

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ผู้วิจัยได้ศึกษาหาข้อมูลจากการสอบถาม การสัมภาษณ์ การสังเกต ตลอดจนการแสดงความคิดเห็นและความพึงพอใจ โดยเริ่มต้นจากการทำความเข้าใจในสภาพแวดล้อมในชุมชนก่อน แล้วจึงนำข้อมูลต่างๆมาวิเคราะห์ และทำการออกแบบเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นลำดับต่อไป การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เรียบเรียงผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน เพื่อให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ ดังนี้คือ

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

4.1 ขั้นตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์การศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากขยะเปียก สำหรับการเกษตรอินทรีย์

4.1.1 กระบวนการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับขยะเปียก

ก) กรณีศึกษาร้านอาหาร ในบริเวณพื้นที่ศึกษา “ร้านอาหารตามสั่ง” ตั้งอยู่ในซอยแจ้งวัฒนะ – ปากเกร็ด 28 จำหน่ายอาหารตามสั่งทั้งประเภทข้าวและก๋วยเตี๋ยว เปิดบริการทุกวัน ตั้งแต่ 08.00 – 18.00 น. นั้นถือเป็นร้านที่มีขนาดปานกลางมีพื้นที่ 20 ตารางเมตร โดยมีผู้คนเข้ามาใช้บริการผลัดเปลี่ยนหมุนเวียนกันจำนวนมากกว่า 100 คนต่อวัน ซึ่งในร้านอาหารตามสั่งประเภทนี้จะมีจำนวนมากในพื้นที่ กทม. และตามหัวเมืองขนาดใหญ่ โดยร้านอาหารประเภทตามสั่งนี้จะมีจำนวนมากขึ้นในแต่ละปี ซึ่งนับตามนิยามของกรมพัฒนาธุรกิจที่ให้คำนิยามว่า “ธุรกิจภัตตาคาร/ร้านอาหาร คือ การบริการจัดอาหารและเครื่องดื่ม รวมถึงไอศกรีมและเค้กจัดเตรียมไว้พร้อมบริโภคมีหรือไม่มีที่นั่งก็ตาม ไม่ว่าจะเป็นบริการแบบให้นั่งโต๊ะหรือแบบบริการตนเองจากชั้นวางอาหาร ไม่ว่าจะเป็นรับประทานอาหารภายในร้าน นำกลับบ้านหรือสั่งให้จัดส่งที่บ้าน เช่น ร้านอาหาร ภัตตาคาร คาเฟ่ต์ เคาน์เตอร์หรือบูธ ร้านอาหารแบบบริการตนเอง ร้านอาหารจานด่วน ร้านอาหารภัตตาคาร คาเฟ่ต์ เคาน์เตอร์หรือบูธในยานพาหนะ เช่น รถไฟ เรือ หรือเครื่องบินที่ดำเนินการโดยหน่วยงานอื่น ร้านอาหารที่ให้บริการจัดส่ง ซึ่งธุรกิจภัตตาคารร้านอาหาร ในปัจจุบันได้ขยายตัวเพิ่มมากขึ้นทั้งใน

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

ในขณะที่จำนวนการจดทะเบียนจัดตั้งใหม่เพิ่มขึ้นเพียง 5 รายโดยในพื้นที่กรุงเทพมหานครนั้นในปี 2558 ซึ่งในร้านอาหารประเภทนี้นั้นสามารถที่จะพบลักษณะภาชนะและการใช้งานภาชนะที่บรรจุขยะมีลักษณะเป็นถังพลาสติกขนาดใหญ่ และมีถุงขยะสีดาร์กไว้ที่ถังเพื่อให้ง่ายต่อการห่อไปวางไว้หน้าร้านและจะมีรถของ กทม. เก็บในเช้าวันถัดไป โดยแยกเป็นขยะเปียกที่พบดังนี้

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



ภาพที่ 4.1 ร้านอาหารตามสั่งหรือร้านอาหารข้างทาง ที่มีจำนวนมากขึ้นในแต่ละปี

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

แยกส่วนน้ำออกจากกากอาหารด้วยการกรองก่อนจากนั้นจึงจะนำเศษอาหารเหล่านี้ไปให้ผู้ที่มารับไปใช้ในการเป็นอาหารสัตว์หรือไปใช้ประโยชน์ต่อแต่ไม่มีการซื้อขายกัน

จากการสัมภาษณ์เบื้องต้นนั้นพนักงานและเจ้าหน้าที่ภายในโรงงานมีความเห็นว่าหากมีการนำเศษอาหารหรือขยะเปียกเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ได้จะดี เนื่องจากจะเป็นการใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสมและสามารถช่วยกันอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้อีกทางหนึ่ง และหากทางโรงงานมีแนวคิดที่จะนำเศษอาหารเหล่านี้มาใช้ในการเพาะปลูกเกษตรอินทรีย์ก็จะมีควมน่าสนใจให้กับกลุ่มพนักงาน ด้วยกลุ่มพนักงานอยากมีพื้นที่ที่เป็นสีเขียวภายในโรงงานและพนักงานก็ล้วนเคยทำอาชีพเกษตรกรรมมาแล้วจึงสามารถปฏิบัติการเพาะปลูกพืชแบบอินทรีย์ช่วงเย็นหลังเลิกงานได้หากมีการสนับสนุน และอยากที่จะร่วมเป็นส่วนหนึ่งของการช่วยลดโลกร้อนให้กับสภาพแวดล้อมอีกทางหนึ่ง



ภาพที่ 4.2 ลักษณะของถังขนาด 200 ลิตร ที่ทางโรงงานใช้ในการรองรับเศษขยะเปียก

เศษอาหารที่อยู่ภายในถังพลาสติกนั้นจะถูกแม่บ้านนำไปกรองเอาส่วนของน้ำออกจากส่วนกาก ซึ่งในขั้นตอนนี้นั้นเป็นช่วงที่แม่บ้านมีความรู้สึกที่ไม่อยากทำมากที่สุด เนื่องจากปัญหาของกลิ่นที่เหม็นและรู้สึกสกปรก และอีกทั้งกลิ่นนั้นจะติดตัวไปตลอดทั้งวันหากมีการปฏิบัติหน้าที่ในช่วงกลางวัน ซึ่งแนวทางนี้แม่บ้านเห็นว่า “หากมีเครื่องที่นำเศษอาหารเหล่านี้มาเทลงจากนั้นเครื่องสามารถที่จะแยกส่วนของน้ำและส่วนของกากออกจากกันได้นั้นจะดีมากและยังช่วยประหยัดเวลาและทุนแรงได้มาก” จากการวิเคราะห์นั้นพบว่าการที่สังคมของชุมชนหรือโรงงานที่มีเศษอาหารเหลือทิ้งจำนวนมากนั้นจะมีปัญหาเกี่ยวกับเศษขยะเปียกทวีปัญหามากยิ่งขึ้นและบุคคลที่รับผิดชอบไม่มีความรู้สึกรักจะปฏิบัติงานเนื่องจากกลิ่น ดังนั้นการสร้างมุมมองและทัศนคติที่สร้างความสะอาดสบายและสร้างรูปแบบการแปรสภาพที่ก่อให้เกิดประโยชน์อย่างชัดเจนเป็นรูปธรรมได้จะช่วยให้บุคคลทั่วไปสามารถมองเห็นและรับรู้แนวทางการประยุกต์ได้มากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 4.3 โรงอาหารในพื้นที่โรงงานอุตสาหกรรม ขนาด 200 ที่นั่ง

จากปัญหาที่พบในพื้นที่สำหรับการเทศอาหารนั้นจะมีกลิ่นของเศษอาหารที่รุนแรงและมีแมลงวัน แมลงหวี่ บินมาเกาะบริเวณเศษอาหารจำนวนมาก เนื่องจากทางโรงงานยังไม่มี การจัดเก็บเพื่อคัดแยกขยะเปียกในทันทีทำให้เกิดขยะในช่วงเช้าและช่วงเที่ยงที่มีจำนวนมากและมีการหมักจนกระทั่งเกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ตามมา และส่งผลให้มีแมลงรบกวนตามมาก่อให้เกิดสภาพที่ไม่น่ามองและขาดสุขลักษณะที่มีความเหมาะสม



ภาพที่ 4.4 พื้นที่สำหรับพนักงานเทศอาหารลงในถังและจัดเก็บภาชนะภายหลังการรับประทาน

4.1.2 กระบวนการกำจัดขยะของหน่วยงานที่รับผิดชอบ

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

ขยะมูลฝอยทั่วไปจากสถานีขนถ่ายมูลฝอยสายไหม และสถานีขนถ่ายมูลฝอยหนองแขม จะนำไปฝังกลบที่อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ส่วนมูลฝอยทั่วไปจากสถานีขนถ่ายมูลฝอยอ่อนนุช จะนำไปฝังกลบที่อำเภอนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา

การกำจัดขยะของ กทม. สำหรับมูลฝอยอินทรีย์ ได้แก่ เศษอาหาร ไม้ และใบไม้ รวมถึงมูลฝอยอื่นๆ ที่ย่อยสลายได้ ทาง กทม. จะนำมูลฝอยบางส่วนนี้ไปทำปุ๋ยหมัก โดยจะมีโรงงานหมักปุ๋ยอยู่ที่อ่อนนุช ส่วนมูลฝอยอันตราย ได้แก่ ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ หลอดไฟ กระป๋องสเปรย์ เครื่องสำอางหมดอายุ ยาที่หมดอายุ ภาชนะบรรจุยาทำความสะอาดเครื่องสุขภัณฑ์และสารเคมีต่าง ๆ รวมถึงซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จะถูกนำไปกำจัดในเตาเผามูลฝอยอันตรายที่จังหวัดสมุทรปราการ ส่วนขยะติดเชื้อจะถูกกำจัดด้วยการเผาในเตาเผาที่ศูนย์กำจัดมูลฝอยอ่อนนุช ส่วนมูลฝอยรีไซเคิล เช่น กระดาษ พลาสติก โฟม แก้ว โลหะ ฯลฯ เป็นมูลฝอยที่มีมูลค่าสามารถขายร้านรับซื้อของเก่าได้ 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 ขอบะหมี่สำเร็จรูปเปลือกลูกอม ถูขนม ถูพลาสติก จากปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดมีประมาณร้อยละ 9

ง) ขยะพิษ หรือขยะมีพิษที่ต้องเก็บรวบรวมแล้วนำไปกำจัดอย่างถูกวิธี เช่น กระป๋องยาฆ่าแมลงหลอดไฟ ถ่านไฟฉาย ซึ่งจากปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดมีอยู่ประมาณร้อยละ 3

4.1.2.2 ลักษณะทางกายภาพของขยะที่พบ

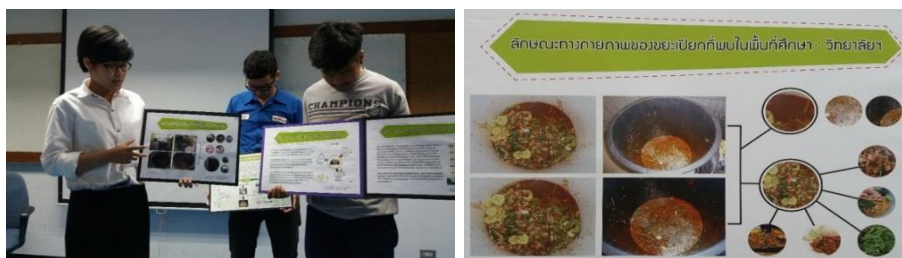
จากการลงสำรวจพื้นที่พบว่า ลักษณะการทิ้งขยะเปียกของร้านนี้จะเป็นการทิ้งแบบรวม ๆ กัน ไม่มีการแยกระหว่างเศษอาหารและเศษขยะ ขยะที่พบจะมีอยู่หลากหลายประเภททั้งย่อยสลายได้และย่อยสลายไม่ได้ ส่วนมากจะเป็นขยะที่เกิดจากวัตถุดิบสดที่นำมาประกอบอาหาร



ภาพที่ 4.5 ลักษณะทางกายภาพของเศษขยะเปียกในพื้นที่การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

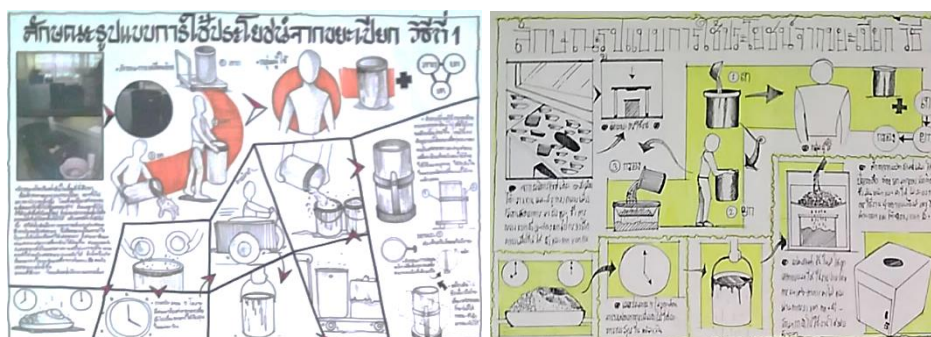
4.1.3 กระบวนการระดมแนวคิดเพื่อการประยุกต์ใช้งานขยะเปียก

ในส่วนของขั้นตอนกระบวนการศึกษาทางด้านการแปรสภาพของขยะเปียกเพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรอินทรีย์นั้นผู้วิจัยได้ทำการพิจารณาถึงการรวบรวมประเด็นที่สามารถพิจารณาแนวทางเพื่อนำขยะเปียกมาใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลายแนวทางการระดมความคิดจากกลุ่มผู้ร่วมวิจัย จำนวน 30 คน โดยนักวิจัยจะร่วมทำการนำเสนอแนวทางและแนวความคิดที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากขยะเปียกให้ได้หลากหลายแนวที่สุด โดยจะมีการนำข้อคำถามถึง คือ เป้าหมายการนำขยะเปียกในรูปแบบของเศษเหลือทิ้งต่างๆมาประยุกต์ใช้งานเป็นรูปแบบผลิตภัณฑ์หรือเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกแก่นักชื้อในมุมมองต่างๆ และดำเนินการภายใต้กรอบความเป็นอิสระทางความของนักวิจัยเพื่อจะได้ความคิดเห็นหรือแนวคิดที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยนำเสนอแนวคิดที่สามารถดำเนินการจริงได้ ดังนี้



ภาพที่ 4.6 กระบวนการระดมความคิดเพื่อพิจารณาแนวทางการประยุกต์ใช้ขยะเปียก

การระดมความคิดเพื่อการใช้ประโยชน์จากเศษขยะเปียก (เศษอาหารประเภทต่างๆ) นั้นนำเสนอผ่านกระบวนการคิดในเชิง “มโนทัศน์ทางการออกแบบ” ด้วยการคิดให้เกิดขึ้นภายในสมองเพื่อการแก้ไขปัญหาจากนั้นจึงนำเสนอออกมาเป็นแผ่นนำเสนอแนวความคิดในการประยุกต์ใช้งาน โดยเน้นการสร้างมุมมองและนำเสนอความคิดในเชิงรูปธรรมที่มีความน่าสนใจและสามารถเข้าใจได้ง่ายสำหรับบุคคลทั่วไป



ภาพที่ 4.7 กระบวนการระดมความคิดเพื่อพิจารณาแนวทางการประยุกต์ใช้ขยะเปียก แนวคิดที่ 1

แนวคิดที่ 1 : นำเสนอ ลักษณะผลิตภัณฑ์เดิมในพื้นที่ที่ศึกษาเป็นลักษณะของการแยกขยะเปียก ขยะทั่วไปและขยะประเภทน้ำแข็ง โดยที่ขยะเปียกเศษอาหารจะมีคนนำไปเป็นอาหารสัตว์ ส่วนขยะทั่วไป 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 ไปต้มกับกรดไฮโดรคลอริกที่เจือจางแล้ว เพื่อกำจัดโปรตีนออกจากเปลือกไข่อีก 1 รอบ จากนั้นนำเปลือกไข่ที่ผ่านการต้มไปตากหรือผึ่งลมให้แห้ง หากต้องการแผ่นเปลือกไข่แบบทึบ ให้นำเปลือกไข่ที่ผ่านกรรมวิธีมาผสมรวมกันกับแป้งมันหรือหากต้องการแผ่นเปลือกไข่แบบใส ให้นำเปลือกไข่ที่ผ่านกรรมวิธีมาผสมรวมกับเรซินใส จากนั้นนำไปตากหรือผึ่งให้แห้ง และหากต้องการสีสันทเพื่อเพิ่มความสวยงามให้กับแผ่นเปลือกไข่ ให้หยดสีผสมอาหารตามความเหมาะสมจะเปลี่ยนเปลือกไข่สำเร็จรูป สำหรับนำไปใช้งานออกแบบผลิตภัณฑ์ต่อไป สำหรับประโยชน์ของการแปรรูป 1) ได้

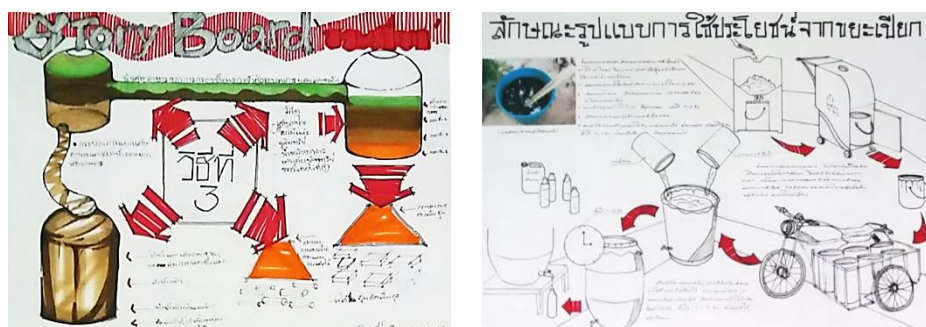
ผลิตภัณฑ์ใหม่จากวัสดุเหลือใช้หรือเศษขยะ 2) เป็นการลดปริมาณขยะทั้งทางตรงและทางอ้อม 3) เป็นการเพิ่มคุณค่าให้กับเศษขยะเปียก 4) ช่วยลดปริมาณการนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้เป็นวัตถุดิบในโรงงานอุตสาหกรรม



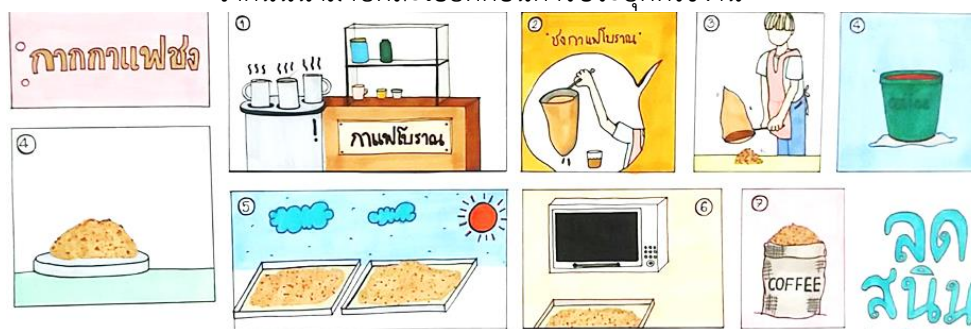
ภาพที่ 4.8 กระบวนการระดมความคิดเพื่อพิจารณาแนวทางการประยุกต์ใช้ขยะเปียก แนวคิดที่ 2

แนวคิดที่ 3 : นำเสนอกระบวนการแปรสภาพกากกาแฟและเศษอาหารประเภทสลัด โดยศึกษาสภาพแวดล้อมจากลักษณะทางกายภาพของสถานที่แหล่งกำเนิดของขยะ และทำการวิเคราะห์การชงกาแฟโบราณจากกากกาแฟบดหยาบพร้อมอาหารที่บริการประเภทสลัดและอาหารง่ายๆ โดยพักกาแฟไว้บริเวณพื้นที่ใกล้เคียง จากนั้นจะทำการทิ้งเศษกาแฟและเศษอาหารไว้ในจุดที่เตรียมไว้และรวบรวม ณ จุดที่เตรียมไว้ จากนั้นนำเศษกาแฟและเศษอาหารไปตากแดดเพื่อลดความชื้นและทำให้แห้ง นำเศษอาหารและเศษกาแฟไปอบอีกครั้งเพื่อลดการเกิดเชื้อและทำให้แห้ง เตรียมกากกาแฟไปใช้งานหรือแปรสภาพไปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ ต่อไป โดยประโยชน์ที่ได้รับจากกระบวนการแปรสภาพ

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



กระบวนการแปรสภาพในรูปแบบของการนำทุกอย่างมาอบเพื่อให้แห้ง จากนั้นนำมาบดละเอียดก่อนการประยุกต์ใช้งาน



ภาพที่ 4.9 กระบวนการระดมความคิดเพื่อพิจารณาแนวทางการประยุกต์ใช้ขยะเปียก แนวคิดที่ 3

4.2 ขั้นตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์การพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

เป็นช่วงของกระบวนการในการออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรสำหรับการอัดเม็ดดินเทียมที่ได้จากกระบวนการแปรรูปขยะเปียกให้เป็นดินเทียม โดยเป็นเครื่องจักรกลที่จะต้องเน้นการประยุกต์ใช้เครื่องจักรกลที่ชุมชนสามารถเรียนรู้และสร้างสรรค์หรือสามารถที่จะผลิตขึ้นได้เองในพื้นที่ชุมชนของตนเอง ซึ่งเครื่องจักรที่จะต้องนำมาพัฒนาเป็นเครื่องต้นแบบสำหรับการอัดเม็ดดินเทียมจากขยะเปียกนั้นจะต้องมีศักยภาพในการบดอัดก้อนเศษอาหาร แกลบดิบ ขุยมะพร้าว แกลบเผาและปุ๋ยคอก หรือแม้กระทั่งเศษเหลือทิ้งทางด้านเกษตรกรรมในแต่ละฤดูของพื้นที่ทำการเกษตรกรรมของชุมชน เป้าหมายในการวิจัย หมายความว่าถึงเครื่องจักรกลที่นำมาสร้างเป็นต้นกำลังในการบดอัดนั้นจะต้องมีกำลังในการอัดที่สูงและมีค่าแรงบิดในการอัดก้อนดินเทียมให้เป็นเม็ดที่มีความเหมาะสมกับการนำไปทำการเพาะปลูกแบบเกษตรอินทรีย์



ภาพที่ 4.10 ส่วนประกอบของดินเทียมที่เครื่องอัดดินเทียมจะต้องสามารถบดและอัดได้อย่างเหมาะสม

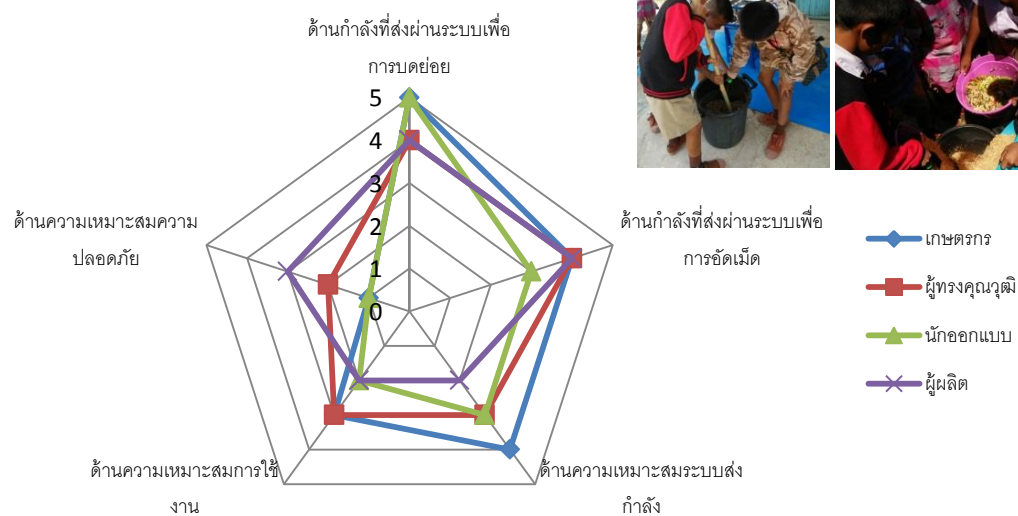


ภาพที่ 4.11 การทดสอบเบื้องต้นกับเครื่องจักรในการทดลองบดอัดและผสมส่วนประกอบดินเทียม

จากภาพเป็นกระบวนการทดสอบเครื่องจักรต้นกำลังเบื้องต้นเพื่อทดสอบแรงกดและอัดเพื่อการสร้างเม็ดดินเทียมที่มีความสมบูรณ์โดยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือก มอเตอร์ต้นกำลังขนาด 1 แรง เพื่อสร้างแรงบิดในการอัดก้อนดินเทียม ซึ่งจากกระบวนการทดลองการใช้งานเบื้องต้นนั้นพบว่า

ตารางที่ 4.1 ประเมินค่าความเหมาะสมปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบเครื่องบดอัดดินเทียมจากขยะเปียก

ความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้งาน	ผู้ประเมิน (N=4)				$\bar{x}$	การวิเคราะห์
	4	3	2	1		
1. ด้านกำลังที่ส่งผ่านระบบเพื่อการบดย่อย	5	4	5	4	4.50	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุดเนื่องจากระบบที่ใช้ให้กำลังในการบดย่อยนั้นมีการส่งผ่านต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า ผ่านสายพาน 1 เส้น ทำให้มีแรงกระทำต่อเกลียวลูกนอนขนาดใหญ่ที่ทำจากแอสตันเลส
2. ด้านกำลังที่ส่งผ่านระบบเพื่อการอัดเม็ด	4	4	3	4	3.75	มีความเหมาะสมในระดับมาก เนื่องจากตัวลูกนอนสแตนเลสที่ได้แรงกระทำจากสายพานนั้นให้แรงบิดที่สูงและมีแรงช่วยให้บดอัดเม็ดดินได้เป็นก้อนผ่านรูดักก้นดินให้เป็นเม็ดได้เหมาะสม
3. ด้านความเหมาะสมระบบส่งกำลัง	4	3	3	2	3.00	มีความเหมาะสมในระดับปานกลางเนื่องจากระบบส่งกำลังจะมีการให้แรงกระทำที่ไม่มีการใช้เกียร์เพื่อสร้างสามารถทดแรงบดให้เพิ่มมากขึ้นกว่าเดิมได้ จึงหากมีการพัฒนาด้วยการใส่ชุดเกียร์ทดรอบมอเตอร์จะสามารถช่วยให้เครื่องมีแรงบิดมากกระทำต่อเดือนลูกนอนได้มากยิ่งขึ้น
4. ด้านความเหมาะสมการใช้งาน	3	3	2	2	2.50	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง เนื่องจากในการใช้งานยังต้องมีการบดซ้ำหลายรอบเนื่องจากเม็ดดินนั้นยังมีความละเอียดของตัวดินค่อนข้างน้อยทำให้ในการบดครั้งแรกนั้นเม็ดดินไม่จับตัวเป็นก้อนเม็ด ทำให้มีลักษณะร่วนซุยเป็นก้อนขนาดใหญ่อยู่จึงจำเป็นจะต้องบดย่อยจำนวน 2-3 ครั้ง
5. ด้านความเหมาะสมความปลอดภัย	1	2	1	3	1.75	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด เนื่องจากระบบการให้กำลังของมอเตอร์และระบบสายพานนั้นไม่มีการปกปิดที่เหมาะสมทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้งานได้ง่ายและไม่มียระบบการตัดไฟฟ้าที่ส่งกำลังหากเกิดอุบัติเหตุเพื่อเป็นการป้องกันผู้ใช้งานเกิดอันตราย



ภาพที่ 4.12 แผนภูมิแสดงผลการวิเคราะห์รายด้านที่ส่งผลต่อกระบวนการประยุกต์ในการพัฒนาและออกแบบเครื่องอัดเม็ดดินเทียมที่ต้องการพัฒนาใหม่

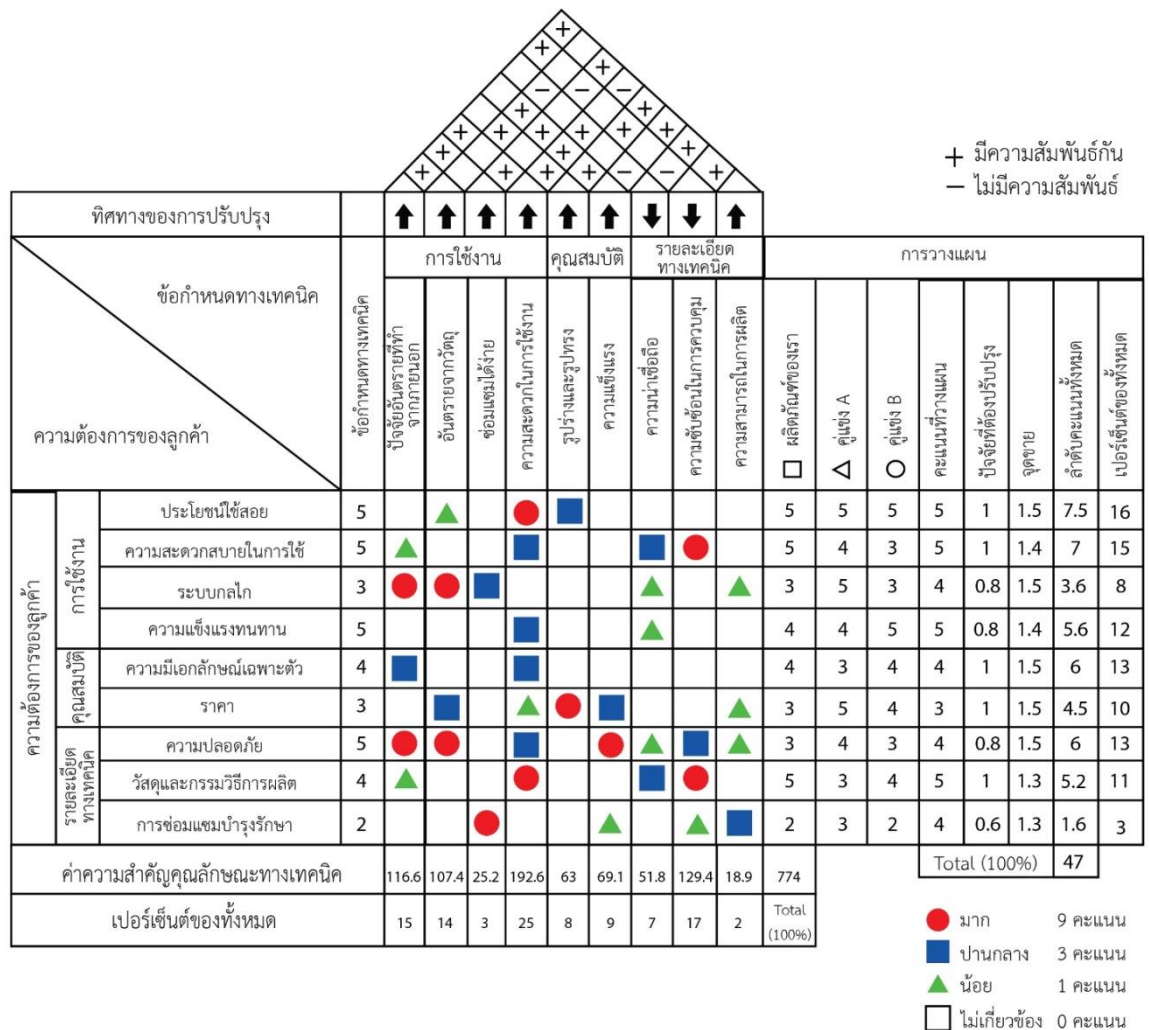
จากแผนภูมิจะสามารถพบว่าเครื่องต้นกำลังที่นำมาเป็นต้นแบบในการพิจารณาประยุกต์เพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องบดอัดเม็ดดินเทียมนั้นมีความเหมาะสมในด้านระบบเพื่อการอัดเม็ดค่อนข้างที่จะสูงมากและในด้านความเหมาะสมของระบบส่งกำลัง และด้านกำลังที่ส่งผ่านระบบบดย่อย นั้นถือเป็นจุดเด่นหลักของเครื่องต้นแบบที่นำมาพิจารณาแต่มีจุดด้อยที่จะต้องนำมาพิจารณานั้นคือด้านความเหมาะสมความปลอดภัยและด้านความเหมาะสมในการใช้งาน ซึ่งจุดนี้เองที่จะต้องมีการปรับปรุงและนำปัจจัยเหล่านี้มาทำการวิเคราะห์ผ่านหลักการจำแนกการวิเคราะห์การแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ QFD (Quality Function Development) ซึ่งสามารถกำหนดเป็นแนวทางการต่อยอดทางความคิดเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ “เครื่องอัดและอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก” โดยการอาศัยข้อมูลจากตารางการวิเคราะห์เพื่อประเมินค่าความเหมาะสมปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบเครื่องบดอัดดินเทียมจากขยะเปียก

ซึ่งจากกระบวนการร่วมระดมความคิดกับกลุ่มผู้เพาะปลูกพืชอินทรีย์และกลุ่มชุมชนในพื้นที่เป้าหมายในการวิจัยและพัฒนาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำปัจจัยที่จะส่งผลกระทบต่อแนวทางการออกแบบและพัฒนาด้วยการ QFD ดังนี้

ตารางที่ 4.2 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 และพัฒนาเครื่องแปรรูปขยะเปียก เพื่อการผลิตดินเทียมสำหรับเกษตรกรอินทรีย์ ต่อไป

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

4.2.1 กระบวนการจำแนกการวิเคราะห์การแปลงค่าหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ QFD (Quality Function Development) ในการศึกษาและพัฒนาเครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก

โดยผลจากการแปรค่าในเชิงคุณภาพ สามารถแยกรายละเอียดได้ ดังนี้

1) การเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง : ซึ่งจากกระบวนการศึกษาและทำการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะที่ใกล้เคียง พบว่า ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงในรูปแบบ A นั้นจะมีความโดดเด่นในด้านประโยชน์ใช้สอย ซึ่งสามารถใช้สอยได้หลากหลายหน้าที่ อีกทั้งยังสามารถที่จะบูรณาความรู้ไปใช้ในการประยุกต์เพื่อใช้งานได้อย่างหลากหลายหน้าที่มากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังมีระบบกลไกที่ง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากนักสามารถที่จะดูแลรักษาได้ง่ายและมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน และยังมีราคาต้นทุนในกระบวนการผลิตที่ไม่แพงมากนักและมีความคุ้มค่าในการนำมาประยุกต์ใช้งาน พร้อมทั้งมีจุดอ่อนที่จำเป็นต้องมีการปรับปรุงนั้นคือด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิตที่จะต้องมีความสิ้นเปลืองวัสดุที่ใช้ในการผลิตรวมทั้งมีการใช้กระบวนการผลิตที่ยุ่งยากซับซ้อนมากกว่าปกติ ตลอดจนความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวนั้นไม่สามารถสื่อสารให้ผู้ใช้งานสามารถที่จะเข้าใจและสามารถใช้งานได้ อย่างถูกต้องโดยปราศการคำแนะนำ ในส่วนของผลิตภัณฑ์รูปแบบ B นั้นจะมีความโดดเด่นทางด้านของความแข็งแรงทนทานที่มีการใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงทนทานและมีน้ำหนักที่เบาสามารถเคลื่อนย้ายและประกอบได้อย่างรวดเร็ว ในส่วนของประโยชน์ใช้สอยนั้นถือเป็นปัจจัยที่ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงทั้งสองชนิดสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างดีและมีความเหมาะสม อีกทั้งยังมีความสะดวกสบายในการใช้งานได้เหมาะสมกับขนาดสัดส่วนของผู้ใช้งานและในส่วนจุดอ่อน คือ การซ่อมแซมบำรุงรักษาจะมีความยุ่งยากและซับซ้อนมากยิ่งขึ้นเนื่องจากการประกอบที่มีจำนวนมากและมีหลากหลายองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์จึงส่งผลโดยตรงต่อความปลอดภัยในการใช้งานผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

2) ปัจจัยที่จำเป็นจะต้องมีการปรับปรุง : สำหรับปัจจัยที่มีความจำเป็นที่จะต้องทำการปรับปรุงสำหรับเครื่องอัดเม็ดและอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียกนั้นประกอบด้วย ประโยชน์ใช้สอยที่จำเป็นจะต้องมีการปรับปรุงและเพิ่มเติมในส่วนของประโยชน์ใช้สอยให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้นและสามารถรองรับกระบวนการแปรรูปขยะเปียกเป็นดินเทียมได้อย่างเหมาะสม รองลงมาจะเป็นในด้านความสะดวกสบายในการใช้งานที่จำเป็นจะต้องมีการเพิ่มเติมในส่วนความสะดวกสบายในการส่งเสริมให้ผู้บริโภคนั้นสามารถใช้งานได้อย่างสะดวกสบายและสามารถช่วยผ่อนแรงและลดความยุ่งยากในกระบวนการลงได้อย่างเหมาะสม ในส่วนของวัสดุและกรรมวิธีการผลิตจะต้องสามารถที่จะผลิตได้ง่ายไม่ยุ่งยากและซับซ้อนอีกทั้งยังต้องสามารถที่จะผลิตได้ง่ายโดยอาศัยเทคโนโลยีหรือเครื่องจักรที่มีอยู่ในพื้นที่เป้าหมายสำหรับการทดลอง ในส่วนของความมีเอกลักษณ์ที่เฉพาะตัวนั้นมีความจำเป็นที่จะต้องกำหนดเพื่อให้ตัวเครื่องอัดเม็ดและอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียกจะสามารถสร้างรูปแบบและสามารถแสดงตัวตนของผลิตภัณฑ์ชนิดนั้นออกมาได้ โดยในส่วนนี้ควรที่จะคำนึงถึงระดับราคาที่แตกต่างกันหรือชาวบ้านในชุมชนสามารถรับได้และสามารถทำการนำมาใช้งานได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด

3) จุดขายหรือจุดเด่นที่ต้องพิจารณา : เป็นกระบวนการวิเคราะห์ที่เน้นการนำเสนอจุดขายที่ควรคำนึงถึงสำหรับการพัฒนาเครื่องอัดเม็ดและอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียกด้วยกระบวนการวิเคราะห์ทางด้านฝ่ายการตลาด โดยสร้างจุดเด่นทางด้านประโยชน์ใช้สอยให้มีความหลากหลายและมีความเหมาะสมสำหรับการนำเครื่องที่พัฒนาใหม่ไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างหลากหลายรูปแบบและมีความคุ้มค่าในการใช้งาน โดยสามารถที่จะบดย่อยและคลุกเคล้าเม็ดดินเทียมได้เป็นเม็ดและสามารถอบแห้งให้เม็ดดินที่ได้มีความคงตัวเมื่อถึงขั้นตอนการฝังให้แห้งสนิท และอันดับที่สอง คือระบบกลไกที่จะต้องมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับศักยภาพของบุคคลที่มีอยู่ในชุมชนและจะต้องเป็นระบบกลไกที่ชุมชนสามารถดูแลรักษาตลอดจนสามารถที่จะซ่อมบำรุงเครื่องจักรเหล่านี้ได้เอง อันดับสาม คือราคาที่ชุมชนหรือเกษตรกรอินทรีย์หรือผู้สนใจสามารถที่จะซื้อหาเพื่อนำมาใช้ประกอบการผลิตดินเทียมของครอบครัวตนเองได้อย่างเหมาะสม อันดับสี่คือความปลอดภัยที่ถือเป็นปัจจัยหลักที่งานการพัฒนาเครื่องจักรกลนั้นจะต้องคำนึงถึงและจะต้องนำมาเป็นสิ่งที่กำหนดให้ประกอบในการพิจารณาเพื่อการออกแบบ ในส่วนของอันดับสี่ คือความมีเอกลักษณ์ที่เฉพาะตัวให้ตัวชิ้นงานผลิตภัณฑ์นั้นสามารถที่จะบ่งบอกตัวตนและแนวทางในการออกแบบตลอดจนแนวทางในการใช้งานรวมถึงเรื่องราวที่มีต่อเครื่องอัดเม็ดและอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียกได้อย่างเหมาะสม อันดับห้า คือวัสดุและกรรมวิธีการผลิต ที่เน้นการพัฒนากระบวนการผลิตที่บุคคลในชุมชนนั้นสามารถที่จะผลิตและซ่อมแซมได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งยังสามารถใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่นได้อย่างเต็มศักยภาพของชุมชน

4) ความต้องการของลูกค้า : ในด้านของความต้องการของกลุ่มเป้าหมายซึ่งได้แก่กลุ่มผู้บริโภค ที่แสดงถึงความต้องการในระดับมากที่สุดสำหรับกระบวนการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก ที่ประกอบไปด้วย ด้านประโยชน์ใช้สอยที่เน้นกระบวนการใช้ประโยชน์ที่มีหลากหลายองค์ประกอบให้สามารถที่จะนำมาใช้งานได้หลากหลาย เช่น การบดย่อยให้ขยะเปียกมีความละเอียด การอัดเม็ดเพื่อให้มีความเหมาะสม การอบแห้งเพื่อให้เป็นเม็ดดินเทียมที่สามารถใช้งานได้ทันที เป็นต้น และในอันดับรองลงไปคือ ด้านความสะดวกสบายในการใช้งานที่เน้นให้สามารถนำไปงานได้อย่างเหมาะสมสะดวกสบายในช่วงระยะเวลาการใช้งานหรือสัมผัสผลิตภัณฑ์ซึ่งทั้งหมดนั้นได้ข้อมูลเบื้องต้นจากแบบสอบถามของกลุ่มประชากรเป้าหมายผ่านกระบวนการ

วิเคราะห์ของ House of Quality ที่คาดว่าจะมีความเหมาะสมในการนำข้อมูลที่ได้มาใช้สำหรับประกอบการสร้างผลงานการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องอบแห้งขยะเปียกเป็นดินเทียม โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการนำข้อมูลที่ได้เข้าสู่กระบวนการออกแบบและพัฒนาในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 4.3 สรุปผลและบรรยายค่าที่ได้รับจากการแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ QFD (Quality Function Development)

จำแนกการวิเคราะห์การแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ (Quality Function Deployment: QFD) ตามหัวข้อการศึกษาและพัฒนา เครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก

1.

การเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

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

2.

ปัจจัยที่ต้องปรับปรุง

ปัจจัยที่ต้องปรับปรุงสำหรับเครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก คือ ประโยชน์ใช้สอย รองลงมาคือความสะดวกสบายในการใช้งาน , วัสดุกรรมวิธีการผลิต ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว และราคาหากมีการพัฒนาในครั้งต่อไปควรคำนึงถึงปัจจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

3.

จุดขาย

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

4.

ความต้องการของลูกค้า

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

นำผลการแปลค่าความหมายที่ได้เข้าสู่กระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ “เครื่องอัดและอบแห้งดินเหนียวจากขยะเปียก” โดยทำการพิจารณาข้อจำกัดทางการออกแบบ ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการวิเคราะห์เบื้องต้น จำนวน 30 รูปแบบ จากนั้นผู้วิจัยได้คัดเลือกจากการ วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงทฤษฎีทางการออกแบบผลิตภัณฑ์จนกระทั่งเหลือ จำนวน 3 แนวความคิด โดยผู้วิจัยได้นำทั้ง 3 แนวความคิดมาผ่านกระบวนการพัฒนารูปแบบ ร่วมกับกลุ่มชุมชนและกลุ่ม ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องจักรกล



กระบวนการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องอบแห้งดินเหนียวจากขยะเปียก โดยใช้แนวคิดกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกเพื่อการตอบสนองแนวความคิด และความต้องการจากกลุ่มเป้าหมายของกระบวนการวิจัย



ภาพที่ 4.13 กระบวนการพัฒนา (Development) รูปแบบผลิตภัณฑ์ใหม่

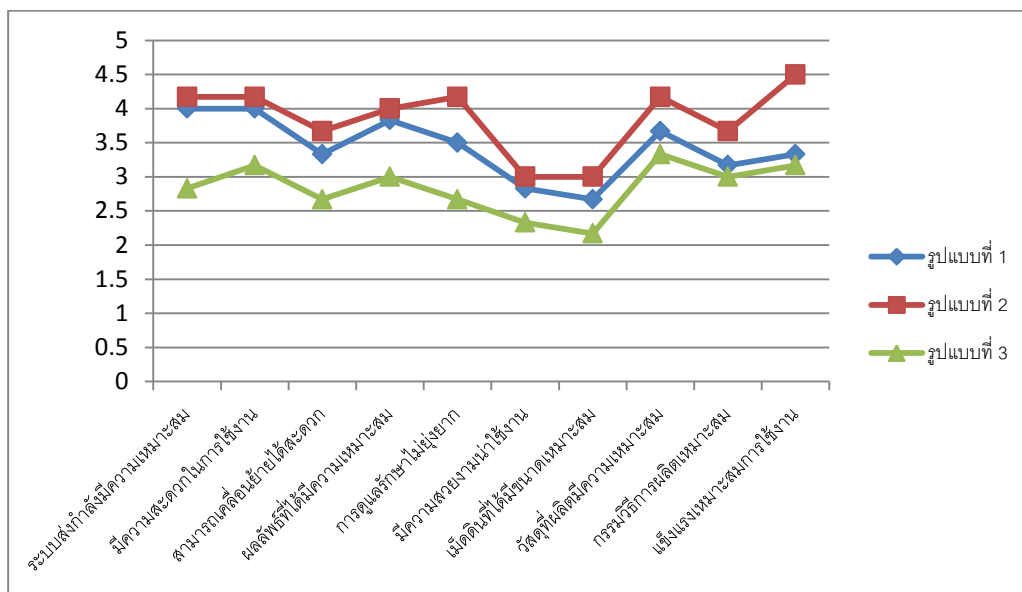
โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ด้วยหลักการ SWOT รายรูปแบบผลิตภัณฑ์ทั้ง 30 รูปแบบ เพื่อพิจารณาจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส ความเสี่ยง ที่มีความเกี่ยวข้องกับรูปแบบของผลิตภัณฑ์ เครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก ซึ่งจากการวิเคราะห์เบื้องต้นนั้นผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกรูปแบบผลิตภัณฑ์เพื่อนำมาประเมินเพื่อพัฒนาเครื่องผลิตดินเทียม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

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผู้เชี่ยวชาญในการประเมินผลการคิดเชิงมนทัศน์

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

จากตาราง สามารถสรุปค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ ในการประเมินผลการคิดเชิงมนทัศน์ที่มีต่อรูปแบบทั้ง 3 รูปแบบ ตามแนวความคิดที่พัฒนาใหม่ ได้ดังนี้ อันดับที่ 1 ได้แก่ รูปแบบพัฒนาที่ 2 มีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{x}=3.88$, $S.D.=0.40$) โดยมีความเหมาะสมมากที่สุดในด้านของความแข็งแรงและเหมาะสมกับการใช้งาน ($\bar{x}=4.50$, $S.D.=0.84$) อันดับที่ 2 ได้แก่ รูปแบบพัฒนาที่ 1 มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง ($\bar{x}=3.45$, $S.D.=0.58$) โดยมีความเหมาะสมมาก ในด้านระบบส่งกำลังที่มีความเหมาะสมและมีความ สะดวกสบายในการใช้งาน และอันดับที่ 3 ได้แก่ รูปแบบพัฒนาที่ 3 ความเหมาะสมในระดับปาน กลาง ($\bar{x}=2.82$, $S.D.=0.62$) โดยมีความเหมาะสมในระดับปานกลาง ($\bar{x}=3.33$, $S.D.=0.82$) ใน ด้านวัสดุที่ใช้ในกระบวนการผลิตมีความเหมาะสม สามารถวิเคราะห์ได้ว่ารูปแบบพัฒนาที่ 2 นั้น กลุ่ม ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์และเครื่องกล เห็นว่ามีความเหมาะสมที่จะ

นำมาใช้ผลิตเป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์จริงที่ใช้สำหรับการจัดสร้างต้นแบบเพื่อใช้ในกระบวนการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ดังภาพที่ 4.14



ภาพที่ 4.14 การเปรียบเทียบรายด้านทั้ง 3 รูปแบบ

ต้นแบบผลิตภัณฑ์เครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียกที่เป็นส่วนของการอบแห้งและการอัดเม็ดดินเทียม ซึ่งในกระบวนการผลิตต้นแบบเครื่องอบแห้งนี้จะเป็นส่วนของการต่อยอดทางกระบวนการแปรสภาพขยะเปียกที่ผ่านเครื่องบดย่อยและการแยกส่วนน้ำและส่วนของกากออกจากกัน ซึ่งต้นแบบที่เสร็จแล้วนั้นสามารถที่จะแสดงภาพ ดังนี้



ภาพที่ 4.15 ต้นแบบเครื่องบดย่อยและอัดเม็ดดินเทียมเพื่อการอบแห้ง

4.2.2 กระบวนการผลิตเครื่องจักรต้นแบบ ตามศักยภาพของชุมชน

กระบวนการผลิตเครื่องจักรต้นแบบที่ได้จากกระบวนการพิจารณาศักยภาพของชุมชนที่เน้นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่ในชุมชนให้สามารถที่จะนำองค์ความรู้และศักยภาพของชุมชนมาประยุกต์ใช้งานได้อย่างเหมาะสมโดยมุ่งเน้นให้ชุมชนสามารถผลิตและสร้างเครื่องจักรกลที่สามารถช่วยอำนวยความสะดวกสบายในการแปรสภาพขยะเปียกเป็นดินเทียมได้อย่างเหมาะสมและมีความรวดเร็วในการดูแลรักษาตลอดจนสามารถที่จะซ่อมบำรุงได้อย่างเหมาะสมและยังเป็นการช่วยลดต้นทุนในกระบวนการผลิตและลดราคาจำหน่ายให้ประชาชนทั่วไปสามารถที่จะเข้าถึงหรือสามารถนำรูปแบบที่มีอยู่ไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างเหมาะสมกับวิถีชีวิตและแนวทางในการดำเนินชีวิตของชุมชนเอง โดยมีกระบวนการดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4.16 ขั้นตอนการเตรียมวัสดุประกอบโดยอาศัยวัสดุและอุปกรณ์ที่มีอยู่ในชุมชน

กระบวนการที่ 1 เป็นช่วงของการเตรียมวัตถุดิบและเตรียมส่วนประกอบในส่วน
ของโครงสร้างและชิ้นส่วนที่ประกอบในส่วนแท่นวางมอเตอร์ ซึ่งจะใช้วัสดุประเภทเหล็กกล่องขนาด
1 นิ้วครึ่ง มาประยุกต์ใช้งานร่วมกับเหล็กท่อกกลมขนาด 1 นิ้วครึ่ง มาเป็นส่วนมือจับและส่วนโครงสร้าง
จะใช้เหล็กฉากขนาด 1 นิ้วครึ่ง มาประกอบเพื่อเป็นโครงสร้างหลักให้กับตัวเครื่องอบแห้งดินเทียมจาก
ขยะเปียก ซึ่งช่วงกระบวนการผลิตขั้นตอนที่ 1 นี้จะเน้นการนำทักษะฝีมือช่างที่มีในท้องถิ่นเป็นช่างที่
ทักษะฝีมือทางการขึ้นรูปและการเชื่อมบ้างและยังขาดทักษะฝีมือที่ละเอียดมาขึ้นรูปโครงสร้าง
ต้นแบบตามแบบการผลิตที่กำหนดโดยผู้วิจัย จากนั้นจึงทำการวางจุดเชื่อมต่อของสายพานที่ใช้ส่ง
กำลังจากมอเตอร์ ซึ่งส่วนนี้จะต้องมีความละเอียดและมีกระบวนการวัดและวางตำแหน่งที่มีความ
เหมาะสมที่สุดเพื่อใช้ในการส่งถ่ายกำลังไปสู่ส่วนบดย่อยและส่วนอัดเม็ดก่อนที่มามีอยู่ในส่วนของการ
อบแห้งเม็ดดินเทียมจากขยะเปียก



ภาพที่ 4.17 ขั้นตอนการตัดและตัดขึ้นรูปวัสดุเพื่อเตรียมการประกอบเครื่องต้นแบบ

กระบวนการที่ 2 เป็นส่วนของกระบวนการที่ขึ้นรูปเครื่องอบแห้งดินเทียมจากขยะ
เปียก โดยนำชิ้นส่วนประกอบที่ขึ้นรูปไว้ในแต่ละส่วนประกอบของเครื่องมาประกอบด้วยการเชื่อมใน
ส่วนของโครงสร้างหลักและในส่วนของโครงสร้างรองจะใช้อัดด้วยการยิงรีเว็คเพื่อยึดส่วนของ
แผ่นผนังข้างของตัวเครื่องอบแห้ง จากนั้นจึงทำการวางส่วนถาดด้านบนของเครื่องอบแห้งดินเทียม
จากขยะเปียก ซึ่งใช้สำหรับการวางส่วนผสมดินเทียมเช่น กากมะพร้าว ขุยมะพร้าว แกลบ ปุ๋ยคอก
 ฯลฯ ที่เป็นส่วนผสมในแต่ละฤดูกาลที่มีเหลือทิ้งในพื้นที่เกษตรกรรมของชุมชน



ภาพที่ 4.18 ขั้นตอนการประกอบส่วนต่างๆเพื่อทดสอบการใช้งานจริงเบื้องต้นก่อนการประกอบ
เปลี่ยนนอกเพื่อป้องกันอันตรายจากการใช้งานเครื่องบดและอัดเม็ดดินเทียมเพื่อการอบแห้ง

กระบวนการที่ 3 เป็นส่วนของขั้นตอนการประกอบแผงวงจรและทดสอบการป้อนใน ระยะแรกเพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อในท่อที่ใส่ดินเหนียวที่ป้อนแล้ว โดยมีการขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ที่ ขับด้วยสายพานจากนั้นทำการขับเคลื่อนดินเหนียวจากขยะเปียกเข้าสู่ส่วนของชุดลดให้ความร้อนที่มีสร้าง ความร้อนเพื่ออบแห้งส่วนของสายพานที่ขับเคลื่อนดินเหนียว โดยทำเปิดปิดระบบด้วยแผงวงจรไฟฟ้า ที่ขับเคลื่อนมอเตอร์ในการหมุนสายพาน จากนั้นทำการประกอบผนังเครื่องเพื่อป้องกันอันตรายจากนั้นนำ เครื่องที่ผลิตสำเร็จแล้วพ่นสีเขียวจักรกล



ภาพที่ 4.19 ขั้นตอนการประกอบส่วนโครงสร้างหลักและส่วนของมอเตอร์ขับเคลื่อนด้วยสายพาน ในส่วนของการเชื่อมต่อโครงสร้างและติดตั้งจุดยึดติดบริเวณด้านข้างของเครื่องจักร

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



ภาพที่ 4.20 ต้นแบบเครื่องบดย่อยเม็ดดินเหนียวและส่วนอบแห้งดินเหนียวจากขยะเปียกที่ พร้อมสำหรับการนำไปทดลองใช้งานในพื้นที่เป้าหมายการวิจัย

จากกระบวนการผลิตที่อาศัยศักยภาพเบื้องต้นของชุมชนและใช้เทคโนโลยีอุปกรณ์ในการสร้างต้นแบบนั้นทำการทดลองใช้งานในการบดย่อยพบว่าสามารถใช้งานได้เหมาะสมและสามารถที่จะทำการวิเคราะห์ด้วยหลักการ SWOT Analysis โดยสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ 4 ด้าน ดังนี้

จุดแข็ง (Strengths) พบว่า เครื่องที่พัฒนาใหม่มีโครงสร้างและการผลิตที่ไม่ยุ่งยากหรือซับซ้อน ชาวบ้านในชุมชนสามารถผลิตและซ่อมแซมหรือดูแลเครื่องที่พัฒนาใหม่ด้วยตนเองได้ ตัวเครื่องมีต้นทุนการผลิตที่ไม่สูงมากนัก สามารถใช้วัตถุดิบในการผลิตจากชุมชนของตนเองได้ทั้งหมด

จุดอ่อน (Weaknesses) พบว่า เครื่องที่พัฒนาใหม่มีการตอบสนองความต้องการในส่วนของการอบแห้งที่ยังไม่มีประสิทธิภาพตรงตามความต้องการของเกษตรกรมากนัก โดยยังไม่สามารถกำหนดอุณหภูมิที่ต้องการได้และยังมีปัญหาเรื่องการใช้แรงงานมนุษย์ในการกดและใส่ส่วนผสมดินเทียมลงในตัวส่วนบดและอัดเม็ดด้วยแรงงานมนุษย์อยู่จึงทำให้ขาดการต่อเนื่องของกระบวนการผลิต

โอกาส (Opportunities) พบว่า ในปัจจุบันหน่วยงานหรือกลุ่มผู้สนใจในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหันกลับมาให้ความสนใจและรักษาสิ่งแวดล้อมด้วยการให้คุณค่ากับสิ่งปฏิกูลภายในบ้านพักอาศัยให้สามารถหมุนเวียนและนำขยะที่ทิ้งเหล่านั้นกลับมาใช้ประโยชน์ให้ได้มากยิ่งขึ้น จึงเป็นที่ต้องการของกลุ่มบุคคลในปัจจุบันมากขึ้นและมีแนวโน้มที่คนในปัจจุบันจะให้ความสนใจ

ความเสี่ยง (Threats) พบว่า เมื่อเปิดเครื่องเพื่อใช้งานตัวเครื่องยังมีความสั่นสะเทือนและมีเสียงที่ดัง ซึ่งเมื่อเทียบกับเครื่องมือที่ใกล้เคียงกันถือว่าเครื่องที่พัฒนาใหม่มีเสียงดังกว่าและอาจจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ใช้งานได้ ซึ่งควรที่จะมีการใส่แท่นรองส่วนของมอเตอร์ที่สามารถซับแรงกระแทกและแรงสั่นสะเทือนได้มากขึ้นกว่าเดิมจะสามารถช่วยลดเสียงและแรงสั่นสะเทือนได้อย่างเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

4.3 ขั้นตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์การประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องผลิตดินเทียม ส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

ในส่วนของการวิเคราะห์การประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ผู้วิจัยได้ประเมินทั้งหมดด้วยกัน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านรูปแบบกับประโยชน์ใช้สอย ด้านความเหมาะสมกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิต และด้านรูปแบบกับความสวยงาม ซึ่งสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องบดย่อยและส่วนอบแห้งดินเทียมจากขยะเปียก (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

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

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

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

สามารถสรุปผลรวมของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องบดย่อยและส่วนอบแห้งดินเหนียวจากขยะเปียก พบว่า มีความพึงพอใจต่อเครื่องอัดเม็ดและอบแห้งดินเหนียวจากขยะเปียกในระดับมาก

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

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องกล (n=3)

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

สรุปการประเมินจากคณะผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบเครื่องกลนั้น พบว่าอันดับที่ 1 ประกอบไปด้วยด้าน 1) ส่วนโครงสร้างหลักมีความเหมาะสมและสามารถรับน้ำหนักได้ 2) โครงสร้างรองที่ใช้ในการรองรับส่วนบดย่อยละเอียดเหมาะสม 3) ส่วนผนังเครื่องสามารถป้องกันอันตรายจากเครื่องได้ดี 4) ส่วนถาดบรรจุส่วนผสมดินเหนียวก่อนเข้าเครื่องมีความเหมาะสม 5) มอเตอร์ที่สร้างแรงขับเคลื่อนมีความเหมาะสมกับประเภทการใช้งานของเครื่องทั้ง 3 ระบบได้อย่างเหมาะสม 6) ระบบสายพานที่นำมาใช้งานขับเคลื่อนมีความเหมาะสมและสามารถลดเสียงที่เกิดขึ้นได้ 7) ชุดเพลลาที่ใช้ในการสร้างแรงหมุนเพื่อขับเคลื่อนชุดวงล้อสายพานมีความเหมาะสมในการให้แรงต่อระบบ 8) รูปทรงเครื่องจักรมีความสวยงามและเหมาะสมกับรูปแบบการใช้งานเครื่องบดย่อยและอบแห้งดินเหนียว มีความพึงพอใจที่ระดับมาก ($\bar{x}=4.00$, $S.D.=0.00$) อันดับที่ 2 ประกอบไปด้วยด้าน 1) รูปแบบเครื่องส่วนบดย่อยละเอียดมีความเหมาะสม 2) รูปแบบเครื่องส่วนอบแห้งดิน

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

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

และหากพิจารณารายละเอียดจะพบว่าควรที่จะมีการเพิ่มเติมในส่วนของการสร้างความร้อนนั้นควรที่จะมีความทั่วถึงมากกว่านี้และสามารถตั้งอุณหภูมิสูงต่ำได้ตามความต้องการเนื่องจากการใช้งานจริงเกษตรกรหรือผู้ใช้งานอาจจะต้องการดินเทียมที่ยังคงมีความชื้นอยู่บ้างเพื่อนำไปใช้งานทางด้านเกษตรกรรมได้เลยโดยไม่ต้องแห้งสนิทมากนัก

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านเกษตรกรรมอินทรีย์ (n=10)

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

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

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

สรุปผลการประเมินค่าผลรวมผู้ทรงคุณวุฒิและเชี่ยวชาญด้านเกษตรกรรมอินทรีย์ นั้นพบว่า อันดับที่ 1 คือ ด้านเครื่องส่วนอบแห้งดินเทียมสามารถใช้งานได้เหมาะสม มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{x}=4.10$, S.D.=0.31) อันดับที่ 2 คือ 1) ผนังเครื่องสามารถป้องกันอันตรายและสร้างความมั่นใจในการใช้งานเครื่องให้กับผู้ใช้งานได้เหมาะสม 2) เนื้อดินเทียมที่ได้มีความละเอียดและเข้ากันของส่วนประกอบ 3) จุดหมุนเครื่องในส่วนการอัดเม็ดสามารถใช้งานได้เหมาะสม 4) รูปทรงเครื่องจักรมีความสวยงามและเหมาะสมกับรูปแบบการใช้งานเครื่องบดย่อยและอบแห้งดินเทียม มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{x}=4.00$, S.D.=0.47) อันดับที่ 3 คือ 1) โครงสร้างหลักมีความแข็งแรงและยังตอบสนองการใช้งานได้ดี 2) โครงสร้างรองสามารถตอบสนองการใช้งานได้ดีและแข็งแรง 3) ระบบสายพานที่นำมาใช้งานขับเคลื่อนมีความเหมาะสมและสามารถลดเสียงที่เกิดขึ้นได้ 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) อันดับ 6 คือ ส่วนควบคุมสามารถใช้งานง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อนต่อการเข้าใจ มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{x}=3.60$, S.D.=0.51) อันดับ ที่ 7 คือ สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายและมีความสะดวกในการใช้งาน มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง ($\bar{x}=3.30$, S.D.=0.67)

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

4.4 ขั้นตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์การประเมินประสิทธิภาพดินเทียมที่ได้จากกระบวนการผลิตใหม่

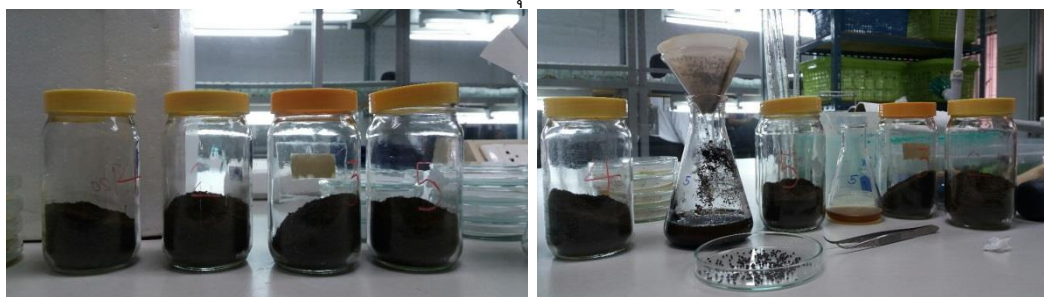
ผู้วิจัยได้ทำการประเมินประสิทธิภาพดินเทียม ด้วยการหาค่า N P K ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก โดยนำเสนอผลการวิจัยในส่วนของการนำดินเทียมจากขยะเปียกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการ

ทดลองผลิตดินเทียมขยะเปียกจากเศษอาหารที่เหลือทิ้งในโรงเรียนบ้านหนองแขวง อำเภอสีคิ้ว จังหวัด นครราชสีมา

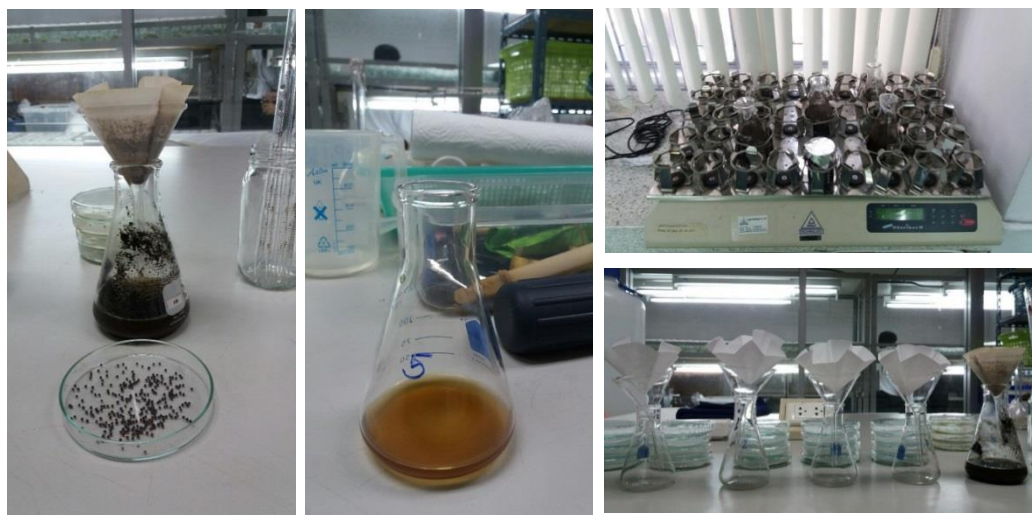
4.4.1 ผลการทดสอบผลผลิตที่ได้จากถังหมักขยะอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับบ้านพักอาศัย

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

4.4.1.1 ผลการทดสอบลักษณะทางกายภาพของดินเทียมจากขยะเปียก ผู้วิจัย สังเกตลักษณะกายภาพเบื้องต้นด้วยการมอง สัมผัสและดมกลิ่นดินเทียมจากขยะเปียกที่ได้จากเครื่อง บดย่อยขยะเปียกและส่วนของการผลิตขนาดเล็กสำหรับการเพาะปลูกพืชอินทรีย์ที่ผู้วิจัยออกแบบ ด้วยสูตรการผสมดินเทียม พบว่า ดินเทียมจากขยะเปียกมีสีน้ำตาลไม่สม่ำเสมอ ผิวสัมผัสเป็นเม็ดแข็ง ขนาดเล็กที่ผ่านกระบวนการขึ้นรูปแบบเม็ดดินเทียม เมื่อสัมผัสเม็ดดินเทียมมีลักษณะร่วนไม่ติดมือ ไม่ มีความร้อนและมีกลิ่นคล้ายดินและส่วนของกลิ่นปุ๋ยหมักและดินที่ผสมรวม



ภาพที่ 4.21 กระบวนการทดสอบเนื้อดินเทียมที่ได้จากขยะเปียกในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 4.22 กระบวนการทดสอบอัตราการงอกของเมล็ดพืชที่เกิดขึ้นจากดินเทียมขยะเปียก

4.4.1.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติอัตราการงอกของเมล็ดพืช เป็นขั้นตอนของการ ทดสอบอัตราที่เกิดขึ้นหรืองอกของเมล็ดพืชที่ใช้ในการทดลองโดยเป็นเม็ดของผักที่สามารถเกิดได้ง่าย เช่น เมล็ดผักกวางตุ้ง มาใช้เพื่อทดสอบโดยใช้น้ำกลั่นที่ได้จากดินเทียมจากขยะเปียกมาทดลองเพื่อ ตรวจสอบอัตราการงอกของเมล็ดพืช

ตารางที่ 4.8 การทดสอบอัตราส่วนผสมเนื้อดินเทียมจากขยะเปียกที่ส่งผลต่ออัตราการงอกของเมล็ดพืช

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

ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการเกษตรกรรมให้ความเห็นว่าอัตราสูตรดินนั้นควรใช้สูตรที่ 4 เนื่องจากมีอัตราการงอกของเมล็ดสูงที่สุด อีกทั้งมีแนวโน้มว่าจะสามารถทดแทนปริมาณของแกลบเป็นวัสดุอื่นๆ ที่มีกากหรือเป็นเปลือกของถั่วลิสงหรือพืชตระกูลถั่วได้จะดีมากเนื่องจากเป็นส่วนของการเพิ่มไนโตรเจนให้กับดินเทียมจากขยะเปียกได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งยังสามารถเติมส่วนผสมอื่นๆ ลงไปในสูตรดินเพื่อเจือจางปริมาณของโซเดียมลงจะทำให้ได้ผลผลิตที่เป็นดินเทียมจากขยะเปียกที่สมบูรณ์ในคุณค่าสารอาหารสำหรับพืชมากยิ่งขึ้น ในประเด็นการลดอัตราส่วนของขยะเปียกลงนั้น อาจจะส่งผลต่อการนำขยะเปียกมาใช้งานที่อาจจะมีความไม่คุ้มค่ากับกระบวนการที่สูญเสียไป ดังนั้นควรที่จะคงปริมาณขยะเปียกที่ใช้งานอยู่ที่ร้อยละ 20 น่าจะเป็นปริมาณที่ควรคงไว้และควรไปเพิ่มเติมในส่วนผสมดินส่วนอื่น

ผู้วิจัยนำ “สูตรที่ 4” ที่ประกอบด้วยส่วนผสม “ขยะเปียก 20 + ปุ๋ยคอก 10 + แกลบ 40 + ขุยมะพร้าว 30” มาพัฒนาเป็นสูตรดินเทียมจากขยะเปียกเพื่อใช้ในการผลิตด้วยเครื่องผลิตดินเทียมจากขยะเปียกที่พัฒนาใหม่ ซึ่งนำสูตรดินที่ 4 มาผลิตร่วมกับกระบวนการหมักดินเพิ่มเติมด้วยน้ำหมักจุลินทรีย์ชนิดผงก่อนจะหมักดินเทียมในถังหมักขนาดใหญ่เป็นระยะเวลา 7 วัน จากนั้นจึงนำดินที่ผ่านกระบวนการหมักเพื่อเพิ่มคุณค่าให้กับดินแล้วนั้นมาเข้าสู่ขั้นตอนการอัดเม็ดด้วยเครื่องอัดเม็ดดินที่พัฒนาใหม่ โดยกลุ่มชุมชนในพื้นที่บ้านหนองแขวง อำเภอเสี้ยว จังหวัดนครราชสีมา โดยทำการอัดเม็ดและตากแห้งก่อนที่จะทำการบรรจุในกระสอบเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ในลักษณะการเพาะปลูกพืชอินทรีย์และใช้สำหรับการเพาะปลูกพืชในกระถางต่างๆ ได้อย่างเหมาะสมกับการเคลื่อนย้ายไปสู่สถานที่ทดลองเพาะปลูกพืชอินทรีย์



ภาพที่ 4.23 กระบวนการแยกและย่อยขยะเปียกโดยผสมผสานกับเศษเหลือทิ้งจากเกษตรกรรม

ขั้นตอนกระบวนการนำเศษขยะเปียกออกจากเครื่องจักรที่ใช้แยกส่วนกากและส่วนน้ำออกจากกัน เมื่อเศษขยะเปียกที่มีแต่ส่วนกากและผ่านกระบวนการบดย่อยจนละเอียดดีแล้วนั้น มาผสมร่วมกับเศษเหลือทิ้งทางเกษตรกรรมที่สามารถเพิ่มคุณค่าในดินเทียมจากขยะเปียกได้อย่างเหมาะสม โดยผสมร่วมกันตามสูตรการทดลอง จำนวน 4 สูตร จากนั้นนำมาผ่านเครื่องบดย่อยและอัดเม็ดเพื่อผลิตเม็ดดินเทียม โดยเครื่องจักรประเภทอัดเม็ดและรีดน้ำออกจากดินเทียม ก่อนที่จะนำเม็ดดินเทียมจากขยะเปียกที่ได้ ไปตากแห้งเพื่อเตรียมการทดลองในส่วนของการเพาะปลูกพืชแบบอินทรีย์โดยกลุ่มเกษตรกร



ภาพที่ 4.24 ขั้นตอนการตากแห้งเม็ดดินเทียมจากขยะเปียกที่ได้ก่อนนำไปทดลองเพาะปลูกที่โรงเรียนบ้านหนองแวงวิทยาคม อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา

นำดินเทียมจากขยะเปียกที่ผสมกับเศษเหลือทิ้งทางเกษตรกรรมในพื้นที่ทดลอง ที่ผ่านกระบวนการอัดเม็ดและรีดน้ำในครั้งสุดท้ายแล้วเข้าสู่กระบวนการตากแห้งในพื้นที่เกษตรกรรม ผลการจากทดลองกระบวนการผลิตดินเทียมจากขยะเปียกร่วมกับเศษเหลือทิ้งทางด้านเกษตรกรรม นั้นพบว่า กลุ่มชุมชนเกษตรกรรมอินทรีย์ที่ทดลองใช้กระบวนการผลิตดินเทียมจากขยะเปียกและเครื่องแปรรูปขยะเปียกเป็นดินเทียม นั้นกลุ่มชุมชนเกษตรกรรมแบบอินทรีย์ จำนวน 3 กลุ่ม มีความเห็น ดังนี้

กลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ กลุ่มที่ 1 มีความเห็นว่า “เครื่องแปรรูปขยะเปียกเป็นดินเทียม เพื่อเกษตรกรอินทรีย์ นั้นมีแนวความคิดที่เหมาะสมและช่วยส่งเสริมให้กลุ่มชุมชนเห็นคุณค่าของสิ่งที่เหลือทิ้งประเภทขยะเปียก โดยเครื่องแปรรูปขยะเปียกมีความสะดวกสบายในการใช้งานดีแต่หากมีการรวมเครื่องทั้ง 2 เครื่องเข้าด้วยกันจะช่วยส่งเสริมให้ลดระยะเวลาในการผลิตดินเทียมจากขยะเปียกในแต่ละครั้งได้มากยิ่งขึ้น” ในส่วนของประเด็นความคุ้มค่าของกระบวนการแปรรูปขยะเปียกเป็นดินเทียมในแง่ของมุมมองทางเศรษฐกิจนั้นมีความเห็นว่า “เครื่องแปรรูปขยะเปียกสามารถช่วยเพิ่มคุณค่าให้กับขยะเปียกอีกครั้งหนึ่งถือเป็นการนำสิ่งที่ด้อยค่าและไม่มีคุณค่าเลยให้

สามารถนำกลับมาใช้งานทางด้านการเพาะปลูกพืชได้เป็นอย่างดีและถือว่ามีความเหมาะสมกับการคืนสิ่งที่เป็นธรรมชาติให้กลับสู่ธรรมชาติอย่างแท้จริง”

กลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ กลุ่มที่ 2 มีความเห็นว่า “เครื่องแปรรูปขยะเปียกเป็นดินเทียมนั้นสามารถช่วยให้ชุมชนสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาและสรรหาสิ่งที่น่าสนใจมาปรับปรุงคุณภาพของดินในพื้นที่ตนเอง เนื่องจากพื้นที่ที่กลุ่มตนเองทำการเกษตรอินทรีย์อยู่นั้นดินในพื้นที่มีความแข็งกระด้างและมีหินกรวดจำนวนมากในพื้นที่เพาะปลูก จึงทำให้ทางกลุ่มจะต้องมีการซื้อหาดินจากพื้นที่อื่น ๆ มาร่วมในการคลุกเคล้าและต้องใช้ปุ๋ยหรือสิ่งบำรุงดินมาปรับปรุงคุณภาพดินสำหรับการเพาะปลูกพืชแบบอินทรีย์จำนวนมาก ดังนั้นทางกลุ่มจึงเห็นว่าจะสามารถช่วยประหยัดเงินและทรัพยากรที่ทางกลุ่มจะนำมาใช้ปรับปรุงพื้นดินของทางกลุ่มได้ดีมาก” ในส่วนประเด็นของการช่วยเพิ่มศักยภาพทางด้านเศรษฐกิจนั้นทางกลุ่มเห็นว่า “เครื่องแปรรูปขยะเปียกเป็นดินเทียมและกระบวนการใช้ประโยชน์จากขยะเปียกที่พัฒนาใหม่ สามารถช่วยให้ทางกลุ่มสามารถเห็นประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากขยะเปียกที่ทางกลุ่มมีขยะเปียกมากและสามารถนำมาปรับใช้งานได้เหมาะสมโดยหากทางกลุ่มสามารถนำสิ่งที่ไร้คุณค่าเหล่านี้มาประยุกต์ใช้งานได้เหมาะสมจะช่วยให้ทางกลุ่มชุมชนประหยัดค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงดินได้มากขึ้นและยังจะสามารถช่วยให้พื้นดินกลับมามีความสมบูรณ์ได้จากสิ่งที่ไร้คุณค่าอย่างเหมาะสม”

กลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ กลุ่มที่ 3 มีความเห็นว่า “เครื่องแปรรูปขยะเปียกที่พัฒนาใหม่นี้จะสามารถช่วยให้สามารถนำขยะเปียกที่มีจำนวนมากจากโรงเรียนและวัดในหมู่บ้านมาใช้งานให้มีประโยชน์ได้ดี และถือเป็นการช่วยกระตุ้นให้เกิดแนวคิดในเชิงอนุรักษ์ทรัพยากรที่ช่วยส่งเสริมการเพาะปลูกพืชแบบอินทรีย์ โดยดินเทียมที่ได้จากขยะเปียกที่ทางกลุ่มต้องการนั้นเห็นว่าจะสามารถช่วยให้ทางกลุ่มชุมชนในการยกร่องและใช้สำหรับการรองพื้นเพื่อคลุกเคล้าเนื้อดินที่มีประโยชน์ต่อพืชที่เพาะปลูกได้ดี ทางกลุ่มเห็นประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากขยะเปียกทั้งในส่วนของการกากขยะเปียกและน้ำของขยะเปียก” ทางกลุ่มชุมชนมีแนวความคิดเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากขยะเปียกด้วยการนำขยะเปียกที่มีอยู่มาใช้สำหรับทำน้ำหมักที่ใช้ในกลุ่มตนเองเพื่อการเพาะปลูกหรือสร้างแก๊สชีวภาพเพื่อการผลิตแก๊สในครัวเรือนของทางกลุ่ม แต่ในส่วนของการนำขยะเปียกมาแปรรูปเป็นดินเทียมทางกลุ่มเห็นว่าจะมีความน่าสนใจและหากนำมาใช้งานได้อย่างยั่งยืนจะสามารถช่วยให้ทางกลุ่มสร้างประโยชน์จากขยะเปียกได้คุ้มค่ามากยิ่งขึ้น สำหรับในส่วนของการมองความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจนั้นเห็นว่า “กระบวนการแปรรูปขยะเปียกที่พัฒนาใหม่มีความน่าสนใจและสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายดีมาก อีกทั้งทางกลุ่มมีความเห็นในการนำดินเทียมเหล่านี้มาประยุกต์เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับดินเทียมจากขยะเปียกได้โดยการนำมาสร้างเป็นดินเกษตรสำหรับการเพาะปลูกต้นไม้ที่มีคุณค่าทางสารอาหารเหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกพืชเพื่อจำหน่าย ซึ่งแนวคิดนี้มีความเป็นไปได้และน่าสนใจสำหรับการปรับปรุงสูตรดินและพัฒนาเพื่อต่อยอดทางด้านเศรษฐกิจ”

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเกษตรกรรม โดยเกษตรอำเภอในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา นั้นเห็นว่า 1) กระบวนการแปรรูปขยะเปียกเป็นดินเทียมที่พัฒนาใหม่ มีความน่าสนใจในระดับดีมากถือเป็นการต่อยอดจากกระบวนการพัฒนาอย่างยั่งยืนในชุมชนเป็นการช่วยส่งเสริมใช้กลุ่มชุมชนหรือชาวบ้านได้หันกลับมาองถึงการใช้ประโยชน์จากสิ่งต่างๆที่มีในพื้นที่ตนเองอย่างคุ้มค่าที่สุด โดยแนวคิดเหล่านี้จะสามารถช่วยกระตุ้นให้เกิดการนำขยะเปียกที่สามารถก่อให้เกิดประโยชน์ทางด้านการเพาะปลูกพืชได้เหมาะสม 2) เครื่องแปรรูปขยะเปียกส่วนบดย่อยและแยกกาก นั้นตัวเครื่องจักรมีความเหมาะสมในระดับดีแต่ในส่วนการดูแลรักษาที่เป็นแบบกึ่งอัตโนมัตินั้นอาจจะมีความยาก

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

สามารถสรุปผลการสัมภาษณ์อย่างมีโครงสร้างรายประเด็นจากกลุ่มผู้ทดลองใช้งาน กระบวนการแปรรูปขยะเปียกจากดินเทียมที่พัฒนาใหม่ จำนวน 3 ประเด็น นั้นพบว่า

ก. กระบวนการผลิตดินเทียมจากขยะเปียกที่พัฒนาใหม่ พบว่า กระบวนการมีความ เหมาะสมที่จะนำขยะเปียกที่ไม่มีประโยชน์และก่อให้เกิดปัญหามลพิษจากกลิ่นและความสกปรกของ ขยะเปียก นั้นให้นำขยะเปียกกลับมาใช้งานได้อย่างคุ้มค่าทางด้านเศรษฐกิจและช่วยส่งเสริม ให้เกิดมุมมองที่มีต่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนที่เหมาะสม

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

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

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

4.5 ขั้นตอนที่ 5 ผลการวิเคราะห์การประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วน อบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

การประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ด้านประโยชน์ใช้สอย , ความแข็งแรง , บำรุงรักษา , ราคา , วัสดุและกรรมวิธีการผลิต โดยเน้นสร้างผลการประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ โดยเกษตรกรผู้เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ จำนวน 10 ท่าน โดยผลการประเมินประสิทธิภาพเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์

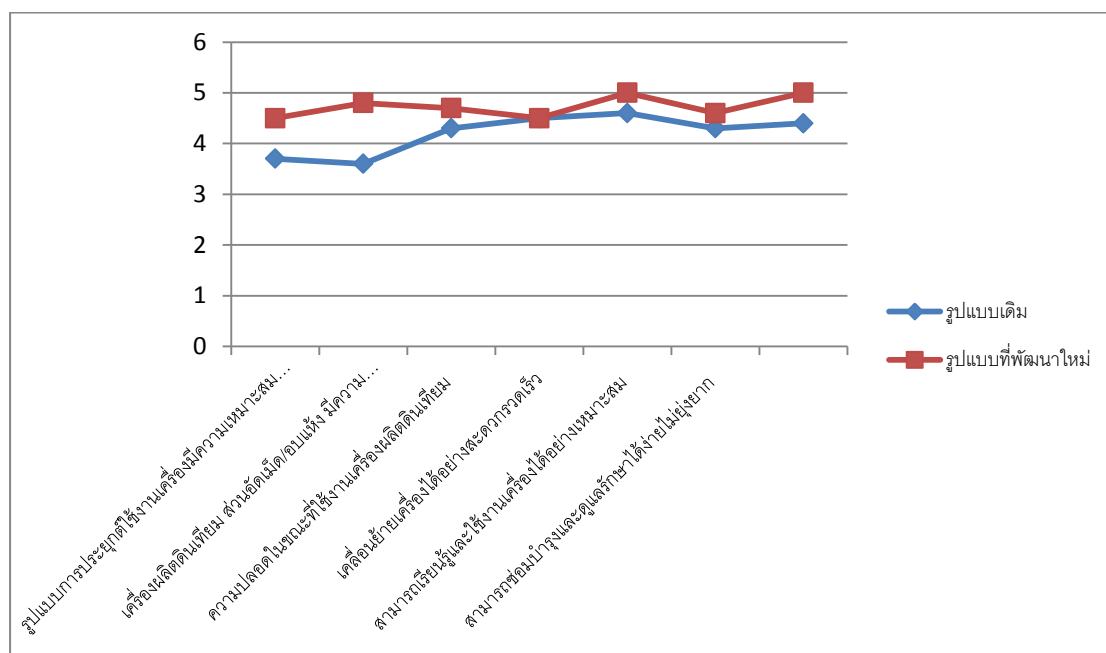
ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ขั้นตอนเชิงปฏิบัติการ โดยทำการทดลองกับเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ในพื้นที่เกษตรกรรมที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน โดยผู้วิจัยได้ใช้สูตร $E_1:E_2$ ตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80:80 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง ดังตารางที่ 4.9-4.10

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

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

ผลการประเมิน สามารถสรุปได้ว่า เครื่องผลิตดินเทียม ส่วนอัดเม็ด/อบแห้งที่พัฒนาใหม่ มี
ประสิทธิภาพในการเพาะปลูก อยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X}=4.73$, S.D.=0.24) และเมื่อ

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



ภาพที่ 4.25 การเปรียบเทียบการใช้งานเครื่องผลิตดินเทียม สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง ที่พัฒนาใหม่กับผลิตภัณฑ์เดิม

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

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

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

$$\text{สูตร} \quad E_2 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 = \frac{\frac{331}{10}}{35} \times 100 = 94.57$$

ตารางที่ 4.10 แสดงผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องผลิตดินเทียม สำหรับ
การเกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง ที่พัฒนาใหม่กับผลิตภัณฑ์เดิม

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

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

4.5.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การใช้งานเครื่องผลิตดินเทียม สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง ที่พัฒนาใหม่กับผลิตภัณฑ์เดิม โดยเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ในพื้นที่เกษตรกรรม

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

ตารางที่ 4.11 แสดงผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การใช้งานเครื่องผลิตดินเทียม สำหรับการเกษตรอินทรีย์ ในส่วนอัดเม็ด/อบแห้ง ที่พัฒนาใหม่กับผลิตภัณฑ์เดิม โดยเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ในพื้นที่เกษตรกรรม

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

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

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

4.5.3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชแบบ เกษตรอินทรีย์ ในพื้นที่เกษตรกรรม

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความพึงพอใจของเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ในพื้นที่เกษตรกรรม ต่อเครื่องผลิตดินเทียมส่วนอบแห้ง สำหรับการเกษตรอินทรีย์ (n=10)

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

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

อันดับที่ 2 คือ ความเหมาะสมเครื่องในส่วนของการอบแห้งเม็ดดินเทียมที่สำเร็จออกมาจากเครื่องในส่วนการบดอัด โดยเม็ดดินเทียมมีความแห้งและสามารถนำมาใช้งานได้ ซึ่งมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{x}=4.60$, S.D.=0.51) อันดับที่ 3 คือ ความเหมาะสมในการขนย้ายหรือการเคลื่อนย้ายเครื่องไปใช้งานในพื้นที่ที่ต้องการ ซึ่งมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{x}=4.40$, S.D.=0.51) อันดับที่ 4 คือ ความเหมาะสมเครื่องส่วนคลุกเคล้าส่วนผสมเปียกร่วมกับเศษเหลือทิ้งทางเกษตรกรรมที่มีอยู่ในพื้นที่เพื่อเพิ่มคุณค่าในเนื้อดินเทียมที่ใช้งาน ซึ่งมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{x}=4.30$, S.D.=0.67) อันดับสุดท้าย คือ ความเหมาะสมเครื่องส่วนบดย่อยละเอียดส่วนผสมเปียกเพื่อผลิตดินเทียม กลุ่มเกษตรกรอินทรีย์มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{x}=3.80$, S.D.=0.63)

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

ซึ่งโดยรวมเกษตรกรได้ทดลองใช้งานและเห็นว่าเครื่องที่พัฒนาใหม่สามารถอัดเม็ดดินเทียมได้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสามารถอัดเม็ดดินเทียมที่ไม่แตกร่วนและสามารถนำเข้าสู่กระบวนการอบแห้งได้อย่างเหมาะสม โดยมีค่าความเหมาะสมของเครื่องในส่วนของการอบแห้งเม็ดดินเทียมที่สำเร็จออกมาจากเครื่องในส่วนการบดอัด โดยเม็ดดินเทียมมีความแห้งและสามารถนำมาใช้งานได้ในการเพาะปลูกพืชแบบอินทรีย์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างหลากหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับเกษตรกรที่มีความต้องการนำไปประยุกต์ใช้งานกับเศษเหลือทิ้งในพื้นที่เกษตรกรรมอื่นๆ ที่ตนเองมีอยู่ในพื้นที่เกษตรกรรมของตนเองได้อย่างเหมาะสมและเล็งเห็นผลประโยชน์มากยิ่งขึ้นในอนาคต