรู้เยอะๆ และเด็กจะต้องจำความรู้ให้ได้เยอะๆ เน้นให้มีจำนวนมากทวีคูณ จากอดีตที่ผ่านเน้นการเรียนเพียงการท่องจำ แต่ในปัจจุบันรูปแบบการเรียนรู้แบบท่องจำจะไม่ได้ผลที่ดีกับเด็ก เนื่องจากความรู้ที่มีในปัจจุบันมีจำนวนมาก และเด็กสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลได้ง่ายกว่าในอดีต ดังนั้นการสอนในยุคศตวรรษที่ 21 ควรจะเน้นทางด้านความรู้ที่มีความจำเป็นต่อเด็ก ให้สามารถต่อยอดทางความคิดได้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการเปลี่ยนรูปแบบของการศึกษาแบบเดิมให้เกิดการพัฒนาเป็น “การเปลี่ยนความรู้ไปสู่ทักษะ” และมีการเน้นที่นักเรียนเป็นหลักสำคัญ ซึ่งจะเน้นการเรียนรู้จากการปฏิบัติ (PBL : Project Based Learning) เน้นการสร้างรูปแบบการเรียนรู้ที่ได้จากการคิดแก้ไขปัญหาและมีการปฏิบัติจริง โดยที่ครูผู้สอนเป็นเพียงผู้ดูแลและแนะนำเท่านั้น ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้ในเชิงโครงงานแก้ไขปัญหานี้ จะฝึกให้เด็กได้เรียนรู้ผ่านทักษะที่มีการบูรณาการร่วมโดยผ่านโครงงาน

ผู้สอนจะต้องเน้นไปที่การสร้าง “ทักษะแห่งแรงบันดาลใจ” ที่ถือได้ว่าเป็นกุญแจที่มีความสำคัญสำหรับการเรียนรู้ของศตวรรษที่ 21 ซึ่งเมื่อใดที่เด็กนั้นเกิดมีแรงบันดาลใจขึ้นมา เด็กจะมีชีวิตชีวาในการเรียนรู้และสามารถสร้างความต้องการการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นในเด็กมากกว่าปกติ ซึ่งในรูปแบบการเรียนรู้ที่อิสระ ผู้สอนจะไม่สนใจคำตอบที่จะได้มา แต่จะให้ความสนใจใน “กระบวนการหาคำตอบ” ที่จะทำให้ได้คำตอบ ซึ่งรูปแบบของการประเมินผลจะไม่ใช่เพียงการประเมินผ่านหรือไม่ผ่าน แต่จะเป็น “การวัดประเมินความก้าวหน้า” ซึ่งว่าตามสิทธิและศักยภาพของเด็กแต่ละคน ถือว่าศักยภาพแห่งตนเองที่เสมอภาคกัน ดังนั้นจึงไม่มีคำว่า “เด็กโง่” หรือ “เด็กฉลาด” ซึ่งจะไม่มีคำเหล่านี้ในการวัดผลการเรียนรู้ของเด็ก ซึ่งเด็กแต่ละบุคคลก็จะมีพัฒนาการที่ดีขึ้นอย่างสม่ำเสมอ หากเด็กได้รับการกระตุ้นให้เกิด “แรงบันดาลใจ” ที่ดีอยู่อย่างสม่ำเสมอ โดยหัวใจหลักของรูปแบบการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 นี้จะเป็นการเรียนรู้จากทักษะและประสบการณ์จริงที่จำเป็นจะต้องใช้ระยะเวลาที่ยาวนาน เพื่อการสร้างเสริมสมาธิให้เด็กสามารถมีความจดจ่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อเรื่องที่ตนเองสนใจได้อย่างยาวนาน ทำให้เด็กมีสมาธิและมีความมุ่งมั่นที่จะทำการแก้ไขปัญหาหรือการหาคำตอบอย่างเหมาะสม ซึ่งความรู้ที่มีในโลกนี้มักจะมีการแฝงเร้นในเทคโนโลยีมีจำนวนมากมายมหาศาล ครูจึงไม่สามารถที่จะเติมเต็มความรู้ที่มีอยู่ในปัจจุบันได้อย่างเท่าทัน ดังนั้นครูจึงมีการปรับเปลี่ยนสถานะของผู้ให้ความรู้มาเป็น PLC หรือ Professional Learning Community ในการใช้เป็นเครื่องมือช่วยส่งเสริมบริบทของการเรียนรู้จากชุมชนที่ตนเองอยู่หรือชุมชนของครูผู้สอน ให้บุคคลในชุมชนหรือนักปราชญ์ชุมชนมาร่วมกันสอนและแสดงแนวคิดและมีการพัฒนาองค์ความรู้ไปพร้อมกัน จะสามารถช่วยสร้างองค์ความรู้ในชุมชนให้มีการถ่ายทอดสู่เด็กได้อย่างเหมาะสมและสามารถพัฒนาทักษะความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ซึ่งการสร้างแนวความคิดของการศึกษาแห่งอนาคตจะต้องสร้างการเปลี่ยนแปลงโดยการเรียนรู้จากอดีต จะเป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้เด็กรู้และจดจำ ทำให้เด็กไม่มีแรงบันดาลใจให้เรียนรู้และทำตาม จึงทำให้เด็กไม่สามารถคิดอย่างมีเหตุและผล เพื่อคาดการณ์ผลการกระทำของตนเองในอนาคตได้ จึงทำให้เด็กเดินไปในทางไม่ดีได้มากขึ้น อีกทั้งประเทศชาตินั้นจะประสบปัญหา คือ เด็กเรียนได้แค่ความรู้แต่ไม่ได้ทักษะ ซึ่งจะเป็นสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดความแตกแยกในช่วงปี 2556-2558 เนื่องจากเราไม่เน้นการสร้างความรู้ให้เหมาะสมกับเด็กที่ช่วยก่อให้เด็กคิดและมีความอดทน ไม่พยายามช่วยกันสร้างบทเรียนให้เด็กสามารถคิดอย่างเป็นกระบวนการที่มีทักษะการคิด “แบบวิจารณญาณ”

การศึกษาในศตวรรษที่ 21 นั้นเป็นรูปแบบของการส่งเสริมให้เด็กสามารถที่จะคิดอย่างเป็นกระบวนการตั้งแต่แรกเริ่มจนกระทั่งจบโครงการศึกษา ซึ่งการเรียนรู้แบบโครงการ (Project) จะช่วยให้เด็กสามารถเรียนรู้ตั้งแต่สภาพปัญหาที่เกิดจนกลายเป็นประเด็นที่ต้องการแก้ไข จากนั้นเรียนรู้และทดลองสร้างวิธีแก้ไขจนกระทั่งสามารถแก้ไขปัญหาเหล่านั้นได้ ซึ่งการเรียนรู้ในรูปแบบโครงการนี้จะช่วยสร้างสมาธิและปัญหาไปพร้อมกัน ซึ่งมีความแตกต่างจากรูปแบบการเรียนเดิมที่ผ่านมา ในส่วนการส่งเสริมให้เด็กสามารถเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมนั้นควรจะเน้นความรู้ที่อยู่ใกล้ตัวเด็กหรือสิ่งที่มีอยู่ในท้องถิ่น เพื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอนของเด็ก โดยรวบรวมจากศักยภาพของชุมชน การพัฒนาและประยุกต์ในการเรียนรู้ของเด็ก ซึ่งการบูรณาการศักยภาพของชุมชนสู่การเรียนรู้อย่างยั่งยืนนี้จะเป็นการสร้างรูปแบบการเรียนรู้จากประสบการณ์จริงของเด็ก เพื่อสร้างโครงสร้างทางการเรียนรู้ของเด็ก เมื่อเรียนแล้วเด็กสามารถนำเอาสิ่งที่ได้เรียนไปปฏิบัติจริงได้และยังสามารถสร้างอาชีพให้กับตนเองในอนาคตได้ ซึ่งผลลัพธ์ที่เกิดจากการเรียนรู้ด้วยศักยภาพของชุมชนหรือท้องถิ่นตนเองจะสามารถสร้างความรู้ที่มีความเหมาะสมกับชุมชนและท้องถิ่นที่เด็กอาศัย จนกระทั่งเด็กสามารถนำเอาความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้และประยุกต์ได้อย่างหลากหลายและยังสามารถสร้างอาชีพหรือแม้กระทั่งสร้างมุมมองที่ดีต่อชุมชนตนเองในขณะที่เด็กเรียนรู้

การสร้างมุมมองต่อการเรียนรู้ในช่วงศตวรรษที่ 21 จะเป็นการสร้างทักษะให้เด็กสามารถที่จะออกไปดำรงชีวิตในโลกแห่งศตวรรษที่ 21 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเน้นทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม 3R, 4C ที่มีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดทางการศึกษาด้วย “แนวคิดการจัดการศึกษาระบบโรงงาน” ที่มีการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีความคิดอย่างสร้างสรรค์และสามารถปรับตัวเข้ากับบริบทและความต้องการของโลกหรือชุมชนที่ตนเองอาศัยอยู่ได้อย่างเหมาะสม โดยการเรียนในชั้นเรียนเป็นเพียงการเรียนจากการสมมุติ ดังนั้นครูผู้สอนจะต้องทำการออกแบบบทเรียนที่เน้นให้เด็กได้เรียนจากสภาพแวดล้อมจริงและมีความใกล้เคียงกับสภาพแวดล้อมแห่งความเป็นจริงที่สุด

การวิจัยครั้งนี้จะเป็นการวิจัยในเชิงประยุกต์ เน้นการนำสิ่งที่เป็นศักยภาพหรือสิ่งที่ด้อยค่าในชุมชนของเด็กมาใช้ประยุกต์เพื่อสร้างการเรียนรู้ด้วยแนวคิดที่ว่า “ทุกสรรพสิ่งในโลกล้วนเป็นสิ่งที่มีประโยชน์” มาประยุกต์ร่วมในการเรียนรู้ของเด็ก เช่น การนำเอาเศษอาหารที่เหลือทิ้งหรือขยะเปียกที่เกิดขึ้นในโรงเรียนมาเป็นโจทย์ เพื่อให้เด็กได้คิดและแก้ไขปัญหา โดยนำเอาศักยภาพของท้องถิ่นตนเองมาประยุกต์เพื่อแก้ไขจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถที่จะแก้ไขและนำสิ่งเหล่านี้มาใช้ เพื่อสร้างการเรียนรู้จนสามารถต่อยอดทางความคิดและนำเอาทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่นของเด็ก ภูมิปัญญาท้องถิ่น ปราชญ์ชุมชนมาช่วยในการบูรณาการ เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจในการเพิ่มศักยภาพ เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาที่พบและก่อให้เกิดกระบวนการคิดเชิงวิพากษ์ตามศตวรรษที่ 21 ซึ่งเน้นการนำการเรียนรู้ร่วมกับชุมชน เพื่อที่เด็กจะได้เรียนรู้อาชีพในท้องถิ่นหรือชุมชม ในการนำมาบูรณาการทางการเรียนรู้และพัฒนา โดยมีการใช้ทักษะและความรู้ในชุมชนมาบูรณาการร่วมกัน เพื่อสร้างมุมมองทางกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ให้เกิดขึ้นในเด็กยุคศตวรรษที่ 21 ให้รักษ์สิ่งแวดล้อมและรู้จักใช้ทรัพยากรที่อยู่อย่างคุ้มค่า

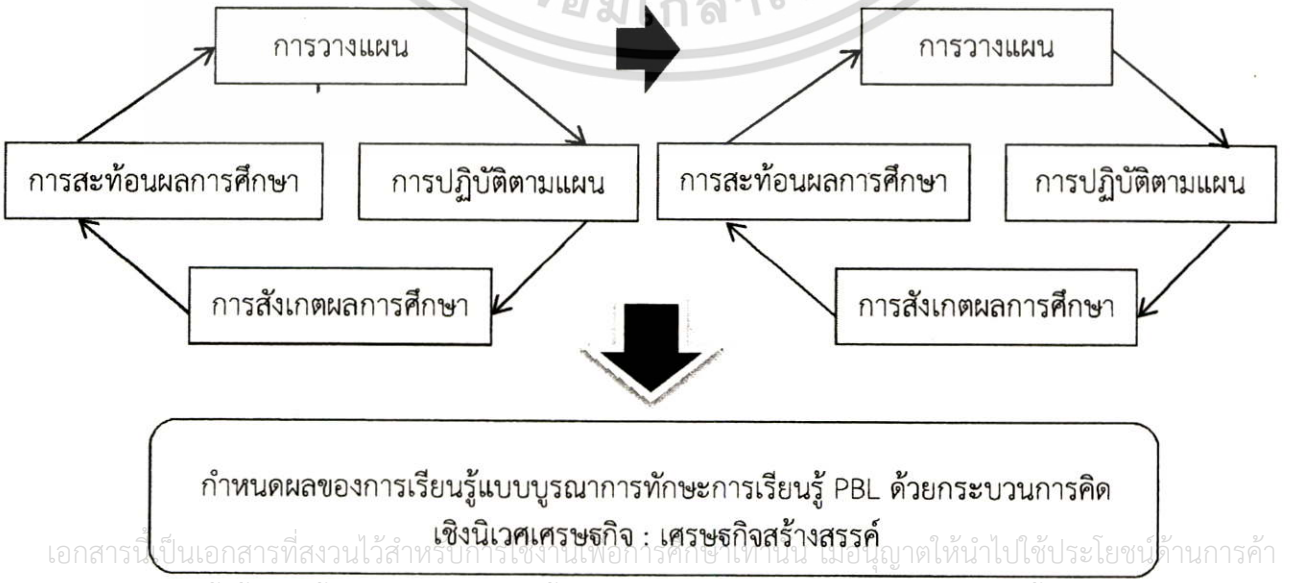
4.7.2 วัตถุประสงค์การวิจัยย่อย

1) เพื่อศึกษารูปแบบการเรียนรู้ PBL และ กระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์
2) เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์
3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพการเรียนรู้ ก่อน-หลัง ในทักษะการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 จำนวน 6 ด้าน ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์
4) เพื่อประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์

4.7.3 ขอบเขตของการวิจัย

โดยการวิจัยบูรณาการทักษะการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ครั้งนี้จะเป็นการสร้างรูปแบบการเรียนรู้ที่มีการผสมผสานศาสตร์ในรูปแบบของการวิจัยประยุกต์ร่วมกันระหว่าง 1) ศาสตร์ทางด้านการศึกษา 2) ศาสตร์ทางด้านการออกแบบ 3) ศาสตร์ทางด้านการเกษตรกรรม 4) ศาสตร์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ ซึ่งจะเน้นการนำโครงงาน (Project) มาใช้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยมีการประยุกต์ศาสตร์ต่างๆ เข้าร่วมในการวิจัยด้วยการใช้ความรู้จากกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วม

ตารางที่ 4.19 ขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน เพื่อสร้างรูปแบบการเรียนรู้ในลักษณะ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ มีความสอดคล้องกับวงการพัฒนาคุณภาพงาน หรือเรียกว่า วงจร Diming หรือวงจร PDCA ซึ่งในกระบวนการวิจัยครั้งนี้ ได้นำเสนอกระบวนการตามรายละเอียด ดังนี้

1) ขั้นตอนการวางแผน (Plan) เป็นการวางแผน เพื่อการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นก่อนการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีต่อสิ่งแวดล้อมโดยรอบของตัวเด็กซึ่งเน้นการนำเอาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมโดยรอบตัวเด็กมาบูรณาการการเรียนรู้แบบยั่งยืน คือ เด็กสามารถเรียนรู้และเข้าใจได้เองอย่างง่ายผ่านการเรียนรู้และปฏิบัติจริง เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนที่แปลกใหม่และสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนผ่านการนำผลการเรียนรู้ที่ได้มาเปลี่ยนเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจ เพื่อการสร้างมุมมองให้เด็กนักเรียนสามารถเห็นช่องทางในอนาคตหรือเข้าใจรูปแบบของการเพิ่มมูลค่าจากทรัพยากรที่ไม่มีค่าในชุมชนหรือโรงเรียนตนเองให้กลับมามีคุณค่าและสามารถเพิ่มมูลค่าเปลี่ยนเป็นสินค้าหรือมูลค่าทางเศรษฐกิจได้อย่างเหมาะสม ซึ่งขั้นตอนของการวางแผนนี้จะทำการศึกษาตามประเด็น Why, What, How เพื่อในการกำหนดประเด็นปัญหาของการวิจัยแล้วนำไปเพื่อใช้รวบรวมข้อมูลพื้นฐานทางด้านเนื้อหาการสอนแบบประยุกต์เสริมสร้าง “กระบวนการวิเคราะห์” ในการสอนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เพื่อกำหนดประเด็นที่ใช้ในการสร้างข้อจำกัดการออกแบบและพัฒนาหนังสือส่งเสริมพัฒนาการ ด้านทรัพยากรที่มีในท้องถิ่นและการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน ประกอบด้วย ส่วนของเนื้อหา, ส่วนของภาพประกอบ, ส่วนของตัวอักษร, ส่วนของตัวกราฟิค, ส่วนของตัวหนังสือ และนำทั้งหมดมาประมวลร่วมกันระหว่างรูปแบบการสอบปฏิบัติจริง การเรียนรู้ผ่านการจดจำร่วมด้วย ซึ่งสามารถแยกประเด็นของช่วงการวางแผน ดังนี้

ตารางที่ 4.20 แสดงการวางแผนและรวบรวมประเด็นที่ต้องการศึกษาเพื่อพัฒนาหนังสือเสริมทักษะ

ข้อมูลที่ต้องการในการรวบรวมประเด็นการพัฒนาหนังสือ	ผู้ให้ข้อมูล	สถานที่	เครื่องมือการดำเนินการวิจัย
1.เนื้อหาและเอกสารประกอบการเรียนการสอนบูรณาการทักษะการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์	อาจารย์ผู้สอนหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	- แบบสังเกตการณ์แบบไม่มีส่วนร่วม ใช้การประเมินเชิงคุณภาพรายประเด็น - แบบสอบถามแบบมีโครงสร้างใช้การประเมินตามค่าสถิติ ค่าเฉลี่ย
2.การเรียนการสอน บูรณาการทักษะการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ที่มีการนำมาใช้ในปัจจุบัน ด้วยการเปรียบเทียบ SWOT Analysis	อาจารย์ผู้สอนหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	- แบบสังเกตการณ์แบบไม่มีส่วนร่วม ใช้การประเมินเชิงคุณภาพรายประเด็น - แบบสอบถามแบบมีโครงสร้างใช้การประเมินตามค่าสถิติ ค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.20 แสดงการวางแผนและรวบรวมประเด็นที่ต้องการศึกษาเพื่อพัฒนาหนังสือเสริมทักษะ(ต่อ)

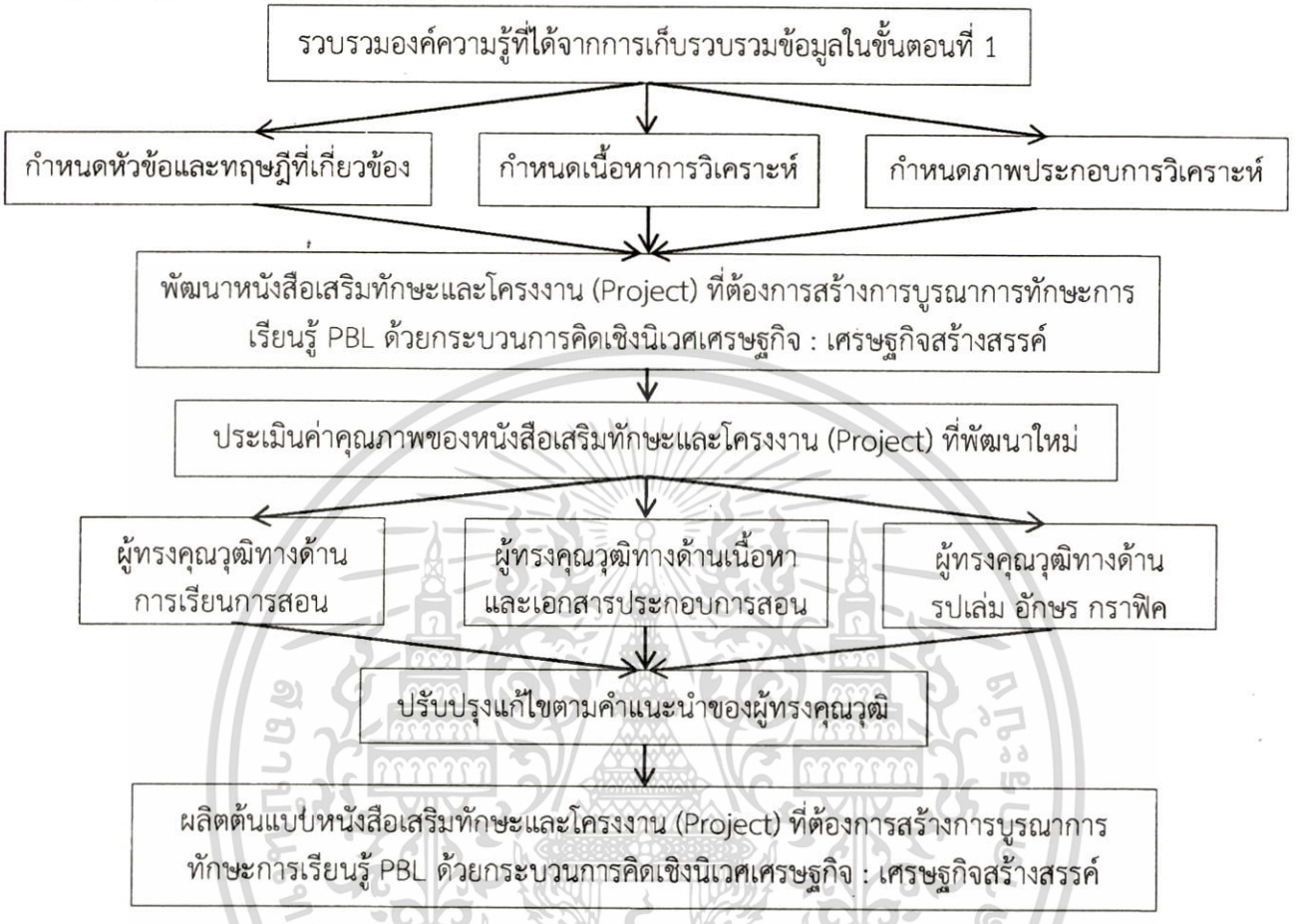
ข้อมูลที่ต้องการในการรวบรวมประเด็นการพัฒนาหนังสือ	ผู้ให้ข้อมูล	สถานที่	เครื่องมือการดำเนินการวิจัย
3.เครื่องมือส่งเสริมการเรียนรู้บูรณาการทักษะการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ที่ทางผู้สอนในสถาบันการศึกษาแนะนำให้ผู้เรียนอ่านและเรียนรู้ร่วม ระหว่างประกอบการเรียนการสอนในรายวิชา	อาจารย์ผู้สอนหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	- แบบสังเกตการณ์แบบไม่มีส่วนร่วม ใช้การประเมินเชิงคุณภาพรายประเด็น - แบบสอบถามแบบมีโครงสร้าง ใช้การประเมินตามค่าสถิติ ค่าเฉลี่ย
4.แนวคิดและความคิดเห็นของผู้สอนในรายวิชา ที่มีต่อ “บูรณาการทักษะการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์” ของนักเรียน	อาจารย์ผู้สอนในโรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา	โรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม	- แบบสังเกตการณ์แบบไม่มีส่วนร่วม ใช้การประเมินเชิงคุณภาพรายประเด็น - แบบสอบถามแบบมีโครงสร้างใช้การประเมินตามค่าสถิติ ค่าเฉลี่ย
5.รวบรวมความคิดเห็นและความต้องการของนักเรียน ที่มีต่อการบูรณาการทักษะการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์” ในด้านการสร้างแรงแรงบันดาลใจต่อผู้เรียน	นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	โรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา	- แบบสอบถามแบบมีโครงสร้างใช้การประเมินตามค่าสถิติ ค่าเฉลี่ย
6.รวบรวมความคิดเห็นและความต้องการของคณะผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการเรียนการสอนต่อ “บูรณาการทักษะการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์”	อาจารย์ผู้สอนในโรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา	โรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม	- แบบสอบถามแบบมีโครงสร้างใช้การประเมินตามค่าสถิติ ค่าเฉลี่ย

2) ขั้นตอนการปฏิบัติตามแผน (Act) เป็นขั้นตอนการลงมือปฏิบัติตามกระบวนการวิจัยเชิงประยุกต์ที่วางไว้ โดยอาศัยกระบวนการวิจัยในชั้นเรียน ตามแผนการวิจัย ซึ่งในที่นี้เป็นช่วงของกระบวนการพัฒนา “บูรณาการทักษะการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์” โดยในที่นี้อาศัยข้อมูลผ่านมาจากการรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนที่ 1 แล้วมาทำการสรุปเพื่อการพัฒนาหนังสือเสริมทักษะและการวิเคราะห์ทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเสริมสร้างแรงบันดาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใจต่อผู้เรียน เพื่อการกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้และอยากที่จะเข้าใจผ่านการคิดวิเคราะห์พื้นฐาน โดยมีกระบวนการเบื้องต้น ดังนี้

ตารางที่ 4.21 กระบวนการวิจัยเบื้องต้น



3) ขั้นตอนการสังเกตผลการศึกษา (Observe) เป็นขั้นตอนการสังเกตผลการศึกษาและพัฒนาหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) ที่ต้องการสร้างการบูรณาการทักษะการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ โดยเป็นการนำเสนอผลงานการพัฒนา ด้วยการทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา โดยการทดสอบจัดแบ่งออกตามการควบคุมตัวแปร 1 กลุ่มเป็นกลุ่มที่มีการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการสอนแบบ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ที่พัฒนาใหม่เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนก่อนและหลังจากการศึกษาด้วยหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) ที่ต้องการสร้างการบูรณาการทักษะการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ แล้วทดลองปฏิบัติการเรียนรู้ตามที่กำหนดเพื่อการเรียนรู้ในด้านทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม การเกษตรกรรม การเพิ่มมูลค่า เศรษฐศาสตร์ คณิตศาสตร์ เป็นต้น โดยใช้การเรียนรู้จากการปฏิบัติบนพื้นฐานแบบฝึกที่จำลองสถานการณ์ให้เด็กได้เรียนรู้อย่างเหมาะสม

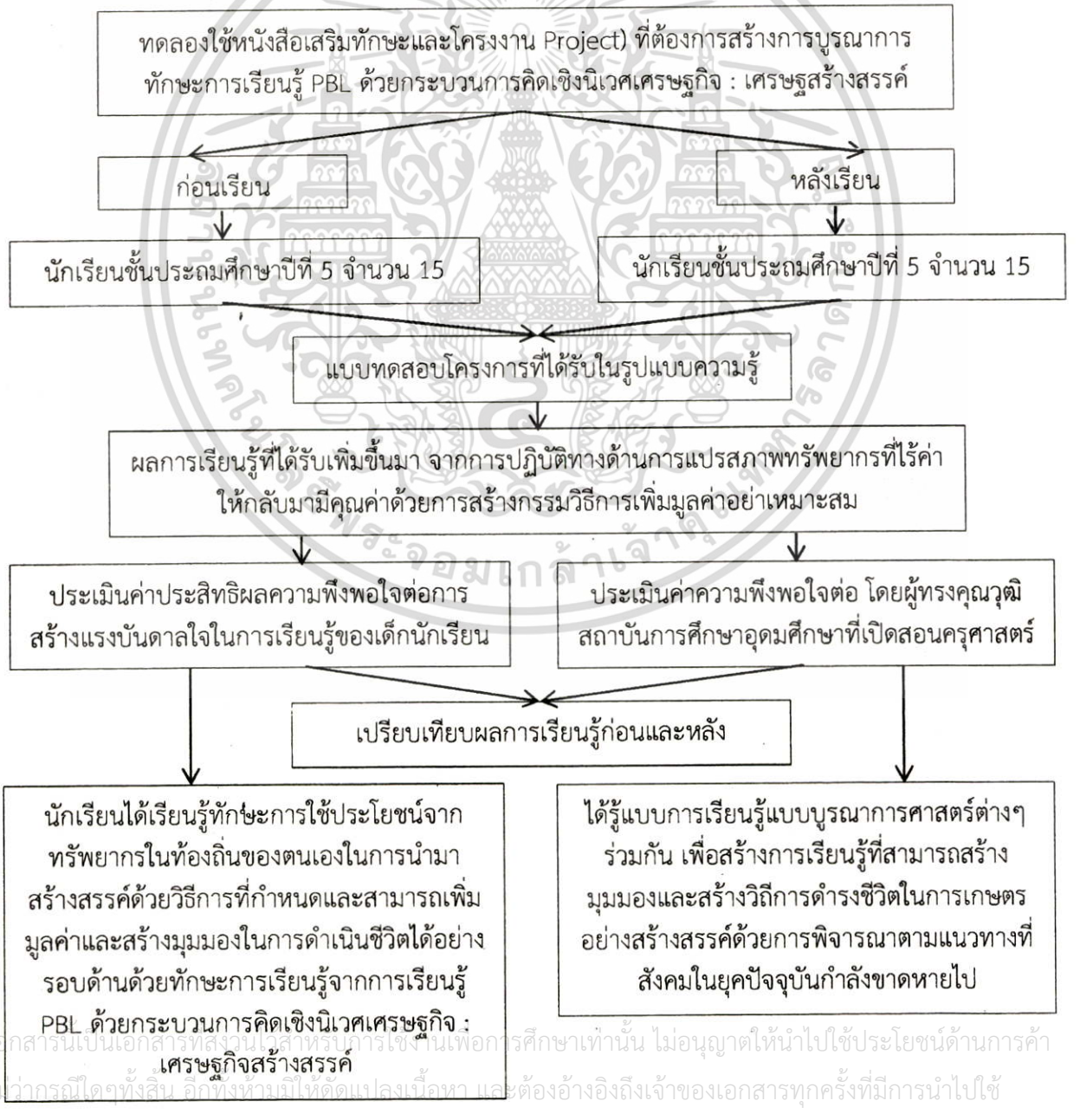
4) การสะท้อนผลการศึกษา (Reflect) ในส่วนของกระบวนการสะท้อนของผลการศึกษาส่วนของกระบวนการวิจัยนั้น อาศัยผลจากการประเมินหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) ที่ต้องการสร้างการบูรณาการทักษะการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ที่มีการเปรียบเทียบการเรียนรู้รายด้านระหว่างก่อนและหลังเรียนรู้ นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเมินโดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง โดยใช้สัมภาษณ์เชิงลึกจากคณะผู้ทรงคุณวุฒิพิเศษที่มีประสบการณ์การสอน จำนวน 6 ท่าน

สำหรับขั้นตอนการศึกษาผลสะท้อนผลการศึกษา เป็นขั้นตอนท้ายสุดของการนำผลที่ได้จากการเปรียบเทียบรายด้านจากผลการทดสอบการใช้งานหนังสือเสริมทักษะและโครงการ (Project) ที่ต้องการสร้างการบูรณาการทักษะการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ซึ่งจะนำผลการวิเคราะห์ทดสอบที่ได้มาทำการ “สัมภาษณ์เชิงลึก” กับกลุ่มคณะผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านครุศาสตร์ ที่มีประสบการณ์การสอนด้านการออกแบบไม่ต่ำกว่า 25 ปี เพื่อรวบรวมประเด็นและเนื้อหาที่ควรพัฒนา เพื่อกำหนดประเด็นที่สามารถใช้เป็น “กรอบแนวคิดทางการสร้างหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project)ที่ต้องการสร้างบูรณาการทักษะการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์” เพื่อใช้เป็นแนวทางให้กับผู้ที่สนใจได้นำหลักการคิดนี้ไปประยุกต์ใช้และดำเนินการตามรูปแบบที่กำหนด

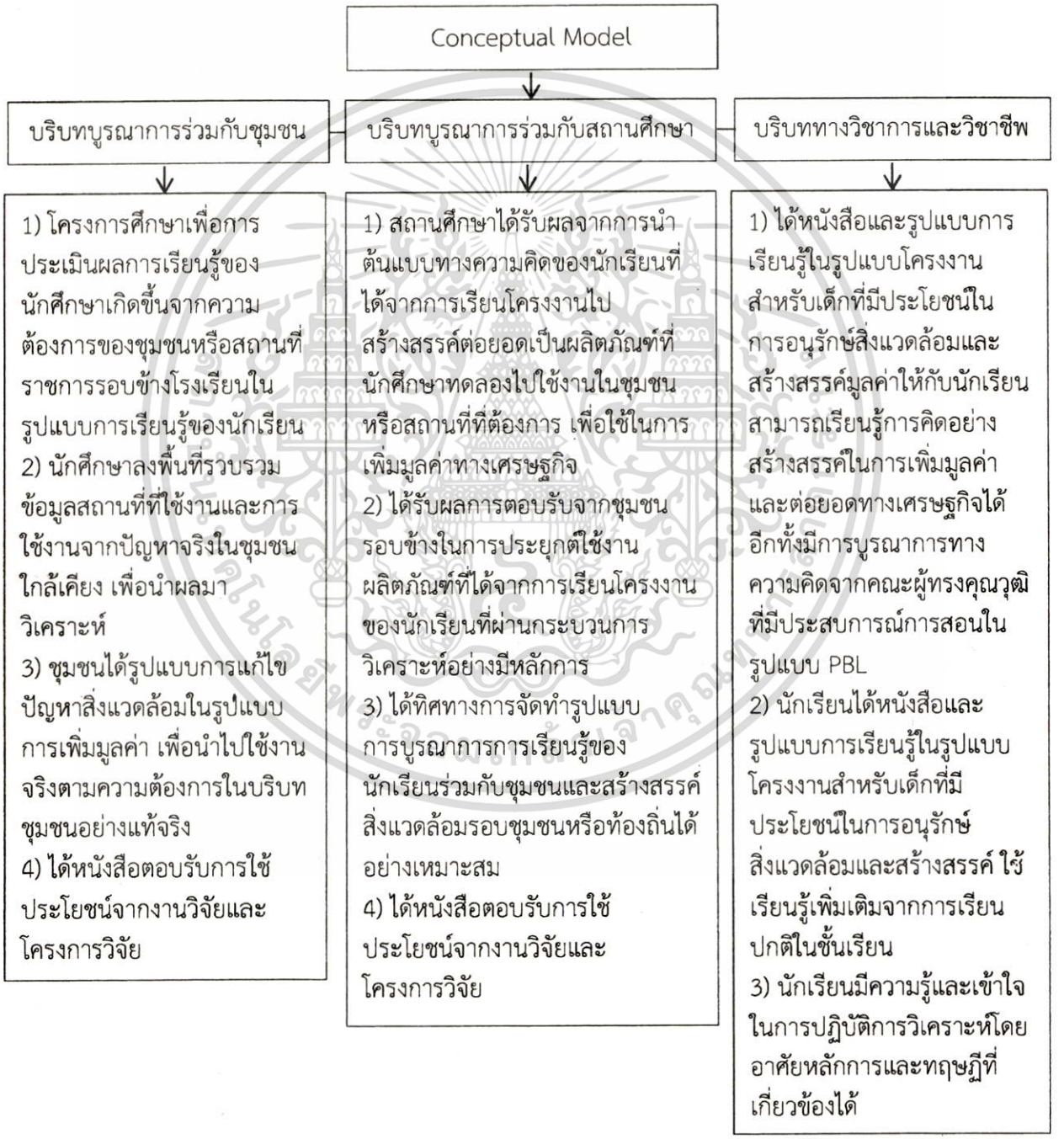
ตารางที่ 4.22 การสังเกตและประเมินผลการพัฒนาหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) ที่ต้องการสร้างการบูรณาการทักษะการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อทำการรับฟังความคิดเห็นและแนวทางจากการรายงานผลการเปรียบเทียบผลการวิจัยการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ซึ่งการวิเคราะห์ที่ได้พัฒนาใหม่และทดลองใช้งานกับนักเรียน เพื่อนำผลความคิดเห็นที่มีไปสร้างโมเดลทางความคิด (Brain Model) เพื่อนำเสนอประเด็นที่ต้องเพิ่มเติมและทิศทางการนำเสนอโครงงาน (Project) ให้มีความเหมาะสมกับกลุ่มนักเรียนในแต่ละท้องถิ่นมากยิ่งขึ้น รวมทั้งการบูรณาการร่วมกันระหว่างชุมชน นักศึกษา มหาวิทยาลัย เพื่อให้การศึกษากระบวนการวิเคราะห์ที่ตอบประเด็นทางสังคมได้ยิ่งขึ้น

ตารางที่ 4.23 บริบทการบูรณาการร่วมศาสตร์สำหรับการเรียนรู้ของนักเรียน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นขั้นตอนของการดำเนินกระบวนการวิจัยเบื้องต้นในการนำเสนอแนวคิดและทิศทางของการวิจัยในเชิงพัฒนา เพื่อสร้างรูปแบบการเรียนรู้ในลักษณะ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์

4.7.4 กรอบแนวคิดการวิจัยย่อย

1) กรอบแนวความคิดรายวัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อศึกษารูปแบบการเรียนรู้ PBL และกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Schema Theory) และทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญญา (Cognitive Flexibility Theory) ทฤษฎีโครงสร้างความรู้เชื่อว่าโครงสร้างภายในของความรู้ที่มนุษย์มีอยู่นั้นจะมีลักษณะเป็นโหนดหรือกลุ่มที่มีการเชื่อมโยงกันอยู่ ในการที่มนุษย์เรียนรู้อะไรใหม่นั้น มนุษย์จะนำความรู้ใหม่ที่ได้รับไปเชื่อมโยงกับกลุ่มความรู้ที่มีอยู่เดิม (Preexisting Knowledge) รูเมลอาร์ทและออโทนี่ (Rumelhart & Ortony, 1997) ได้ให้นิยามของคำว่า โครงสร้างความรู้ไว้ว่าเป็นโครงสร้างข้อมูลภายในสมองของมนุษย์ซึ่งรวบรวมความรู้เกี่ยวกับวัตถุ ลำดับเหตุการณ์รายการกิจกรรมต่างๆ เอาไว้ หน้าที่ของโครงสร้างความรู้นี้ก็คือ การนำไปสู่การรับรู้ของข้อมูล (Perception) การรับรู้ข้อมูลจะเกิดขึ้นไม่ได้หากขาดโครงสร้างความรู้ (Schema) ทั้งนี้เพราะการรับรู้ข้อมูลนั้นเป็นการสร้างความหมายโดยการถ่ายโอนความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมภายในกรอบความรู้เดิมที่มีอยู่ และจากการกระตุ้นโดยเหตุการณ์หนึ่งที่ช่วยให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้นั้นเข้าด้วยกัน การรับรู้เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ เนื่องจากไม่มีการเรียนรู้ใดเกิดขึ้นได้โดยปราศจากการรับรู้ นอกจากโครงสร้างความรู้จะช่วยในการรับรู้และการเรียนรู้แล้วนั้น โครงสร้างความรู้ยังช่วยในการระลึก (Recall) ถึงสิ่งที่เราเคยเรียนรู้มา (Anderson, 1984)

2) กรอบแนวความคิดรายวัตถุประสงค์ที่ 2 หลักการและวิธีการของ PAR การวิจัยในทางการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ด้วยการประยุกต์ใช้รูปแบบแนวความคิดกระบวนการวิจัยของ PAR ซึ่งเป็นแนวคิดทางสังคมศาสตร์จะเป็นการเติมเต็มกระบวนการวิจัยทางด้านการออกแบบเพื่อสังคม หรือตอบสนองบุคคลในท้องถิ่น ซึ่งจะเป็นสะพานมนการเชื่อมระหว่างทฤษฎีทางสังคมศาสตร์ (Social Theory) ที่มีคุณลักษณะเป็นนามธรรม กับทฤษฎีการปฏิบัติ (Practical Theory) โดยเป็นวิธีการผลิตความรู้ในรูปแบบใหม่ที่อาศัยการผสมผสานกันระหว่างหลักการของ PAR กับหลักการทางการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อผลลัพธ์ทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์สำหรับชุมชนและสังคมอย่างยั่งยืนไปในทิศทางและเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของสังคมนั้น โดยอาศัยการสร้างแนวทางการพัฒนาด้วยแนวทาง 3 ประการ ที่ใช้เป็นหลักในการสร้างความรู้และพัฒนาผลิตภัณฑ์ ดังนี้

(2.1) เน้นการสร้างกระบวนการวิจัยที่มุ่งสู่ความเปลี่ยนแปลง (It is Change) โดยผู้วิจัยจะเป็นคนทำหน้าที่กำหนดเงื่อนไข เพื่อการศึกษา พัฒนา วิเคราะห์ สังเคราะห์ แล้วกำหนดแนวทางการปฏิบัติในส่วนของการวิจัยไปสู่การแก้ไขปัญหาอย่างครบวงจร เพื่อความตระหนัก (Awareness) ถึงการสร้างสรรค์ทางเลือกหรือโอกาส เพื่อการได้มาซึ่งสิ่งที่ดีกว่าสู่สังคมหรือชุมชนในท้องถิ่นนั้นๆ

(2.2) เน้นการสร้างการมีชีวิตของกระบวนการวิจัย (It is Organic)เป็นช่วงของกระบวนการปฏิบัติการวิจัยที่มีความซ้ำ เพื่อตรวจสอบแนวทางการแก้ไขปัญหา ซึ่งอาศัยการผสานเข้ากับระบบในรูปแบบของเกลียวความคิด (Spiral) ร่วมกับวงจร (Circle) ในรูปแบบของกระบวนการวนซ้ำ (Loop) จากการเริ่มค้นหาความรู้ความจริง จากการสะท้อนผลข้อมูลที่ได้จากการค้นหาความรู้ เพื่อเป็นการสร้างแบบแผนในการเปลี่ยนแปลง (Planning) จากนั้นปฏิบัติตามแบบแผนที่กำหนดและสุดท้ายเป็นการประเมินผลสะท้อนกลับ เพื่อใช้สร้างสรรค์แนวทางหรือปัจจัยที่ใช้งานการวิจัยหรือพัฒนาผลิตภัณฑ์ขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2.3) เน้นการสร้างความร่วมมือกันระหว่างนักวิจัยและกลุ่มตัวอย่างหรือผู้ให้ข้อมูล เพื่อความร่วมมือ (It is Collaborative) ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ที่ใช้การจัดการให้เกิดความร่วมมือระหว่างกันในการสร้างความมีส่วนร่วมของบุคคลที่มีความเกี่ยวข้อง

จากแนวคิดของ Lewin คือ การสร้างสะพานเชื่อมระหว่างทฤษฎีทางสังคมที่มีลักษณะความเป็นนามธรรมกับทฤษฎีทางการปฏิบัติ ที่มีคุณลักษณะที่เป็นรูปธรรม โดยใช้วิธีการผลิตความรู้ใหม่จากการจัดการกระบวนการให้สมาชิกในกลุ่มที่ต้องการแก้ไขปัญหามีส่วนร่วมหาทางแก้ไขและนำไปสู่การเรียนรู้ร่วมกันในการสร้างความเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะต้องมีการยอมรับค่านิยมของสิ่งใหม่จากกลุ่มชุมนหรือท้องถิ่นที่พัฒนาให้การยอมรับและไม่ขัดกับวิถีที่เป็นอยู่ของสังคมชุมชนนั้นๆ (Lewin, K. 1946) สามารถที่จะประมวลและกำหนดแนวคิดการพัฒนาจากความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นจาก PAR อธิบายได้ 3 ระดับ คือ

(ก) ความรู้ความจริงในรูปแบบใหม่ที่เกิดจากความเข้าใจ (Cognitive Structure) จะเป็นการเน้นให้บุคคลหรือผู้วิจัยนั้นสามารถมองเห็นโลกและสังคมในสภาพที่แสดงถึงตัวตนและความจริงที่อยู่ในตัวบุคคลเองเช่น แนวความคิด ความเชื่อ ค่านิยม วัฒนธรรม ความคาดหวัง เป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานของการแก้ไขปัญหาที่พบของบุคคลหรือกลุ่มชนรวมทั้งการกำหนดประเด็นในการศึกษาเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับชุมชนหรือกลุ่มบุคคล

(ข) ความรู้ความจริงในรูปแบบใหม่ที่อยู่ในระดับของคุณค่า (Valence and Value) ซึ่งตัวขององค์ความรู้ที่ได้รับจากกระบวนการนี้จะเป็นความรู้ที่มีลักษณะที่ยกระดับจากความรู้ปกติ คือเป็นความรู้ที่นำไปสู่การสร้างคุณค่าใหม่ที่ได้รับการยอมรับหรือไม่ยอมรับจากกลุ่มชนหรือกลุ่มบุคคลที่มีส่วนร่วมในการวิจัยและพัฒนา ซึ่งผลที่ได้จะต้องเป็นการตัดสินจากกลุ่มตามมาตรฐานสังคมหรือกลุ่มชุมชนนั้น ซึ่งคุณค่าใหม่นี้จะต้องเกิดมาจากความรู้ความจริงจากกลุ่มชนนั้นหรือความต้องการของกลุ่มสังคมนั้นในการแก้ไขปัญหาและสามารถแสดงออกถึงความต้องการ เช่น การที่กลุ่มผู้ประกอบการ OTOP มีความต้องการที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ออกสู่ตลาดโดยอาศัยศักยภาพที่มีอยู่ในท้องถิ่นในการนำมาเป็นวัตถุดิบและกระบวนการผลิต เพื่อสร้างการพัฒนาให้กับสังคมท้องถิ่นตนเองอย่างยั่งยืนและมั่นคงโดยไม่ขัดกับหลักคิด วัฒนธรรมของชุมชนนั้น ซึ่งความรู้ที่ได้มาจากการศึกษาของนักออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์นั้น จะนำมาซึ่งการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบผลิตภัณฑ์จากวัตถุดิบ กระบวนการผลิตที่เกิดจากการมีส่วนร่วมของกลุ่มชุมชนนั้น ในการมีส่วนร่วมในการคิดค้น พัฒนา วิวาทะ วิพากษ์ แสดงแนวคิดจุดยืนร่วมกันของบุคคลในกลุ่มชุมชนและผู้วิจัย ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ใหม่ จากนั้นจึงสร้างเป็นแนวทางการพัฒนาในการใช้กำหนดปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ต่อไป โดยใช้การพึ่งพาตนเองและสร้างการยอมรับของกลุ่มชุมชนที่มีต่อกระบวนการรูปแบบผลิตภัณฑ์ใหม่

(ค) ความรู้ความจริงที่ได้จากการปฏิบัติจริง (Motoric Action) เป็นขั้นตอนที่ได้ความจริงจากการลงมือปฏิบัติอย่างจริงจังผ่านกระบวนการรวบรวมข้อมูลในรูปแบบต่างๆ โดยอาศัยความสามารถของบุคคลที่ใช้ในการขับเคลื่อนมวลแนวความคิดในการออกแบบและพัฒนา ด้วยการควบคุมทิศทางและกระบวนการที่ชัดเจนเหมาะสมกับสภาพสังคม สิ่งแวดล้อม ซึ่งจะนำไปสู่หนทางการเปลี่ยนแปลงตามความต้องการ

3) กรอบแนวความคิดรายวัตถุปรงสงค์ที่ 3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพการเรียนรู้ ก่อน-หลัง ในทักษะการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 จำนวน 6 ด้าน ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ แนวความคิดทางด้านจิตวิทยาพุทธพิสัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ของมนุษย์ ที่เกี่ยวเนื่องกับการออกแบบหนังสือเสริมการเรียนรู้ ได้แก่ ความสนใจและการรับรู้อย่างถูกต้อง การจดจำ ความเข้าใจ ความกระตือรือร้นในการเรียน แรงจูงใจ การควบคุมการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3.1) ความสนใจและการรับรู้อย่างถูกต้อง ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ง่ายดายและเที่ยงตรงที่สุด การที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจกับสิ่งเร้าและรับรู้สิ่งเร้าอย่างถูกต้อง

(3.2) การจดจำโดยผู้สร้างบทเรียนต้องออกแบบบทเรียนโดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์ที่ช่วยในการจดจำได้ดี 2 ประการ คือ หลักในการจัดระเบียบหรือโครงสร้างเนื้อหาและหลักในการทำซ้ำ

(3.3) ความเข้าใจ ผู้สร้างบทเรียนต้องออกแบบบทเรียนโดยคำนึงถึง หลักการเกี่ยวกับการได้มาซึ่งแนวคิด และการประยุกต์ใช้กฎต่างๆ ซึ่งหลักการทั้งสองนี้เกี่ยวข้องโดยตรงกับแนวคิดในการออกแบบหนังสือในการทบทวนความรู้

(3.4) ความกระตือรือร้นในการเรียน การที่จะออกแบบบทเรียนที่ทำให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนได้นั้น จะต้องออกแบบให้ผู้ใช้มีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนอย่างสม่ำเสมอ

(3.5) แรงจูงใจ ได้แก่ ทฤษฎีแรงจูงใจภายในและแรงจูงใจภายนอก ควรจะเป็นแรงจูงใจภายในที่เกี่ยวกับบทเรียนมากกว่าแรงจูงใจภายนอก ซึ่งเป็นแรงจูงใจที่ไม่เกี่ยวเนื่องกับบทเรียนการสอน ที่ทำให้เกิดแรงจูงใจภายในก็คือ การสอนที่ผู้เรียนสนุกสนาน

4) กรอบแนวความคิดรายวัตถุประสงค์ที่ 4 เพื่อประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ การวัดค่าระดับต่างๆ ในแต่ละปริยเขต ด้านพุทธิพิสัยตามบลูมและคณะ (เยาวดี วิบูลย์ศรี. 2539 : 190)

(4.1) การวัดความรู้จากเนื้อหา (Knowledge) สามารถที่จะจำแนกออกแบ้นความรู้เฉพาะเรื่อง, ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงเฉพาะ, ความรู้เกี่ยวกับแนวทางและวิธีการจัดการกับปัญหาเฉพาะ, ความรู้เกี่ยวกับแบบแผนนิยม, ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับขั้นตอนตามเหตุผล, ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกและจัดประเภท, ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์, ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ, ความรู้เกี่ยวกับหลักการทั่วไปและความรู้ที่เป็นนามธรรมในสาขาวิชา, ความรู้เกี่ยวกับหลักการและข้อสรุปทั่วไป, ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง

(4.2) ความเข้าใจ (Comprehension) ได้แก่ การแปลความหมาย, การตีความ. การขยายความ

(4.3) การนำไปใช้งาน (Application) ซึ่งได้แก่ การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้มีความเหมาะสมแก่การนำไปใช้งานรายด้านที่ต้องการ

(4.4) การวิเคราะห์ (Analysis) ได้แก่ การวิเคราะห์องค์ประกอบ, การวิเคราะห์ความสัมพันธ์, วิเคราะห์หลักการ

(4.5) การสังเคราะห์ (Synthesis) ได้แก่ การวิเคราะห์ข้อความเพื่อการสื่อความหมา ย, การสังเคราะห์เพื่อการวางแผนโครงการหรือแผนดำเนินงาน, การสังเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงนามธรรม

(4.6) การประเมินผล (Evaluation) ได้แก่ การตัดสินคุณค่าโดยการใช้เกณฑ์ภายใน, การตัดสินคุณค่าโดยใช้เกณฑ์ภายนอก

ระหว่างกลุ่มที่ใช้และกลุ่มที่ไม่ได้ใช้ กระบวนการเรียนรู้แบบ PBL การสร้างแบบสอบอิงเกณฑ์ กรอนลันด์ (Gronlund. 1973) ได้อธิบายว่าควรมีหลักสำคัญที่ควรจะพิจารณาอยู่ 4 ประการ ประกอบด้วย

(ก) การตัดสินว่าการเรียนรู้แบบใดที่ควรจะบรรจุไว้ในการเรียนการสอนหน่วยการเรียนรู้ เพื่อวัดความสามารถในขั้นตอนการเรียนรู้ของเนื้อหาประกอบการเรียนตามหน่วยการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ข) การจำกัดขอบข่ายของเนื้อหาและทักษะที่ต้องการทดสอบ
(ค) การกำหนดผลิตภัณฑ์ของการเรียนรู้ที่มีความชัดเจน
(ง) การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานในการปฏิบัติการตามหน่วยของการเรียนรู้

4.7.5 ผลการวิจัยย่อย

1) เพื่อศึกษารูปแบบการเรียนรู้ PBL และกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ โดยผลจากกระบวนการศึกษาเบื้องต้นนั้น เป็นการต่อยอดนำองค์ความรู้จากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมาพัฒนา เพื่อใช้ในการเรียนการสอนของเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา โดยเน้นรูปแบบการเรียนรู้ลักษณะของการบูรณาความรู้จากสิ่งแวดล้อมรอบตัวนักเรียน มาสร้างเป็นความรู้ที่ใช้สำหรับการเรียนรู้อย่างเหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นของนักเรียน โดยกระบวนการวิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐานของเด็กนักเรียนและท้องถิ่น

2) เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ โดยผลจากกระบวนการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ เป็นการนำองค์ความรู้จากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมาบูรณาการความรู้เข้ากับรายวิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเกษตรกรรม และวิชาคณิตศาสตร์ ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา โดยเน้นรูปแบบการเรียนรู้แบบ PBL ให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และนำทักษะต่างๆ มาประยุกต์ใช้กับทรัพยากรในท้องถิ่นที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์ ในการนำองค์ความรู้จากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมาบูรณาการความรู้เข้ากับรายวิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเกษตรกรรม และวิชาคณิตศาสตร์นั้น ผู้วิจัยได้วางแผนการพัฒนาโดยการรวบรวมองค์ความรู้ต่างๆ แล้วทำการพัฒนาหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) ซึ่งนำมาบูรณาการกับการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนเรียนรู้กระบวนการแปรสภาพขยะเปียกภายในโรงเรียนและชุมชนให้เป็นดินเทียม แล้วนำมาใช้ในการปลูกพืชผักแบบปลูกยกแปลง เลี้ยงดูให้เติบโตแล้วทำการเก็บเกี่ยว เพื่อใช้ในการบริโภคและการจัดจำหน่ายสู่ชุมชน ซึ่งเป็นการบูรณาการองค์ความรู้เข้ากับวิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเกษตรและวิชาคณิตศาสตร์

3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพการเรียนรู้ ก่อน-หลัง ในทักษะการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 จำนวน 6 ด้าน ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์

ในส่วนของการประเมินประสิทธิภาพการเรียนรู้ ก่อน-หลัง ในทักษะการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 จำนวน 6 ด้าน ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ซึ่งผู้วิจัยได้ประเมินประสิทธิภาพเป็นรายด้าน ดังนี้

(ก) ด้านทรัพยากรธรรมชาติ ผู้วิจัยพบว่า การนำองค์ความรู้จากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมาใช้ มีส่วนช่วยในการนำทรัพยากรธรรมชาติที่เหลือใช้ในพื้นที่หรือในชุมชน เช่น ขยะเปียก จำพวกเศษอาหารที่เหลือจากการรับประทานหรืออื่นๆ ให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตได้มากขึ้น

(ข) ด้านสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยพบว่า การนำองค์ความรู้จากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมาใช้ทำให้สภาพแวดล้อมด้านต่างๆดีขึ้น ขยะเปียกน้อยลงและสามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้มีประโยชน์ได้

(ค) ด้านการเกษตรกรรม ผู้วิจัยพบว่า การนำดินเทียมที่ได้จากการแปรสภาพขยะเปียกมาใช้ในการเกษตร สามารถนำมาใช้ในการปลูกพืชผัก เพื่อทดแทนดินจริงได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ง) ด้านคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยพบว่า เมื่อมีการนำดินเทียมจากการแปรรูปขยะเปียกมาใช้ในการปลูกพืชผักจนได้ผลผลิตแล้ว มีการนำมาวางจำหน่าย ทำให้มีการคำนวณในส่วนต่างๆ ตั้งแต่การคำนวณทรัพยากร ตลอดจนการคำนวณต้นทุนต่างๆ

(จ) ด้านการเพิ่มมูลค่า ผู้วิจัยพบว่า การนำเอาขยะเปียกมาแปรสภาพเป็นดินเทียม มาใช้ในการปลูกพืชผักจนได้ผลผลิตแล้ว มีการนำมาวางจำหน่าย ถือเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับทรัพยากร และยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับชุมชนอีกด้วย

(ฉ) ด้านเศรษฐศาสตร์ ผู้วิจัยพบว่า การนำดินเทียมจากการแปรรูปขยะเปียกมาใช้ ถือเป็นการส่งเสริมชุมชนอีกทางหนึ่ง ทั้งยังเป็นการส่งเสริมคุณภาพชีวิตและสอดคล้องกับวิถีชีวิตของคนในชุมชน

ในการประเมินประสิทธิภาพการเรียนรู้ ก่อน-หลัง ในทักษะการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 จำนวน 6 ด้าน ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ผู้วิจัยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้

(3.1) ผลการวิเคราะห์การทดสอบประสิทธิภาพของหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project)

การทดลองขั้นทดสอบเชิงปฏิบัติการ โดยทำการทดลองกับนักเรียนตาบอดที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน โดยผู้วิจัยได้ใช้สูตร $E_1:E_2$ ตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80:80 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) ดังตารางที่ 6 และตารางที่ 7

ตารางที่ 4.24 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อหาประสิทธิภาพของหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) ขั้นทดลองเชิงปฏิบัติการ

คนที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน			คะแนนรวมแบบทดสอบก่อนเรียน (60)	คะแนนทดสอบหลังเรียน			คะแนนรวมแบบทดสอบหลังเรียน (60)
	วิทยาศาสตร์ (20)	เกษตรกรรม (20)	คณิตศาสตร์ (20)		วิทยาศาสตร์ (20)	เกษตรกรรม (20)	คณิตศาสตร์ (20)	
1	13	16	14	43	15	18	16	49
2	13	15	14	42	14	17	15	46
3	14	15	13	42	15	17	16	48
4	14	17	13	44	16	19	17	52
5	15	18	14	47	16	20	17	53
6	15	16	14	45	17	18	16	51
7	15	17	14	46	16	19	17	52
8	14	16	13	43	17	18	16	51
9	13	15	14	42	15	18	17	50
10	14	17	13	44	16	20	16	52
11	14	16	12	42	16	19	15	50
12	13	16	14	43	17	19	16	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.24 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อหาประสิทธิภาพของหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) ขั้นทดลองเชิงปฏิบัติการ (ต่อ)

คนที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน			คะแนนรวมแบบทดสอบก่อนเรียน (60)	คะแนนทดสอบหลังเรียน			คะแนนรวมแบบทดสอบหลังเรียน (60)
	วิทยาศาสตร์ (20)	เกษตรกรรม (20)	คณิตศาสตร์ (20)		วิทยาศาสตร์ (20)	เกษตรกรรม (20)	คณิตศาสตร์ (20)	
13	14	16	13	43	17	20	16	53
14	12	16	15	43	15	19	17	51
15	13	15	14	42	16	19	17	52
รวมคะแนน (ก่อนเรียน)				651	รวมคะแนน (หลังเรียน)			762
เฉลี่ยรวม				43.40	เฉลี่ยรวม			50.80
รวมคะแนนเป็นร้อยละ				72.33	รวมคะแนนเป็นร้อยละ			84.67

การหาค่าประสิทธิภาพของหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) $(E_1 : E_2)$ ขั้นทดลองเชิงปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้ใช้สูตร

$$\text{สูตร } E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 = \frac{\frac{651}{15}}{60} \times 100 = 72.33$$

$$\text{สูตร } E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 = \frac{\frac{762}{15}}{60} \times 100 = 84.67$$

จากตารางที่ 4.24 พบว่าคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) ในแต่ละรายวิชาสามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ใช้องค์ความรู้จากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมาบูรณาการเข้ากับรายวิชา โดยครูผู้สอนจะสอนในเรื่องคุณสมบัติของดิน และการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมให้แก่นักเรียน และให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมตามที่เรียนมา ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความรู้ของนักเรียน ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ในการทดสอบนักเรียนแต่ละคน มีคะแนนรวมทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน

ในรายวิชาเกษตรกรรม ผู้วิจัยได้ใช้องค์ความรู้จากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมาบูรณาการเข้ากับรายวิชา โดยครูผู้สอนจะสอนในเรื่องการเพาะปลูก ตั้งแต่การเตรียมพื้นที่ การปรับสภาพดิน การหว่านเมล็ดไปจนถึงการดูแลพืชผัก และการเก็บผลผลิตให้แก่นักเรียน และให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ โดยการนำดินเทียมที่นักเรียนแปรสภาพจากขยะเปียกมาใช้ในการเพาะปลูก โดยทำการเพาะปลูกแบบยกแปลง ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความรู้ของนักเรียน ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ในการทดสอบนักเรียนแต่ละคน มีคะแนนรวมทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน

ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ใช้องค์ความรู้จากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมาบูรณาการเข้ากับรายวิชา โดยครูผู้สอนจะสอนในเรื่องการเตรียมการจัดจำหน่าย ตั้งแต่การคำนวณต้นทุนเพื่อหาราคาขาย การวางแผนการจัดจำหน่ายให้แก่นักเรียน และให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ โดยการนำผลผลิตที่ได้จากการเพาะปลูกจากดินเทียมที่นักเรียนแปรสภาพจากขยะเปียก โดยนักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อวางแผนและจัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการเพาะปลูกจากดินเทียมที่นักเรียนแปรสภาพจากขยะเปียก โดยนักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อวางแผนและจัดจำหน่ายให้แก่ชุมชน และทำการรวบรวมค่าใช้จ่ายและกำไรที่ได้ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความรู้ของนักเรียนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ในการทดสอบนักเรียนแต่ละคน มีคะแนนรวมทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน

ตารางที่ 4.25 แสดงผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project)

การหาประสิทธิภาพของหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project)	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ	ผลรวมคะแนนที่ตอบถูก	ผลรวมคะแนนเป็นร้อยละ
แบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1)	15	60	651	72.33
แบบทดสอบหลังเรียน (E_2)	15	60	762	84.67

จากตารางที่ 4.25 พบว่าผลการหาประสิทธิภาพของหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) จากการทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน ได้ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการต่อค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ($E_1 : E_2$)เท่ากับ 72.33 : 84.67 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80:80

(3.2) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ จากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) โดยใช้สูตร t-test (Dependent Sample) เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 4.26 แสดงผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังฝึกด้วยหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project)

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	จำนวนผู้เรียน (N)	คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ค่าทดสอบ t-test
แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test)	15	43.40	1.55	17.05
แบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test	15	50.80	1.93	

มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 (α=0.05, df=14, t=1.761)

จากตารางที่ 4.26 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนสอบก่อนเรียนเท่ากับ 43.40 ค่าเฉลี่ยคะแนนสอบหลังเรียนเท่ากับ 50.80 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนก่อนเรียนเท่ากับ 1.55 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 1.93 จากนั้นได้หาค่าสถิติโดยใช้สูตร t-test (Dependent Sample) ที่ df=14 ได้ค่าเท่ากับ 17.05 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่า t จากตารางที่ได้ค่าเท่ากับ 1.761 พบว่าค่า t จากการคำนวณมีค่ามากกว่าค่า t จากตาราง จึงสรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนกับคะแนนก่อนเรียนมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยทั้งก่อนและหลังเรียน พบว่าคะแนนหลังเรียนมีค่ามากกว่าคะแนนก่อนเรียน จึงสามารถสรุปผลได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนด้วยหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) เพื่อประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์

ในส่วนของการประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ซึ่งผู้วิจัยได้ประเมินประสิทธิภาพเป็นรายด้าน

ตารางที่ 4.27 แสดงผลการวิเคราะห์การประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจต่อรูปแบบหนังสือเสริมทักษะและโครงการ (Project)

รูปแบบหนังสือเสริมทักษะและโครงการ (Project)	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1. หนังสือเสริมทักษะมีรูปแบบน่าสนใจ	4.89	0.33	มากที่สุด
2. มีเนื้อหาเหมาะสมกับรายวิชา	4.89	0.33	มากที่สุด
3. ภาษาที่ใช้สามารถอ่านและเข้าใจได้ง่าย	4.89	0.33	มากที่สุด
4. ภาพประกอบมีความน่าสนใจเหมาะกับเนื้อหาการเรียนการสอน	4.89	0.33	มากที่สุด
5. การจัดวางเนื้อหาและรูปในหนังสือเสริมทักษะมีความเหมาะสม	4.67	0.50	มากที่สุด
6. มีความแข็งแรงทนทานและบำรุงรักษาง่าย	4.89	0.33	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.85	0.07	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.27 สามารถวิเคราะห์ได้ว่า ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ มีความเห็นว่ารูปแบบหนังสือเสริมทักษะและโครงการ (Project) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.86 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.07 ($\bar{X}$=4.86, S.D.=0.07)

ตารางที่ 4.28 แสดงผลการวิเคราะห์การประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจรูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ด้านทรัพยากรธรรมชาติ ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านเกษตรกรรม

ด้านทรัพยากรธรรมชาติ ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านเกษตรกรรม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1. มีความสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมของชุมชน	4.89	0.33	มากที่สุด
2. สามารถนำทรัพยากรในชุมชนมาใช้ได้โดยง่าย	4.89	0.33	มากที่สุด
3 สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับวิถีการดำเนินชีวิตของผู้คนในชุมชน	4.89	0.33	มากที่สุด
4. สภาพแวดล้อมของชุมชนเป็นไปในทิศทางที่ดีขึ้น	4.89	0.33	มากที่สุด
5. ส่งเสริมวัฒนธรรมและวิธีชีวิตของชุมชน	4.67	0.50	มากที่สุด
6. ดินเทียมมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการนำมาใช้ทดแทนดินจริง	5.00	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.87	0.16	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.28 สามารถวิเคราะห์ได้ว่า ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ มีความเห็นว่ารูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.87 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.16 ($\bar{X}$=4.87, S.D.=0.16)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.29 แสดงผลการวิเคราะห์การประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจรูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ด้านคณิตศาสตร์ ด้านการเพิ่มมูลค่า และด้านเศรษฐศาสตร์

ด้านคณิตศาสตร์ ด้านการเพิ่มมูลค่า และด้านเศรษฐศาสตร์	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1. สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับทรัพยากรในชุมชน	5.00	0.00	มากที่สุด
2. สามารถวางแผนการจัดจำหน่ายเพื่อเพิ่มอาชีพให้กับคนในชุมชน	4.89	0.33	มากที่สุด
3 สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับวิถีการดำเนินชีวิตของผู้คนในชุมชน	5.00	0.00	มากที่สุด
4. ส่งเสริมคุณภาพชีวิตให้กับคนในชุมชน	4.89	0.33	มากที่สุด
5. เสริมสร้างอาชีพให้กับคนในชุมชน	4.89	0.33	มากที่สุด
6. คนในชุมชนสามารถผลิตเองได้โดยง่าย	4.89	0.33	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.93	0.17	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.29 สามารถวิเคราะห์ได้ว่า ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ มีความเห็นว่ารูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.93 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.17 ($\bar{X}$=4.93, S.D.=0.17)

จากตารางสามารถวิเคราะห์ได้ว่า ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ มีความเห็นว่ารูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ที่ได้จากการบูรณาการองค์ความรู้จากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม ทั้งรูปแบบหนังสือเสริมทักษะและโครงการ (Project) รวมถึงความพึงพอใจในด้านทรัพยากรธรรมชาติ ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านเกษตรกรรม ด้านคณิตศาสตร์ ด้านการเพิ่มมูลค่า และด้านเศรษฐศาสตร์ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

4.7.6 ผลการอภิปรายผลการวิจัยย่อย

จากการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าการบูรณาการทักษะการเรียนรู้ (PBL) ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ มีความสอดคล้องกับนโยบายการพัฒนาคนอย่างยั่งยืน (2557) ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งการวิจัยครั้งนี้จะเป็นการวิจัยในเชิงประยุกต์ เน้นการนำสิ่งที่เป็นศักยภาพหรือสิ่งที่ด้อยค่าในชุมชนของเด็กมาใช้ประยุกต์เพื่อสร้างการเรียนรู้ด้วยแนวคิดที่ว่า “ทุกสรรพสิ่งในโลกล้วนเป็นสิ่งที่มีประโยชน์” มาประยุกต์ร่วมในการเรียนรู้ของเด็ก โดยมีประเด็นการอภิปรายผล ดังนี้

การศึกษารูปแบบการเรียนรู้ PBL และกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ผู้วิจัยพบว่า การนำองค์ความรู้จากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมาบูรณาการเข้ากับรายวิชาต่างๆ โดยเน้นรูปแบบการเรียนรู้ลักษณะของการบูรณาความรู้จากสิ่งแวดล้อมรอบตัวนักเรียน มาสร้างเป็นความรู้ที่ใช้สำหรับการเรียนรู้อย่างเหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นของนักเรียน โดยกระบวนการวิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐานของเด็กนักเรียนและท้องถิ่น ตามทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Schema Theory) และทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญญา (Cognitive Flexibility Theory) ตามนิยามของรูเมลอาร์ทและออโทนี่ (Rumelhart & Ortony, 1997)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ผู้วิจัยพบว่า การนำองค์ความรู้จากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมาบูรณาการความรู้เข้ากับรายวิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเกษตรกรรม และวิชาคณิตศาสตร์ โดยเน้นรูปแบบการเรียนรู้แบบ PBL ให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และนำทักษะต่างๆ มาประยุกต์ใช้กับทรัพยากรในท้องถิ่นที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์ โดยอาศัยการสร้างแนวทางการพัฒนาด้วยแนวทาง 3 ประการ ที่ใช้เป็นหลักในการสร้างความรู้และพัฒนาผลิตภัณฑ์ 1) เน้นการสร้างกระบวนการวิจัยที่มุ่งสู่ความเปลี่ยนแปลง (It is Change) 2) เน้นการสร้างการมีชีวิตของกระบวนการวิจัย (It is Organic) 3) เน้นการสร้างความร่วมมือกันระหว่างนักวิจัยและกลุ่มตัวอย่างหรือผู้ให้ข้อมูล ตามแนวคิดทฤษฎีทางสังคมและทฤษฎีทางการปฏิบัติ ของ Lewin โดยการจัดทำหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) เพื่อใช้ร่วมกับการบูรณาการการศึกษา

การประเมินประสิทธิภาพการเรียนรู้ ก่อน-หลัง ในทักษะการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 จำนวน 6 ด้าน ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการทดสอบด้วยการให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบโดยใช้วิธีการจับเวลาควบคู่กับการทำแบบทดสอบ เพื่อทำการวิเคราะห์โดยใช้การหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ($E_1 : E_2$) ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ $E_1 : E_2$ ไว้ที่ 80 : 80 และการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งก่อนและหลังของผู้เรียน ผู้วิจัยได้ใช้การวิเคราะห์ด้วยสูตร T-Test Dependent โดยผู้วิจัยได้กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งผลการวิเคราะห์ที่ได้นั้นเป็นเป็นตามสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งเอาไว้ คือ ผู้เรียนมีผลการเรียนหลังเรียน จากการนำองค์ความรู้จากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมาบูรณาการความรู้เข้ากับรายวิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเกษตรกรรม และวิชาคณิตศาสตร์ โดยเน้นรูปแบบการเรียนรู้แบบ PBL สูงกว่าผลการเรียนก่อนเรียน

การประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ผู้วิจัยพบว่า ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ มีความเห็นว่ารูปแบบการเรียนรู้ PBL ที่ได้จากการบูรณาการองค์ความรู้จากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม ทั้งรูปแบบหนังสือเสริมทักษะและโครงการ (Project) รวมถึงความพึงพอใจในด้านทรัพยากรธรรมชาติ ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านเกษตรกรรม ด้านคณิตศาสตร์ ด้านการเพิ่มมูลค่า และด้านเศรษฐศาสตร์ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

4.7.7 ข้อเสนอแนะการวิจัยย่อย

1) สามารถพัฒนารูปแบบของหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) ให้มีความหลากหลายมากขึ้น เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ (PBL) ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์

2) อาจมีการพัฒนาองค์ความรู้ต่างๆ หนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) เพื่อบูรณาการองค์ความรู้เข้ากับรายวิชาต่างๆ

3) พัฒนาองค์ความรู้ต่างๆ จากทรัพยากรอื่นที่มีในชุมชน เพื่อเป็นการพัฒนาและเสริมสร้างอาชีพให้แก่คนในชุมชน

4) องค์ความรู้ที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสอนกับหน่วยงานทางการศึกษาในพื้นที่อื่นๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงทรัพยากรที่มีในพื้นที่นั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

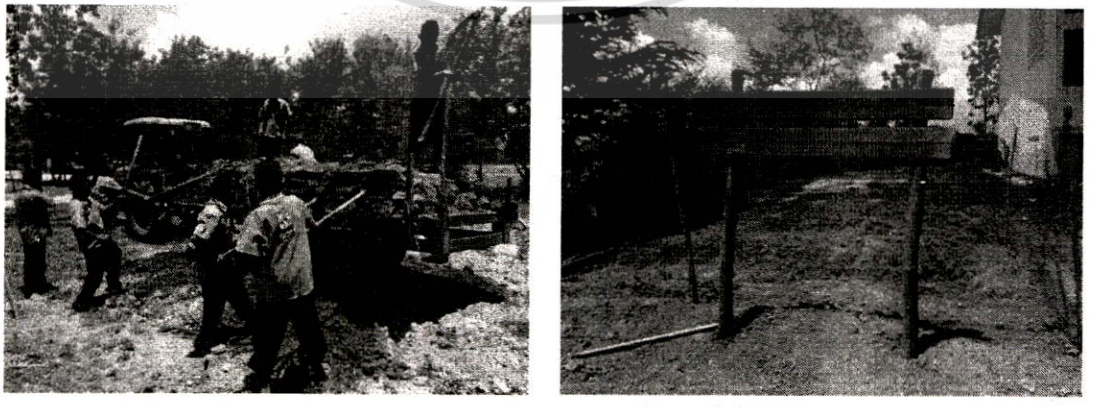
4.8 กระบวนการเผยแพร่องค์ความรู้สู่สารธารณะชน

4.8.1 ขั้นตอนการยกร่องแปลงปลูกเพื่อทดลองการเพาะปลูกพืชจากดินเทียมขยะเปียก

ในส่วนของขั้นตอนการยกร่องแปลงปลูกเพื่อทำการทดลองการเพาะปลูกพืชผักสวนครัวในพื้นที่แปลงเกษตรกรรมอินทรีย์ โดยการอนุเคราะห์ร่วมทดลองการใช้ประโยชน์จากดินเทียมที่แปรสภาพจากขยะเปียกนั้นร่วมมือกับ โรงเรียนบ้านหนองแวง อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา

ภาพที่ 4.45 การเตรียมดินเพื่อยกร่องแปลงทดลองการเพาะปลูกพืชผักสวนครัวจากดินเทียม

ขั้นตอนของการเตรียมแปลงทดลองเพื่อการปลูกผักสวนครัวของเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนบ้านหนองแวง อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา โดยทำการขุดแปลงปลูกผักเนื่องจากพื้นที่ดินเดิมของโรงเรียนนั้นเป็นดินที่ไม่อุดมสมบูรณ์และเป็นที่ดอนที่ในพื้นที่มีการเพาะปลูกเพียงไร่อ้อยเท่านั้น ซึ่งดินเดิมนั้นเป็นดินที่มีแร่ธาตุอาหารน้อย ทำให้ชุมชนในพื้นที่ไม่สามารถเพาะปลูกพืชชนิดต่างๆได้มากนัก กลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จึงทำการยกแปลงปลูกขึ้นและย่อยดินเดิมก่อนที่จะนำดินเทียมที่ได้จากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกให้เป็นดินเทียมและนำดินเทียมที่มีธาตุอาหารที่จำเป็นในการเจริญเติบโตของพืชมาผสมคลุกเคล้าในอัตราส่วน 1 : 2 เพื่อให้พืชผักสวนครัวที่จะนำมาปลูกได้รับธาตุอาหารที่จำเป็นในการเจริญเติบโตอย่างเหมาะสม ซึ่งในส่วนนี้จากกระบวนการทดสอบอัตราการเจริญเติบโตของการงอกเมล็ดพันธ์พืชที่ใช้ปลูกนั้นพบว่า ดินเทียมจากขยะเปียกนั้นมีอัตราการงอกของเมล็ดพันธ์พืชที่ ร้อยละ 60 ของเมล็ดพันธ์พืชที่ใช้เพาะปลูก ซึ่งอัตราการงอกนั้นมีผลได้จากส่วนผสมของปุ๋ยคอกและแกลบดำที่จะช่วยในการปรับคุณภาพของดินเดิมให้มีความร่วนซุยและมีธาตุอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของพืชที่มากขึ้นกว่าเดิม



ภาพที่ 4.46 นักเรียนชั้นประถมปีที่ 5 ทำการยกร่องแปลงปลูกก่อนผสมดินเทียมขยะเปียกลงแปลงทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ทำการวัดและยกร่องแปลงเพาะปลูกพืชผักแล้วทำการผสมดินเทียมที่ได้จากขยะเปียกลงคลุกเคล้าในแปลงทดลองขนาด 2 x 4 เมตร จำนวน 5 แปลงปลูก ก่อนที่นักเรียนจะทำการลงมือเพาะเมล็ดพันธ์พืชลงในแปลงที่มีการผสมดินเทียมลงไปแล้ว ซึ่งสามารถเทียบอัตราการจากการทดลองในห้อง LAP ทางวิทยาศาสตร์เกษตร พบว่า ดินเทียมจากขยะเปียกมีอัตราการงอกของเมล็ดพืชอยู่ที่อัตรา ร้อยละ 60 ด้วยการใช้กระบวนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ก่อนที่จะนำดินเทียมมาทดลองปลูกพืชผักสวนครัวในพื้นที่ทดลองของโรงเรียนบ้านหนองแวง อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา

ภาพที่ 4.47 นักเรียนชั้นประถมปีที่ 5 และครูผู้ควบคุม(ผู้ช่วยวิจัย) โดยใช้เมล็ดพันธ์ของบริษัท เจียไต๋

จากนั้นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้ทำการผสมดินเทียมลงไปบนแปลงปลูกเพื่อทำการปรับสภาพดินเดิมที่มีอยู่ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ด้วยการผสมดินเทียมที่ได้จากการผสมเศษกากขยะเปียกจากเศษอาหาร ร้อยละ 60 และปุ๋ยคอก ร้อยละ 20 นำมาคลุกเคล้ากับแกลบดำ ร้อยละ 20 ซึ่งทั้งหมดทำการผสมและนำมาอัดเม็ดขนาดเล็กเพื่อใช้เป็นดินเทียมในแปลงทดลองปลูกผักของเด็กนักเรียน จำนวน 5 แปลงปลูก โดยจะแยกทดลองปลูกพืชชนิดละ 2 แปลงปลูกเพื่อดูผลการทดลองสูตรดินเทียมที่ได้จากการสอบถามผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเกษตรกรรมที่เน้นให้มีการนำทรัพยากรที่มีในท้องถิ่นมาประยุกต์ใช้งานให้อย่างเต็มประสิทธิภาพจะสามารถช่วยให้ชุมชนสามารถมีการเพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ได้อย่างยั่งยืนมากกว่าการใช้สารเคมีหรือการใช้เทคโนโลยีที่สูงมากเกินไปจนชุมชนไม่สามารถเข้าถึงได้

ตารางที่ 4.30 สูตรดินเทียมที่ได้จากการสอบถามความคิดเห็นกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์

สูตรที่	กากขยะเปียก (เศษอาหาร)	แกลบดำ (แกลบเผา)	ปุ๋ยคอก	ลักษณะทางกายภาพ	อัตราการงอกของเมล็ดพืช
1	40	30	30	เม็ดดินเทียมมีการเกาะตัวกันไม่ดีมากนักและมีสีดำเข้ม ลักษณะร่วนซุย เบาเมื่อตากแห้งแล้ว	70
2	60	20	20	เม็ดดินเทียมมีการเกาะตัวดีแน่นและไม่หลุดร่อน มีสีออกเทาเข้ม มีน้ำหนักและมีความแน่นของเนื้อดิน	60
3	80	10	10	เม็ดดินเทียมมีการเกาะตัวแน่นมากและไม่หลุดร่อน สีออกเทามีน้ำหนักมากตัวเนื้อดินมีลักษณะที่แข็งและแน่นมาก	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางสรุปสูตรดินเทียมที่ได้รับจากผู้ทรงคุณวุฒินั้นพบว่าดินเทียมที่มีศักยภาพเพียงพอในการนำมาทดลองใช้งานในแปลงเพาะปลูกพืชแบบอินทรีย์เพื่อทดลองการเพาะปลูกพืชจริงนั้นจะเป็นสูตรที่ 2 ที่มีการใช้ส่วนผสมขยะเปียกร้อยละ 60 นำมาผสมคลุกเคล้า ร้อยละ 20 กับแกลบและปุ๋ยคอก ร้อยละ 20 เนื่องจากมีอัตราการงอกของเมล็ดที่ร้อยละ 60 และเนื้อดินมีคุณลักษณะที่เนื้อดินแน่นเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้งานในการเพาะปลูกพืช

4.8.2 ขั้นตอนการทดลองปลูกผักสวนครัวจากดินเทียมที่ได้จากกระบวนการ

สำหรับขั้นตอนนี้เป็นการปฏิบัติการเพาะปลูกพืชผักสวนครัวโดยการประยุกต์ใช้ดินเทียมจากขยะเปียกที่มาจากเศษอาหารกลางวันภายในโรงเรียน ซึ่งนำมาผ่านกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกด้วยเครื่องแยกส่วนและบดย่อย จนกระทั่งคลุกเคล้ามาเป็นเม็ดจากนั้นนำมาสร้างแปลงทดลองปลูก โดยกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งได้ทำการเพาะปลูก ผักสวนครัวจำนวน 6 ชนิด ได้แก่ ผักบุ้ง ผักชีลาว ผักคะน้า ผักกวางตุ้ง ถั่วฝักยาว แตงกวา เป็นต้น ซึ่งมีเป้าหมายเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความตระหนักถึงประโยชน์ของเศษอาหารที่รับประทานเหลือ ให้สามารถเห็นคุณค่าและสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีกครั้ง โดยสามารถแยกเป็นรูปแบบการเรียนรู้วิถีเกษตรอินทรีย์ ตามแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียง ได้ดังนี้

ก. ขั้นตอนการเพาะต้นกล้าผักสวนครัว เป็นขั้นตอนที่เด็กนักเรียนทำการเพาะต้นกล้าของพืชผักสวนครัวที่สามารถเพาะปลูกได้ง่ายและสามารถนำมารับประทานในโครงการอาหารกลางวันของโรงเรียนได้ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เด็กนักเรียนจะสามารถเรียนรู้ในเรื่องการเกษตรกรรม และการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการบูรณาการเรียนรู้ของนักเรียนและครูผู้ควบคุม โดยมีการชี้ประเด็นและคุณประโยชน์ที่ได้รับจากการนำขยะเปียกมาแปรสภาพเพื่อใช้ในการเพาะปลูกและสร้างคุณค่าให้กับดิน

ภาพที่ 4.48 กิจกรรมการเพาะเมล็ดพืชผักสวนครัวเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เกษตรอินทรีย์

ภาพที่ 4.49 กิจกรรมการเพาะเมล็ดพืชผักสวนครัวเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เกษตรอินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการ์ทดลองส่งเสริมให้เด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้เรียนรู้กระบวนการเตรียมดินเพาะปลูกจากขยะเปียกแล้วนั้นพบว่า เด็กมีความเข้าใจเกี่ยวกับประโยชน์ที่สามารถนำขยะเปียกที่ไร้คุณค่าให้สามารถนำกลับมาประยุกต์ใช้งานใหม่ได้อีกครั้งและยังสามารถปฏิบัติตั้งแต่กระบวนการเตรียมวัตถุดิบดินเทียมไปจนกระทั่งกระบวนการเพาะต้นกล้าผักสวนครัวด้วยตนเองได้อย่างเหมาะสม

ภาพที่ 4.50 กิจกรรมการเตรียมแปลงปลูกด้วยการผสมดินเทียมลงแปลงปลูกและนำต้นกล้าลงปลูก

ข. ขั้นตอนการเพาะปลูกพืชผักสวนครัวของกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยทำการนำกล้าเมล็ดมาเพาะในแปลงปลูกที่เตรียมไว้จากการผสมดินเทียมจากขยะเปียกคลุกเคล้าร่วมกับดินธรรมดาในพื้นที่ที่ขาดแร่ธาตุอาหาร โดยคลุกเคล้าในอัตราส่วน 50/50 โดยใช้การกลับดินจากชั้นล่างขึ้นมาผสมกับดินเทียมจากขยะเปียกที่นักเรียนผลิตขึ้น จากนั้นทำการดูแลจนกระทั่งงอกงามพร้อมสำหรับในการนำมาประกอบอาหารกลางวันในโครงการอาหารกลางวันในโรงเรียน โดยมีการนำผักชนิดต่างๆ เช่น ผักบุ้ง ผักกวางตุ้ง ผักคะน้า มาทำการแปลงเป็นอาหารกลางวันที่กลุ่มเด็กเพาะปลูกขึ้นเอง

ภาพที่ 4.51 การดูแลบำรุงรักษา เพาะปลูกผักสวนครัวของกลุ่มนักเรียน

ทักษะที่เกิดขึ้นกับเด็กในช่วงการเรียนรู้การเพาะปลูกจากดินเทียมขยะเปียกนี้ กลุ่มนักเรียนจะได้รับมุมมองที่สามารถเห็นคุณค่าของเศษขยะเปียกที่สามารถนำมาเพิ่มแร่ธาตุหรือธาตุอาหารในดินที่แข็งและไม่สามารถเพาะปลูกพืชได้งอกงามสามารถกลับมาเพาะปลูกพืชผักสวนครัวประเภทที่เติบโตง่ายได้อย่างเหมาะสม และเด็กได้เรียนรู้การใช้ประโยชน์อย่างครบวงจรจากการเริ่มเพาะเมล็ดจนกระทั่งการดูแลพืชผักให้เติบโต สามารถช่วยสร้างความรู้และความรับผิดชอบให้กับเด็กนักเรียนอย่างเหมาะสม

ค. ขั้นตอนการเก็บเกี่ยว เป็นช่วงเวลาที่นักเรียนทุกคนต่างรอคอยเพื่อจะให้ได้เก็บเกี่ยวซึ่งกลุ่มเด็กจะเกิดความคาดหวังถึงผลสำเร็จที่จะตามมาภายหลังจากการเพาะปลูกพืชผักสวนครัวจากดินเทียม โดยการเก็บเกี่ยวนักเรียนจะสามารถเรียนรู้กระบวนการเก็บเกี่ยวและรวมไปถึงขั้นตอนการเตรียมดินเพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เตรียมพื้นที่แปลงปลูกในการเพาะปลูกพืชผักสวนครัวในรุ่นต่อไป ซึ่งในประเด็นนี้ช่วงขั้นตอนการเก็บเกี่ยวจะดูแลและควบคุมโดยครูผู้ช่วยวิจัยในขั้นตอนกระบวนการเก็บเกี่ยว

ภาพที่ 4.52 ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวผลผลิตจากการเพาะปลูกพืชผักสวนครัว ประเภทผักบุ้ง ผักคะน้า ของกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ทักษะที่เกิดขึ้นกับเด็กในช่วงขั้นตอนการเก็บเกี่ยวผลผลิต คือ กระบวนการขั้นตอนในการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ถูกต้อง และการดูแลรักษาคุณภาพผักสวนครัวเพื่อการบริโภคและการจำหน่ายเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ ภายหลังจากการเก็บเกี่ยวซึ่งเด็กนักเรียนจะได้เรียนรู้ถึงมูลค่าที่เกิดขึ้นภายหลังจากขั้นตอนการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ได้จากการแปรสภาพขยะเปียกในโรงเรียนที่จะต้องทิ้งไปก่อให้เกิดมลภาวะเป็นพิษ ให้สามารถนำมาผ่านกระบวนการและช่วยสร้างอาหารและระบบเศรษฐกิจที่เหมาะสมให้กับนักเรียนและสร้างมุมมองใหม่ในรายวิชาที่สามารถบูรณาการได้ เช่น รายวิชาการงานพื้นฐานอาชีพ รายวิชาวิทยาศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์ รายวิชาเกษตรกรรม เป็นต้น

ง. ขั้นตอนการแปลงรูปเป็นอาหารกลางวัน เป็นขั้นตอนที่มีการเสริมกระบวนการเรียนรู้สำหรับรายวิชาคหกรรม เข้าไปร่วมในการช่วงนี้ถือเป็นช่วงที่เด็กนักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการนำพืชผักสวนครัวที่ตนเองเพาะปลูกจากดินเทียมขยะเปียกที่เกิดขึ้นภายในโรงเรียนมาเพาะปลูกพืชจนกระทั่งนำมาซึ่งการนำพืชผักที่กลุ่มนักเรียนเพาะปลูกได้มารับประทานร่วมกันภายในโรงเรียนเรียน ซึ่งในช่วงขั้นตอนการแปรรูปนี้เองที่นักเรียนจะสามารถเห็นผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการใช้ประโยชน์จากดินเทียมขยะเปียกแบบเป็นรูปธรรมและสามารถจับต้องและตนเองสามารถได้รับประโยชน์ได้จริง ซึ่งในการเรียนรู้นี้เด็กได้นำ ต้นผักบุ้งที่ปลูกจากดินเทียมขยะเปียกมาผัดผักบุ้งใส่หมูสับ และผัดคะน้าใส่หมูสับ เพื่อรับประทานกันในช่วงเที่ยงวัน

ทักษะที่เกิดขึ้นกับเด็กในช่วงขั้นตอนการแปรรูปเพื่อรับประทานภายในโรงเรียนตนเองก่อให้เกิดมุมมองและความรู้ที่เพิ่มพูนให้กับกลุ่มเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาเกษตรกรรม รายวิชาคหกรรม รายวิชาคณิตศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งในช่วงขั้นตอนการแปลงพืชผักที่ตนเองเพาะปลูกมาใช้รับประทานนี้เด็กจะได้เรียนรู้กระบวนการและขั้นตอนการแปรรูปอาหารจากพืชผักสวนครัวในรูปแบบต่างๆ เช่น กระบวนการผัด กระบวนการทอด กระบวนการหั่นและเก็บ ก่อนแปรรูป ซึ่งสิ่งเหล่านี้คือทักษะที่เพิ่มพูนขึ้นจากการบูรณาการรูปแบบการเรียนรู้จากชีวิตจริงด้วยรูปแบบการเรียนแบบ PBL จึงก่อให้เกิดความสนใจต่อระบบการเรียนรู้ที่สามารถจับต้องและใช้ประโยชน์ได้จริง อีกทั้งยังสามารถนำกลับไปปฏิบัติในครอบครัวตนเองได้อย่างเหมาะสม

สำหรับในช่วงนี้จากการสังเกตการณ์แบบไม่มีส่วนร่วมนั้นพบว่าเด็กนักเรียนจะให้ความสนใจมากกว่าขั้นตอนอื่นๆ เนื่องจากเป็นช่วงที่มีการตัดและเก็บผักสวนครัวมาแปรรูปเป็นอาหารกลางวันเด็กนักเรียนทุกคนต้องการมีส่วนร่วมและต้องการจะแสดงฝีมือตนเองให้ครูผู้ควบคุมและเพื่อนได้เห็น ถือเป็นการกระตุ้นการแสดงออกทางพฤติกรรมที่เหมาะสมสำหรับเด็กให้กล้าคิดและกล้าที่จะแสดงออกในทางที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.53 ขั้นตอนการแปลงรูปผักสวนครัวที่เพาะปลูกจากดินเทียมขยะเปียก สู่โครงการอาหารกลางวันสำหรับเด็กนักเรียนภายในโรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา

จ. ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวเพื่อจำหน่ายพืชผักสวนครัวที่เพาะปลูกด้วยดินเทียมจากขยะเปียก เป็นช่วงระยะของกระบวนการทดลองการใช้ประโยชน์จากดินเทียมในรูปแบบของการเกษตรกรรมแบบเพาะปลูกพืชผักสวนครัวในขั้นตอนสุดท้าย โดยเป็นขั้นตอนที่เด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 นั้นจะทำการเรียนรู้การเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้กับพืชผักสวนครัวที่ตนเองเพาะปลูกด้วยดินเทียมจากขยะเปียก ซึ่งขั้นตอนนี้เด็กนักเรียนจะทำการเก็บเกี่ยวพืชผักสวนครัวจากแปลงทดลอง จากนั้นนำมาล้างด้วยน้ำสะอาด ก่อนที่จะนำผักที่ได้มาจัดเรียงเป็นกำๆ เพื่อการจำหน่ายโดยนักเรียนจะเรียนรู้การกำหนดราคาและความต้องการภายในชุมชนตนเอง จากนั้นจึงทำการมัดเป็นกำๆละ 5 บาท โดยนักเรียนจะนำไปจำหน่ายในพื้นที่ชุมชนตนเองและจำหน่ายที่ตลาดนัดชุมชนหรือตลาดนัดภายในหมู่บ้านตนเอง

ภาพที่ 4.54 ขั้นตอนการจำหน่ายเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้กับพืชผักสวนครัวของตนเองที่ได้จากการเพาะปลูกด้วยดินเทียมจากขยะเปียกที่เกิดขึ้นภายในโรงเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทักษะที่เกิดขึ้นกับเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในช่วงของขั้นตอนการจำหน่ายเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้กับพืชผักสวนครัวของตนเองที่ได้จากการเพาะปลูกด้วยดินเทียมจากขยะเปียกที่เกิดขึ้นภายในโรงเรียน นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการเพิ่มมูลค่าให้กับพืชผักสวนครัวที่ตนเองเพาะปลูกเอง โดยจะเป็นการสร้างมุมมองที่ผสมผสาน “แนวคิดเศรษฐกิจพอเพียง” ตลอดจน “แนวคิดการเกษตรกรรมแบบยั่งยืน” ให้เด็กในชุมชนสามารถเรียนรู้จริงจากการปฏิบัติด้วยตนเอง โดยเป็นการสร้างองค์ความรู้ให้เกิดขึ้นกับเด็กเป็นกระบวนการสร้างทักษะความสามารถและความรู้ที่เด็กเมื่อเติบโตไปจะสามารถนำกระบวนการที่เรียนรู้เหล่านี้มาประยุกต์ใช้งานในการดำรงชีพหรือถ่ายทอดให้กับครอบครัวตนเองได้

ภาพที่ 4.55 ขั้นตอนการจำหน่ายเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้กับพืชผักสวนครัวของตนเองที่ได้จากการเพาะปลูกด้วยดินเทียมจากขยะเปียกที่เกิดขึ้นภายในโรงเรียน

นักเรียนสามารถที่จะมีความเข้าใจกระบวนการเก็บเกี่ยวผลผลิตและสามารถที่จะนำผลผลิตทางด้านเกษตรกรรมที่เพาะปลูกจาก “ดินเทียมจากขยะเปียก” ที่เกิดขึ้นภายในโรงเรียนตนเองมาประยุกต์ใช้งานให้เกิดประโยชน์อย่างสูงที่สุดทั้งการได้รับประทานในโรงเรียนสำหรับโครงการอาหารกลางวัน และยังสามารถที่จะนำมาช่วยเพิ่มมูลค่าทางด้านเศรษฐกิจให้เกิดขึ้นในขั้นตอนสุดท้ายของโครงการทดลองเพาะปลูกพืชผักสวนครัวจากดินเทียมขยะเปียก ซึ่งผลการทดลองนั้นพบว่ากลุ่มครูและนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 นั้นมีความพึงพอใจในการเรียนการสอนรูปแบบของ PBL ร่วมกับการบูรณาการความรู้ทางด้านการใช้ประโยชน์ดินเทียมจากขยะเปียก โดยสามารถที่จะบูรณาการร่วมในการสร้างเสริมความรู้ได้อย่างหลากหลายรายวิชา ถือเป็นกระบวนการเรียนการสอนที่น่าสนใจและมีโอกาสในการสอนให้เด็กนักเรียนสามารถเข้าใจมุมมองการใช้ชีวิตในแบบเกษตรกรรมพอเพียงตามแนวพระราชดำริได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

ฉ. ขั้นตอนการถ่ายทอดองค์ความรู้ที่เกิดสู่สังคมภายนอก เป็นขั้นตอนการเรียนรู้ในกระบวนการถ่ายทำรายการด้วยการเรียนรู้การใช้เทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมสำหรับการเผยแพร่ความรู้ที่ตนเองได้เรียนรู้และประสบความสำเร็จ โดยการควบคุมจากครูผู้ร่วมการทดลองมีการประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์ประกอบการถ่ายทำจากงบประมาณการวิจัยในโครงการ ซึ่งนักเรียนนั้นจะมีความสนใจในระบบการใช้งานรวมถึงการลำดับเรื่องราวด้วยตนเองทำให้นักเรียนได้เรียนรู้การลำดับขั้นตอนที่ช่วยเพิ่มทักษะการคาดการณ์เหตุการณ์ในอนาคตได้ จากประสบการณ์จริงที่ตนเองได้รับรู้และทดลองแล้ว

ทักษะที่เกิดขึ้นกับเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในช่วงของขั้นตอนการถ่ายทอดองค์ความรู้ที่เกิดสู่สังคมภายนอก ถือเป็นการเรียนรู้ร่วมกันในรายวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ และรายวิชาภาษาไทยเพื่อการสื่อสาร ออกทางการนำเสนอรายการในรูปแบบของการทำเกษตรกรรมพอเพียงจากขยะเปียกโดยเด็กนักเรียนสามารถนำเสนอผ่านระบบอินเตอร์เน็ตได้อย่างเหมาะสมและถือเป็นการสอนให้เด็กใช้ประโยชน์ในทางที่ถูกต้องจากคอมพิวเตอร์ ถือเป็นอีกหนึ่งแนวทางที่ช่วยในการเผยแพร่ให้บุคคลต่างๆสามารถเข้าใจและมีความรู้เกี่ยวกับการเกษตรกรรมที่เกิดขึ้นภายในโรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคมได้อย่างเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.56 ขั้นตอนการจัดทำรายการเกษตรตามวิถีพอเพียงจากขยะเปียกของโรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม ที่ใช้นำเสนอสู่ระบบอินเตอร์เน็ตและเผยแพร่ให้กับกลุ่มโรงเรียนที่สนใจ

การเรียนรู้ด้วยศักยภาพของตนเองที่เน้นการพัฒนาอย่างยั่งยืนถือเป็นการเรียนรู้อย่างครบวงจรการเรียนการสอนที่มีการบูรณาตามการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านการรับรู้จากประสบการณ์จริงที่รับรู้ให้กับตนเองแล้วยังสามารถที่จะถ่ายทอดองค์ความรู้ที่มีออกสู่สาธารณะชนในระบบอินเตอร์เน็ตได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

ภาพที่ 4.57 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรียนรู้การถ่ายทำรายการเพื่อเผยแพร่ความรู้ที่ตนเองได้เรียนรู้สู่ระบบอินเตอร์เน็ตและเผยแพร่ให้กับกลุ่มโรงเรียนที่สนใจ

ผลการประเมินค่าระดับความพึงพอใจจากกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นการบูรณาองค์ความรู้จากการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมที่เกิดขึ้นภายในโรงเรียนของตนเอง ซึ่งเป็นการประเมินโดยชาวบ้านและผู้นำชุมชนต่อจนผู้ปกครองของเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในการทดลองเรียนรู้รูปแบบ PBL ตามแนวคิด “บูรณาการทักษะการเรียนรู้ (PBL) ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ (Integrated problem-based learning (PBL) by process thinking economy : the creative economy)” ด้วยการประยุกต์ใช้กระบวนการผลิตดินเทียมจากขยะเปียก

โดยการวิจัยบูรณาการทักษะการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ด้วยการประยุกต์ใช้กระบวนการผลิตดินเทียมจากขยะเปียก ครั้งนี้จะเป็นการสร้างรูปแบบการเรียนรู้ที่มีการผสมผสานศาสตร์ในรูปแบบของการวิจัยประยุกต์ร่วมกันระหว่าง 1)ศาสตร์ทางด้านการศึกษา 2)ศาสตร์ทางด้านการออกแบบ 3)ศาสตร์ทางด้านเกษตรกรรม 4)ศาสตร์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ ซึ่งจะเน้นการนำโครงงาน (Project) มาให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยมีการประยุกต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศาสตร์ต่างๆเข้าร่วมในการวิจัยด้วยการใช้ความรู้จากกลุ่มชาวบ้านและผู้นำชุมชนตลอดจนผู้ปกครองของเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

4.9 การนำเสนอผลงานการวิจัยต่อหน้าพระพักตร์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาสยามบรมราชกุมารี เนื่องในงานเปิดอาคารใหม่ คณะวิทยาศาสตร์ สจล.

เนื่องในวโรกาสที่สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาสยามบรมราชกุมารี ได้โปรดเกล้าโปรดกระหม่อนในการพระราชดำเนินมาทรงเปิดอาคารปฏิบัติการใหม่ “อาคารพระจอมเกล้า” ณ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในวันจันทร์ที่ 15 สิงหาคม 2559 เมื่อเวลา 10.00-12.00 น. ซึ่งได้พระราชทานโอกาสให้คณะผู้วิจัย “โครงการศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกจากดินเทียมเพื่อประยุกต์ในการเกษตรอินทรีย์” นำเสนอผลงานการวิจัยต่อหน้าพระพักตร์และทรงพระราชทานข้อเสนอแนะให้กับผู้วิจัยในการนำไปปรับปรุงและพัฒนาในระยะต่อไป

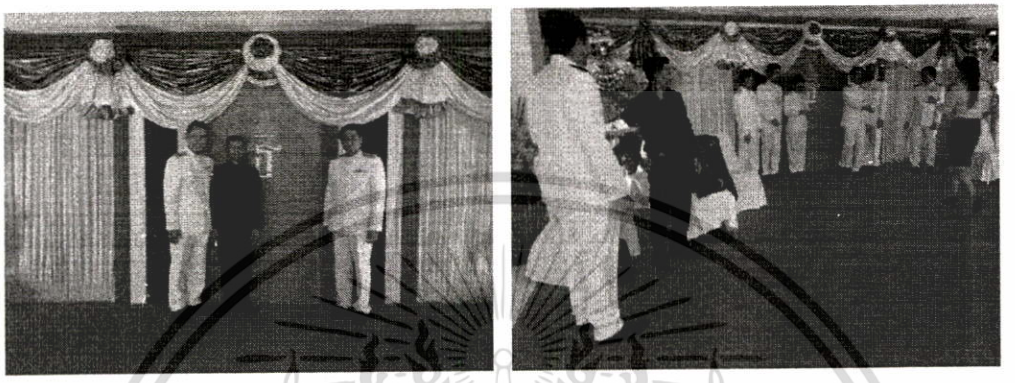
ภาพที่ 4.58 การนำเสนอผลงานการวิจัยในภาพรวมของทั้งโครงการ

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลงานการวิจัยจำนวน 4 ชิ้นงาน ได้แก่ 1)บอร์ดบรรยายสรุปผลงานการวิจัย 2)แท่นจำหน่ายผลิตภัณฑ์ดินเทียมของนักเรียน 3)บรรจุภัณฑ์ดินเทียมสำเร็จรูปพร้อมปลูก 4)วีดีทัศน์นำเสนอในรูปแบบสรุปด้วย VDO 5)เครื่องบดและอัดเม็ดดินเทียมจากขยะเปียก ซึ่งใช้ประกอบในการบรรยายสรุปเป็นระยะเวลา 3 นาที ต่อหน้าพระพักตร์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาสยามบรมราชกุมารี

ภาพที่ 4.59 ผลงานการนำเสนอต่อหน้าพระพักตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้อมนำพระราชดำรัสสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาสยามบรมราชกุมารี ที่ทรงให้ต่อคณะผู้วิจัยที่ว่า **"งานนี้อาจจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อกลุ่มเด็กนักเรียนในพื้นที่มีเศษอาหารเหลือจำนวนมาก ตามโรงเรียนที่มีโรงอาหารขนาดใหญ่ แต่หากเป็นสถานที่ที่มีเศษเหลือทิ้งประเภทขยะเปียกน้อยก็ควรพิจารณาหาสิ่งอื่นที่มีในชุมชนมาประยุกต์ใช้ร่วมด้วยได้จะสามารถเกิดประโยชน์ต่อชุมชนและทางโรงเรียนได้มากยิ่งขึ้น"** ซึ่งทางคณะผู้วิจัยขอน้อมนำพระราชดำรัสที่พระราชทานแก่คณะผู้วิจัยด้วยเกล้าด้วยกระหม่อมขอเดชะ นำพระราชดำรัสมาเป็นแนวทางในการปรับปรุงงานวิจัยเพื่อเป็นแนวทางหลักสำหรับการดำเนินการวิจัย

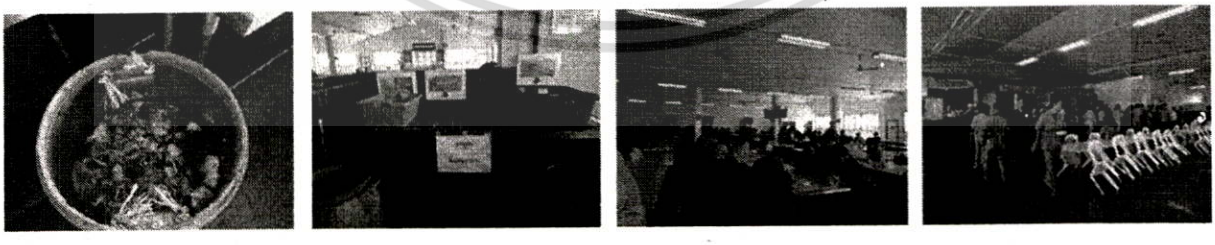


ภาพที่ 4.60 การจัดเตรียมผลงานการนำเสนอต่อหน้าพระพักตร์

ซึ่งในการนี้คณะผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลสรุปผลการวิจัยรายละเอียดทางวิชาการที่ได้รับจากการวิจัยในขั้นตอนการนำเสนอผลงานการวิจัยซึ่งสามารถที่จะสรุปผลข้อมูลการวิจัย ได้ดังนี้

วัตถุประสงค์ที่ 1 "เพื่อศึกษากระบวนการขั้นตอนแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์"

จากการศึกษาในพื้นที่ของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่และโรงเรียนขนาดเล็กและขนาดใหญ่นั้นพบว่าปริมาณของเศษขยะเปียกนั้นมีจำนวนมากและจะเหลือทิ้งในแต่ละวันจำนวนมากก่อให้เกิดปัญหาในการกำจัดโดยสามารถแยกรายละเอียดในส่วนของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่โดยมากจะไม่พบปัญหาในการกำจัดเนื่องจากจะมีผู้ประกอบการอาหารสัตว์และโรงเลี้ยงสุกรมารับเศษอาหารที่เหลือทิ้งไปโดยทำการมารับและขนส่งไปด้วยผู้ประกอบการเองซึ่งจะมีการจ้างแรงงานมาคัดแยกตัวขยะเปียกออกจากเศษอาหารที่มีลักษณะแข็งเช่นกระดูกหรือเศษช้อนส้อม เป็นต้น

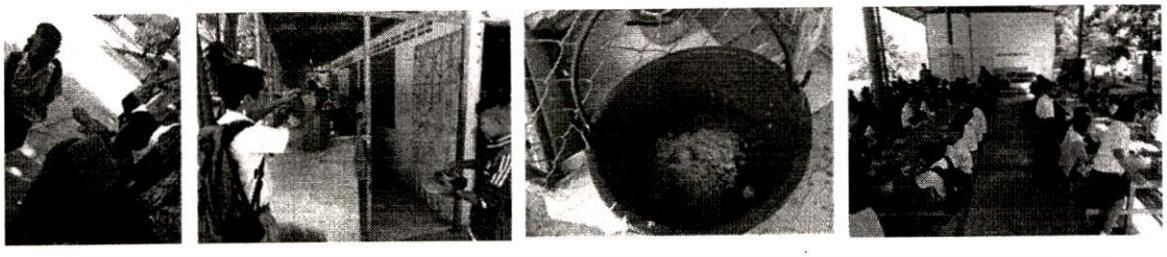


ภาพที่ 4.61 แสดงพื้นที่โรงอาหารภายในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่และรูปแบบการกำจัดเศษขยะเปียก

ในส่วนของโรงเรียนที่มีการกำจัดขยะเปียกนั้นเนื่องจากจะประสบปัญหาของการกำจัดขยะเปียกด้วยว่าปัญหากลิ่นและการกำจัดขยะเปียกจึงส่งผลต่อสภาพแวดล้อมของโรงเรียนอย่างมาก โดยนักเรียนจะต้องนำไปเทใส่หล่มขนาดใหญ่แล้วฝังกลบซึ่งจะทำเช่นนี้ทุกวันจนก่อให้เกิดเป็นพื้นที่ที่มีมลภาวะที่ไม่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

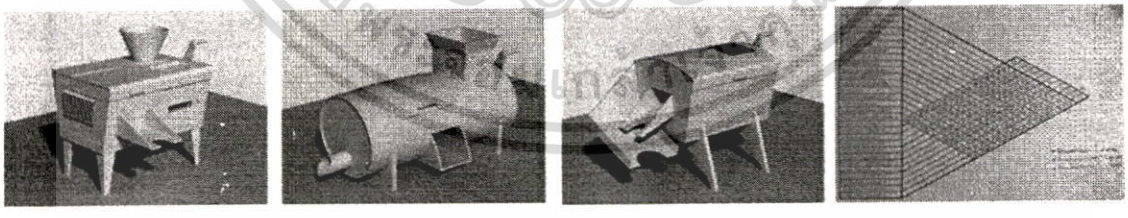
สำหรับเด็กและเป็นเหล่งรวมของเชื้อโรคและสัตว์ที่นำพาเชื้อโรค เช่น หู แมลงสาบ มด ฯลฯ ดังนั้นในภาพรวมขยะเปียกนั้นจะก่อให้เกิดปัญหากับโรงเรียนขนาดกลางและเล็กเท่านั้น ในส่วนโรงงานอุตสาหกรรมและโรงเรียนขนาดใหญ่จะไม่ประสบปัญหาในการกำจัดขยะเปียกออกจากพื้นที่



ภาพที่ 4.62 พื้นที่โรงอาหารในโรงเรียนขนาดกลางและขนาดเล็กที่ประสบปัญหาในการกำจัดขยะเปียก

วัตถุประสงค์ที่ 2 "เพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์"

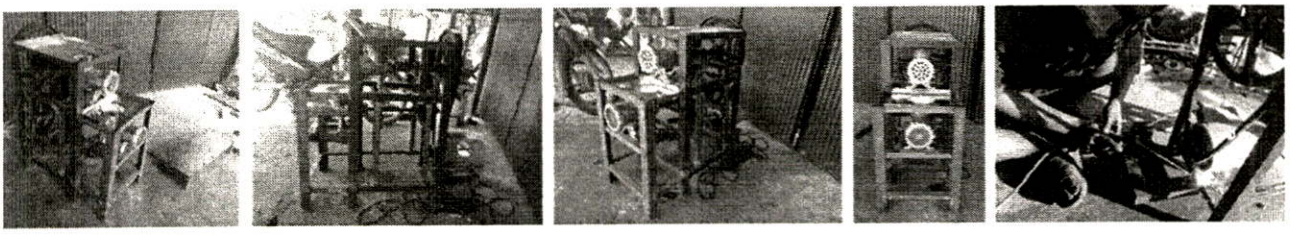
ในเบื้องต้นสรุปได้ว่าพื้นที่ที่มีความต้องการในการกำจัดขยะเปียกออกจากระบบและแสดงถึงความต้องการที่พัฒนาแนวทางการใช้ประโยชน์จากขยะเปียกสู่แนวทางการพัฒนารูปแบบเกษตรอินทรีย์นั้นพบว่าโรงเรียนขนาดเล็กในพื้นที่ต่างจังหวัดมีความต้องการที่จะร่วมพัฒนาและหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาขยะเปียกในพื้นที่โรงเรียน ไปประยุกต์ใช้งานทางด้านเกษตรกรรมของเด็กนักเรียนให้นักเรียนสามารถนำขยะเปียกที่ตนเองรับประทานเหลือทิ้งนั้นนำกลับมาใช้งานใหม่ในรูปแบบใหม่ เช่น การนำขยะเปียกไปแปรสภาพเป็นดินเทียมหรือปุ๋ยที่มีสารอาหารเหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกพืชผักในโรงเรียน เพื่อใช้ในโครงการอาหารกลางวันของนักเรียนในโรงเรียน ซึ่งในที่นี้ได้ทำการวิจัยและพัฒนาร่วมกับโรงเรียนขนาดเล็ก โดยจัดทำเป็นต้นแบบร่วมกันระดมความคิดในการพัฒนาและจำลองรูปแบบเพื่อจัดสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์เครื่องแปรสภาพขยะเปียก โดยได้ทำการระดมความคิดจำนวน 60 แบบ และทำการคัดเลือกเพื่อแบบจำลองจำนวน 3 แบบ ก่อนที่จะนำทั้ง 3 แบบ นั้นมาผ่านกระบวนการประเมินโดยคณะผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์จำนวน 3 ท่านและทำการนำแบบที่ได้รับเลือกจำนวน 1 แบบ มาทำการทดลองขึ้นรูปแบบผลิตภัณฑ์จริงเพื่อทดลองใช้งานและทดลองปั่นเพื่อแปรสภาพดินเทียมจากขยะเปียก โดยทำการทดลองกับโรงเรียนกลุ่มเป้าหมาย



ภาพที่ 4.63 กระบวนการออกแบบและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียก โดยการ Design Development

ขั้นตอนกระบวนการออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกนั้นผ่านกระบวนการระดมสมองกับกลุ่มนักออกแบบที่ร่วมในทีมวิจัยนำเสนอกระบวนการแก้ไขปัญหาทางการออกแบบในรูปแบบของการร่วมแสดงความคิดเห็นแบบ Focus Group ขนาดเล็กจำนวน 8 ท่าน จากนั้นนำผลการนำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาที่ได้มาปรับปรุงและพัฒนาเป็นรูปแบบที่คาดว่าจะมีความเหมาะสมในการนำมาใช้งานจริงกับกลุ่มผู้บริโภค พร้อมทั้งการสอบถามความคิดเห็นจากกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 3 ท่าน และทำการสรุปแบบเพื่อการผลิตต้นแบบ ก่อนที่จะทำการจัดสร้างผลิตภัณฑ์จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.64 กระบวนการผลิตต้นแบบเครื่องแปรสภาพในส่วนของที่บดย่อย

ขั้นตอนการสร้างต้นแบบด้วยโครงสร้างเหล็กโดยมีองค์ประกอบ คือ เครื่องมอเตอร์ขนาด 2 แรงม้า จำนวน 1 ตัว ตัวบดย่อยขนาดใหญ่ จำนวน 2 ตัว สายพานขับเคลื่อน จำนวน 2 เส้น และส่วนของโครงสร้างเหล็กฉากขนาดใหญ่ เพื่อใช้รับแรงในขณะที่เครื่องจักรทำงาน ซึ่งในส่วนการกำหนดระยะของตัวบดย่อยและตัวความห่างของชั้นบดที่ 1 และชั้นบดที่ 2 นั้นจำเป็นที่จะต้องมีการปรับปรุงที่การผลิตจริงเนื่องจากระยะที่เศษขยะเปียกเมื่อบดย่อยแล้วจะตกกระทบกับตัวบดย่อยที่ 2 พอดีนั้นจะต้องทำการทดสอบและปรับระดับให้มีความเหมาะสมสัมพันธ์กับแรงปั่นของมอเตอร์ที่ใช้งาน

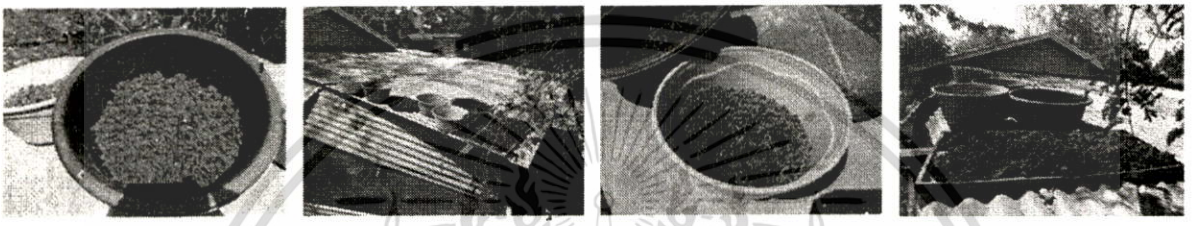
ภาพที่ 4.65 กระบวนการทดลองใช้เครื่องแปรสภาพขยะเปียกในส่วนของเครื่องบดย่อยโดยกลุ่มนักเรียนในโรงเรียนขนาดกลางและขนาดเล็กเพื่อประยุกต์ใช้งานจริงในพื้นที่เป้าหมาย

ขั้นตอนการทดลองบดย่อยเศษขยะเปียกของนักเรียนด้วยการนำเศษขยะเปียกที่ได้จากโรงอาหารของตนเองมาประยุกต์เพื่อแปรสภาพในการใช้งานในโครงการปลูกพืชเพื่ออาหารกลางวันของตนเองโดยได้รับความอนุเคราะห์ในการทดลองใช้งานต้นแบบเครื่องบดย่อยจากกลุ่มครูอาจารย์และนักเรียนร่วมปฏิบัติและแสดงความคิดเห็นต่อแนวทางการพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนการร่วมแสดงแนวคิดทางการออกแบบและประยุกต์ใช้งานเศษขยะเปียก โดยอาจจะแสดงออกทางด้านการนำมาใช้เพื่อการปลูกผักและต้นไม้สำหรับนักเรียนที่ต้องการในการนำเศษอาหารมาใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่าและสร้างสิ่งแวดล้อมที่ดีให้กับพื้นที่รอบๆข้างได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งเศษดินเทียมที่ได้นั้นควรที่จะสามารถนำมาอัดเพื่อสร้างเป็นภาชนะสำหรับใส่หรือเพาะต้นกล้าไม้หรือกล้าผักได้ก่อนที่จะนำไปลงแปลงเพาะปลูกเนื่องจากจะช่วงลดภาระสิ่งแวดล้อมจากการใช้ถุงพลาสติกให้มาใช้งานดินเทียมที่มีคุณค่าต่อพืชที่เพาะปลูกได้อย่างเหมาะสมและครอบคลุมแนวทางการใช้งานได้อย่างหลากหลายรูปแบบ

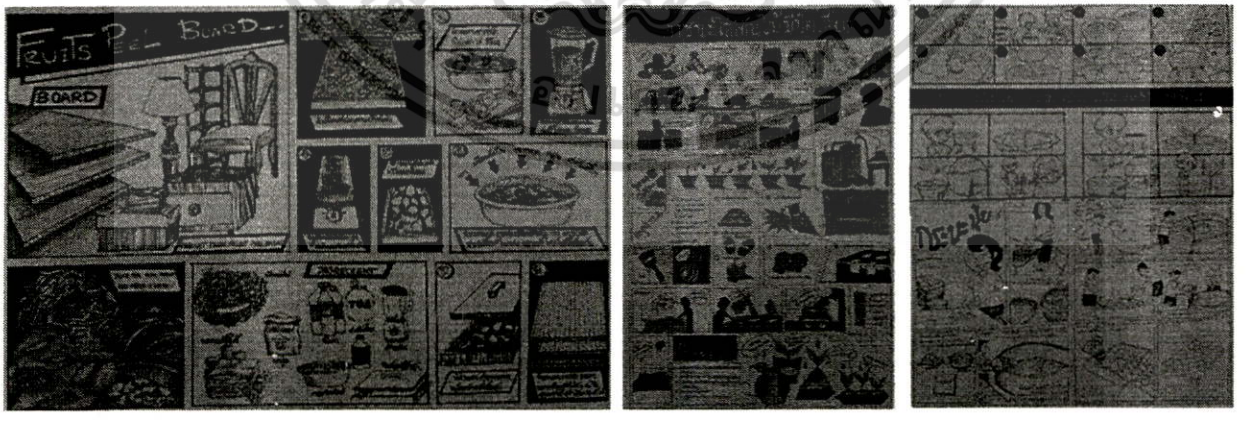
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.66 กลุ่มนักออกแบบผลิตภัณฑ์ร่วมแสดงแนวคิดในการประยุกต์ใช้งานเครื่องแปรสภาพขยะเปียกและนำเสนอแนวทางการประยุกต์พัฒนาการใช้งานเศษขยะเปียกให้กลับมามีคุณค่าทางด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ



ภาพที่ 4.67 ดินเทียมที่ได้จากการผสมส่วนผสมต่างๆที่มีคุณค่าต่อพืชลงไปเพิ่มเติมก่อนนำไปเข้าสู่กระบวนการทดลองในห้องทดลองเพื่อพิจารณาคุณค่าทางธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินเทียมสูตรผสมจำนวน 10 สูตร

ขั้นตอนการผลิตดินเทียมตามสูตรต่างๆที่ผสมส่วนผสมต่างๆลงไปร่วมในขยะเปียกเพื่อเสริมธาตุอาหารและสร้างการยึดเกาะตัวของเศษขยะเปียกเนื่องจากตัวเศษขยะเปียกเฉพาะคุณสมบัติตัวเองเพียงอย่างเดียวนั้นไม่สามารถที่จะยึดเกาะตัวเองได้มากนักจึงก่อให้เกิดการไม่คงตัวของเศษดินเทียมที่ได้เมื่อนำไปตากแห้งพบว่ามีลักษณะที่จับกันเป็นก้อนขนาดใหญ่และแข็งจนเกินไปไม่มีความเหมาะสมในการนำมาผลิตเดินเทียมเพียงชนิดเดียว จึงได้ทำการผสมส่วนประสมต่างๆลงไปโดยใช้เศษขุยมะพร้าว , แกลบ , แกลบเผา , ปุ๋ยคอก เป็นต้น เพื่อนำลักษณะของดินเทียมที่ได้มาพิจารณาในห้องทดลองอีกครั้ง



ภาพที่ 4.68 การนำกากขยะเปียกที่เหลือจากกระบวนการหมักมาขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบต่างๆประเภทของกระถางปลูกพืชที่สามารถอนุรักสิ่งแวดล้อมและเป็นมิตรต่อโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.31 รูปแบบผลงานการจัดแสดงงานวิจัยเครื่องแปรสภาพขยะเปียกจากดินเทียมเพื่อประยุกต์ใช้ในการเกษตรอินทรีย์

ผลงานวิจัยที่จัดแสดงนิทรรศการเปิดอาคารพระจอมเกล้า คณะวิทยาศาสตร์

ชื่อผลงาน การพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียก เพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ **เจ้าของผลงานวิจัย** ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา **คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม**

อุปกรณ์ที่ต้องใช้				ผู้จัดหาและรับผิดชอบ			วัสดุอุปกรณ์ที่นำมาจัดแสดง	รูปแบบการนำเสนอ				
โต๊ะ	เก้าอี้	ปลั๊กต่อ	อื่นๆ	K2	อาจารย์	อื่นๆ		เนื้อหา	รูปภาพ	VDO	การสาธิต	อื่นๆ
1	2	3 ช่อง		/			กล่องบรรจุภัณฑ์ต้นแบบดินเทียม ขนาด 20x30x50 ซม.	บรรจุภัณฑ์ที่ใช้จำหน่ายและเป็นผลงานนักเรียนในการจำหน่ายดินเทียมจากขยะเปียก	-	-	-	-
							เครื่องบดย่อยดินเทียมขนาดเล็ก ขนาด 50x60x65 ซม.	การบดย่อยดินเทียมด้วยการผสมแกลบเผาและปุ๋ยคอกร่วมกับขยะเปียกก่อนอัดเม็ดเพื่อตากแห้ง	-	มี	มี	-
							แผ่นอธิบายและเปรียบเทียบสูตรดินเทียมที่ได้จากขยะเปียกในสูตรต่างๆ	การบรรยายคุณลักษณะของสูตรต่างๆที่ได้จากการผสมขยะเปียกร่วมกับปุ๋ยคอกและแกลบ	มี	-	-	-

หมายเหตุ
- ขนาดโต๊ะ กว้าง 0.60 ม. / ยาว 0.75 ม. / สูง 0.75 ม. ต่อ 1 ผลงานวิจัย
- เก้าอี้ จำนวนไม่เกิน 2 ตัว ต่อ 1 ผลงานวิจัย
- รูปแบบการนำเสนอ ส่งไฟล์ข้อมูล (ที่ไม่ใช่ไฟล์ PDF) มาที่ E-mail viyada.por@gmail.com , viyada.ch@kmitl.ac.th
- กรุณากรอกเอกสารฉบับนี้พร้อมส่งไฟล์ข้อมูลรูปแบบการนำเสนอ **ภายในวันที่ 13 มิถุนายน 2559**
- สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่คุณวิยดา เบอร์โทร สายใน 6290, มือถือ 089-6705376

การพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียก เพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

วัตถุประสงค์ที่ 1

" เพื่อศึกษากระบวนการขั้นตอนแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ "

จากการศึกษาในพื้นที่ของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ และโรงเรียนขนาดเล็กและขนาดใหญ่นั้น พบว่าปริมาณของเศษอยะเปียกนั้นมีจำนวนมากและจะเหลือทิ้งในแต่ละวันจำนวนมาก ก่อให้เกิดปัญหาในการกำจัด โดยสามารถแยกรายละเอียดในส่วนของโรงงานอุตสาหกรรม ขนาดใหญ่ โดยมากจะไม่พบปัญหาในการกำจัด เนื่องจากจะมีผู้ประกอบการอาหารสัตว์และโรงเลี้ยงสุกรมารับเศษอาหารที่เหลือทิ้งไป โดยทำการมารับและขนส่งไปด้วยผู้ประกอบการเอง ซึ่งจะมีการจ้างแรงงานมาคัดแยกตัวขยะเปียกออกจากเศษอาหารที่มีลักษณะแข็ง เช่น กระดูก หรือ เศษช้อนส้อม เป็นต้น

แสดงพื้นที่โรงอาหารภายในโรงงานอุตสาหกรรม ขนาดใหญ่และรูปแบบการกำจัดเศษขยะเปียก

ในส่วนของโรงเรียนที่มีการกำจัดขยะเปียกนั้น เนื่องจากจะประสบปัญหาของการกำจัดขยะเปียกด้วยว่าปัญหากลิ่นและการกำจัดขยะเปียกจึงส่งผลต่อสภาพแวดล้อมของโรงเรียน อย่างมาก โดยนักเรียนจะต้องนำไปทิ้งถังขยะขนาดใหญ่แล้วมังกลบ ซึ่งจะทำเชื้อนี้ยิ่งเดือนจนก่อให้เกิดเป็นพื้นที่ที่มีมลภาวะที่ไม่เหมาะสมสำหรับเด็ก และเป็นแหล่งรวมของเชื้อโรคและสัตว์ ที่นำพา เชื้อโรค เช่น หนู แมลงสาบ มด ฯลฯ ดังนั้นในภาพรวมขยะเปียกนั้นจะก่อให้เกิดปัญหากับโรงเรียนขนาดกลางและเล็กเท่านั้น ในส่วนโรงงานอุตสาหกรรมและโรงเรียนขนาดใหญ่จะไม่ประสบปัญหา ในการกำจัดขยะเปียกออกจากพื้นที่

พื้นที่โรงอาหารในโรงเรียนขนาดกลางและขนาดเล็กที่ประสบปัญหาในการกำจัดขยะเปียก

วัตถุประสงค์ที่ 2

" เพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ "

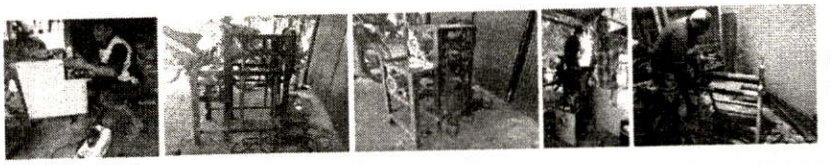
ในเบื้องต้นสรุปได้ว่าพื้นที่ที่มีความต้องการในการกำจัดขยะเปียกออกจากระบบ และแสดงถึงความต้องการที่พัฒนาแนวทางการใช้ประโยชน์จากขยะเปียกสู่แนวทางการพัฒนารูปแบบเกษตรอินทรีย์นั้นพบว่า โรงเรียนขนาดเล็กในพื้นที่ต่างจังหวัดมีความต้องการที่จะร่วมพัฒนา และหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาขยะเปียกในพื้นที่โรงเรียนให้ประยุกต์ใช้งาน ทางด้านเกษตรกรรมของเด็กนักเรียนให้นักเรียนสามารถนำขยะเปียกที่ตนเองรับประทานเหลือทิ้งนั้นนำกลับมาใช้งานใหม่ในรูปแบบใหม่ เช่น การนำขยะเปียกไปแปรสภาพเป็นดินเทียมหรือปุ๋ยที่มีสารอาหารเหมาะสม สำหรับการเพาะปลูกพืชผักในโรงเรียน เพื่อใช้ในโครงการอาหารกลางวันของนักเรียนในโรงเรียน ซึ่งในที่นี้ได้ทำการวิจัยและพัฒนาร่วมกับโรงเรียนขนาดเล็ก โดยจัดทำเป็นต้นแบบร่วมกันระดมความคิดในการพัฒนาและจำลองรูปแบบเพื่อจัดสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์เครื่องแปรสภาพขยะเปียก โดยได้ทำการระดมความคิดจำนวน 60 แบบ และทำการคัดเลือกเพื่อแบบจำลองจำนวน 3 แบบ ก่อนที่จะนำทั้ง 3 แบบ นั้นมาผ่านกระบวนการประเมินโดยคณะผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 3 ท่านและทำการนำแบบที่ได้รับเลือกจำนวน 1 แบบ มาทำการทดลองขึ้นรูปแบบผลิตภัณฑ์จริงเพื่อทดลองใช้งานและทดลองปั่นเพื่อแปรสภาพดินเทียมจากขยะเปียก โดยทำการทดลองกับโรงเรียนกลุ่มเป้าหมาย

กระบวนการออกแบบ และพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียก โดยการ Design Development

ขั้นตอนกระบวนการออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกนั้น ผ่านกระบวนการระดมสมองกับกลุ่มนักออกแบบที่ร่วมในทีมวิจัย นำเสนอกระบวนการแก้ไขปัญหาทางการออกแบบในรูปแบบ ของการร่วมแสดงความคิดเห็นแบบ Focus Group ขนาดเล็กจำนวน 8 ท่าน จากนั้นนำผลการนำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาที่ได้มาปรับปรุงและพัฒนา เป็นรูปแบบที่คาดว่าจะมีความเหมาะสม ในการนำมาใช้งานจริงกับกลุ่มผู้บริโภค พร้อมทั้งการสอบถามความคิดเห็นจากกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 3 ท่าน และทำการสรุปแบบเพื่อการผลิตต้นแบบ ก่อนที่จะทำการจัดสร้างผลิตภัณฑ์จริง

ภาพที่ 4.69 แผ่นเสนอผลงานการวิจัยโดยสรุปย่อเพื่อนำเสนอเนื่องในวโรกาสที่สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาสยามบรมราชกุมารี ได้โปรดเกล้าโปรดกระหม่อนในการพระราชดำเนินมาทรงเปิดอาคารปฏิบัติการใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กระบวนการผลิตต้นแบบ
เครื่องแปรสภาพในส่วนของเกียบย่อย

ขั้นตอนการสร้างต้นแบบด้วยโครงสร้างเหล็กโดยมีองค์ประกอบ คือ เครื่องมอเตอร์ขนาด 2 แรงม้าจำนวน 1 ตัว ตัวบดย่อยขนาดใหญ่ จำนวน 2 ตัว สายพานขับเคลื่อน จำนวน 2 เส้น และส่วนของโครงสร้างเหล็กฉากขนาดใหญ่ เพื่อใช้รับแรงในขณะที่เครื่องจักรทำงาน ซึ่งในส่วนการกำหนดระยะของตัวบดย่อยและตัวความห่างของชั้นบดที่ 1 และชั้นบดที่ 2 นั้นจำเป็นที่จะต้องมีการปรับปรุงที่การผลิตจริง เนื่องจากระยะที่เศษขยะเปียกมีอบย่อยแล้วจะตกกระทบกับตัวบดย่อยที่ 2 พอดีนั้นจะต้องทำการทดสอบและปรับระดับให้มีความเหมาะสม สัมพันธ์กับแรงบั้น ของมอเตอร์ที่ใช้งาน

กระบวนการทดลองใช้เครื่องแปรสภาพขยะเปียก ในส่วนของเครื่องบดย่อย โดยกลุ่มนักเรียนในโรงเรียนขนาดกลางและขนาดเล็กเพื่อประยุกต์ใช้งานจริงในพื้นที่เป้าหมาย

ขั้นตอนการทดลองบดย่อยเศษขยะเปียกของนักเรียน ด้วยการนำเศษขยะเปียกที่ได้จากโรงอาหารของตนเองมาประยุกต์ เพื่อแปรสภาพในการใช้งานในโครงการปลูกพืชเพื่ออาหารกลางวันของตนเอง โดยได้รับความอนุเคราะห์ในการทดลองใช้งานต้นแบบเครื่องบดย่อยจากกลุ่มครูอาจารย์และนักเรียนร่วมปฏิบัติและแสดงความคิดเห็นต่อแนวทางการพัฒนา เครื่องแปรสภาพขยะเปียกในขั้นตอนต่อไป

กลุ่มนักออกแบบผลิตภัณฑ์ร่วมแสดงแนวคิดในการประยุกต์ใช้งานเครื่องแปรสภาพขยะเปียกและนำเสนอแนวทางการประยุกต์ พัฒนาการใช้งานเศษขยะเปียกให้กลับมามีคุณค่าทางด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ

ขั้นตอนการร่วมแสดงแนวคิดทางการออกแบบและประยุกต์ใช้งานเศษขยะเปียก โดยอาจจะแสดงออกทางด้านการนำมาใช้เพื่อการปลูกผักและต้นไม้สำหรับนักเรียนที่ต้องการในการนำ เศษอาหารมาใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่า และสร้างสิ่งแวดล้อมที่ดีให้กับพื้นที่รอบๆข้างได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งเศษดินเกียบที่ได้นั้น ควรที่จะสามารถนำมาอัดเพื่อสร้างเป็นภาชนะสำหรับใส่หรือเพาะ ต้นกล้าไม้หรือเถ้าเมล็ดได้ก่อนที่จะนำไปลงแปลงเพาะปลูก เนื่องจากจะช่วยลดภาระสิ่งแวดล้อมจากการใช้ถุงพลาสติก ให้มาใช้งานดินเกียบที่มีคุณค่าต่อพืชที่เพาะปลูกได้อย่างเหมาะสมและครอบคลุมแนวทางการใช้งานได้อย่างหลากหลายรูปแบบ

ดินเกียบที่ได้จากการผสมส่วนผสมต่างๆที่มีคุณค่าต่อพืชลงไปเพิ่มเติมก่อนนำไปเข้าสู่ กระบวนการทดลองในห้องทดลองเพื่อ พิจารณาคุณค่าทางธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน

ขั้นตอนการผลิตดินเกียบตามสูตรต่างๆ ที่ผสมส่วนผสมต่างๆลงไปร่วมในขยะเปียก เพื่อเสริมธาตุอาหารและสร้างการยึดเกาะตัวของเศษขยะเปียก เนื่องจากตัวเศษขยะเปียกเฉพาะ, คุณสมบัติตัวเองเพียงอย่างเดียวนั้นไม่สามารถที่จะยึดเกาะตัวเองได้มากนัก จึงก่อให้เกิดการไม่คงตัวของเศษดินเกียบที่ได้ เมื่อนำไปตากแห้งพบว่ามีลักษณะที่จับกันเป็นก้อนขนาดใหญ่และแข็ง จนเกินไปไม่มีความเหมาะสมในการนำมาผลิตดินเกียบเพียงชนิดเดียว จึงได้ทำการผสมส่วนประสมต่างๆลงไปโดยใช้เศษขุยมะพร้าว , แกลบ , แกลบเผา , ปุ๋ยคอก เป็นต้น เพื่อนำลักษณะของ ดินเกียบที่ได้มาพิจารณาในห้องทดลองอีกครั้ง

การนำเศษขยะเปียกที่เหลือจาก กระบวนการหมักมาขึ้นรูปเป็น ผลิตภัณฑ์รูปแบบต่างๆ ประเภทของกระถางปลูกพืชที่สามารถอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและเป็นมิตรต่อโลก

ภาพที่ 4.70 แผ่นเสนอผลงานการวิจัยโดยสรุปย่อเพื่อนำเสนอเนื่องในวโรกาสที่สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาสยามบรมราชกุมารี ได้โปรดเกล้าโปรดกระหม่อมในการพระราชดำเนินมาทรงเปิดอาคารปฏิบัติการใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.10 การศึกษาผลการใช้ประโยชน์จากดินเทียมที่ผลิตจากขยะเปียก

สำหรับการศึกษาผลการใช้ประโยชน์จากดินเทียมที่ได้จากขยะเปียกด้วยกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกจากเครื่องแปรสภาพที่พัฒนาใหม่ โดยจะได้ดินเทียมจากขยะเปียก และนำมาต่อยอดทางด้านการเพาะปลูกพืชเพื่อศึกษาผลลัพธ์ระยะสุดท้ายของดินเทียมจากขยะเปียก ด้วยเครื่องแปรสภาพขยะเปียกที่พัฒนาใหม่

4.10.1 การศึกษาหัวข้อการวิจัยย่อย "ผลของดินเทียมจากเศษอาหารต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค (The Effect of Artificial soil from food scraps on the growthof Green oak Lettuce)"

วิจัยโดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุเมธ ตรีศักดิ์ศรี (นักวิจัยร่วม) และนายธีระ รวยอารี (นักศึกษาระดับปริญญาตรีเทคโนโลยีการเกษตร – การผลิตพืช) พบว่า การศึกษาผลของดินเทียมจากเศษอาหารต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสมบูรณ์ของดินเทียมจากเศษอาหาร และเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค โดยทำการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) ประกอบด้วยสิ่งทดลอง 1 ปัจจัย ได้แก่ดินผสมการค้า 1 ชนิด และดินเทียมจากเศษอาหาร 3 ชนิด มีจำนวนทั้งหมด 3 ซ้ำ ๆ ละ 3 ต้น ทำการทดลองโดยทำการเพาะเมล็ดผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คลงในถาดหลุมเป็นเวลา 14 วัน จากนั้นย้ายปลูกต้นกล้าลงในถุงดำขนาด 6 นิ้วเป็นเวลา31 วัน รวมทั้งสิ้น 45 วัน จากนั้นทำการเก็บผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คมาทำการวัดการเจริญเติบโตทางสรีรวิทยาต่าง ๆได้แก่ ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวราก ความยาวต้นค่าสี น้ำหนักสดของต้นและราก น้ำหนักแห้งของต้นและรากจากนั้นนำไปอบที่ตู้อบลมร้อนที่ 70°cเป็นเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อทำการวัดปริมาณรงควัตถุต่าง ๆ และปริมาณไนเตรทสะสม

พบว่าดินการค้ามีค่าทางเคมีที่น้อยกว่าดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตรในบางคุณลักษณะ โดยดินการค้ามี ค่าความชื้นอยู่ที่ 4.32 (% w/w) ค่าดัชนีการงอกอยู่ที่ 81.05 % ปริมาณธาตุไนโตรเจนที่พบคือ 0.29 % ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่พบคือ 0.33 % ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่พบคือ 0.43 % มีค่า pH อยู่ที่ 6.70 และมีค่า EC อยู่ที่ 0.67 ส่วนดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตรนั้นมีค่าความชื้นอยู่ที่ 4.58 2.97 และ 6.36 มีค่าดัชนีการงอกอยู่ที่ 80.07 90.15 และ95.90 ปริมาณธาตุไนโตรเจนที่พบคือ 0.80 1.32 และ1.49 % ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่พบคือ 0.41 2.19 และ 1.23 ปริมาณของธาตุโพแทสเซียมที่พบคือ 0.85 1.04 และ 1.47 % มีค่า pH อยู่ที่ 8.35 7.36 และ8.13 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.32 การเปรียบเทียบคุณลักษณะของดินเทียมจากเศษอาหาร และดินการค้า

ดินสูตรต่างๆ	ความชื้น(% w/w)	ดัชนีการงอก (%)	N (%)	P_2O_5(%)	K_2O (%)	pH	EC
1. ดินผสมการค้า	4.32	81.05	0.29	0.33	0.43	6.70	0.67
2. ดินเทียมจากขยะเปียก สูตรที่ 1	4.58	88.07	0.80	0.41	0.85	8.35	1.99
3. ดินเทียมจากขยะเปียก สูตรที่ 2	2.97	90.15	1.32	2.19	1.04	7.63	2.59
4. ดินเทียมจากขยะเปียก สูตรที่ 3	6.36	95.90	1.49	1.23	1.47	8.13	3.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คโดยดินเทียมจากขยะเปียกแต่ละสูตร พบว่า ค่าความกว้างทรงพุ่มค่าความทั้งต้นและราก ความยาวราก และความยาวต้นของผักสลัดกรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียม และดินการค้าจากการศึกษาพบว่าการเจริญเติบโตของผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊ค ได้แก่ ความกว้างทรงพุ่ม ค่าความยาวต้นและรากค่าความยาวทั้งต้น ความยาวราก และความยาวต้นที่ปลูกในดินเทียม และดินการค้า มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินการค้ามีการเจริญเติบโตมากที่สุด โดยมีความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 16.27 เซนติเมตร ค่าความยาวทั้งต้นและรากเท่ากับ 40.88 เซนติเมตร ค่าความยาวต้นเท่ากับ 30.05 เซนติเมตร ค่าความยาวรากเท่ากับ 10.833 เซนติเมตร ในทางตรงกันข้ามผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารมีการเจริญเติบโตน้อยที่สุด โดยมีมีความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 6.57 เซนติเมตร ค่าความยาวทั้งต้นและรากเท่ากับ 11.33 เซนติเมตร ค่าความยาวต้นเท่ากับ 6.55 เซนติเมตร ค่าความยาวรากเท่ากับ 4.77 เซนติเมตรในขณะที่ค่าความกว้างทรงพุ่มของผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกด้วยวิธีการปลูกพืชในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบกับดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 2 และดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ค่าความยาวรากของผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกด้วยวิธีการปลูกพืชในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบกับดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และค่าความยาวรากของผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกด้วยวิธีการปลูกพืชในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบกับดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 4.33 ผลการเจริญเติบโตทางความกว้างของทรงพุ่ม ค่าความยาวทั้งต้นและราก ความยาวรากและความยาวต้นของผักสลัดกรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษขยะเปียกทั้ง 3 สูตรและเปรียบเทียบกับดินการค้าที่มีในตลาด

ดินสูตรต่างๆ	ความกว้างทรงพุ่ม (ซม.)	ค่าความยาวทั้งต้นและราก (ซม.)	ค่าความยาวต้น (ซม.)	ค่าความยาวราก (ซม.)
1. ดินผสมการค้า	16.27 [a2/]	40.88 [a]	30.05 [a]	10.83 [a]
2. ดินเทียมจากขยะเปียก สูตรที่ 1	6.57 [b]	11.33 [c]	6.55 [c]	4.77 [b]
3. ดินเทียมจากขยะเปียก สูตรที่ 2	10.83 [b]	24.72 [b]	13.88 [b]	10.83 [a]
4. ดินเทียมจากขยะเปียก สูตรที่ 3	8.55 [b]	15.44 [a c]	9.44 [c]	5.99 [b]
F-test	* [1/]	*	*	*
C.V.	42.70	55.37	64.70	37.62

ผลการทดลองพบว่าผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินผสมเพื่อการค้ามีการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยมีความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 16.27 เซนติเมตร ค่าความยาวทั้งต้นและรากเท่ากับ 40.88 เซนติเมตร ค่าความยาวต้นเท่ากับ 30.05 เซนติเมตร ค่าความยาวรากเท่ากับ 10.833 เซนติเมตรน้ำหนักสดเท่ากับ 39.28 กรัม น้ำหนักแห้งเท่ากับ 1.85 กรัม น้ำหนักสดต้นเท่ากับ 32.10 กรัม น้ำหนักแห้งต้นเท่ากับ 1.42 กรัม น้ำหนักสดรากเท่ากับ 7.18 กรัม น้ำหนักแห้งรากเท่ากับ 0.43 กรัมปริมาณคลอโรฟิลล์เอ 936.61 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง คลอโรฟิลล์บี 234.08 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง คลอโรฟิลล์ทั้งหมด 1170.70 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง แคโรทีนอยด์ทั้งหมด 100.33 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ค่า L เท่ากับ 18.61 ค่า A เท่ากับ 12.48 ค่า B เท่ากับ 43.31 ค่า HUE เท่ากับ 178.50ค่า CHROMA เท่ากับ 22.41

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณไนเตรทตกค้างเท่ากับ 1647.47มิลลิกรัมกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักสด ในทางตรงกันข้ามผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 1 มีการเจริญเติบโตน้อยที่สุด โดยมีค่าความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 6.57 เซนติเมตร ค่าความยาวทั้งต้นและรากเท่ากับ 11.33 เซนติเมตร ค่าความยาวต้นเท่ากับ 6.55 เซนติเมตร ค่าความยาวรากเท่ากับ 4.77 เซนติเมตร น้ำหนักสดเท่ากับ 1.10 กรัม น้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.0604 กรัม น้ำหนักสดต้นเท่ากับ 6.55 กรัม น้ำหนักแห้งต้นเท่ากับ 0.2199 กรัม น้ำหนักสดรากเท่ากับ 0.88 กรัม และน้ำหนักแห้งรากเท่ากับ 0.0113 กรัม ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ 345.68 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง คลอโรฟิลล์บี 40.72 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง คลอโรฟิลล์ทั้งหมด 386.40 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง แคโรทีนอยด์ทั้งหมด 17.63 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ค่า L เท่ากับ 20.43 ค่า A เท่ากับ -12.09 ค่า B เท่ากับ 46.62 ค่า HUE เท่ากับ 178.29 ค่า CHROMA เท่ากับ 23.77ปริมาณไนเตรทตกค้างเท่ากับ 1443.67 มิลลิกรัมกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักสด

ในส่วนของน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักสดราก และน้ำหนักแห้งรากของผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 โดยผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินการค้ามีน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักสดราก และน้ำหนักแห้งรากมากที่สุด เท่ากับ 39.28 1.8531 32.10 1.4225 7.18 กรัม และ 0.4305 กรัม ตามลำดับ ในทางตรงกันข้ามผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมสูตรที่ 1น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักสดราก และน้ำหนักแห้งรากมากที่สุด เท่ากับ 1.10 0.0604 6.50.2199 0.88 กรัม และ 0.0113 กรัมตามลำดับในขณะที่น้ำหนักแห้งต้น และน้ำหนักแห้งรากของผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกด้วยวิธีการปลูกพืชในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบกับดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 2 และดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Non sig) ในขณะที่น้ำหนักแห้งทั้งต้นและรากของผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกด้วยวิธีการปลูกพืชในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบกับดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Non sig) และน้ำหนักแห้งทั้งต้นและรากของผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกด้วยวิธีการปลูกพืชในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบกับดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Non sig)

ตารางที่ 4.34 ผลของน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักสดรากและน้ำหนักแห้งรากของผักสลัดกรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากขยะเปียก (เศษอาหาร) ทั้ง 3 สูตรและเปรียบเทียบดินการค้า

ดินสูตรต่างๆ	น้ำหนักส่วนทั้งต้นและราก		น้ำหนักส่วนต้น		น้ำหนักส่วนราก	
	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
1. ดินผสมการค้า	39.28 [a2/]	1.8531 [a]	32.10 [a]	1.4225 [a]	7.18 [a]	0.4305 [a]
2. ดินเทียมจากขยะเปียก สูตรที่ 1	1.10 [c]	0.0604 [c]	6.55 [b]	0.2199 [b]	0.88 [c]	0.0113 [b]
3. ดินเทียมจากขยะเปียก สูตรที่ 2	8.87 [b]	0.4186 [bc]	13.88 [b]	0.3062 [b]	7.74 [b]	0.0662 [b]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.34 ผลของน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักสดรากและน้ำหนักแห้งรากของผักสลัดกรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากขยะเปียก (เศษอาหาร) ทั้ง 3 สูตรเปรียบเทียบดินการค้า (ต่อ)

ดินสูตรต่างๆ	น้ำหนักส่วนทั้งต้นและราก		น้ำหนักส่วนต้น		น้ำหนักส่วนราก	
	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
4. ดินเทียมจากขยะเปียก สูตรที่ 3	4.16 [c]	0.2556 [b]	9.44 [c]	0.4197 [b]	3.57 [c]	0.0356 [b]
F-test	* [1/]	*	*	*	*	*
C.V.	119.46	117.14	133.03	116.25	92.72	140.69

1/ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2/ ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ0.05 ซึ่งมีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Ranges Test

สำหรับปริมาณไนเตรทตกค้างพบว่าปริมาณไนเตรทในผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร และดินการค้า พบว่าผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 2 มีปริมาณการสะสมไนเตรทสะสะอยู่มากมีสุดคือ 80.06 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ในขณะที่ผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 3 มีปริมาณการสะสมไนเตรทสะสะอยู่น้อยสุดคือ 77.24 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ในขณะผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 1 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 2 และผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินการค้า และผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินการค้า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 1 และผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 3 พบว่าการตกค้างของไนเตรทในผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร และดินผสมเพื่อการค้านั้นต่างกัน โดยปริมาณไนเตรทตกค้างที่สูงสุดคือ ผักสลัดที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 2 ที่1698.33มิลลิกรัมกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักสด ผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 3 มีปริมาณไนเตรทตกค้างน้อยที่สุดคือ 1259.77 มิลลิกรัมกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด ผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินผสมเพื่อการค้ามีปริมาณไนเตรทตกคือ 1647.47 มิลลิกรัมกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักสด และผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 1 มีปริมาณไนเตรทตกคือ 1443.67 มิลลิกรัมกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักสด ซึ่งมีการสะสมไนเตรทต่ำกว่าที่ยอมรับได้ของสหภาพยุโรป (2,500 - 3,000 มิลลิกรัมกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักสด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.35 การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทตกค้างในผักสลัดกรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร และเปรียบเทียบกับดินการค้า

ดินสูตรต่างๆ	ปริมาณไนเตรทตกค้าง[1/] มิลลิกรัมกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง	ปริมาณไนเตรทตกค้าง[1/] มิลลิกรัมกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักสด
1. ดินผสมการค้า	77.72 [bc3/]	1647.47
2. ดินเทียมจากขยะเปียก สูตรที่ 1	78.72 [ab]	1443.67
3. ดินเทียมจากขยะเปียก สูตรที่ 2	80.06 [a]	1698.33
4. ดินเทียมจากขยะเปียก สูตรที่ 3	77.24 [c]	1259.77
F-test	* [2/]	NS [1/]
C.V.	1.64	13.29

1/ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

2/ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3/ ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ0.05 ซึ่งมีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Ranges Test

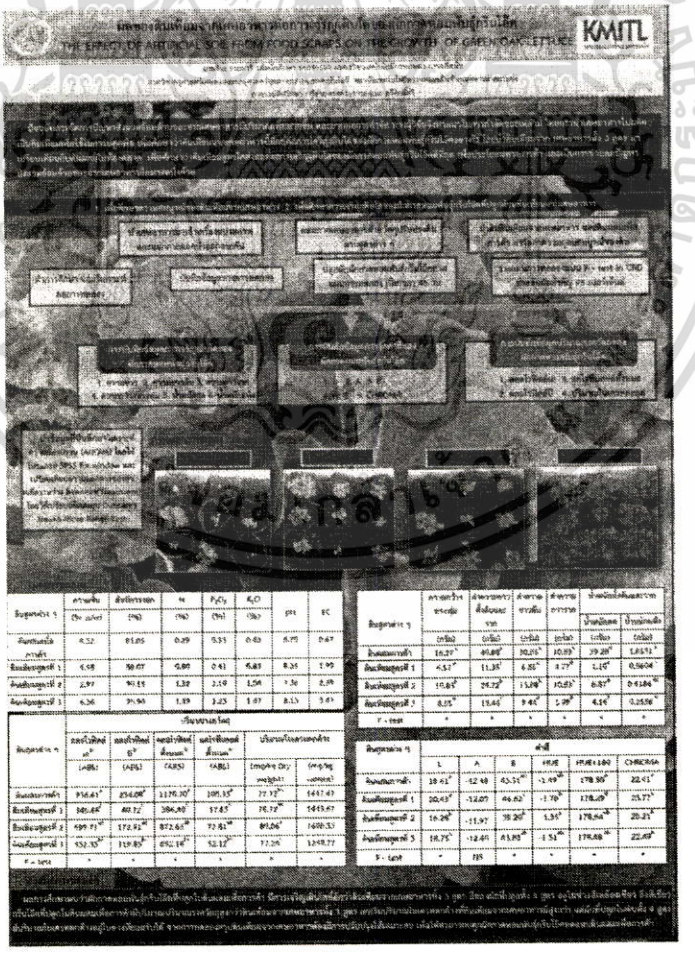
ดินเทียมสูตรที่ 1 ดินเทียมสูตรที่ 2 ดินเทียมสูตรที่ 3 ดินผสมเพื่อการค้า

ภาพที่ 4.71 การเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คในดินชนิดต่างๆ

จากผลการทดลองพบว่าผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินการค้ามีการเจริญเติบโตดีที่สุด และดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 1 มีการเจริญเติบโตที่แย่ที่สุด ส่วนดินเทียมจากเศษอาหารที่ดีที่สุดคือดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 2 ผลการศึกษาผลการเปรียบเทียบคุณลักษณะของดินเทียมจากเศษอาหาร และดินการค้า พบว่าดินผสมเพื่อการค้านั้นไม่ได้มีปริมาณธาตุอาหารที่มากกว่าดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร แต่มีค่าpHที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คมากกว่าดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร และปัญหาที่พบของดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร คือปัญหาการย่อยสลายไม่สมบูรณ์ของวัสดุปรับปรุงดินที่อยู่ในดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร และปัญหาความเป็นด่างที่สูงไม่เหมาะกับการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค จึงทำให้ผลการศึกษาการเจริญเติบโตทางความกว้างทรงพุ่ม ค่าความทั้งต้นและราก ความยาวราก ความยาวต้นน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักสดราก น้ำหนักแห้งราก ผลของการวัดปริมาณรงควัตถุได้แก่ คลอโรฟิลล์เอคลอโรฟิลล์บีคลอโรฟิลล์รวม และแคโรทีนอยด์ของผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกด้วยดินการค้าจึงมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร ในขณะที่ผลการวัดค่าสีของผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คนั้นใกล้เคียงกัน และผลการวัดปริมาณไนเตรทตกค้างของผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คพบว่า ดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 2 นั้นมีปริมาณไนเตรทตกค้างสูงที่สุด ดังที่Siomos *et al.*(อ้างโดย คงเอกศิริงามและคณะ, 2558 : 10) กล่าวว่า ผักกาดหอมพันธุ์บัตเตอรเฮดที่ปลูกด้วยวิธีการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารมีปริมาณคลอโรฟิลล์น้อยกว่า ผักกาดหอมพันธุ์บัตเตอรเฮดที่ปลูกด้วยวิธีการปลูกพืชในดิน นอกจากนี้สารอินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบภายในดิน (organic matter) อาจมีบทบาทสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) และค่าความเป็นกรด- เบส(pH)ทำให้ธาตุอาหารที่อยู่ในดินสามารถเคลื่อนย้ายเข้าสู่พืชได้ดีขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งแมกนีเซียมและเหล็กซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการสังเคราะห์รงควัตถุที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้แก่คลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยดจากผลการทดลองจึงควรมีการปรับปรุงและพัฒนาดินเทียมจากเศษอาหารเพิ่มเติม เพื่อให้สามารถปลูกทดแทนดินผสมเพื่อการค้า ผลการเปรียบเทียบผลการเจริญเติบโตของของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คทั้งด้านความกว้างทรงพุ่ม และความยาวของรากแสดงให้เห็นว่าดินเทียมจากเศษอาหารนั้นที่ผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คมีการเจริญเติบโตดีกว่าดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตรเนื่องจาก ค่า pH และค่า EC ของดินการค้าเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คมากกว่าดินเทียมจากเศษอาหารทั้งสามสูตร แม้ดินเทียมจากเศษอาหารจะมีธาตุอาหารมากกว่าดินการค้า



ภาพที่ 4.72 การทดลองเพาะปลูกผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คด้วยดินเทียมจากขยะเปียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาพบว่าดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตรสามารถนำมาปลูกผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คให้เจริญเติบโตได้ แต่ในแต่ละสูตรมีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน และมีการเจริญเติบโตที่ด้อยกว่าผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินผสมทางการค้า โดยเฉพาะดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 1 ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คน้อยกว่าดินผสมทางการค้าในทุกด้านจึงต้องมีการพัฒนาหรือปรับปรุงดินเทียมจากเศษอาหารให้เทียบเท่าหรือสามารถทดแทนดินผสมทางการค้าได้ สามารถสรุปรายประเด็นได้ ดังนี้

1. ผลของดินเทียมจากเศษอาหารต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คโดยทำการวิจัยเพื่อศึกษาความสมบูรณ์ของดินเทียมจากเศษอาหาร และเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกด้วยดินเทียมจากเศษอาหารโดย มีสูตรทั้งหมด 3 สูตร เปรียบเทียบกับดินผสมในท้องตลาด ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ต้น ประกอบด้วยสิ่งทดลอง 1 ปัจจัยได้แก่ ดินผสม 3 ชนิด และดินผสมเพื่อการค้า 1ชนิดทำการเพาะเมล็ดจนเป็นต้นกล้านาน 14 วัน จากนั้นย้ายปลูกและสังเกตการณ์เจริญเติบโตเมื่อปลูกผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คได้ 31 วันรวมทั้งสิ้น 45 วันจากนั้นทำการเก็บผลและบันทึกข้อมูลต่างๆ

2. ผลจากการปลูกผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค พบว่าผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินการค้ามีการเจริญเติบโตดีที่สุด และดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 1 มีการเจริญเติบโตที่แย่ที่สุด ผลการเปรียบเทียบคุณลักษณะของดินเทียมจากเศษอาหาร และดินการค้า พบว่าดินผสมเพื่อการค้านั้นไม่ได้มีปริมาณธาตุอาหารที่มากกว่าดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร แต่มีค่าpHที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คมากกว่าดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร และปัญหาที่พบของดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร คือปัญหาการย่อยสลายไม่สมบูรณ์ของวัสดุปรับปรุงดินที่อยู่ในดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร และปัญหาความเป็นด่างที่สูงไม่เหมาะกับการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค จึงทำให้ผลการศึกษาการเจริญเติบโตทางความกว้างทรงพุ่ม ค่าความทั้งต้นและราก ความยาวราก ความยาวต้นน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักสดราก น้ำหนักแห้งราก ผลของการวัดปริมาณรงควัตถุได้แก่ คลอโรฟิลล์เอคลอโรฟิลล์บีคลอโรฟิลล์รวม และแคโรทีนอยด์ของผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกด้วยดินการค้าจึงมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร ในขณะที่ผลการวัดค่าสีของผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คนั้นใกล้เคียงกันและผลการวัดปริมาณไนเตรทตกค้างของผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คพบว่า ดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 2 นั้นมีปริมาณไนเตรทตกค้างสูงที่สุด

4.10.2 การศึกษาหัวข้อการวิจัยย่อย "ผลของดินเทียมจากเศษอาหารต่อการเจริญเติบโตของดาวเรือง (THE EFFECT OF ARTIFICIAL SOIT FROM FOOD SCRAPS ON THE GROWTH OF *TAGETES ERECTA* L.)"

วิจัยโดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุเมธ ตรีศักดิ์ศรี (นักวิจัยร่วม) และนายสุนทร เอี่ยมแสง (นักศึกษาระดับปริญญาตรีเทคโนโลยีการเกษตร – การผลิตพืช) การศึกษาองค์ประกอบของธาตุอาหารที่มีในดินเทียมจากขยะเปียกที่พัฒนาด้วยกระบวนการใหม่ พบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.36 เปรียบเทียบธาตุอาหารสำหรับพืชในดินชนิดต่างๆ

ดินสูตรต่างๆ	N (%)	P (%)	K (%)	pH	EC	Moisture (%)	GI (%)
1. ดินผสมการค้า	0.29	0.33	0.43	6.70	0.67	4.32	81.07
2. ดินเทียมจากขยะเปียก สูตรที่ 1	0.80	0.41	0.85	8.35	1.99	4.58	88.07
3. ดินเทียมจากขยะเปียก สูตรที่ 2	1.32	2.19	1.04	7.36	2.59	2.97	90.15
4. ดินเทียมจากขยะเปียก สูตรที่ 3	1.49	1.23	1.47	8.13	3.47	6.36	95.90

จากผลการศึกษาผลการวิเคราะห์หาค่า N P K pH EC Moisture ในดินทั้ง 4 สูตร คือ ดินผสมการค้า ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และ สูตรที่ 3 โดยการส่งตัวอย่างดินตัวอย่างละ 4 กิโลกรัม ส่งดินให้กับสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน 2003/61 ถ. พหลโยธิน แขวง ลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 3 มีค่า N 1.49% มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ สูตรที่ 2 มีค่า N 1.32% รองลงมาคือ สูตรที่ 1 มีค่า N 0.80% และดินผสมการค้ามีค่า N 0.29% มีค่าน้อยที่สุด ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 2 มีค่า P 2.19% มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ สูตรที่ 3 มีค่า P 1.23% รองลงมาคือ สูตรที่ 1 มีค่า P 0.41% และดินผสมการค้ามีค่า P 0.33% มีค่าน้อยที่สุด ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 3 มีค่า K 1.47% มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ มีค่า K 1.04% รองลงมาคือ สูตรที่ 1 มีค่า K 0.85% และดินผสมการค้ามีค่า K 0.43% มีค่าน้อยที่สุด ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 1 มีค่า pH 8.35 มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ สูตรที่ 3 มีค่า pH 8.13 รองลงมาคือ สูตรที่ 2 มีค่า pH 7.36 และดินผสมการค้ามีค่า pH 6.70 มีค่าน้อยที่สุด ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 3 มีค่า EC 3.47 มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ สูตรที่ 2 มีค่า EC 2.59 รองลงมา คือ สูตรที่ 1 EC 1.99 และดินผสมการค้ามีค่า EC 0.67 มีค่าน้อยที่สุด ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 3 มีค่า Moisture 6.36% มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ สูตรที่ 1 มีค่า Moisture 4.58% รองลงมา คือดินผสมการค้า มีค่า Moisture 4.32% และดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 2 มีค่า Moisture 2.97% มีค่าน้อยที่สุด ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 3 มีค่า GI 95.90 % มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 2 มีค่า GI 90.15 % รองลงมาคือดินเทียมจากเศษอาหาสูตรที่ 1 มีค่า GI 88.07 % และดินผสมทางการค้ามีค่า GI 81.07 % มีค่าน้อยที่สุด

ตารางที่ 4.37 ระยะเวลาออกดอกเฉลี่ยของดาวเรือง (วัน)

ตัวอย่างดินที่ใช้ในกระบวนการทดลอง	ระยะเวลาการออกดอกของดาวเรือง (วัน)
1. ดินการค้า (ที่มีจำหน่ายในตลาดทั่วไป)	40 วัน
2. ดินเทียมจากขยะเปียก สูตรที่ 1	45 วัน
3. ดินเทียมจากขยะเปียก สูตรที่ 2	44 วัน
4. ดินเทียมจากขยะเปียก สูตรที่ 3	49 วัน
F-test	*1/
% CV	7.87

1/ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2/ ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ0.05 ซึ่งมีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Ranges Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองระยะเวลาออกดอกเฉลี่ยของดาวเรืองโดยบันทึกข้อมูลการทดลองของต้นดาวเรืองที่มีอายุ 60 วันหลังย้ายปลูกซึ่ง พบว่า ระยะเวลาออกดอกเฉลี่ยของดาวเรืองมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อดูจากวันที่ออกดอกของดาวเรือง พบว่าระยะเวลาออกดอกเฉลี่ยของดาวเรืองออกดอกไวที่สุดที่ 12 ต้น ของดาวเรืองที่ปลูกในดินผสมการค้า คือ 40 วัน รองลงมาได้แก่ ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 2,ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 1, ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 3 ตามลำดับ ซึ่งมีวันติดดอก 44 วัน , 45 วันและ 49 วัน จากผลทดลองในตารางที่ 2 วันออกดอกของดาวเรืองที่ปลูกในดินผสมการค้ามีการออกดอกที่ไวที่สุดโดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.38 จำนวนดอกตูมต่อต้นเฉลี่ยของดาวเรือง (ดอก)

ตัวอย่างดินที่ใช้ในกระบวนการทดลอง	จำนวนดอกตูมต่อต้นเฉลี่ยของดาวเรือง (ดอก)
1. ดินการค้า (ที่มีจำหน่ายในตลาดทั่วไป)	2.83 [a2/]
2. ดินเทียมจากขยะเปียก สูตรที่ 1	1.41 [b]
3. ดินเทียมจากขยะเปียก สูตรที่ 2	0.66 [c]
4. ดินเทียมจากขยะเปียก สูตรที่ 3	2.58 [a]
F-test	*[1/]
% CV	63.79

1/ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2/ ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งมีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Ranges Test

จากการทดลองจำนวนดอกตูมต่อต้นเฉลี่ยของดาวเรืองโดยบันทึกข้อมูลการทดลองของต้นดาวเรืองที่มีอายุ 60 วันหลังย้ายปลูกซึ่งพบว่าจำนวนดอกตูมที่ออกต่อต้นของดาวเรืองมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อดูจำนวนดอกตูมต่อต้นของดาวเรือง พบว่าจำนวนดอกตูมต่อต้นมากที่สุดของดาวเรือง 12 ต้น ที่ปลูกในดินผสมการค้า คือ 2.83 ดอก รองลงมาได้แก่ ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 3, ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 1, ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 2 ตามลำดับ ซึ่งมีจำนวนดอกตูมต่อต้น 2.58 ดอก, 1.41 ดอก, และ 0.66 ดอก จากผลทดลองในตารางที่ 3จำนวนดอกตูมต่อต้นของดาวเรืองที่ปลูกในดินผสมการค้ามีจำนวนดอกตูมที่มากที่สุดโดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.39 ความสูงเฉลี่ยของต้นดาวเรืองในกระบวนการทดลองเพาะปลูก (เซนติเมตร)

ตัวอย่างดินที่ใช้ในกระบวนการทดลอง	จำนวนดอกตูมต่อต้นเฉลี่ยของดาวเรือง (ดอก)
1. ดินการค้า (ที่มีจำหน่ายในตลาดทั่วไป)	42.75 [a2/]
2. ดินเทียมจากขยะเปียก สูตรที่ 1	35.21 [c]
3. ดินเทียมจากขยะเปียก สูตรที่ 2	38.55 [b]
4. ดินเทียมจากขยะเปียก สูตรที่ 3	25.66 [d]
F-test	*[1/]
% CV	20.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1/ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2/ ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งมีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Ranges Test

จากการทดลองความสูงเฉลี่ยของต้นดาวเรืองโดยบันทึกข้อมูลการทดลองของต้นดาวเรืองที่มีอายุ 60 วันหลังย้ายปลูกซึ่งพบว่าความสูงเฉลี่ยของต้นดาวเรืองมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อดูความสูงเฉลี่ยของต้นดาวเรือง พบว่าความสูงเฉลี่ยของต้นดาวเรืองที่มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดของดาวเรือง 12 ต้น ที่ปลูกในดินผสมการค้า คือ 42.75เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 2, ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 1, ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 3ตามลำดับ ซึ่งมีความสูงเฉลี่ยของต้นดาวเรือง 38.55เซนติเมตร, 35.21เซนติเมตร, และ 25.66เซนติเมตร จากผลทดลองในตาราง ความสูงเฉลี่ยของต้นดาวเรืองที่ปลูกในดินผสมการค้ามีจำนวนความสูงเฉลี่ยของต้นมากที่สุดโดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

สำหรับการทดสอบวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกดาวเรือง (เซนติเมตร) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกดาวเรืองขณะบานเต็มที่ เมื่ออายุประมาณ 50-60วัน โดยทำการแบ่งเกรดเป็นวัด 3 ขนาด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง คือ

* ดอกขนาดเล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 - 4.9 เซนติเมตร (เกรด C)
* ดอกขนาดกลาง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 - 5.9 เซนติเมตร (เกรด B)
* ดอกขนาดใหญ่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 - 7.9 เซนติเมตร (เกรด A)

ตารางที่ 4.40 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกดาวเรือง (เซนติเมตร)

ตัวอย่างดินที่ใช้ในกระบวนการทดลอง	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดอก (เซนติเมตร)
1. ดินการค้า (ที่มีจำหน่ายในตลาดทั่วไป)	6.15 [a2/]
2. ดินเทียมจากขยะเปียก สูตรที่ 1	5.18 [ab]
3. ดินเทียมจากขยะเปียก สูตรที่ 2	4.93 [b]
4. ดินเทียมจากขยะเปียก สูตรที่ 3	2.20 [c]
F-test	* [1/]
% CV	43.73

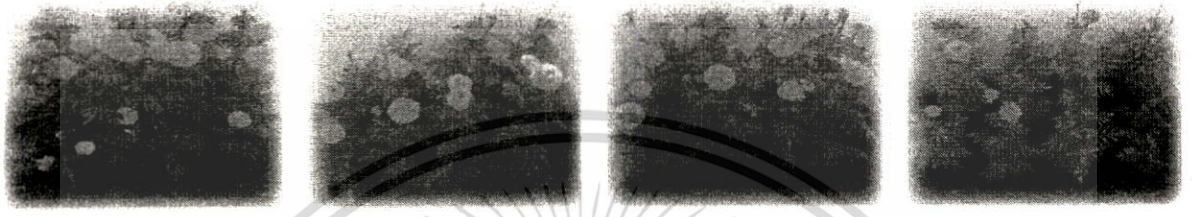
1/ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2/ ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งมีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Ranges Test

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกดาวเรืองขณะบานเต็มที่มีอายุ 60 วันหลังย้ายปลูก ซึ่งพบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกดาวเรืองขณะบานเต็มที่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อดูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกดาวเรือง พบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกดาวเรืองเฉลี่ยมากที่สุดของดาวเรือง 12 ต้น ที่ปลูกในดินผสมการค้า คือ 6.15เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 1, ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 2, ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 3 ตามลำดับ ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศูนย์กลางของดอกดาวเรือง5.18เซนติเมตร, 4.93เซนติเมตร, และ 2.20เซนติเมตร (ตารางที่ 6) จากผลทดลองในตารางที่ 6ทำการแบ่งเกรดเป็นวัด 3 ขนาด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง คือดอกขนาดเล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 - 4.9 เซนติเมตร (เกรด C), ดอกขนาดกลาง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 - 5.9 เซนติเมตร (เกรด B), ดอกขนาดใหญ่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 - 7.9 เซนติเมตร (เกรด A)ดอกดาวเรืองที่ปลูกในดินผสมการค้ามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกดาวเรืองขณะบานเต็มที่อยู่ที่ดอกเกรด A มีจำนวนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกมากที่สุดโดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ



ดินการค้า ดินเทียมสูตรที่ 1 ดินเทียมสูตรที่ 2 ดินเทียมสูตรที่ 3

ภาพที่ 4.73 การเจริญเติบโตของดาวเรืองอายุ 60 วันหลังย้ายปลูก ในดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร และดินผสมทางการค้า

จากการศึกษาผลของดินเทียมจากเศษอาหาต่อการเจริญเติบโตของดาวเรือง โดยมีดินเทียมจากเศษอาหาร 3 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 เศษอาหาร 10% แกลบดิบ 30% กากถั่วเหลือง 30 มูลโค 30%, สูตรที่ 2 เศษอาหาร 10% แกลบดิบ 30% กากชานอ้อย 30% มูลโค 30%, สูตรที่ 3 เศษอาหาร 20% แกลบดิบ 20% แกลบเผา 20% กากชานอ้อย 20% มูลโค 20% เปรียบเทียบกับดินผสมทางการค้า โดยมีวัตถุประสงค์คือ เพื่อศึกษาความสมบูรณ์ของดินเทียมจากเศษอาหาร ศึกษาการเจริญเติบโตของดาวเรืองที่ปลูกด้วยดินเทียมจากเศษอาหาร โดยการวางแผนทดลองแบบ ทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) ทดลองจำนวน 4 ซ้ำซ้ำละ 3 ต้น กำหนดหน่วยทดลองคือดาวเรืองโดยนำข้อมูลการตอบสนองทางสรีรวิทยาของดาวเรืองต่อดินที่ใช้ในการปลูกมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยใช้โปรแกรม SPSS for window และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลอง(Treatment) โดยวิธีDuncan's NewMultiple Range Test (DMRT) ทำการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของดาวเรืองตั้งแต่ย้ายลงถุงดำขนาด 6 นิ ว อายุ 15 วัน จนถึง อายุ 60 วันหลังย้ายปลูกได้แก่ ระยะเวลาการออกดอกคือวันติดดอกของดาวเรือง จำนวนดอกตูมดอกบานต่อต้นของดาวเรือง จำนวนความสูงของต้นดาวเรือง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นดาวเรือง

ผลการทดลอง พบว่า การเจริญเติบโตของดาวเรืองมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ด้านระยะเวลาการออกดอกคือวันติดดอกของดาวเรือง จำนวนดอกตูมดอกบานต่อต้นของดาวเรือง จำนวนความสูงของต้นดาวเรือง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นดาวเรือง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยระยะเวลาการออกดอกวันที่ดาวเรืองติดดอก พบว่ากลุ่มทดลองที่ 4 คือดินผสมการค้า ติดดอกได้ไวที่สุด จ้านวนดอกตูมต่อต้น พบว่ากลุ่มทดลองที่ 4 คือดินผสมการค้า มีดอกต่อมากที่สุด จำนวนดอกบานต่อต้น พบว่ากลุ่มทดลองที่ 2 มีดอกบานต่อต้นมากที่สุด จ้านวนความสูงของต้นดาวเรือง พบว่ากลุ่มทดลองที่ 4 มีความสูงเฉลี่ยของต้นมากที่สุด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกดาวเรือง พบว่ากลุ่มทดลองที่ 4 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากที่สุดอยู่ในขนาดดอกดาวเรืองในการค้าเกรด A คือดอกขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการวิจัยในส่วนผลของดินเทียมจากเศษอาหารต่อการเจริญเติบโตของดาวเรือง วางแผนทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) ประกอบด้วยสิ่งทดลอง จำนวน 4 ทรีมเม้นท์ได้แก่ ดินเทียมจากเศษอาหาร 3 สูตร และดินผสมทางการค้า 1 ชนิด จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ต้น ใช้ดาวเรืองทั้งหมด 48 ต้น ทำการทดลองโดยการปลูกดาวเรืองลงในถาดหลุมบรรจุสูตรดินต่าง ๆ จำนวน 1 เมล็ดต่อ 1 หลุม เป็นเวลา 15 วัน จากนั้นย้ายปลูกต้นดาวเรืองลงในถุงดำขนาด 6 นิ้ว ที่บรรจุดินสูตรต่าง ๆ ทำการรดน้ำทุกวันในเวลาเช้าและเวลาเย็นเป็นเวลา 45 วัน หลังจากนั้นบันทึกผลการเจริญเติบโตของดาวเรืองโดยการวัดระยะเวลาการออกดอกเฉลี่ยของต้นดาวเรือง จำนวนดอกตูมดอกบานเฉลี่ยต่อต้น ความสูงเฉลี่ยของต้นดาวเรือง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของดอกดาวเรืองตั้งแต่ย้ายลงถุงดำขนาด 6 นิ้ว อายุ 15 วัน จนถึง อายุ 60 วันหลังย้ายปลูก มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยใช้โปรแกรมSPSS for window และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลอง(Treatment) โดยวิธีDuncan's NewMultiple Range Test (DMRT)ผลการทดลองพบว่าดินทางการค้ามีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุดโดยมีระยะเวลาออกดอกเฉลี่ยของดาวเรืองออกดอกไวที่สุดคือ40 วันจำนวนดอกตูมเฉลี่ยต่อต้น 2.83 ดอกจำนวนดอกบานเฉลี่ยต่อต้น2.08 ดอกความสูงเฉลี่ยของต้นดาวเรืองที่มีความสูงเฉลี่ย 42.75 เซนติเมตรขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกดาวเรืองเฉลี่ย6.15 เซนติเมตรซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับดินเทียมทั้ง 3 สูตร จากผลการทดลองดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร สามารถปลูกดาวเรืองให้เจริญเติบโตได้ และมีการเจริญเติบโตที่ไม่แตกต่างกัน แต่ยังมีการเจริญเติบโตเกือบทุกด้านน้อยกว่าดินผสมทางการค้า จึงต้องมีการศึกษาวิจัยพัฒนาปรับปรุงสูตรดินเทียมจากเศษอาหารให้เทียบเท่าดินผสมทางการค้าหรือสามารถใช้ทดแทนดินผสมทางการค้าได้ เพื่อเป็นการพัฒนาดินเทียมจากเศษอาหารเหลือทิ้งที่เป็นสิ่งปฏิกูลสร้างมลภาวะที่เป็นพิษแก่สังคมเหล่านั้นให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช ให้เกิดประโยชน์ เพื่อให้สิ่งแวดล้อมสวยงาม ลดปริมาณขยะมูลฝอย ลดมลพิษในอากาศ ลดปริมาณเชื้อโรคจากเศษอาหารเหลือทิ้ง เกิดเป็นอาชีพ อภิปรายผลการทดลองพบว่า ผลของดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตรและดินผสมการค้า 1 สูตร โดยใช้ดาวเรืองเป็นพืชทดลองในการปลูก มีผลการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตแตกต่างกัน จาก การศึกษาทดลองพบว่าดินเทียมจากเศษอาหารสามารถนำมาปลูกไม้ดอกไม้ประดับอย่างดาวเรืองได้ถึงแม้จะให้ผลการเจริญเติบและผลผลิตไม่ดีเทียบเท่ากับดินผสมการค้าก็ตาม เพราะว่าดูจากจากผลการศึกษาผลการวิเคราะห์หาค่า N P K pH EC Moisture ในดินทั้ง 4 สูตร ที่ส่งให้สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดินตรวจพบว่าดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตรมีค่า pH ที่สูงมากซึ่งมีค่า pH สูง ค่า pH ที่เหมาะสมของดาวเรืองอยู่ที่ 6.5 – 7 ดินที่มีสภาพเป็นด่าง (pH สูง) จะทำให้ธาตุไนโตรเจน เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี เปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (ความเป็นกรด - เบส ของดิน, 2554 : http://www.scimath.org) แต่ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 2 ก็สามารถมีการเจริญเติบโตได้ซึ่งมีผลการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตใกล้เคียงกับดินผสมการค้า ลองลงมาคือ สูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 จากผลการศึกษาทดลองจึงทำให้ทราบว่าเราสามารถนำเศษอาเหลือทิ้งที่เกิดจากแหล่งที่พักอาศัย อุตสาหกรรม สถานประกอบการ โรงพยาบาล สถานศึกษา และอื่นๆอีกมากมาย ขยะเหล่านี้มีทั้ง ส่วนที่ย่อยสลายได้ง่าย ย่อยสลายยาก ขยะที่มีสารพิษเป็นอันตราย และขยะที่มีเชื้อ โรคปนเปื้อนอยู่ (สวัสดิ์ โนนสูง, 2543 : 1) นั้นมาทำเป็นดินเทียมจากเศษอาหารเพื่อปลูกต้นไม้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อให้สิ่งแวดล้อมสวยงาม ลดปริมาณขยะมูลฝอย ลดมลพิษในอากาศ ลดปริมาณเชื้อโรคจากเศษอาหารเหลือทิ้ง เกิดเป็นอาชีพได้ แต่ยังคงต้องมีศึกษาทดลองพัฒนาปรับปรุงกันต่อไปเพื่อให้ดินเทียมจากเศษอาหารมีคุณภาพที่ให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้เทียบเท่าหรือดีกว่าดินเทียมจากเศษอาหาร

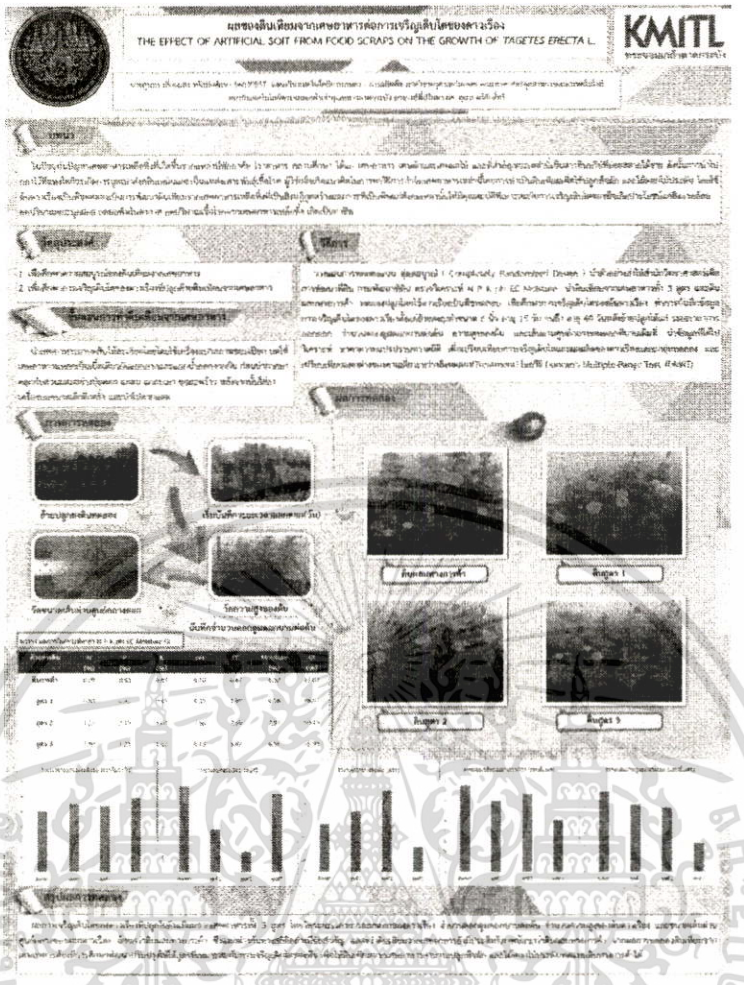
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถสรุปการทดลองเพื่อศึกษาผลของดินเทียมจากเศษอาหาต่อการเจริญเติบโตของดาวเรือง โดยมีดินเทียมจากเศษอาหาร 3 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 เศษอาหาร 10% แกลบดิบ 30% กากถั่วเหลือง 30 มูลโค 30%, สูตรที่ 2 เศษอาหาร 10% แกลบดิบ 30% กากชานอ้อย 30% มูลโค 30%, สูตรที่ 3 เศษอาหาร 20% แกลบดิบ 20% แกลบเผา 20% กากชานอ้อย 20% มูลโค 20% เปรียบเทียบกับดินผสมทางการค้า โดยมีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อศึกษาความสมบูรณ์ของดินเทียมจากเศษอาหาร ศึกษาการเจริญเติบโตของดาวเรืองที่ปลูกด้วยดินเทียมจากเศษอาหาร โดยการวางแผนทดลองแบบ ทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) ทดลองจำนวน 4 ซ้ำซ้ำละ 3 ต้น กำหนดหน่วยทดลองคือดาวเรืองโดยน้าข้อมูลการตอบสนองทางสรีรวิทยาของดาวเรืองต่อดินที่ใช้ในการปลูกมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยใช้โปรแกรม SPSS for window และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลอง (Treatment) โดยวิธีDuncan's NewMultiple Range Test (DMRT) ทำการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของดาวเรืองตั้งแต่ย้ายลงถุงดำขนาด 6 นิ ว อายุ 15 วัน จนถึง อายุ 60 วันหลังย้ายปลูกได้แก่ ระยะเวลาการออกดอกคือวันติดดอกของดาวเรือง จำนวนดอกตูมดอกบานต่อต้นของดาวเรือง จำนวนความสูงของต้นดาวเรือง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นดาวเรือง

ผลการทดลอง พบว่า การเจริญเติบโตของดาวเรืองมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ด้านระยะเวลาการออกดอกคือวันติดดอกของดาวเรือง จำนวนดอกตูมดอกบานต่อต้นของดาวเรือง จำนวนความสูงของต้นดาวเรือง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นดาวเรือง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยระยะเวลาการออกดอกวันที่ดาวเรืองติดดอก พบว่ากลุ่มทดลองที่ 4 คือดินผสมการค้า ติดดอกได้ไวที่สุด จ้านวนดอกตูมต่อต้น พบว่ากลุ่มทดลองที่ 4 คือดินผสมการค้า มีดอกต่อมากที่สุด จำนวนดอกบานต่อต้น พบว่ากลุ่มทดลองที่ 2 มีดอกบานตอต้นมากที่สุด จ้านวนความสูงของต้นดาวเรือง พบว่ากลุ่มทดลองที่ 4 มีความสูงเฉลี่ยของต้นมากที่สุด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกดาวเรือง พบว่ากลุ่มทดลองที่ 4 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากที่สุดอยู่ในขนาดดอกดาวเรืองในการค้าเกรด A คือ ดอกขนาดใหญ่

จากผลการทดลองดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร สามารถปลูกดาวเรืองให้เจริญเติบโตได้และมีการเจริญเติบโตที่ไม่แตกต่างกัน แต่ยังมีการเจริญเติบโตเกือบทุกด้านน้อยกว่าดินผสมทางการค้า จึงต้องมีการศึกษาวิจัยพัฒนาปรับปรุงสูตรดินเทียมจากเศษอาหารให้เทียบเท่าดินผสมทางการค้าหรือสามารถใช้ทดแทนดินผสมทางการค้าได้ เพื่อเป็นการพัฒนาดินเทียมจากเศษอาหารเหลือทิ้งที่เป็นสิ่งปฏิกูลสร้างมลภาวะที่เป็นพิษแก่สังคมเหล่านั้นให้มีคุณสมบัติที่เมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช ให้เกิดประโยชน์ เพื่อให้สิ่งแวดล้อมสวยงาม ลดปริมาณขยะมูลฝอย ลดมลพิษในอากาศ ลดปริมาณเชื้อโรคจากเศษอาหารเหลือทิ้ง เกิดเป็นอาชีพหรือสามารถใช้ทดแทนดินผสมทางการค้าได้เพื่อเป็นการพัฒนาดินเทียมจากเศษอาหารเหลือทิ้งที่เป็นสิ่งปฏิกูลสร้างมลภาวะที่เป็นพิษแก่สังคมเหล่านั้นให้มีคุณสมบัติที่เมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช ให้เกิดประโยชน์ เพื่อให้สิ่งแวดล้อมสวยงาม ลดปริมาณขยะมูลฝอย ลดมลพิษในอากาศ ลดปริมาณเชื้อโรคจากเศษอาหารเหลือทิ้ง เกิดเป็นอาชีพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.74 รายงานผลการทดลองเพาะปลูกดาวเรืองด้วยดินเทียมจากขยะเปียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เพื่อ “การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์” โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและพัฒนาเพื่อเรียนรู้และสามารถนำเสนอแนวความคิดในรูปแบบของการผสมผสานแนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อก่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ทางด้านกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากส่วนของขยะเปียกมาใช้งานในการผลิตเป็นดินเทียมและ ตลอดจนการรวบรวมมุมมองและทัศนะคติที่ส่งผลต่อการประยุกต์ใช้งานขยะเปียกและดินเทียมจากขยะเปียกในรูปแบบการบูรณาการเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับขยะเปียก โดยสามารถสรุปผลการวิจัยดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

สำหรับโครงการวิจัย “การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์” สามารถที่จะรายงานผลสรุปการวิจัยรายวัตถุประสงค์การวิจัยและส่วนเพิ่มเติมการวิจัยย่อยเป็นรายละเอียดผลสรุปการวิจัย ดังนี้

5.1.1 วัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1 การศึกษากระบวนการขั้นตอนแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

กระบวนการศึกษาขั้นตอนการแปรสภาพและกระบวนการกำจัดส่งที่เป็นขยะเปียกโดยสามารถแยกออกเป็นส่วนของข้อมูลสรุปแหล่งที่ก่อให้เกิดปัญหาขยะเปียกจำนวนมาก ดังนี้

5.1.1.1 กรณีศึกษาร้านอาหาร ในบริเวณพื้นที่ศึกษา “ร้านอาหารตามสั่ง” ร้านอาหารตามสั่งประเภทนี้จะมีจำนวนมากในพื้นที่ กทม. และตามหัวเมืองขนาดใหญ่ โดยร้านอาหารประเทตามสั่งนี้จะมีจำนวนมากขึ้นในแต่ละปี ซึ่งนับตามนิยามของกรมพัฒนาธุรกิจที่ให้คำนิยามว่า “ธุรกิจภัตตาคาร/ร้านอาหาร คือ การบริการจัดอาหารและเครื่องดื่ม ซึ่งในร้านอาหารประเภทนี้นั้นสามารถที่จะพบลักษณะภาชนะและการใช้งานภาชนะที่บรรจุขยะมีลักษณะเป็นถังพลาสติกขนาดใหญ่ และมีถุงขยะสีดำรองไว้ที่ถังเพื่อให้ง่ายต่อการห่อไปวางไว้หน้าร้านและจะมีรถของ กทม. เก็บในเช้าวันถัดไป โดยแยกเป็นขยะเปียกที่พบ ดังนี้

ก) ขยะเปียกที่พบ : เศษอาหารต่าง ๆ เช่น ผักสด เปลือกไข่ เศษอาหารที่เหลือจากการบริโภค คราบน้ำมันพืช

ข) ขยะทั่วไปที่พบ : ถุงพลาสติก แก้วน้ำ กระดาษทิชชู่ หลอดน้ำ ขวดนมเปรี้ยว ขยะเปียกที่พบมากที่สุด : เปลือกไข่

5.1.1.2 กรณีศึกษาพื้นที่โรงงาน โดยพื้นที่กรณีศึกษานั้นจะมีเป้าหมายการรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ที่มีขนาดโรงอาหารบริการพนักงานจำนวนมากกว่า 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 เนื่องจากมีส่วนผสมทั้งกากและน้ำเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากเศษอาหาร ทางโรงงานจะคัดแยกส่วนน้ำออกจากกากอาหารด้วยการกรองก่อนจากนั้นจึงจะนำเศษอาหารเหล่านี้ไปให้ผู้ที่มารับไปใช้ในการเป็นอาหารสัตว์หรือไปใช้ประโยชน์ต่อแต่ไม่มีการซื้อขายกัน เศษอาหารที่อยู่ภายในถังพลาสติกนั้นจะถูกแม่บ้านนำไปกรองเอาส่วนของน้ำออกจากส่วนกาก ซึ่งในขั้นตอนนี้นั้นเป็นช่วงที่แม่บ้านมีความรู้สึกว่าไม่อยากทำมากที่สุด เนื่องจากปัญหาของกลิ่นที่เหม็นและรู้สึกว่าสกปรก และอีกทั้งกลิ่นนั้นจะติดตัวไปตลอดทั้งวันหากมีการปฏิบัติหน้าที่ในช่วงกลางวัน ซึ่งแนวทางนี้แม่บ้านเห็นว่า “หากมีเครื่องที่นำเศษอาหารเหล่านี้มาเทลงไปจากนั้นเครื่องสามารถที่จะแยกส่วนของน้ำและส่วนของกากออกจากกันได้นั้นจะดีมากและยังช่วยประหยัดเวลาและทุ่นแรงได้มาก” จากการวิเคราะห์นั้นพบว่าการที่สังคมของชุมชนหรือโรงงานที่มีเศษอาหารเหลือทิ้งจำนวนมากนั้นจะมีปัญหาเกี่ยวกับเศษขยะเปียกทวีปัญหามากยิ่งขึ้นและบุคคลที่รับผิดชอบไม่มีความรู้สึกอยากจะปฏิบัติงาน

5.1.1.3 ลักษณะทางกายภาพของขยะที่พบจากการลงสำรวจพื้นที่พบว่า ลักษณะการทิ้งขยะเปียกของร้านนี้จะเป็นการทิ้งแบบรวม ๆ กัน ไม่มีการแยกระหว่างเศษอาหารและเศษขยะ ขยะที่พบจะมีอยู่หลากหลายประเภททั้งย่อยสลายได้และย่อยสลายไม่ได้ ส่วนมากจะเป็นขยะที่เกิดจากวัตถุดิบสดที่นำมาประกอบอาหาร จากนั้นนำข้อมูลเบื้องต้นมาผ่านกระบวนการระดมแนวคิดเพื่อการประยุกต์ใช้งานขยะเปียกในส่วนของขั้นตอนกระบวนการศึกษาทางด้านการแปรสภาพของขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์นั้นผู้วิจัยได้ทำการพิจารณาถึงการรวบรวมประเด็นที่สามารถพิจารณาแนวทางเพื่อการนำขยะเปียกมาใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลายแนวทางด้านการระดมความคิดจากกลุ่มผู้ร่วมวิจัย จำนวน 30 คน โดยนักวิจัยจะร่วมทำการนำเสนอแนวทางและแนวความคิดที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากขยะเปียกให้ได้หลากหลายแนวที่สุด โดยจะมีการนำข้อคำถึงถึง คือ เป้าหมายการนำขยะเปียกในรูปแบบของเศษเหลือทิ้งต่างๆมาประยุกต์ใช้งานเป็นรูปแบบผลิตภัณฑ์หรือเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกแก่มนุษย์ในมุมมองต่างๆ และดำเนินการภายใต้กรอบความเป็นอิสระทางความของนักวิจัยเพื่อจะได้ความคิดเห็นหรือแนวคิดที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยนำเสนอแนวคิดที่สามารถดำเนินการจริงได้ โดยการระดมความคิดเพื่อการใช้ประโยชน์จากเศษขยะเปียก (เศษอาหารประเภทต่างๆ) นั้นนำเสนอผ่านกระบวนการคิดในเชิง “มโนทัศน์ทางการออกแบบ” ด้วยการคิดให้เกิดขึ้นภายในสมองเพื่อการแก้ไขปัญหาจากนั้นจึงนำเสนอออกมาเป็นแผ่นนำเสนอแนวความคิดในการประยุกต์ใช้งาน โดยเน้นการสร้างมุมมองและนำเสนอความคิดในเชิงรูปธรรมที่มีความน่าสนใจและสามารถเข้าใจได้ง่ายสำหรับบุคคลทั่วไป

แนวคิดที่ 1 : นำเสนอ ลักษณะผลิตภัณฑ์เดิมในพื้นที่ที่ศึกษาเป็นลักษณะของการแยกขยะเปียก ขยะทั่วไปและขยะประเภทน้ำแข็ง โดยที่ขยะเปียกเศษอาหารจะมีคนมารับนำไปเป็นอาหารสัตว์ ส่วนขยะทั่วๆ ไป ก็ใส่ถุงดำทิ้งที่ถังขยะใหญ่ ส่วนขยะประเภทน้ำแข็งเมื่อละลายแล้วก็เอาไปรดน้ำต้นไม้ ส่วนพลาสติกก็นำไปทิ้ง ทำให้เล็งเห็นถึงกระบวนการขนย้ายระหว่าง สถานที่ที่ศึกษากับคนรับเศษอาหาร จึงเกิดแนวทางในการแก้ไขปัญหาตัวผลิตภัณฑ์ใส่อาหาร ที่สามารถอำนวยความสะดวกต่อการเคลื่อนย้ายได้ง่ายขึ้น

แนวคิดที่ 2 : นำเสนอ “Egg Board” ที่เน้นการสร้างกระบวนการผลิต ด้วยการนำเปลือกไข่ไปล้างน้ำให้สะอาด เพราะจะมีเยื่อสีขาว ๆ ที่เรียกว่า โปรตีนอยู่ในเปลือกไข่ หากทำความสะอาดไม่หมดจะทำให้เกิดกลิ่นและเน่าเสียได้ จากนั้นนำเปลือกไข่ที่ผ่านการล้างไปตากหรือผึ่งลมให้แห้ง แล้วจึงนำเปลือกไข่ที่แห้งแล้วมาบดให้ละเอียด ด้วยการตำหรือการปั่นด้วยเครื่อง พร้อมกับนำเปลือกไข่ที่บดแล้ว ไปต้มกับกรดไฮโดรครอลิกที่เจือจางแล้ว เพื่อกำจัดโปรตีนออกจากเปลือกไข่อีก 1 รอบ จากนั้นนำเปลือกไข่ที่ผ่านการต้มไปตากหรือผึ่งลมให้แห้ง หากต้องการแผ่นเปลือกไข่แบบทึบ ให้นำเปลือกไข่ที่ผ่านกรรมวิธีมาผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมกันกับแป้งมันหรือหากต้องการแผ่นเปลือกไข่แบบใส ให้นำเปลือกไข่ที่ผ่านกรรมวิธีมาผสมรวมกับเรซิ่นใส จากนั้นนำไปตากหรือผึ่งให้แห้ง และหากต้องการสีสันเพื่อเพิ่มความสวยงามให้กับแผ่นเปลือกไข่ สำหรับนำไปใช้งานออกแบบผลิตภัณฑ์ต่อไป สำหรับประโยชน์ของการแปรรูป 1)ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่จากวัสดุเหลือใช้หรือเศษขยะ 2)เป็นการลดปริมาณขยะทั้งทางตรงและทางอ้อม 3)เป็นการเพิ่มคุณค่าให้กับเศษขยะเปียก 4) ช่วยลดปริมาณการนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้เป็นวัตถุดิบในโรงงานอุตสาหกรรม

5.1.2 เพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียม สำหรับเกษตรอินทรีย์

ผู้วิจัยนำเสนอองค์ประกอบของรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการแปรสภาพขยะเปียกเป็น 4 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ 1)เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียม 2)เครื่องอัดเม็ดดินเทียมจากขยะเปียก 3) บรรจุภัณฑ์เพื่อการจำหน่ายดินเทียมจากขยะเปียก 4)ชั้นวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์จากดินเทียม เพื่อส่งเสริมภาพลักษณ์และการจัดจำหน่ายดินเทียมสำเร็จรูป สามารถสรุปได้ ดังนี้

5.1.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลความคิดเห็นเพื่อกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ : ส่วนของกระบวนการรวบรวมความคิดเห็นของกระบวนการคัดเลือกรูปแบบที่มีความเหมาะสมสำหรับการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมเพื่อการเพาะปลูกเกษตรแบบอินทรีย์ โดยผู้วิจัยได้ทำการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ด้วยกระบวนการระดมความคิดจำนวน 3 วิธีการแก้ไขปัญหาทางการออกแบบผลิตภัณฑ์จากนั้นจึงทำการ Development จำนวน 30 รูปแบบต่อกระบวนการแก้ไขปัญหาทางการออกแบบ 1 วิธี ซึ่งโดยสรุปการแก้ไขปัญหาการออกแบบ 3 วิธีการแก้ไขปัญหา ประกอบด้วย 1)ส่วนรองรับขยะเปียก 2) ส่วนคัดแยกขยะเปียก 3)ส่วนการบดย่อยขยะเปียกส่วนกาก 4)ส่วนการบดละเอียดเพื่อเตรียมการผสมดินเทียม 5)ส่วนการผสมองค์ประกอบเพื่ออัดเม็ดดินเทียม 6)ส่วนการอัดเม็ดดินเทียม

5.1.2.2 คุณลักษณะทางกายภาพที่เน้นกระบวนการนำส่วนองค์ประกอบ เช่น ปุ๋ยคอก กากมะพร้าว เปลือกถั่ว แกลบเผา แกลบดิบ พางข้าว ฯลฯ มาคลุกคล้าและผสมกันตามสูตรการทดลองที่กำหนดจำนวน 3 สูตร ประกอบด้วย

สูตรที่ 1 ได้แก่ เศษอาหาร 10% แกลบเผา 30% ซากถั่วเหลือง 30% มูลวัว 30%
สูตรที่ 2 ได้แก่ เศษอาหาร 10% แกลบเผา 30% กากอ้อย 30% มูลวัว 30%
สูตรที่ 3 ได้แก่ เศษอาหาร 20% แกลบเผา 20% แกลบดิบ 20% กากอ้อย 20% มูลวัว 20%

5.1.2.3 การพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียม มีองค์ประกอบ 6 ส่วน ที่มีความจำเป็นต่อกระบวนการสร้างข้อจำกัดทางการออกแบบผลิตภัณฑ์นั้นจะนำข้อจำกัดที่ได้มาสร้างสรรค์เป็นรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม โดยนำข้อมูลที่ผ่านกระบวนการวิเคราะห์ความต้องการและองค์ประกอบของเครื่องจักรมาเข้าสู่กระบวนการนำเสนอรูปแบบต่อคณะผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อพิจารณาและสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์จากทักษะความสามารถและประสบการณ์ของคณะผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ จากนั้นสรุปรูปแบบผลิตภัณฑ์ เป็นวิธีการแก้ไขปัญหาหลักจำนวน 3 วิธีการแก้ไขปัญหา จากนั้นจึงทำการ Development จำนวน 120 แบบ จากผลการประเมินค่าความเหมาะสม พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อรูปทรงและแนวทางการการออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม โดยนำผลลัพธ์ที่ได้มาสร้างเป็นข้อจำกัดทางการออกแบบร่วมด้วยขั้นตอนสรุปแนวความคิดจากกระบวนการระดมความคิด 60 รูปแบบ และสรุปรูปแบบเครื่องแปร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม จำนวน 3 รูปแบบ ผลวิเคราะห์จากตารางพบว่า ผลิตภัณฑ์เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม รูปแบบพัฒนาที่ 1 มีระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{X}$ =3.88 , S.D.=0.40) รูปแบบพัฒนาที่ 2 มีความเหมาะสมปานกลาง ($\bar{X}$ =2.82 , S.D.=0.62) รูปแบบพัฒนาที่ 3 มีความเหมาะสมมาก ($\bar{X}$ =4.00 , S.D.=0.58) โดยผู้วิจัยนำรูปแบบพัฒนาที่ 3 มาปรับปรุงและกำหนดเป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมต้นแบบ

5.1.3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้านประโยชน์ใช้สอย, ความแข็งแรงทนทาน, การซ่อมแซมบำรุงรักษา, ราคา, วัสดุและกรรมวิธีการผลิต, ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว

ผลการประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียก เป็นดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ พบว่า อันดับที่ 1)ด้านอุปกรณ์ส่งกำลัง (ส่วนมอเตอร์และระบบส่งกำลังภายในเครื่องส่วนบดย่อย) มีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X}$ =4.23 , S.D.=0.61) อันดับที่ 2)ด้านประโยชน์ใช้สอยและการใช้งานบดย่อยเพื่อแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X}$ =4.06 , S.D.=0.56) อันดับที่ 3) ด้านความแข็งแรงทนทานและวัสดุในการใช้งานมีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X}$ =4.06 , S.D.=0.56) จากผลการประเมินประสิทธิภาพ พบว่า จุดเด่นหลักของเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม สำหรับเกษตรอินทรีย์ คือส่วนของอุปกรณ์ส่งกำลังที่มีความเหมาะสมและสามารถสร้างแรงบิดสูงในการบดย่อยเศษขยะเปียกที่มีความแข็งหรือเหนียวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.1.4 เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก

การทดสอบคุณสมบัติของสิ่งเทียมดิน ด้วยการตรวจสอบคุณลักษณะ ด้านลักษณะทางกายภาพ (Physical Testing) และคุณสมบัติทางเคมี (Chemical Testing) ในห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานปี 2548 สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ สรุปผลการทดสอบดังนี้

5.1.4.1 ผลการทดสอบลักษณะทางกายภาพของดินเทียมจากขยะเปียก ผู้วิจัยสังเกตลักษณะกายภาพเบื้องต้นด้วยการมอง สัมผัสและดมกลิ่นดินเทียมจากขยะเปียกที่ได้จากเครื่องบดย่อยขยะเปียกและส่วนของการผลิตขนาดเล็กสำหรับการเพาะปลูกพืชอินทรีย์ที่ผู้วิจัยออกแบบด้วยสูตรการผสมดินเทียม พบว่า ดินเทียมจากขยะเปียกมีสีน้ำตาลไม่สม่ำเสมอ ผิวสัมผัสเป็นเม็ดแข็งขนาดเล็กที่ผ่านกระบวนการขึ้นรูปแบบเม็ดดินเทียม เมื่อสัมผัสเม็ดดินเทียมมีลักษณะร่วนไม่ติดมือ ไม่มีความร้อนและมีกลิ่นคล้ายดินและส่วนของกลิ่นปุ๋ยหมักและดินที่ผสมร่วม

5.1.4.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติอัตราการงอกของเมล็ดพืช เป็นขั้นตอนของการทดสอบอัตราที่เกิดขึ้นหรืองอกของเมล็ดพืชที่ใช้ในการทดลองโดยเป็นเม็ดของผักที่สามารถเกิดได้ง่าย เช่น เมล็ดผักกวางตุ้ง มาใช้เพื่อทดสอบโดยใช้น้ำกลั่นที่ได้จากดินเทียมจากขยะเปียกมาทดลองเพื่อตรวจสอบอัตราการงอกของเมล็ดพืช พบว่า สูตรที่ 1 มีอัตราการงอก 30% สูตรที่ 2 มีอัตราการงอก 35% สูตรที่ 3 อัตราการงอก 40% สูตรที่ 4 มีอัตราการงอก 65%

5.1.4.3 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของดินเทียมจากขยะเปียก ผลการทดสอบลักษณะทางเคมี ผลการทดสอบลักษณะทางเคมีของดินเทียมจากขยะเปียกในห้องปฏิบัติการ พบว่า ปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินทรียวัตถุ (Organic Matter) มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 15.4 ของน้ำหนัก ส่วนอัตราส่วนคาร์บอนต่อ ไนโตรเจน (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 เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียม สำหรับเกษตรอินทรีย์

การประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ ประเมินโดยกลุ่มเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชอินทรีย์ในพื้นที่ อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา ที่มีประสบการณ์เพาะปลูกพืชเกษตรอินทรีย์เป็นเวลา 10 ปี จำนวน 3 ท่าน ผลจากการประเมิน พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมของผลระดับความพึงพอใจของกลุ่มเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชอินทรีย์ มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.83 , S.D. = 0.34) สามารถที่สรุปจากการวิจัยเรื่องการศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม เพื่อเกษตรอินทรีย์ นั้นสามารถสรุปรายวัตถุประสงค์ได้ดังนี้

1. ข้อจำกัดทางการออกแบบใหม่นั้นเน้นการตอบสนองกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกที่เกิดขึ้นในพื้นที่โรงงานอุตสาหกรรมและสถานศึกษา โดยสรุปมีความเห็นว่า การที่สังคมของชุมชนหรือโรงงานที่มีเศษอาหารเหลือทิ้งจำนวนมากนั้นจะมีปัญหาเกี่ยวกับเศษขยะเปียกทวีปัญหามากยิ่งขึ้นและบุคคลที่รับผิดชอบไม่มีความรู้สึกอยากจะปฏิบัติงานเนื่องจากกลิ่น ดังนั้นการสร้างมุมมองและทัศนคติที่สร้างความสะดวกสบายและสร้างรูปแบบการแปรสภาพที่ก่อให้เกิดประโยชน์อย่างชัดเจนเป็นรูปธรรมได้จะช่วยให้บุคคลทั่วไปสามารถมองเห็นและรับรู้แนวทางการประยุกต์ได้มากยิ่งขึ้น โดยมุ่งเน้นพัฒนาขั้นตอนกระบวนการทางด้านการแปรสภาพของขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

2. ขั้นออกแบบนำข้อคำถึงถึง เน้นเป้าหมายการนำขยะเปียกในรูปแบบของเศษเหลือทิ้งต่างๆมาประยุกต์ใช้งานเป็นรูปแบบผลิตภัณฑ์หรือเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกแก่มนุษย์ในมุมมองต่างๆ และดำเนินการภายใต้กรอบความเป็นอิสระทางความของนักวิจัยเพื่อจะได้ความคิดเห็นหรือแนวคิดที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยนำเสนอแนวคิดที่สามารถดำเนินการจริง จากการวิเคราะห์ QFD พบว่า ปัจจัยที่ต้องปรับปรุง คือ การซ่อมแซมบำรุงรักษา ด้านความปลอดภัย ด้านวัสดุกรรมวิธีการผลิตและความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว ในส่วนของ จุดขายในการออกแบบ พบว่า ควรเน้นที่ด้านประโยชน์ใช้สอยเป็นหลักและด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน และการการคาดการณ์ความต้องการของลูกค้า พบว่า ความต้องการของลูกค้า คือ ความคาดหวังด้านประโยชน์ใช้สอย รองลงมา คือ ความแข็งแรงทนทาน

3. ประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ที่เน้นการประเมินรายด้าน ประโยชน์ใช้สอย , ความแข็งแรง , บำรุงรักษา , ราคา , วัสดุและกรรมวิธีการผลิต พบว่า สรุปผลการศึกษา นั้นพบว่าอันดับที่ 1)ด้านอุปกรณ์ส่งกำลัง (ส่วนมอเตอร์และระบบส่งกำลังภายในเครื่องส่วนบดย่อย) มีความเหมาะสมระดับมาก อันดับที่ 2)ด้านประโยชน์ใช้สอยและการใช้งานบดย่อยเพื่อแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมีความเหมาะสมระดับมาก อันดับที่ 3)ด้านความแข็งแรงทนทานและวัสดุในการใช้งานมีความเหมาะสมระดับมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.6 การทดสอบการเพาะปลูกพืชด้วยดินเทียมจากขยะเปียก

ก) ผลของดินเทียมจากเศษอาหารต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม

การศึกษาผลของดินเทียมจากเศษอาหาร ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสมบูรณ์ของดินเทียมจากเศษอาหารและเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค โดยทำการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) ประกอบด้วยสิ่งทดลอง 1 ปัจจัย ได้แก่ดินผสมการค้า 1 ชนิด และดินเทียมจากเศษอาหาร 3 ชนิด มีจำนวนทั้งหมด 3 ซ้ำๆ ละ 3 ต้น ทำการทดลองโดยทำการเพาะเมล็ดผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คลงในถาดหลุมเป็นเวลา 14 วัน จากนั้นย้ายปลูกต้นกล้าลงในถุงดำขนาด 6 นิ้วเป็นเวลา 31 วัน รวมทั้งสิ้น 45 วัน จากนั้นทำการเก็บผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คมาทำการวัดการเจริญเติบโตทางสรีรวิทยาต่างๆ ได้แก่ ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวราก ความยาวต้น ค่าสี น้ำหนักสดของต้นและราก น้ำหนักแห้งของต้นและราก จากนั้นนำไปอบที่ตู้อบลมร้อนที่ 70°c เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อทำการวัดปริมาณรงควัตถุต่างๆและปริมาณไนเตรทสะสม

ผลการทดลองพบว่าผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินผสมเพื่อการค้ามีการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยมีความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 16.27 เซนติเมตร ค่าความยาวทั้งต้นและรากเท่ากับ 40.88 เซนติเมตร ค่าความยาวต้นเท่ากับ 30.05 เซนติเมตร ค่าความยาวรากเท่ากับ 10.833 เซนติเมตร น้ำหนักสดเท่ากับ 39.28 กรัม น้ำหนักแห้งเท่ากับ 1.85 กรัม น้ำหนักสดต้นเท่ากับ 32.10 กรัม น้ำหนักแห้งต้นเท่ากับ 1.42 กรัม น้ำหนักสดรากเท่ากับ 7.18 กรัม น้ำหนักแห้งรากเท่ากับ 0.43 กรัม ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ 936.61 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง คลอโรฟิลล์บี 234.08 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง คลอโรฟิลล์ทั้งหมด 1170.70 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง แคโรทีนอยด์ทั้งหมด 100.33 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ค่า L เท่ากับ 18.61 ค่า A เท่ากับ 12.48 ค่า B เท่ากับ 43.31 ค่า HUE เท่ากับ 178.50 ค่า CHROMA เท่ากับ 22.41 ปริมาณไนเตรทตกค้างเท่ากับ 1647.47 มิลลิกรัมกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักสด ในทางตรงกันข้ามผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 1 มีการเจริญเติบโตน้อยที่สุด โดยมีค่าความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 6.57 เซนติเมตร ค่าความยาวทั้งต้นและรากเท่ากับ 11.33 เซนติเมตร ค่าความยาวต้นเท่ากับ 6.55 เซนติเมตร ค่าความยาวรากเท่ากับ 4.77 เซนติเมตร น้ำหนักสดเท่ากับ 1.10 กรัม น้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.0604 กรัม น้ำหนักสดต้นเท่ากับ 6.55 กรัม น้ำหนักแห้งต้นเท่ากับ 0.2199 กรัม น้ำหนักสดรากเท่ากับ 0.88 กรัม และน้ำหนักแห้งรากเท่ากับ 0.0113 กรัม ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ 345.68 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง คลอโรฟิลล์บี 40.72 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง คลอโรฟิลล์ทั้งหมด 386.40 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง แคโรทีนอยด์ทั้งหมด 17.63 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ค่า L เท่ากับ 20.43 ค่า A เท่ากับ -12.09 ค่า B เท่ากับ 46.62 ค่า HUE เท่ากับ 178.29 ค่า CHROMA เท่ากับ 23.77 ปริมาณไนเตรทตกค้างเท่ากับ 1443.67 มิลลิกรัมกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักสด

จากการศึกษาพบว่าดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตรสามารถนำมาปลูกผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คให้เจริญเติบโตได้ แต่ในแต่ละสูตรมีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน และมีการเจริญเติบโตที่ด้อยกว่าผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินผสมทางการค้า โดยเฉพาะดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 1 ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คน้อยกว่าดินผสมทางการค้าในทุกด้าน จึงต้องมีการพัฒนาหรือปรับปรุงดินเทียมจากเศษอาหารให้เทียบเท่าหรือสามารถทดแทนดินผสมทางการค้าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข) ผลของดินเทียมจากเศษอาหารต่อการเจริญเติบโตของดาวเรือง

ผลของดินเทียมจากเศษอาหารต่อการเจริญเติบโตของดาวเรือง วางแผนทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) ประกอบด้วยสิ่งทดลอง จำนวน 4 ทรีมเม้นท์ ได้แก่ ดินเทียมจากเศษอาหาร 3 สูตร และดินผสมทางการค้า 1 ชนิด จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ต้น ใช้ดาวเรืองทั้งหมด 48 ต้น ทำการทดลองโดยการปลูกดาวเรืองลงในถาดหลุมบรรจุสูตรดินต่างๆ จำนวน 1 เมล็ดต่อ 1 หลุม เป็นเวลา 15 วัน จากนั้นย้ายปลูกต้นดาวเรืองลงในถุงดำขนาด 6 นิ้ว ที่บรรจุดินสูตรต่าง ๆ ทำการรดน้ำทุกวันในเวลาเช้าและเวลาเย็นเป็นเวลา 45 วัน หลังจากนั้นบันทึกผลการเจริญเติบโตของดาวเรืองโดยการวัดระยะเวลาการออกดอกเฉลี่ยของต้นดาวเรือง จำนวนดอกตูมดอกบานเฉลี่ยต่อต้น ความสูงเฉลี่ยของต้นดาวเรือง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของดอกดาวเรืองตั้งแต่ย้ายลงถุงดำขนาด 6 นิ้ว อายุ 15 วัน จนถึง อายุ 60 วันหลังย้ายปลูก มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยใช้โปรแกรมSPSS for window และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลอง(Treatment) โดยวิธีDuncan's New Multiple Range Test (DMRT) ผลการทดลองพบว่าดินทางการค้ามีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุดโดยมี ระยะเวลาออกดอกเฉลี่ยของดาวเรืองออกดอกไวที่สุดคือ 40 วัน จำนวนดอกตูมเฉลี่ยต่อต้น 2.83 ดอก จำนวนดอกบานเฉลี่ยต่อต้น 2.08 ดอก ความสูงเฉลี่ยของต้นดาวเรืองที่มีความสูงเฉลี่ย 42.75 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกดาวเรืองเฉลี่ย 6.15 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับดินเทียมทั้ง 3 สูตร

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การอภิปรายผลการวิจัยสามารถที่จะทำการอภิปรายผลการวิจัยโดยแยกเป็นรายวัตถุประสงค์การวิจัยทั้ง 5 รายวัตถุประสงค์นั้นผู้วิจัยสามารถที่จะนำเสนอประเด็นที่แสดงถึงความเหมาะสมที่มีความสอดคล้องกับแนวความคิดที่ในประยุกต์ในกระบวนการวิจัย ดังนี้

5.2.1 อภิปรายผลการวิจัยรายวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1 การศึกษากระบวนการขั้นตอนแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

สามารถที่จะสรุปผลการวิจัยที่พบว่ามีการประยุกต์ขยะเปียกในรูปแบบของวิธีการประยุกต์ใช้งานที่สอดคล้องกับแนวความคิดของ มารุต อัมรานนท์ (2533 : 77-82) ที่เน้นกระบวนการวิเคราะห์ชิ้นงานได้ทราบถึงรายละเอียดในแง่มุมต่างๆของชิ้นงานนั้น โดยสรุปกรอบในการศึกษาในการการวิจัย ดังนี้

1) ศึกษาความมุ่งหมายของการสร้างงาน : ในกระบวนการวิจัยได้ทำการประยุกต์แนวความคิดในการใช้งานจำนวน 3 วิธีการ ที่มีการประยุกต์ใช้ในกระบวนการวิเคราะห์ระดมความคิดที่มีการนำเสนอ ลักษณะผลิตภัณฑ์เดิมในพื้นที่ที่ศึกษาเป็นลักษณะของการแยกขยะเปียก ขยะทั่วไปและขยะประเภทน้ำแข็ง โดยที่ขยะเปียกเศษอาหารจะมีคนมารับนำไปเป็นอาหารสัตว์ ส่วนขยะทั่วๆ ไป ก็ใส่ถุงดำทิ้งที่ถังขยะใหญ่ ส่วนขยะประเภทน้ำแข็งเมื่อละลายแล้วก็เอาไปรดน้ำต้นไม้ ส่วนพลาสติกก็นำไปทิ้ง ทำให้เล็งเห็นถึงกระบวนการขนย้ายระหว่าง สถานที่ที่ศึกษากับคนรับเศษอาหาร จึงเกิดแนวทางในการแก้ไขปัญหาตัวผลิตภัณฑ์ใส่อาหาร ที่สามารถอำนวยความสะดวกต่อการเคลื่อนย้ายได้ง่าย

2) ศึกษากระบวนการสร้างงาน : นำเสนอแนวความคิด "Egg Board" ที่เน้นการสร้างกระบวนการผลิตสำหรับนำไปใช้งานออกแบบผลิตภัณฑ์ต่อไป สำหรับประโยชน์ของการแปรรูป 1)ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่จากวัสดุเหลือใช้หรือเศษขยะ 2)เป็นการลดปริมาณขยะทั้งทางตรงและทางอ้อม 3)เป็นการเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณค่าให้กับเศษขยะเปียก 4)ช่วยลดปริมาณการนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้เป็นวัตถุดิบในโรงงานอุตสาหกรรม

3) ศึกษาลักษณะทางกายภาพของชิ้นงาน : โดยประโยชน์ที่ได้รับจากกระบวนการแปรสภาพ 1)นำขยะเปียกมาทำให้เกิดประโยชน์ 2)กำจัดปัญหาขยะ ที่เพิ่มมากขึ้น 3)เพิ่มคุณค่าของขยะเปียก 4)ได้ดึงคุณสมบัติของขยะเปียกมาใช้ให้เกิดประโยชน์ 5)เพิ่มมูลค่าให้กับขยะเปียกที่มีอยู่มาก

5.2.2 อภิปรายผลการวิจัยรายวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2 เพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียม สำหรับเกษตรอินทรีย์

ในส่วนของกระบวนการออกแบบและพัฒนาเครื่องบดขยะเปียก เพื่อทำปุ๋ยชีวภาพและผลิตดินเทียม ที่สามารถบดขยะเปียกและนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม ผลการวิจัยพบว่ามีความสอดคล้องกับแนวความคิดของ ธีรชัย สุขสด (2544 : 88) ในส่วนของการประเมินงานออกแบบดังนี้ 1)หน้าที่ประโยชน์ใช้สอย 2)ความสะดวกสบายในการใช้ 3)ความสวยงาม 4)ด้านความเหมาะสมกับวัสดุและกรรมวิธีผลิต

โดยผลจากการวิจัยซึ่งโดยสรุปการแก้ไขปัญหาการออกแบบ 3 วิธีการแก้ไขปัญหา ที่นำองค์ประกอบการสร้างสรรค์ทางการออกแบบที่ประกอบด้วย 1)ส่วนรองรับขยะเปียก 2)ส่วนคัดแยกขยะเปียก 3)ส่วนการบดย่อยขยะเปียกส่วนกาก 4)ส่วนการบดละเอียดเพื่อเตรียมการผสมดินเทียม 5)ส่วนการผสมองค์ประกอบเพื่ออัดเม็ดดินเทียม 6)ส่วนการอัดเม็ดดินเทียม ตามอัตราส่วนของสูตรในการผลิตดินเทียมจากขยะเปียกจำนวน 3 สูตร ประกอบด้วย 1)สูตรที่ 1 ได้แก่ เศษอาหาร 10% แกลบเผา 30% ซากถั่วเหลือง 30% มูลวัว 30% 2)สูตรที่ 2 ได้แก่ เศษอาหาร 10% แกลบเผา 30% กากอ้อย 30% มูลวัว 30% 3)สูตรที่ 3 ได้แก่ เศษอาหาร 20% แกลบเผา 20% แกลบดิบ 20% กากอ้อย 20% มูลวัว 20% ซึ่งการออกแบบรูปแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมเพื่อการเกษตรอินทรีย์นั้นมีผลวิเคราะห์ว่า รูปแบบพัฒนาที่ 1 มีระดับความเหมาะสมมาก รูปแบบพัฒนาที่ 2 มีความเหมาะสมปานกลาง รูปแบบพัฒนาที่ 3 มีความเหมาะสมมาก โดยผู้วิจัยนำรูปแบบพัฒนาที่ 3 มาปรับปรุงและกำหนดเป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมต้นแบบ ซึ่งผลสรุปรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องแปรสภาพขยะเปียกที่พัฒนาใหม่พบว่าสอดคล้องกับแนวคิดของ สิทธิศักดิ์ ธัญศรีสวัสดิ์กุล. (2539 : 135-140) ตามกรอบในการพัฒนา ดังนี้ 1)คำนึงถึงความเหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอย 2)คำนึงถึงความเหมาะสมกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิต 3)คำนึงถึงความสวยงาม

5.2.3 อภิปรายผลการวิจัยรายวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้านประโยชน์ใช้สอย, ความแข็งแรงทนทาน, การซ่อมแซมบำรุงรักษา, ราคา, วัสดุและกรรมวิธีการผลิต, ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว

เพื่อประสิทธ์ภาพที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่มีต่อ การออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ในด้าน การลดปริมาณขยะมูลฝอย (Reduce) (กรมควบคุมมลพิษ. 2550) ในส่วนองค์ประกอบเพื่อประเมินประสิทธิภาพ ดังนี้ 1)การลดปริมาณขยะมูลฝอยที่อาจเกิดขึ้น 2)การแปรสภาพและหมุนเวียนนำกลับมาใช้ ที่มีความสอดคล้องกับผลการประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ พบว่า อันดับที่ 1)ด้านอุปกรณ์ส่งกำลัง (ส่วนมอเตอร์และระบบส่งกำลังภายในเครื่องส่วนบดย่อย) มีความเหมาะสมระดับมาก อันดับที่ 2)ด้านประโยชน์ใช้สอยและการใช้งานบดย่อยเพื่อแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมีความเหมาะสมระดับมาก อันดับที่ 3)ด้านความแข็งแรงทนทานและวัสดุในการใช้งานมีความเหมาะสมระดับมาก จากผลการประเมินประสิทธิภาพ พบว่า จุดเด่นหลักของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม สำหรับเกษตรอินทรีย์ คือส่วนของอุปกรณ์ส่งกำลังที่มีความเหมาะสมและสามารถสร้างแรงบิดสูงในการบดย่อยเศษขยะเปียกที่มีความแข็งหรือเหนียวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในส่วนของการประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมนั้นถือได้ว่าเครื่องมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับกรอบแนวความคิดที่นำมาประยุกต์ใช้งาน ตามแนวความคิดการสร้างมโนทัศน์ทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่นำมาใช้เป็นกระบวนการดำเนินงานวิจัยและพัฒนา

5.2.4 อภิปรายผลการวิจัยรายวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 4 เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก

การประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ด้าน ประโยชน์ใช้สอย , ความแข็งแรง , บำรุงรักษา , ราคา , วัสดุและกรรมวิธีการผลิต โดยเน้นสร้างผลการประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียก เป็นดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ โดยกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทางด้านการเกษตรกรรม และกลุ่มเจ้าหน้าส่งเสริมการเกษตรในพื้นที่ จ.นครราชสีมา พบว่าเครื่องมีประสิทธิภาพ อันดับที่ 1)ด้านอุปกรณ์ส่งกำลัง (ส่วนมอเตอร์และระบบส่งกำลังภายในเครื่องส่วนบดย่อย) มีความเหมาะสมระดับมาก อันดับที่ 2) ด้านประโยชน์ใช้สอยและการใช้งานบดย่อยเพื่อแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมีความเหมาะสมระดับมาก อันดับที่ 3)ด้านความแข็งแรงทนทานและวัสดุในการใช้งานมีความเหมาะสมระดับมาก จากผลการประเมินประสิทธิภาพ พบว่า จุดเด่นหลักของเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม สำหรับเกษตรอินทรีย์ คือส่วนของอุปกรณ์ส่งกำลังที่มีความเหมาะสมและสามารถสร้างแรงบิดสูงในการบดย่อยเศษขยะเปียกที่มีความแข็งหรือเหนียวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งส่งผลให้เครื่องแปรสภาพขยะเปียกมีประโยชน์ใช้สอยในการใช้งานในการบดย่อยเพื่อแปรสภาพขยะเปียกให้มีความละเอียดและเหมาะสมก่อนการผสมในขั้นตอนการอัดเม็ดดินเทียมขั้นสุดท้าย ที่สอดคล้องกับแนวความคิดของ Luddington (อ้างในนิรัช สุดสังข์. 2543:23) ที่เน้นกระบวนการ 1)สรุปรูปแบบพื้นผิวและการตกแต่ง 2)เลือกข้อเสนอแนวความคิดที่ดีที่สุด 3)การเขียนแบบเพื่อการผลิต 4)การสร้างหุ่นจำลอง 5)ประเมินการออกแบบ เพื่อเป็นการกำหนดแนวทางและทิศทาง ตลอดจนการประเมินผลประสิทธิภาพชิ้นงานผลิตภัณฑ์ในเชิงอุตสาหกรรม

5.2.5 อภิปรายผลการวิจัยรายวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 5 เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียม สำหรับเกษตรอินทรีย์

ผลระดับความพึงพอใจของกลุ่มเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชอินทรีย์ มีความพึงพอใจในระดับมาก ต่อเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์นั้นในภาพรวมเครื่องที่พัฒนาใหม่มีความเหมาะสมในส่วนของระบบกลไกในการขับเคลื่อนและส่วนของสายพานลำเลียงเพื่อแยกส่วนกากและส่วนน้ำของขยะเปียกออกจากกัน ซึ่งผ่านการควบคุมด้วยแผงควบคุมเพียงปุ่มสัมผัสเดียว ทำให้ง่ายต่อการใช้งานและควบคุมอุปกรณ์ที่มีลักษณะกึ่งอัตโนมัติเพื่อแปรสภาพขยะเปียกในส่วนกระบวนการบดย่อย ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของ สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ (2550:35) ที่กล่าวว่า กระบวนการประยุกต์การวิจัยในการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยจะต้องอาศัยข้อคำนึงถึงในการพิจารณาเพื่อการประยุกต์ใช้ในการออกแบบ ดังนี้ หน้าที่การใช้สอย (Function) , ความปลอดภัย (Safety) , ความแข็งแรง (Construction) , ความสะดวกสบายการใช้งาน (Ergonomics) , ความสวยงามน่าใช้ (Aesthetics or Sales Appeal) , ราคา (Cost) , การซ่อมแซมง่าย (Ease of Maintenance) โดยการพัฒนาจะต้องมีความสมบูรณ์ของระบบดังนี้ 1)ระบบขับเคลื่อนและถ่ายทอดกำลัง 2)ระบบบังคับและควบคุมเครื่องยนต์ 3)ระบบรองรับ 4)ระบบเบรก 5)ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฟฟ้า 6)ระบบด้านความปลอดภัย 7)ระบบไอเสียและควบคุมมลพิษ 8)กระบวนการผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกลในการแปรสภาพ 9)การบริหารและการจัดการในอุตสาหกรรมเทคโนโลยี9)นวัตกรรมด้านเกษตรกรรม รวมถึงการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบและการผลิตซึ่งมีบทบาทสำคัญในภาคการผลิตของอุตสาหกรรมด้านเกษตรกรรมสมัยใหม่ ทั้งนี้เพื่อรองรับการพัฒนาด้านเทคโนโลยีเกษตรกรรมในศตวรรษที่ 21 ที่มุ่งเน้นการพัฒนาด้านสมรรถนะ3 ด้าน คือ ความปลอดภัย , การประหยัดเชื้อเพลิง และการลดมลพิษ โดยเมื่อนำหลักแนวคิดที่ได้มาประเมินผลการศึกษาและพัฒนาใหม่พบว่ามีผลลัพธ์ที่มีความสอดคล้องกันกับแนวคิด ดังผลการศึกษา ประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ที่เน้นการประเมินรายด้าน ประโยชน์ใช้สอย , ความแข็งแรง , บำรุงรักษา , ราคา , วัสดุและกรรมวิธีการผลิต พบว่า สรุปผลการศึกษา นั้นพบว่า อันดับที่ 1)ด้านอุปกรณ์ส่งกำลัง (ส่วนมอเตอร์และระบบส่งกำลังภายในเครื่องส่วนบดย่อย) มีความเหมาะสมระดับมาก อันดับที่ 2)ด้านประโยชน์ใช้สอยและการใช้งานบดย่อยเพื่อแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมีความเหมาะสมระดับมาก อันดับที่ 3)ด้านความแข็งแรงทนทานและวัสดุในการใช้งานมีความเหมาะสมระดับมาก

5.2.6 อภิปรายผลการทดสอบการเพาะปลูกพืชด้วยดินเทียมจากขยะเปียก

ผลของดินเทียมจากเศษอาหารต่อการเจริญเติบโตของดาวเรือง วางแผนทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) ประกอบด้วยสิ่งทดลอง จำนวน 4 ทรีทเม้นท์ โดยดินทางการค้ามีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าดินเทียมจากขยะเปียกทั้ง 3 สูตร ระยะเวลาออกดอกเฉลี่ยของดาวเรืองออกดอกไวที่สุดคือ 40 วัน จำนวนดอกตูมเฉลี่ยต่อต้น 2.83 ดอก จำนวนดอกบานเฉลี่ยต่อต้น 2.08 ดอก ความสูงเฉลี่ยของต้นดาวเรืองที่มีความสูงเฉลี่ย 42.75 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกดาวเรืองเฉลี่ย 6.15 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับดินเทียมทั้ง 3 สูตร และดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร สามารถนำมาปลูกผักกาดหอมพันธุ์ กรีนโอ๊คให้เจริญเติบโตได้ แต่ในแต่ละสูตรมีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันและมีการเจริญเติบโตที่ด้อยกว่าผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินผสมทางการค้า โดยเฉพาะดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 1 ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คน้อยกว่าดินผสมทางการค้าในทุกด้าน จึงต้องมีการพัฒนาหรือปรับปรุงดินเทียมจากเศษอาหารให้เทียบเท่าหรือสามารถทดแทนดินผสมทางการค้าได้ สอดคล้องกับแนวความคิดของ Siomos et al. (อ้างโดย คงเอก ศิริงามและคณะ, 2558 : 10) กล่าวว่า ผักกาดหอมพันธุ์บัตเตอรเฮดที่ปลูกด้วยวิธีการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารมีปริมาณคลอโรฟิลล์น้อยกว่าผักกาดหอมพันธุ์บัตเตอรเฮดที่ปลูกด้วยวิธีการปลูกพืชในดิน นอกจากนี้สารอินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบภายในดิน (organic matter) อาจมีบทบาทสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) และค่าความเป็นกรด- เบส (pH) ทำให้ธาตุอาหารที่อยู่ในดินสามารถเคลื่อนย้ายเข้าสู่พืชได้ดีขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งแมกนีเซียมและเหล็กซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการสังเคราะห์รงควัตถุที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้แก่คลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะการวิจัย

สำหรับการวิจัย “เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์” นั้นจากการศึกษาและพัฒนาให้นั้นพบว่ามีความเหมาะสมและสามารถที่จะนำองค์ความรู้ที่ได้รับนั้นไปบูรณาการทางการออกแบบหรือบูรณาการทางการเรียนการสอน หรือการบูรณาการในการนำไปใช้งานในภาคเอกชน ได้อย่างหลากหลายและสามารถแสดงถึงแนวคิดในการเป็นอีกทางเลือกหนึ่งให้กับชุมชนหรือสังคมในการแสดงการร่วมเป็นส่วนหนึ่งการใช้แนวคิดรักษ์โลก โดยผู้วิจัยสามารถสรุปเป็นข้อเสนอแนะให้เกิดการต่อยอดประเด็นที่สามารถสร้างมุมมองใหม่และสร้างกระบวนการวิจัยใหม่ ดังนี้

5.3.1 ประเด็นการวิจัยในเชิงเกษตรกรรม : ในส่วนของการต่อยอดในเชิงเกษตรกรรมจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมนั้นพบว่ามีโอกาสและสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรเพิ่มมากขึ้นอีกทั้งยังสามารถช่วยเกษตรกรในการดต้นทุนการผลิตลงจากเดิม โดยสามารถสร้างมุมมองและการเพาะปลูกพืชแบบอินทรีย์เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าเกษตรกรรมที่ทำให้มูลค่าพืชผักที่เพาะปลูกจากแนวคิดนี้มีราคาที่สูงขึ้นแต่สามารถลดต้นทุนการผลิตลงจากเดิม ซึ่งในประเด็นนี้นั้นผู้วิจัยมีทัศนะว่า “หากมีการส่งเสริอย่างจริงจังจากภาครัฐและยังมีการร่วมมือกับชุมชนที่เหมาะสมจะสามารถช่วยขับเคลื่อนการสร้างประโยชน์จากการใช้ขยะเปียกได้อย่างเหมาะสมและมีคุณค่ามากยิ่งขึ้นจากเดิม” จากผลการทดลองในกลุ่มเกษตรกรนั้นมีความความสนใจและมีส่วนร่วมในการผลิตเนื้อดินเทียมจากขยะเปียกและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย โดยเฉพาะการนำดินเทียมจากขยะเปียกใช้สำหรับการปรับคุณภาพดินเพาะปลูกในพื้นที่เดิมที่ไม่มีคุณค่าทางาตุอาหารในดินเดิมนั้นการนำดินเทียมจากขยะเปียกไปช่วยเพิ่มคุณค่าและสร้างเนื้อดินเดิมให้มีคุณค่าเพิ่มมากขึ้น

5.3.2 ประเด็นการวิจัยในเชิงสังคมสีเขียว : ในการวิจัยในครั้งนี้นั้นได้รับความสนใจจากกลุ่มองค์กรที่เน้นการอนุรักษ์และช่วยส่งเสริมมุมมองการดำรงอยู่อย่างพอเพียงในรูปแบบของการอนุรักษ์ธรรมชาติ เช่น โครงการขยะทองคำ ของ สสส. ที่มีการร่วมมือกันในการพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกให้สามารถใช้งานได้ดีขึ้นและสามารถใช้งานได้หลากหลายมากขึ้น โดยเน้นการตอบสนองกับชีวิตสังคมที่เร่งรีบในเมืองใหญ่ให้สามารถใช้ประโยชน์จากขยะเปียกได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งทางโครงการวิจัย “ขยะทองคำ” ได้ประสานความร่วมมือระหว่างผู้วิจัยและกลุ่มนักวิจัยในโครงการขยะทองคำร่วมกันพัฒนาเครื่องจักรที่สามารถตอบสนองได้อย่างเหมาะสมกับสังคมเมืองใหญ่และร่วมกันพัฒนาในระยะที่ 2 อย่างต่อเนื่องเกิดการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ระหว่างกัน ซึ่งถือเป็นการกระจายองค์ความรู้สู่ชุมชนและสังคมที่มีประสิทธิภาพอีกทางหนึ่ง

5.3.3 ประเด็นการวิจัยในเชิงสร้างสรรค์เศรษฐกิจ : สำหรับการสร้างสรรค์เศรษฐกิจนั้นในทัศนะของผู้วิจัยเห็นว่าเป็นการสร้างสรรค์ที่เน้นการสร้างสังคมสีเขียวที่เน้นการสร้างสรรค์เศรษฐกิจที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมโดย ผลลัพธ์ที่ได้นั้นจะมีการตอบแทนในด้านเศรษฐกิจและการตอบแทนในด้านเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งหากมีการเน้นกระบวนการพัฒนางานวิจัยและการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ไปในทิศทางนี้จะช่วยลดผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อโลกใบนี้ได้อย่างยั่งยืนและมนุษย์ยังสามารถที่จะคงความสมบูรณ์ของเหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่บนโลกได้อย่างเหมาะสม และยังเป็นการพัฒนาอย่างยั่งยืนในการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่มีอยู่อย่างคุ้มค่าและเหมาะสมสำหรับมนุษย์มากยิ่งขึ้น โดยเน้นการพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากสิ่งที่มีอยู่หรือสิ่งที่สามารถทดแทนได้อย่างเหมาะสมให้สามารถนำสิ่งที่เหลือทิ้งเหล่านั้นสามารถนำกลับมาใช้งานได้อย่างต่อเนื่องไม่มีที่สิ้นสุดหรือสามารถคืนสิ่งที่มีคุณค่ากลับไปสู่ธรรมชาติอีกครั้งหนึ่งนั้น ถือเป็นสิ่งที่จะช่วยกันส่งเสริมให้โลกที่ดำรงอยู่ในปัจจุบันนั้นมีความยั่งยืนและไม่ผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมที่มีต่อมนุษย์ให้ลดน้อยลง ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำสิ่งที่ด้อยคุณค่ากลับมาประยุกต์หรือ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พัฒนาให้ดียิ่งขึ้นและก่อให้เกิดประโยชน์อย่างยั่งยืนมากยิ่งขึ้น โดยเน้นการสร้างกระบวนการพัฒนาอย่างยั่งยืนในบริบทของสังคมเกษตรกรรม

5.3.4 ประเด็นการวิจัยในเชิงการต่อยอดทางธุรกิจ : ในส่วนของการต่อยอดทางธุรกิจนั้นถือว่ามีโอกาสในการสร้างอนาคตให้กับกลุ่มผู้ประกอบการในการสร้างสรรค์รูปแบบผลิตภัณฑ์ในเชิงอุตสาหกรรมที่เน้นเป็นธุรกิจสีเขียวที่เน้นการสร้างผลิตภัณฑ์ที่ช่วยก่อให้เกิดผลตอบแทนทางธุรกิจที่มีโอกาสในการเจริญเติบโตสูงเนื่องจากไม่มีคู่แข่งขันทางธุรกิจ เนื่องจากเป็นการสร้างสรรค์ธุรกิจในเชิงการรักษ์สิ่งแวดล้อมที่สร้างเครื่องแปรสภาพขยะเปียกให้สามารถที่จะนำไปใช้งานตามพื้นที่ต่างๆได้อย่างเหมาะสมและสร้างผลตอบแทนในแง่ของดินเทียมจากเศษอาหารเหลือทิ้งหรือแม้กระทั่งการได้ผลตอบแทนจากการลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะเปียกในแต่ละวันของสถานประกอบการเอกชน ซึ่งสิ่งเหล่านี้ถือเป็นสิ่งที่ภาคเอกชนขนาดใหญ่ให้ความสนใจและมีแนวความคิดในการต่อยอดการนำขยะเปียกมาใช้งานอย่างเหมาะสม ซึ่งปัจจุบันมีการต่อยอดทางธุรกิจจากโครงการวิจัยนี้ร่วมกับภาคเอกชนและบริการการสร้างความรู้เกี่ยวกับขยะเปียกเป็นดินเทียมให้กับองค์กรเอกชนอย่างสม่ำเสมอ

5.3.5 ประเด็นการวิจัยในเชิงการต่อยอดทางการเรียนรู้ : เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างองค์ความรู้หรือการเผยแพร่องค์ความรู้ที่ได้จากกระบวนการวิจัยในครั้งนี้ที่เน้นการบูรณาการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 ให้กับกลุ่มเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 นั้นผลการเรียนรู้นั้นเด็กมีความสนใจและสามารถสร้างองค์ความรู้ที่มีการบูรณาได้อย่างเหมาะสมหลากหลายรายวิชา ทำให้เด็กนักเรียนสามารถเรียนรู้รายวิชาที่มีความเกี่ยวข้องได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เช่น รายวิชาคณิตศาสตร์ ภาษาไทย เกษตร การงานพื้นฐานอาชีพ ศิลปะ เป็นต้น อีกทั้งยังเป็นการปลูกฝังให้เด็กนั้นเรียนรู้กระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมเพื่อการเพิ่มมูลค่าและเป็นการเพิ่มคุณค่าให้กับขยะสามารถที่จะคืนกลับสู่สภาพแวดล้อมรอบข้างได้อย่างมีคุณค่า และยังทำให้เด็กมีมุมมองและทัศนะคติที่ดีต่อการร่วมเป็นส่วนหนึ่งในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยเด็กสามารถประยุกต์และเรียนรู้จริงในรูปแบบของการเรียนรู้แบบ PBL หรือ การเรียนรู้แบบ BBL เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรรณิกา จ้าเสียง. 2555. **ปริมาณไนเตรทที่ตกค้างในผักสลัด**. โครงการด้านชีววิทยา สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. 63 น.

เกษตรอินทรีย์ (ออนไลน์). 2560. **เกษตรอินทรีย์เพื่ออนาคต**. เข้าถึงได้จาก http://www.kamlangjai.or.th/upload/ebook/file_attach/d8921e04beb6f494b73e3c8fe8928807a.pdf สืบค้นเมื่อ 19 มีนาคม 2560

คงเอก ศิริงาม. 2558. **ผลของสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและปริมาณรงควัตถุของผักกาด**. โครงการวิจัย สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิยาลัยราชภัฏพระนคร.

คงเอก ศิริงามและคณะ. 2558. **ผลของวิธีการปลูกต่อการเจริญเติบโตและปริมาณรงควัตถุของผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊ค**. รายงานการวิจัย สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิยาลัยราชภัฏพระนคร. 14 น.

ดิสร 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

นวลน้อย บุญวงศ์. 2539. **หลักการออกแบบ**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์

นิรัช สุดสังข์. 2543. **การออกแบบอุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์

นวลน้อย บุญวงศ์. 2539. **หลักการออกแบบ**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์

นิรัช สุดสังข์. 2543. **การออกแบบอุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์

นพดล โพชกำเนิดและคณะ. 2554. **การพัฒนากระบวนการผลิตพลังงานชีวภาพจากมูลฝอยเศษอาหารอย่างมีประสิทธิภาพ**. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ประจำปีงบประมาณ 2555. 8 น.

บูรภัทร อ่ำรักษ์. 2557. **ผลของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดกรีนโอ๊คที่ปลูกบนระบบปลูกพืชในสารละลาย**. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 24 น.

บรรเลง ศรนิล. 2540. **เทคโนโลยีพลาสติก**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ประชาชน

พงศ์พันธุ์ วรสุนทโรสถ. 2532. **วัสดุก่อสร้าง**. กรุงเทพฯ : หจก. เอช-เอ็น การพิมพ์

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. 2518. **ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ : โรงงานกระดาษบางปะอิน

พรลักษณ์ พินิจปรีชา. 2550. การจัดการขยะสำนักงาน บริษัทสยามแอดมินนิสเทรทีฟ แมเนจเม้นท์ จำกัด. สารนิพนธ์ สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษา สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2545. **การประเมินทางประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation)**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 435 น.

ภคิณ สุวรรณศรี. 2559. การศึกษาและออกแบบเฟอร์นิเจอร์ จากเศษวัสดุบรรจุภัณฑ์ไม้ ที่ได้จากการขนส่ง วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาวดี เมธะคานนท์. 2549. **รายงานผลการวิจัยประจำปี2549**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์กรมป่าไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

มานพ ตันตระบัณฑิต. 2540. **วัสดุวิศวกรรม**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ประชาชน

สำนักงานมาตรฐาน. 2558. **เกษตรอินทรีย์**. สำนักกิจการในพระดำริพระเจ้าหลานเธอ พระองค์เจ้าพัชรกิติยาภา สำนักงานปลัดกระทรวงยุติธรรม กระทรวงยุติธรรม

ระวีวรรณ พันธุ์พานิช. 2541. **สถิติเพื่อการวิจัย**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ล้วน สายยศ. 2536. **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ

ลัดดาวัลย์ บุญยศ. 2546. **ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลตำบลเขื่องใน อำเภอเขื่องใน จังหวัดอุบลราชธานี**. ภาคนิพนธ์ สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษา สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

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

วรรณธณี กองจันทร์ดี. 2555. **การจัดการขยะของผู้ค้าในตลาดสด ศึกษากรณีตลาดสดบางกะปิและตลาดสดนครไทย เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

วาสนา วิรุณรัตน์ และคณะ. 2557. **การศึกษาเปรียบเทียบผลจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและกายภาพบางประการของดินในระบบการปลูกผักอินทรีย์**. โครงการวิจัยของสาขาปฐพีศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประจำปีงบประมาณ 2557. 38 น.

วันเพ็ญ แสงทองพินิจ และคณะ. 2558. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเพื่อสุขภาพจากกระเจี๊ยบเขียวและผักบุ้งจีน**. การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมครั้งที่ 7. 30 – 31 มีนาคม 2558. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม. น. 8 - 18

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

เสียงแจ่ว พิริยฤนต์. 2544. **กระบวนการผลิตและประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์น้ำ**. เอกสารวิชาการกอง อนุรักษ์ดินและน้ำ. กรมพัฒนาที่ดิน. ฉบับที่ 04-44-015.

เสียงแจ่ว พิริยพฤนต์ และคณะ. 2557. **ผลของการระบายอากาศในการทำปุ๋ยหมักต่อการแลกเปลี่ยน แปลงปริมาณจุลินทรีย์**. รายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 25 สาขาพืช 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 : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สาคร คันธโชติ. 2528. **การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์**. กรุงเทพฯ : สำหนักงานพิมพ์โอเดียนสโตร์

หลักการออกแบบบรรจุภัณฑ์ (ออนไลน์). **หลักการออกแบบ**. 2560. เข้าถึงได้จาก http://netra.lpru.ac.th/~weta/m4/m4_print.html สืบค้นเมื่อ 19 มีนาคม 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

อัจฉรสิริ อนุมณี. 2558. **การออกแบบและพัฒนาถังหมักขยะอินทรีย์ในบ้านพักอาศัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิต**. โครงร่างวิทยานิพนธ์ ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อารี สุทธิพันธุ์. 2527. **การออกแบบ**. ไทยวัฒนาพาณิชย์ : กรุงเทพฯ

อรชา จันทร์นุ่ม. 2555. **การเจริญเติบโต**. แหล่งที่มา: https://sites.google.com/site/orachajannum/7/8, 13 มกราคม 2560

Green , Peter . 1979. **Design Education** . London : The anchor Press Ltd

Kuan Hung Lin. 2012. **The effects of red blue, and white light – emitting diodes on the growth, development, and edible quality of hydroponically grown lettuce** (Lactuca sativa L. var. capitata). Taiwan : Graduate Institute of biotechnology. Chinese Culture University. 86 – 91 p.

Sparke , Penny . 1987. **An introduction to DESLGN AND CULTURE**. London :Twentieth Century

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

การเผยแพร่องค์ความรู้จากกระบวนการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. บทความวิชาการเพื่อการเผยแพร่องค์ความรู้ที่ได้จากกระบวนการวิจัยสู่สังคม

เป็นรูปแบบของการตีพิมพ์บนวารสารที่เน้นการเขียนในเชิงวิชาการเพื่อเน้นการสร้างมุมมองและทัศนคติที่ดีต่อกระบวนการแปรสภาพขยะและกระบวนการใช้ประโยชน์จากสิ่งเหลือทิ้งต่างๆที่มีอยู่รอบตัวมนุษย์ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการเขียนและเผยแพร่ในวารสารและสื่อสิ่งพิมพ์เพื่อการประชาสัมพันธ์

วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์บนพื้นฐานความยั่งยืนของชุมชนและสิ่งแวดล้อม

ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา

"การสร้างความเปลี่ยนแปลงบนพื้นฐานเดิมของชุมชนและท้องถิ่นก่อให้เกิดการพัฒนาที่มีทิศทางและสามารถสร้างความยั่งยืนให้กับชุมชนโดยอาศัยเพียงเทคโนโลยีที่ไม่มากเกินไปและไม่น้อยเกินไป ผนวกกับศักยภาพของบุคคลในชุมชน แสดงออกผ่านกระบวนการวิจัยแบบมีส่วนร่วมจนได้กระบวนการและเครื่องมือในการผลิตที่มีความเฉพาะตัวของชุมชนเอง โดยสามารถต่อยอดทางด้านการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ชุมชนได้อย่างเหมาะสมและช่วยสร้างความยั่งยืนบนวิถีแห่งตนเองได้"

หากกล่าวถึงความยั่งยืนในโลกยุคปัจจุบันนี้สามารถที่จะมองได้หลากหลายมุมมองแล้วแต่ว่าจะให้เกิดความยั่งยืนในด้านใด เช่น สร้างความยั่งยืนทางด้านสภาพแวดล้อม ทางด้านสังคม ทางด้านเศรษฐกิจ ทางด้านวิถีชีวิต ฯลฯ อีกมากมาย แต่ในความหมายที่จะกล่าวถึงนี้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการนำรูปแบบองค์ความจากงานวิจัยทางด้านวัสดุทดแทนไม้มาใช้ในการสร้างความยั่งยืนในแง่ของบริบทชุมชนสังคม ที่เกี่ยวพันกับวิถีชีวิตการดำรงอยู่ของผู้สร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติที่มีในชุมชนตนเองหรือท้องถิ่น ซึ่งการพิจารณามุมมองเพื่อสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชนด้วยการหันมาพิจารณาถึงหลักการพื้นฐาน(SWOT) ที่ประกอบด้วย จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและความเสี่ยงของชุมชนตนเองก่อน เพื่อนำความรู้ที่ได้เหล่านี้มาผ่านกระบวนคิดอย่างสร้างสรรค์ในการผลิตผลิตภัณฑ์ชุมชนของตนเองจากวัสดุที่มีมากในท้องถิ่นหรือชุมชนของตนเอง

การวิจัยเพื่อพัฒนาชีวิตความเป็นอยู่บนพื้นฐานของศักยภาพชุมชนและท้องถิ่นนี้จะเน้นที่การสร้างความยั่งยืนให้กับชุมชนด้วยการสร้างกระบวนการใช้งานเศษเหลือทิ้งที่เกิดขึ้นภายในชุมชนและเป็นขยะหรือสิ่งที่ชุมชนนั้นไม่ต้องการ โดยนำกระบวนการวิจัยเข้าไปร่วมแก้ไขปัญหาและสร้างสรรค์เครื่องมือที่มีความเหมาะสม สอดคล้องกับชุมชนให้สามารถที่จะดำเนินกระบวนการผลิตสร้างสรรค์เป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆที่มาจากเศษเหลือทิ้งต่างๆในชุมชน เช่น เศษหญ้าหรือวัชพืช เศษขยะจากครัวเรือน มาเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์หรือสิ่งของที่มีประโยชนขึ้นมาอีกครั้งหนึ่งด้วยการแปรสภาพจากเศษที่ไม่มีคุณค่าและชุมชนต้องกำจัดทิ้งหรือก่อให้เกิดปัญหามลภาวะสิ่งแวดล้อม ให้สามารถนำทั้งเศษเหลือทิ้งและขยะ

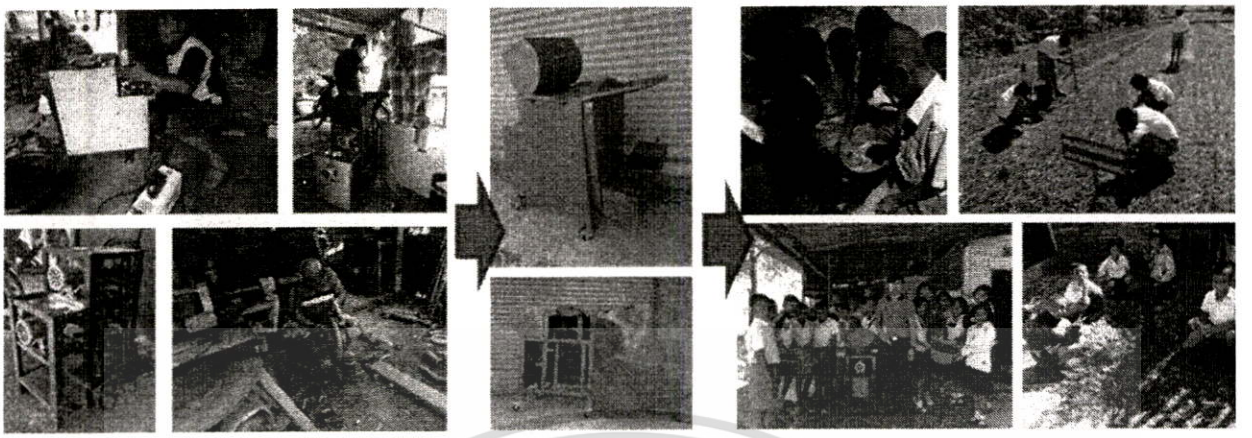
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล่านั้นกลับมาใช้งานได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสิ่งเหล่านี้เองเป็นจุดเริ่มต้นของการตื่นตัวของชุมชนในการที่จะสร้างจิตสำนึกร่วมกันในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและอนุรักษ์วิถีแห่งตนเองผ่านกระบวนการวิจัยอย่างง่ายๆและเข้าใจง่ายของศาสตร์การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์มาใช้ในการแก้ไขปัญหา ซึ่งอาศัยการพัฒนากระบวนการผลิตใหม่และเครื่องมือ เครื่องจักร ที่พัฒนาขึ้นมาจากการวิเคราะห์ศักยภาพชุมชนและท้องถิ่นเอง ในด้าน ศักยภาพของเทคโนโลยีที่มี ศักยภาพของชุมชนและท้องถิ่น ศักยภาพของบุคคลกรในชุมชน ศักยภาพทางเศรษฐกิจ(รายได้) และสุดท้าย คือการเรียนรู้วิถีการดำรงอยู่ของชุมชน การพัฒนาที่ดีนั้นควรที่จะสร้างความเจริญให้เกิดขึ้นในชุมชนหรือท้องถิ่นด้วยศักยภาพแห่งตนเองของชุมชน โดยไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่กระทบวิถีในการดำรงอยู่ของสังคมในชุมชนนั้นๆอย่างเหมาะสม ดังเช่นตัวอย่างการแก้ไขปัญหาขยะเปียกที่ส่งกลิ่นเหม็นและยากต่อการจัดเก็บ กำจัดของโรงเรียนในชุมชน ส่งผลต่อสภาพแวดล้อมล้อมที่มีมลภาวะเป็นพิษทั้งทางด้านกลิ่นและสภาพแวดล้อมโดยรอบ

"ปัญหาขยะเปียกที่เกิดขึ้นจากโรงเรียนในชุมชนหรือโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่ชุมชน มักจะส่งผลต่อสภาพแวดล้อมและการจัดเก็บ เกิดปัญหาในชุมชนที่เกิดมลภาวะทางกลิ่น ทางกำจัด อีกทั้งเป็นบ่อเกิดของแหล่งเชื้อโรค แมลงสาบ หนู ซึ่งสิ่งเหล่านี้คือเสียงสะท้อนจากชุมชนที่ต้องการแก้ไข โดยใช้กระบวนการวิจัยมาช่วยเหลือชุมชนอย่างยั่งยืนบนวิถีความพร้อมของตัวชุมชนเอง"

จากปัญหาข้างต้นจึงเกิดการเรียนรู้ระหว่างกันของบุคคลในชุมชนและนักวิจัย เพื่อค้นหาวิธีการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นร่วมกัน บนพื้นฐานของการศึกษาและพัฒนาบนพื้นศักยภาพของชุมชนเอง จึงเป็นการสร้างความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นจากตัวตนของชุมชนเองร่วมกันแสดงความคิดเห็นอย่างสร้างสรรค์ในการพัฒนาโดยมีนักวิจัยเป็นผู้ประสาน เพื่อสร้างสรรค์สิ่งที่ชุมชนตนเองต้องการผ่านระบบของกระบวนการวิจัยและพัฒนา

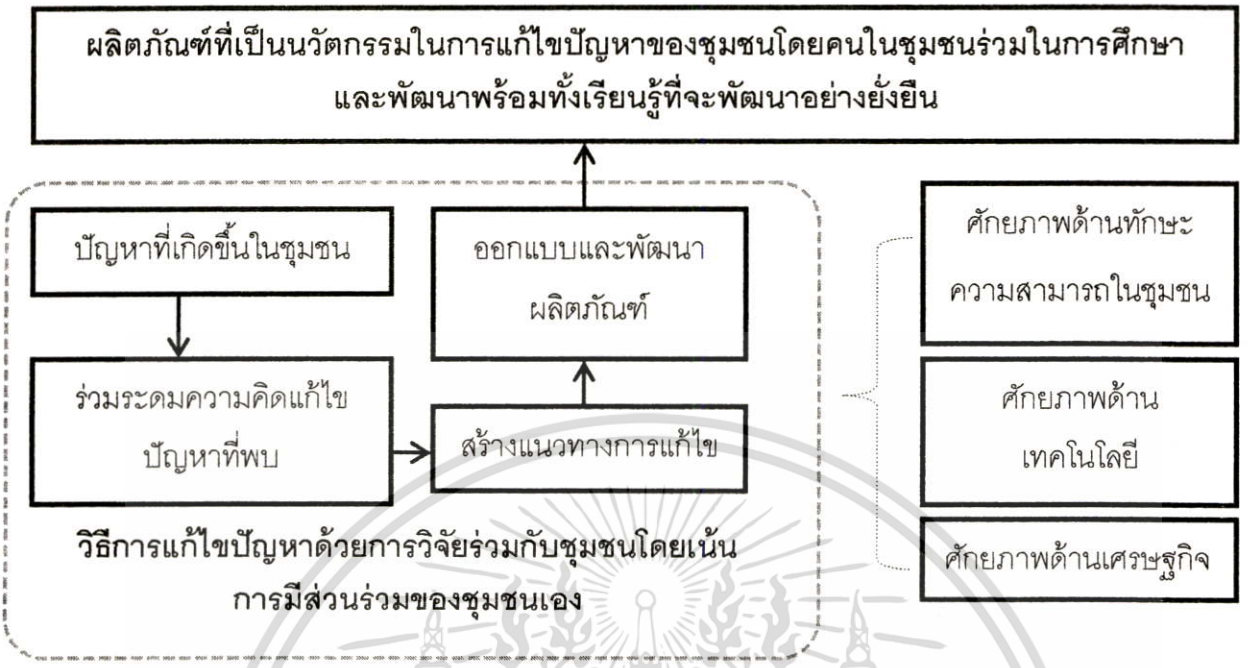
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



โดยรูปแบบของนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นจากความต้องการของชุมชนที่นำเสนอผ่านแนวคิดใหม่ กระบวนการประดิษฐ์ใหม่ วิธีการใหม่ ซึ่งทั้งหมดนั้นก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นพลวัตและมีความยั่งยืนต่อวิถีชีวิตของชุมชนและสิ่งแวดล้อม ซึ่งผ่านการพิจารณากระบวนการแห่งนวัตกรรม คือ 1)การสร้างความตระหนักถึงความจำเป็นที่ต้องมีในการแก้ไขปัญหาที่พบในชุมชน 2)การจุดประกายนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาชุมชนให้เกิดขึ้นด้วยความคิดสร้างสรรค์ 3)การจัดสร้างนวัตกรรมเพื่อก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์สิ่งใหม่ 4)การนำเอานวัตกรรมไปใช้งานในชุมชนและสร้างคุณประโยชน์กับชุมชนเอง

นวัตกรรมทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นจากความต้องการของชุมชนเองนั้นจะช่วยส่งเสริมสภาพชีวิตความเป็นอยู่ของคนในชุมชนให้ดีขึ้น ในบริบทของการคิดแก้ไขปัญหาและดำเนินการแก้ไขปัญหาด้วยคนในชุมชนเอง จากนั้นผลิตนวัตกรรมและกระบวนการด้วยศักยภาพของชุมชน เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตให้กับสมาชิกในชุมชนเอง ซึ่งทั้งหมดถือเป็นกระบวนการที่ส่งเสริมการเรียนรู้กระบวนการวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์อย่างง่ายโดยคนในชุมชนเอง ทำให้เกิดการพัฒนาขึ้นในชุมชนทั้งด้านชีวิตความเป็นอยู่ ด้านสภาพแวดล้อมและด้านเศรษฐกิจ ถือเป็นการพัฒนาอย่างเป็นระบบและมีความยั่งยืนในการพัฒนาของชุมชนเองสอดคล้องตามแนวคิดการพัฒนาอย่างยืน (Sustainable Development) ซึ่งการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์บนพื้นฐานความยั่งยืนของชุมชนและสิ่งแวดล้อม นั้นจะมีการพิจารณาองค์ประกอบการสร้างสรรค์ด้วยการพิจารณา ปัจจัยนำเข้า การเปลี่ยนแปลง ปัจจัยนำออก ผลสำเร็จระยะต้น ผลสำเร็จระยะกลาง ผลสำเร็จขั้นสุดท้าย ซึ่งทั้งหมดจะเกิดขึ้นโดยคนในชุมชนเองมีส่วนร่วมสร้างสรรค์วิธีการแก้ไขปัญหาที่พบในชุมชนเพื่อเป็นการกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างยั่งยืนและต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างความยั่งยืนให้กับชุมชนนั้นยังมีรูปแบบที่นอกเหนือจากการแก้ไขปัญหาในชุมชนแล้วยังมีรูปแบบของการสร้างระบบเศรษฐกิจที่เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเศษเหลือทิ้งทางด้านเกษตรกรรมมากยิ่งขึ้นเพื่อส่งเสริมชีวิตความเป็นอยู่ให้คนในชุมชนสามารถนำศักยภาพของสิ่งที่มีอยู่ในชุมชนออกมาใช้งานได้อย่างคุ้มค่าทางมากที่สุดซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด "การพัฒนาอย่างยั่งยืน" ในมุมมองของการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าโดยไม่กระทบกระเทือนถึงคนในรุ่นถัดไป ซึ่งมุมมองนี้ช่วยสร้างแรงผลักดันให้เกิดการพิจารณาเพื่อนำเอาเศษเหลือทิ้งทางด้านเกษตรกรรมในชุมชนที่มีจำนวนมากออกมาใช้งานอย่างคุ้มค่าในการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจแก่เศษเหลือทิ้งเหล่านั้น ดังเช่นการศึกษาและพัฒนากระบวนการนำเศษวัชพืชในพื้นที่เกษตรกรรมของชุมชนมาประยุกต์ใช้งานร่วมกับเศษขยะพลาสติกที่มีจำนวนมากในชุมชน มาใช้ในการผลิตวัสดุทดแทนไม้แบบขึ้นรูปอิสระเพื่อสร้างอาชีพที่สร้างรายได้เสริมกับชุมชน

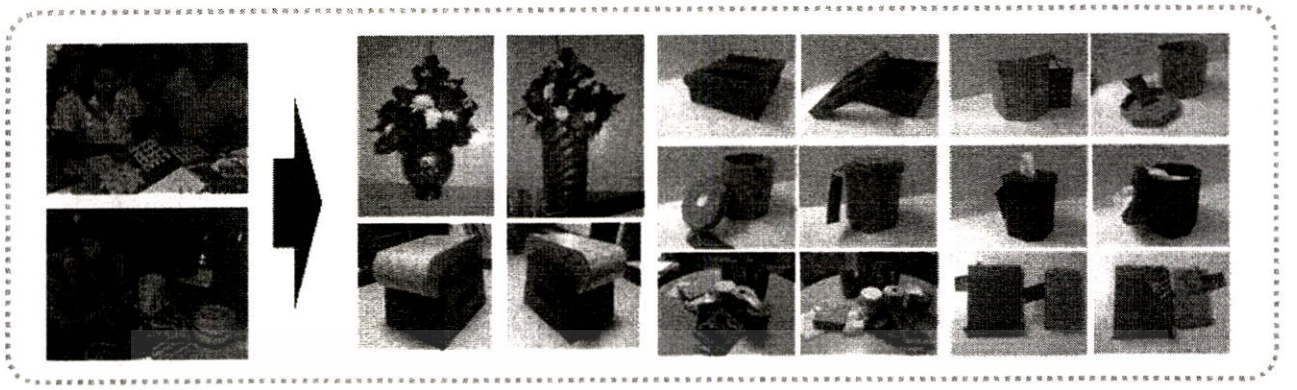
การร่วมระดมความคิดของกลุ่มชุมชนกับนักวิจัยนั้นเป็นเสมือนการแสดงความจำนงที่ต้องการจะร่วมกันพัฒนาไปข้างหน้าอย่างเป็นพลวัตพร้อมกัน ซึ่งในวิธีการนี้คนในชุมชนจะสามารถร่วมแสดงทัศนะและข้อจำกัดที่ตนเองมีอยู่ให้นักวิจัยได้รู้และร่วมกำหนดทิศทางการพัฒนาไปพร้อมกัน โดยมีเป้าหมายคือการสร้างวิถีชีวิตที่ดีขึ้น มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นและมีเศรษฐกิจที่มากขึ้นจากเดิมที่มีอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การร่วมแสดงแนวคิดและความต้องการที่จะพัฒนาด้วยศักยภาพของสิ่งที่มีเหลือทิ้งจำนวนมากในชุมชน ซึ่งโดยมากจะเป็นเศษของวัชพืชที่ขึ้นอยู่ในไร่นา และสวนของชาวบ้านเอง เมื่อผ่านกระบวนการระดมความคิดเห็นร่วมกันสิ่งเหล่านี้แทนที่จะทิ้งไป ชุมชนเห็นว่าน่าที่จะสามารถนำมาสร้างสรรค์เป็นผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายเพื่อเพิ่มรายได้ให้กับชุมชนได้มากขึ้น โดยพิจารณาจากศักยภาพของชุมชนที่จะต้องไม่พึ่งพาเทคโนโลยีชั้นสูงมากนักแต่ใช้เพียงแค่ความรู้พื้นฐานก็สามารถสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์วัสดุทดแทนไม้ได้ ซึ่งในส่วนนี้เปรียบเสมือนโจทย์ที่ผู้วิจัยจะต้องทำการพิจารณาทั้งระบบ คือ 1)สร้างกระบวนการใช้งานเศษวัชพืช 2)สร้างเครื่องมือที่เหมาะสมกับความรู้ของชุมชน 3)สร้างวัสดุทดแทนไม้จากเศษวัชพืชด้วยเทคโนโลยีชาวบ้าน 4)สร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบให้ชุมชนสามารถเดินตามและเรียนรู้ได้ง่าย 5)สร้างการเปลี่ยนแปลงทั้งระบบก่อให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนในชุมชนและท้องถิ่น หรือเรียกง่ายๆ “เรียนรู้ตนเอง พึ่งพาตนเองเพื่อพัฒนาตนเอง” ให้สามารถดำรงอยู่บนพื้นฐานเศรษฐกิจในปัจจุบันได้อย่างเท่าเทียมกับสังคมทั่วไป

การพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษเหลือทิ้งในพื้นที่เกษตรร่วมกับขยะพลาสติก ที่เกิดขึ้นจากการศึกษาศักยภาพทางด้านต่างๆของชุมชน และนำมาสร้างเป็นองค์ความรู้ที่นำมาถ่ายทอดให้กับกลุ่มชุมชนในการนำความรู้ที่เกิดขึ้นไปประยุกต์ใช้งานเพื่อให้เกิดมูลค่าทางเศรษฐกิจที่เพิ่มมากขึ้นจากเดิมที่เป็นเพียงของไร้ค่าในพื้นที่การเกษตร ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นการที่นักวิจัยได้เข้าไปมีส่วนร่วมกับชุมชนในการเสริมสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชนทั้งทางด้านเศรษฐกิจ ด้านความรู้ ด้านความมั่นคงในชีวิตตลอดจนการสร้างความยั่งยืนในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จากที่กล่าวมานั้นเป็นเพียงวิธีการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์ 2 กระบวนการที่มีเป้าหมายเดียวกันคือการสร้างความมั่นคงให้กับชุมชน ทั้งในด้านวิถีชีวิต ด้านเศรษฐกิจ ด้านการเพิ่มศักยภาพของชุมชนและสร้างความเท่าเทียมกันในสิทธิแห่งความเป็นมนุษย์ โดยมนุษย์ทุกคนต้องสามารถเข้าถึงแหล่งเรียนรู้และพัฒนาศักยภาพแห่งตนเองได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับศักยภาพที่ตนเองมี ซึ่งความแตกต่างระหว่าง 2 กระบวนการ คือ แหล่งที่มาของความต้องการที่จะแก้ไขที่ในวิธีที่หนึ่งนั้นเกิดจากปัญหาที่ชุมชนพบเห็นและมีแนวคิดที่อยากจะแก้ไขสิ่งเหล่านั้น และวิธีที่สองเกิดจากความต้องการที่จะสร้างชีวิตความเป็นอยู่ของตนเองให้ดีขึ้นในด้านเศรษฐกิจ โดยอาศัยการพิจารณาศักยภาพพื้นฐานของตนเองในชุมชนมาใช้เป็นเกณฑ์ข้อจำกัดในการพัฒนา ซึ่งสิ่งเหล่านี้อาจเรียกได้ว่าเป็นรูปแบบการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์บนพื้นฐานความยั่งยืนของชุมชนและสิ่งแวดล้อม โดยอาศัยการพิจารณาศักยภาพของชุมชนหรือท้องถิ่นเป็นหลักและนำสิ่งที่เรียนรู้มาผ่านกระบวนการสร้างสรรค์จนกระทั่งกลายเป็น “องค์ความรู้ที่สามารถจับต้องได้และใช้งานได้จริง” เนื่องจากผลลัพธ์ที่เกิดนั้นเกิดขึ้นจากชุมชน ผ่านกระบวนการผลิตและสร้างสรรค์โดยชุมชน สุดท้ายใช้งานโดยชุมชน ดังนั้นผลประโยชน์ทั้งหลายที่เกิดขึ้นจึงตกอยู่กับชุมชนและท้องถิ่นเป็นสำคัญ

รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา
ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ติดต่อ : 080-5513584 E-mail : momojojo108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. บทความวิชาการเพื่อการเผยแพร่ในวารสาร “วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์บนพื้นฐานความยั่งยืนของชุมชนและสิ่งแวดล้อม”

“การสร้างความเปลี่ยนแปลงบนพื้นฐานเดิมของชุมชนและท้องถิ่นก่อให้เกิดการพัฒนาที่มีทิศทางและสามารถสร้างความยั่งยืนให้กับชุมชนโดยอาศัยเพียงเทคโนโลยีที่ไม่มากเกินไปและไม่น้อยเกินไป ผนวกกับศักยภาพของบุคคลในชุมชน แสดงออกผ่านกระบวนการวิจัยแบบมีส่วนร่วมจนได้กระบวนการและเครื่องมือในการผลิตวัสดุทดแทนไม้ที่มีความเฉพาะตัวของชุมชนเอง โดยสามารถต่อยอดทางด้านการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ชุมชนได้อย่างเหมาะสมและช่วยสร้างความยั่งยืนบนวิถีแห่งตนเองได้”

หากกล่าวถึงความยั่งยืนในโลกยุคปัจจุบันนี้สามารถที่จะมองได้หลากหลายมุมมองแล้วแต่ว่าจะให้เกิดความยั่งยืนในด้านใด เช่น สร้างความยั่งยืนทางด้านสภาพแวดล้อม ทางด้านสังคม ทางด้านเศรษฐกิจ ทางด้านวิถีชีวิต ฯลฯ อีกมากมาย แต่ในความหมายที่จะกล่าวถึงนี้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการนำรูปแบบองค์ความจากงานวิจัยทางด้านวัสดุทดแทนไม้มาใช้ในการสร้างความยั่งยืนในแง่ของบริบทชุมชน สังคม ที่เกี่ยวพันกับวิถีชีวิตการดำรงอยู่ของผู้สร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติที่มีในชุมชนตนเองหรือท้องถิ่น ซึ่งการพิจารณามุมมองเพื่อสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชนด้วยการหันมาพิจารณาถึงหลักการพื้นฐาน(SWOT) ที่ประกอบด้วยจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและความเสี่ยงของชุมชนตนเองก่อน เพื่อนำความรู้ที่ได้เหล่านี้มาผ่านกระบวนคิดอย่างสร้างสรรค์ในการผลิตผลิตภัณฑ์ชุมชนของตนเองจากวัสดุที่มีมากในท้องถิ่นหรือชุมชนของตนเอง

การวิจัยเพื่อพัฒนาชีวิตความเป็นอยู่บนพื้นฐานของศักยภาพชุมชนและท้องถิ่นนี้จะเน้นที่การสร้างความยั่งยืนให้กับชุมชนด้วยการสร้างกระบวนการใช้งานเศษเหลือทิ้งที่เกิดขึ้นภายในชุมชนและเป็นขยะหรือสิ่งที่ชุมชนนั้นไม่ต้องการ โดยนำกระบวนการวิจัยเข้าไปร่วมแก้ไขปัญหาและสร้างสรรค์เครื่องมือที่มีความเหมาะสม สอดคล้องกับชุมชนให้สามารถที่จะดำเนินกระบวนการผลิตสร้างสรรค์เป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆที่มาจากเศษเหลือทิ้งต่างๆในชุมชน เช่น เศษหญ้าหรือวัชพืช เศษขยะจากครัวเรือน มาเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์หรือสิ่งของที่มีประโยชนขึ้นมาอีกครั้งหนึ่งด้วยการแปรสภาพจากเศษที่ไม่มีคุณค่าและชุมชนต้องกำจัดทิ้งหรือก่อให้เกิดปัญหามลภาวะสิ่งแวดล้อม ให้สามารถนำทั้งเศษเหลือทิ้งและขยะเหล่านั้นกลับมาใช้งานได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสิ่งเหล่านี้เองเป็นจุดเริ่มต้นของการตื่นตัวของชุมชนในการที่จะสร้างจิตสำนึกร่วมกันในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและอนุรักษ์วิถีแห่งตนเองผ่านกระบวนการวิจัยอย่างง่ายๆและเข้าใจง่ายของศาสตร์การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์มาใช้ในการแก้ไขปัญหา ซึ่งอาศัยการพัฒนากระบวนการผลิตใหม่และเครื่องมือ เครื่องจักร ที่พัฒนาขึ้นมาจากการวิเคราะห์ศักยภาพชุมชนและท้องถิ่นเอง ในด้าน ศักยภาพของเทคโนโลยีที่มี ศักยภาพของชุมชนและท้องถิ่น ศักยภาพของบุคคลกรในชุมชน ศักยภาพทางเศรษฐกิจ(รายได้) และสุดท้าย คือการเรียนรู้วิถีการดำรงอยู่ของชุมชน การพัฒนาที่ดีนั้นควรที่จะสร้างความเจริญให้เกิดขึ้นในชุมชนหรือท้องถิ่นด้วยศักยภาพแห่งตนเองของชุมชน โดยไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่กระทบวิถีในการดำรงอยู่ของสังคมในชุมชนนั้นๆอย่างเหมาะสม ดังเช่นตัวอย่างการแก้ไขปัญหาขยะเปียกที่ส่งกลิ่นเหม็นและยากต่อการจัดเก็บ กำจัดของโรงเรียนในชุมชน ส่งผลต่อสภาพแวดล้อมล้อมที่มีมลภาวะเป็นพิษทั้งทางด้านกลิ่นและสภาพแวดล้อมโดยรอบ

“ปัญหาขยะเปียกที่เกิดขึ้นจากโรงเรียนในชุมชนหรือโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่ชุมชน มักจะส่งผลต่อสภาพแวดล้อมและการจัดเก็บ เกิดปัญหาในชุมชนที่เกิดมลภาวะทางกลิ่น ทางกำจัด อีกทั้งเป็นบ่อเกิดของแหล่งเชื้อโรค แมลงสาป หนู ซึ่งสิ่งเหล่านี้คือเสียงสะท้อนจากชุมชนที่ต้องการแก้ไข โดยใช้กระบวนการวิจัยมาช่วยเหลือชุมชนอย่างยั่งยืนบนวิถีความพร้อมของตัวชุมชนเอง”

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดเก็บขยะเปียกภายในโรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม

จากปัญหาข้างต้นจึงเกิดการเรียนรู้ระหว่างกันของบุคคลในชุมชนและนักวิจัย เพื่อค้นหาวิธีการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นร่วมกัน บนพื้นฐานของการศึกษาและพัฒนาบนพื้นศักยภาพของชุมชนเอง จึงเป็นการสร้างความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นจากตัวตนของชุมชนเองร่วมกันแสดงความคิดเห็นอย่างสร้างสรรค์ในการพัฒนาโดยมีนักวิจัยเป็นผู้ประสาน เพื่อสร้างสรรค์สิ่งที่ชุมชนตนเองต้องการผ่านระบบของกระบวนการวิจัยและพัฒนา

การผลิตเครื่องแปรสภาพขยะเปียกด้วยบุคคลในชุมชน

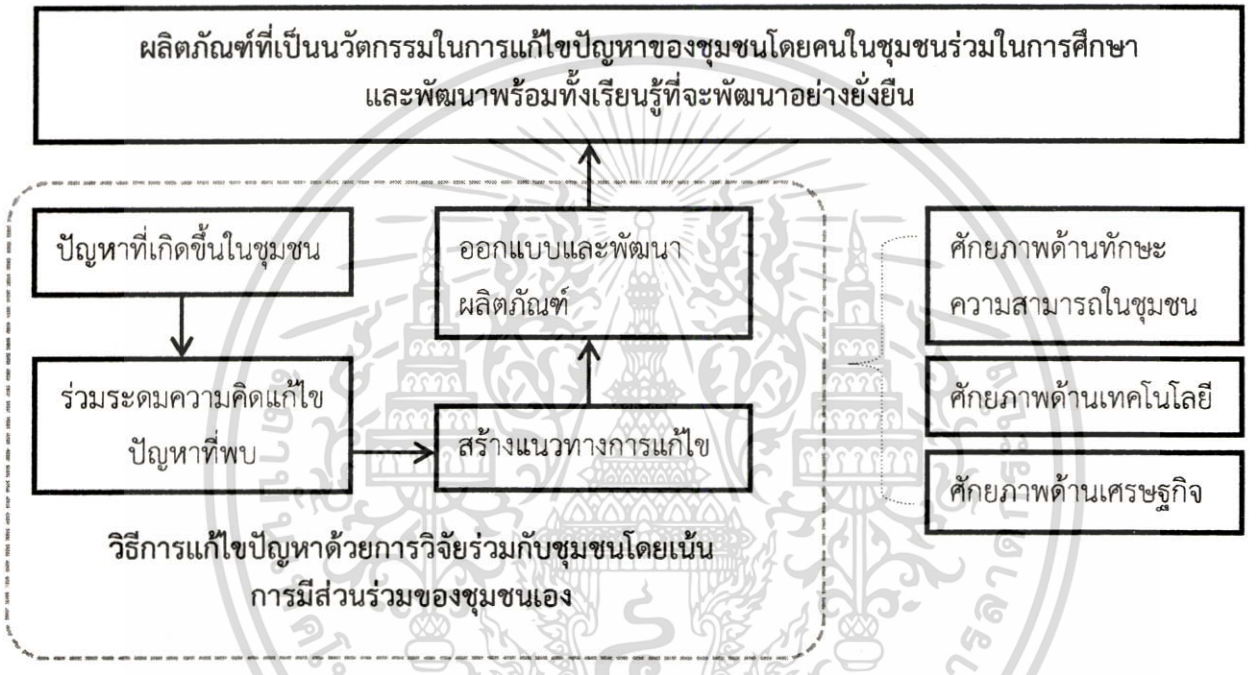
โดยรูปแบบของนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นจากความต้องการของชุมชนที่นำเสนอผ่าน แนวคิดใหม่ กระบวนการประดิษฐ์ใหม่ วิธีการใหม่ ซึ่งทั้งหมดนั้นก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นพลวัตและมีความยั่งยืนต่อวิถีชีวิตของชุมชนและสิ่งแวดล้อม ซึ่งผ่านการพิจารณากระบวนการแห่งนวัตกรรม คือ 1)การสร้างความตระหนักถึงความจำเป็นที่ต้องมีในการแก้ไขปัญหาที่พบในชุมชน 2)การจุดประกายนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาชุมชนให้เกิดขึ้นด้วยความคิดสร้างสรรค์ 3)การจัดสร้างนวัตกรรมเพื่อก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์สิ่งใหม่ 4)การนำเอานวัตกรรมไปใช้งานในชุมชนและสร้างคุณประโยชน์กับชุมชนเอง

นวัตกรรมทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นจากความต้องการของชุมชนเองนั้นจะช่วยส่งเสริมสภาพชีวิตความเป็นอยู่ของคนในชุมชนให้ดีขึ้น ในบริบทของการคิดแก้ไขปัญหาและดำเนินการแก้ไขปัญหาด้วยคนในชุมชนเอง จากนั้นผลิตนวัตกรรมและกระบวนการด้วยศักยภาพของชุมชนเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตให้กับสมาชิกในชุมชนเอง ซึ่งทั้งหมดถือเป็นกระบวนการที่ส่งเสริมการเรียนรู้ กระบวนการวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์อย่างง่ายโดยคนในชุมชนเอง ทำให้เกิดการพัฒนาขึ้นในชุมชนทั้ง ด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชีวิตความเป็นอยู่ ด้านสภาพแวดล้อมและด้านเศรษฐกิจ ถือเป็นการพัฒนาอย่างเป็นระบบและมีความยั่งยืนในการพัฒนาของชุมชนเองสอดคล้องตามแนวคิดการพัฒนาอย่างยืน (Sustainable Development) ซึ่งการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์บนพื้นฐานความยั่งยืนของชุมชนและสิ่งแวดล้อม นั้นจะมีการพิจารณาองค์ประกอบการสร้างสรรค์ด้วยการพิจารณา ปัจจัยนำเข้า การเปลี่ยนแปลง ปัจจัยนำออก ผลสำเร็จระยะต้น ผลสำเร็จระยะกลาง ผลสำเร็จขั้นสุดท้าย ซึ่งทั้งหมดจะเกิดขึ้นโดยคนในชุมชนเองมีส่วนร่วมสร้างสรรค์วิธีการแก้ไขปัญหาที่พบในชุมชนเพื่อเป็นการกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างยั่งยืนและต่อเนื่อง

ตารางกระบวนการดำเนินการเพื่อผลิตและแก้ไขปัญหาขยะเปียกของชุมชน

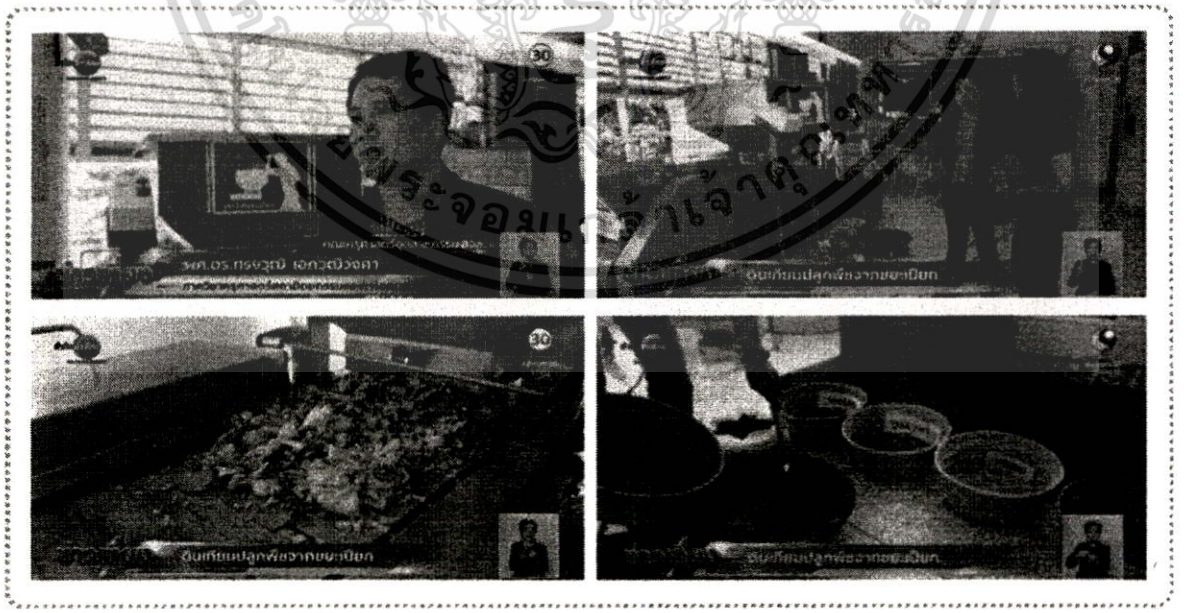


สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างความยั่งยืนให้กับชุมชนนั้นยังมีรูปแบบที่นอกเหนือจากการแก้ไขปัญหาในชุมชนแล้วยังมีรูปแบบของการสร้างระบบเศรษฐกิจที่เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเศษขยะเปียกที่เกิดขึ้นภายในครัวเรือนหรือชุมชนให้สามารถมีมูลค่ามากยิ่งขึ้นเพื่อส่งเสริมชีวิตความเป็นอยู่ให้คนในชุมชนสามารถนำศักยภาพของสิ่งที่มีอยู่ในชุมชนออกมาใช้งานได้อย่างคุ้มค่าทางมากที่สุดซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด “การพัฒนาอย่างยั่งยืน” ในมุมมองของการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าโดยไม่กระทบกระเทือนถึงคนในรุ่นถัดไป ซึ่งมุมมองนี้ช่วยสร้างแรงผลักดันให้เกิดการพิจารณาเพื่อนำเอาเศษเหลือทิ้งในรูปแบบของขยะเปียกที่มีในชุมชนที่มีจำนวนมาก ออกมาใช้งานอย่างคุ้มค่าในการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจแก่เศษเหลือทิ้งประเภทขยะเหล่านั้น ดังเช่นการศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมเพื่อการเกษตรกรรมอินทรีย์ นั้นได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก วช. (สภาการวิจัยแห่งชาติ) ประจำปีงบประมาณ 2558 ซึ่งในปัจจุบันผู้วิจัยได้ทำการดำเนินการวิจัยโดยการจัดสร้างต้นแบบเพื่อใช้ในการผลิตดินเทียมโดยมีการผสมผสานการวิเคราะห์ศักยภาพของชุมชน , ข้อจำกัดทาด้านความรู้ที่มีในชุมชน , ศักยภาพทางด้านทักษะฝีมือและความสามารถของชุมชนและศักยภาพด้านเศรษฐกิจที่มีในชุมชน เพื่อนำสิ่งที่ถือว่าเป็นข้อจำกัดเหล่านี้ให้สามารถนำมาผ่านกระบวนการวิเคราะห์ในรูปแบบของ “การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา” Content Analysis และรับทราบข้อมูลจากกลุ่มชุมชน ก่อนนำเข้าสู่กระบวนการออกแบบและพัฒนาเป็นต้นแบบ ที่ได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการ “วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงทฤษฎีการออกแบบ” โดยเน้นที่กระบวนการร่วมระดมความคิดของกลุ่มชุมชนกับนักวิจัยนั้นเป็นเสมือนการแสดงความจำนงที่ต้องการจะร่วมกันพัฒนาไปข้างหน้าอย่างเป็นพลวัตพร้อมกัน ซึ่งในวิธีการนี้คนในชุมชนจะสามารถร่วมแสดงทัศนะและข้อจำกัดที่ตนเองมีอยู่ให้นักวิจัยได้รู้และร่วมกำหนดทิศทางการพัฒนาไปพร้อมกัน โดยมีเป้าหมายคือการสร้างวิถีชีวิตที่ดีขึ้น มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นและมีเศรษฐกิจที่มากขึ้นจากเดิมที่มีอยู่

การร่วมแสดงแนวคิดและความต้องการที่จะพัฒนาด้วยศักยภาพของขยะเปียกที่เป็นสิ่งที่มีเหลือทิ้งจำนวนมากในชุมชนหรือในโรงเรียนประจำชุมชน ซึ่งโดยมากจะเป็นเศษขยะเปียกเหล่านี้จะพบเห็นและมีจำนวนมากในโรงเรียนประจำตำบลเนื่องจากมีจำนวนนักเรียนจำนวนมากและมีการประกอบอาหารรับประทานในชุ่งเที่ยงของทุกวันจึงก่อให้เกิดขยะเปียกเหลือทิ้งจำนวนมากและส่งผลทางด้านปัญหามลภาวะที่ก่อให้เกิดมลพิษทางกลิ่น และก่อให้เกิดการรวมตัวของสัตว์พาหะที่นำเชื้อโรคมารวมกันในบ่อฝังกลบ เช่น หนู แมลงสาป แมลงวัน หนอนแมลงวัน หรือแม้กระทั่งงูที่มากินสัตว์พาหะอีกครั้ง ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาตามมาอย่างมากมาย เมื่อรวบรวมประเด็นของการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาแล้ว นำองค์ความรู้จากชุมชนที่ได้มาผ่านกระบวนการระดมความคิดเห็นร่วมกันสิ่งเหล่านี้แทนที่จะทิ้งไป ชุมชนเห็นว่าน่าที่จะสามารถนำมาสร้างสรรค์เป็นผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายเพื่อเพิ่มรายได้ให้กับชุมชนหรือโรงเรียนได้มากขึ้น โดยพิจารณาจากศักยภาพของชุมชนที่จะต้องไม่พึ่งพาเทคโนโลยีชั้นสูงมากนักแต่ใช้เพียงแค่ความรู้พื้นฐานก็สามารถสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ในรูปแบบของดินเทียมหรือดินสำเร็จรูป ซึ่งในส่วนนี้เปรียบเสมือนโจทย์ที่ผู้วิจัยจะต้องทำการพิจารณาทั้งระบบ คือ 1)สร้างกระบวนการใช้งานขยะเปียกช 2)สร้างเครื่องมือที่เหมาะสมกับความรู้ของชุมชน 3)สร้างเครื่องมือหรือเครื่องจักรด้วยเทคโนโลยีชาวบ้าน 4)สร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบให้ชุมชนหรือโรงเรียนสามารถเดินตามและเรียนรู้ได้ง่าย 5)สร้างการเปลี่ยนแปลงทั้งระบบก่อให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนในชุมชนและท้องถิ่น หรือเรียกง่ายๆ “เรียนรู้ตนเอง พึ่งพาตนเองเพื่อพัฒนาตนเอง” ให้สามารถดำรงอยู่บนพื้นฐานเศรษฐกิจในปัจจุบันได้อย่างเท่าเทียมกับสังคมทั่วไป



ช่อง 9 อสมท. (MCOT) เมื่อเวลา 2016/05/16 2:21
โดยนำเสนอผลการวิจัยช่วง “ก้าวล้ำ : ดินเทียมปลูกพืชจากขยะเปียก”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำเสนอผลงานวิจัยเครื่องแปรสภาพขยะเปียกต่อสื่อมวลชน ช่อง 9 อสมท. (MCOT) เมื่อเวลา 2016/05/16 2:21 โดยนำเสนอผลการวิจัยช่วง "**ก้าวล้ำ : ดินเทียมปลูกพืชจากขยะเปียก**" (http://www.tnamcot.com/content/468907)

เมื่อทำการวิจัยและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกและมีการทดลองใช้งานจริงในพื้นที่หมู่บ้านหนองแวง อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา ในพื้นที่โรงเรียนบ้านหนองแวง ด้วยกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในการทดลองประยุกต์ใช้งานกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อเกษตรอินทรีย์ ในการปลูกผักปลอดสารพิษให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์จากขยะเปียกที่เหลือทิ้งของ

จากที่กล่าวมานั้นเป็นเพียงวิธีการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์ 2 กระบวนการที่มีเป้าหมายเดียวกันคือการสร้างความมั่นคงให้กับชุมชน ทั้งในด้านวิถีชีวิต ด้านเศรษฐกิจ ด้านการเพิ่มศักยภาพของชุมชนและสร้างความเท่าเทียมกันในสิทธิแห่งความเป็นมนุษย์ โดยมนุษย์ทุกคนต้องสามารถเข้าถึงแหล่งเรียนรู้และพัฒนาศักยภาพแห่งตนเองได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับศักยภาพที่ตนเองมี ซึ่งความแตกต่างระหว่าง 2 กระบวนการ คือ แหล่งที่มาของความต้องการที่จะแก้ไขที่ในวิธีที่หนึ่งนั้นเกิดจากปัญหาที่ชุมชนพบเห็นและมีแนวคิดที่อยากจะแก้ไขสิ่งเหล่านั้น และวิธีที่สองเกิดจากความต้องการที่จะสร้างชีวิตความเป็นอยู่ของตนเองให้ดีขึ้นในด้านเศรษฐกิจ โดยอาศัยการพิจารณาศักยภาพพื้นฐานของตนเองในชุมชนมาใช้เป็นเกณฑ์ข้อจำกัดในการพัฒนา ซึ่งสิ่งเหล่านี้อาจเรียกได้ว่าเป็นรูปแบบการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์บนพื้นฐานความยั่งยืนของชุมชนและสิ่งแวดล้อม โดยอาศัยการพิจารณาศักยภาพของชุมชนหรือท้องถิ่นเป็นหลักและนำสิ่งที่เรียนรู้มาผ่านกระบวนการสร้างสรรค์จนกระทั่งกลายเป็น "องค์ความรู้ที่สามารถจับต้องได้และใช้งานได้จริง" เนื่องจากผลลัพธ์ที่เกิดนั้นเกิดขึ้นจากชุมชน ผ่านกระบวนการผลิตและสร้างสรรค์โดยชุมชน สุดท้ายใช้งานโดยชุมชน ดังนั้นผลประโยชน์ทั้งหลายที่เกิดขึ้นจึงตกอยู่กับชุมชนและท้องถิ่นเป็นสำคัญ

การนำเสนอผลงานเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมและบรรจุภัณฑ์
ผลิตภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียกสำเร็จรูปเพื่อการเพาะปลูกในครัวเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"เป็นการนำเสนอผลงานการวิจัยจำนวน 2 เรื่องผลงานวิจัยต่อเนื่องด้วยกระบวนการพัฒนากระบวนการทางความคิดบนพื้นฐานการพัฒนาอย่างยั่งยืนของชุมชนและสิ่งแวดล้อมโดยรอบ ซึ่งมีความคล้ายกันในด้วยการนำสภาพปัญหาที่พบในพื้นที่ชุมชนมาประยุกต์เพื่อศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากสิ่งที่อยู่โดยรอบตัวของชุมชน"

3. การเผยแพร่บทความวิจัย

สำหรับการเผยแพร่บทความวิจัยในกระบวนการวิจัย "โครงการศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม สำหรับเกษตรอินทรีย์" นั้นผู้วิจัยได้ทำการนำเสนอผลงานการสร้างสรรค์บทความวิจัย จำนวน 2 ฉบับ เพื่อเป็นการเผยแพร่องค์ความรู้และการสร้างความรู้ที่เน้นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการกระตุ้นสร้างจิตสำนึกให้มนุษย์หักลับมามองวัสดุที่เหลือทิ้งจากชีวิตประจำวันให้สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้อย่างสร้างสรรค์และยังสามารถนำมาใช้สร้างชีวิตที่มีความพอเพียงให้กับมนุษย์ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการนำเสนอบทความวิจัยในเชิงของการวิจัยเชิงทดลองในรูปแบบเทคโนโลยี จำนวน 1 บทความวิจัย และการนำเสนอบทความวิจัยในเชิงการบูรณาการองค์ความรู้จากการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมเพื่อส่งเสริมความรู้ในเด็กนักเรียน จำนวน 1 บทความวิจัย ซึ่งทำการตีพิมพ์บนฐาน TCI กลุ่ม 1 จำนวน 1 ฉบับและการสัมมนาวิชาการ "โฮมภูมิ ครั้งที่ 3" ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น จำนวน 1 บทความวิจัย โดยสามารถที่จะนำเสนอรายละเอียดของเนื้อหากระบวนการเขียนบทความวิจัยทั้งสองฉบับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ได้รับการประเมินคุณภาพวารสารวิชาการอยู่ในฐานข้อมูล TCI กลุ่ม 1

Study and Development on Wet Waste Separation to Produce Artificial Soil for Organic Farming

Songwu Egwutvongs[1], Somchai setvisak[1]
Faculty of Industrial Education
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

ABSTRACT

This research has the objectives as this following: 1) To study steps of wet waste separation to produce artificial soil 2) To design the wet waste separation for producing artificial soil 3) To take assessment of effectiveness for wet waste separation 4) To check the properties of artificial soil produced from wet waste separation 5) To take satisfaction assessment for wet waste separation to produce artificial soil

The populations and the group sampling are three agriculturists to cultivate organic plants in District of Sekew in Nakornrachasrima province. Moreover, it uses the purposive random with experiential properties of organic plants.Similarly, the tool used in this research is satisfaction assessment of wet waste separation by using 5 rating scales. As the result, it has analyzed information by using percentages, Means and Standard Aviation.

According to the development procedure to classify the analyzing for quality function development or QFD and TRIZ40, it was found as this following: 1. It relates to the improving factors ; namely fixing and maintaining following by safety , producing method for materials and uniqueness 2. It involves with sale point ; namely, apply advantages and convenience to increase the interest and the confidence for the customers to apply 3. The requirements to customers ; namely, apply advantage and strength when passing the testing procedures with satisfaction level of agriculturists group to cultivate organic plants with excellent satisfaction as $\bar{X}$ = 3.83 , S.D. = 0.34.

On the other hand, it was found that the Total Organic carbon : TOC , Nitrogen, N , Phosphorus , P and Potassium , K had the Means of weights with 9.2 , 0.7 , 0.6 and 0.85 percentages, respectively as well as the Means of weights for Sodium quantities with 0.15 percentages.

Keywords : , Development, Wet Waste Separation, Produce Artificial Soil, Design

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มั่นคงเป็นหัวใจ ปลูกฝังองค์ความรู้ ยึดมั่นคุณธรรมให้เชิดชู เป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ตลอดกาล

วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ได้รับการประเมินคุณภาพวารสารวิชาการอยู่ในฐานข้อมูล TCI กลุ่ม 1

การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียม สำหรับเกษตรอินทรีย์

ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา[1] , สมชาย เชะวิเศษ[1]
ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1)เพื่อศึกษากระบวนการขั้นตอนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียม 2)เพื่อออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียม 3)เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียก 4)เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียก 5)เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียม

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชอินทรีย์ในพื้นที่ อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา(ใช้การสุ่มแบบเจาะจงตามคุณสมบัติประสบการณ์เพาะปลูกพืชเกษตรอินทรีย์) จำนวน 3 ท่าน และเครื่องมือการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ในรูปแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ใช้การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย พบว่า กระบวนการพัฒนาโดยใช้การจำแนกวิเคราะห์การแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวปฏิบัติ (Quality Function Development) QFD and TRIZ40 พบว่า 1)ปัจจัยที่ต้องปรับปรุง พบว่า การซ่อมแซมบำรุงรักษา รองลงมาคือด้านความปลอดภัย , วัสดุกรรมวิธีการผลิตและความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว 2)จุดขาย พบว่าจุดที่ควรคำนึง คือ ประโยชน์ใช้สอย , ความสะดวกสบายในการใช้งาน จะช่วยเพิ่มความน่าสนใจและมั่นใจให้กับผู้บริโภคในการใช้งาน3) ความต้องการของลูกค้า คือ ด้านประโยชน์ใช้สอย และความแข็งแรงทนทาน ซึ่งเมื่อผ่านกระบวนการทดสอบผลระดับความพึงพอใจของกลุ่มเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชอินทรีย์ มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.83 , S.D. = 0.34)

กระบวนการทดสอบคุณสมบัติของดิน พบว่า ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด (Total Organic carbon: TOC) ปริมาณไนโตรเจน (Nitrogen, N) ปริมาณฟอสฟอรัส (Phosphorus, P) และปริมาณโพแทสเซียม (Potassium, K) มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 9.2, 0.7, 0.6 และ 0.85 ของน้ำหนักตามลำดับและมีปริมาณโซเดียม (Sodium) ที่ค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.15 ของน้ำหนัก

Keywords : พัฒนา แปรสภาพ ขยะเปียก ออกแบบ

บทนำ

ในปัจจุบันการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสภาวะโลกในปัจจุบันจึงทำให้คนหันมามองอย่างใส่ใจกับ "สภาวะโลกร้อน" กับการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด (ทวี ทองสว่าง และทัศนีย์ ทองสว่าง. 2523 : 1) ทุกวันนี้สภาพปัญหาขยะในประเทศไทยเป็นปัญหาที่มีความต่อเนื่องเป็นระยะเวลาหลายสิบปีที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ได้รับการประเมินคุณภาพวารสารวิชาการอยู่ในฐานข้อมูล TCI กลุ่ม 1

เจ้าหน้าที่หน่วยราชการ หน่วยงานวิจัย สถาบันทางการศึกษา พยายามหาทางในการแก้ไขปัญหาขยะล้นเมือง ซึ่งปัญหาขยะนั้นจะสามารถจัดการกับเศษขยะได้อย่างครบวงจรเป็นที่พึงพอใจของคนทุกฝ่ายจะต้องมีการบูรณาการกระบวนการกำจัดขยะในรูปแบบของการนำมาใช้ประโยชน์ ซึ่งทุกวันนี้ประชาชนยังยึดติดกับการแก้ไขปัญหาขยะแบบเดิมในสถานที่มีกลิ่นเหม็นสกปรกไม่ชวนมอง อีกทั้งปัญหาขยะที่ส่งผลกระทบมากที่สุดต่อสิ่งแวดล้อม คือขยะเปียกที่เป็นเศษอาหารเหลือทิ้งจากบ้านเรือนต่างๆที่มีคราบสกปรกและน้ำเสียจำนวนมาก อีกทั้งกากของเสียขยะเปียกที่มีความเน่าเสียส่งกลิ่นเหม็น ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีการสร้างกระบวนการหรือสถานที่กำจัดขยะเปียกเหล่านี้อย่างชัดเจน จึงมักจะส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมอยู่เสมอ ทั้งในด้านผลกระทบสภาพแวดล้อมทางด้านกลิ่นทางด้านความสกปรก ทางด้านสถานที่การกำจัด ในส่วนของตามโรงเรียนขนาดใหญ่หรือสถานที่ขายอาหาร มักจะมีเศษอาหารที่เหลือจากการรับประทานอาหารในแต่ละวันเป็นจำนวนมาก จึงทำให้เกิดปัญหาเรื่องขยะเปียกที่เกิดจากเศษอาหารที่เหลือจากการรับประทาน จากการเรียนรู้เกี่ยวกับการดำเนินชีวิตตามแนวพระราชดำริเศรษฐกิจพอเพียงของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯซึ่งพระองค์ทรงสอนประชาชนให้รู้จักดำเนินชีวิตแบบพึ่งพาตนเองให้รู้จักนำสิ่งต่าง ๆ รอบตัวมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด จึงทำให้โรงเรียนต่าง ๆ มีการศึกษาวิธีการทำสารชีวภาพ (EM)และทำปุ๋ยชีวภาพ จากเศษอาหารที่เหลือจากการรับประทานอาหารวันของนักเรียนนำมาทำเป็นสารน้ำชีวภาพสำหรับใช้การดับกลิ่นที่เกิดจากห้องสุขาของโรงเรียน และทำปุ๋ยชีวภาพ แทนการใช้สารเคมีต่าง ๆ เป็นการช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายและยังช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนได้อีกด้วย เพื่อเป็นการลดปัญหาที่เกิดขึ้น ต้องดำเนินการสร้างจิตสำนึกของนักเรียน และจัดกิจกรรมการจัดการขยะมูลฝอยภายในโรงเรียน เป็นการเสริมสร้างประสิทธิภาพการจัดการขยะมูลฝอยตามนโยบายของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นการเพิ่มมูลค่าให้ขยะอีกทั้งยังช่วยให้คนรุ่นใหม่เล็งเห็นคุณค่าทรัพยากรธรรมชาติ จากเหตุผล ดังกล่าวผู้ทำการวิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาและออกแบบเครื่องบดหรือแปรสภาพขยะเปียก เพื่อทำดินเทียมแบบชีวภาพ เพื่อช่วยในกระบวนการทำดินเทียมสำหรับการเพาะปลูกตามแนวทางแบบยั่งยืน ตลอดจนการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เพื่อให้มีความเจริญเติบโต พร้อมกันจากคนในรุ่นปัจจุบัน และมีความยั่งยืน ไปจนถึงลูกหลานในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษากระบวนการขั้นตอนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียม
2. เพื่อออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียม
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ด้านประโยชน์ใช้สอย, ความแข็งแรง, บำรุงรักษา, ราคา, วัสดุและกรรมวิธีการผลิต
4. เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียกด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K
5. เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียม

ระเบียบวิธีวิจัย

1. กรอบแนวความคิดในการวิจัย

ก. กรอบแนวคิดทางด้านกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยแนวทางพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์จาก Luddington (อ้างในนิรัช สุดสังข์. 2543:23) มีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้ 1)สรุปรูปแบบพื้นผิวและการตกแต่ง 2)เลือกข้อเสนอแนวความคิดที่ดีที่สุด 3)การเขียนแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ได้รับการประเมินคุณภาพวารสารวิชาการอยู่ในฐานข้อมูล TCI กลุ่ม 1

เพื่อการผลิต 4)การสร้างหุ่นจำลอง 5)ประเมินการออกแบบ

ข. กรอบแนวคิดเพื่อประสิทธ์ภาพที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่มีต่อการออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ในด้านการลดปริมาณขยะมูลฝอย (Reduce) (กรมควบคุมมลพิษ. 2550) ในส่วนองค์ประกอบเพื่อประเมินประสิทธิภาพ ดังนี้ 1)การลดปริมาณขยะมูลฝอยที่อาจเกิดขึ้น 2)การแปรสภาพและหมุนเวียนนำกลับมาใช้

2. ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เพื่อ การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ กำหนดขอบเขตการวิจัย ดังนี้

2.1 วัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1 การศึกษากระบวนการขั้นตอนแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

1. ประชากร คือ โรงงานอุตสาหกรรมและสถาบันการศึกษา ในพื้นที่เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ ที่มีโรงอาหารขนาดใหญ่สำหรับบุคลากร ตั้งแต่ 200 คน ขึ้นไป จำนวน 12 โรงงาน

2. กลุ่มตัวอย่าง คือ โรงงานอุตสาหกรรมและสถาบันการศึกษา ในพื้นที่เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ ที่มีโรงอาหารขนาดใหญ่สำหรับบุคลากร ตั้งแต่ 200 คน ขึ้นไป (ใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง) จำนวน 3 แห่ง

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ที่มีการกำหนดประเด็นให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 1 และแบบสังเกตการณ์แบบมีส่วนร่วม เป้าหมายเพื่อเรียนรู้สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจากขยะเปียกในด้านมลภาวะต่อสภาพแวดล้อมในด้านต่างๆ

4. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (Data Triangulation) โดยเน้น ความรู้ใหม่ที่เกิดจากความเข้าใจ (Cognitive Structure) , ความรู้ที่อยู่ในระดับคุณค่า (Valence and Value) , ความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติ (Motoric Action) อ้างอิง : (วรรณดี สุทธินรากร. 2557 : 46) บนพื้นฐาน ได้แก่ เวลา สถานที่และบุคคล

2.2 วัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2 การพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จำนวน 3 ท่าน ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องกลการเกษตร จำนวน 3 ท่าน ในคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ และด้านการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร การประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า(Rating Scale) 5 ระดับ

3. การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และในส่วนกระบวนการออกแบบใช้วิธีการ “จำแนกการวิเคราะห์การแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ (Quality Function Development : QFD)

2.3 วัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 3 การประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ด้านประโยชน์ใช้สอย , ความแข็งแรง , บำรุงรักษา , ราคา , วัสดุและกรรมวิธีการผลิต

1. ประชากร คือ กลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทางด้านการเกษตรกรรม เรื่องเพาะปลูกพืชอินทรีย์ กลุ่มเจ้าหน้าส่งเสริมการเกษตรในพื้นที่ จ.นครราชสีมา

2. กลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทางด้านการเกษตรกรรม เรื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ได้รับการประเมินคุณภาพวารสารวิชาการอยู่ในฐานข้อมูล TCI กลุ่ม 1

เพาะปลูกพืชอินทรีย์ กลุ่มเจ้าหน้าส่งเสริมการเกษตรในพื้นที่ จ.นครราชสีมา (ใช้การสุ่มแบบเจาะจงตามคุณสมบัติประสบการณ์เพาะปลูกพืชเกษตรอินทรีย์เป็นเวลา 10 ปี) จำนวน 25 ท่าน

3. เครื่องมือการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้าน ประโยชน์ใช้สอย , ความแข็งแรงทนทาน , การซ่อมแซมบำรุงรักษา , ราคา , วัสดุและกรรมวิธีการผลิต , ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว โดยประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า(Rating Scale) 5 ระดับ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าการทดสอบ t-test independent

4.4 วัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 4 เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียกด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ใช้กระบวนการทดสอบในห้องทดสอบมาตรฐานในการวิเคราะห์ค่าประกอบการเพาะปลูกพืชที่มีความจำเป็น โดยใช้เครื่องมือวิจัย 1)กระบวนการทดสอบคุณสมบัติของดิน 2)เครื่องมือและอุปกรณ์ในห้องทดลองมาตรฐานเพื่อทดสอบสารอาหารที่มีในดินเทียม

4.5 วัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 5 การประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

1. ประชากร คือ กลุ่มเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชอินทรีย์ในพื้นที่ จ.นครราชสีมา

2. กลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชอินทรีย์ในพื้นที่ อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา(ใช้การสุ่มแบบเจาะจงตามประสบการณ์เพาะปลูกพืชเกษตรอินทรีย์เป็นเวลา 10 ปี) จำนวน 3 ท่าน

3. เครื่องมือการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียก โดยออกแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าการทดสอบจากกระบวนการใช้งานการแปรสภาพขยะเปียก

ผลการวิจัย

1. การศึกษากระบวนการขั้นตอนแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ จากกระบวนการศึกษา พบว่า

1) ในพื้นที่ของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่และโรงเรียนขนาดเล็กและขนาดใหญ่นั้นพบว่าปริมาณของเศษขยะเปียกนั้นมีจำนวนมากและจะเหลือทิ้งในแต่ละวันจำนวนมากก่อให้เกิดปัญหาในการกำจัดโดยสามารถแยกรายละเอียดในส่วนของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่โดยมากจะไม่พบปัญหาในการกำจัดเนื่องจากจะมีผู้ประกอบการอาหารสัตว์และโรงเลี้ยงสุกรมารับเศษอาหารที่เหลือทิ้งไปโดยทำการมารับและขนส่งไปด้วยผู้ประกอบการเองซึ่งจะมีการจ้างแรงงานมาคัดแยกตัวขยะเปียกออกจากเศษอาหารที่มีลักษณะแข็งเช่นกระดูกหรือเศษช้อนส้อม เป็นต้น

ภาพที่ 1 ปัญหาการกำจัดขยะเปียกที่เกิดจากเศษอาหารในพื้นที่โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่

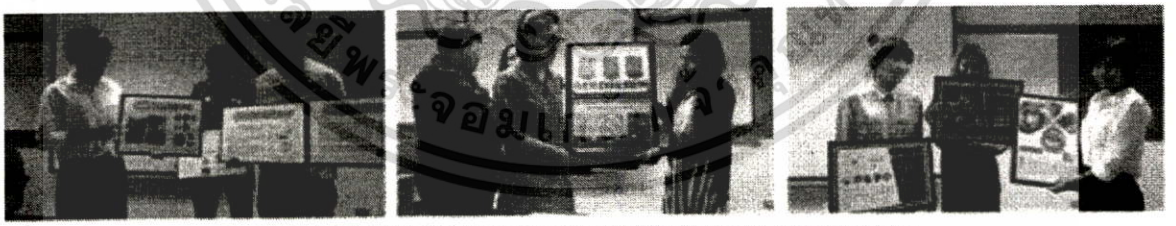
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ได้รับการประเมินคุณภาพวารสารวิชาการอยู่ในฐานข้อมูล TCI กลุ่ม 1

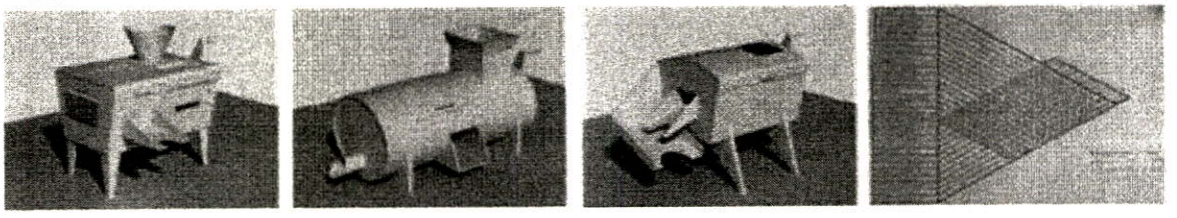
2) ในส่วนของโรงเรียนที่มีการกำจัดขยะเปียกนั้น เนื่องจากจะประสบปัญหาของการกำจัดขยะเปียกด้วยว่าปัญหากลิ่นและการกำจัดขยะเปียกจึงส่งผลต่อสภาพแวดล้อมของโรงเรียนอย่างมาก โดยนักเรียนจะต้องนำไปเทใส่หล่มขนาดใหญ่แล้วฝังกลบซึ่งจะทำเช่นนี้ทุกวันจนก่อให้เกิดเป็นพื้นที่ที่มีมลภาวะที่ไม่เหมาะสมสำหรับเด็กและเป็นเหล่งรวมของเชื้อโรคและสัตว์ที่นำพาเชื้อโรค เช่น หู แมลงสาบ มด ฯลฯ ดังนั้นในภาพรวมขยะเปียกนั้นจะก่อให้เกิดปัญหากับโรงเรียนขนาดกลางและเล็กเท่านั้น ในส่วนโรงงานอุตสาหกรรมและโรงเรียนขนาดใหญ่จะไม่ประสบปัญหาในการกำจัดขยะเปียกออกจากพื้นที่

ภาพที่ 2 ปัญหาการกำจัดขยะเปียกที่เกิดจากเศษอาหารในพื้นที่โรงเรียนและสถานศึกษา

โดยจัดทำเป็นต้นแบบร่วมกันระดมความคิดในการพัฒนาและจำลองรูปแบบเพื่อจัดสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์เครื่องแปรสภาพขยะเปียก โดยได้ทำการระดมความคิดจำนวน 60 แบบ และทำการคัดเลือกเพื่อแบบจำลองจำนวน 3 แบบ ก่อนที่จะนำทั้ง 3 แบบนั้นมาผ่านกระบวนการประเมินโดยคณะผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์จำนวน 3 ท่านและทำการนำแบบที่ได้รับเลือกจำนวน 1 แบบ มาทำการทดลองขึ้นรูปแบบผลิตภัณฑ์จริงเพื่อทดลองใช้งานและทดลองปั่นเพื่อแปรสภาพดินเทียมจากขยะเปียก โดยทำการทดลองกับโรงเรียนกลุ่มเป้าหมาย (โรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา)



กระบวนการระดมความคิดเพื่อรับทราบปัญหาจากขยะเปียกและร่วมกันสร้าง
แนวความคิดประยุกต์ในการแก้ไขปัญหาด้วยกระบวนการออกแบบและพัฒนา



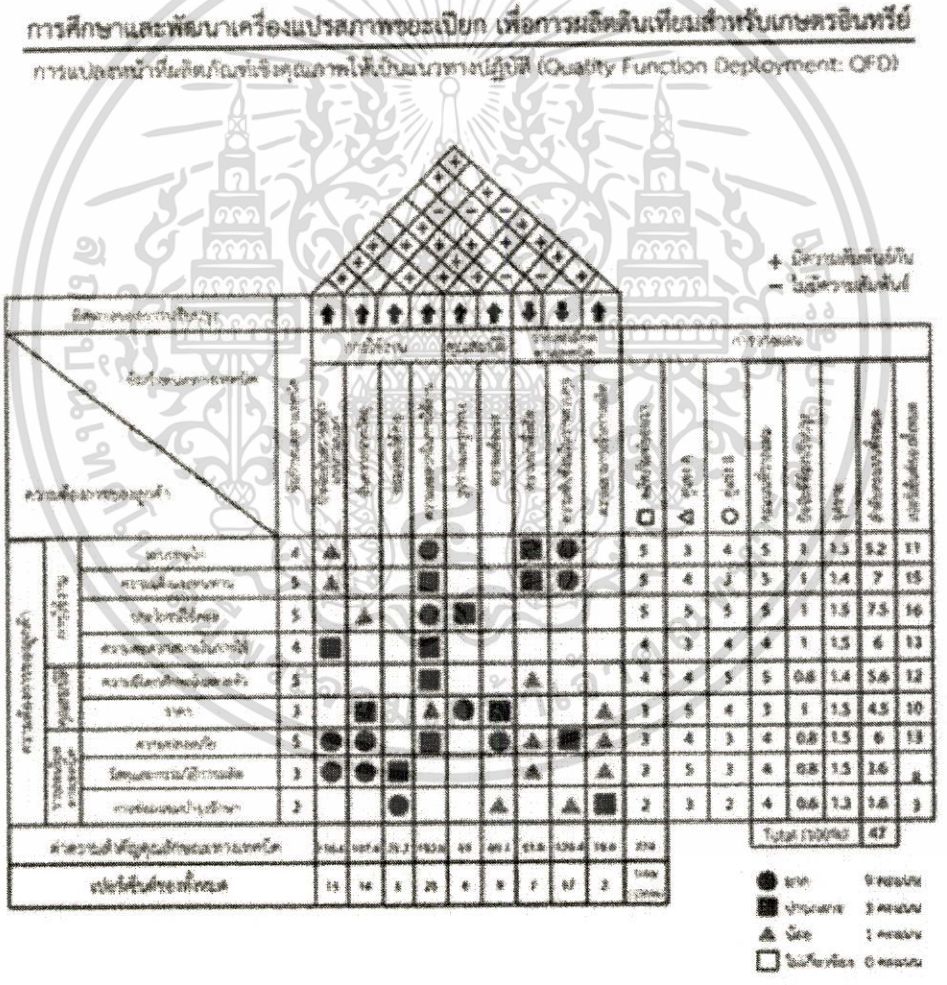
ภาพที่ 3 กระบวนการออกแบบและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียก โดยการ Design Development

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ได้รับการประเมินคุณภาพวารสารวิชาการอยู่ในฐานข้อมูล TCI กลุ่ม 1

2. การพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ โดยการประยุกต์ใช้จำแนกการวิเคราะห์การแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวปฏิบัติ (Quality Function Development : QFD) ตามหัวข้อการศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียก เพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ ดังนี้

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์การแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวปฏิบัติ (Quality Function Development : QFD) และกระบวนการวิเคราะห์ของ House of Quality



1) การเปรียบเทียบโกล้เคียง พบว่าผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงรูปแบบ A มีความโดดเด่นในด้านประโยชน์ใช้สอย , ราคาและวัสดุที่ใช้ในการผลิต พร้อมกับมีจุดอ่อนในด้านระบบกลไก , ความสะดวกสบายในการใช้งานและการซ่อมบำรุงรักษา ส่วนผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงรูปแบบ B มีความโดดเด่นในด้านระบบกลไก , ความแข็งแรง , ประโยชน์ใช้สอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ได้รับการประเมินคุณภาพวารสารวิชาการอยู่ในฐานข้อมูล TCI กลุ่ม 1

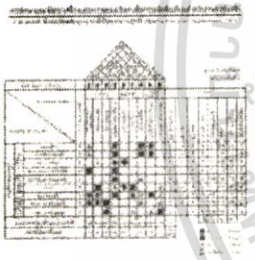
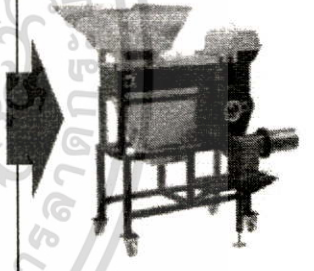
และความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว พร้อมกับมีจุดอ่อนด้านความแข็งแรง , ความปลอดภัยและซ่อมบำรุง

2) ปัจจัยที่ต้องปรับปรุง พบว่า การซ่อมแซมบำรุงรักษา รองลงมาคือด้านความปลอดภัย , วัสดุ กรรมวิธีการผลิตและความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว หากมีการพัฒนาในครั้งต่อไปควรคำนึงถึงปัจจัยนี้

3) จุดขาย พบว่า จุดที่ควรคำนึงสำหรับเครื่องแปรสภาพขยะเปียก เพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์จากการวิเคราะห์ทางด้านการตลาด คือ ประโยชน์ใช้สอย , ความสะดวกสบายในการใช้งาน , ราคา , ความปลอดภัยและวัสดุที่ใช้ในการผลิต จากมุมมองทางด้านการตลาดปัจจัยที่กล่าวมาจะช่วยเพิ่มความน่าสนใจและมั่นใจให้กับผู้บริโภคในการใช้งานเครื่องแปรสภาพขยะเปียกที่พัฒนาใหม่ได้

4) ความต้องการของลูกค้า พบว่าความต้องการของลูกค้าต่อเครื่องแปรสภาพขยะเปียกมากที่สุด คือ ด้านประโยชน์ใช้สอย รองลงมา คือ ความแข็งแรงทนทาน จากข้อมูลที่ได้จากการสอบถามของกลุ่มเป้าหมายผ่านกระบวนการวิเคราะห์ของ House of Quality จะนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ต่อไป

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผู้เชี่ยวชาญในการประเมินผลการคิดเชิงมโนทัศน์

รายการประเมิน		รูปแบบพัฒนาที่ 1			รูปแบบพัฒนาที่ 2			รูปแบบพัฒนาที่ 3 		
		$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1. ใช้งานได้อย่างเหมาะสม		4.17	0.75	มาก	2.83	1.17	ปานกลาง	4.00	0.63	มาก
2. มีความสะดวกในการใช้งาน		4.17	0.75	มาก	3.17	0.75	ปานกลาง	4.00	0.89	มาก
3. สามารถเคลื่อนย้ายสะดวก		3.67	1.03	มาก	2.67	0.82	ปานกลาง	3.33	0.82	ปานกลาง
4. สามารถใช้งานได้ง่าย		4.00	0.63	มาก	3.00	0.63	ปานกลาง	3.83	0.41	มาก
5. การดูแลรักษาไม่ยุ่งยาก		4.17	0.75	มาก	2.67	0.82	ปานกลาง	3.50	1.22	ปานกลาง
6. มีความสวยงามน่าใช้งาน		3.00	0.63	ปานกลาง	2.33	0.52	น้อย	2.83	0.75	ปานกลาง
7. มีรูปแบบทันสมัยน่าสนใจ		3.00	0.63	ปานกลาง	2.17	0.75	น้อย	2.67	0.52	ปานกลาง
8. ผลิตด้วยวัสดุที่เหมาะสม		4.17	0.41	มาก	3.33	0.82	ปานกลาง	3.67	0.82	มาก
9. กรรมวิธีการผลิตเหมาะสม		3.67	0.82	มาก	3.00	0.89	ปานกลาง	3.17	0.75	ปานกลาง
10. แข็งแรงเหมาะสมใช้งาน		4.50	0.84	มาก	3.17	1.33	ปานกลาง	3.33	1.21	ปานกลาง
รวม		3.88	0.40	มาก	2.82	0.62	ปานกลาง	3.45	0.58	ปานกลาง

นำปัจจัยที่ส่งผลต่อรูปทรงและแนวทางการการออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม โดยนำผลลัพธ์ที่ได้มาสร้างเป็นข้อจำกัดทางการออกแบบร่วมด้วยขั้นตอนสรุปแนวความคิดจากกระบวนการ

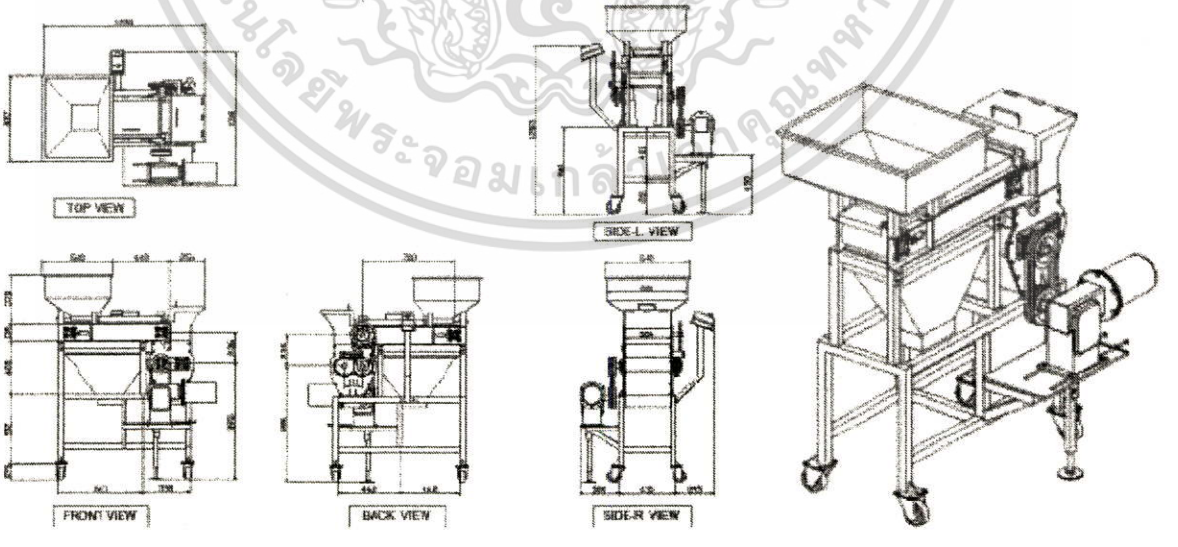
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ได้รับการประเมินคุณภาพวารสารวิชาการอยู่ในฐานข้อมูล TCI กลุ่ม 1

ระดมความคิด 60 รูปแบบ และสรุปรูปแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม จำนวน 3 รูปแบบ

ผลวิเคราะห์จากตารางพบว่า ผลิตภัณฑ์เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม รูปแบบพัฒนาที่ 1 มีระดับความเหมาะสมมาก ($\overline{X}$ =3.88 , S.D.=0.40) รูปแบบพัฒนาที่ 2 มีความเหมาะสมปานกลาง ($\overline{X}$ =2.82 , S.D.=0.62) รูปแบบพัฒนาที่ 3 มีความเหมาะสมมาก ($\overline{X}$ =4.00 , S.D.=0.58) โดยผู้วิจัยนำรูปแบบพัฒนาที่ 3 มาปรับปรุงและกำหนดเป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมต้นแบบ

ภาพที่ 4 ต้นแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกที่ผ่านกระบวนการพัฒนา



ภาพที่ 5 แบบเพื่อการผลิตในระบบอุตสาหกรรมเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ได้รับการประเมินคุณภาพวารสารวิชาการอยู่ในฐานข้อมูล TCI กลุ่ม 1

3. การประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ด้าน ประโยชน์ใช้สอย , ความแข็งแรง , บำรุงรักษา , ราคา , วัสดุและกรรมวิธีการผลิต

ผลการประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียก เป็นดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ โดยกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทางด้านการเกษตรกรรม และกลุ่มเจ้าหน้าส่งเสริมการเกษตรในพื้นที่ จ.นครราชสีมา จำนวน 25 ท่าน โดยผลการประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม ดังนี้

ตารางที่ 4 ผลการประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียก เป็นดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

รายละเอียด (n = 25)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าระดับประสิทธิภาพ
ด้าน : ส่วนสายพานลำเลียงและ: ส่วนบดย่อย	3.90	0.77	ระดับเหมาะสมมาก
ด้าน : ประโยชน์ใช้สอยและการใช้งานบดย่อยเพื่อแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม	4.06	0.56	ระดับเหมาะสมมาก
ด้าน : อุปกรณ์ส่งกำลัง (ส่วนมอเตอร์และระบบส่งกำลังภายในเครื่องส่วนบดย่อย)	4.23	0.61	ระดับเหมาะสมมาก
ด้าน : ความแข็งแรงทนทานและวัสดุในการใช้งาน	4.00	0.68	ระดับเหมาะสมมาก

สรุปผลการศึกษา อันดับที่ 1)ด้านอุปกรณ์ส่งกำลัง (ส่วนมอเตอร์และระบบส่งกำลังภายในเครื่องส่วนบดย่อย) มีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X}$ =4.23 , S.D.=0.61) อันดับที่ 2)ด้านประโยชน์ใช้สอยและการใช้งานบดย่อยเพื่อแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X}$ =4.06 , S.D.=0.56) อันดับที่ 3)ด้านความแข็งแรงทนทานและวัสดุในการใช้งานมีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X}$ =4.06 , S.D.=0.56) จากผลการประเมินประสิทธิภาพ พบว่า จุดเด่นหลักของเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม สำหรับเกษตรอินทรีย์ คือส่วนของอุปกรณ์ส่งกำลังที่มีความเหมาะสมและสามารถสร้างแรงบิดสูงในการบดย่อยเศษขยะเปียกที่มีความแข็งหรือเหนียวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งส่งผลให้เครื่องแปรสภาพขยะเปียกมีประโยชน์ใช้สอยในการใช้งานในการบดย่อยเพื่อแปรสภาพขยะเปียกให้มีความละเอียดและเหมาะสมก่อนการผสมในขั้นตอนการอัดเม็ดดินเทียมขั้นสุดท้าย

4. เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียกด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ผู้วิจัยทำการทดสอบคุณสมบัติของสิ่งเทียมดิน ด้วยการตรวจสอบคุณลักษณะ ด้านลักษณะทางกายภาพ (Physical Testing) และคุณสมบัติทางเคมี (Chemical Testing) ในห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานปี 2548 สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ สรุปผลการทดสอบ ดังนี้

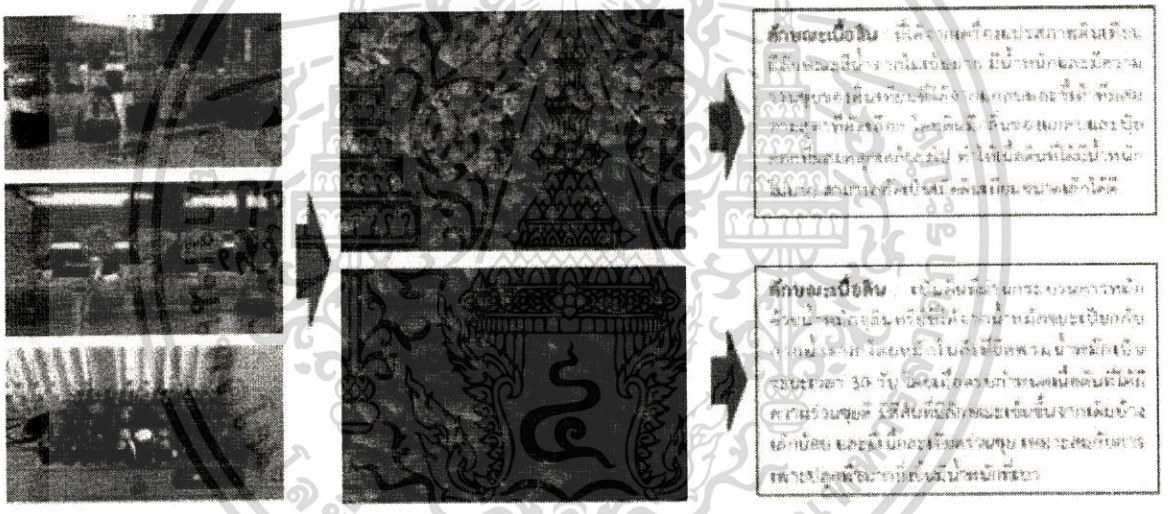
ก) ผลการทดสอบลักษณะทางกายภาพของดินเทียมจากขยะเปียก ลักษณะทางกายภาพของดินเทียมที่ได้จากขยะเปียกนั้นพบว่า มีสีน้ำตาลเข้ม และมีเนื้อดินที่ร่วนซุย และสามารถที่จะบดอัดเป็นเม็ดขนาดเล็กได้ดี มีน้ำหนักที่เบากว่าดินปกติทั่วไป ซึ่งเมื่อนำดินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อเตรียมการหมักดินในรูปแบบการหมักจุลินทรีย์ในถังหมักดินนั้นเมื่อหมักเป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่า เนื้อดินมีสีดำคล้ำขึ้นกว่าเดิมและมีความชื้นผสมมากขึ้นจากระยะแรก ผิวสัมผัสนุ่มมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ได้รับการประเมินคุณภาพวารสารวิชาการอยู่ในฐานข้อมูล TCI กลุ่ม 1

ลักษณะร่วนซุยดีมีกลิ่นคล้ายดินเปียกไม่มีความร้อนเกิดขึ้นระหว่างการหมัก

ข) ผลการทดสอบลักษณะทางเคมี : ผลการทดสอบลักษณะทางเคมีของปุ๋ยหมักในห้องปฏิบัติการพบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic Matter) มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 15.5 ของน้ำหนัก ส่วนอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 11.25: 1 ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) มีค่า4.21 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร ปุ๋ยหมักมีปริมาณความชื้นก่อนและหลัง ค่าเฉลี่ยร้อยละ 72.6 และ 9.6 ของน้ำหนักตามลำดับและค่าความเป็นกรด- ด่าง (pH) มีค่าที่ 8.5 ส่วนผลการทดสอบปริมาณธาตุอาหารหลัก (Primary Macronutrient Analysis) ประกอบด้วย ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด (Total Organic carbon: TOC) ปริมาณไนโตรเจน (Nitrogen, N) ปริมาณฟอสฟอรัส (Phosphorus, P) และปริมาณโพแทสเซียม (Potassium, K) มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 9.2, 0.7, 0.6 และ 0.85 ของน้ำหนักตามลำดับและมีปริมาณโซเดียม (Sodium) ที่ค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.15 ของน้ำหนัก



ภาพที่ 6 กระบวนการทดสอบดินเทียมที่ได้จากเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมที่พัฒนาใหม่

5. การประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ ประเมินโดยกลุ่มเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชอินทรีย์ในพื้นที่ อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา ที่มีประสบการณ์เพาะปลูกพืชเกษตรอินทรีย์เป็นเวลา 10 ปี จำนวน 3 ท่าน

ผลจากการประเมิน พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมของผลระดับความพึงพอใจของกลุ่มเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชอินทรีย์ มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.83 , S.D. = 0.34) นั้นเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์นั้นในภาพรวมเครื่องที่พัฒนาใหม่มีความเหมาะสมในส่วนของระบบกลไกในการขับเคลื่อนและส่วนของสายพานลำเลียงเพื่อแยกส่วนกากและส่วนน้ำของขยะเปียกออกจากกัน ซึ่งผ่านการควบคุมด้วยแผงควบคุมเพียงปุ่มสัมผัสเดียว ทำให้ง่ายต่อการใช้งานและควบคุมอุปกรณ์ที่มีลักษณะกึ่งอัตโนมัติเพื่อแปรสภาพขยะเปียกในส่วนกระบวนการบดย่อย ดังสามารถแสดงรายละเอียดของผลการประเมินค่าระดับความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ได้รับการประเมินคุณภาพวารสารวิชาการอยู่ในฐานข้อมูล TCI กลุ่ม 1

ตารางที่ 5 แสดงระดับความพึงพอใจของกลุ่มเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชอินทรีย์ (n = 3)

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1. รูปแบบเครื่องแปรสภาพมีความง่ายในการผลิตดินเทียมจากขยะเปียก	3.67	0.57	ระดับมาก
2. รูปแบบมีความง่ายในการใช้งานเพื่อการผลิตดินเทียม (ขั้นตอนการเท)	3.67	0.57	ระดับมาก
3. โครงสร้างมีความแข็งแรงและเหมาะสมกับการใช้งาน	4.00	0.00	ระดับมาก
4. รูปแบบส่วนบดย่อยเพื่อการผลิตดินเทียม (ขั้นตอนการบด)	3.67	0.57	ระดับมาก
5. เครื่องแปรสภาพมีความสะดวกสบายในการใช้งาน	4.00	1.00	ระดับมาก
6. ผลิตภัณฑ์สามารถแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมได้เหมาะสม	3.67	0.57	ระดับมาก
7. ระบบกลไกการทำงานของเครื่องย่อยมีความเหมาะสม	3.67	0.57	ระดับมาก
8. ตำแหน่งการควบคุมเครื่องจักรมีความเหมาะสมในการใช้งาน	4.00	0.00	ระดับมาก
9. การวางตำแหน่งส่วนลำเลียงขยะเปียกมีการแยกส่วนน้ำและกากได้ดี	4.00	0.00	ระดับมาก
10. โครงสร้างเครื่องสามารถทนการกระแทกและสั่นสะเทือนขณะใช้ได้ดี	4.00	0.00	ระดับมาก
11. เครื่องแปรสภาพขยะเปียกสามารถใช้งานง่ายไม่ยุ่งยาก	4.00	0.00	ระดับมาก
12. สร้างมุมมองที่ดีต่อกระบวนการใช้ประโยชน์จากขยะเปียกได้	3.67	0.57	ระดับมาก
13. สามารถช่วยให้เห็นประโยชน์ของขยะเปียกในการเกษตรกรรมได้	3.67	0.57	ระดับมาก
14. เครื่องแปรสภาพขยะเปียกมีความสวยงามแสดงถึงเทคโนโลยีได้	4.00	0.00	ระดับมาก
15. เครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ในการสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน	3.67	0.57	ระดับมาก
16. การดูแลรักษาง่ายต่อการซ่อมบำรุงตรวจสอบได้ง่ายไม่ซับซ้อน	4.00	0.00	ระดับมาก
รวมค่าเฉลี่ย	**3.83**	**0.34**	**ระดับมาก**

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยเรื่องการศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม เพื่อเกษตรอินทรีย์ นั้น สามารถสรุปรายวัตถุประสงค์ได้ดังนี้

1. ข้อจำกัดทางการออกแบบใหม่นั้นเน้นการตอบสนองกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกที่เกิดขึ้นในพื้นที่โรงงานอุตสาหกรรมและสถานศึกษา โดยสรุปมีความเห็นว่า การที่สังคมของชุมชนหรือโรงงานที่มีเศษอาหารเหลือทิ้งจำนวนมากนั้นจะมีปัญหาเกี่ยวกับเศษขยะเปียกทวีปัญหามากยิ่งขึ้นและบุคคลที่รับผิดชอบไม่มีความรู้สึกอยากจะปฏิบัติงานเนื่องจากกลิ่น ดังนั้น การสร้างมุมมองและทัศนคติที่สร้างความสะดวกสบายและสร้างรูปแบบการแปรสภาพที่ก่อให้เกิดประโยชน์อย่างชัดเจนเป็นรูปธรรมได้จะช่วยให้บุคคลทั่วไปสามารถมองเห็นและรับรู้แนวทางการประยุกต์ได้มากยิ่งขึ้น โดยมุ่งเน้นพัฒนาขั้นตอนกระบวนการทางด้านการแปรสภาพของขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

2. ขั้นออกแบบนำข้อคำถึงถึง เน้นเป้าหมายการนำขยะเปียกในรูปแบบของเศษเหลือทิ้งต่างๆมาประยุกต์ใช้งานเป็นรูปแบบผลิตภัณฑ์หรือเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกแก่มนุษย์ในมุมมองต่างๆ และดำเนินการภายได้กรอบความเป็นอิสระทางความของนักวิจัยเพื่อจะได้ความคิดเห็นหรือแนวคิดที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยนำเสนอแนวคิดที่สามารถดำเนินการจริง จากการวิเคราะห์ QFD พบว่า ปัจจัยที่ต้องปรับปรุง คือ การซ่อมแซมบำรุงรักษา ด้านความปลอดภัย ด้านวัสดุกรรมวิธีการผลิตและความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว ในส่วนของ จุดขายในการออกแบบ พบว่า ควรเน้นที่ด้านประโยชน์ใช้สอยเป็นหลักและด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน และการการคาดการณ์ความต้องการของลูกค้า พบว่า ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ได้รับการประเมินคุณภาพวารสารวิชาการอยู่ในฐานข้อมูล TCI กลุ่ม 1

ต้องการของลูกค้า คือ ความคาดหวังด้านประโยชน์ใช้สอย รองลงมา คือ ความแข็งแรงทนทาน

3. ประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ที่เน้นการประเมินรายด้าน ประโยชน์ใช้สอย , ความแข็งแรง , บำรุงรักษา , ราคา , วัสดุและกรรมวิธีการผลิต พบว่า สรุปผลการศึกษา นั้นพบว่า อันดับที่ 1)ด้านอุปกรณ์ส่งกำลัง (ส่วนมอเตอร์และระบบส่งกำลังภายในเครื่องส่วนบดย่อย) มีความเหมาะสมระดับมาก อันดับที่ 2) ด้านประโยชน์ใช้สอยและการใช้งานบดย่อยเพื่อแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมีความเหมาะสมระดับมาก อันดับที่ 3)ด้านความแข็งแรงทนทานและวัสดุในการใช้งานมีความเหมาะสมระดับมาก

4. คุณสมบัติดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียกด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K พบว่า ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด (Total Organic carbon: TOC) ปริมาณไนโตรเจน (Nitrogen, N)= 9.2% ปริมาณฟอสฟอรัส (Phosphorus, P)=0.7% และปริมาณโพแทสเซียม (Potassium, K)=0.6%

5. ค่าเฉลี่ยรวมของผลระดับความพึงพอใจของกลุ่มเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชอินทรีย์ มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.83 , S.D. = 0.34) ซึ่งสรุปได้ว่าตัวเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมที่พัฒนาใหม่นั้น มีจุดเด่น คือ ตำแหน่งการควบคุมเครื่องจักรมีความเหมาะสมในการใช้งานตลอดจนการวางตำแหน่งส่วนลำเลียงขยะเปียกมีการแยกส่วนน้ำและกากได้ดี ซึ่งตัวเครื่องมีโครงสร้างทนการกระแทกและสั่นสะเทือนขณะใช้ได้ดี

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ นั้นสามารถสรุปผลการวิจัยรายวัตถุประสงค์ที่ทำการวิจัย จำนวน 5 ข้อ ดังนี้

1. ส่วนการศึกษากระบวนการขั้นตอนแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ นั้นในพื้นที่โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่และสถานศึกษานั้นพบปัญหาในการกำจัดขยะเปียกที่ส่งผลกระทบทางด้านปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ประกอบด้วย 1)ปัญหาทางด้านกลิ่น 2)ปัญหาความสกปรก 3)ปัญหาเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคและแมลงพาหะนำเชื้อโรค เช่น แมลงวัน หนู แมลงหวี่ หนอน 4)ปัญหาด้านสถานที่ เป็นต้น ซึ่งปัญหาเหล่านี้ส่งผลกระทบในภาพรวมของทั้ง 2 สถานที่ ซึ่งสอดคล้องกับ นายแพทย์ ชลน่าน ศรีแก้ว (กรมควบคุมมลพิษ. 2551 : 121) ได้แสดงแนวคิด ปัญหาขยะทั่วไปหรือขยะเปียกต้องมีมาตรการมารองรับอย่างเป็นกิจลักษณะเพื่อกระตุ้นให้เกิดการปฏิบัติตามอย่างพร้อมเพรียงในการช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมด้วยการลดจำนวนการทิ้งขยะเปียกต่อสถานที่ต่างๆ ลงหรือควรมีการเพิ่มกระบวนการนำขยะชนิดต่างๆมาใช้ประโยชน์ให้มากขึ้นเพื่อช่วยการลดปริมาณขยะ

2. กระบวนการพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ โดยใช้การจำแนกวิเคราะห์การแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพเป็นแนวปฏิบัติ (Quality Function Development : QFD) พบว่า 1)ปัจจัยที่ต้องปรับปรุง พบว่าการซ่อมแซมบำรุงรักษา รองลงมาคือด้านความปลอดภัย , วัสดุกรรมวิธีการผลิตและความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว หากมีการพัฒนาในครั้งต่อไปควรคำนึงถึงปัจจัยนี้ 2)จุดขาย พบว่าจุดที่ควรคำนึง คือ ประโยชน์ใช้สอย , ความสะดวกสบายในการใช้งาน , ราคา , ความปลอดภัย และวัสดุที่ใช้ในการผลิต ทั้งหมดจะช่วยเพิ่มความน่าสนใจและมั่นใจให้กับผู้บริโภคในการใช้งาน3) ความต้องการของลูกค้า พบว่าความต้องการ คือ ด้านประโยชน์ใช้สอย และความแข็งแรงทนทาน จากข้อมูลที่ผ่านกระบวนการวิเคราะห์ของ House of Quality นั้นสอดคล้องตามแนวคิด “Instructional Design

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ได้รับการประเมินคุณภาพวารสารวิชาการอยู่ในฐานข้อมูล TCI กลุ่ม 1

Integrated with Quality Function Deployment (QFD) and TRIZ40" (จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสงและสมชาย เชะวิเศษ. 2557)

3. ด้านการประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียก เป็นดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ พบว่า จุดเด่นหลัก คือ ส่วนอุปกรณ์ส่งกำลังที่มีความเหมาะสมและสร้างแรงบิดสูงในการบดย่อยเศษขยะเปียกที่มีความแข็งหรือเหนียวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งส่งผลให้มีประโยชน์ใช้สอยในการบดย่อยเพื่อแปรสภาพขยะเปียกมีความละเอียดและเหมาะสมก่อนนำเข้าสู่ขั้นตอนการผสมในการอัดเม็ดดินเทียม สอดคล้องตามกรอบแนวคิดทางด้านกระบวนการประยุกต์การวิจัยในการออกแบบผลิตภัณฑ์ คือ หน้าที่การใช้สอย, ความปลอดภัย, ความแข็งแรง, ความสะดวกสบายการใช้งาน (สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ. 2550:35)

4. คุณสมบัติดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียกด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ด้วยการตรวจสอบคุณลักษณะ ด้านลักษณะทางกายภาพ (Physical Testing) และคุณสมบัติทางเคมี (Chemical Testing) พบว่า ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด (Total Organic carbon: TOC) ปริมาณไนโตรเจน (Nitrogen, N) ปริมาณฟอสฟอรัส (Phosphorus, P) และปริมาณโพแทสเซียม (Potassium, K) มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 9.2, 0.7, 0.6 และ 0.85 ของน้ำหนักตามลำดับและมีปริมาณโซเดียม (Sodium) ที่ค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.15 ของน้ำหนัก โดยสอดคล้องกับแนวคิดที่ว่า ธาตุอาหารพืชส่วนใหญ่อยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ เช่น ไนโตรเจนอยู่ในสารประกอบจำพวกโปรตีน เมื่อใส่ลงไปในดินพืชจะไม่สามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ทันที แต่ต้องผ่านกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์ในดิน แล้วปลดปล่อยธาตุอาหารเหล่านั้นออกมาในรูปสารประกอบอินทรีย์ (สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2556)

6.5 ระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ ประเมินโดยกลุ่มเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชอินทรีย์ พบว่า มีความพึงพอใจในระดับมาก ภาพรวมเครื่องที่พัฒนาใหม่มีความเหมาะสมในส่วนของระบบกลไกในการขับเคลื่อนเครื่องแปรสภาพและส่วนของสายพานลำเลียงที่สามารถแยกส่วนกากและส่วนน้ำของขยะเปียกออกจากกัน สอดคล้องกับแนวคิด "การสร้างสรรค์เชิงมโนทัศน์ในกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์" ในส่วนของหลักการคิดวิเคราะห์เพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยกระบวนการคิดในกรอบ (ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา. 2557:36)

ข้อเสนอแนะการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้นั้นเป็นกระบวนการวิจัยที่เน้นการผสมผสานแนวความคิดในการออกแบบและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม โดยเน้นที่การนำเสนอกระบวนการได้มาของการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการวิเคราะห์ด้วยหลักการและทฤษฎีที่มีความหลากหลายของวิธีการได้มาของข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยคาดหวังว่ากระบวนการผสมผสานแนวคิดการประยุกต์ใช้กระบวนการวิจัยที่หลากหลายจะสามารถช่วยสร้างมุมมองและแนวทางในการดำเนินการวิจัยในเชิงการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้อย่างเหมาะสม และช่วยจุดประกายให้นักออกแบบได้นำแนวความคิดสร้างสรรค์มาประกอบในการวิจัยอย่างเหมาะสม

Reference

Arrayawinyoo, P. (1999). **Inclusive education for children with special needs.** Bangkok: Wankaew printing limited partnership.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ได้รับการประเมินคุณภาพวารสารวิชาการอยู่ในฐานข้อมูล TCI กลุ่ม 1

Chaichanavijit, A. (2014). **Inside the box.** Bangkok : WeLearn Co., Ltd.

Chandhasa, R. et al. (2016). **The cultural identity of ethnic handicrafts products appeared in Tai Lue Vetiver Phayao Province.** Research and Development Journal Suan Sunandha Rajabhat University (8)1. Bangkok : Suan Sunandha Rajabhat University.

Egwutvongsa, S. (2016). **Thinking for develop industrial products.** Bangkok : Min service supply press printing.

Juito, S. (2011). **Innovation Management.** Bangkok : The Office of the University Press, Sukhothaithamrnathirat .

Louhapensen, J. (2014). **Accepted and will be published in Applied Mechanics and Materials.** Instructional Design Integrated with Quality Function Deployment(QFD) and TRIZ40.

NopKet, R. (1993). **General Psychology.** Bangkok: Color slide club bangkok : Amarinprinting and publishing public company limited

Pinkoon, D. (2015). **Creative marketing for new marketing.** Bangkok : Amarin printing and publishing public company limited.

Suksod, T. (2001). Industrial Design. Edition First Printing. Bangkok : Odeon Store.

Thirajit, V. (2004). **Education for Children with special needs.** Bangkok : Chulalongkorn University Press.

Tangcharoen, W. (1996). **design.** Bangkok : Odeon Store.

Thaothong, S.(2016). **Art academic research to create a practical art.** Bangkok : Charansanitwong printing Co.,Ltd.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสัมมนาวิชาการ "โครงการประชุมวิชาการระดับชาติ โฮมภูมิ ครั้งที่ 3 ภูมิปัญญาสู่อนาคต: Wisdom to the Future" คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น วันที่ 15-16 มิถุนายน 2560

บูรณาการทักษะการเรียนรู้ (PBL) ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์

Integrated problem-based learning (PBL) by process thinking economy : the creative economy

รศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา*
momojojo108@gmail.com
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผศ.ณัฐธิกานต์ ปิ่นจุไร**
gapomdesign@gmail.com
มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

บทคัดย่อภาษาไทย:

การบูรณาการทักษะการเรียนรู้ (PBL) ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อศึกษารูปแบบการเรียนรู้ PBL และ กระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ 2) เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ 3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพการเรียนรู้ ก่อน-หลัง ในทักษะการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 จำนวน 6 ด้าน ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ 4) เพื่อประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 15 คน โดยการทดสอบจัดแบ่งการควบคุมตัวแปร 1 กลุ่ม เป็นกลุ่มที่มีการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการสอนแบบ PBL ตามกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ เครื่องมือการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ 1.แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อหาประสิทธิภาพของหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) 2.แบบประเมินความพึงพอใจต่อรูปแบบหนังสือเสริมทักษะและโครงการ (Project) 3.แบบประเมินความพึงพอใจรูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ด้านทรัพยากรธรรมชาติ ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านเกษตรกรรม ด้านคณิตศาสตร์ ด้านการเพิ่มมูลค่า และด้านเศรษฐศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า การหาประสิทธิภาพของหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) จากการทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน ได้ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการต่อค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1 : E_2) เท่ากับ 72.33 : 84.67 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80:80

ประเมินความพึงพอใจรูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ด้านทรัพยากรธรรมชาติ ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านเกษตรกรรม ด้านคณิตศาสตร์ ด้านการเพิ่มมูลค่า และด้านเศรษฐศาสตร์ พบว่า

---

* ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
** ณัฐธิกานต์ ปิ่นจุไร อาจารย์โปรแกรมวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมเพื่อการเกษตรกรรมอินทรีย์ ซึ่งได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก สภาการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ มีความเห็นว่ารูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ที่ได้จากการบูรณาการองค์ความรู้จากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม ทั้งรูปแบบหนังสือเสริมทักษะและโครงการ (Project) รวมถึงความพึงพอใจในด้านทรัพยากรธรรมชาติ ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านเกษตรกรรม ด้านคณิตศาสตร์ ด้านการเพิ่มมูลค่า และด้านเศรษฐศาสตร์ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: บูรณาการทักษะการเรียนรู้ (PBL), กระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ, เศรษฐกิจสร้างสรรค์

Abstract:

This research in the title of learning skill integration (PBL) with eco thinking process has the objectives as this following:1. To study for PBL learning style and eco thinking process : creative economy 2. To develop PBL learning style with eco thinking process : creative economy 3. To take assessment of pre-test and post-test learning efficiency in 21 century learning skill totally 6 fields with eco thinking skill : creative economy 4. To take assessment of effectiveness with satisfaction level value affecting to PBL learning style with eco thinking process : creative economy

The population and the group sampling used in this research are the students in grade 5 of Nongweangwittayakom School in Sekhio District of Nakorn Ratchasima province totally 15 people. Besides, it has tested by dividing to control variable in 1 group as PBL according to the eco thinking process : creative economy. Similarly, the tools used in this research are as this following:1. Pre-test and post-test to find the efficiency of skill books and projects 2. Satisfaction assessment affecting to skill book styles and projects 3. Satisfaction assessment of PBL learning style with eco thinking process : creative economy with natural resources , environments , agricultures , mathematics , adding values and economics

According to the result for finding efficiency of skill books and projects from testing with the group sampling or 15 students , it was found that there was the efficiency value of process to the efficiency value of result (E_1 : E_2) equally to 72.33 : 84.67 as the determined standard or 80:80.

In addition, it is based on the satisfaction assessment of PBL learning style with eco thinking process : creative economy with natural resources , environments , agricultures , mathematics , adding value and economics. Similarly, it was found that the specialists and the experts have the opinions with PBL learning style in eco thinking : creative economics from the knowledge integration of garbage transforming into artificial soil for skill books and projects in most suitable level. As the result, it is relevant to satisfaction of natural resources , environments , agricultures , adding values and economics.

Keywords: Learning Skill Integration (PBL), Eco Thinking Process , Creative Economy

บทนำ:

ยุคศตวรรษที่ 21 เป็นยุคที่มีเทคโนโลยีสูงและมีความทันสมัย ดังนั้นข้อมูลที่มีสำหรับการเรียนรู้แบบท่องจำจึงมีจำนวนมากมายมหาศาลจนเด็กไม่สามารถที่จะจดจำได้ทั้งหมด ดังนั้นการส่งเสริมเด็กในยุคศตวรรษที่ 21 จึงมิใช้การส่งเสริมให้เด็กเรียนแบบท่องจำ แต่ควรเป็นการส่งเสริมทักษะทางความคิดทั้งในรูปแบบของ 1) การสร้างทักษะการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างความรู้สึกอยากเรียนรู้และใฝ่รู้ 2) ทักษะการใช้ชีวิตและประสบการณ์จริงที่เน้นการสร้างทักษะการดำรงชีวิต การสร้างความรู้ประกอบอาชีพในอนาคต ซึ่งทั้ง 2 ด้านนั้น เด็กจะต้องมีความเข้าใจในประเด็นสาระความรู้ที่เกี่ยวข้องกับโลก ซึ่งโครงสร้างพื้นฐาน 4 ด้าน ที่จะทำให้ทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษประสบความสำเร็จโดยจะต้องมีการสร้างเป้าหมาย 3 รูปแบบ เพื่อสร้างพื้นฐานทางความคิด เพื่อนำมาบูรณาการร่วมกับองค์ความรู้ที่ต้องการเสริมสร้างให้เด็ก ซึ่งเป้าหมายคือ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานและการประเมินในยุคศตวรรษที่ 21 หลักสูตรและการเรียนการสอนในยุคศตวรรษที่ 21 การพัฒนาครูในยุคศตวรรษที่ 21 ด้วยคำถามการวิจัยครั้งนี้คือ “เรียนอย่างไรมีความสุข สนุก และอยากจะเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ บูรณาการเพื่อสร้างอนาคตที่ยั่งยืนบนวิถีเกษตรชุมชน”

ดังนั้นการสอนในยุคศตวรรษที่ 21 ควรจะเน้นทางด้านความรู้ที่มีความจำเป็นต่อเด็ก ให้สามารถต่อยอดทางความคิดได้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการเปลี่ยนรูปแบบของการศึกษาแบบเดิมให้เกิดการพัฒนาเป็น “การเปลี่ยนความรู้ไปสู่ทักษะ” และมีการเน้นที่นักเรียนเป็นหลักสำคัญ ซึ่งจะเน้นการเรียนรู้จากการปฏิบัติ (PBL : Project Based Learning) เน้นการสร้างรูปแบบการเรียนรู้ที่ได้จากการคิดแก้ไขปัญหาและมีการปฏิบัติจริง โดยที่ครูผู้สอนเป็นเพียงผู้ดูแลและแนะนำเท่านั้น ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้ในเชิงโครงงานแก้ไขปัญหานี้ จะฝึกให้เด็กได้เรียนรู้ผ่านทักษะที่มีการบูรณาการร่วมโดยผ่านโครงงาน

การศึกษาในศตวรรษที่ 21 นั้นเป็นรูปแบบของการส่งเสริมให้เด็กสามารถที่จะคิดอย่างเป็นกระบวนการตั้งแต่แรกเริ่มจนกระทั่งจบโครงการศึกษา ซึ่งการเรียนรู้แบบโครงการ (Project) จะช่วยให้เด็กสามารถเรียนรู้ตั้งแต่สภาพปัญหาที่เกิดจนกลายเป็นประเด็นที่ต้องการแก้ไข จากนั้นเรียนรู้และทดลองสร้างวิธีแก้ไขจนกระทั่งสามารถแก้ไขปัญหาเหล่านั้นได้ ซึ่งการเรียนรู้ในรูปแบบโครงการนี้จะช่วยสร้างสมาธิและปัญหาไปพร้อมกัน โดยรวบรวมจากศักยภาพของชุมชน การพัฒนาและประยุกต์ในการเรียนรู้ของเด็ก ซึ่งการบูรณาการศักยภาพของชุมชนสู่การเรียนรู้อย่างยั่งยืนนี้จะเป็นการสร้างรูปแบบการเรียนรู้จากประสบการณ์จริงของเด็ก เพื่อสร้างโครงสร้างทางการเรียนรู้ของเด็ก เมื่อเรียนแล้วเด็กสามารถนำเอาสิ่งที่ได้เรียนไปปฏิบัติจริงได้และยังสามารถสร้างอาชีพให้กับตนเองในอนาคตได้ ซึ่งผลลัพธ์ที่เกิดจากการเรียนรู้ด้วยศักยภาพของชุมชนหรือท้องถิ่นตนเองจะสามารถสร้างความรู้ที่มีความเหมาะสมกับชุมชนและท้องถิ่นที่เด็กอาศัย จนกระทั่งเด็กสามารถนำเอาความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้และประยุกต์ได้อย่างหลากหลายและยังสามารถสร้างอาชีพหรือแม้กระทั่งสร้างมุมมองที่ดีต่อชุมชนตนเองในขณะที่เด็กเรียนรู้ ดังนั้นครูผู้สอนจะต้องทำการออกแบบบทเรียนที่เน้นให้เด็กได้เรียนจากสภาพแวดล้อมจริงและมีความใกล้เคียงกับสภาพแวดล้อมแห่งความเป็นจริงที่สุด

การวิจัยครั้งนี้จะเป็นการวิจัยในเชิงประยุกต์ เน้นการนำสิ่งที่เป็นศักยภาพหรือสิ่งที่ด้อยค่าในชุมชนของเด็กมาใช้ประยุกต์เพื่อสร้างการเรียนรู้ด้วยแนวคิดที่ว่า “ทุกสรรพสิ่งในโลกล้วนเป็นสิ่งที่มีประโยชน์” มาประยุกต์ร่วมในการเรียนรู้ของเด็ก เช่น การนำเอาเศษอาหารที่เหลือทิ้งหรือขยะเปียกที่เกิดขึ้นในโรงเรียนมาเป็นโจทย์ เพื่อให้เด็กได้คิดและแก้ไขปัญหา โดยนำเอาศักยภาพของท้องถิ่นตนเองมาประยุกต์เพื่อแก้ไขจนสามารถที่จะแก้ไขและนำสิ่งเหล่านี้มาใช้ เพื่อสร้างการเรียนรู้จนสามารถต่อยอดทางความคิดและนำเอาทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่นของเด็ก ภูมิปัญญาท้องถิ่น ปราชญ์ชุมชนมาช่วยในการบูรณาการ เพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจในการเพิ่มศักยภาพ เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาที่พบและก่อให้เกิดกระบวนการคิดเชิงวิพากษ์ตามศตวรรษที่ 21 ซึ่งเน้นการนำการเรียนรู้ร่วมกับชุมชน เพื่อที่เด็กจะได้เรียนรู้อาชีพในท้องถิ่นหรือชุมชม ในการนำมาบูรณาการทางการเรียนรู้และพัฒนา โดยมีการใช้ทักษะและความรู้ในชุมชนมาบูรณาการร่วมกัน เพื่อสร้างมุมมองทางกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ให้เกิดขึ้นในเด็กยุคศตวรรษที่ 21 ให้รักษ์สิ่งแวดล้อมและรู้จักใช้ทรัพยากรที่อยู่อย่างคุ้มค่า

วัตถุประสงค์ของบทความ:

1.เพื่อศึกษารูปแบบการเรียนรู้ PBL และ กระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์

2. เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์

3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพการเรียนรู้ ก่อน-หลัง ในทักษะการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 จำนวน 6 ด้าน ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์

4. เพื่อประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์

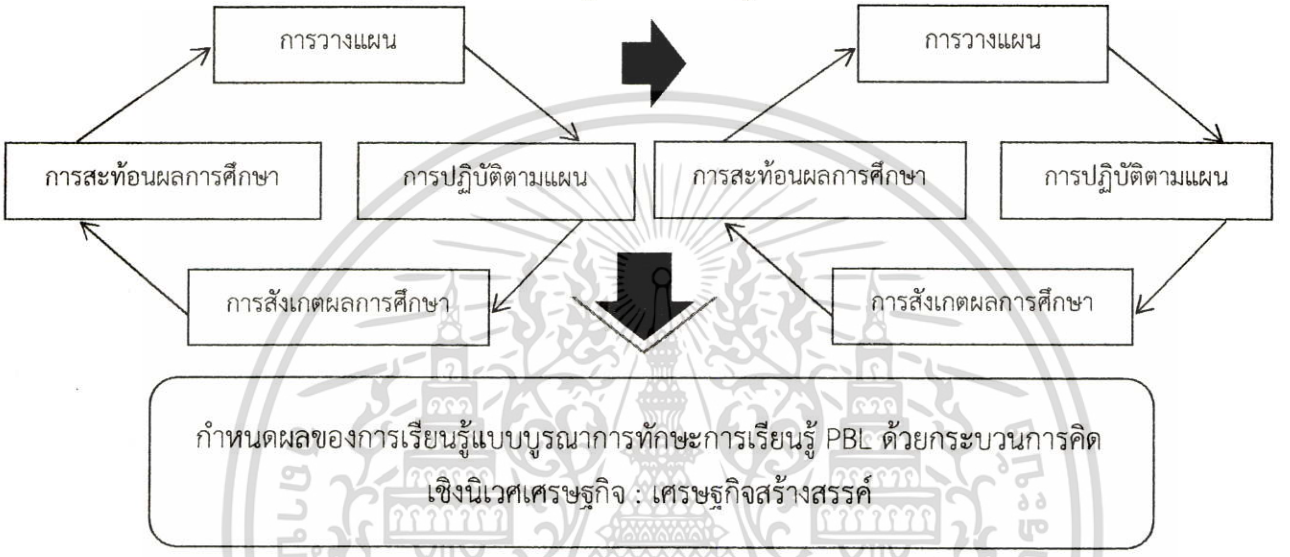
วิธีการวิจัย

การวิจัยบูรณาการทักษะการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ครั้งนี้จะเป็นการสร้างรูปแบบการเรียนรู้ที่มีการผสมผสานศาสตร์ในรูปแบบของการวิจัยประยุกต์ร่วมกันระหว่าง 1) ศาสตร์ทางด้านการศึกษา 2) ศาสตร์ทางด้านการออกแบบ 3) ศาสตร์ทางด้านการเกษตรกรรม 4) ศาสตร์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ ซึ่งจะเน้นการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำโครงงาน (Project) มาใช้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยมีการประยุกต์ศาสตร์ต่างๆ เข้าร่วมในการวิจัย ด้วยการใช้ความรู้จากกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิเข้าร่วม โดยการนำองค์ความรู้จากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมาพัฒนา เพื่อใช้ในการเรียนการสอนของเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 15 คน ในโรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา โดยเน้นรูปแบบการเรียนรู้ลักษณะของการบูรณาความรู้จากสิ่งแวดล้อมรอบตัวนักเรียน มาสร้างเป็นความรู้ที่ใช้สำหรับการเรียนรู้อย่างเหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นของนักเรียน โดยกระบวนการวิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐานของเด็กนักเรียนและท้องถิ่น

ตารางที่ 1 ขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้

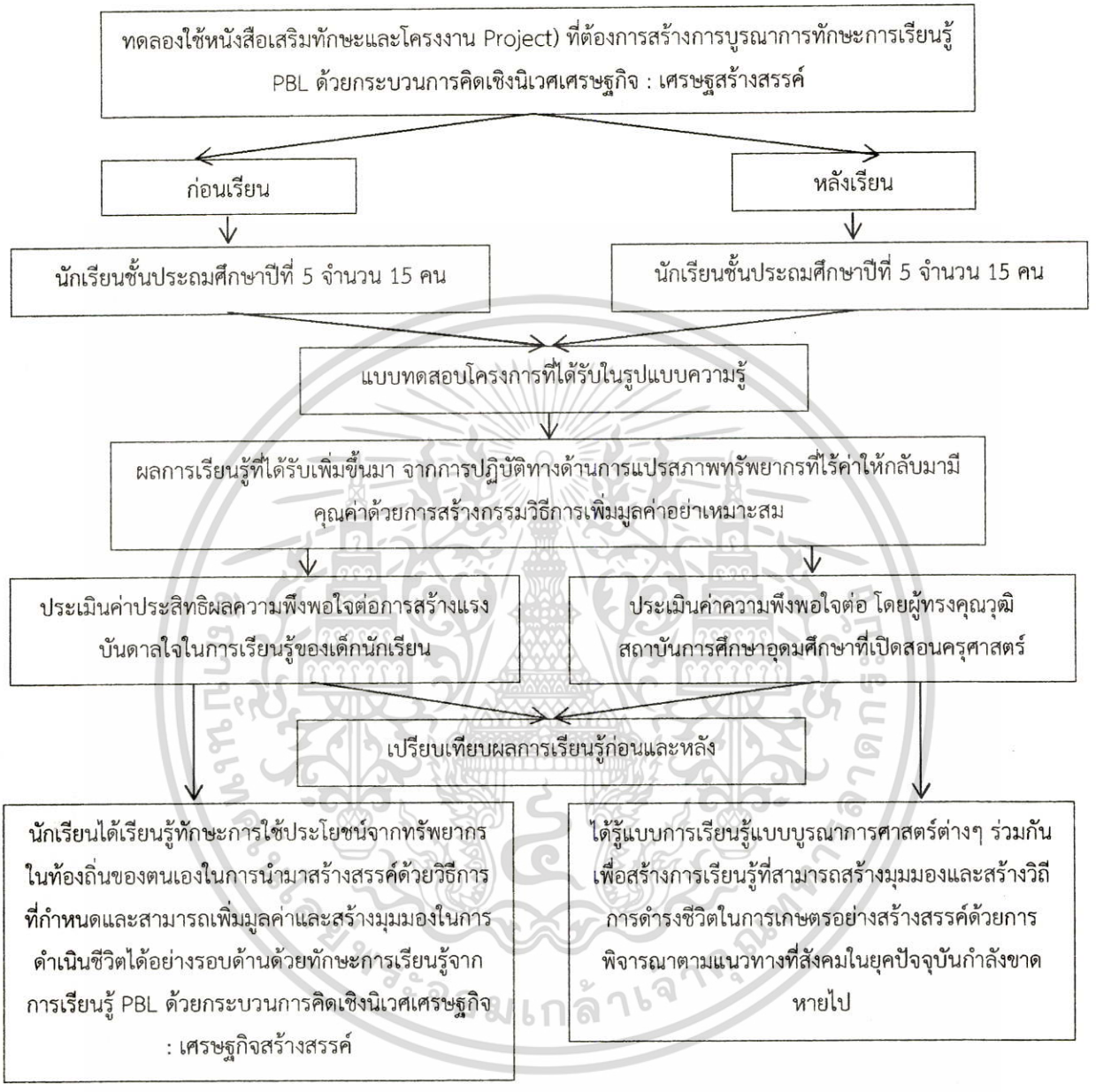


ผู้วิจัยได้นำองค์ความรู้จากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมาบูรณาการความรู้เข้ากับรายวิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเกษตรกรรม และวิชาคณิตศาสตร์ โดยได้วางแผนการพัฒนาด้วยการรวบรวมองค์ความรู้ต่างๆ แล้วทำการพัฒนาหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) ซึ่งนำมาบูรณาการกับการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนเรียนรู้กระบวนการแปรสภาพขยะเปียกภายในโรงเรียนและชุมชนให้เป็นดินเทียม แล้วนำมาใช้ในการปลูกพืชผักแบบปลูกยกแปลง เลี้ยงดูให้เติบโตแล้วทำการเก็บเกี่ยว เพื่อใช้ในการบริโภคและการจัดจำหน่ายสู่ชุมชน ซึ่งเป็นการบูรณาการองค์ความรู้เข้ากับวิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเกษตรและวิชาคณิตศาสตร์

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1.แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อหาประสิทธิภาพของหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) 2.แบบประเมินความพึงพอใจต่อรูปแบบหนังสือเสริมทักษะและโครงการ (Project) 3.แบบประเมินความพึงพอใจรูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ด้านทรัพยากรธรรมชาติ ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านเกษตรกรรม ด้านคณิตศาสตร์ ด้านการเพิ่มมูลค่า และด้านเศรษฐศาสตร์ 4.แบบสังเกต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 การสังเกตและประเมินผลการพัฒนาหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) ที่ต้องการสร้างการบูรณาการทักษะการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์



ผลการวิจัย:

1) เพื่อศึกษารูปแบบการเรียนรู้ PBL และกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ โดยผลจากกระบวนการศึกษาเบื้องต้นนั้น เป็นการต่อยอดนำองค์ความรู้จากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมาพัฒนา เพื่อใช้ในการเรียนการสอนของเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา โดยเน้นรูปแบบการเรียนรู้ลักษณะของการบูรณาความรู้จากสิ่งแวดล้อมรอบตัวนักเรียน มาสร้างเป็นความรู้ที่ใช้สำหรับการเรียนรู้อย่างเหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นของนักเรียน โดยกระบวนการวิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐานของเด็กนักเรียนและท้องถิ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ โดยผลจากกระบวนการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ เป็นการนำองค์ความรู้จากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมาบูรณาการความรู้เข้ากับรายวิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเกษตรกรรม และวิชาคณิตศาสตร์ ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา โดยเน้นรูปแบบการเรียนรู้แบบ PBL ให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และนำทักษะต่างๆ มาประยุกต์ใช้กับทรัพยากรในท้องถิ่นที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์

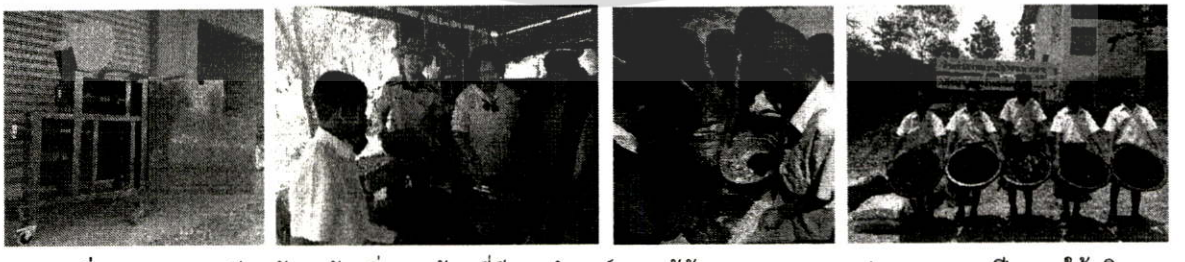
ในการนำองค์ความรู้จากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมาบูรณาการความรู้เข้ากับรายวิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเกษตรกรรม และวิชาคณิตศาสตร์นั้น ผู้วิจัยได้วางแผนการพัฒนาโดยการรวบรวมองค์ความรู้ต่างๆ แล้วทำการพัฒนาหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) ซึ่งนำมาบูรณาการกับการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนเรียนรู้กระบวนการแปรสภาพขยะเปียกภายในโรงเรียนและชุมชนให้เป็นดินเทียม แล้วนำมาใช้ในการปลูกพืชผักแบบปลูกยกแปลงเลี้ยงดูให้เติบโตแล้วทำการเก็บเกี่ยว เพื่อใช้ในการบริโภคและการจัดจำหน่ายสู่ชุมชน ซึ่งเป็นการบูรณาการองค์ความรู้เข้ากับวิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเกษตรและวิชาคณิตศาสตร์

3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพการเรียนรู้ ก่อน-หลัง ในทักษะการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 จำนวน 6 ด้าน ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ในส่วนของการประเมินประสิทธิภาพการเรียนรู้ ก่อน-หลัง ในทักษะการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 จำนวน 6 ด้าน ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ซึ่งผู้วิจัยได้ประเมินประสิทธิภาพเป็นรายด้าน ดังนี้

(ก) ด้านทรัพยากรธรรมชาติ ผู้วิจัยพบว่า การนำองค์ความรู้จากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมาใช้มีส่วนช่วยในการนำทรัพยากรธรรมชาติที่เหลือใช้ในพื้นที่หรือในชุมชน เช่น ขยะเปียก จำพวกเศษอาหารที่เหลือจากการรับประทานหรืออื่นๆ ให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตได้มากขึ้น

ภาพที่ 1 บูรณาการเรียนรู้ทางด้านการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติที่เหลือทิ้งและก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมจากขยะเปียกที่เกิดขึ้นจากเศษอาหารที่รับประทานเหลือในโรงเรียน

(ข) ด้านสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยพบว่า การนำองค์ความรู้จากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมาใช้ทำให้สภาพแวดล้อมด้านต่างๆดีขึ้น ขยะเปียกน้อยลงและสามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้มีประโยชน์ได้



ภาพที่ 2 บูรณาการเรียนรู้ทางด้านสิ่งแวดล้อมที่มีการนำองค์ความรู้ด้านกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกมาใช้ผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ค) ด้านการเกษตรกรรม ผู้วิจัยพบว่า การนำดินเทียมที่ได้จากการแปรสภาพขยะเปียกมาใช้ในการเกษตร สามารถนำมาใช้ในการปลูกพืนผัก เพื่อทดแทนดินจริงได้เป็นอย่างดี

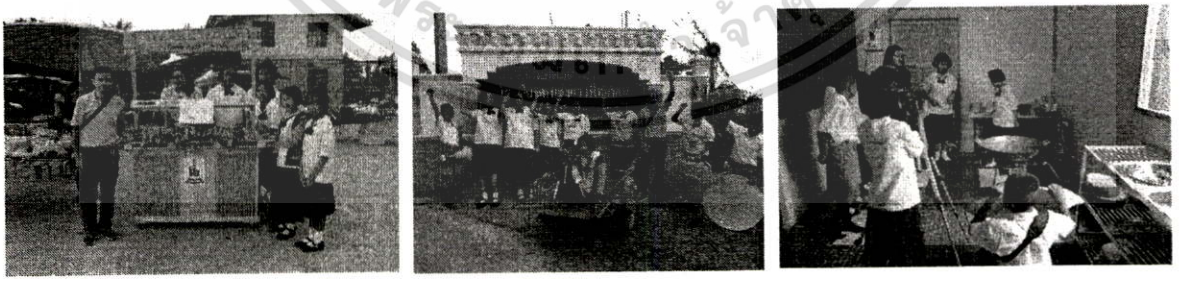
ภาพที่ 3 บูรณาการเรียนรู้ทางด้านเกษตรกรรม ที่เน้นการเพาะปลูกพืชผักสวนครัวด้วยการใช้ดินเทียมจากขยะเปียก

(ง) ด้านคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยพบว่า เมื่อมีการนำดินเทียมจากการแปรรูปขยะเปียกมาใช้ในการปลูกพืชผักจนได้ผลผลิตแล้ว มีการนำมาวางจำหน่าย ทำให้มีการคำนวณในส่วนต่างๆ ตั้งแต่การคำนวณทรัพยากร ตลอดจนการคำนวณต้นทุนต่างๆ

(จ) ด้านการเพิ่มมูลค่า ผู้วิจัยพบว่า การนำเอาขยะเปียกมาแปรสภาพเป็นดินเทียม มาใช้ในการปลูกพืชผักจนได้ผลผลิตแล้ว มีการนำมาวางจำหน่าย ถือเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับทรัพยากร และยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับชุมชนอีกด้วย

ภาพที่ 4 บูรณาการเรียนรู้ทางด้านการเพิ่มมูลค่าจากขยะเปียกเป็นดินเทียมและสร้างสรรค์บรรจุภัณฑ์เพื่อจำหน่าย

(ฉ) ด้านเศรษฐศาสตร์ ผู้วิจัยพบว่า การนำดินเทียมจากการแปรรูปขยะเปียกมาใช้ ถือเป็นการส่งเสริมชุมชนอีกทางหนึ่ง ทั้งยังเป็นการส่งเสริมคุณภาพชีวิตและสอดคล้องกับวิถีชีวิตของคนในชุมชน



ภาพที่ 5 บูรณาการเรียนรู้ทางด้านเศรษฐศาสตร์เพื่อส่งเสริมคุณภาพชีวิตของชุมชน บูรณาการสู่โครงการอาหารกลางวันและถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้ประโยชน์จากขยะเปียกสู่สาธารณะ
(การเผยแพร่ข้อมูลขยะเปียกของโรงเรียนหนองแวงวิทยาคม ที่ https://www.youtube.com/watch?v=1HgvHvz0NWc)

ในการประเมินประสิทธิภาพการเรียนรู้ ก่อน-หลัง ในทักษะการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 จำนวน 6 ด้าน ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ผู้วิจัยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3.1) ผลการวิเคราะห์การทดสอบประสิทธิภาพของหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project)

การทดลองขั้นทดสอบเชิงปฏิบัติการ โดยทำการทดลองกับนักเรียนตาบอดที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน โดยผู้วิจัยได้ใช้สูตร E_1 : E_2 ตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80:80 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) ดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 3 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อหาประสิทธิภาพของหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) ขั้นทดลองเชิงปฏิบัติการ

คนที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน			คะแนนรวมแบบทดสอบก่อนเรียน (60)	คะแนนทดสอบหลังเรียน			คะแนนรวมแบบทดสอบหลังเรียน (60)
	วิทยาศาสตร์ (20)	เกษตรกรรม (20)	คณิตศาสตร์ (20)		วิทยาศาสตร์ (20)	เกษตรกรรม (20)	คณิตศาสตร์ (20)	
1	13	16	14	43	15	18	16	49
2	13	15	14	42	14	17	15	46
3	14	15	13	42	15	17	16	48
4	14	17	13	44	16	19	17	52
5	15	18	14	47	16	20	17	53
6	15	16	14	45	17	18	16	51
7	15	17	14	46	16	19	17	52
8	14	16	13	43	17	18	16	51
9	13	15	14	42	15	18	17	50
10	14	17	13	44	16	20	16	52
11	14	16	12	42	16	19	15	50
12	13	16	14	43	17	19	16	52
13	14	16	13	43	17	20	16	53
14	12	16	15	43	15	19	17	51
15	13	15	14	42	16	19	17	52
รวมคะแนน (ก่อนเรียน)				651	รวมคะแนน (หลังเรียน)			762
เฉลี่ยรวม				43.40	เฉลี่ยรวม			50.80
รวมคะแนนเป็นร้อยละ				72.33	รวมคะแนนเป็นร้อยละ			84.67

การหาค่าประสิทธิภาพของหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) (E_1 : E_2) ขั้นทดลองเชิงปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้ใช้สูตร

$$\text{สูตร} \quad E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 = \frac{\frac{651}{15}}{60} \times 100 = 72.33$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{สูตร} \quad E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 \quad = \frac{\frac{762}{15}}{60} \times 100 \quad = 84.67$$

จากตารางที่ 1 พบว่าคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) ในแต่ละรายวิชาสามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ใช้องค์ความรู้จากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมาบูรณาการเข้ากับรายวิชา โดยครูผู้สอนจะสอนในเรื่องคุณสมบัติของดิน และการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมให้แก่นักเรียน และให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมตามที่เรียนมา ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความรู้ของนักเรียน ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ในการทดสอบนักเรียนแต่ละคน มีคะแนนรวมทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน

ในรายวิชาเกษตรกรรม ผู้วิจัยได้ใช้องค์ความรู้จากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมาบูรณาการเข้ากับรายวิชา โดยครูผู้สอนจะสอนในเรื่องการเพาะปลูก ตั้งแต่การเตรียมพื้นที่ การปรับสภาพดิน การหว่านเมล็ดไปจนถึงการดูแลพืชผัก และการเก็บผลผลิตให้แก่นักเรียน และให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ โดยการนำดินเทียมที่นักเรียนแปรสภาพจากขยะเปียกมาใช้ในการเพาะปลูก โดยทำการเพาะปลูกแบบยกแปลง ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความรู้ของนักเรียน ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ในการทดสอบนักเรียนแต่ละคน มีคะแนนรวมทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน

ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ใช้องค์ความรู้จากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมาบูรณาการเข้ากับรายวิชา โดยครูผู้สอนจะสอนในเรื่องการเตรียมการจัดจำหน่าย ตั้งแต่การคำนวณต้นทุนเพื่อหาราคาขาย การวางแผนการจัดจำหน่ายให้แก่นักเรียน และให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ โดยการนำผลผลิตที่ได้จากการเพาะปลูกจากดินเทียมที่นักเรียนแปรสภาพจากขยะเปียก โดยนักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อวางแผนและจัดจำหน่ายให้แก่ชุมชน และทำการรวบรวมค่าใช้จ่ายและกำไรที่ได้ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความรู้ของนักเรียน ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ในการทดสอบนักเรียนแต่ละคน มีคะแนนรวมทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project)

การหาประสิทธิภาพของหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project)	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ	ผลรวมคะแนนที่ตอบถูก	ผลรวมคะแนนเป็นร้อยละ
แบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1)	15	60	651	72.33
แบบทดสอบหลังเรียน (E_2)	15	60	762	84.67

จากตารางที่ 2 พบว่าผลการหาประสิทธิภาพของหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) จากการทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน ได้ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการต่อค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ($E_1 : E_2$)เท่ากับ 72.33 : 84.67 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80:80

ภาพที่ 6 บูรณาการความรู้ทางด้านเกษตรกรรมที่ใช้เก็บเกี่ยว และด้านเคณิตศาสตร์ ด้านศรษฐศาสตร์ที่ใช้ในการเรียนรู้กระบวนการจำหน่ายเพื่อการใช้รูปแบบการเรียนรู้เสริมแบบโครงงาน (Project)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3.2) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project)

ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ จากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) โดยใช้สูตร t-test (Dependent Sample) เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังฝึกด้วยหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project)

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	จำนวนผู้เรียน (N)	คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ค่าทดสอบ t-test
แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test)	15	43.40	1.55	17.05
แบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test	15	50.80	1.93	

มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 (α=0.05, df=14, t=1.761)

จากตารางที่ 3 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนสอบก่อนเรียนเท่ากับ 43.40 ค่าเฉลี่ยคะแนนสอบหลังเรียนเท่ากับ 50.80 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนก่อนเรียนเท่ากับ 1.55 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 1.93 จากนั้นได้หาค่าสถิติโดยใช้สูตร t-test (Dependent Sample) ที่ df=14 ได้ค่าเท่ากับ 17.05 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่า t จากตารางที่ได้ค่าเท่ากับ 1.761 พบว่าค่า t จากการคำนวณมีค่ามากกว่าค่า t จากตาราง จึงสรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนกับคะแนนก่อนเรียนมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยทั้งก่อนและหลังเรียน พบว่าคะแนนหลังเรียนมีค่ามากกว่าคะแนนก่อนเรียน จึงสามารถสรุปผลได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนด้วยหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project)

4) เพื่อประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์

ในส่วนของการประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ซึ่งผู้วิจัยได้ประเมินประสิทธิภาพเป็นรายด้าน ดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 6 แสดงผลการวิเคราะห์การประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจต่อรูปแบบหนังสือเสริมทักษะและโครงการ (Project)

รูปแบบหนังสือเสริมทักษะและโครงการ (Project)	$\bar{X}$	S.D.	**ระดับ**
1. หนังสือเสริมทักษะมีรูปแบบน่าสนใจ	4.89	0.33	มากที่สุด
2. มีเนื้อหาเหมาะสมกับรายวิชา	4.89	0.33	มากที่สุด
3. ภาษาที่ใช้สามารถอ่านและเข้าใจได้ง่าย	4.89	0.33	มากที่สุด
4. ภาพประกอบมีความน่าสนใจเหมาะกับเนื้อหาการเรียนการสอน	4.89	0.33	มากที่สุด
5. การจัดวางเนื้อหาและรูปในหนังสือเสริมทักษะมีความเหมาะสม	4.67	0.50	มากที่สุด
6. มีความแข็งแรงทนทานและบำรุงรักษาง่าย	4.89	0.33	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.85	0.07	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 สามารถวิเคราะห์ได้ว่า ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ มีความเห็นว่ารูปแบบหนังสือเสริมทักษะและโครงการ (Project) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.86 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.07 ($\bar{X}$=4.86, S.D.=0.07)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงผลการวิเคราะห์การประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจรูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ด้านทรัพยากรธรรมชาติ ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านเกษตรกรรม

ด้านทรัพยากรธรรมชาติ ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านเกษตรกรรม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1. มีความสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมของชุมชน	4.89	0.33	มากที่สุด
2. สามารถนำทรัพยากรในชุมชนมาใช้ได้โดยง่าย	4.89	0.33	มากที่สุด
3 สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับวิถีการดำเนินชีวิตของผู้คนในชุมชน	4.89	0.33	มากที่สุด
4. สภาพแวดล้อมของชุมชนเป็นไปในทิศทางที่ดีขึ้น	4.89	0.33	มากที่สุด
5. ส่งเสริมวัฒนธรรมและวิธีชีวิตของชุมชน	4.67	0.50	มากที่สุด
6. ดินเทียมมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการนำมาใช้ทดแทนดินจริง	5.00	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.87	0.16	มากที่สุด

จากตารางที่ 5 สามารถวิเคราะห์ได้ว่า ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ มีความเห็นว่ารูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.87 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.16 ($\bar{X}$=4.87, S.D.=0.16)

ตารางที่ 8 แสดงผลการวิเคราะห์การประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจรูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ด้านคณิตศาสตร์ ด้านการเพิ่มมูลค่า และด้านเศรษฐศาสตร์

ด้านคณิตศาสตร์ ด้านการเพิ่มมูลค่า และด้านเศรษฐศาสตร์	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1. สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับทรัพยากรในชุมชน	5.00	0.00	มากที่สุด
2. สามารถวางแผนการจัดจำหน่ายเพื่อเพิ่มอาชีพให้กับคนในชุมชน	4.89	0.33	มากที่สุด
3 สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับวิถีการดำเนินชีวิตของผู้คนในชุมชน	5.00	0.00	มากที่สุด
4. ส่งเสริมคุณภาพชีวิตให้กับคนในชุมชน	4.89	0.33	มากที่สุด
5. เสริมสร้างอาชีพให้กับคนในชุมชน	4.89	0.33	มากที่สุด
6. คนในชุมชนสามารถผลิตเองได้โดยง่าย	4.89	0.33	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.93	0.17	มากที่สุด

จากตารางที่ 8 สามารถวิเคราะห์ได้ว่า ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ มีความเห็นว่ารูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.93 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.17 ($\bar{X}$=4.93, S.D.=0.17)

จากตารางที่ 6-8 สามารถวิเคราะห์ได้ว่า ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ มีความเห็นว่ารูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ที่ได้จากการบูรณาการองค์ความรู้จากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม ทั้งรูปแบบหนังสือเสริมทักษะและโครงการ (Project) รวมถึงความพึงพอใจในด้านทรัพยากรธรรมชาติ ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านเกษตรกรรม ด้านคณิตศาสตร์ ด้านการเพิ่มมูลค่า และด้านเศรษฐศาสตร์ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

การอภิปรายผล

จากการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าการบูรณาการทักษะการเรียนรู้ (PBL) ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ มีความสอดคล้องกับนโยบายการพัฒนาคนอย่างยั่งยืน (2557) ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ใน

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศตวรรษที่ 21 ซึ่งการวิจัยครั้งนี้จะเป็นการวิจัยในเชิงประยุกต์ เน้นการนำสิ่งที่เป็นศักยภาพหรือสิ่งที่ด้อยค่าในชุมชนของเด็กมาใช้ประยุกต์เพื่อสร้างการเรียนรู้ด้วยแนวคิดที่ว่า "ทุกสรรพสิ่งในโลกล้วนเป็นสิ่งที่มีประโยชน์" มาประยุกต์ร่วมในการเรียนรู้ของเด็ก โดยมีประเด็นการอภิปรายผล ดังนี้

การศึกษารูปแบบการเรียนรู้ PBL และกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ผู้วิจัยพบว่า การนำองค์ความรู้จากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมาบูรณาการเข้ากับรายวิชาต่างๆ โดยเน้นรูปแบบการเรียนรู้ลักษณะของการบูรณาความรู้จากสิ่งแวดล้อมรอบตัวนักเรียน มาสร้างเป็นความรู้ที่ใช้สำหรับการเรียนรู้อย่างเหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นของนักเรียน โดยกระบวนการวิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐานของเด็กนักเรียนและท้องถิ่น ตามทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Schema Theory) และทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญญา (Cognitive Flexibility Theory) ตามนิยามของรูเมลอาร์ทและออโทนี่ (Rumelhart & Ortony, 1997)

การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ผู้วิจัยพบว่า การนำองค์ความรู้จากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมาบูรณาการความรู้เข้ากับรายวิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเกษตรกรรม และวิชาคณิตศาสตร์ โดยเน้นรูปแบบการเรียนรู้แบบ PBL ให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และนำทักษะต่างๆ มาประยุกต์ใช้กับทรัพยากรในท้องถิ่นที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์ โดยอาศัยการสร้างแนวทางการพัฒนาด้วยแนวทาง 3 ประการ ที่ใช้เป็นหลักในการสร้างความรู้และพัฒนาผลิตภัณฑ์ 1) เน้นการสร้างกระบวนการวิจัยที่มุ่งสู่ความเปลี่ยนแปลง (It is Change) 2) เน้นการสร้างการมีชีวิตของกระบวนการวิจัย (It is Organic) 3) เน้นการสร้างความร่วมมือกันระหว่างนักวิจัยและกลุ่มตัวอย่างหรือผู้ให้ข้อมูล ตามแนวคิดทฤษฎีทางสังคมและทฤษฎีทางการปฏิบัติ ของ Lewin โดยการจัดทำหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) เพื่อใช้ร่วมกับการบูรณาการการศึกษา

การประเมินประสิทธิภาพการเรียนรู้ ก่อน-หลัง ในทักษะการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 จำนวน 6 ด้าน ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการทดสอบด้วยการให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบโดยใช้วิธีการจับเวลาควบคู่กับการทำแบบทดสอบ เพื่อทำการวิเคราะห์โดยใช้การหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ($E_1 : E_2$) ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ $E_1 : E_2$ ไว้ที่ 80 : 80 และการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งก่อนและหลังของผู้เรียน ผู้วิจัยได้ใช้การวิเคราะห์ด้วยสูตร T-Test Dependent โดยผู้วิจัยได้กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งผลการวิเคราะห์ที่ได้นั้นเป็นเป็นตามสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งเอาไว้ คือ ผู้เรียนมีผลการเรียนหลังเรียน จากการนำองค์ความรู้จากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมมาบูรณาการความรู้เข้ากับรายวิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเกษตรกรรม และวิชาคณิตศาสตร์ โดยเน้นรูปแบบการเรียนรู้แบบ PBL สูงกว่าผลการเรียนก่อนเรียน

การประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ผู้วิจัยพบว่า ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ มีความเห็นว่ารูปแบบการเรียนรู้ PBL ที่ได้จากการบูรณาการองค์ความรู้จากกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม ทั้งรูปแบบหนังสือเสริมทักษะและโครงการ (Project) รวมถึงความพึงพอใจในด้านทรัพยากรธรรมชาติ ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านเกษตรกรรม ด้านคณิตศาสตร์ ด้านการเพิ่มมูลค่า และด้านเศรษฐศาสตร์ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะการวิจัยย่อย

1) สามารถพัฒนารูปแบบของหนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) ให้มีความหลากหลายมากขึ้น เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ (PBL) ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์

2) อาจมีการพัฒนาองค์ความรู้ต่างๆ หนังสือเสริมทักษะและโครงงาน (Project) เพื่อบูรณาการองค์ความรู้เข้ากับรายวิชาต่างๆ

3) พัฒนาองค์ความรู้ต่างๆ จากทรัพยากรอื่นที่มีในชุมชน เพื่อเป็นการพัฒนาและเสริมสร้างอาชีพให้แก่คนในชุมชน

4) องค์ความรู้ที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสอนกับหน่วยงานทางการศึกษาในพื้นที่อื่นๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงทรัพยากรที่มีในพื้นที่นั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิติกรรมประกาศ:

ขอขอบพระคุณสภาการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2559 และคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ช่วยสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้จนสามารถสำเร็จได้ด้วยดี ตลอดจนคุณครูสุภเดช อินอิ่ม และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา ที่ให้ข้อมูลและมีส่วนร่วมในการวิจัยบูรณาการทักษะการเรียนรู้ (PBL) ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ซึ่งการวิจัยในลักษณะบูรณาองค์ความรู้อย่างยั่งยืนจากศักยภาพของชุมชนนี้จำเป็นต้องใช้ระยะเวลาการศึกษาและร่วมกันทดลองและพัฒนาเป็นระยะเวลาที่ยาวนาน คงจะสำเร็จไปมิได้หากขาดท่านผู้อำนวยการโรงเรียนหนองแวงวิทยาคม ที่อนุเคราะห์สถานที่และบุคลากรในโรงเรียนในการร่วมศึกษาและพัฒนาในครั้งนี้

ประวัติผู้เขียนบทความ:

ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา , ปริญญาเอก (ปร.ด) สาขาการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี , อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , การพัฒนาหนังสือส่งเสริมการเรียนรู้ทางการออกแบบ เรื่อง คิดเชิงวิเคราะห์เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ เผยแพร่ : วารสารวิชาการศิลปกรรมสาร คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปีที่ 11 ฉบับที่ 2 หมายเลขโทรศัพท์/โทรสาร : 080-5513584 , E-mail : momojojo108@gmail.com

ณัฐธิกานต์ ปิ่นจุไร , ปริญญาตท (ค.อ.ม.) สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , โปรแกรมวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร , E-mail : gapomdesign@gmail.com

บรรณานุกรม:

เจริญพร ดีลา. (2554). **ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดของบลูม bloom's Taxonomy.** สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2557, จาก http://www.l3nr.org/posts/478812

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (มกราคม-มิถุนายน 2556). **การทดสอบประสิทธิภาพสื่อและชุดการสอน.** วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์, ปีที่ 5, 7-19

ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา. (2558). **หลักการคิดวิเคราะห์เพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ : คิดเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : หจก.มีน เซอร์วิส ซัพพลาย จำกัด

ทวีทอง หงส์วิวัฒน์. (2527). **การมีส่วนร่วมของประชาชนในการพัฒนา.** กรุงเทพฯ : ศูนย์ศึกษานโยบายสาธารณสุข มหาวิทยาลัยมหิดล.

นิรัช สุดสังข์. (2543). **การออกแบบอุตสาหกรรม.** กรงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์

พิสณุ ฟองศรี. (2554). **วิจัยทางการศึกษา** (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ : ด่านสุทธาการพิมพ์ จำกัด

ลือชัย ศรีเงินยวง และผาสุก เอนกวนิช. (2526). **ยุทธศาสตร์ใหม่ของการพัฒนาชนบท.** เอกสารประกอบการเสวนาสถากาแฟของกลุ่มสังคมศาสตร์สาธารณสุข. กรุงเทพฯ : กระทรวงสาธารณสุข

วรวิทย์ นิเทศศิลป์. (2551). **สื่อและนวัตกรรมแห่งการเรียนรู้.** ปทุมธานี : สกายบุกส์

วิจารณ์ พานิช. (2555). วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์

สำนักงานส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้และคุณภาพเยาวชน (สสค.). (2555). **ทักษะแห่งอนาคตใหม่ : การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คือ อย่างไร?.** สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2557, จาก http://www.qlf.or.th/home/Contents/417

สำนักแผนและประกันคุณภาพการศึกษา. (2557). แนวทางการดำเนินงานด้านการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2557, จาก http://www.ptu.ac.th/quality/data/levyp1.pdf

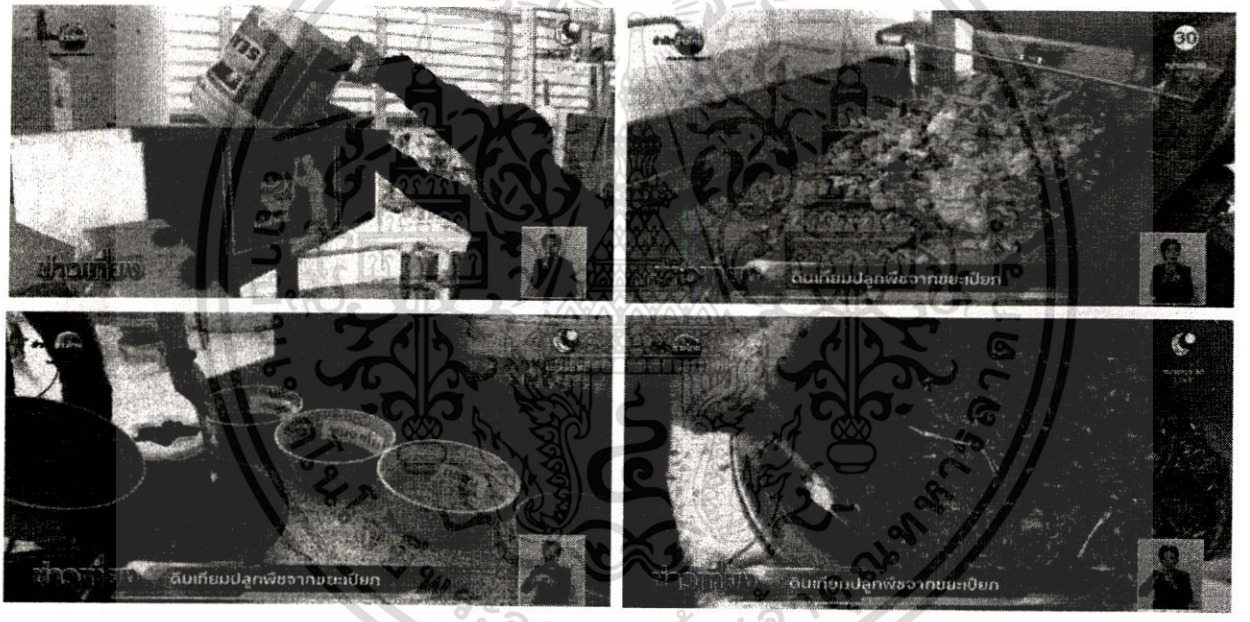
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การเผยแพร่ผ่านรายการโทรทัศน์

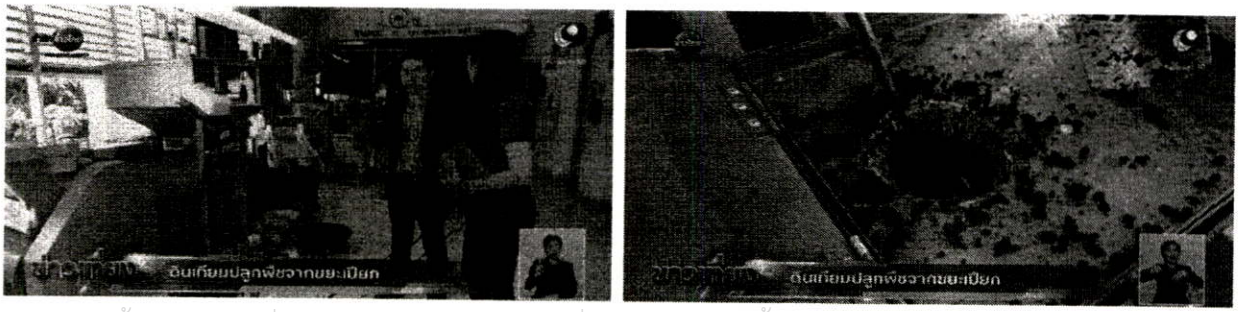
สำหรับการเผยแพร่องค์ความรู้จากกระบวนการวิจัย “โครงการศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม สำหรับเกษตรอินทรีย์” ผู้วิจัยได้ทำการเผยแพร่ผ่านรายการโทรทัศน์ที่เน้นการเผยแพร่องค์ความรู้ในการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม โดยการประยุกต์ใช้เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมเพื่อการเกษตรกรรมอินทรีย์ที่พัฒนาใหม่

4.1 การเผยแพร่ในรายการ “ก้าวล้ำ : ดินเทียมปลูกพืชจากขยะเปียก” ช่วงข่าวเที่ยงวัน ทางช่อง 9 อสมท. วันที่ 16 พฤษภาคม 2559 (อ้างอิง : http://ostatic.tnamcot.com/content/468907)

มีเนื้อหาข่าว ดังนี้ กรุงเทพฯ 16 พ.ค. – ช่วง “ก้าวล้ำ” พาไปดูการทำดินเทียมปลูกพืชจากเศษอาหารเหลือทิ้ง โดยเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ผลงานจากนักวิจัยไทย ซึ่งดินเทียมที่ได้จากการแปรรูปพบว่ามีสารจำเป็นต่อการเติบโตของพืชด้วย



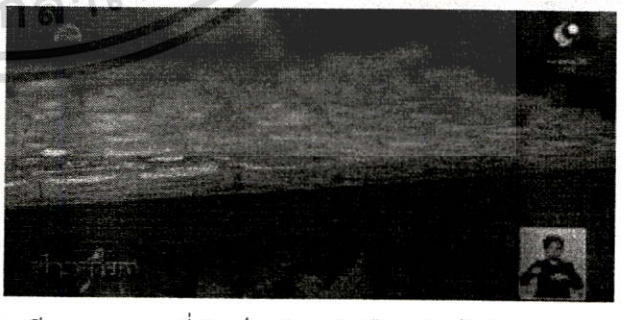
เศษอาหารเหลือทิ้ง ภายในโรงอาหารของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คือวัตถุดิบหลักที่นำมาแปรรูปเป็นดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ โดยใช้เครื่องแปรสภาพขยะเปียก บดให้เศษอาหารแหลกเป็นเนื้อเดียวกัน แยกกากและแยกน้ำออกจากกัน ก่อนนำกากมาคลุกกับส่วนผสมอย่างปุ๋ยคอก แกลบ แกลบเผา ขุยมะพร้าว หลังจากนั้นใส่ลงเครื่องบดขนาดเล็กอีกครั้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

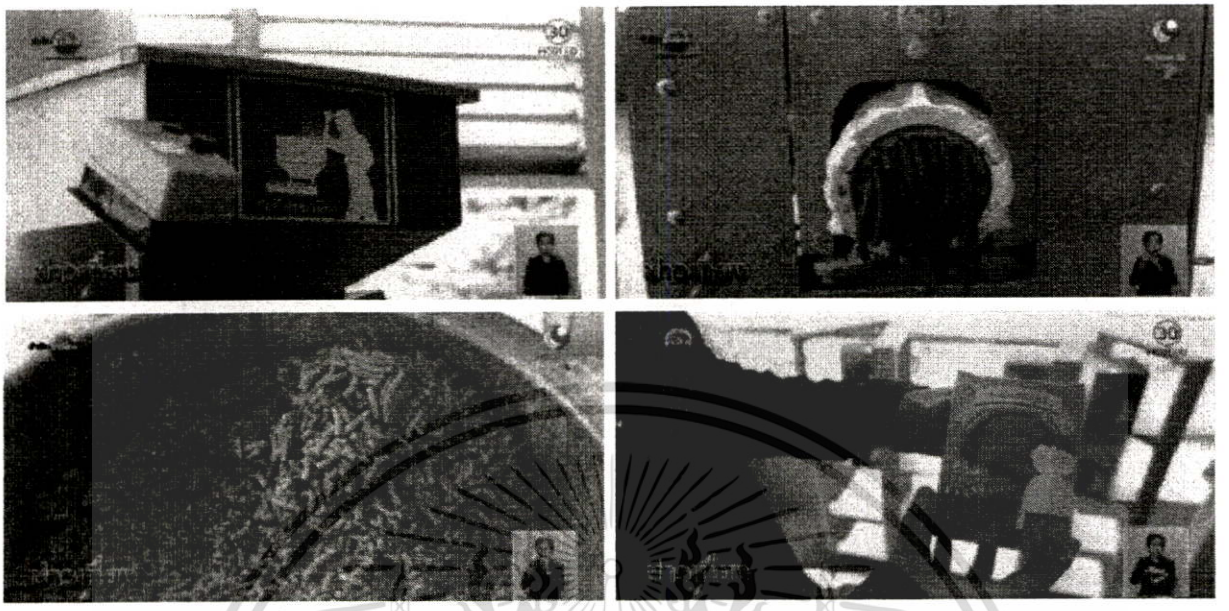
เครื่องแปรสภาพขยะเปียกชิ้นนี้ เป็นผลงานของอาจารย์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับขยะเปียก และต้องการลดปริมาณขยะ ซึ่งมีข้อมูลว่า ในหนึ่งครัวเรือนจะมีปริมาณขยะเปียกจากเศษอาหารถึง 2 กิโลกรัม/วัน

อย่างที่โรงเรียนหนองแวงพิทยาคม จ.นครราชสีมา เป็นที่แรกที่ทดลองการแปรรูปขยะเปียกจากเศษอาหารเป็นดินเทียม ซึ่งที่นี่มีนักเรียนทั้งหมด 300 คน



ส่วนคุณภาพดินเทียมจากเศษขยะเปียก พบว่า มีสารอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชอย่างไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม โดยได้จากวัตถุดิบหลักอย่างเศษอาหาร และส่วนผสม เช่น ปุ๋ยคอกและแกลบ ซึ่งนักวิจัยบอกว่า สามารถนำไปปลูกพืชผักสวนครัว เช่น ผักบุ้ง หรือกวางตุ้ง ได้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สำหรับเครื่องแปรสภาพขยะเปียก เพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์ ขณะนี้ยังอยู่ในขั้นตอนของการวิจัยและปรับปรุงชิ้นงาน ทั้งอุปกรณ์และคุณภาพของดินเทียมให้ได้มาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การเกษตร ก่อนจะถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับผู้ที่สนใจ ซึ่งนักวิจัยหวังว่า เครื่องมือนี้จะช่วยลดปริมาณขยะเปียกจากเศษอาหารที่เหลือทิ้งในแต่ละวัน. – **สำนักข่าวไทย**

4.2 เผยแพร่รายการ “คู่ข่าว เล่าทุกเรื่อง”

มีการเผยแพร่ทางช่อง 9 อสมท. MCOT Family ในช่วงไอเดียบรรเจิด Part4 ไอเดีย บรรเจิด - โดรนพ่นยากำจัดแมลง กัดกินยอดมะพร้าว, **ดินเทียมปลูกพืชจากเศษขยะเปียก** - มุกเรี่ยราด ใช้เกียร์รถให้คุ้มค่าต้องใช้ที่ล่ะเกียร์.ในวันที่ 27 พฤษภาคม 2559 ช่วงเวลา12.05-12.10 (อ้างอิง : http://mcot-web.mcot.net/mcotfamily/content.php?id=57974d189381630b108b46fd&type=video)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

การนำองค์ความรู้และเครื่องแปรสภาพไปประยุกต์ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15 มีนาคม 2560

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ใช้เครื่องบดย่อยเศษอาหาร

เรียน คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สิ่งที่แนบมาด้วย รายละเอียดโครงการขยะทองคำ : Waste to Wealth

ด้วยโครงการสวนผักคนเมือง ซึ่งดำเนินงานโดยมูลนิธิเกษตรกรรมยั่งยืน (ประเทศไทย) ร่วมกับองค์กรภาคีเครือข่าย ภายใต้การสนับสนุนของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) ได้พิจารณาให้ทุนสนับสนุนและส่งเสริม "โครงการขยะทองคำ : Waste to Wealth" ของข้าพเจ้า (น.ส.มานิตา วิวัฒน์เศรษฐชัย) และทีม เพื่อพัฒนาเป็นโครงการต้นแบบในการสร้างความร่วมมือระหว่างจากชุมชนและตลาดในพื้นที่ ให้มีระบบการคัดแยกขยะเพื่อนำขยะอินทรีย์ ประกอบด้วย เศษอาหาร เศษผัก เศษผลไม้จากครัวเรือนและชุมชนผสมกับเศษใบไม้ กิ่งไม้แห้งมาหมักและพัฒนาเป็นดินสำหรับการเพาะปลูก

โดยในการดำเนินโครงการ ข้าพเจ้าและทีมได้ประสานงานขอความร่วมมือจากหน่วยงานต่างๆ อาทิ องค์การบริหารส่วนท้องถิ่น และภาคเอกชน ร้านค้าในชุมชน คัดแยกขยะอินทรีย์เพื่อนำมาใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการหมักเป็นดิน และพยายามศึกษาทดลองรูปแบบวิธีการหมักที่หลากหลายเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีที่สุด

และจากการการศึกษาค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องพบว่า ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีเพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้ทำการศึกษาและวิจัย "เครื่องบดย่อยเศษอาหาร"

ข้าพเจ้าและทีมงาน จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ **"เครื่องบดย่อยเศษอาหาร"** เพื่อนำมาทดลองร่วมกับกระบวนการนำขยะอินทรีย์มาหมักและพัฒนาเป็นดินสำหรับการเพาะปลูกในโครงการ "โครงการขยะทองคำ : Waste to Wealth" เพื่อพัฒนาเป็นโครงการต้นแบบด้านการพัฒนาปัจจัยการผลิตสำหรับการส่งเสริมการทำเกษตรในเมือง และการบริหารจัดการขยะอินทรีย์ของเมืองที่ยั่งยืนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(มานิตา วิวัฒน์เศรษฐชัย)
ผู้รับผิดชอบ "โครงการขยะทองคำ : Waste to Wealth"

เรียน คณบดี
มูลนิธิเกษตรยั่งยืน (ประเทศไทย)
ร่วมกับองค์กรภาคีเครือข่าย (สสส.) ขอความ
อนุเคราะห์ใช้เครื่องบดย่อยเศษอาหาร ผู้วิจัย
คือ ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เพื่อใช้ใน
โครงการขยะทองคำ
จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา
เยื่อมอัมพร
21 มี.ค. 60

เห็นควรอนุญาตให้ ผู้วิจัย ผศ.ดร.ทรงวุฒิ
ในการใช้ความอนุเคราะห์ต่อไป
22 มี.ค. 60

ผู้ประสานงาน : น.ส.อรสรวง บุตรนาค ติดต่อ 081-649-8089 อีเมล์ be.orasuang@hotmail.com ,

น.ส.มานิตา วิวัฒน์เศรษฐชัย ติดต่อ 095-739-4342 อีเมล์ manita.viva@gmail.com

ทราบ/เสร็จ
22 มีค 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฟอร์มเสนอโครงการสวนผักคนเมือง : ไอเดียสร้างสรรค์ ปลูกเมือง ปลูกชีวิต

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ชื่อโครงการ ขยะทองคำ : Waste to Wealth

ชื่อกลุ่ม/องค์กรที่เสนอโครงการ ผัก DONE

ที่อยู่ของการดำเนินโครงการ 9 หมู่ 1 คลองสี่ฝั่งตะวันตก 1/3 ถนนเลียบคลองสี่สายเหนือ ตำบลคลองสี่ อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 10120

จำนวนสมาชิก 4 คน

ชื่อผู้รับผิดชอบโครงการ น.ส.มานิตา วิวัฒน์เศรษฐชัย

เบอร์มือถือ 086 890 2363 , 095 739 4342

E-mail address manita.viva@gmail.com

รายชื่อผู้ร่วมโครงการ (หากมี)

ชื่อสมาชิกคนที่ 1 น.ส.อรสรวง บุตรนาค

เบอร์โทรศัพท์ 081 649 8089

E-mail address be.orasuang@hotmail.com

บทบาท/ความรับผิดชอบในโครงการ บันทึกจัดเก็บข้อมูล ประชาสัมพันธ์ชักชวนสมาชิกคัดแยกและส่งขยะ และ, ปฏิบัติงานร่วมในขั้นตอนต่างๆ ของงานตามโครงการ

ชื่อสมาชิกคนที่ 2 น.ส. ณิสา วิวัฒน์เศรษฐชัย

เบอร์โทรศัพท์ 096 528 4616

E-mail address nisanisa.v@gmail.com

บทบาท/ความรับผิดชอบในโครงการ หาแหล่งวัตถุดิบ และประชาสัมพันธ์รณรงค์ให้สมาชิกคัดแยกและจัดการขยะอินทรีย์อย่างเหมาะสม

ชื่อสมาชิกคนที่ 3 น.ส. ญาณินท์ เชี่ยวชาญวิทย์กุล

เบอร์โทรศัพท์ 083 299 9557

E-mail address yanin.chieo@gmail.com

บทบาท/ความรับผิดชอบในโครงการ ทำการตลาดของผลผลิตจากการหมักดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 2 ข้อมูลโครงการ

ระยะเวลาดำเนินโครงการ ตุลาคม 2559 – 15 พฤษภาคม 2560

โปรดเลือกไอเดีย ปลูกเมือง ปลูกชีวิต

[ ] ไอเดียสร้างสรรค์ให้เกิดระบบการจัดการปัจจัยการผลิต เพื่อรองรับพื้นที่การผลิตอาหารในเมืองเช่นการจัดการปุ๋ยหมัก ดินหมัก ต้นกล้าต่างๆ

รายละเอียดโครงการ (กรุณาให้รายละเอียดที่ชัดเจนตามหัวข้อที่กำหนดไว้ให้ได้มากที่สุด)

1.ความสำคัญและเหตุผลที่ต้องการทำโครงการ

ส่วนที่ 1 ความเป็นมา หลักการและเหตุผลที่ต้องการดำเนินโครงการ

โดยเฉลี่ยแล้ว คนหนึ่งคน ผลิตขยะปริมาณมากถึง 2 กิโลกรัมต่อวันต่อคน ถ้าเราเก็บขยะเหล่านี้ไว้ที่บ้านของเราเอง ไม่นานเราคงไม่มีพื้นที่ที่จะอยู่ เช่นเดียวกัน ขยะที่เราโยนทิ้งออกไป ถึงแม้จะถูกที่ถูกทาง ขยะเหล่านั้นถูกส่งต่อให้เป็นภาระของหลวงในการจัดการ โรงงานทำลายขยะก่อเกิดมลพิษ ไม่มีใครอยากให้อยู่ใกล้แหล่งชุมชนของตน ประกอบกับความรู้ที่ได้จากการอบรมด้านการทำเกษตรต่างๆทำให้ทราบว่าดินที่ปรุงด้วยเศษอาหารจากในครัวเรือน เป็นอาหารให้พืชได้เจริญงอกงามเป็นอย่างดี และได้นำมาทดลองทำในบ้านเอง พบว่าต้นกล้วยและต้นไม้ที่อยู่บริเวณใกล้เคียงกับกองขยะหมักเจริญงอกงามเป็นอย่างดี ปัจจุบันเวลาได้ผ่านไปตลาดหรือร้านอาหารเห็นเศษผักผลไม้ถูกทิ้งกองรวมกับขยะอื่นๆรอเทศบาลมาทำจัด จะรู้สึกเสียดายเป็นอย่างมาก จึงอยากสร้างธุรกิจสร้างระบบ ที่นอกจากจะแก้ปัญหา ช่วยลดขยะอินทรีย์ในชุมชนแล้ว ยังสร้างปัจจัยสร้างรายได้ในการผลิตอาหารที่ยั่งยืนอีกด้วย พร้อมทั้งทำเป็นตัวอย่างในการทำให้ชุมชนตระหนักถึงคุณค่า และคุณประโยชน์ของขยะ หากได้รับการจัดการที่ถูกต้อง ก็ไม่แพ้ทองคำในโลกทุนนิยมเลยทีเดียว

ส่วนที่ 2 โปรดระบุรายละเอียดข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงต้นทุนที่มีอยู่ อันจะมีส่วนช่วยสนับสนุนให้โครงการประสบความสำเร็จได้

1. บริบท วิสัยทัศน์ ความฝันและความชอบของสมาชิกในทีม ที่มีความต้องการฝึกฝนความสามารถในการพึ่งพาตนเอง ไม่เป็นภาระของสังคม โดยมีการปลูก การสร้าง และการนำกลับมาใช้
2. พื้นที่ในการดำเนินงานที่เป็นสัดส่วนและเอื้อต่อการดำเนินงาน พร้อมทั้งตำแหน่งที่อยู่ใกล้แหล่งวัตถุดิบ (ขยะอินทรีย์)
3. เพื่อนบ้าน ชุมชน ตลาด ร้านอาหารใกล้เคียงให้ความร่วมมือในการคัดแยกขยะจำนวนหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เครือข่าย หน่วยงาน กัลยาณมิตรที่ยินดีช่วยเหลือในด้านความรู้ และ การตลาด (อาทิ สวนผักคนเมือง เป็นต้น)

2. วัตถุประสงค์

1. ช่วยลดปริมาณขยะในชุมชน โดยการคัดแยกขยะอินทรีย์ออกจากขยะทั่วไป

2. สร้างแหล่งผลิตปัจจัยทางการผลิต ที่มีคุณภาพ (ดินพร้อมปลูก/ปุ๋ยหมัก)

3.เกิดมีจิตสาธารณะในชุมชน เกิดการเรียนรู้ ในกระบวนการนำขยะอินทรีย์มาหมักเป็นดิน เกิดการกระตุ้นให้ชุมชนเห็นค่าของขยะที่สามารถนำมาใช้ทำประโยชน์ได้อีก

3. กลุ่มเป้าหมายที่จะได้รับประโยชน์

1. นักปลูกที่ต้องการดินพร้อมปลูกที่มีคุณภาพ แต่ปัจจัยอื่นๆไม่เอื้อต่อการปรุงดินเอง
2. ชุมชนใกล้เคียงที่แยกขยะอินทรีย์และนำไปจัดการต่อเพื่อสร้างปัจจัยการผลิต
3. เทศบาล ภาระการจัดเก็บและการจัดการขยะลดลง

4. พื้นที่ดำเนินงาน

1) ขนาดของพื้นที่ 100 ตารางวา
2) พื้นที่เป็นของใคร ชื่อ มานิตา วิวัฒน์เศรษฐชัย เบอร์โทรติดต่อ 086 890 2363
3) เดิมเป็นพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ในด้านใด *พื้นที่เปล่า รกร้าง*

5. แนวทางการดำเนินงาน

<u>รูปแบบ วิธีการของการสร้างระบบการจัดการปัจจัยการผลิต เพื่อรองรับพื้นที่การผลิตอาหารในเมือง</u> *โดย*

1. รวบรวมขยะอินทรีย์(วัตถุดิบหลัก)จากชุมชนในละแวกใกล้เคียงมาทำการหมักโดยทดลองทำในรูปแบบต่างๆ เช่น 1) วิธีทำปุ๋ยหมักแบบไม่กลับกอง 2) หมักในกล่องที่มิดชิดเติมพด. 3) หมักในกล่องผสมกับ compost starter นำดินที่ได้จากการหมักในรูปแบบต่างๆมาทำการตรวจสอบคุณภาพและความปลอดภัย พร้อมทั้งทำการทดลองปลูกประเมินประสิทธิภาพของดินแต่ละประเภท จากการเจริญเติบโตของต้นไม้
2. วางระบบระเบียบ กฎเกณฑ์และการจัดการกับขยะอินทรีย์ โดยใช้วิธีที่ได้ประสิทธิภาพมากที่สุด และสะดวกรวดเร็วมาดำเนินการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4

3. พัฒนาผลิตภัณฑ์ ขยายผลสู่กลุ่มคนที่กว้างขึ้น รวมทั้งการเปิดพื้นที่ให้ชุมชนสามารถเข้ามาดูงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนปฏิบัติงานโครงการ

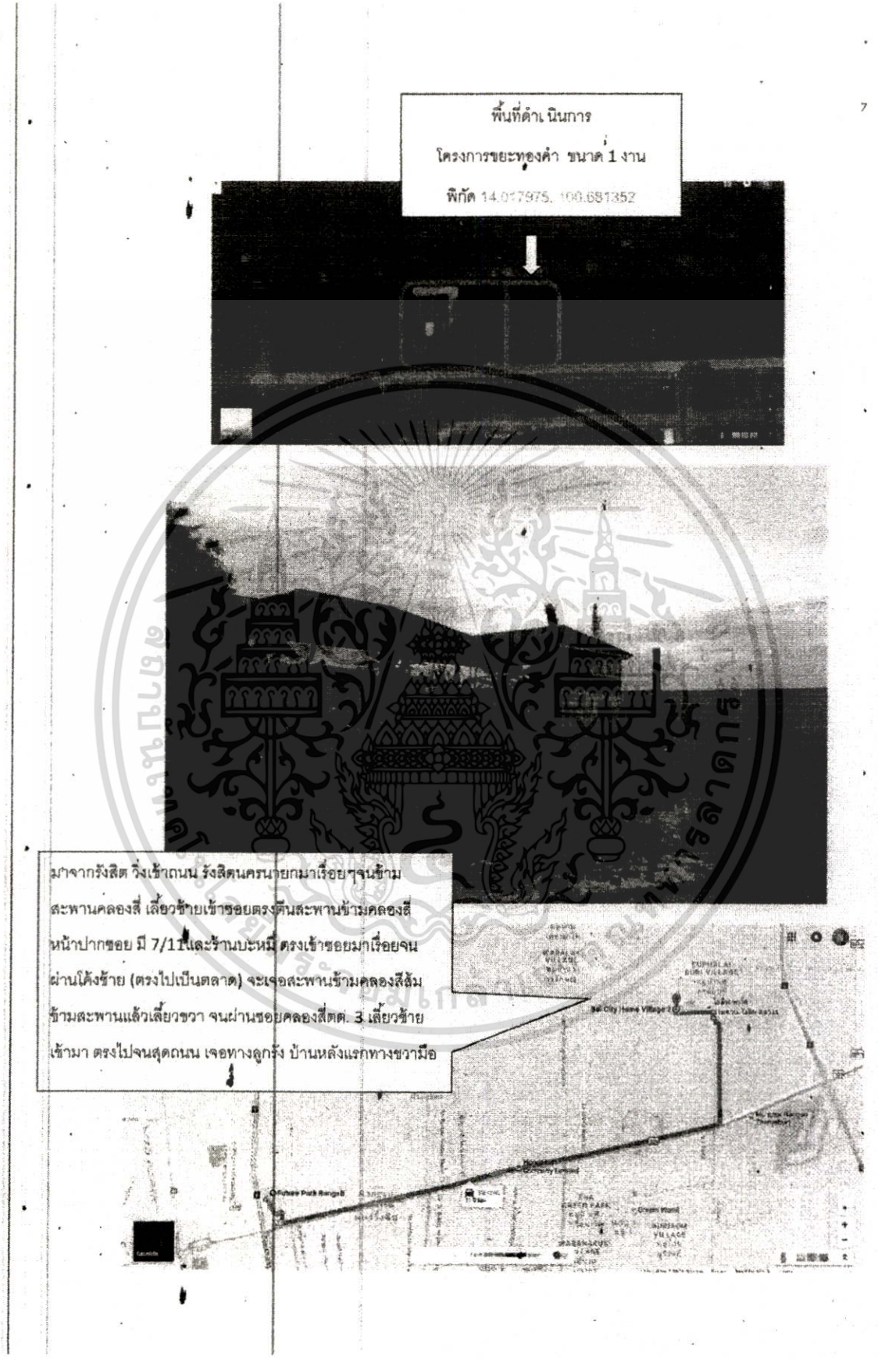
กิจกรรม	วัตถุประสงค์	ระยะเวลาดำเนินงาน							
		ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
สื่อสาร รณรงค์ให้ร้านอาหาร ตลาด และครัวเรือนแยกขยะอินทรีย์	ลดปริมาณขยะ โดยรับขยะจากสมาชิก มาผลิตปุ๋ยหมักจากเศษอาหาร	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
เตรียมวัสดุในการหมักขยะ	ทดลองการหมักดินแบบต่างๆ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ย่อยและรีดน้ำออกจากขยะอินทรีย์	เพื่อการย่อยสลายที่มีประสิทธิภาพและรวดเร็ว	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ตรวจสอบคุณภาพดินที่ได้จากการหมัก	ประเมินคุณภาพดินที่ได้จากการหมัก ทั้งคุณภาพและความปลอดภัย				✓	✓	✓	✓	✓
ปรุงดินและการทดลองปลูก	ค้นหาสูตรปรุงดินที่ได้ประสิทธิภาพมากที่สุด				✓	✓	✓	✓	✓
พัฒนาผลิตภัณฑ์	ส่งเสริมหารายได้เพื่อหล่อเลี้ยงและดำเนินการโครงการ						✓	✓	✓
เปิดพื้นที่ทำกิจกรรม หมักดิน ปลูกต้นไม้	ส่งเสริมให้ชุมชน คัดแยก และจัดการขยะอินทรีย์ภายในครัวเรือนของตนเอง หรือส่งเสริมเพิ่มจำนวนผู้ที่เข้าร่วมคัดแยกส่งมอบขยะอินทรีย์ เพื่อการจัดการอย่างถูกวิธีและมีประโยชน์								✓

6

6. แนวทางการพัฒนาต่อเนื่อง

1. สร้างให้เกิดระบบการจัดเก็บคัดแยกขยะอินทรีย์ในชุมชนและทำให้ก่อเกิดเป็นกิจกรรมที่สร้างรายได้อย่างต่อเนื่องและหล่อเลี้ยงตัวเองได้
2. ต่อยอดเพิ่มผลิตผลโดยการเลี้ยงหนอน หรือไส้เดือน เพื่อเป็นอาหารสัตว์และเพิ่มประสิทธิในการย่อยสลายของขยะอินทรีย์
3. สร้างระบบการจัดเก็บแก๊สชีวมวลที่อาจเกิดขึ้น ในกระบวนการย่อยสลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

เอกสารการขอจดสิทธิบัตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสป/สผ/อสป/001-ก(พ)

คำรับรองเกี่ยวกับสิทธิขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร

เขียนที่ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง
วันที่ 6 มกราคม พ.ศ 2560

เรียน อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา

ข้าพเจ้า นายทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา ที่อยู่ บ้านเลขที่ 434/6 ถนนจิระ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ขอรับรองและยืนยันเกี่ยวกับสิทธิของข้าพเจ้าในการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์ คือ เครื่องคัดแยกและบดขยะเปียกซึ่ง ข้าพเจ้าขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ดังนี้

1. ข้าพเจ้าเป็นผู้ประดิษฐ์สิ่งที่ขอรับสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร/ผู้ออกแบบสิ่งที่ขอรับสิทธิบัตรดังกล่าว
2. ไม่มีบุคคลหรือหน่วยงานใดมีสิทธิขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร สำหรับการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์ ที่ขอรับสิทธิบัตร
3. ข้าพเจ้ายังไม่ได้โอนสิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรที่ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร แก่บุคคลอื่นใด
4. รายละเอียดต่าง ๆ ที่ข้าพเจ้าระบุถึงในคำรับรองนี้ ตลอดจนข้อเท็จจริงทั้งปวงที่ระบุในคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ถูกต้องและเป็นความจริงทุกประการ

(ลงชื่อ) .....

(นายทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา)

หมายเหตุ 1. ให้ยื่นคำรับรองนี้ในกรณีที่ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร เป็นผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบเอง

2. ให้ยื่นคำรับรองนี้พร้อมกับคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบ สป/สผ/อสป/001ก หน้า 1 ของจำนวน 3 หน้า

คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร

☐การประดิษฐ์
☑การออกแบบผลิตภัณฑ์
☐อนุสิทธิบัตร

สำหรับเจ้าหน้าที่	
วันที่รับคำขอ	เลขที่คำขอ
วันที่ยื่นคำขอ	
สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	
ใช้กับแบบผลิตภัณฑ์ ประเภทผลิตภัณฑ์	
วันประกาศโฆษณา	เลขที่ประกาศโฆษณา
วันออกสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร	เลขที่สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
ลายมือชื่อเจ้าหน้าที่	

ข้าพเจ้าผู้ลงลายมือชื่อในคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ตามพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ.2522 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร(ฉบับที่ 2) พ.ศ.2535 และพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ.2542

1. ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์ **เครื่องคัดแยกและบดขยะเปียก**

2. คำขอรับสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้เป็นคำขอสำหรับผลิตภัณฑ์อย่างเดียวกันและเป็นคำขอลำดับที่- ในจำนวน 1 คำขอ ที่ยื่นในคราวเดียวกัน

3. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร และที่อยู่	3.1 สัญชาติ ไทย
นายทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา	3.2 โทรศัพท์ 080-5513584
บ้านเลขที่ 1 ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ	3.3 โทรสาร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร 10520	3.4 อีเมล์ momojojo108@gmail.com
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ ประเทศไทย	

4. สิทธิบัตรในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
☑ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบ ☐ผู้รับโอน ☐ผู้ขอรับสิทธิโดยเหตุอื่น

5. ตัวแทน (ถ้ามี) ที่อยู่ (เลขที่ ถนน จังหวัด รหัสไปรษณีย์)	5.1 ตัวแทนเลขที่ -
-	5.2 โทรศัพท์ -
	5.3 โทรสาร -
	5.4 อีเมล์ -

6. ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ และที่อยู่ ☑ชื่อและที่อยู่เดียวกันกับผู้ขอ
นายทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
บ้านเลขที่ 1 ถนนฉลองกรุง ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10520 ประเทศไทย

7. คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิม
ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้ถือว่าได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ในวันเดียวกับคำขอรับสิทธิบัตร เลขที่ - วันยื่น - เพราะคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิมเพราะ
☐คำขอเดิมมีการประดิษฐ์หลายอย่าง ☐ถูกคัดค้านเนื่องจากผู้ขอไม่มีสิทธิ ☐ขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ

หมายเหตุ ในกรณีที่ไม่อาจระบุรายละเอียดได้ครบถ้วน ให้จัดทำเป็นเอกสารแนบท้ายแบบพิมพ์นี้โดยระบุหมายเลขกำกับข้อและหัวข้อที่แสดงรายละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบ สป/สผ/อสป/001ก(ใบต่อ)
หน้า 2 ของจำนวน 3 หน้า

8. การยื่นคำขอนอกราชอาณาจักร

วันที่ยื่นคำขอ	เลขที่คำขอ	ประเทศ	สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	สถานะคำขอ
8.1 -	-	-	-	-
8.2 -	-	-	-	-
8.3 -	-	-	-	-

8.4 ☐ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอสิทธิให้ถือว่าได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรในต่างประเทศเป็นครั้งแรกโดย
☐ ได้ยื่นเอกสารหลักฐานพร้อมคำขอนี้ ☐ขอยื่นเอกสารหลักฐานหลังจากวันยื่นคำขอนี้

9. การแสดงการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรได้แสดงการประดิษฐ์ที่หน่วยงานของรัฐเป็นผู้จัด
วันแสดง - วันเปิดงานแสดง - ผู้จัด -

10. การประดิษฐ์เกี่ยวกับจุลชีพ -

10.1 เลขทะเบียนฝากเก็บ -	10.2 วันที่ฝากเก็บ -	10.3 สถาบันฝากเก็บ/ประเทศ -

11. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอยื่นเอกสารภาษาต่างประเทศก่อนในวันยื่นคำขอนี้ และจะจัดยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ที่จัดทำเป็นภาษาไทยภายใน 90 วัน นับจากวันยื่นคำขอนี้ โดยขอยื่นเป็นภาษา
☐อังกฤษ☐ฝรั่งเศส☐เยอรมัน☐ ญี่ปุ่น☐ อื่นๆ-

12. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอให้อธิบดีประกาศโฆษณาคำขอรับสิทธิบัตรหรือจดทะเบียนและประกาศโฆษณาอนุสิทธิบัตรนี้หลังจากวันที่ 6 มกราคม พ.ศ. 2560
☑ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอให้ใช้รูปเขียนหมายเลข 1 ในการประกาศโฆษณา

13. คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ประกอบด้วย

ก. แบบพิมพ์คำขอ	6	หน้า
ข. รายละเอียดการประดิษฐ์ หรือคำพรรณนาแบบผลิตภัณฑ์	-	หน้า
ค. ข้อถือสิทธิ	1	หน้า
ง. รูปเขียน 8 รูป	8	หน้า
จ. ภาพแสดงแบบผลิตภัณฑ์		
☑รูปเขียน 8 รูป	8	หน้า
☑ รูปถ่าย 2 รูป	2	หน้า
ฉ. บทสรุปการประดิษฐ์	-	หน้า

14. เอกสารประกอบคำขอ
☑ เอกสารแสดงสิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
☐ หนังสือรับรองการแสดงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์
☐หนังสือมอบอำนาจ
☐เอกสารรายละเอียดเกี่ยวกับจุลชีพ
☐เอกสารการขอนับวันยื่นคำขอในต่างประเทศเป็นวันยื่นคำขอในประเทศไทย
☐เอกสารขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ
☐ เอกสารอื่นๆ

15. ข้าพเจ้าขอรับรองว่า
☑การประดิษฐ์นี้ไม่เคยยื่นขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรมาก่อน
☐ การประดิษฐ์นี้ได้พัฒนาปรับปรุงมาจาก-

16. ลายมือชื่อ (☑ ผู้ขอรับสิทธิบัตร / อนุสิทธิบัตร; ☐ ตัวแทน)

(นายทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา)

หมายเหตุ บุคคลใดยื่นขอรับสิทธิบัตรการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ หรืออนุสิทธิบัตร โดยการแสดงข้อ ความอันเป็นเท็จแก่พนักงานเจ้าหน้าที่ เพื่อให้ได้ไปซึ่งสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหกเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบ สป/สผ/อสป/001ก(ใบต่อ)

หน้า 3 ของจำนวน 3 หน้า

3. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ) (ต่อ)

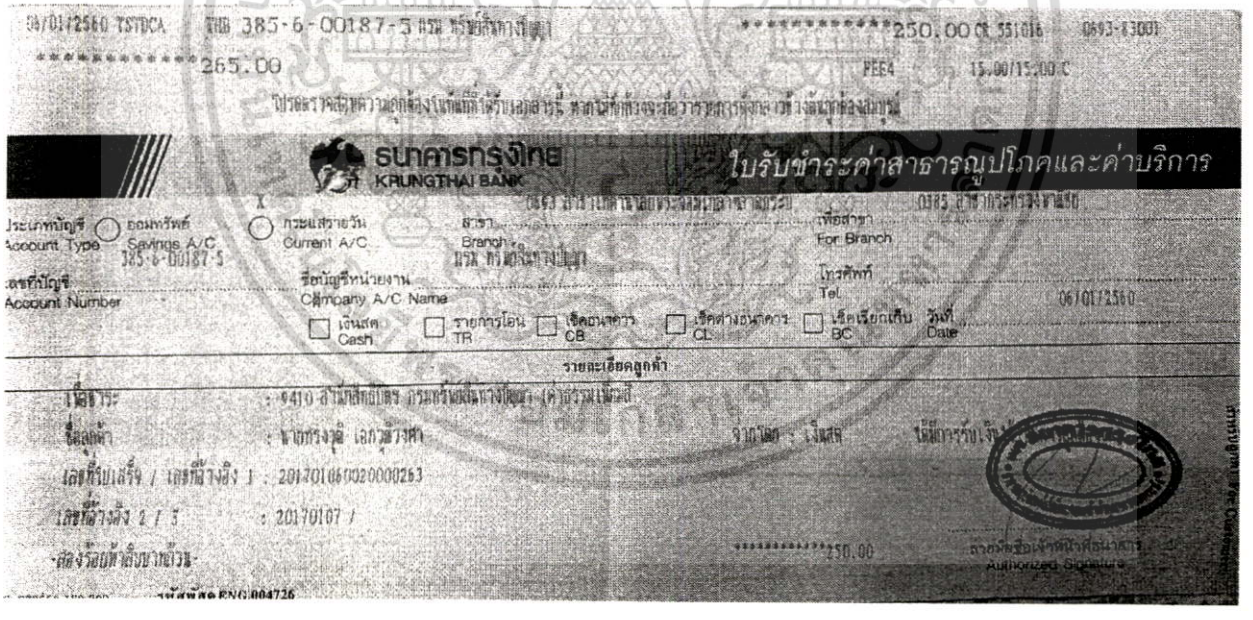
1) นายทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร บ้านเลขที่ 1 ถนน ฉลองกรุง แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ รหัสไปรษณีย์ 10520 ประเทศไทย	สัญชาติ ไทย
	โทรศัพท์ 080-5513584 , 044-612812
	โทรสาร -
	อีเมล์ momojo108@Gmail.com

5. ตัวแทน (ถ้ามี) ที่อยู่ (เลขที่ ถนน จังหวัด รหัสไปรษณีย์) (ต่อ)

-ไม่มี-	ตัวแทนเลขที่กรุณาระบุ
	โทรศัพท์กรุณาระบุ
	โทรสาร-
	อีเมล์ -

6. ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ)

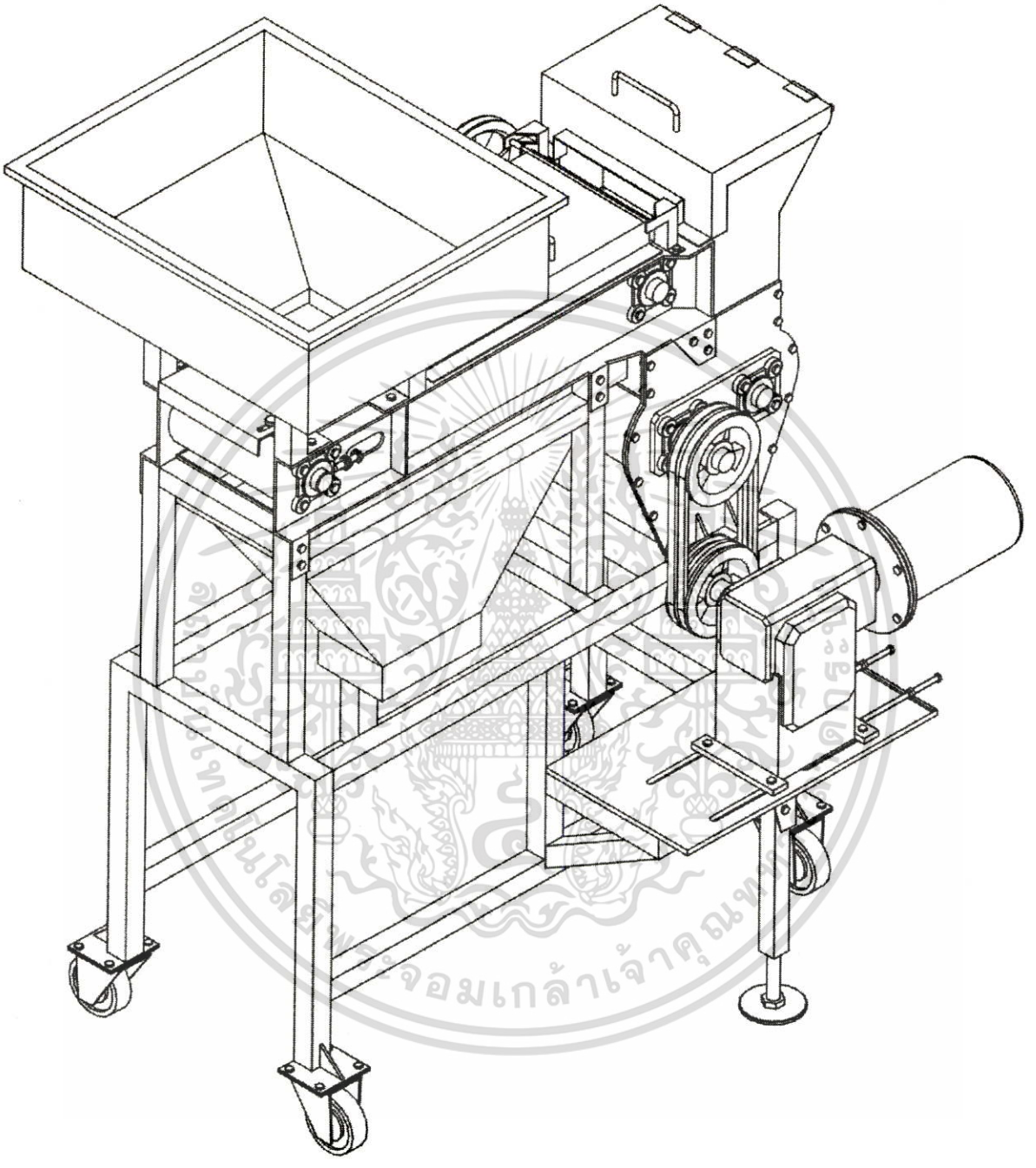
1) นายทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร บ้านเลขที่ 1 ถนน ฉลองกรุง แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ รหัสไปรษณีย์ 10520 ประเทศไทย



(.....)

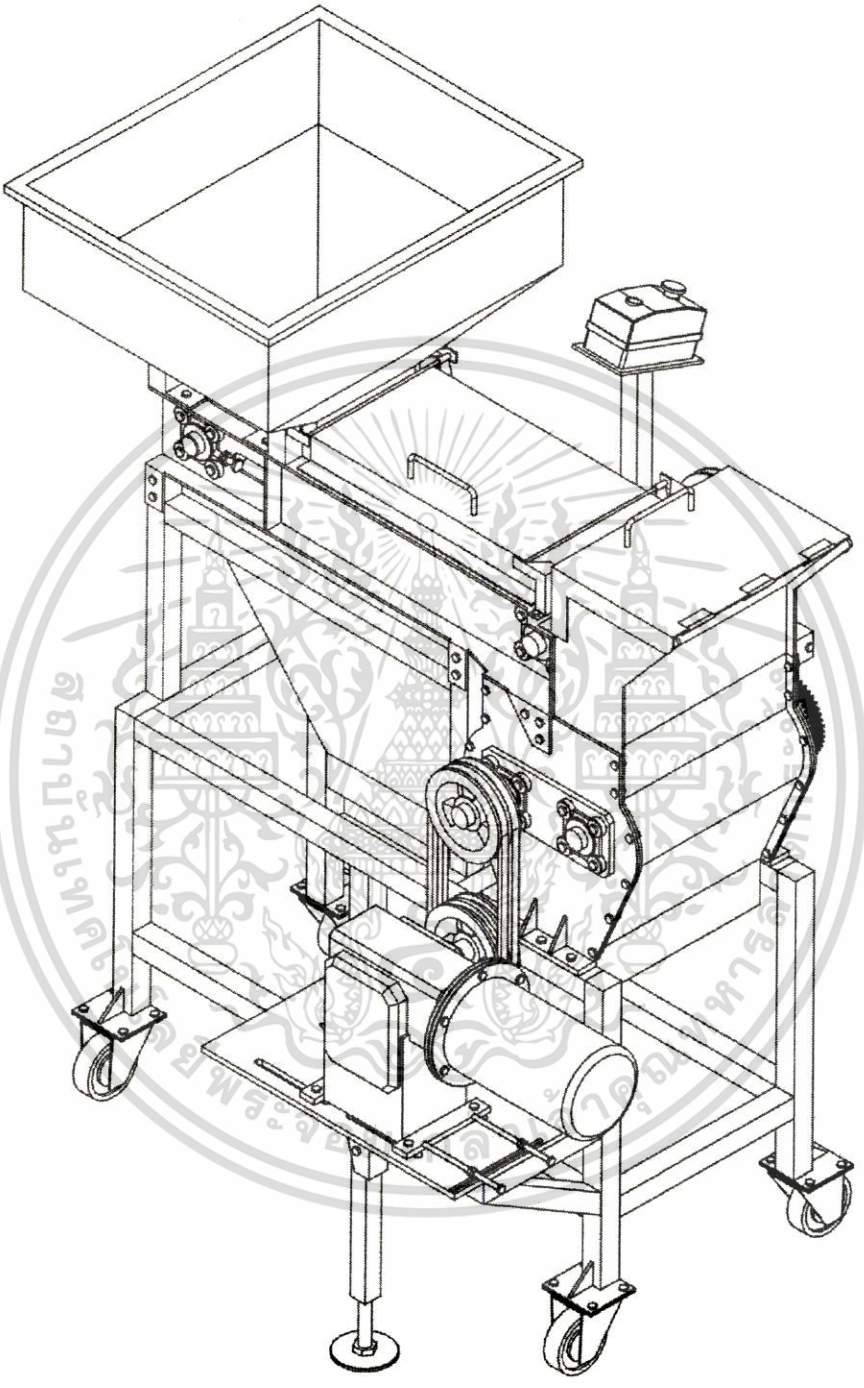
รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



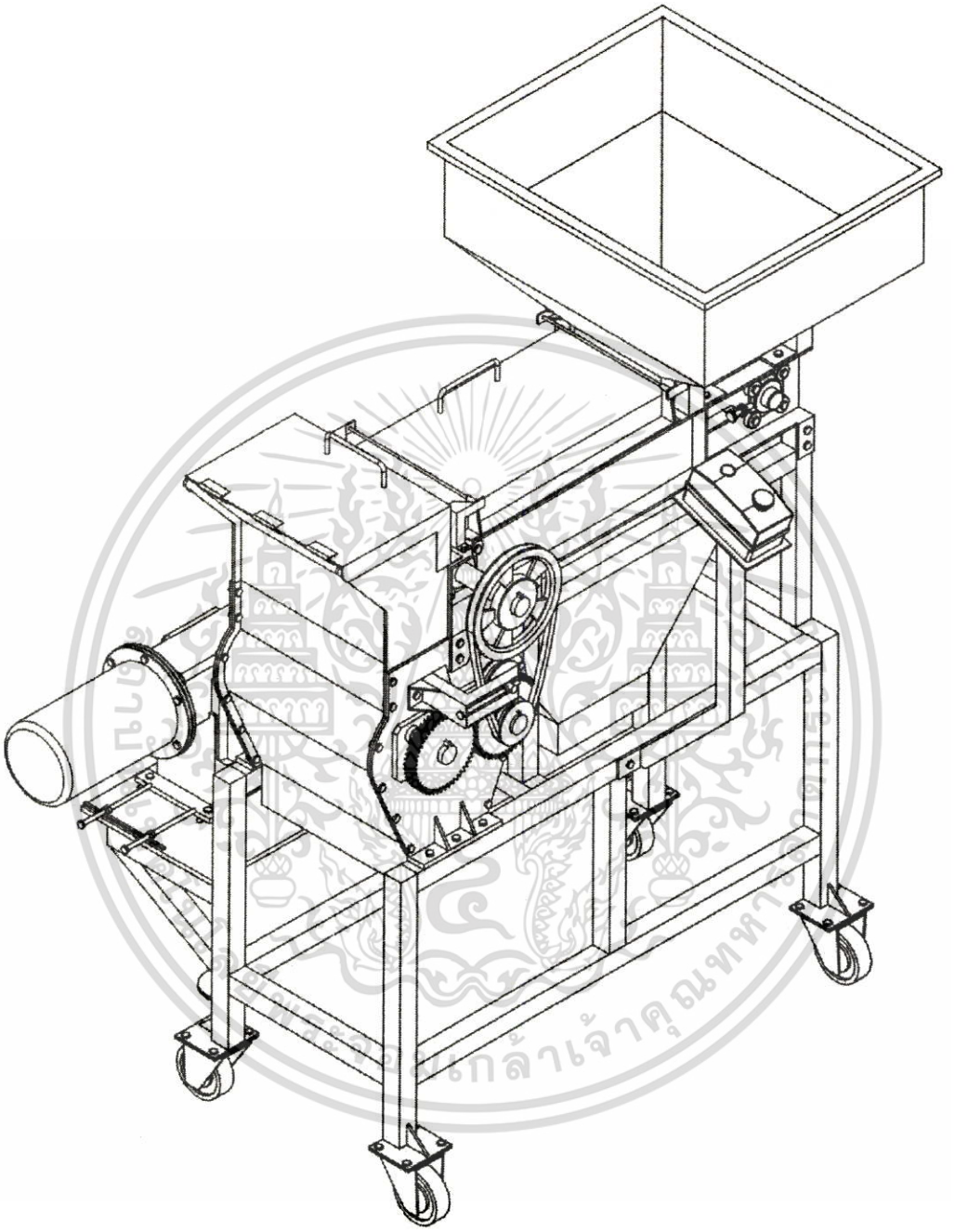
รูปที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



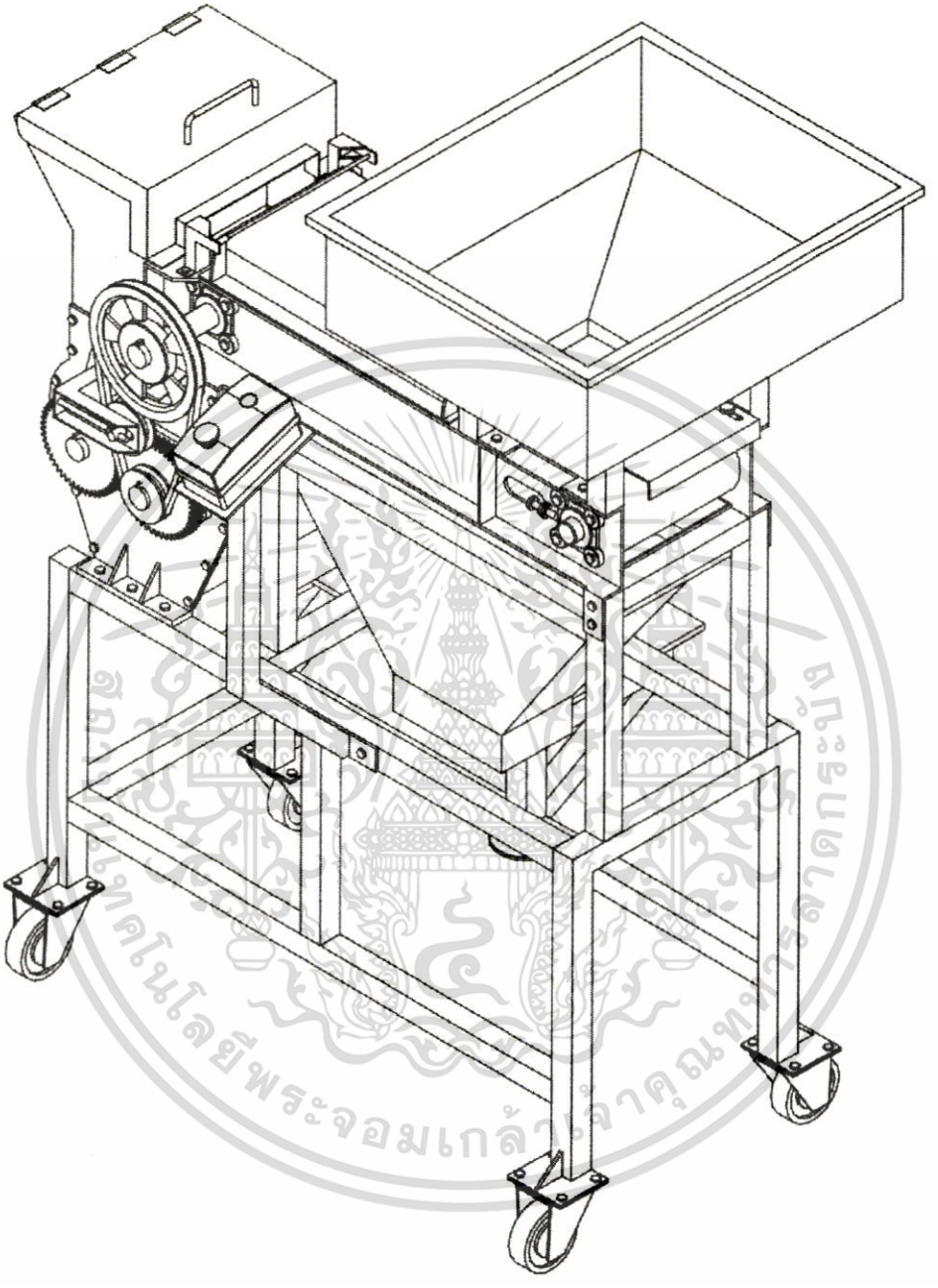
รูปที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



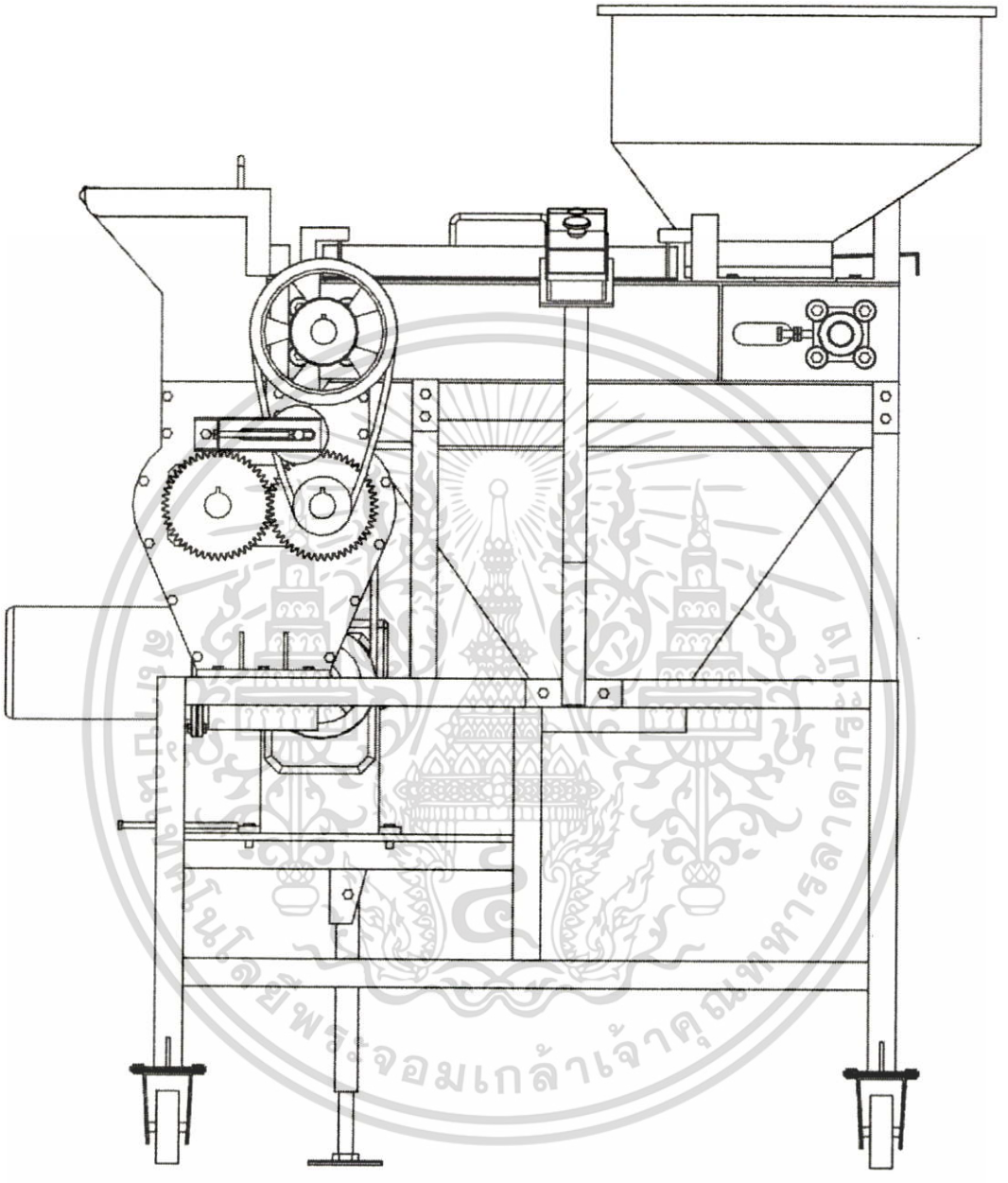
รูปที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



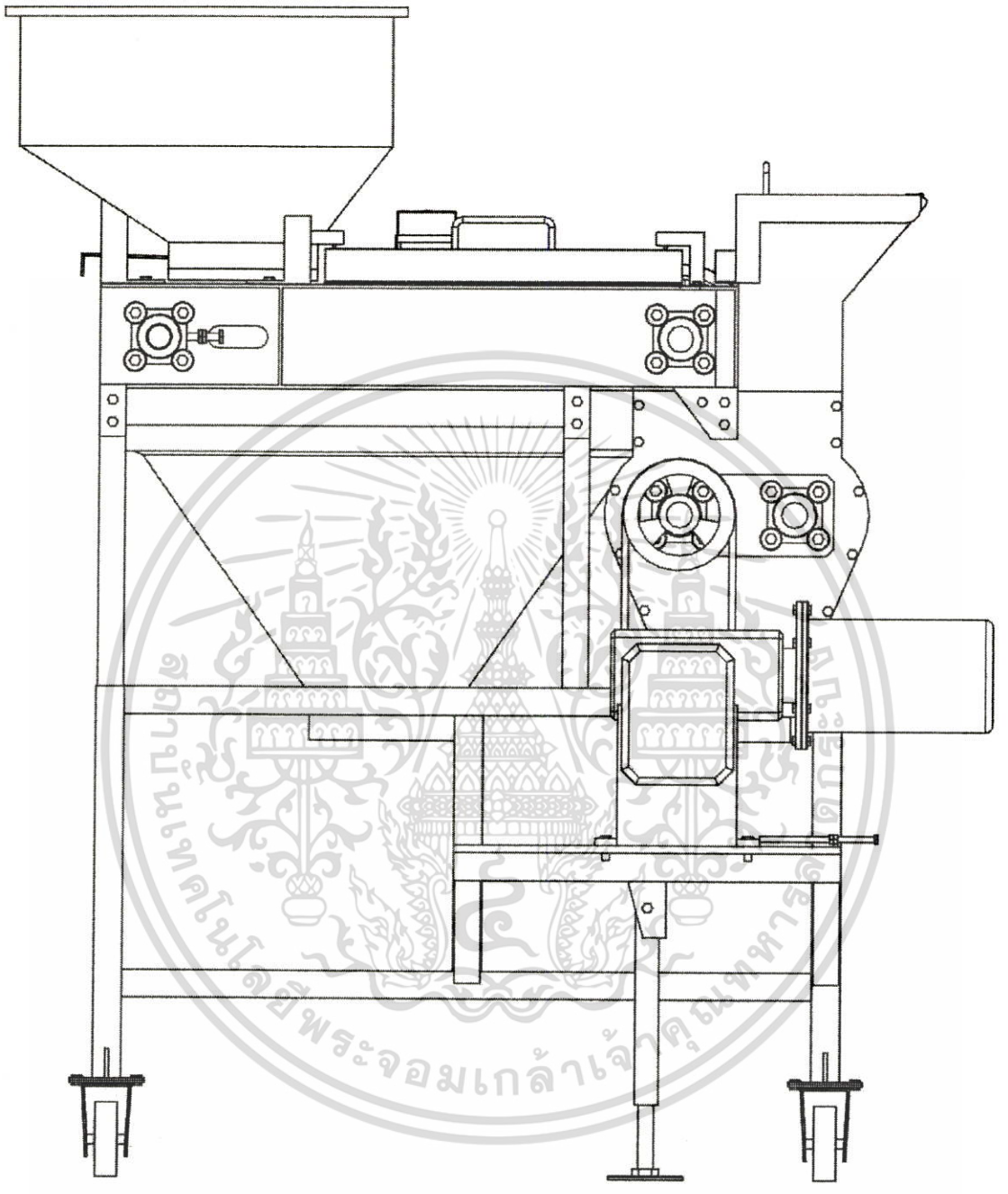
รูปที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



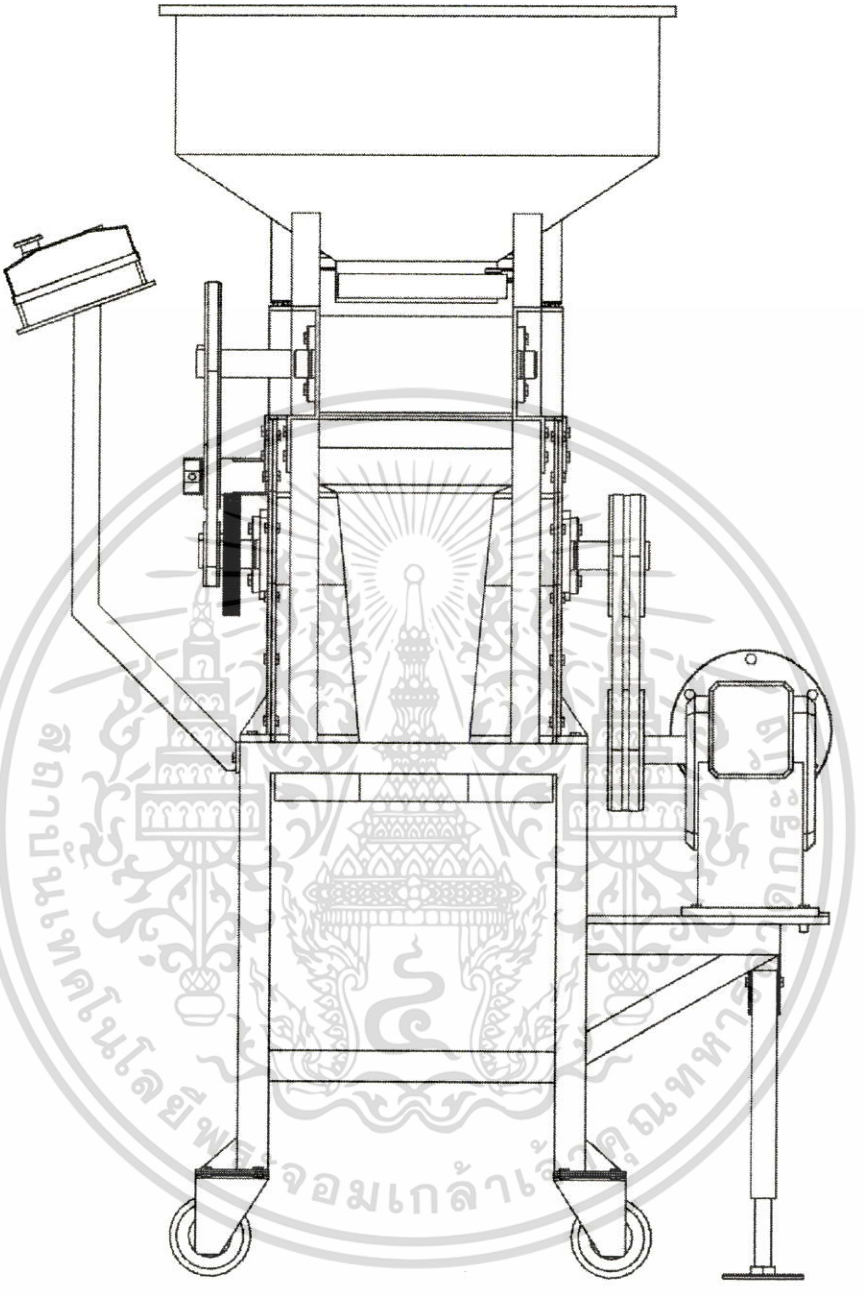
รูปที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



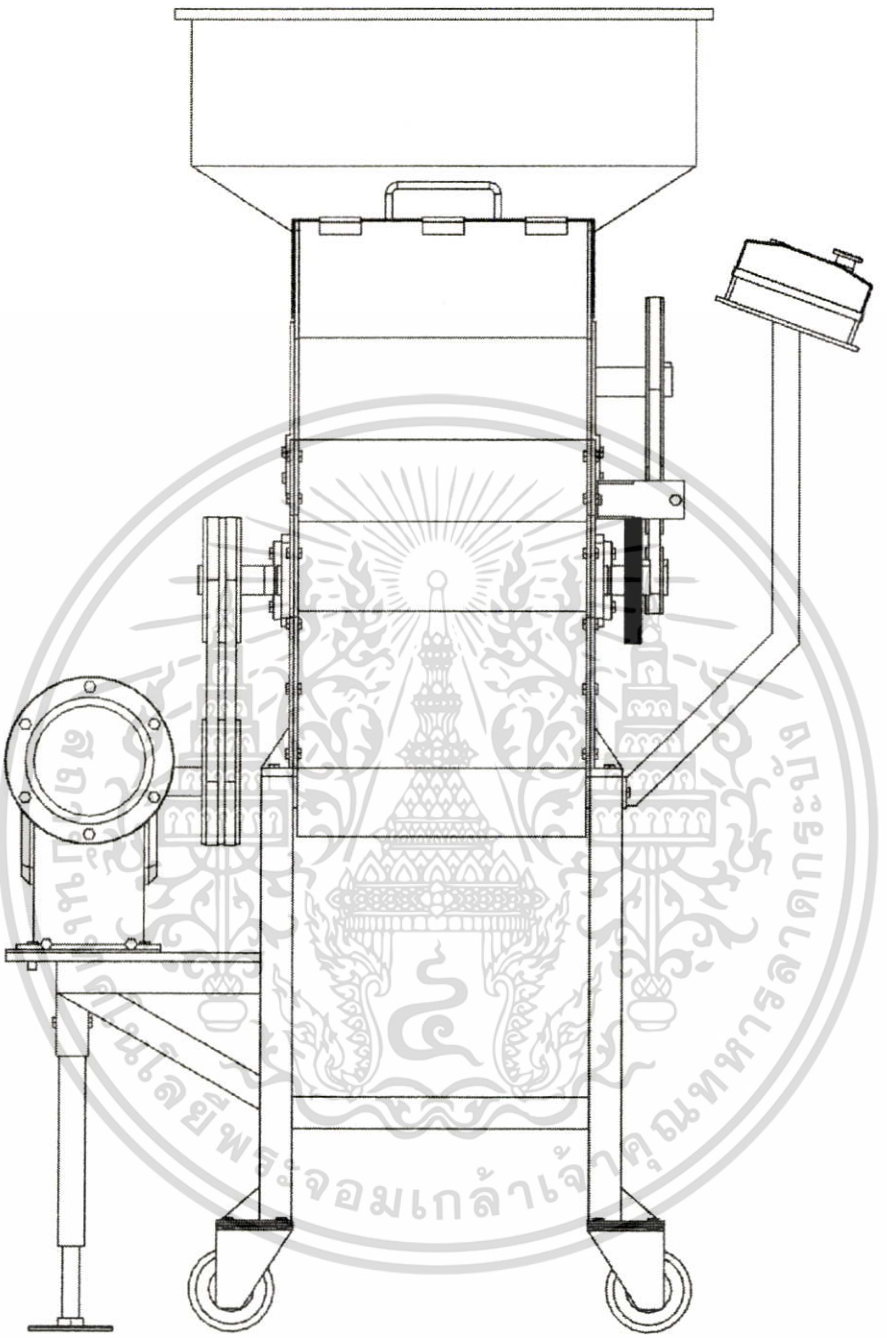
รูปที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

เครื่องมือการวิจัย แบบสัมภาษณ์และแบบสอบถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามข้อมูลประกอบการวิจัย

การสอบถามข้อมูลเบื้องต้นเพื่อกำหนดประเด็นในกระบวนการวิจัย

การรวบรวมข้อมูลเพื่อการประกอบกระบวนการวิเคราะห์ในประเด็นที่ต้องการรวบรวมข้อมูลในครั้งนั้นเป็นกระบวนการรวบรวมข้อมูลของโครงการ “การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อเกษตรอินทรีย์” ด้วยทุนวิจัยและพัฒนา ตามปีงบประมาณ 2559 สนับสนุนทุนวิจัยโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ซึ่งมีรองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นผู้วิจัยหลัก มีวัตถุประสงค์การวิจัย คือ

1. เพื่อศึกษากระบวนการขั้นตอนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
2. เพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้านประโยชน์ใช้สอย, ความแข็งแรงทนทาน, การซ่อมแซมบำรุงรักษา, ราคา, วัสดุและกรรมวิธีการผลิต, ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว
4. เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก
5. เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

การรวบรวมข้อมูลโดยแบบสอบถาม “ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์” ในครั้งนี้ประกอบการสอบถาม จำนวน 3 ตอน ดังนี้

แบบตอนที่ 1 : ข้อมูลและประวัติส่วนบุคคล

1. ชื่อ-สกุล .....
2. ตำแหน่ง/หน้าที่ .....
3. ประสบการณ์ ..... ปี
4. หน่วยงาน/สังกัด .....

แบบตอนที่ 2 : รายการสอบถามข้อมูลเบื้องต้นเพื่อกำหนดประเด็นในกระบวนการวิจัย

1. ท่านมีแนวคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาขยะเปียกในสถานที่ต่างๆอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. ท่านมีแนวความคิดในการแก้ไขปัญหาขยะเปียกที่พบตามสถานที่ต่างๆอย่างไร

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ท่านมีกระบวนการแปรสภาพขยะให้กลับมามีคุณค่าทางเศรษฐกิจหรือทางการออกแบบอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

4. ท่านมีความเห็นเกี่ยวกับกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกให้สามารถมารถกลับมามีคุณค่าอีกครั้งอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

5. ท่านเห็นว่าความคุ้มค่าทางด้านการนำขยะเปียกมาแปรสภาพเพื่อใช้ประโยชน์นั้นมีความเหมาะสมหรือไม่

.....

.....

.....

.....

.....

6. ท่านเห็นว่ากระบวนการแปรสภาพขยะเปียกนั้นมีโอกาสที่จะพัฒนาและต่อยอดในเชิงนิเวศเศรษฐกิจได้หรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

7. ท่านเห็นว่ากระบวนการแปรสภาพขยะเปียกนั้นมีโอกาสที่จะพัฒนาและต่อยอดในเชิงการเรียนรู้แบบบูรณาตามการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 ได้หรือไม่และจะช่วยส่งเสริมมุมมองและสร้างทัศนคติที่ดีต่อเด็กและเยาวชนได้หรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณที่อนุเคราะห์ข้อมูลประกอบการวิจัยในครั้งนี้
รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา **(แบบสอบถาม ฉบับที่ 1)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามข้อมูลประกอบการวิจัย

การสอบถามข้อมูลเบื้องต้นเพื่อการออกแบบและพัฒนา

การรวบรวมข้อมูลเพื่อการประกอบกระบวนการวิเคราะห์ในประเด็นที่ต้องการรวบรวมข้อมูลในครั้งนั้นเป็นกระบวนการรวบรวมข้อมูลของโครงการ “การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อเกษตรอินทรีย์” ด้วยทุนวิจัยและพัฒนา ตามปีงบประมาณ 2559 สนับสนุนทุนวิจัยโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ซึ่งมีรองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นผู้วิจัยหลัก มีวัตถุประสงค์การวิจัย คือ

1. เพื่อศึกษากระบวนการขั้นตอนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
2. เพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้านประโยชน์ใช้สอย, ความแข็งแรงทนทาน, การซ่อมแซมบำรุงรักษา, ราคา, วัสดุและกรรมวิธีการผลิต, ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว
4. เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก
5. เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

การรวบรวมข้อมูลโดยแบบสอบถาม “ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์” ในครั้งนี้ประกอบการสอบถาม จำนวน 3 ตอน ดังนี้

แบบตอนที่ 1 : ข้อมูลและประวัติส่วนบุคคล

1. ชื่อ-สกุล .....
2. ตำแหน่ง/หน้าที่ .....
3. ประสบการณ์ ..... ปี
4. หน่วยงาน/สังกัด .....

แบบตอนที่ 2 : รายการสอบถามข้อมูลเบื้องต้นเพื่อการออกแบบและพัฒนา

1. ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการนำขยะเปียกมาประยุกต์ใช้งานด้วยกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์

.....

.....

.....

2. ท่านมีแนวความคิดในการนำกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์มาประยุกต์ร่วมในกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกอย่างไร

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ท่านมีความคิดเห็นว่าการนำขยะเปียกกลับมาใช้งานด้วยกระบวนการแปรสภาพที่พัฒนาใหม่นั้นจะมีโอกาสมากน้อยเพียงใดในการประสบความสำเร็จในการส่งเสริมการนำขยะเปียกกลับมาใช้ประโยชน์อีกครั้ง

.....

.....

.....

.....

.....

4. ท่านมีความเห็นเกี่ยวกับกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกให้สามารถมารถกลับมามีคุณค่าอีกครั้งอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

5. ท่านเห็นว่าความคุ้มค่าของกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกก่อนการนำกลับมางานใหม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

6. ท่านเห็นว่ากระบวนการผลิตเครื่องที่แปรสภาพขยะเปียกนั้นควรยึดการวิเคราะห์คุณสมบัติและศักยภาพชุมชนเป็นหลักการในการคำนึงถึงเพื่อกระบวนการออกแบบและผลิตหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

7. ท่านเห็นว่ากระบวนการผลิตเครื่องจักรที่แปรสภาพขยะเปียกนั้นควรที่จะยึดหลักการใดมาประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณที่อนุเคราะห์ข้อมูลประกอบการวิจัยในครั้งนี้
รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา

(แบบสอบถาม ฉบับที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามข้อมูลประกอบการวิจัย

ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์

การรวบรวมข้อมูลเพื่อการประกอบกระบวนการวิเคราะห์ในประเด็นที่ต้องการรวบรวมข้อมูลในครั้งนั้นเป็นกระบวนการรวบรวมข้อมูลของโครงการ “การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อเกษตรอินทรีย์” ด้วยทุนวิจัยและพัฒนา ตามปีงบประมาณ 2559 สนับสนุนทุนวิจัยโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ซึ่งมีรองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นผู้วิจัยหลัก มีวัตถุประสงค์การวิจัย คือ

1. เพื่อศึกษากระบวนการขั้นตอนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
2. เพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้านประโยชน์ใช้สอย, ความแข็งแรงทนทาน, การซ่อมแซมบำรุงรักษา, ราคา, วัสดุและกรรมวิธีการผลิต, ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว
4. เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก
5. เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

การรวบรวมข้อมูลโดยแบบสอบถาม “ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์” ในครั้งนี้ประกอบการสอบถาม จำนวน 3 ตอน ดังนี้

แบบตอนที่ 1 : ข้อมูลและประวัติส่วนบุคคล

1. ชื่อ-สกุล .....
2. ตำแหน่ง/หน้าที่ .....
3. ประสบการณ์ ..... ปี
4. หน่วยงาน/สังกัด .....

แบบตอนที่ 2 : รายการประเมินและข้อสอบถามประกอบการวิจัย

คำชี้แจง : กรุณากรอกข้อมูล / ลงในช่องว่างที่กำหนด โดยสามารถแบ่งระดับของความคิดเห็น ดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการข้อการประเมินค่าความคิดเห็นในการวิจัย

ข้อ	รายการประเมินความคิดเห็น	ค่าระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.	สามารถประยุกต์ใช้งานได้อย่างเหมาะสม					
2.	มีความสะดวกสบายในการใช้งานอย่างเหมาะสม					
3.	สามารถเคลื่อนย้ายเครื่องได้สะดวกและรวดเร็ว					
4.	สามารถใช้งานได้ง่ายไม่ยุ่งยากและสามารถเข้าใจได้โดยง่าย					
5.	การดูแลรักษาเครื่องที่ไม่มีความยุ่งยากหรือซับซ้อน					
6.	เครื่องมีความสวยงามน่าใช้งานและมีแนวความคิดการออกแบบที่มีความเหมาะสมกับเครื่องจักร					
7.	มีรูปแบบสวยงามและทันสมัยน่าสนใจในการประยุกต์หรือใช้งาน					
8.	กระบวนการผลิตง่ายและมีการใช้วัสดุที่เหมาะสม					
9.	กรรมวิธีการผลิตเหมาะสมไม่ยุ่งยากซับซ้อนและส่งผลให้ต้นทุนการผลิตที่สูงเกินความจำเป็นในกระบวนการผลิตแต่ละขั้นตอน					
10.	เครื่องมีความแข็งแรงและทนทานเหมาะสมการใช้งาน					

แบบตอนที่ 3 : ข้อเสนอแนะประกอบการวิจัย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณที่อนุเคราะห์ข้อมูลประกอบการวิจัยในครั้งนี้

รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา

(แบบสอบถาม ฉบับที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามข้อมูลประกอบการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินผลการคิดเชิงมโนทัศน์

การรวบรวมข้อมูลเพื่อการประกอบกระบวนการวิเคราะห์ในประเด็นที่ต้องการรวบรวมข้อมูลในครั้งนั้นเป็นกระบวนการรวบรวมข้อมูลของโครงการ “การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อเกษตรอินทรีย์” ด้วยทุนวิจัยและพัฒนา ตามปีงบประมาณ 2559 สนับสนุนทุนวิจัยโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ซึ่งมีรองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นผู้วิจัยหลัก มีวัตถุประสงค์การวิจัย คือ

1. เพื่อศึกษากระบวนการขั้นตอนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
2. เพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้านประโยชน์ใช้สอย, ความแข็งแรงทนทาน, การซ่อมแซมบำรุงรักษา, ราคา, วัสดุและกรรมวิธีการผลิต, ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว
4. เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก
5. เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

การรวบรวมข้อมูลโดยแบบสอบถาม “ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์” ในครั้งนี้ประกอบการสอบถาม จำนวน 3 ตอน ดังนี้

แบบตอนที่ 1 : ข้อมูลและประวัติส่วนบุคคล

1. ชื่อ-สกุล .....
2. ตำแหน่ง/หน้าที่ .....
3. ประสบการณ์ ..... ปี
4. หน่วยงาน/สังกัด .....

แบบตอนที่ 2 : รายการประเมินและข้อสอบถามประกอบการวิจัย

คำชี้แจง : กรุณากรอกข้อมูล / ลงในช่องว่างที่กำหนด โดยสามารถแบ่งระดับของความคิดเห็น ดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการข้อการประเมินค่าความคิดเห็นในการวิจัยของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินผลการคิดเชิงมโนทัศน์

ข้อ	รายการประเมินความคิดเห็น	ค่าระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.	สามารถประยุกต์ใช้งานได้อย่างเหมาะสม					
2.	มีความสะดวกสบายในการใช้งานอย่างเหมาะสม					
3.	สามารถเคลื่อนย้ายเครื่องได้สะดวกและรวดเร็ว					
4.	สามารถใช้งานได้ง่ายไม่ยุ่งยากและสามารถเข้าใจได้โดยง่าย					
5.	การดูแลรักษาเครื่องที่ไม่มีความยุ่งยากหรือซับซ้อน					
6.	เครื่องมีความสวยงามน่าใช้งานและมีแนวความคิดการออกแบบที่มีความเหมาะสมกับเครื่องจักร					
7.	มีรูปแบบสวยงามและทันสมัยน่าสนใจในการประยุกต์หรือใช้งาน					
8.	กระบวนการผลิตง่ายและมีการใช้วัสดุที่เหมาะสม					
9.	กรรมวิธีการผลิตเหมาะสมไม่ยุ่งยากซับซ้อนและส่งผลให้ต้นทุนการผลิตที่สูงเกินความจำเป็นในกระบวนการผลิตแต่ละขั้นตอน					
10.	เครื่องมีความแข็งแรงและทนทานเหมาะสมการใช้งาน					

แบบตอนที่ 3 : ข้อเสนอแนะประกอบการวิจัย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณที่อนุเคราะห์ข้อมูลประกอบการวิจัยในครั้งนี้

รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา

(แบบสอบถาม ฉบับที่ 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามข้อมูลประกอบการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญการประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

การรวบรวมข้อมูลเพื่อการประกอบกระบวนการวิเคราะห์ในประเด็นที่ต้องการรวบรวมข้อมูลในครั้งนั้นเป็นกระบวนการรวบรวมข้อมูลของโครงการ “การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อเกษตรอินทรีย์” ด้วยทุนวิจัยและพัฒนา ตามปีงบประมาณ 2559 สนับสนุนทุนวิจัยโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ซึ่งมีรองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นผู้วิจัยหลัก มีวัตถุประสงค์การวิจัย คือ

1. เพื่อศึกษากระบวนการขั้นตอนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
2. เพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้านประโยชน์ใช้สอย, ความแข็งแรงทนทาน, การซ่อมแซมบำรุงรักษา, ราคา, วัสดุและกรรมวิธีการผลิต, ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว
4. เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก
5. เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

การรวบรวมข้อมูลโดยแบบสอบถาม “ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์” ในครั้งนี้ประกอบการสอบถาม จำนวน 3 ตอน ดังนี้

แบบตอนที่ 1 : ข้อมูลและประวัติส่วนบุคคล

1. ชื่อ-สกุล .....
2. ตำแหน่ง/หน้าที่ .....
3. ประสบการณ์ ..... ปี
4. หน่วยงาน/สังกัด .....

แบบตอนที่ 2 : รายการประเมินและข้อสอบถามประกอบการวิจัย

คำชี้แจง : กรุณากรอกข้อมูล / ลงในช่องว่างที่กำหนด โดยสามารถแบ่งระดับของความคิดเห็น ดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการข้อการประเมินค่าความคิดเห็นในการวิจัยของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียก เป็นดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

ข้อ	รายการประเมินความคิดเห็น	ค่าระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.	**ด้าน : ส่วนสายพานลำเลียงและส่วนบดย่อย**					
	ข้อพิจารณา : เน้นการพิจารณารูปแบบความเหมาะสมของสายพานลำเลียงและความรวดเร็วในการขับเคลื่อนและเคลื่อนย้ายขยะเปียกเข้าสู่ส่วนบดหยาบด้วยลูกล้อขนาดใหญ่ ที่เป็นส่วนของการบดย่อยโดยการอาศัยลูกล้อจำนวน 2 ลูกในการบดย่อยเพื่อคัดกรองและย่อยชิ้นขยะเปียกที่มีขนาดใหญ่					
2.	**ด้าน : ประโยชน์ใช้สอยและการใช้งานบดย่อยเพื่อแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม**					
	ข้อพิจารณา : เน้นการพิจารณาถึงประโยชน์ที่เกษตรกรอินทรีย์สามารถประยุกต์ใช้งานได้อย่างเหมาะสมในช่วงของกระบวนการบดย่อยก่อนกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม					
3.	**ด้าน : อุปกรณ์ส่งกำลัง (ส่วนมอเตอร์และระบบส่งกำลังภายในเครื่องส่วนบดย่อย)**					
	ข้อพิจารณา : เน้นการพิจารณาความเหมาะสมของมอเตอร์ที่เป็นอุปกรณ์ในการส่งกำลังในกระบวนการบดยอยให้กับเครื่องจักร โดยมอเตอร์นั้นต้องมีแรงขับที่เหมาะสมตลอดจนจำนวนรอบเครื่องที่มีความเหมาะสมที่ส่งผลให้เครื่องจักรที่ได้มีประสิทธิภาพในการใช้งาน					
4.	**ด้าน : ความแข็งแรงทนทานและวัสดุในการใช้งาน**					
	ข้อพิจารณา : เน้นการพิจารณาในส่วนของโครงสร้างหลักและโครงสร้างรองที่มีความเกี่ยวข้องในการรองรับอุปกรณ์ส่งกำลังและสายพาน ตลอดจนส่วนประกอบต่างๆ ที่มีความแข็งแรงคงทนสามารถที่จะซ่อมบำรุงได้ง่ายไม่ยุ่งยากและมีต้นทุนการผลิตที่ไม่สูงมากนัก					

แบบตอนที่ 3 : ข้อเสนอแนะประกอบการวิจัย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณที่อนุเคราะห์ข้อมูลประกอบการวิจัยในครั้งนี้

รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา

(แบบสอบถาม ฉบับที่ 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามข้อมูลประกอบการวิจัย

เกษตรกรประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียก เป็นดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

การรวบรวมข้อมูลเพื่อการประกอบกระบวนการวิเคราะห์ในประเด็นที่ต้องการรวบรวมข้อมูลในครั้งนั้นเป็นกระบวนการรวบรวมข้อมูลของโครงการ “การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อเกษตรอินทรีย์” ด้วยทุนวิจัยและพัฒนา ตามปีงบประมาณ 2559 สนับสนุนทุนวิจัยโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ซึ่งมีรองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นผู้วิจัยหลัก มีวัตถุประสงค์การวิจัย คือ

1. เพื่อศึกษากระบวนการขั้นตอนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
2. เพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้านประโยชน์ใช้สอย, ความแข็งแรงทนทาน, การซ่อมแซมบำรุงรักษา, ราคา, วัสดุและกรรมวิธีการผลิต, ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว
4. เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก
5. เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

การรวบรวมข้อมูลโดยแบบสอบถาม “เกษตรกรประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียก” ในครั้งนี้ประกอบการสอบถาม จำนวน 3 ตอน ดังนี้

แบบตอนที่ 1 : ข้อมูลและประวัติส่วนบุคคล

1. **ชื่อ-สกุล** .....
2. **ตำแหน่ง/หน้าที่** .....
3. **ประสบการณ์** ..... ปี
4. **หน่วยงาน/สังกัด** .....

แบบตอนที่ 2 : รายการประเมินและข้อสอบถามประกอบการวิจัย

คำชี้แจง : กรุณากรอกข้อมูล / ลงในช่องว่างที่กำหนด โดยสามารถแบ่งระดับของความคิดเห็น ดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการข้อการประเมินค่าความคิดเห็นในการวิจัยของเกษตรกรประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียก

ข้อ	รายการประเมินความคิดเห็น	ค่าระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.	**ด้าน : ส่วนสายพานลำเลียงและส่วนบดย่อย**					
	ข้อพิจารณา : เน้นการพิจารณารูปแบบความเหมาะสมของสายพานลำเลียงและความรวดเร็วในการขับเคลื่อนและเคลื่อนย้ายขยะเปียกเข้าสู่ส่วนบดหยาบด้วยลูกล้อขนาดใหญ่ ที่เป็นส่วนของการบดย่อยโดยการอาศัยลูกล้อจำนวน 2 ลูกในการบดย่อยเพื่อคัดกรองและย่อยชิ้นขยะเปียกที่มีขนาดใหญ่					
2.	**ด้าน : ประโยชน์ใช้สอยและการใช้งานบดย่อยเพื่อแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม**					
	ข้อพิจารณา : เน้นการพิจารณาถึงประโยชน์ที่เกษตรกรอินทรีย์สามารถประยุกต์ใช้งานได้อย่างเหมาะสมในช่วงของกระบวนการบดย่อยก่อนกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียม					
3.	**ด้าน : อุปกรณ์ส่งกำลัง (ส่วนมอเตอร์และระบบส่งกำลังภายในเครื่องส่วนบดย่อย)**					
	ข้อพิจารณา : เน้นการพิจารณาความเหมาะสมของมอเตอร์ที่เป็นอุปกรณ์ในการส่งกำลังในกระบวนการบดย่อยให้กับเครื่องจักร โดยมอเตอร์นั้นต้องมีแรงขับที่เหมาะสมตลอดจนจำนวนรอบเครื่องที่มีความเหมาะสมที่ส่งผลให้เครื่องจักรที่ได้มีประสิทธิภาพในการใช้งาน					
4.	**ด้าน : ความแข็งแรงทนทานและวัสดุในการใช้งาน**					
	ข้อพิจารณา : เน้นการพิจารณาในส่วนของโครงสร้างหลักและโครงสร้างรองที่มีความเกี่ยวข้องในการรองรับอุปกรณ์ส่งกำลังและสายพาน ตลอดจนส่วนประกอบต่างๆ ที่มีความแข็งแรงคงทนสามารถที่จะซ่อมบำรุงได้ง่ายไม่ยุ่งยากและมีต้นทุนการผลิตที่ไม่สูงมากนัก					

แบบตอนที่ 3 : ข้อเสนอแนะประกอบการวิจัย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณที่อนุเคราะห์ข้อมูลประกอบการวิจัยในครั้งนี้
รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา
(แบบสอบถาม ฉบับที่ 6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามข้อมูลประกอบการวิจัย

เกษตรกรประเมินระดับความพึงพอใจ เครื่องแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

การรวบรวมข้อมูลเพื่อการประกอบกระบวนการวิเคราะห์ในประเด็นที่ต้องการรวบรวมข้อมูลในครั้งนั้นเป็นกระบวนการรวบรวมข้อมูลของโครงการ “การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อเกษตรอินทรีย์” ด้วยทุนวิจัยและพัฒนา ตามปีงบประมาณ 2559 สนับสนุนทุนวิจัยโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ซึ่งมีรองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นผู้วิจัยหลัก มีวัตถุประสงค์การวิจัย คือ

1. เพื่อศึกษากระบวนการขั้นตอนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
2. เพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้านประโยชน์ใช้สอย, ความแข็งแรงทนทาน, การซ่อมแซมบำรุงรักษา, ราคา, วัสดุและกรรมวิธีการผลิต, ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว
4. เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก
5. เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

การรวบรวมข้อมูลโดยแบบสอบถาม “เกษตรกรประเมินระดับความพึงพอใจ” ในครั้งนี้ประกอบการสอบถาม จำนวน 3 ตอน ดังนี้

แบบตอนที่ 1 : ข้อมูลและประวัติส่วนบุคคล

1. ชื่อ-สกุล .....
2. ตำแหน่ง/หน้าที่ .....
3. ประสบการณ์ ..... ปี
4. หน่วยงาน/สังกัด .....

แบบตอนที่ 2 : รายการประเมินและข้อสอบถามประกอบการวิจัย

คำชี้แจง : กรุณากรอกข้อมูล / ลงในช่องว่างที่กำหนด โดยสามารถแบ่งระดับของความคิดเห็น ดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการข้อการประเมินค่าระดับความพึงพอใจของกลุ่มเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชอินทรีย์

ข้อ	รายการประเมินความคิดเห็น	ค่าระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.	รูปแบบเครื่องแปรสภาพมีความง่ายในการผลิตดินเทียมจากขยะเปียก					
2.	รูปแบบมีความง่ายในการใช้งานเพื่อการผลิตดินเทียม (ขั้นตอนการเท)					
3.	โครงสร้างมีความแข็งแรงและเหมาะสมกับการใช้งาน					
4.	รูปแบบส่วนบดย่อยเพื่อการผลิตดินเทียม (ขั้นตอนการบด)					
5.	เครื่องแปรสภาพมีความสะดวกสบายในการใช้งาน					
6.	ผลิตภัณฑ์สามารถแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมได้เหมาะสม					
7.	ระบบกลไกการทำงานของเครื่องย่อยมีความเหมาะสม					
8.	ตำแหน่งการควบคุมเครื่องจักรมีความเหมาะสมในการใช้งาน					
9.	การวางตำแหน่งส่วนลำเลียงขยะเปียกมีการแยกส่วนน้ำและกากได้ดี					
10.	โครงสร้างเครื่องสามารถทนการกระแทกและสั่นสะเทือนขณะใช้ได้ดี					
11.	เครื่องแปรสภาพขยะเปียกสามารถใช้งานง่ายไม่ยุ่งยาก					
12.	สร้างมุมมองที่ดีต่อกระบวนการใช้ประโยชน์จากขยะเปียกได้					
13.	สามารถช่วยให้เห็นประโยชน์ของขยะเปียกในการเกษตรกรรมได้					
14.	เครื่องแปรสภาพขยะเปียกมีความสวยงามแสดงถึงเทคโนโลยีได้					
15.	เครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ในการสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน					
16.	การดูแลรักษางายต่อการซ่อมบำรุงตรวจสอบได้ง่ายไม่ซับซ้อน					

แบบตอนที่ 3 : ข้อเสนอแนะประกอบการวิจัย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณที่อนุเคราะห์ข้อมูลประกอบการวิจัยในครั้งนี้
รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา
(แบบสอบถาม ฉบับที่ 7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามข้อมูลประกอบการวิจัย

ประเมินค่าความเหมาะสมปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบเครื่องบดอัดดินเทียมจากขยะเปียก

การรวบรวมข้อมูลเพื่อการประกอบกระบวนการวิเคราะห์ในประเด็นที่ต้องการรวบรวมข้อมูลในครั้งนั้นเป็นกระบวนการรวบรวมข้อมูลของโครงการ “การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อเกษตรอินทรีย์” ด้วยทุนวิจัยและพัฒนา ตามปีงบประมาณ 2559 สนับสนุนทุนวิจัยโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ซึ่งมีรองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นผู้วิจัยหลัก มีวัตถุประสงค์การวิจัย คือ

1. เพื่อศึกษากระบวนการขั้นตอนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
2. เพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้านประโยชน์ใช้สอย, ความแข็งแรงทนทาน, การซ่อมแซมบำรุงรักษา, ราคา, วัสดุและกรรมวิธีการผลิต, ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว
4. เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก
5. เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

การรวบรวมข้อมูลโดยแบบสอบถาม “ประเมินค่าความเหมาะสมปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบเครื่องบดอัดดินเทียมจากขยะเปียก” ในครั้งนี้ประกอบการสอบถาม จำนวน 3 ตอน ดังนี้

แบบตอนที่ 1 : ข้อมูลและประวัติส่วนบุคคล

1. ชื่อ-สกุล .....
2. ตำแหน่ง/หน้าที่ .....
3. ประสบการณ์ ..... ปี
4. หน่วยงาน/สังกัด .....

แบบตอนที่ 2 : รายการประเมินและข้อสอบถามประกอบการวิจัย

คำชี้แจง : กรุณากรอกข้อมูล / ลงในช่องว่างที่กำหนด โดยสามารถแบ่งระดับของความคิดเห็น ดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการข้อการประเมินค่าความเหมาะสมปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบเครื่องบดอัดดินเทียมจากขยะเปียก

ข้อ	รายการประเมินความคิดเห็น	ค่าระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.	ด้านกำลังที่ส่งผ่านระบบเพื่อการบดย่อย					
	ข้อพิจารณา : เน้นการพิจารณาด้านกำลังที่ส่งผ่านระบบสายพานเพื่อขับเคลื่อนอุปกรณ์ในส่วนต่างๆให้สามารถทำงานประสานกันได้อย่างเหมาะสม ในส่วนของการบดย่อยและการอัดย่อยขนาดเล็กเพื่อให้มีความละเอียดเหมาะสมในการนำเข้าสู่กระบวนการอัดเม็ดดินเทียม					
2.	ด้านกำลังที่ส่งผ่านระบบเพื่อการอัดเม็ด					
	ข้อพิจารณา : เน้นการพิจารณาด้านกำลังที่ส่งผ่านระบบสายพานเพื่อขับเคลื่อนในส่วนของตัวเกลียวหนอนที่อัดเม็ดดินเทียมให้ออกมาเป็นเม็ดมีความแน่นของเนื้อดินเทียมที่มีความเหมาะสม					
3.	ด้านความเหมาะสมระบบส่งกำลัง					
	ข้อพิจารณา : เน้นการพิจารณาขนาดกำลังของตัวมอเตอร์ที่ส่งกำลังหลักสู่สายพานเพื่อให้เกิดการขับเคลื่อนระบบอย่างเหมาะสมและมีความเร็วเพียงพอที่จะตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน					
4.	ด้านความเหมาะสมการใช้งาน					
	ข้อพิจารณา : เน้นการพิจารณาขนาดสัดส่วนและรูปแบบการประยุกต์ใช้งานกับร่างกายของผู้ใช้งานจริงที่มีความถูกต้องในลักษณะของขนาดสัดส่วนและพฤติกรรมของผู้ใช้งานที่สอดคล้องและชัดเจน					
5.	ด้านความเหมาะสมความปลอดภัย					
	ข้อพิจารณา : เน้นการพิจารณาความปลอดภัยที่มีส่วนของการป้องกันอันตรายจากตัวเครื่องและกระแสไฟฟ้าที่เหมาะสม					

แบบตอนที่ 3 : ข้อเสนอแนะประกอบการวิจัย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณที่อนุเคราะห์ข้อมูลประกอบการวิจัยในครั้งนี้
รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา
(แบบสอบถาม ฉบับที่ 8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามข้อมูลประกอบการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินผลการคิดเชิงมโนทัศน์ในส่วนของเครื่องอัดเม็ดดินเทียมขนาดเล็ก

การรวบรวมข้อมูลเพื่อการประกอบกระบวนการวิเคราะห์ในประเด็นที่ต้องการรวบรวมข้อมูลในครั้งนั้นเป็นกระบวนการรวบรวมข้อมูลของโครงการ “การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อเกษตรอินทรีย์” ด้วยทุนวิจัยและพัฒนา ตามปีงบประมาณ 2559 สนับสนุนทุนวิจัยโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ซึ่งมีรองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นผู้วิจัยหลัก มีวัตถุประสงค์การวิจัย คือ

1. เพื่อศึกษากระบวนการขั้นตอนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
2. เพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้านประโยชน์ใช้สอย, ความแข็งแรงทนทาน, การซ่อมแซมบำรุงรักษา, ราคา, วัสดุและกรรมวิธีการผลิต, ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว
4. เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก
5. เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

การรวบรวมข้อมูลโดยแบบสอบถาม “ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินผลการคิดเชิงมโนทัศน์ในส่วนของเครื่องอัดเม็ดดินเทียมขนาดเล็ก” ในครั้งนี้ประกอบการสอบถาม จำนวน 3 ตอน ดังนี้

แบบตอนที่ 1 : ข้อมูลและประวัติส่วนบุคคล

1. ชื่อ-สกุล .....
2. ตำแหน่ง/หน้าที่ .....
3. ประสบการณ์ ..... ปี
4. หน่วยงาน/สังกัด .....

แบบตอนที่ 2 : รายการประเมินและข้อสอบถามประกอบการวิจัย

คำชี้แจง : กรุณากรอกข้อมูล / ลงในช่องว่างที่กำหนด โดยสามารถแบ่งระดับของความคิดเห็น ดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการข้อการประเมินค่าความคิดเห็นในการวิจัยของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินผลการคิดเชิงมโนทัศน์ในส่วนของเครื่องอัดเม็ดดินเทียมขนาดเล็ก

ข้อ	รายการประเมินความคิดเห็น	ค่าระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.	สามารถประยุกต์ใช้งานได้อย่างเหมาะสม					
2.	มีความสะดวกสบายในการใช้งานอย่างเหมาะสม					
3.	สามารถเคลื่อนย้ายเครื่องได้สะดวกและรวดเร็ว					
4.	สามารถใช้งานได้ง่ายไม่ยุ่งยากและสามารถเข้าใจได้โดยง่าย					
5.	การดูแลรักษาเครื่องที่ไม่มีความยุ่งยากหรือซับซ้อน					
6.	เครื่องมีความสวยงามน่าใช้งานและมีแนวความคิดการออกแบบที่มีความเหมาะสมกับเครื่องจักร					
7.	มีรูปแบบสวยงามและทันสมัยน่าสนใจในการประยุกต์หรือใช้งาน					
8.	กระบวนการผลิตง่ายและมีการใช้วัสดุที่เหมาะสม					
9.	กรรมวิธีการผลิตเหมาะสมไม่ยุ่งยากซับซ้อนและส่งผลให้ต้นทุนการผลิตที่สูงเกินความจำเป็นในกระบวนการผลิตแต่ละขั้นตอน					
10.	เครื่องมีความแข็งแรงและทนทานเหมาะสมการใช้งาน					

แบบตอนที่ 3 : ข้อเสนอแนะประกอบการวิจัย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณที่อนุเคราะห์ข้อมูลประกอบการวิจัยในครั้งนี้

รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา

(แบบสอบถาม ฉบับที่ 9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามข้อมูลประกอบการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญด้านโครงสร้างการออกแบบเครื่องบดย่อยและส่วนอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก

การรวบรวมข้อมูลเพื่อการประกอบกระบวนการวิเคราะห์ในประเด็นที่ต้องการรวบรวมข้อมูลในครั้งนั้นเป็นกระบวนการรวบรวมข้อมูลของโครงการ “การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อเกษตรอินทรีย์” ด้วยทุนวิจัยและพัฒนา ตามปีงบประมาณ 2559 สนับสนุนทุนวิจัยโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ซึ่งมีรองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นผู้วิจัยหลัก มีวัตถุประสงค์การวิจัย คือ

1. เพื่อศึกษากระบวนการขั้นตอนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
2. เพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้านประโยชน์ใช้สอย, ความแข็งแรงทนทาน, การซ่อมแซมบำรุงรักษา, ราคา, วัสดุและกรรมวิธีการผลิต, ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว
4. เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก
5. เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

การรวบรวมข้อมูลโดยแบบสอบถาม “ผู้เชี่ยวชาญด้านโครงสร้างการออกแบบเครื่องบดย่อยและส่วนอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก” ในครั้งนี้ประกอบการสอบถาม จำนวน 3 ตอน ดังนี้

แบบตอนที่ 1 : ข้อมูลและประวัติส่วนบุคคล

1. ชื่อ-สกุล .....
2. ตำแหน่ง/หน้าที่ .....
3. ประสบการณ์ ..... ปี
4. หน่วยงาน/สังกัด .....

แบบตอนที่ 2 : รายการประเมินและข้อสอบถามประกอบการวิจัย

คำชี้แจง : กรุณากรอกข้อมูล / ลงในช่องว่างที่กำหนด โดยสามารถแบ่งระดับของความคิดเห็น ดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการข้อการประเมินค่าระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านโครงสร้างการออกแบบเครื่องบดย่อยและส่วนอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก

ข้อ	รายการประเมินความคิดเห็น	ค่าระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.	รูปแบบเครื่องส่วนบดย่อยละเอียดมีความเหมาะสม					
2.	รูปแบบเครื่องส่วนอบแห้งดินเทียมเม็ดมีความเหมาะสม					
3.	ส่วนโครงสร้างหลักมีความเหมาะสมและสามารถรับน้ำหนักได้					
4.	โครงสร้างรองที่ใช้ในการรองรับส่วนบดย่อยละเอียดเหมาะสม					
5.	ส่วนผนังเครื่องสามารถป้องกันอันตรายจากเครื่องได้ดี					
6.	ส่วนวงจรที่ควบคุมและสร้างความปลอดภัยเหมาะสม					
7.	ส่วนล้อที่ใช้เคลื่อนย้ายมีความเหมาะสม					
8.	ส่วนจุดยึดผนังเครื่องด้านข้างสามารถรองรับแรงสั่นสะเทือนได้					
9.	ส่วนถาดบรรจุส่วนผสมดินเทียมก่อนเข้าเครื่องมีความเหมาะสม					
10.	มอเตอร์ที่สร้างแรงขับเคลื่อนมีความเหมาะสมกับประเภทการใช้งานของเครื่องทั้ง 3 ระบบได้อย่างเหมาะสม					
11.	ระบบสายพานที่นำมาใช้งานขับเคลื่อนมีความเหมาะสมและสามารถลดเสียงที่เกิดขณะใช้งานได้					
12.	ส่วนอบแห้งที่ให้ความร้อนด้วยขดลวดมีความเหมาะสม					
13.	การขับเคลื่อนส่วนเม็ดดินเทียมที่บดอัดผ่านขดลวดความร้อนมีความเหมาะสมในการให้ความร้อนที่ทั่วถึงและสม่ำเสมอ					
14.	ชุดเพลาที่ใช้ในการสร้างแรงหมุนเพื่อขับเคลื่อนชุดวงล้อสายพานมีความเหมาะสมในการให้แรงต่อระบบทั้ง 3					
15.	จุดหมุนเครื่องในส่วนการอัดเม็ดสามารถใช้งานได้เหมาะสม					
16.	รูปทรงเครื่องจักรมีความสวยงามและเหมาะสมกับรูปแบบการใช้งานเครื่องบดย่อยและอบแห้งดินเทียม					

แบบตอนที่ 3 : ข้อเสนอแนะประกอบการวิจัยของผู้เชี่ยวชาญด้านโครงสร้างการออกแบบเครื่องบดย่อยและส่วนอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก

.....

.....

.....

.....

.....

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณที่อนุเคราะห์ข้อมูลประกอบการวิจัยในครั้งนี้
รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา
(แบบสอบถาม ฉบับที่ 10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามข้อมูลประกอบการวิจัย

ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านเกษตรกรรมอินทรีย์

การรวบรวมข้อมูลเพื่อการประกอบกระบวนการวิเคราะห์ในประเด็นที่ต้องการรวบรวมข้อมูลในครั้งนั้นเป็นกระบวนการรวบรวมข้อมูลของโครงการ “การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อเกษตรอินทรีย์” ด้วยทุนวิจัยและพัฒนา ตามปีงบประมาณ 2559 สนับสนุนทุนวิจัยโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ซึ่งมีรองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นผู้วิจัยหลัก มีวัตถุประสงค์การวิจัย คือ

1. เพื่อศึกษากระบวนการขั้นตอนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
2. เพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้านประโยชน์ใช้สอย, ความแข็งแรงทนทาน, การซ่อมแซมบำรุงรักษา, ราคา, วัสดุและกรรมวิธีการผลิต, ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว
4. เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก
5. เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

การรวบรวมข้อมูลโดยแบบสอบถาม “ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านเกษตรกรรมอินทรีย์” ในครั้งนี้ประกอบการสอบถาม จำนวน 3 ตอน ดังนี้

แบบตอนที่ 1 : ข้อมูลและประวัติส่วนบุคคล

1. ชื่อ-สกุล .....
2. ตำแหน่ง/หน้าที่ .....
3. ประสบการณ์ ..... ปี
4. หน่วยงาน/สังกัด .....

แบบตอนที่ 2 : รายการประเมินและข้อสอบถามประกอบการวิจัยของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านเกษตรกรรมอินทรีย์

คำชี้แจง : กรุณากรอกข้อมูล / ลงในช่องว่างที่กำหนด โดยสามารถแบ่งระดับของความคิดเห็น ดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการข้อการประเมินค่าระดับความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านเกษตรกรรมอินทรีย์

ข้อ	รายการประเมินความคิดเห็น	ค่าระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.	เครื่องส่วนบดย่อยสามารถใช้งานได้เหมาะสม					
2.	เครื่องส่วนอบแห้งดินเทียมสามารถใช้งานได้เหมาะสม					
3.	โครงสร้างหลักมีความแข็งแรงและยังตอบสนองการใช้งานได้ดี					
4.	โครงสร้างรองสามารถตอบสนองการใช้งานได้ดีและแข็งแรง					
5.	ผนังเครื่องสามารถป้องกันอันตรายและสร้างความมั่นใจในการใช้งานเครื่องให้กับผู้ใช้งานได้เหมาะสม					
6.	ส่วนควบคุมสามารถใช้งานง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อนต่อการเข้าใจ					
7.	สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายและมีความสะดวกในการใช้งาน					
8.	เนื้อดินเทียมที่ได้มีความละเอียดและเข้ากันของส่วนประกอบ					
9.	ส่วนถาดบรรจุส่วนผสมดินเทียมก่อนเข้าเครื่องมีความเหมาะสม					
10.	เนื้อดินเทียมที่อัดเม็ดแล้วมีความเหมาะสมและคงตัวได้ดีไม่แตกตัวในขณะตากแห้งหรืออบแห้งเม็ดดินเทียม					
11.	ระบบสายพานที่นำมาใช้งานขับเคลื่อนมีความเหมาะสมและสามารถลดเสียงที่เกิดขณะใช้งานได้					
12.	ส่วนอบแห้งมีความเหมาะสมและสามารถให้ความร้อนได้ดี					
13.	การขับเคลื่อนส่วนเม็ดดินเทียมที่บดอัดผ่านขดลวดความร้อนมีความเหมาะสมในการให้ความร้อนที่ทั่วถึงและสม่ำเสมอ					
14.	ระบบการขับเคลื่อนเครื่องที่พัฒนาใหม่มีความเหมาะสม					
15.	จุดหมุนเครื่องในส่วนการอัดเม็ดสามารถใช้งานได้เหมาะสม					

แบบตอนที่ 3 : ข้อเสนอแนะประกอบการวิจัยของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านเกษตรกรรมอินทรีย์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณที่อนุเคราะห์ข้อมูลประกอบการวิจัยในครั้งนี้
รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา

(แบบสอบถาม ฉบับที่ 11)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามข้อมูลประกอบการวิจัย
เกษตรกรที่เพาะปลูกพืชในรูปแบบเกษตรอินทรีย์

การรวบรวมข้อมูลเพื่อการประกอบกระบวนการวิเคราะห์ในประเด็นที่ต้องการรวบรวมข้อมูลในครั้งนั้นเป็นกระบวนการรวบรวมข้อมูลของโครงการ “การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อเกษตรอินทรีย์” ด้วยทุนวิจัยและพัฒนา ตามปีงบประมาณ 2559 สนับสนุนทุนวิจัยโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ซึ่งมีรองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นผู้วิจัยหลัก มีวัตถุประสงค์การวิจัย คือ

1. เพื่อศึกษากระบวนการขั้นตอนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
2. เพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้านประโยชน์ใช้สอย, ความแข็งแรงทนทาน, การซ่อมแซมบำรุงรักษา, ราคา, วัสดุและกรรมวิธีการผลิต, ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว
4. เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก
5. เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

การรวบรวมข้อมูลโดยแบบสอบถาม “เกษตรกรที่เพาะปลูกพืชในรูปแบบเกษตรอินทรีย์” ในครั้งนี้ประกอบการสอบถาม จำนวน 3 ตอน ดังนี้

แบบตอนที่ 1 : ข้อมูลและประวัติส่วนบุคคล

1. ชื่อ-สกุล .....
2. ตำแหน่ง/หน้าที่ .....
3. ประสบการณ์ ..... ปี
4. หน่วยงาน/สังกัด .....

แบบตอนที่ 2 : รายการประเมินและข้อสอบถามประกอบการวิจัยของเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชในรูปแบบเกษตรอินทรีย์

คำชี้แจง : กรุณากรอกข้อมูล / ลงในช่องว่างที่กำหนด โดยสามารถแบ่งระดับของความคิดเห็น ดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการประเมินความคิดเห็นกลุ่มเกษตรกรที่มีการเพาะปลูกพืชแบบอินทรีย์ในพื้นที่ทดลองเป้าหมาย

ข้อ	รายการประเมินความคิดเห็น	ค่าระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.	ความเหมาะสมเครื่องส่วนบดย่อยละเอียดส่วนผสมขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียม					
2.	ความเหมาะสมเครื่องส่วนคลุกเคล้าส่วนผสมขยะเปียกร่วมกับเศษเหลือทิ้งทางเกษตรกรรมที่มีอยู่ในพื้นที่เพื่อเพิ่มคุณค่าในเนื้อดินเทียมที่ใช้งาน					
3.	ความเหมาะสมเครื่องในส่วนของกระบวนการอัดเม็ดดินเทียมสามารถอัดเม็ดดินเทียมได้คงตัวและไม่มีการแตกรุ่ยของเนื้อดินที่บดอัดออกมาจากเครื่องที่พัฒนาใหม่					
4.	ความเหมาะสมเครื่องในส่วนของการอบแห้งเม็ดดินเทียมที่สำเร็จออกมาจากเครื่องในส่วนการการบดอัด โดยเม็ดดินเทียมมีความแห้งและสามารถนำมาใช้งานได้					
5.	ความเหมาะสมในการขนย้ายหรือการเคลื่อนย้ายเครื่องไปใช้งานในพื้นที่ที่ต้องการ					

แบบตอนที่ 3 : ข้อเสนอแนะประกอบการวิจัยของเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชในรูปแบบเกษตรอินทรีย์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณที่อนุเคราะห์ข้อมูลประกอบการวิจัยในครั้งนี้
รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา

(แบบสอบถาม ฉบับที่ 12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามข้อมูลประกอบการวิจัย

ประเมินเปรียบเทียบการใช้งานของผลิตภัณฑ์บดย่อย/อัดเม็ด/อบแห้ง ของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาใหม่และผลิตภัณฑ์เดิม โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มเกษตรกรด้านเกษตรอินทรีย์

การรวบรวมข้อมูลเพื่อการประกอบกระบวนการวิเคราะห์ในประเด็นที่ต้องการรวบรวมข้อมูลในครั้งนั้นเป็นกระบวนการรวบรวมข้อมูลของโครงการ “การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อเกษตรอินทรีย์” ด้วยทุนวิจัยและพัฒนา ตามปีงบประมาณ 2559 สนับสนุนทุนวิจัยโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ซึ่งมีรองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นผู้วิจัยหลัก มีวัตถุประสงค์การวิจัย คือ

1. เพื่อศึกษากระบวนการขั้นตอนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
2. เพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้านประโยชน์ใช้สอย, ความแข็งแรงทนทาน, การซ่อมแซมบำรุงรักษา, ราคา, วัสดุและกรรมวิธีการผลิต, ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว
4. เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก
5. เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

การรวบรวมข้อมูลโดยแบบสอบถาม “ประเมินเปรียบเทียบการใช้งานของผลิตภัณฑ์บดย่อย/อัดเม็ด/อบแห้ง ของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาใหม่และผลิตภัณฑ์เดิม โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มเกษตรกรด้านเกษตรอินทรีย์” ในครั้งนี้ประกอบการสอบถาม จำนวน 3 ตอน ดังนี้

แบบตอนที่ 1 : ข้อมูลและประวัติส่วนบุคคล

1. ชื่อ-สกุล .....
2. ตำแหน่ง/หน้าที่ .....
3. ประสบการณ์ ..... ปี
4. หน่วยงาน/สังกัด .....

แบบตอนที่ 2 : รายการประเมินและข้อสอบถามประกอบการวิจัยของเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชในรูปแบบเกษตรอินทรีย์ (ประเมินเปรียบเทียบการใช้งานของผลิตภัณฑ์บดย่อย/อัดเม็ด/อบแห้ง ของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาใหม่และผลิตภัณฑ์เดิม โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มเกษตรกรด้านเกษตรอินทรีย์)

คำชี้แจง : กรุณากรอกข้อมูล / ลงในช่องว่างที่กำหนด โดยสามารถแบ่งระดับของความคิดเห็น ดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

รายการประเมินเปรียบเทียบการใช้งานของผลิตภัณฑ์บดย่อย/อัดเม็ด/อบแห้ง ของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาใหม่และผลิตภัณฑ์เดิม โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มเกษตรกรด้านเกษตรอินทรีย์

ข้อ	รายการประเมินความคิดเห็น	ค่าระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.	รูปแบบการประยุกต์ใช้งานเครื่องมีความเหมาะสมและสามารถใช้งานได้ตรงตามความต้องการ					
2.	ผลผลิตดินเทียมที่ได้จากกระบวนการใช้งานเครื่อง					
3.	รูปแบบการประยุกต์ใช้งานได้อย่างหลากหลายวัตถุประสงค์การใช้งานและก่อให้เกิดผลตอบแทนที่เหมาะสม					
4.	ผลิตภัณฑ์บดย่อย/อัดเม็ด/อบแห้ง มีความสวยงามน่าใช้					
5.	ความปลอดภัยในขณะที่ใช้งานเครื่องบดย่อย/อัดเม็ด/อบแห้ง					
6.	การเคลื่อนย้ายที่สะดวกรวดเร็วในการนำไปใช้งาน					
7.	มอเตอร์ที่ให้กำลังมีแรงที่เหมาะสมและสามารถผลิตได้รวดเร็วตรงตามความต้องการ					
8.	เสียงที่เกิดจากกระบวนการผลิตด้วยเครื่องบดย่อย/อัดเม็ด/อบแห้งมีความเหมาะสม					
9.	สามารถเรียนรู้และใช้งานเครื่องได้อย่างเหมาะสม					
10.	สามารถซ่อมบำรุงและดูแลรักษาได้ง่ายไม่ยุ่งยาก					

แบบตอนที่ 3 : ข้อเสนอแนะประกอบการวิจัยของการใช้งานของผลิตภัณฑ์บดย่อย/อัดเม็ด/อบแห้ง ของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาใหม่และผลิตภัณฑ์เดิม โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มเกษตรกรด้านเกษตรอินทรีย์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณที่อนุเคราะห์ข้อมูลประกอบการวิจัยในครั้งนี้
รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา

(แบบสอบถาม ฉบับที่ 13)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามข้อมูลประกอบการวิจัย

ผลความคิดเห็นศักยภาพชุมชนโดยการประยุกต์กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วม (PAR) ในพื้นที่ชุมชนเป้าหมาย ด้วยการพิจารณาข้อมูลเชิงคุณภาพตามแนวคิด แบบ Multiple Investigator Triangulation

การรวบรวมข้อมูลเพื่อการประกอบกระบวนการวิเคราะห์ในประเด็นที่ต้องการรวบรวมข้อมูลในครั้งนั้นเป็นกระบวนการรวบรวมข้อมูลของโครงการ “การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อเกษตรอินทรีย์” ด้วยทุนวิจัยและพัฒนา ตามปีงบประมาณ 2559 สนับสนุนทุนวิจัยโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ซึ่งมีรองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นผู้วิจัยหลัก มีวัตถุประสงค์การวิจัย คือ

1. เพื่อศึกษากระบวนการขั้นตอนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
2. เพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้านประโยชน์ใช้สอย, ความแข็งแรงทนทาน, การซ่อมแซมบำรุงรักษา, ราคา, วัสดุและกรรมวิธีการผลิต, ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว
4. เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก
5. เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

การรวบรวมข้อมูลโดยแบบสอบถาม “ความคิดเห็นศักยภาพชุมชนโดยการประยุกต์กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วม (PAR) ในพื้นที่ชุมชนเป้าหมาย ด้วยการพิจารณาข้อมูลเชิงคุณภาพตามแนวคิด แบบ Multiple Investigator Triangulation” ในครั้งนี้ประกอบการสอบถาม จำนวน 3 ตอน ดังนี้

แบบตอนที่ 1 : ข้อมูลและประวัติส่วนบุคคล

1. ชื่อ-สกุล .....
2. ตำแหน่ง/หน้าที่ .....
3. ประสบการณ์ ..... ปี
4. หน่วยงาน/สังกัด .....

แบบตอนที่ 2 : รายการประเมินและข้อสอบถามประกอบการวิจัยของเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชในรูปแบบเกษตรอินทรีย์ (ความคิดเห็นศักยภาพชุมชนโดยการประยุกต์กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วม (PAR) ในพื้นที่ชุมชนเป้าหมาย ด้วยการพิจารณาข้อมูลเชิงคุณภาพตามแนวคิด แบบ Multiple Investigator Triangulation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำชี้แจง : กรุณากรอกข้อมูล / ลงในช่องว่างที่กำหนด โดยสามารถแบ่งระดับของความคิดเห็น ดังนี้

5 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
4 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก
3 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
2 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

รายการประเมินผลความคิดเห็นศักยภาพชุมชนโดยการประยุกต์กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วม (PAR) ในพื้นที่ชุมชนเป้าหมาย ด้วยการพิจารณาข้อมูลเชิงคุณภาพตามแนวคิด แบบ Multiple Investigator Triangulation

ข้อ	รายการประเมินความคิดเห็น	ค่าระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.	ชุมชนมีศักยภาพในการพัฒนาทางด้าน “กายภาพ”					
2.	ชุมชนมีศักยภาพในการพัฒนาทางด้าน “เทคโนโลยี”					
3.	ชุมชนมีศักยภาพในการพัฒนาทางด้าน “ทักษะฝีมือ”					
4.	ชุมชนมีศักยภาพในการพัฒนาทางด้าน “ความรู้”					
5.	ชุมชนมีศักยภาพในการพัฒนาทางด้าน “มุมมอง”					

แบบตอนที่ 3 : ข้อเสนอแนะประกอบการวิจัยของประเมินผลความคิดเห็นศักยภาพชุมชนโดยการประยุกต์กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วม (PAR) ในพื้นที่ชุมชนเป้าหมาย

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

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณที่อนุเคราะห์ข้อมูลประกอบการวิจัยในครั้งนี้
รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา
(แบบสอบถาม ฉบับที่ 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามข้อมูลประกอบการวิจัย

การประเมินค่าความสัมพันธ์ทางด้านหลักการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

การรวบรวมข้อมูลเพื่อการประกอบกระบวนการวิเคราะห์ในประเด็นที่ต้องการรวบรวมข้อมูลในครั้งนั้นเป็นกระบวนการรวบรวมข้อมูลของโครงการ “การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อเกษตรอินทรีย์” ด้วยทุนวิจัยและพัฒนา ตามปีงบประมาณ 2559 สนับสนุนทุนวิจัยโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ซึ่งมีรองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นผู้วิจัยหลัก มีวัตถุประสงค์การวิจัย คือ

1. เพื่อศึกษากระบวนการขั้นตอนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
2. เพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้านประโยชน์ใช้สอย, ความแข็งแรงทนทาน, การซ่อมแซมบำรุงรักษา, ราคา, วัสดุและกรรมวิธีการผลิต, ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว
4. เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก
5. เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

การรวบรวมข้อมูลโดยแบบสอบถาม “การประเมินค่าความสัมพันธ์ทางด้านหลักการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ (n=7)” ในครั้งนี้ประกอบการสอบถาม จำนวน 3 ตอน ดังนี้

แบบตอนที่ 1 : ข้อมูลและประวัติส่วนบุคคล

1. ชื่อ-สกุล .....
2. ตำแหน่ง/หน้าที่ .....
3. ประสบการณ์ ..... ปี
4. หน่วยงาน/สังกัด .....

แบบตอนที่ 2 : รายการประเมินและข้อสอบถามประกอบการวิจัยของเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชในรูปแบบเกษตรอินทรีย์ (การประเมินค่าความสัมพันธ์ทางด้านหลักการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง : กรุณากรอกข้อมูล / ลงในช่องว่างที่กำหนด โดยสามารถแบ่งระดับของความคิดเห็น ดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการประเมินค่าความสัมพันธ์ทางด้านหลักการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ (n=7)

ข้อ	รายการประเมินความคิดเห็น	ค่าระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.	ด้านประโยชน์ใช้สอยในบรรจุภัณฑ์และชั้นวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียก					
	1.1 ชั้นวางมีประโยชน์ใช้สอยที่ครบถ้วน					
	1.2 ชั้นวางมีความเหมาะสมสมในการนำเสนอชิ้นงานบรรจุภัณฑ์ดินเทียม					
	1.3 ชั้นวางสามารถใช้งานได้หลากหลายหน้าที่และมีรูปแบบที่เหมาะสม					
	1.4 ชั้นวางมีรูปแบบที่สามารถปรับขนาดได้หลากหลายรูปแบบ					
2.	ด้านความสวยงามและเอกลักษณ์เฉพาะตัวในบรรจุภัณฑ์และชั้นวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียก					
	2.1 รูปแบบชั้นวางมีความสวยงามและมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวของดินเทียม					
	2.2 ชั้นวางสามารถแสดงถึงผลิตภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียกได้เหมาะสม					
	2.3 ชั้นวางมีความเฉพาะตัวและมีรูปแบบกราฟิคที่สวยงามน่าสนใจ					
	2.4 ชั้นวางมีสีสันและรูปแบบของภาพประกอบที่เหมาะสม					
3.	รูปแบบการประยุกต์ใช้งานได้อย่างหลากหลายวัตถุประสงค์การใช้งานและก่อให้เกิดผลตอบแทนที่เหมาะสม					
	3.1 วัสดุที่ใช้ในการผลิตมีความเหมาะสม					
	3.2 วัสดุที่ใช้สามารถดูแลซ่อมแซมได้					
	3.3 กระบวนการผลิตไม่มีความซับซ้อน					
	3.4 กระบวนการผลิตมีต้นทุนที่เหมาะสม					
	3.5 ต้นทุนการผลิตมีความเหมาะสม					
	3.6 วัสดุมีความเหมาะสมกับการปรับรูปแบบในการจัดวางได้เหมาะสม					

แบบตอนที่ 3 : ข้อเสนอแนะประกอบการวิจัยของการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางด้านหลักการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

.....

.....

.....

.....

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณที่อนุเคราะห์ข้อมูลประกอบการวิจัยในครั้งนี้
รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา **(แบบสอบถาม ฉบับที่ 15)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามข้อมูลประกอบการวิจัย

การประเมินค่าระดับความพึงพอใจผู้ทรงคุณวุฒิ ที่มีต่อบรรจุภัณฑ์และชั้นวางผลิตภัณฑ์

การรวบรวมข้อมูลเพื่อการประกอบกระบวนการวิเคราะห์ในประเด็นที่ต้องการรวบรวมข้อมูลในครั้งนั้นเป็นกระบวนการรวบรวมข้อมูลของโครงการ “การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อเกษตรอินทรีย์” ด้วยทุนวิจัยและพัฒนา ตามปีงบประมาณ 2559 สนับสนุนทุนวิจัยโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ซึ่งมีรองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นผู้วิจัยหลัก มีวัตถุประสงค์การวิจัย คือ

1. เพื่อศึกษากระบวนการขั้นตอนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
2. เพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้านประโยชน์ใช้สอย, ความแข็งแรงทนทาน, การซ่อมแซมบำรุงรักษา, ราคา, วัสดุและกรรมวิธีการผลิต, ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว
4. เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก
5. เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

การรวบรวมข้อมูลโดยแบบสอบถาม “การวิเคราะห์ค่าระดับความพึงพอใจผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อบรรจุภัณฑ์และชั้นวางผลิตภัณฑ์” ในครั้งนี้ประกอบการสอบถาม จำนวน 3 ตอน ดังนี้

แบบตอนที่ 1 : ข้อมูลและประวัติส่วนบุคคล

1. ชื่อ-สกุล .....
2. ตำแหน่ง/หน้าที่ .....
3. ประสบการณ์ ..... ปี
4. หน่วยงาน/สังกัด .....

แบบตอนที่ 2 : รายการประเมินและข้อสอบถามประกอบการวิจัย
(การวิเคราะห์ค่าระดับความพึงพอใจผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อบรรจุภัณฑ์และชั้นวางผลิตภัณฑ์)

คำชี้แจง : กรุณากรอกข้อมูล / ลงในช่องว่างที่กำหนด โดยสามารถแบ่งระดับของความคิดเห็น ดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการประเมินค่าระดับความพึงพอใจผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อบรรจุภัณฑ์และชั้นวางผลิตภัณฑ์

ข้อ	รายการประเมินความคิดเห็น	ค่าระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.	เกณฑ์การประเมินทางด้านประโยชน์ใช้สอยของผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียก					
	1.1 การออกแบบบรรจุภัณฑ์สามารถสนองต่อผู้บริโภคได้อย่างเหมาะสม					
	1.2 การออกแบบสัมพันธ์กับการใช้สอยหลักของบรรจุภัณฑ์ดินเทียม					
	1.3 ความเหมาะสมกับสัดส่วนและมุมมองบรรจุภัณฑ์ของมนุษย์					
	1.4 ความสะดวกสบายในการจัดจำหน่ายและความโดดเด่นของบรรจุภัณฑ์					
2.	เกณฑ์การประเมินทางด้านความงามและความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวบรรจุภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียก					
	2.1 ความเรียบง่ายของรูปทรงบรรจุภัณฑ์และชั้นวางบรรจุภัณฑ์					
	2.2 ลักษณะของสีสามารถสื่อถึงความเป็นพื้นถิ่นและความเป็นวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างชัดเจนและเหมาะสม					
	2.3 ผลิตภัณฑ์สามารถสื่อถึงความเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อมได้ชัดเจน					
3.	เกณฑ์การประเมินทางด้านความคงทนแข็งแรงในการใช้งานบรรจุภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียก					
	3.1 โครงสร้างมีความแข็งแรงทนทานในส่วนของวัสดุบรรจุภัณฑ์และชั้นวาง					
	3.2 กระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์และชั้นวางมีความเหมาะสม					
	3.3 บรรจุภัณฑ์และชั้นวางมีความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน					
	3.4 บรรจุภัณฑ์และชั้นวางมีการซ่อมแซมบำรุงรักษามีความง่ายไม่ยุ่งยาก					
4.	เกณฑ์การประเมินทางด้านราคาการผลิตในระบบอุตสาหกรรมของบรรจุภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียก					
	4.1 ต้นทุนในการผลิตบรรจุภัณฑ์ดินเทียมจากขยะเปียกมีความเหมาะสม					
	4.2 ความเป็นไปได้ในบรรจุภัณฑ์ดินเทียมออกสู่ท้องตลาด					

แบบตอนที่ 3 : ข้อเสนอแนะประกอบการวิจัยของการวิเคราะห์ความพึงพอใจผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อบรรจุภัณฑ์และชั้นวางผลิตภัณฑ์

.....

.....

.....

.....

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณที่อนุเคราะห์ข้อมูลประกอบการวิจัยในครั้งนี้
รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา **(แบบสอบถาม ฉบับที่ 16)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามข้อมูลประกอบการวิจัย

ประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจ ต่อรูปแบบหนังสือเสริมทักษะและโครงการ (Project)

การรวบรวมข้อมูลเพื่อการประกอบกระบวนการวิเคราะห์ในประเด็นที่ต้องการรวบรวมข้อมูลในครั้งนั้นเป็นกระบวนการรวบรวมข้อมูลของโครงการ "การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อเกษตรอินทรีย์" ด้วยทุนวิจัยและพัฒนา ตามปีงบประมาณ 2559 สนับสนุนทุนวิจัยโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ซึ่งมีรองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นผู้วิจัยหลัก มีวัตถุประสงค์การวิจัย คือ

1. เพื่อศึกษากระบวนการขั้นตอนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
2. เพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้านประโยชน์ใช้สอย, ความแข็งแรงทนทาน, การซ่อมแซมบำรุงรักษา, ราคา, วัสดุและกรรมวิธีการผลิต, ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว
4. เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก
5. เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

การรวบรวมข้อมูลโดยแบบสอบถาม "ประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจต่อรูปแบบหนังสือเสริมทักษะและโครงการ (Project)" ในครั้งนี้ประกอบการสอบถาม จำนวน 3 ตอน ดังนี้

แบบตอนที่ 1 : ข้อมูลและประวัติส่วนบุคคลผู้ประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจต่อรูปแบบหนังสือเสริมทักษะและโครงการ (Project)

1. ชื่อ-สกุล .....
2. ตำแหน่ง/หน้าที่ .....
3. ประสบการณ์ ..... ปี
4. หน่วยงาน/สังกัด .....

แบบตอนที่ 2 : รายการประเมินและข้อสอบถามประกอบการวิจัย (การวิเคราะห์ค่าประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจต่อรูปแบบหนังสือเสริมทักษะและโครงการ (Project))

คำชี้แจง : กรุณากรอกข้อมูล / ลงในช่องว่างที่กำหนด โดยสามารถแบ่งระดับของความคิดเห็น ดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

รายการประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจต่อรูปแบบหนังสือเสริมทักษะและโครงการ (Project)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ	รายการประเมินความคิดเห็น	ค่าระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.	หนังสือเสริมทักษะมีรูปแบบน่าสนใจ					
	1.1 ส่วนหน้าปกและปกหลังมีความสวยงามน่าสนใจ					
	1.2 ส่วนเนื้อหามีความเหมาะสมและสามารถประยุกต์ใช้งานได้อย่างเหมาะสมกับกลุ่มเด็กนักเรียนชั้น ป.5					
	1.3 รูปแบบตัวการ์ตูนและภาพประกอบสวยงามและเหมาะสม					
2.	หนังสือมีเนื้อหาเหมาะสมกับรายวิชา					
	2.1 หนังสือมีเนื้อหาที่สามารถนำมาบูรณาการองค์ความรู้ได้อย่างหลากหลายและเหมาะสมสำหรับเด็ก					
	2.2 หนังสือมีเนื้อหาที่สามารถประยุกต์สู่ความรู้ที่ยั่งยืนในมุมมองของความยั่งยืนกับวิถีชีวิตได้เหมาะสม					
3.	ภาษาที่ใช้สามารถอ่านและเข้าใจได้ง่าย					
	3.1 ความเหมาะสมของรูปแบบภาษาการสื่อสารระหว่างเด็กนักเรียนชั้น ป.5 และมีประสิทธิภาพ					
	3.2 ภาษาที่ใช้ในหนังสือมีความเหมาะสมกับความรู้ของเด็ก					
	3.3 ภาษาที่ใช้ในหนังสือสามารถเข้าใจได้ง่ายไม่ซับซ้อน					
4.	ภาพประกอบมีความน่าสนใจเหมาะกับเนื้อหาการเรียนการสอน					
	4.1 ภาพประกอบหนังสือมีความเหมาะสมกับช่วงอายุของเด็ก					
	4.2 ภาพประกอบหนังสือมีความสวยงามเหมาะสมกับเนื้อหา					
	4.3 ภาพประกอบมีสีสันที่เหมาะสมกับการเร้าความสนใจเด็ก					
5.	การจัดวางเนื้อหาและรูปในหนังสือเสริมทักษะมีความเหมาะสม					
	5.1 การจัดวางเนื้อหามีความสัมพันธ์กับภาพ					
	5.2 รูปแบบของอักษรและเนื้อหามีความเหมาะสม					
	5.3 การจัดวางเนื้อหาและรูปในหนังสือเสริมทักษะมีความเหมาะสม					
6.	มีความแข็งแรงทนทานและบำรุงรักษาง่าย					
	6.1 รูปแบบการเย็บเล่มหนังสือมีความเหมาะสมและทนทาน					
	6.2 รูปเล่มมีความสวยงามและสามารถใช้งานได้เหมาะสม					

แบบตอนที่ 3 : ข้อเสนอแนะประกอบการวิจัยของการวิเคราะห์ประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจต่อรูปแบบหนังสือเสริมทักษะและโครงการ (Project)

.....

.....

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณที่อนุเคราะห์ข้อมูลประกอบการวิจัยในครั้งนี้
รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา **(แบบสอบถาม ฉบับที่ 17)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามข้อมูลประกอบการวิจัย

การประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจรูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ด้านทรัพยากรธรรมชาติ ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านเกษตรกรรม

การรวบรวมข้อมูลเพื่อการประกอบกระบวนการวิเคราะห์ในประเด็นที่ต้องการรวบรวมข้อมูลในครั้งนั้นเป็นกระบวนการรวบรวมข้อมูลของโครงการ “การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อเกษตรอินทรีย์” ด้วยทุนวิจัยและพัฒนา ตามปีงบประมาณ 2559 สนับสนุนทุนวิจัยโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ซึ่งมีรองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นผู้วิจัยหลัก มีวัตถุประสงค์การวิจัย คือ

1. เพื่อศึกษากระบวนการขั้นตอนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
2. เพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้านประโยชน์ใช้สอย, ความแข็งแรงทนทาน, การซ่อมแซมบำรุงรักษา, ราคา, วัสดุและกรรมวิธีการผลิต, ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว
4. เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก
5. เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

การรวบรวมข้อมูลโดยแบบสอบถาม “การประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจรูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ด้านทรัพยากรธรรมชาติ ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านเกษตรกรรม” ในครั้งนี้ประกอบการสอบถาม จำนวน 3 ตอน ดังนี้

แบบตอนที่ 1 : ข้อมูลและประวัติส่วนบุคคลผู้ประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจรูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ด้านทรัพยากรธรรมชาติ ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านเกษตรกรรม

1. ชื่อ-สกุล .....
2. ตำแหน่ง/หน้าที่ .....
3. ประสบการณ์ ..... ปี
4. หน่วยงาน/สังกัด .....

แบบตอนที่ 2 : รายการประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจรูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ด้านทรัพยากรธรรมชาติ ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านเกษตรกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำชี้แจง : กรุณากรอกข้อมูล / ลงในช่องว่างที่กำหนด โดยสามารถแบ่งระดับของความคิดเห็น ดังนี้

5 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
4 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก
3 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
2 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

รายการประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจรูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ด้านทรัพยากรธรรมชาติ ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านเกษตรกรรม

ข้อ	รายการประเมินความคิดเห็น ด้านทรัพยากรธรรมชาติ ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านเกษตรกรรม	ค่าระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.	มีความสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมของชุมชน					
2.	สามารถนำทรัพยากรในชุมชนมาใช้ได้โดยง่าย					
3.	สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับวิถีการดำเนินชีวิตของผู้คนในชุมชน					
4.	สภาพแวดล้อมของชุมชนเป็นไปในทิศทางที่ดีขึ้น					
5.	ส่งเสริมวัฒนธรรมและวิธีชีวิตของชุมชน					
6.	ดินเทียมมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการนำมาใช้ทดแทนดินจริง					

แบบตอนที่ 3 : ข้อเสนอแนะประกอบการวิจัยของประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจรูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ด้านทรัพยากรธรรมชาติ ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านเกษตรกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณที่อนุเคราะห์ข้อมูลประกอบการวิจัยในครั้งนี้
รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา
(แบบสอบถาม ฉบับที่ 18)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามข้อมูลประกอบการวิจัย

การประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจ รูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ด้านคณิตศาสตร์ ด้านการเพิ่มมูลค่า และด้านเศรษฐศาสตร์

การรวบรวมข้อมูลเพื่อการประกอบกระบวนการวิเคราะห์ในประเด็นที่ต้องการรวบรวมข้อมูลในครั้งนั้นเป็นกระบวนการรวบรวมข้อมูลของโครงการ “การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อเกษตรอินทรีย์” ด้วยทุนวิจัยและพัฒนา ตามปีงบประมาณ 2559 สนับสนุนทุนวิจัยโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ซึ่งมีรองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นผู้วิจัยหลัก มีวัตถุประสงค์การวิจัย คือ

1. เพื่อศึกษากระบวนการขั้นตอนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
2. เพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องแปรสภาพขยะเปียกในการใช้งานด้านประโยชน์ใช้สอย, ความแข็งแรงทนทาน, การซ่อมแซมบำรุงรักษา, ราคา, วัสดุและกรรมวิธีการผลิต, ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว
4. เพื่อประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ผลิตจากเครื่องแปรสภาพขยะเปียก ด้านการเพาะปลูกพืชและค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก
5. เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์

การรวบรวมข้อมูลโดยแบบสอบถาม “การประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจรูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ด้านคณิตศาสตร์ ด้านการเพิ่มมูลค่าและด้านเศรษฐศาสตร์” ในครั้งนี้ประกอบการสอบถาม จำนวน 3 ตอน ดังนี้

แบบตอนที่ 1 : ข้อมูลและประวัติส่วนบุคคลผู้ประเมินการประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจรูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ด้านคณิตศาสตร์ ด้านการเพิ่มมูลค่า และด้านเศรษฐศาสตร์

1. ชื่อ-สกุล .....
2. ตำแหน่ง/หน้าที่ .....
3. ประสบการณ์ ..... ปี
4. หน่วยงาน/สังกัด .....

แบบตอนที่ 2 : รายการประเมินการประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจรูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ด้านคณิตศาสตร์ ด้านการเพิ่มมูลค่า และด้านเศรษฐศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำชี้แจง : กรุณากรอกข้อมูล / ลงในช่องว่างที่กำหนด โดยสามารถแบ่งระดับของความคิดเห็น ดังนี้

5 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
4 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก
3 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
2 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

รายการประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจรูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ด้านคณิตศาสตร์ ด้านการเพิ่มมูลค่า และด้านเศรษฐศาสตร์

ข้อ	รายการประเมินความคิดเห็น ด้านทรัพยากรธรรมชาติ ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านเกษตรกรรม	ค่าระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.	สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับทรัพยากรในชุมชน					
2.	สามารถวางแผนการจัดจำหน่ายเพื่อเพิ่มอาชีพให้กับคนในชุมชน					
3.	สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับวิถีการดำเนินชีวิตของผู้คนในชุมชน					
4.	ส่งเสริมคุณภาพชีวิตให้กับคนในชุมชน					
5.	เสริมสร้างอาชีพให้กับคนในชุมชน					
6.	คนในชุมชนสามารถผลิตเองได้โดยง่าย					

แบบตอนที่ 3 : ข้อเสนอแนะประกอบการวิจัยของประเมินประสิทธิผลค่าระดับความพึงพอใจรูปแบบการเรียนรู้ PBL ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์ ด้านคณิตศาสตร์ ด้านการเพิ่มมูลค่า และด้านเศรษฐศาสตร์

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

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณที่อนุเคราะห์ข้อมูลประกอบการวิจัยในครั้งนี้
รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา
(แบบสอบถาม ฉบับที่ 19)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ.
ผลการทดสอบการเพาะปลูกพืชด้วยดินเทียมจากขยะเปียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของดินเทียมจากเศษอาหารต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค
THE EFFECT OF ARTIFICIAL SOIL FROM FOOD SCRAPS ON THE GROWTH OF GREEN OAK LETTUCE

ผลการวิจัยโดย : ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุเมธ ตรีศักดิ์ศรี และนาย ธีระ รวยอารี

1. การวิจัยเบื้องต้น

การศึกษาผลของดินเทียมจากเศษอาหาร ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสมบูรณ์ของดินเทียมจากเศษอาหารและเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค โดยทำการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) ประกอบด้วยสิ่งทดลอง 1 ปัจจัย ได้แก่ดินผสมการค้า 1 ชนิด และดินเทียมจากเศษอาหาร 3 ชนิด มีจำนวนทั้งหมด 3 ซ้ำ ๆ ละ 3 ต้น ทำการทดลองโดยทำการเพาะเมล็ดผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คลงในถาดหลุมเป็นเวลา 14 วัน จากนั้นย้ายปลูกต้นกล้าลงในถุงดำขนาด 6 นิ้ว เป็นเวลา 31 วัน รวมทั้งสิ้น 45 วัน จากนั้นทำการเก็บผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คมาทำการวัดการเจริญเติบโตทางสรีรวิทยาต่างๆ ได้แก่ ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวราก ความยาวต้น ค่าสี น้ำหนักสดของต้นและราก น้ำหนักแห้งของต้นและราก จากนั้นนำไปอบที่ตู้อบลมร้อนที่ 70oc เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อทำการวัดปริมาณรงควัตถุต่างๆ และปริมาณไนเตรทสะสม

ผลการทดลองพบว่าผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินผสมเพื่อการค้ามีการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยมีความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 16.27 เซนติเมตร ค่าความยาวทั้งต้นและรากเท่ากับ 40.88 เซนติเมตร ค่าความยาวต้นเท่ากับ 30.05 เซนติเมตร ค่าความยาวรากเท่ากับ 10.833 เซนติเมตร น้ำหนักสดเท่ากับ 39.28 กรัม น้ำหนักแห้งเท่ากับ 1.85 กรัม น้ำหนักสดต้นเท่ากับ 32.10 กรัม น้ำหนักแห้งต้นเท่ากับ 1.42 กรัม น้ำหนักสดรากเท่ากับ 7.18 กรัม น้ำหนักแห้งรากเท่ากับ 0.43 กรัม ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ 936.61 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง คลอโรฟิลล์บี 234.08 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง คลอโรฟิลล์ทั้งหมด 1170.70 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง แคโรทีนอยด์ทั้งหมด 100.33 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ค่า L เท่ากับ 18.61 ค่า A เท่ากับ 12.48 ค่า B เท่ากับ 43.31 ค่า HUE เท่ากับ 178.50 ค่า CHROMA เท่ากับ 22.41 ปริมาณไนเตรทตกค้างเท่ากับ 1647.47 มิลลิกรัมกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักสด ในทางตรงกันข้ามผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 1 มีการเจริญเติบโตน้อยที่สุด โดยมีค่าความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 6.57 เซนติเมตร ค่าความยาวทั้งต้นและรากเท่ากับ 11.33 เซนติเมตร ค่าความยาวต้นเท่ากับ 6.55 เซนติเมตร ค่าความยาวรากเท่ากับ 4.77 เซนติเมตร น้ำหนักสดเท่ากับ 1.10 กรัม น้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.0604 กรัม น้ำหนักสดต้นเท่ากับ 6.55 กรัม น้ำหนักแห้งต้นเท่ากับ 0.2199 กรัม น้ำหนักสดรากเท่ากับ 0.88 กรัม และน้ำหนักแห้งรากเท่ากับ 0.0113 กรัม ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ 345.68 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง คลอโรฟิลล์บี 40.72 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง คลอโรฟิลล์ทั้งหมด 386.40 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง แคโรทีนอยด์ทั้งหมด 17.63 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ค่า L เท่ากับ 20.43 ค่า A เท่ากับ -12.09 ค่า B เท่ากับ 46.62 ค่า HUE เท่ากับ 178.29 ค่า CHROMA เท่ากับ 23.77 ปริมาณไนเตรทตกค้างเท่ากับ 1443.67 มิลลิกรัมกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักสด

จากการศึกษาพบว่าดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตรสามารถนำมาปลูกผักกาดหอมพันธุ์ กรีนโอ๊คให้เจริญเติบโตได้ แต่ในแต่ละสูตรมีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน และมีการเจริญเติบโตที่ด้อยกว่าผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินผสมทางการค้า โดยเฉพาะดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 1 ที่ส่งผลต่อการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คน้อยกว่าดินผสมทางการค้าในทุกด้าน จึงต้องมีการพัฒนาหรือปรับปรุงดินเทียมจากเศษอาหารให้เทียบเท่าหรือสามารถทดแทนดินผสมทางการค้าได้

2. อุปกรณ์และวิธีการในการวิจัย

2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย : อุปกรณ์ 1)เมล็ดพันธุ์ผักสลัดกรีนโอ๊ค 2)ถาดเพาะเมล็ด 3)ถุงปลูกขนาด 6 นิ้ว 4)ดินผสมเพื่อการค้า 5)ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 1 2และ3 6)บัวรดน้ำ 7)อุปกรณ์สำหรับวัดการเจริญเติบโต 8)อุปกรณ์สำหรับวัดปริมาณรงควัตถุ ได้แก่ เครื่องเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (สเปกโตรโฟโตมิเตอร์) ตู้อบลมร้อน เครื่องวัดสี เครื่องแก้ววตวงสารละลาย กระดาษกรอง
อ่างปรับอุณหภูมิ (Incubator) สารละลายโซเดียมไนเตรท ($NaNO_3$) สารละลายอะซีโตน (KOH) สารละลาย salicylic acid ในกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) เข้มข้น

2.2 วิธีการวิจัย : วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) ทดลองจำนวน 3 ซ้ำซ้ำละ 3 ต้น ประกอบด้วยสิ่งทดลอง 1 ปัจจัยได้แก่ ดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร และดินผสมเพื่อการค้า 1 สูตร กำหนดหน่วยทดลองคือผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค โดยนำข้อมูลการตอบสนอง

ข้อมูลการตอบสนองของลักษณะทางสรีรวิทยาของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คต่อดินที่ใช้ทำการปลูกมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยใช้โปรแกรม SPSS for window และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลอง (Treatment) โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) สูตรของดินเทียมจากเศษอาหาร ดังนี้

ดินเทียมสูตรที่ 1 : เศษอาหาร 10% แกลบเผา 30% กากถั่วเหลือง 30% มูลวัว 30%
ดินเทียมสูตรที่ 2 : เศษอาหาร 10% แกลบ 30% กากอ้อย 30% มูลวัว 30%
ดินเทียมสูตรที่ 3 : เศษอาหาร 20% แกลบ 20% แกลบเผา 20% กากถั่วเหลือง 20%
มูลวัว 20%

1. ทำการศึกษาความสมบูรณ์ของดินเทียมจากเศษอาหาร : โดยการหาดัชนีการงอก Germination index นำดินเทียมที่เจือจางความเข้มข้นในอัตราส่วน 1 : 10 จากนั้นกรองเอาเฉพาะสารละลาย จากนั้นนำเมล็ดพืชที่ต้องการทดสอบโดยเมล็ดพืชจานวน 10 เมล็ดมาวางบนจานอาหารที่ มีกระดาษจานละ 10 เมล็ด จากนั้นดูดสารละลายที่เจือจางความเข้มข้นในอัตราส่วนข้างต้น ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เพาะเลี้ยงไว้เป็นเวลา 10 วัน ตรวจวัดจำนวนเมล็ดที่สามารถเจริญได้และทำการวัดความยาวรากพืชออกมาเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่เติมน้ำกลั่นจากนั้นทำการคำนวณเปอร์เซ็นต์การงอก(Germination) และดัชนีการงอก (Germination index)

2. การเตรียมวัสดุและการเพาะเมล็ด : นำเมล็ดผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค เพาะลงในถาดหลุมที่บรรจุดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 4 ชนิดและดินผสมทางการค้า เพื่อใช้ในการเพาะเมล็ด หลังจากนั้นรดน้ำ และนำถาดหลุมที่ใช้ในการเพาะเมล็ดไปตั้งไว้บนชั้นเพาะเมล็ด หลังจากเมล็ดเริ่มงอกจนเจริญเป็นต้นกล้าให้นำต้นกล้าไปไว้ในที่ที่มีแสงแดดรำไร

3. การย้ายต้นกล้าลงปลูกในวิธีการปลูกผัก : เมื่อต้นกล้ามีอายุได้ 14 วัน ซึ่งเป็นระยะที่พืชมีใบจริงประมาณ 2 - 3 ใบ ความสูงประมาณ 5 เซนติเมตร ย้ายต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเมล็ดในถาดหลุมลงปลูกในถุงปลูกขนาด 6 นิ้วที่บรรจุดิน 4 ชนิด ประกอบด้วย ดินเทียมจากเศษอาหารจำนวน 3 ชนิดและดินผสมเพื่อการค้า 1 ชนิด

4. การบันทึกข้อมูล : บันทึกข้อมูลการทดลองของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค ที่มีอายุ 30 วันหลังย้ายปลูกซึ่งเป็นระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตของของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 การเจริญเติบโตของผักกาดหอม ทำการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่มีอายุ 30 วันหลังย้ายปลูก ได้แก่ ความกว้างทรงพุ่ม ความยาว ความยาวต้น ความยาวราก น้ำหนักสด น้ำหนักสดต้น น้ำหนักสดราก น้ำหนักแห้ง น้ำหนักแห้งต้น และน้ำหนักแห้งราก

1. ความยาว (เซนติเมตร) วัดจากบริเวณรากถึงส่วนสูงสุดของลำต้น
2. ความยาวต้น (เซนติเมตร) วัดจากบริเวณโคนต้นถึงส่วนสูงสุดของลำต้น
3. ความยาวราก (เซนติเมตร) วัดบริเวณปลายรากถึงส่วนบนสุดที่มีการ ออกราก บริเวณโคนต้น
4. ความกว้างทรงพุ่ม (เซนติเมตร) วัดบริเวณที่กว้างที่สุดจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่ง
5. น้ำหนักสด (กรัม) นำผักสลัดทั้งส่วนต้นและรากนำมาชั่งน้ำหนักโดยเครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง
6. น้ำหนักสดต้น (กรัม) นำผักสลัดส่วนต้นนำมาชั่งน้ำหนักโดยเครื่อง ชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง
7. น้ำหนักสดราก (กรัม) นำผักสลัดส่วนรากนำมาชั่งน้ำหนักโดยเครื่อง ชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง
8. น้ำหนักแห้ง (กรัม) นำตัวอย่างส่วนต้นและรากไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสภายในตู้อบลมร้อน (Memmert, Model500) เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จนตัวอย่างแห้งสนิท แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้งทั้งส่วนต้นและรากนำมาชั่งน้ำหนักโดยเครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง
9. น้ำหนักแห้งต้น (กรัม) นำตัวอย่างส่วนต้นและรากไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสภายในตู้อบลมร้อน (Memmert, Model500) เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จนตัวอย่างแห้งสนิท แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้งส่วนต้นนำมาชั่งน้ำหนักโดยเครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง
10. น้ำหนักแห้งราก (กรัม) นำตัวอย่างส่วนต้นและรากไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสภายในตู้อบลมร้อน (Memmert, Model500) เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จนตัวอย่างแห้งสนิท แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้งส่วนรากนำมาชั่งน้ำหนักโดยเครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง

4.2 ปริมาณรงควัตถุ นำใบของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค ที่เติบโตเต็มที่มาอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ภายในตู้อบลมร้อน (Memmert, Model500) เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จนตัวอย่างแห้งสนิท นำตัวอย่างส่วนต้นมาผสมกันแล้วชั่งน้ำหนัก 50 มิลลิกรัม จำนวนสูตรละ 12ตัวอย่าง จากนั้นบดตัวอย่างให้ละเอียดแล้วนำมาหาค่าปริมาณรงควัตถุที่มีในใบผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค ดังนี้

4.2.1 การวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์ทั้งหมดและแคโรทีนอยด์ทั้งหมดของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.2.1.1 การเตรียมตัวอย่าง

- นำตัวอย่างที่บดละเอียดมาใส่ในขวดแก้วและเติมสารละลายอะซีโตนความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- นำตัวอย่างไปเก็บไว้ในตู้เย็นที่มีอุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส ในสภาพมืด เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

- นำไปกรองด้วยกระดาษกรอง ปรับปริมาตรเป็น 10 มิลลิลิตร ด้วยอะซีโตนความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์

4.2.1.2 วิธีวิเคราะห์

- การวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์ทั้งหมด และแคโรทีนอยด์ทั้งหมด สามารถทำได้โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายที่ได้จากการสกัดใบพืชที่ความยาวคลื่น 663 645 และ470 นาโนเมตร ด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (UV – spectrophotometer) หลังจากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์ทั้งหมดและแคโรทีนอยด์ทั้งหมด ตามวิธีการของ Shabala - *et al.*, (1998) และ Lichtenthaler (1987)

$$Chl\ a = 12.72*OD_{663} - 2.59*OD_{645}$$

$$Chl\ b = 22.88*OD_{645} - 4.67*OD_{663}$$

$$TC = Chla + Chlb$$

$$Cx+c = \frac{1000OD470 - 3.27*Chla - 104*Chlb}{229}$$

4.2.2 การวิเคราะห์ค่าสีของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.2.2.1 การเตรียมตัวอย่าง

- นำตัวอย่างมาล้างทำความสะอาด จากนั้นผึ่งไว้ให้แห้ง

4.2.2.2 การวิเคราะห์

- ทำการวัดสีของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คด้วยเครื่องวัดสี (Colorimeter)

- ค่าที่วัดได้แสดงเป็นค่า L* a* และ b* แล้วนำมาคำนวณหาค่า Chroma (C*) และ hue angle (H) ดังแสดงในสมการต่อไปนี้

Chroma = $(a^* + b^*)^{½}$ เมื่อ $a^* > 0$ และ $b^* \geq 0$

Hue angle = arctangent (b^*/a^*) เมื่อ $a^* < 0$

Hue angle = arctangent $(b^*/a^*) + 180°$ เมื่อ $a^* > 0$ และ $b^* < 0$

Hue angle = arctangent $(b^*/a^*) + 360°$

4.2.3 การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทที่สะสมในผักผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค โดยมีขั้นตอนดังนี้ ตามวิธีการของ Cataldo *et al.* (1975)

4.2.3.1 การเตรียมตัวอย่าง

- นำตัวอย่างมาล้างทำความสะอาด ผึ่งพอแห้ง แล้วนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 70 ° C ประมาณ 2 วัน นำตัวอย่างแห้งมาอบให้เป็นผงละเอียด บรรจุในภาชนะปิดสนิทชั่งตัวอย่างแห้งประมาณ 0.05 กรัม

- เติมน้ำกลั่นร้อนอุณหภูมิ 80°c ปริมาตร 10 มล.

- นำไปแช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ ที่ 80°c นาน 30 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- นำไปกรองด้วยกระดาษกรอง ปรับปริมาตรเป็น 10 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

- ดูดสารละลายด้านบนปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

4.2.3.2 การคำนวณค่าสารละลายไนเตรทมาตรฐาน

- นำโซเดียมไนเตรท ($NaNO_3$) มาละลายน้ำความเข้มข้น 2 โมล ปริมาตร 500 มิลลิลิตร

- ไดลูทเจอจางความเข้มข้นของสารละลายโซเดียม ไนเตรท ($NaNO_3$) เป็น 1 2 3 4 5 6 10 20 30 40 50 และ60 โดยมีน้ำกลั่นเป็นตัวสารละลายอ้างอิง (Reagent Blank)

- ดูดสารสกัดตัวอย่างมา 0.2 มล. เติม 0.8 มล. ของ 5% salicylic acid ใน H_2SO_4 เข้มข้น ผสมให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 20 นาที

- เติม (2M)NaOH ลงไป 19 มล.ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง วัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 410 nm ด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (UV – spectrophotometer)

- ใส่สารละลายอ้างอิง (Reagent Blank) ลงในช่องใส่ คิวเวทท์ ปรับ 100%T หรือค่าการดูดกลืนให้เป็นศูนย์ด้วยปุ่มปรับศูนย์

- ใส่สารตัวอย่างลงในช่องใส่คิวเวทท์ ปิดฝาช่องใส่ คิวเวทท์ Absorbance

- นำค่า Absorbanceที่วัดได้มาหาสมการเส้นตรงเพื่อทำการเปรียบเทียบกับการวัดค่าไนเตรทของตัวอย่าง

4.2.3.3 วิธีวิเคราะห์

การวิเคราะห์ด้วยวิธี Colorimetric นำตัวอย่างที่สกัดได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธี Salicylic โดยมีรายละเอียดโดยย่อดังนี้

- ดูดสารสกัดตัวอย่างมา 0.2 มล. เติม 0.8 มล. ของ 5% Salicylic acid ใน H_2SO_4 เข้มข้น ผสมให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 20 นาที

- เติม (2M)NaOH ลงไป 19 มล.ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง วัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสง ที่ ความยาวคลื่น 410 nm ด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (UV – spectrophotometer)

- ใส่สารละลายอ้างอิง (Reagent Blank) ลงในช่องใส่ คิวเวทท์ ปรับ 100%T หรือค่าการดูดกลืนให้เป็นศูนย์ด้วยปุ่มปรับศูนย์

- ใส่สารตัวอย่างลงในช่องใส่คิวเวทท์ ปิดฝาช่องใส่ คิวเวทท์ Absorbance

- นำค่า Absorbanceที่วัดได้มาหาปริมาณไนเตรทตกค้างในผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คจากสมการเส้นตรงของสารละลายไนเตรทมาตรฐาน

5. นำผลการทดลองที่ได้มาทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผลการวิจัย

ผลของดินเทียมจากเศษอาหารต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค ทำการวิจัยที่ห้องเรือนเพาะชำห้อง 613 สาขาวิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม โดยทำการวิจัยเพื่อศึกษาความสมบูรณ์ของดินเทียมจากเศษอาหาร และเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกด้วยดินเทียมจากเศษอาหารโดย มีสูตรทั้งหมด 3 สูตร เปรียบเทียบกับดินการค้า วางแผนการทดลองแบบ สุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ต้น ประกอบด้วยสิ่งทดลอง 1 ปัจจัยได้แก่ ดินเทียมจากเศษอาหาร 3 ชนิด และดินผสมเพื่อการค้า 1 ชนิด ทำการศึกษาความสมบูรณ์ของดินเทียมจากเศษอาหารและดินผสมการค้า โดยการหาดัชนีการงอก Germination index ทำการเพาะเมล็ดจนเป็นต้นกล้านาน 14 วัน จากนั้นย้ายปลูกและสังเกตการณ์เจริญเติบโตเมื่อปลูกผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คได้ 31 วัน รวมทั้งสิ้น 45 วัน จากนั้นทำการเก็บผลและบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ ความกว้างทรงพุ่ม ความยาว ความยาวต้น ความยาวราก น้ำหนักสดต้น น้ำหนักสดต้น น้ำหนักสดราก น้ำหนักแห้ง น้ำหนักแห้งต้น และน้ำหนักแห้งราก ปริมาณรงควัตถุ โดยนำใบของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค ที่เติบโตเต็มที่มาอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ภายในตู้อบลมร้อนเป็นเวลา 48 ชั่วโมง จนตัวอย่างแห้งสนิท นำตัวอย่างส่วนต้นมาผสมกันแล้วชั่งน้ำหนัก 50 มิลลิกรัม จำนวนสูตรละ 3 ตัวอย่าง จากนั้นบดตัวอย่างให้ละเอียดแล้วนำมาหาค่าปริมาณรงควัตถุที่มีในใบผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค จากนั้นนำตัวอย่างมาวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์ทั้งหมด และแคโรทีนอยด์ทั้งหมด และวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทที่สะสมในผัก รวมถึงข้อมูลเปรียบเทียบคุณลักษณะของดินเทียมจากเศษอาหาร และดินการค้า เพื่อนำข้อมูลทั้งหมดเพื่อทำการเปรียบเทียบ

คุณลักษณะของดินเทียมจากเศษอาหาร และดินการค้าที่ใช้ในการทดลอง พบว่าดินการค้ามีค่าทางเคมีที่น้อยกว่าดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตรในบางคุณลักษณะ โดยดินการค้ามี ค่าความชื้นอยู่ที่ 4.32 (% w/w) ค่าดัชนีการงอกอยู่ที่ 81.05 % ปริมาณธาตุไนโตรเจนที่พบคือ 0.29 % ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่พบคือ 0.33 % ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่พบคือ 0.43 % มีค่า pH อยู่ที่ 6.70 และมีค่า EC อยู่ที่ 0.67 ส่วนดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตรนั้นมีค่าความชื้นอยู่ที่ 4.58 2.97 และ6.36 มีค่าดัชนีการงอกอยู่ที่ 80.07 90.15 และ 95.90 ปริมาณธาตุไนโตรเจนที่พบคือ 0.80 1.32 และ1.49 % ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่พบคือ 0.41 2.19 และ 1.23 % ปริมาณของธาตุโพแทสเซียมที่พบคือ 0.85 1.04 และ 1.47 % มีค่า pH อยู่ที่ 8.35 7.36 และ8.13 ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ผลการเปรียบเทียบผลการเจริญเติบโตของของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คทั้งด้านความกว้างทรงพุ่ม และความยาวของรากแสดงให้เห็นว่าดินเทียมจากเศษอาหารนั้นที่ผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คมีการเจริญเติบโตดีกว่าดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตรเนื่องจาก ค่า pH และค่า EC ของดินการค้าเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คมากกว่าดินเทียมจากเศษอาหารทั้งสามสูตร แม้ดินเทียมจากเศษอาหารจะมีธาตุอาหารมากกว่าดินการค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบคุณลักษณะของดินเทียมจากเศษอาหาร และดินการค้า

ดินสูตรต่าง ๆ	ความชื้น (% w/w)	ดัชนีการงอก (%)	N (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)	pH	EC
ดินผสมการค้า	4.32	81.05	0.29	0.33	0.43	6.70	0.67
ดินเทียมสูตรที่ 1	4.58	88.07	0.80	0.41	0.85	8.35	1.99
ดินเทียมสูตรที่ 2	2.97	90.15	1.32	2.19	1.04	7.36	2.59
ดินเทียมสูตรที่ 3	6.36	95.90	1.49	1.23	1.47	8.13	3.47

การเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค พบว่า ค่าความกว้างทรงพุ่ม ค่าความทั้งต้นและราก ความยาวราก และความยาวต้นของผักสลัดกรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียม และดินการค้า จากการศึกษาพบว่าการเจริญเติบโตของผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊ค ได้แก่ ความกว้างทรงพุ่ม ค่าความยาวต้นและราก ค่าความยาวทั้งต้น ความยาวราก และความยาวต้นที่ปลูกในดินเทียม และดินการค้า มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ตารางที่ 2) โดยผักกาดหอมใบพันธุ์ กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินการค้ามีการเจริญเติบโตมากที่สุด โดยมีความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 16.27 เซนติเมตร ค่าความยาวทั้งต้นและรากเท่ากับ 40.88 เซนติเมตร ค่าความยาวต้นเท่ากับ 30.05 เซนติเมตร ค่าความยาวรากเท่ากับ 10.833 เซนติเมตร ในทางตรงกันข้ามผักกาดหอมใบพันธุ์ กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารมีการเจริญเติบโตน้อยที่สุด โดยมีมีความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 6.57 เซนติเมตร ค่าความยาวทั้งต้นและรากเท่ากับ 11.33 เซนติเมตร ค่าความยาวต้นเท่ากับ 6.55 เซนติเมตร ค่าความยาวรากเท่ากับ 4.77 เซนติเมตร ในขณะที่ค่าความกว้างทรงพุ่มของผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกด้วยวิธีการปลูกพืชในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบกับดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 2 และดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2) ในขณะที่ค่าความยาวรากของผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกด้วยวิธีการปลูกพืชในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบกับดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2) และค่าความยาวรากของผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกด้วยวิธีการปลูกพืชในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบกับดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลการเจริญเติบโตทางความกว้างทรงพุ่ม ค่าความทั้งต้นและราก ความยาวราก และความยาวต้นของผักสลัดกรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตรและดินการค้า

ดินสูตรต่าง ๆ	ความกว้างทรงพุ่ม (กรัม)	ค่าความยาวทั้งต้นและราก (กรัม)	ค่าความยาวต้น (กรัม)	ค่าความยาวราก (กรัม)
ดินผสมการค้า	$16.27^{a\ 2/}$	40.88^{a}	30.05^{a}	10.83^{a}
ดินเทียมสูตรที่ 1	6.57^{b}	11.33^{c}	6.55^{c}	4.77^{b}
ดินเทียมสูตรที่ 2	10.83^{b}	24.72^{b}	13.88^{b}	10.83^{a}
ดินเทียมสูตรที่ 3	8.55^{b}	15.44^{c}	9.44^{c}	5.99^{b}
F - test	$*^{1/}$	*	*	*
C.V.	42.70	55.37	64.70	37.62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1/ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2/ ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งมีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Ranges Test

จากการศึกษา พบว่าน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักสดราก และน้ำหนักแห้งรากของผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ ที่ 0.05 (ตารางที่ 3) โดยผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินการค้ามีน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักสดราก และน้ำหนักแห้งรากมากที่สุด เท่ากับ 39.28 1.8531 32.10 1.4225 7.18 กรัม และ 0.4305 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ในทางตรงกันข้ามผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมสูตรที่ 1น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักสดราก และน้ำหนักแห้งรากมากที่สุด เท่ากับ 1.10 0.0604 6.5 0.2199 0.88 กรัม และ 0.0113 กรัมตามลำดับ (ตารางที่ 3) ในขณะที่น้ำหนักแห้งต้น และน้ำหนักแห้งรากของผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกด้วยวิธีการปลูกพืชในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบกับดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 2 และดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Non sig) (ตารางที่ 3) ในขณะที่น้ำหนักแห้งทั้งต้นและรากของผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกด้วยวิธีการปลูกพืชในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบกับดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Non sig) (ตารางที่ 3) และน้ำหนักแห้งทั้งต้นและรากของผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกด้วยวิธีการปลูกพืชในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบกับดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Non sig) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลของน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักสดราก และน้ำหนักแห้งรากของผักสลัดกรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร และดินการค้า

ดินสูตรต่าง ๆ ดินผสมการค้า	น้ำหนักส่วนทั้งต้นและราก		น้ำหนักส่วนต้น		น้ำหนักส่วนราก	
	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
ดินผสมการค้า	39.28^{a} 2/	1.8531^{a}	32.10^{a}	1.4225^{a}	7.18^{a}	0.4305^{a}
ดินเทียมสูตรที่ 1	1.10^{c}	0.0604^{c}	6.55^{d}	0.2199^{b}	0.88^{c}	0.0113^{b}
ดินเทียมสูตรที่ 2	8.87^{b}	0.4186^{bc}	13.88^{b}	0.3062^{b}	7.74^{b}	0.0662^{b}
ดินเทียมสูตรที่ 3	4.16^{c}	0.2556^{b}	9.44^{c}	0.4197^{b}	3.57^{c}	0.0356^{b}
F - test	*1/	*	*	*	*	*
C.V.	119.46	117.14	133.03	116.25	92.72	140.69

1/ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2/ ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งมีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Ranges Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ลักษณะสี และปริมาณรงควัตถุ พบว่า ค่า L ของดินเทียมสูตรที่ 1 มีค่าความสว่างมากที่สุดที่ 20.43 แต่ค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ กับค่า L ของดินเทียมสูตรที่ 3 และดินการค้า ในทางตรงกันข้ามค่า L ของดินเทียมสูตรที่ 2 มีค่าความสว่างน้อยที่สุดที่ 16.28 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับดินชนิดอื่น ๆ (ตารางที่ 4) ค่า B ของดินเทียมสูตรที่ 1 มีค่าสีเหลืองมากที่สุดที่ 46.62 แต่ค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ กับค่า L ของดินเทียมสูตรที่ 3 และดินการค้า ในทางตรงกันข้ามค่า L ของดินเทียมสูตรที่ 2 มีค่าสีเหลืองน้อยที่สุดที่ 39.20 แต่ค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ กับค่า L ของดินเทียมสูตรที่ 3 และดินการค้า และค่าสีเหลืองของดินเทียมสูตรที่ 1 กับดินเทียมสูตรที่ 2 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4) ค่า A ของดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตรและดินการค้าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4) ค่า HUE ของดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตรและดินการค้าแสดงค่าอยู่ในช่วง 135 - 180องศา แสดงว่าใบของผักสลัดกรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร และดินการค้ามีสีเหลืองเขียวถึงสีเขียวตามค่าการแสดงช่วงสีของวัตถุ (ตารางที่ 4) และค่า CHROMA ของดินเทียมสูตรที่ 1 มีค่าความเข้มของวัตถุมากที่สุดคือ 23.77 แต่ค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ กับค่า L ของดินเทียมสูตรที่ 3 และดินการค้า และดินการค้าในทางตรงกันข้ามค่า L ของดินเทียมสูตรที่ 2 มีค่าความเข้มของวัตถุน้อยที่สุดที่ 20.21 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับดินชนิด อื่นๆ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ผลของการวัดค่าสีของผักสลัดกรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตรและดินการค้า

ดินสูตรต่าง ๆ	ค่าสี					
	L	A	B	HUE	HUE+180	CHROMA
ดินผสมการค้า	18.61$^{a\ 3/}$	-12.48	43.31^{ab}	-1.49^{ab}	178.50^{a}	22.41^{a}
ดินเทียมสูตรที่ 1	20.43^{a}	-12.09	46.62^{a}	-1.70^{b}	178.29^{b}	23.77^{a}
ดินเทียมสูตรที่ 2	16.28^{b}	-11.97	39.20^{b}	-1.35^{a}	178.64^{ab}	20.21^{b}
ดินเทียมสูตรที่ 3	18.75^{a}	-12.40	43.83^{ab}	-1.51^{ab}	178.48^{ab}	22.49^{a}
F - test	*$^{2/}$	NS$^{1/}$	*	*	*	*
C.V.	8.39	-4.19	9.56	-11.16	0.1	6.82

1/ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

2/ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3/ ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งมีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Ranges Test

ปริมาณรงควัตถุภายในใบผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตรและดินการค้า ได้แก่คลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์รวม และแคโรทีนอยด์ทั้งหมด มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ตารางที่ 5) โดยผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินการค้ามีปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์ทั้งหมด และแคโรทีนอยด์ทั้งหมดภายในใบมากที่สุด เท่ากับ 936.61 234.08 1170.70 และ100.33 ไมโครกรัมต่อกรัมต่อหนักแห้ง ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ในทางตรงกันข้าม ผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกด้วยดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 1 มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์ทั้งหมด และแคโรทีนอยด์ทั้งหมดภายในใบน้อยที่สุด เท่ากับ 345.68 40.72 386.40 และ 17.63 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ในขณะที่ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์ทั้งหมดและแคโรทีนอยด์ภายในใบผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกด้วยวิธีการปลูกพืชในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินการค้า และดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 3 ในขณะที่ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์ทั้งหมด และแคโรทีนอยด์ภายในใบผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกด้วยวิธีการปลูกพืชในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 1 และดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 2

ตารางที่ 5 ผลของการวัดปริมาณรงควัตถุได้แก่ คลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์รวม และแคโรทีนอยด์ทั้งหมดของผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร และดินการค้า

ดินสูตรต่าง ๆ	ปริมาณรงควัตถุ (ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง)			
	คลอโรฟิลล์เอ (ABS)	คลอโรฟิลล์บี (ABS)	คลอโรฟิลล์ทั้งหมด (ABS)	แคโรทีนอยด์ทั้งหมด (ABS)
ดินผสมการค้า	936.61^{a} 2/	234.08^{a}	1170.70^{a}	100.33^{a}
ดินเทียมสูตรที่ 1	345.68^{c}	40.72^{c}	386.40^{c}	17.63^{c}
ดินเทียมสูตรที่ 2	699.71^{ab}	172.91^{ab}	872.63^{ab}	72.81^{ab}
ดินเทียมสูตรที่ 3	532.33^{bc}	119.85^{bc}	652.18^{bc}	52.12^{bc}
F – test	*1/	*	*	*
C.V.	40.82	61.21	44.15	55.14

1/ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2/ ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งมีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Ranges Test

3.2 ปริมาณไนเตรทตกค้าง พบว่า ปริมาณไนเตรทในผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร และดินการค้า พบว่าผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 2 มีปริมาณการสะสมไนเตรทสะสะอยู่มากมีสุดคือ 80.06 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ในขณะที่ผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 3 มีปริมาณการสะสมไนเตรทสะสมอยู่น้อยสุดคือ 77.24 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ในขณะผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เศษอาหารสูตรที่ 1 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผักกาดหอมใบพันธุ์ กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 2 และผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินการค้า และผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินการค้า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 1 และผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 3 จากตารางที่ 5 พบว่าการตกค้างของไนเตรทในผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร และดินผสมเพื่อการค้านั้นต่างกัน โดยปริมาณไนเตรทตกค้างที่สูงสุดคือ ผักสลัดที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 2 ที่1698.33 มิลลิกรัมกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักสด ผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 3 มีปริมาณไนเตรทตกค้างน้อยที่สุดคือ 1259.77 มิลลิกรัมกรัม ต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด ผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินผสมเพื่อการค้ามีปริมาณไนเตรทตกคือ 1647.47 มิลลิกรัมกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักสด และผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 1 มีปริมาณไนเตรทตกคือ 1443.67 มิลลิกรัมกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักสด ซึ่งมีการสะสมไนเตรทต่ำกว่าที่ยอมรับได้ของสหภาพยุโรป (2,500 - 3,000 มิลลิกรัมกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักสด)

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณไนเตรทตกค้างในผักสลัดกรีนโอ๊คที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร และดินการค้า

ดินสูตรต่าง ๆ	ปริมาณไนเตรทตกค้าง[1/] มิลลิกรัมกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง	ปริมาณไนเตรทตกค้าง มิลลิกรัมกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักสด
ดินผสมการค้า	77.72[bc 3/]	1647.47
ดินเทียมสูตรที่ 1	78.72[ab]	1443.67
ดินเทียมสูตรที่ 2	80.06[a]	1698.33
ดินเทียมสูตรที่ 3	77.24[c]	1259.77
F – test	*[2/]	NS[1/]
C.V.	1.64	13.29

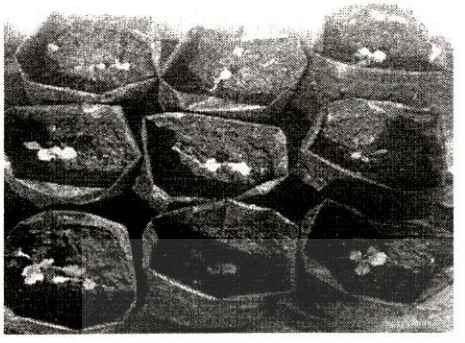
1/ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

2/ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

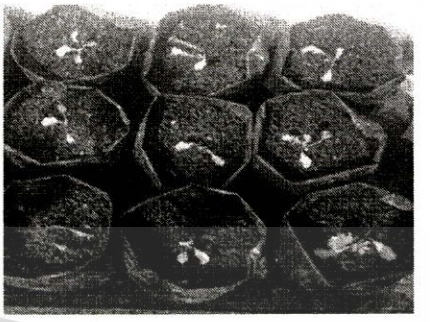
3/ ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งมีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Ranges Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปลูกผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คในสัปดาห์ที่ 1



ดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 1

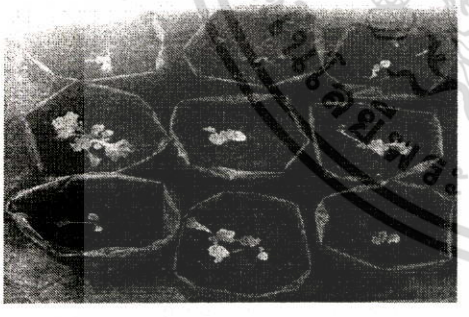


ดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 2

ดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 3

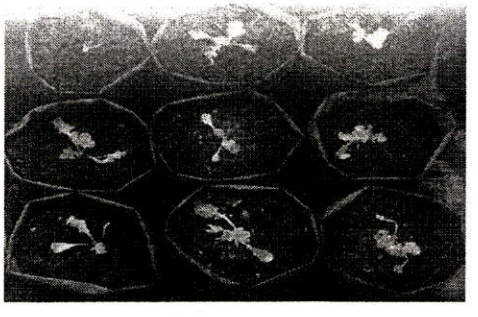
ดินผสมเพื่อการค้า

การปลูกผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คในสัปดาห์ที่ 2

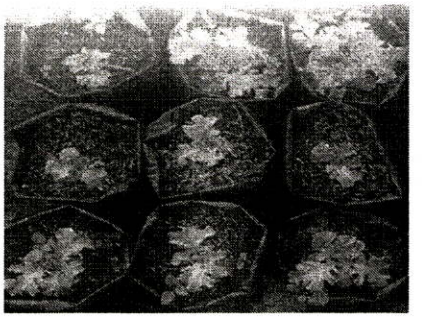


ดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 1

ดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 2



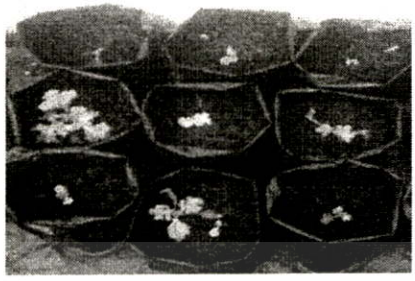
ดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 3



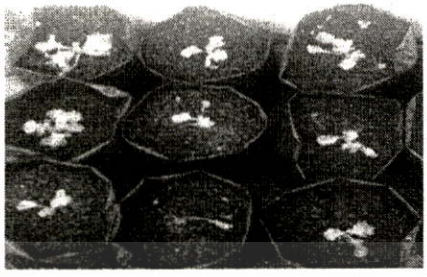
ดินผสมเพื่อการค้า

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

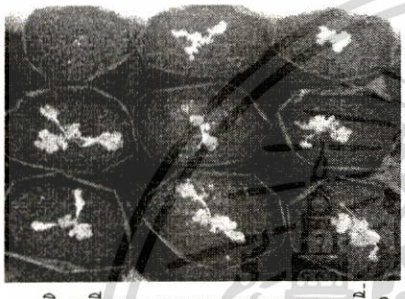
การปลูกผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คในสัปดาห์ที่ 3



ดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 1



ดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 2

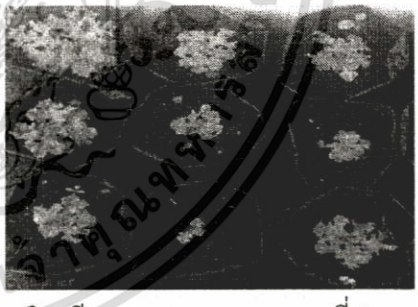


ดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 3

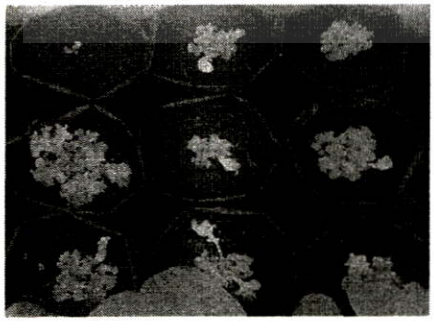
ดินผสมเพื่อการค้า

การปลูกผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คในสัปดาห์ที่ 4

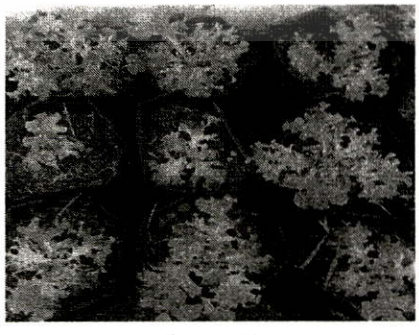
ดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 1



ดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 2



ดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 3



ดินผสมเพื่อการค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วิจารณ์ผล

จากผลการทดลองพบว่าผักกาดหอมพันธุ์ กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินการค้ามีการเจริญเติบโตดีที่สุด และดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 1 มีการเจริญเติบโตที่แย่ที่สุด ส่วนดินเทียมจากเศษอาหารที่ดีที่สุดคือดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 2 ผลการศึกษาผลการเปรียบเทียบคุณลักษณะของดินเทียมจากเศษอาหาร และดินการค้า พบว่าดินผสมเพื่อการค้านั้นไม่ได้มีปริมาณธาตุอาหารที่มากกว่าดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร แต่มีค่า pH ที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์ กรีนโอ๊คมากกว่าดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร และปัญหาที่พบของดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร คือปัญหาการย่อยสลายไม่สมบูรณ์ของวัสดุปรับปรุงดินที่อยู่ในดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร และปัญหาความเป็นด่างที่สูงไม่เหมาะกับการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค จึงทำให้ผลการศึกษาการเจริญเติบโตทางความกว้างทรงพุ่ม ค่าความทั้งต้นและราก ความยาวราก ความยาวต้น น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักสดราก น้ำหนักแห้งราก ผลของการวัดปริมาณรงควัตถุได้แก่ คลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์รวม และแคโรทีนอยด์ ของผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกด้วยดินการค้าจึงมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร ในขณะที่ผลการวัดค่าสีของผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คนั้นใกล้เคียงกัน และผลการวัดปริมาณไนเตรทตกค้างของผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คพบว่า ดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 2 นั้นมีปริมาณไนเตรทตกค้างสูงที่สุด ดังที่ Siomos et al. (อ้างโดย คงเอก ศิริงามและคณะ, 2558 : 10) กล่าวว่า ผักกาดหอมพันธุ์บัตเตอรเฮดที่ปลูกด้วยวิธีการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารมีปริมาณคลอโรฟิลล์น้อยกว่า ผักกาดหอมพันธุ์บัตเตอรเฮดที่ปลูกด้วยวิธีการปลูกพืชในดิน นอกจากนี้สารอินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบภายในดิน (organic matter) อาจมีบทบาทสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) และค่าความเป็นกรด- เบส (pH) ทำให้ธาตุอาหารที่อยู่ในดินสามารถเคลื่อนย้ายเข้าสู่พืชได้ดีขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งแมกนีเซียมและเหล็กซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการสังเคราะห์รงควัตถุที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้แก่คลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด จากผลการทดลองจึงควรมีการปรับปรุงและพัฒนาดินเทียมจากเศษอาหารเพิ่มเติม เพื่อให้สามารถปลูกทดแทนดินผสมเพื่อการค้า

5. สรุปผลการศึกษาวิจัย

1. ผลของดินเทียมจากเศษอาหารต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คโดยทำการวิจัยเพื่อศึกษาความสมบูรณ์ของดินเทียมจากเศษอาหาร และเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกด้วยดินเทียมจากเศษอาหารโดย มีสูตรทั้งหมด 3 สูตร เปรียบเทียบกับดินผสมในท้องตลาด ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ต้น ประกอบด้วยสิ่งทดลอง 1 ปัจจัยได้แก่ ดินผสม 3 ชนิด และดินผสมเพื่อการค้า 1 ชนิด ทำการเพาะเมล็ดจนเป็นต้นกล้านาน 14 วัน จากนั้นย้ายปลูกและสังเกตการณ์เจริญเติบโตเมื่อปลูกผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คได้ 31 วัน รวมทั้งสิ้น 45 วัน จากนั้นทำการเก็บผลและบันทึกข้อมูลต่าง ๆ

2. ผลจากการปลูกผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค พบว่าผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในดินการค้ามีการเจริญเติบโตดีที่สุด และดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 1 มีการเจริญเติบโตที่แย่ที่สุด ปัญหาที่พบจากการปลูกคือ วันเสาร์และหรือวันอาทิตย์ห้องเรือนเพาะชำห้อง 613 จะไม่สามารถเข้าไปเพื่อรดน้ำได้เนื่องจากผู้ทำการวิจัยต้องยืมกุญแจจากห้องภาควิชาครุศาสตร์เกษตร วิธีแก้ปัญหาคือ การเขียนยืมกุญแจ และ/หรือการรดน้ำในวันศุกร์ให้ชุ่มซึ่งสามารถแก้ปัญหาได้ดีเนื่องจากช่วงเวลาที่ทำการปลูกผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในช่วงฤดูหนาว ซึ่งแสงแดดไม่แรงมาก และจุดที่ทำการปลูกอยู่บริเวณระเบียงซึ่งรับแดดเพียงช่วงเช้าจนถึงช่วงเที่ยงหลังจากนั้นจะร่ม

3. ผลการศึกษาผลการเปรียบเทียบคุณลักษณะของดินเทียมจากเศษอาหาร และดินการค้า พบว่าดินผสมเพื่อการค้านั้นไม่ได้มีปริมาณธาตุอาหารที่มากกว่าดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร แต่มีค่า pH ที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คมากกว่าดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร และปัญหาที่พบของดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร คือปัญหาการย่อยสลายไม่สมบูรณ์ของวัสดุปรบปรุงดินที่อยู่ในดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร และปัญหาความเป็นด่างที่สูงไม่เหมาะกับการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค จึงทำให้ผลการศึกษาการเจริญเติบโตทางความกว้างทรงพุ่ม ค่าความทั้งต้นและรากความยาวราก ความยาวต้น น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักสดราก น้ำหนักแห้งราก ผลของการวัดปริมาณรงควัตถุได้แก่ คลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์รวม และแคโรทีนอยด์ของผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกด้วยดินการค้าจึงมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร ในขณะที่ผลการวัดค่าสีของผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คนั้นใกล้เคียงกัน และผลการวัดปริมาณไนเตรทตกค้างของผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊คพบว่า ดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 2 นั้นมีปริมาณไนเตรทตกค้างสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของดินเทียมจากเศษอาหารต่อการเจริญเติบโตของดาวเรือง
THE EFFECT OF ARTIFICIAL SOIT FROM FOOD SCRAPS ON THE GROWTH OF *TAGETES ERECTA* L.

ผลการวิจัยโดย : ผู้ช่วยศาสตร์ตราจารย์ สุเมธ ตรีศักดิ์ศรี และนายสุนทร เอี่ยมแสง

1. การวิจัยเบื้องต้น

ผลของดินเทียมจากเศษอาหารต่อการเจริญเติบโตของดาวเรือง วางแผนทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) ประกอบด้วยสิ่งทดลอง จำนวน 4 ทรีมเม้นท์ ได้แก่ ดินเทียมจากเศษอาหาร 3 สูตร และดินผสมทางการค้า 1 ชนิด จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ต้น ใช้ดาวเรืองทั้งหมด 48 ต้น ทำการทดลองโดยการปลูกดาวเรืองลงในถาดหลุมบรรจุสูตรดินต่าง ๆ จำนวน 1 เมล็ดต่อ 1 หลุม เป็นเวลา 15 วัน จากนั้นย้ายปลูกต้นดาวเรืองลงในถุงดำขนาด 6 นิ้ว ที่บรรจุดินสูตรต่าง ๆ ทำการรดน้ำทุกวันในเวลาเช้าและเวลาเย็นเป็นเวลา 45 วัน หลังจากนั้นบันทึกผลการเจริญเติบโตของดาวเรืองโดยการวัดระยะเวลาการออกดอกเฉลี่ยของต้นดาวเรือง จำนวนดอกตูมดอกบานเฉลี่ยต่อต้น ความสูงเฉลี่ยของต้นดาวเรือง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของดอกดาวเรืองตั้งแต่ย้ายลงถุงดำขนาด 6 นิ้ว อายุ 15 วัน จนถึง อายุ 60 วันหลังย้ายปลูก มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยใช้โปรแกรมSPSS for window และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลอง(Treatment) โดยวิธีDuncan's NewMultiple Range Test (DMRT) ผลการทดลองพบว่าดินทางการค้ามีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุดโดยมี ระยะเวลาออกดอกเฉลี่ยของดาวเรืองออกดอกไวที่สุดคือ 40 วัน จำนวนดอกตูมเฉลี่ยต่อต้น 2.83 ดอก จำนวนดอกบานเฉลี่ยต่อต้น 2.08 ดอก ความสูงเฉลี่ยของต้นดาวเรืองที่มีความสูงเฉลี่ย 42.75 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกดาวเรืองเฉลี่ย 6.15 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับดินเทียมทั้ง 3 สูตร

2. วิธีการศึกษาและวิจัย

วางแผนทดลองแบบ สุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) ประกอบด้วยสิ่งทดลอง จานวน 4 ทรีมเม้นท์ ได้แก่ ดินเทียมจากเศษอาหาร 3 สูตร และดินผสมทางการค้า 1 ชนิด จานวน 4 ซ้า ซ้าละ 3 ต้น ใช้ดาวเรืองทั้งหมด 48 ต้น ทาการทดลองโดยการปลูกดาวเรืองลงในถาดหลุมบรรจุสูตรดินต่าง ๆ จานวน 1 เมล็ดต่อ 1 หลุม เป็นเวลา 15 วัน จากนั้นย้ายปลูกต้นดาวเรืองลงในถุงดาขนาด 6 นิ้ว ที่บรรจุดินสูตรต่าง ๆ ทาการรดน้าทุกวันในเวลาเช้าและเวลาเย็นเป็นเวลา 45 วัน หลังจากนั้นบันทึกผลการเจริญเติบโตของดาวเรืองโดยการวัดระยะเวลาการออกดอกเฉลี่ยของต้นดาวเรือง จานวนดอกตูมดอกบานเฉลี่ยต่อต้น ความสูงเฉลี่ยของต้นดาวเรือง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของดอกดาวเรืองตั้งแต่ย้ายลงถุงดาขนาด 6 นิ้ว อายุ 15 วัน จนถึง อายุ 60 วันหลังย้ายปลูก มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยใช้โปรแกรมSPSS for window และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลอง(Treatment) โดยวิธีDuncan's NewMultiple Range Test (DMRT) วัสดุและอุปกรณ์ คือ ดินจากเศษอาหาร เมล็ดพันธุ์ดาวเรือง ถาดเพาะเมล็ด ถุงดาปลูกพืชขนาด 6 นิ้ว บัวรดน้ำฝอย เครื่องวัดไม้บรรทัด อุปกรณ์ที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล

2.1 สูตรดินเทียมจากเศษอาหาร

สูตรที่ 1 เศษอาหาร 10% แกลบดิบ 30% กากถั่วเหลือง 30% มูลโค 30%

สูตรที่ 2 เศษอาหาร 10% แกลบดิบ 30% กากชานอ้อย 30% มูลโค 30%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรที่ 3 เศษอาหาร 20% แกลบดิบ 20% แกลบเผา 20% กากชานอ้อย 20% มูลโค 20%
สูตรดินผสมการค้า ดินหมักใบก้ามปู 20% ปุ๋ยคอก 20% มะพร้าวสับ 20% แกลบเผา 20%
ปุ๋ยหมัก 10%

2.2 วิธีดำเนินการทดลอง : ศึกษาความสมบูรณ์ของดินเทียมจากเศษอาหารและดินผสมการค้า ทำการศึกษาความสมบูรณ์ของดินเทียมจากเศษอาหารโดยการหาดัชนีการงอกGermination index นำดินเทียมที่เจือจางความเข้มข้นในอัตราส่วน 1:10 แล้วกรองเอาเฉพาะน้ำสารละลายจากนั้นนำเมล็ดพืชที่ต้องการทดสอบโดยเมล็ดพืชจานวน 10 เมล็ดมาวางบนจานอาหารที่มีกระดาษจานละ10 เมล็ดใช้ปิเปตดูดสารละลายที่เจือจางความเข้มข้นในอัตราส่วนข้างต้น ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เพาะเลี้ยงไว้เป็นเวลา 10 วัน ตรวจวัดจำนวนเมล็ดที่สามารถเจริญได้และทำการวัดความยาวรากพืชออกมาเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่เติมน้ำกลั่นจากนั้นทำการคำนวณเปอร์เซ็นต์การงอก(Germination) และดัชนีการงอก (Germination index)

ก) การตรวจวิเคราะห์ N P K pH EC Moisture GI ในดินทั้ง 4 สูตร นำตัวอย่างดินทั้ง 4 สูตร สูตรละ 1 กก. ใส่ถุงพลาสติก แล้วเดินทางนำไปส่งให้สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน 2003/61 ถ. พหลโยธิน แขวงลาดยาวเขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 0-2561-3086 โทรสาร 0-2561-3521 จะได้ผลตรวจภายใน 2 อาทิตย์ ค่าบริการในการตรวจดินทั้ง 4 ตัวอย่าง 7 รายการวิเคราะห์ เป็นเงิน 3,000 บาท

ข) การเตรียมวัสดุและการเพาะเมล็ด : นำเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเพาะลงในถาดหลุมที่บรรจุตรวจวิเคราะห์ N P K pH EC Moisture GI โดยหลุมที่กดมีขนาดลึกพอดีกับเมล็ดประมาณ 0.5 ซม. หยอดเมล็ด 1 เมล็ดต่อ 1 หลุม (วางนอนได้เลยไม่จำเป็นต้องนำหัวด้านใดด้านหนึ่งปักลงไป) กลบเมล็ดให้มิดเมล็ด เนื่องจากดาวเรืองไม่ต้องการแสงในการงอก และเป็นการรักษาสภาพความชื้นในการงอกของเมล็ดหลังจากนั้นรดน้ำ และนำถาดหลุมที่ใช้ในการเพาะเมล็ดไปในบริเวณที่พรางแสง 80%-90% หลังจากเมล็ดเริ่มงอกจนเจริญเป็นต้นกล้าให้นำต้นกล้าไปไว้ในที่ที่มีแสงแดดรำไร

ค) การย้ายต้นกล้าดาวเรืองลงปลูกในกระถางปลูก : เมื่อต้นกล้ามีอายุได้15 วัน ซึ่งเป็นระยะที่พืชมีใบจริง ประมาณ 2-3ใบ ความสูงประมาณ 5 เซนติเมตรย้ายต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเมล็ดในถาดหลุมลงปลูกในถุงดำขนาด 6 นิ้ว ที่บรรจุดิน 6 ชนิด ประกอบด้วย ดินเศษอาหารจำนวน 4 สูตร และดินผสมเพื่อการค้า 1สูตร ในส่วนการดูแลรักษาทำการรดน้ำทุกเช้า-เย็น เพื่อเก็บรักษาความชุ่มชื้นภายในถุงดำ

ง) การบันทึกข้อมูล : บันทึกข้อมูลการทดลองของต้นดาวเรืองที่มีอายุ 60 วันหลังย้ายปลูกซึ่งเป็นระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตของของดาวเรือง ดังนี้

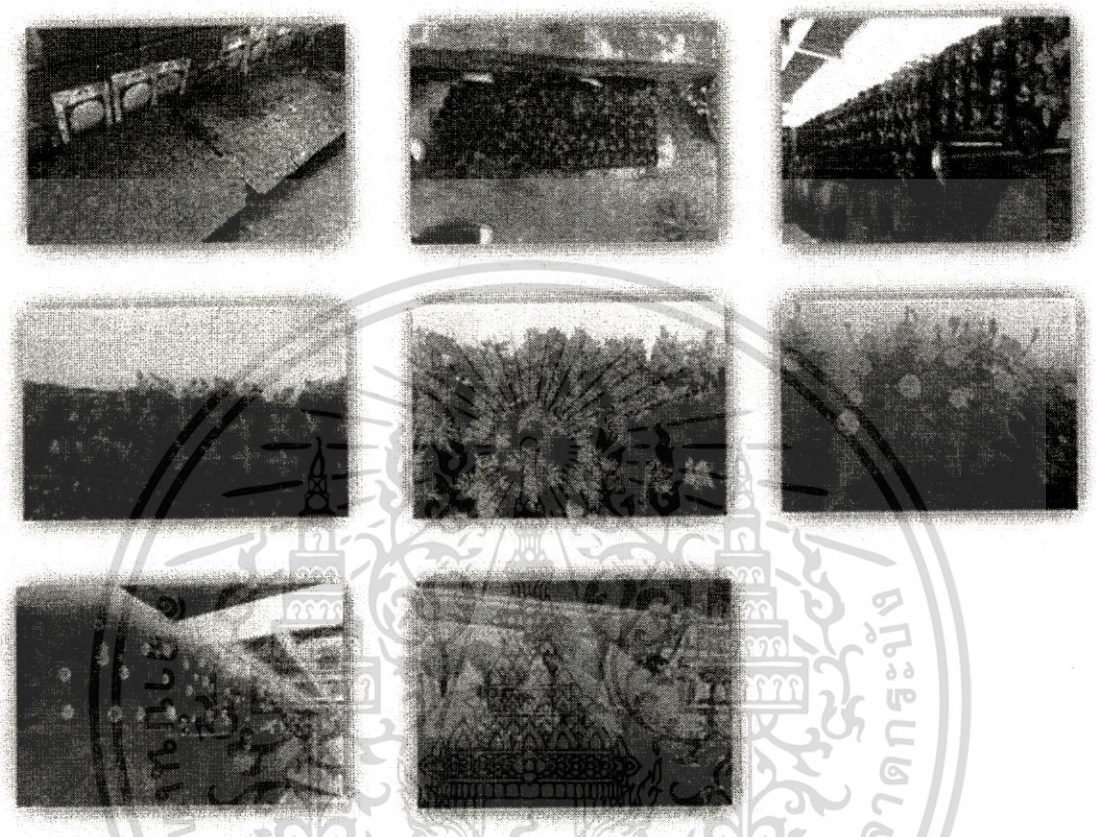
1. ระยะเวลาการออกดอก (วัน)
2. จำนวนดอกตูมตามบานต่อต้น (ดอก)
3. ความสูง (เซนติเมตร) วัดจากบริเวณโคนต้นถึงส่วนสูงสุดของลำต้น

จ) วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกดาวเรืองขณะบานเต็มที่ เมื่ออายุประมาณ 50-60 วัน โดยทำการแบ่งเกรดเป็นวัด 3 ขนาด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง คือ

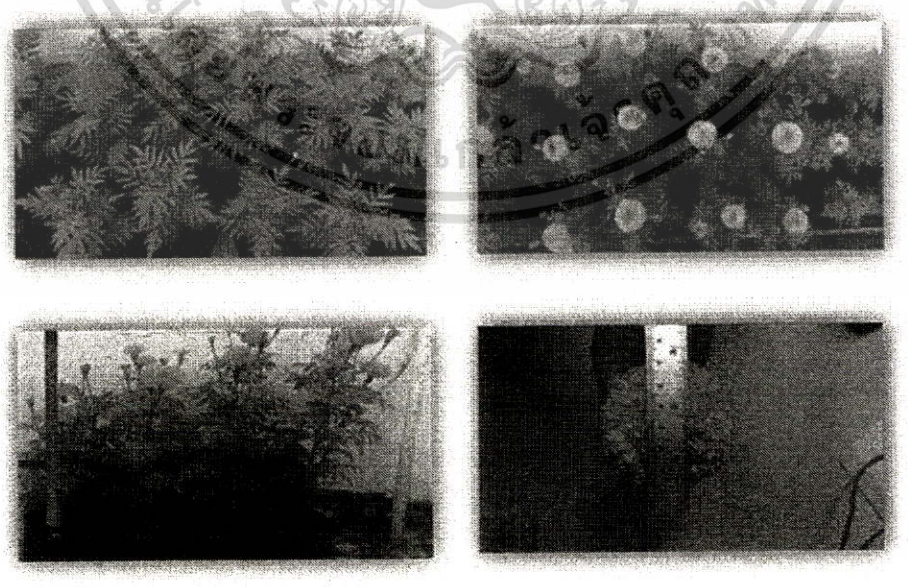
* ดอกขนาดเล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 - 4.9 เซนติเมตร (1)
* ดอกขนาดกลาง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 - 5.9 เซนติเมตร (2)
* ดอกขนาดใหญ่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 - 7.9 เซนติเมตร (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล : นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบผลผลิตของดาวเรืองแต่ละ กลุ่มทดลอง และเปรียบเทียบแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลอง(Treatment) โดยวิธีDuncan's NewMultiple Range Test (DMRT)



การปลูกดาวเรืองในการทดลองปลูกในดินเทียมจากขยะเปียกที่ผ่านกระบวนการที่พัฒนาใหม่



การบันทึกและวัดค่า : 1)ระยะเวลาการออกดอกของดาวเรือง (วัน) 2)จำนวนดอกตูมต่อต้น จำนวนดอกบานต่อต้น (ดอก) 3)ความสูงของต้นดาวเรือง (เซนติเมตร) 4)ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอก (เซนติเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผลการศึกษาและวิจัย

จากการทดสอบค่าธาตุอาหาร พบว่า สูตรที่ 1 EC 1.99 และดินผสมการค้ามีค่า EC 0.67 มีค่าน้อยที่สุด ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 3 มีค่า Moisture 6.36% มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ สูตรที่ 1 มีค่า Moisture 4.58% รองลงมา คือดินผสมการค้า มีค่า Moisture 4.32% และดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 2 มีค่า Moisture 2.97% มีค่าน้อยที่สุด ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 3 มีค่า GI 95.90 % มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือดินเทียมจากเศษอาหารสูตรที่ 2 มีค่า GI 90.15 % รองลงมาคือดินเทียมจากเศษอาหาสูตรที่ 1 มีค่า GI 88.07 % และดินผสมทางการค้ามีค่า GI 81.07 % มีค่าน้อยที่สุด

3.1 ระยะเวลาออกดอกเฉลี่ยของดาวเรือง (วัน)

ตารางที่ 2 ระยะเวลาออกดอกเฉลี่ยของดาวเรือง (วัน)

ตัวอย่างดิน	ระยะเวลาออกดอกของดาวเรือง (วัน)
1. ดินการค้า	40[c 2/]
2. สูตรที่ 1	45[b]
3. สูตรที่ 2	44[b]
4. สูตรที่ 3	49[a]
F-test	*[1/]
% CV	7.87

1/ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2/ ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งมีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Ranges Test

จากการทดลองระยะเวลาออกดอกเฉลี่ยของดาวเรืองโดยบันทึกข้อมูลการทดลองของต้นดาวเรืองที่มีอายุ 60 วันหลังย้ายปลูกซึ่ง พบว่าระยะเวลาออกดอกเฉลี่ยของดาวเรืองมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อดูจากวันที่ออกดอกของดาวเรือง พบว่าระยะเวลาออกดอกเฉลี่ยของดาวเรืองออกดอกไวที่สุดที่ 12 ต้น ของดาวเรืองที่ปลูกในดินผสมการค้า คือ 40 วัน รองลงมาได้แก่ ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 2, ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 1, ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 3 ตามลำดับ ซึ่งมีวันติดดอก 44 วัน, 45 วัน และ 49 วัน (ตารางที่ 2) จากผลทดลองในตารางที่ 2 วันออกดอกของดาวเรืองที่ปลูกในดินผสมการค้ามีการออกดอกที่ไวที่สุดโดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 จำนวนดอกตูมต่อต้นเฉลี่ยของดาวเรือง (ดอก)

ตารางที่ 3 จำนวนดอกตูมต่อต้นเฉลี่ยของดาวเรือง (ดอก)

ตัวอย่างดิน	จำนวนดอกตูมต่อต้น (ดอก)
1. ดินการค้า	2.83[a2/]
2. สูตรที่ 1	1.41[b]
3. สูตรที่ 2	0.66[c]
4. สูตรที่ 3	2.58[a]
F-test	*[1/]
% CV	63.79

1/ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2/ ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งมีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Ranges Test

จากการทดลองจำนวนดอกตูมต่อต้นเฉลี่ยของดาวเรืองโดยบันทึกข้อมูลการทดลองของต้นดาวเรืองที่มีอายุ 60 วันหลังย้ายปลูกซึ่งพบว่าจำนวนดอกตูมที่ออกต่อต้นของดาวเรืองมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อดูจำนวนดอกตูมต่อต้นของดาวเรือง พบว่าจำนวนดอกตูมต่อต้นมากที่สุดของดาวเรือง 12 ต้น ที่ปลูกในดินผสมการค้า คือ 2.83 ดอก รองลงมาได้แก่ ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 3, ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 1, ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 2 ตามลำดับ ซึ่งมีจำนวนดอกตูมต่อต้น 2.58 ดอก, 1.41 ดอก, และ 0.66 ดอก (ตารางที่ 3) จากผลทดลองในตารางที่ 3 จำนวนดอกตูมต่อต้นของดาวเรืองที่ปลูกในดินผสมการค้ามีจำนวนดอกตูมที่มากที่สุดโดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

3.3 จำนวนดอกบานต่อต้นเฉลี่ยของดาวเรือง (ดอก)

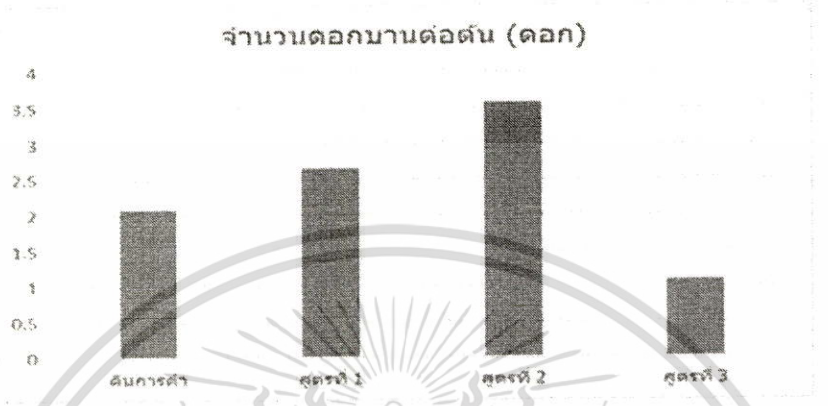
ตารางที่ 4 จำนวนดอกบานต่อต้นเฉลี่ยของดาวเรือง (ดอก)

ตัวอย่างดิน	จำนวนดอกบานต่อต้น (ดอก)
1. ดินการค้า	2.08[b]
2. สูตรที่ 1	2.66[ab2/]
3. สูตรที่ 2	3.58[a]
4. สูตรที่ 3	1.08[c]
F-test	*[1/]
% CV	60.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1/ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2/ ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งมีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Ranges Test



จากการทดลองจำนวนดอกบานต่อต้นเฉลี่ยของดาวเรืองโดยบันทึกข้อมูลการทดลองของต้นดาวเรืองที่มีอายุ 60 วันหลังย้ายปลูกซึ่งพบว่าจำนวนดอกบานที่ออกต่อต้นของดาวเรืองมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อดูจำนวนดอกบานต่อต้นของดาวเรือง พบว่าจำนวนดอกบานต่อต้นมากที่สุดของดาวเรือง 12 ต้น ที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหาร สูตร 2 คือ 3.58 ดอก รองลงมาได้แก่ ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 1, ดินผสมการค้า, ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 3 ตามลำดับ ซึ่งมีจำนวนดอกบานต่อต้น 2.66 ดอก, 2.08 ดอก, และ 1.08 ดอก (ตารางที่ 4) จากผลทดลองในตารางที่ 4 จำนวนดอกบานต่อต้นของดาวเรืองที่ปลูกในดินเทียมจากเศษอาหาร สูตร 2 มีจำนวนดอกบานที่มากที่สุดโดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

3.4 ความสูงเฉลี่ยของต้นดาวเรือง (เซนติเมตร)

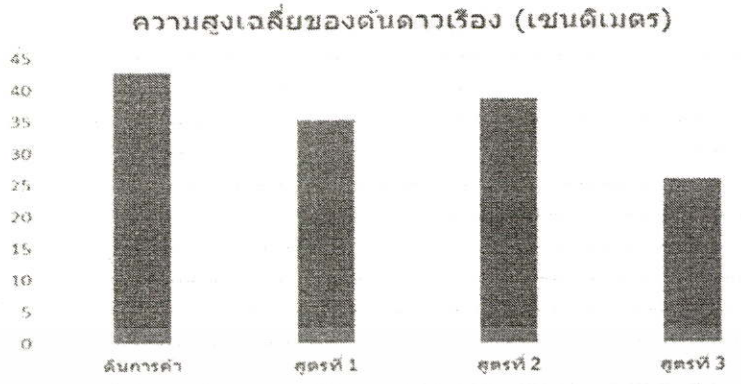
ตารางที่ 5 ความสูงเฉลี่ยของต้นดาวเรือง (เซนติเมตร)

ตัวอย่างดิน	ความสูงเฉลี่ยของต้นดาวเรือง (เซนติเมตร)
1. ดินการค้า	42.75[a2/]
2. สูตรที่ 1	35.21[c]
3. สูตรที่ 2	38.55[b]
4. สูตรที่ 3	25.66[d]
F-test	*[1/]
% CV	20.60

1/ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2/ ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งมีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Ranges Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จากการทดลองความสูงเฉลี่ยของต้นดาวเรืองโดยบันทึกข้อมูลการทดลองของต้นดาวเรืองที่มีอายุ 60 วันหลังย้ายปลูก ซึ่งพบว่าความสูงเฉลี่ยของต้นดาวเรืองมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อดูความสูงเฉลี่ยของต้นดาวเรือง พบว่าความสูงเฉลี่ยของต้นดาวเรืองที่มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดของดาวเรือง 12 ต้น ที่ปลูกในดินผสมการค้า คือ 42.75 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 2, ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 1, ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 3 ตามลำดับ ซึ่งมีความสูงเฉลี่ยของต้นดาวเรือง 38.55 เซนติเมตร, 35.21 เซนติเมตร, และ 25.66 เซนติเมตร (ตารางที่ 5) จากผลทดลองในตารางที่ 5 ความสูงเฉลี่ยของต้นดาวเรืองที่ปลูกในดินผสมการค้ามีจำนวนความสูงเฉลี่ยของต้นมากที่สุดโดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

3.5 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกดาวเรือง (เซนติเมตร)

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกดาวเรืองขณะบานเต็มที่ เมื่ออายุประมาณ 50-60วัน โดยทำการแบ่งเกรดเป็นวัด 3 ขนาด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง คือ

* ดอกขนาดเล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 - 4.9 เซนติเมตร (เกรด C)
* ดอกขนาดกลาง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 - 5.9 เซนติเมตร (เกรด B)
* ดอกขนาดใหญ่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 - 7.9 เซนติเมตร (เกรด A)

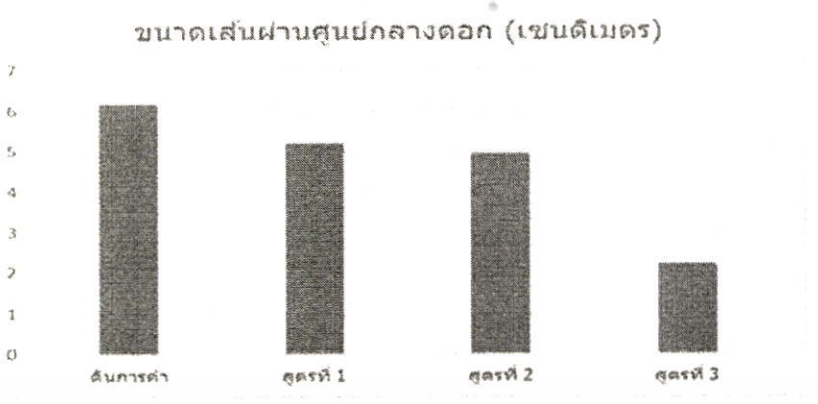
ตารางที่ 6 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกดาวเรือง (เซนติเมตร)

ตัวอย่างดิน	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดอก (เซนติเมตร)
1. ดินการค้า	6.15[a2/]
2. สูตรที่ 1	5.18[ab]
3. สูตรที่ 2	4.93[b]
4. สูตรที่ 3	2.20[c]
F-test	*[1/]
% CV	43.73

1/ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2/ ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งมีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Ranges Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



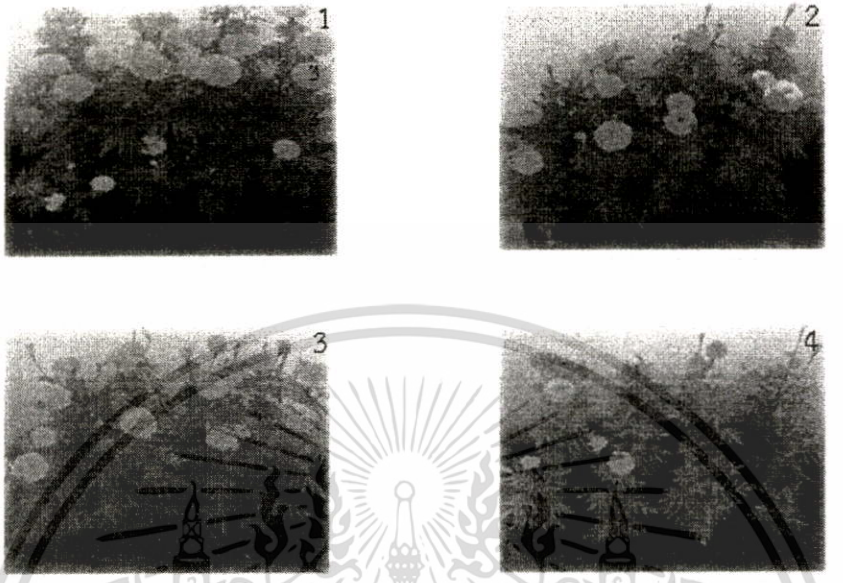
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกดาวเรืองขณะบานเต็มที่มีอายุ 60 วันหลังย้ายปลูก ซึ่งพบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกดาวเรืองขณะบานเต็มที่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อดูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกดาวเรือง พบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกดาวเรือง เฉลี่ยมากที่สุดของดาวเรือง 12 ต้น ที่ปลูกในดินผสมการค้า คือ 6.15 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 1, ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 2, ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 3 ตามลำดับ ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกดาวเรือง 5.18 เซนติเมตร, 4.93 เซนติเมตร, และ 2.20 เซนติเมตร (ตารางที่ 6) จากผลทดลองในตารางที่ 6 ทำการแบ่งเกรดเป็นวัด 3 ขนาด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง คือ ดอกขนาดเล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 - 4.9 เซนติเมตร (เกรด C), ดอกขนาดกลาง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 - 5.9 เซนติเมตร (เกรด B), ดอกขนาดใหญ่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 - 7.9 เซนติเมตร (เกรด A) ดอกดาวเรืองที่ปลูกในดินผสมการค้ามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกดาวเรืองขณะบานเต็มที่อยู่ที่ดอกเกรด A มีจำนวนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกมากที่สุดโดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

4. วิจารณ์ผล

จากการทดลองพบว่า ผลของดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตรและดินผสมการค้า 1 สูตร โดยใช้ดาวเรืองเป็นพืชทดลองในการปลูก มีผลการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตแตกต่างกัน จาก การศึกษาทดลองพบว่าดินเทียมจากเศษอาหารสามารถนำมาปลูกไม้ดอกไม้ประดับอย่างดาวเรืองได้ถึงแม้จะให้ผลการเจริญเติบและผลผลิตไม่ดีเทียบเท่ากับดินผสมการค้าก็ตาม เพราะว่าดูจากจากผลการศึกษาผลการวิเคราะห์หาค่า N P K pH EC Moisture ในดินทั้ง 4 สูตร ที่ส่งให้สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดินตรวจพบว่าดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตรมีค่า pH ที่สูงมากซึ่งมีค่า pH สูง ค่า pH ที่เหมาะสมของดาวเรืองอยู่ที่ 6.5 – 7 ดินที่มีสภาพเป็นด่าง (pH สูง) จะทำให้ธาตุไนโตรเจน เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสีเปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (ความเป็นกรด - เบส ของดิน, 2554 : http://www.scimath.org) แต่ดินเทียมจากเศษอาหาร สูตรที่ 2 ก็สามารถมีการเจริญเติบโตได้ซึ่งมีผลการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตใกล้เคียงกับดินผสมการค้า ลองลงมาคือ สูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 จากผลการศึกษาทดลองจึงทำให้ทราบว่าเราสามารถนำเศษอาเหลือทิ้งที่เกิดจากแหล่งที่พักอาศัย อุตสาหกรรม สถานประกอบการ โรงพยาบาล สถานศึกษา และอื่นๆอีกมากมาย ขยะเหล่านี้มีทั้ง ส่วนที่ย่อยสลายได้ง่าย ย่อยสลายยาก ขยะที่มีสารพิษเป็นอันตราย และขยะที่มีเชื้อ โรคปนเปื้อนอยู่ (สวัสดิ์ โนนสูง, 2543 : 1) นั้นมาทำเป็นดินเทียมจากเศษอาหารเพื่อปลูกต้นไม้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อให้สิ่งแวดล้อมสวยงาม ลดปริมาณขยะมูลฝอย ลดมลพิษในอากาศ ลดปริมาณเชื้อโรคจากเศษอาหารเหลือทิ้ง เกิดเป็นอาชีพได้ แต่ยังคงต้องมีศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองพัฒนาปรับปรุงกันต่อไปเพื่อให้ดินเทียมจากเศษอาหารมีคุณภาพที่ให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้เทียบเท่าหรือดีกว่าดินเทียมจากเศษอาหาร



การเจริญเติบโตของดาวเรืองอายุ 60 วันหลังย้ายปลูก ในดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร และดินผสมทางการค้า 1)ดินผสมทางการค้า 2)ดินสูตร 1 3)ดินสูตร 2 4)ดินสูตร 3

5. สรุปผลการศึกษาและวิจัย

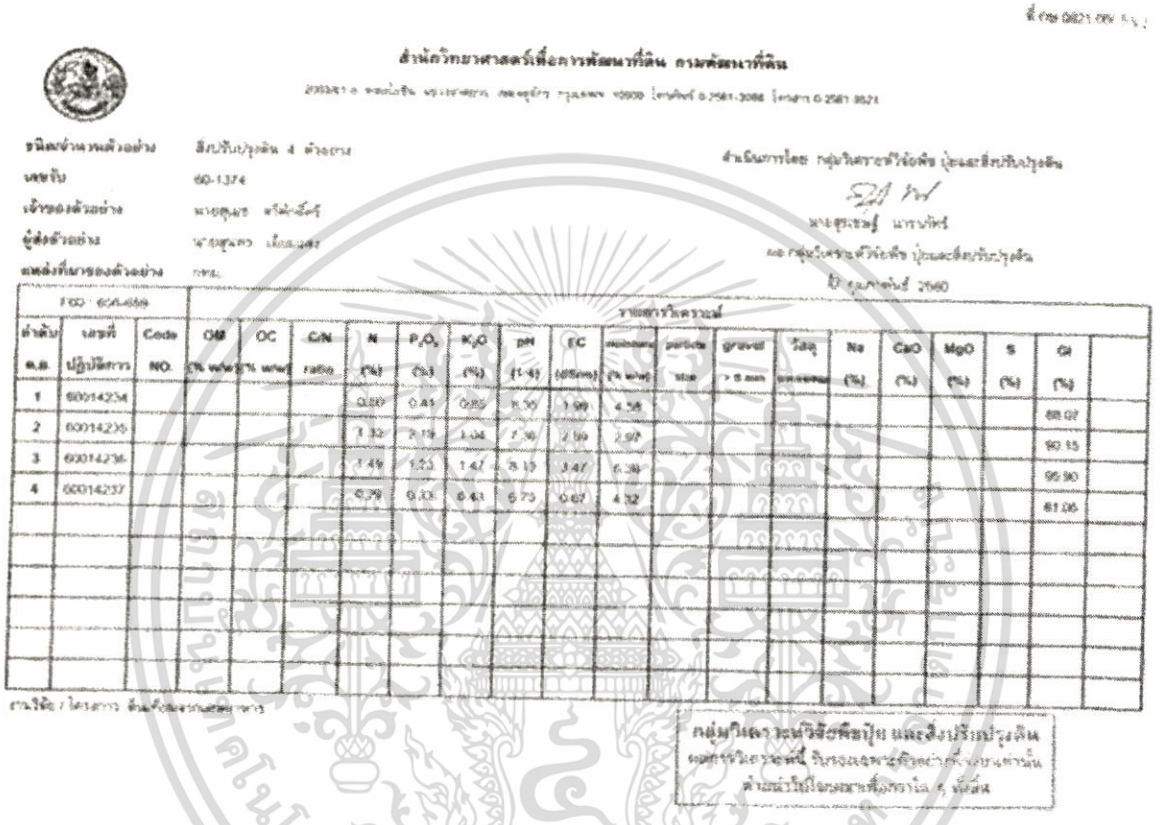
จากการศึกษาผลของดินเทียมจากเศษอาหาต่อการเจริญเติบโตของดาวเรือง โดยมีดินเทียมจากเศษอาหาร 3 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 เศษอาหาร 10% แกลบดิบ 30% กากถั่วเหลือง 30 มูลโค 30%, สูตรที่ 2 เศษอาหาร 10% แกลบดิบ 30% กากชานอ้อย 30% มูลโค 30%, สูตรที่ 3 เศษอาหาร 20% แกลบดิบ 20% แกลบเผา 20% กากชานอ้อย 20% มูลโค 20% เปรียบเทียบกับดินผสมทางการค้า โดยมีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อศึกษาความสมบูรณ์ของดินเทียมจากเศษอาหาร ศึกษาการเจริญเติบโตของดาวเรืองที่ปลูกด้วยดินเทียมจากเศษอาหาร โดยการวางแผนทดลองแบบ ทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) ทดลองจำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ต้น กำหนดหน่วยทดลองคือดาวเรืองโดยนำข้อมูลการตอบสนองทางสรีรวิทยาของดาวเรืองต่อดินที่ใช้ในการปลูกมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยใช้โปรแกรม SPSS for window และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลอง(Treatment) โดยวิธีDuncan's NewMultiple Range Test (DMRT) ทำการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของดาวเรืองตั้งแต่ย้ายลงถุงดำขนาด 6 นิ ว อายุ 15 วัน จนถึง อายุ 60 วันหลังย้ายปลูกได้แก่ ระยะเวลาการออกดอกคือวันติดดอกของดาวเรือง จำนวนดอกตูมดอกบานต่อต้นของดาวเรือง จำนวนความสูงของต้นดาวเรือง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นดาวเรือง

ผลการทดลอง พบว่า การเจริญเติบโตของดาวเรืองมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ด้านระยะเวลาการออกดอกคือวันติดดอกของดาวเรือง จำนวนดอกตูมดอกบานต่อต้นของดาวเรือง จำนวนความสูงของต้นดาวเรือง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นดาวเรือง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยระยะเวลาการออกดอกวันที่ดาวเรืองติดดอก พบว่ากลุ่มทดลองที่ 4 คือดินผสมการค้า ติดดอกได้ไวที่สุด จำนวนดอกตูมต่อต้น พบว่ากลุ่มทดลองที่ 4 คือดินผสมการค้า มีดอกต่อมากที่สุด จำนวนดอกบานต่อต้น พบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มทดลองที่ 2 มีดอกบานต่อต้นมากที่สุด จ้านวนความสูงของต้นดาวเรือง พบว่ากลุ่มทดลองที่ 4 มีความสูงเฉลี่ยของต้นมากที่สุด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกดาวเรือง พบว่ากลุ่มทดลองที่ 4 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากที่สุดอยู่ในขนาดดอกดาวเรืองในการค้าเกรด A คือดอกขนาดใหญ่

ตารางที่ 7 รายงานผลการตรวจสอบคุณสมบัติของดินเทียมจากขยะเปียก



สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

ลำดับ ที่	เลขที่ ปฏิบัติการ	Code NO.	OM (% w/w)	OC (% w/w)	C/N ratio	N (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)	pH (1:5)	EC (dS/m)	moisture (% w/w)	particle size	ผู้ผ่านตะแกรง > 5 mm	วัสดุ	Na (%)	CaO (%)	MgO (%)	S (%)	GI (%)	
1	60014234					0.89	0.41	0.85	8.50	1.99	4.58								68.07	
2	60014235					1.32	0.79	1.04	7.36	2.59	2.97								90.15	
3	60014236					1.49	1.23	1.47	8.10	3.47	6.38								99.90	
4	60014237					0.79	0.33	0.43	6.75	0.67	4.32								81.05	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองดินเทียมจากเศษอาหารทั้ง 3 สูตร สามารถปลูกดาวเรืองให้เจริญเติบโตได้ และมีการเจริญเติบโตที่ไม่แตกต่างกัน แต่ยังมีการเจริญเติบโตเกือบทุกด้านน้อยกว่าดินผสมทางการค้า จึงต้องมีการศึกษาวิจัยพัฒนาปรับปรุงสูตรดินเทียมจากเศษอาหารให้เทียบเท่าดินผสมทางการค้าหรือสามารถใช้ทดแทนดินผสมทางการค้าได้ เพื่อเป็นการพัฒนาดินเทียมจากเศษอาหารเหลือทิ้งที่เป็นสิ่งปฏิกูลสร้างมลภาวะที่เป็นพิษแก่สังคมเหล่านั้นให้มีคุณสมบัติที่เมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช ให้เกิดประโยชน์ เพื่อให้สิ่งแวดล้อมสวยงาม ลดปริมาณขยะมูลฝอย ลดมลพิษในอากาศ ลดปริมาณเชื้อโรคจากเศษอาหารเหลือทิ้งเกิดเป็นอาชีพ

ประวัติผู้เขียน

1. หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อ-สกุล รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา

วัน เดือน ปีเกิด 24 มกราคม 2522

ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์ (พนักงานมหาวิทยาลัย)

สถานที่ติดต่อ (ที่ทำงาน) ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง1 เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

ประวัติการศึกษา

2552 สำเร็จการศึกษา ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ป.ร.ด.) สาขาการออกแบบผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ประเทศไทย

2547 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (ค.อ.ม.) สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประเทศไทย

2544 สำเร็จการศึกษา ศิลปะบัณฑิต (ศ.บ.) สาขาออกแบบตกแต่งภายใน (เกียรตินิยม) มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ประเทศไทย

ผลงานวิจัยและผลงานอื่นๆ

ก. ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติและนานาชาติ

ชื่อแผนงานวิจัยและ/หรือโครงการวิจัย	ปีที่พิมพ์	การเผยแพร่	แหล่งทุน
การศึกษาและพัฒนากระบวนการผลิตวัสดุทดแทนไม้จากเศษเหลือทิ้งในพื้นที่เกษตรกรรมเพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ร่วมสมัย	2553	วารสารมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 29,2 (เม.ย.-มิ.ย.2553) หน้า 36-53	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
โครงการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปทางการเกษตรให้กับผลิตภัณฑ์ชุมชนในจังหวัดนครนายก สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครนายก	2553	รายงานการวิจัย	ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคที่ 9 กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม
โครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์และต้นแบบบรรจุภัณฑ์ประเภทผลิตภัณฑ์จากไม้ ผลิตภัณฑ์ของประดับของตกแต่งบ้าน ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคที่ 9 กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม	2553	รายงานการวิจัย	ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคที่ 9 กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม
การศึกษาและพัฒนากระบวนการผลิตวัสดุไม้เทียมแบบขึ้นรูปอิสระจากหญ้าแฝกร่วมกับขยะพลาสติก 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 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การศึกษาและพัฒนายานยนต์อเนกประสงค์สนับสนุนภารกิจดับ ไฟป่าขนาดเล็ก สำหรับส่วนควบคุมไฟป่า สำนักป้องกันปราบปรามและควบคุมไฟป่า	2556	วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 13,1 (ม.ค.-เม.ย.2557) หน้า54-63	วช. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปี 2556
การศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัชพืชในนาข้าวพื้นที่ภาคกลาง เพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์	2556	(วารสารศิลปกรรมวิชาการวิจัยและงานสร้างสรรค์. คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี .42-67)	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การศึกษาและปรับปรุงจักรยานยนต์ เพื่อรองรับภารกิจป่าเปียก สำหรับสำนักจัดการทรัพยากรป่าไม้ กรมป่าไม้	2556	รายงานการวิจัย	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การสร้างมโนทัศน์เพื่อการคิดอย่างสร้างสรรค์ในงานออกแบบผลิตภัณฑ์	2558	(เผยแพร่ “บทความวิชาการ” วารสารวิชาการศิลปกรรมสาร คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปีที่ 9 ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2557 หน้าที่ 45-63)	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การศึกษาและออกแบบเครื่องเล่นสนาม เพื่อส่งเสริมพัฒนาการด้านกล้ามเนื้อสำหรับเด็กปฐมวัย	2558	(การประชุมวิชาการระดับชาติ “มสธ.วิจัย ประจำปี 2558 : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช)	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม 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)	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การศึกษาและออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟศูนย์สาธิตและพัฒนาการควบคุมไฟป่า	2558	วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีที่ 34 ฉบับที่ 5 (ก.ย.-ต.ค.)	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อแผนงานวิจัยและ/หรือโครงการวิจัย	ปีที่พิมพ์	การเผยแพร่	แหล่งทุน
การศึกษาและพัฒนากระบวนการผลิตวัสดุทดแทนไม้จากเศษเหลือทิ้งในไร่อ้อย เพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้าน สำหรับเกษตรกรไร่อ้อย	2558	รายงานการวิจัย	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การศึกษาและออกแบบป้ายประชาสัมพันธ์ป้องกันโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์และการคุมกำเนิด กรณีศึกษากลุ่มแรงงานต่างด้าว	2559	รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 4 มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึงวิจัย	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การพัฒนาหนังสือส่งเสริมการเรียนรู้ทางการออกแบบ เรื่อง คิดเชิงวิเคราะห์เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์	2559	วารสารวิชาการศิลปกรรมสาร คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปีที่ 11 ฉบับที่ 2	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การคิดอนาคตเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์	2559	วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี (Journal of Kanchanaburi Rajabhat University). ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 มก.-มิย หน้าที่ 102-112	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การศึกษาและออกแบบสื่อประชาสัมพันธ์การเลี้ยงลูกด้วยนมแม่	2559	รายงานสืบเนื่อง การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์พระนครศรีอยุธยา ห้นตรา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา (The 1st RUSNC) ครั้งที่ 1 : หน้าที่ 1007-1017	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การศึกษาและพัฒนากระบวนการผลิตวัสดุทดแทนไม้จากเศษเหลือทิ้งในไร่อ้อยเพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์	2559	รายงานสืบเนื่อง การประชุมวิชาการระดับชาติ (ครั้งที่ 1) หัวข้อเรื่อง "การพัฒนางานวิจัยเพื่อรับใช้สังคม : Research Development to Social Engagement." วันที่ 27 พฤษภาคม 2559	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การออกแบบเครื่องเรือนหัตถกรรมแบบมีส่วนร่วมกับชุมชนกลุ่มเชือกกล้วยฟั่น จังหวัดกำแพงเพชร	2559	รายงานสืบเนื่อง การประชุมวิชาการระดับชาติ (ครั้งที่ 1) หัวข้อเรื่อง "การพัฒนางานวิจัยเพื่อรับใช้สังคม : Research Development to Social Engagement." วันที่ 27 พฤษภาคม 2559	คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อแผนงานวิจัยและ/หรือโครงการวิจัย	ปีที่พิมพ์	การเผยแพร่	แหล่งทุน
การออกแบบเฟอร์นิเจอร์ชั้นวางของภายในสำนักงานจากเศษไม้เหลือใช้ ด้วยเทคนิคการเคลือบเรซิ่น	2559	รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการระดับชาติ ราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ครั้งที่ 4 วันที่ 1 มีนาคม (มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี)2559 : หน้า 386-396	คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
การศึกษาและพัฒนาเฟอร์นิเจอร์ไม้ไผ่จากภูมิปัญญาด้านการจักสาน อำแคนดง จังหวัดบุรีรัมย์	2559	วารสารศิลปกรรมศาสตร์วิชาการ วิจัยและงานสร้างสรรค์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. หน้า 149-171 ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 มค.-มิย.	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์การเรียนรู้ภาษามือเบื้องต้น สำหรับเด็กปฐมวัยที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน	2560	การประชุมวิชาการระดับชาติ “พะเยาวิจัย ครั้งที่ 6” วันที่ 26-27 มกราคม 2560 มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ ศธ 0590.07/ว0940	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม 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)	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (โครงการวิจัยย่อย)
ศึกษาและออกแบบของเล่นเด็กเสริมพัฒนาการพื้นฐานภาษาจีน	2560	วารสารวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ปีที่ 8 ฉบับที่ 1	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (โครงการวิจัยย่อย)
การศึกษาและพัฒนาระบบการให้ยาเพื่อป้องกันการชักในภาวะครรภ์เป็นพิษ	2560	วารสารพยาบาลศาสตร์และสุขภาพ คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น	โรงพยาบาลลาดกระบัง หน่วยงานห้องคลอด
บูรณาการทักษะการเรียนรู้ (PBL) ด้วยกระบวนการคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ : เศรษฐกิจสร้างสรรค์	2560	การประชุมวิชาการระดับชาติ โฮมภูมิ ครั้งที่ 3 ภูมิปัญญาสู่อนาคต: Wisdom for the Future คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น	วช. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปี 2559
การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียม สำหรับเกษตรอินทรีย์	2560	วารสารวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา (ตอบรับการตีพิมพ์)	วช. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปี 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ผลงานอื่นๆ เช่น ตำรา บทความ สิทธิบัตร ฯลฯ

2555 หนังสือ “วาดเส้นเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์”

2557 หนังสือ “หลักการคิดวิเคราะห์เพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ 1”

2557 หนังสือ “หลักการคิดวิเคราะห์เพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ 2”

2558 หนังสือ “การคิดเชิงอนาคตเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม”

ค. งานวิจัยที่กำลังทำ

ชื่อแผนงานวิจัยและ/หรือโครงการวิจัย	แหล่งทุน	สถานภาพในการทำวิจัย
การออกแบบและพัฒนาเฟอร์นิเจอร์จากไม้สักขนาดเล็กที่มีอายุระหว่าง 7-14 ปี ในประเทศไทยเพื่อการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน	วช. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติปี 2560	ดำเนินการ 40%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) ดร. สมชาย เซะวิเศษ
(ภาษาอังกฤษ) Dr. Somchai Setvisat
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3-1009-01348-73-6
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
4. หน่วยงานสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์ โทรสาร และE-mail

ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์มือถือ 095-9562838
E-mail kssomcha@yahoo.com

5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา (ตรี/โท/เอก/ประกาศนียบัตร)	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชา/วิชาเอก	ชื่อสถาบันการศึกษาและประเทศ
2540	ปริญญาตรี	วท.บ. (เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์)	สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ ประเทศไทย
2545	ปริญญาโท	(ค.อ.ม.) ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต	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 (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชา

- สาขาวิชาการออกแบบยานยนต์และเทคโนโลยีกลไก
- สาขาวิชาการออกแบบทางเทคโนโลยีสารสนเทศและนิเทศศาสตร์
- กลุ่มวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

7. งานวิจัยที่สำเร็จแล้ว

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อแผนงานวิจัยและ/หรือโครงการวิจัย	ปีที่พิมพ์	การเผยแพร่	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	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
The Identity and Design of Thai Traditional Paintings	2557	Accepted and will be published in Applied Mechanics and Materials. EI Index, ISI and Scopus	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
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)	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (โครงการวิจัยย่อย)
การศึกษาและพัฒนาเครื่องแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียม สำหรับเกษตรอินทรีย์	2560	วารสารวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา (ตอบรับการตีพิมพ์)	วช. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปี 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุเมธ ตรีศักดิ์ศรี
(ภาษาอังกฤษ) Asst. Prof. Sumet Treesaksri
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3-1020-02684-71-9
3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์
4. หน่วยงานสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์ โทรสาร และE-mail

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์ 02-3298000
โทรสาร 0-2329-8435

5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา (ตรี/โท/เอก/ประกาศนียบัตร)	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชา/วิชาเอก	ชื่อสถาบันการศึกษาและประเทศ
2541	ปริญญาตรี	วท.บ. (วิทยาศาสตร์บัณฑิต) เกษตรศาสตร์	สาขาพืชสวน	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประเทศไทย
2546	ปริญญาโท	วท.ม (พืชสวน) วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต	สาขาพืชสวน	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประเทศไทย

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชา

- สาขาวิชาเกษตรศาสตร์
- สาขาวิชาชีววิทยา

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 งานวิจัยที่สำเร็จแล้ว : ชื่อแผนงานวิจัยและ/หรือโครงการวิจัย ปีที่พิมพ์การเผยแพร่และสถานภาพในการทำวิจัย

ชื่อแผนงานวิจัยและ/หรือโครงการวิจัย	ปีที่พิมพ์	การเผยแพร่	แหล่งทุน
การแยกโปรโตพลาสต์บัวหลวงพันธุ์บุณฑริก	2544	วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 32 1-4 (พิเศษ)	โครงการบัณฑิตเพื่อการวิจัยทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อแผนงานวิจัยและ/หรือโครงการวิจัย	ปีที่พิมพ์	การเผยแพร่	แหล่งทุน
ผลของอาหาร MS ที่เติม NAA และ BA ต่อการเพาะเลี้ยงแคลลัสกล้วยไม้พันธุ์เอื้องจิ๋ว	2557	วารสารแก่นเกษตร ปีที่ 42 ฉบับพิเศษ 3/2557	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลของอาหาร MS ที่เติม NAA และ BA ต่อการเพาะเลี้ยงใบกล้วยไม้พันธุ์เอื้องจิ๋วในสภาพปลอดเชื้อ	2557	วารสารแก่นเกษตร ปีที่ 42 ฉบับพิเศษ 3/2557	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ระบบปลูกพืชในสารละลายแบบใช้พลังงานแสงอาทิตย์โดยไม่ใช้แบตเตอรี่ในการหมุนเวียนสารละลาย	2558	ประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53 3-6 กุมภาพันธ์ 58	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้