การประยุกต์ใช้แนวคิดแบบลีนในการลดต้นทุนและเพิ่มมูลค่าให้กับใบมะม่วง

The Implementation of Lean Techniques to Reduce Costs and Add Value to Mango Leaves

มัชฌิมานล ภาชา[1] รัชนีกร ธนะสูตร[1] วิทูรห้องแซง[1] ณัชชา สมจันทร์[2] นริส อุไรพันธ์[3]
E-mail: natcha.maikami@gmail.com

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยการประยุกต์ใช้แนวคิดแบบลีนในการลดต้นทุนและเพิ่มมูลค่าให้กับใบมะม่วง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำปุ๋ยหมักจากใบไม้แบบไม่พลิกกลับกอง เพื่อลดต้นทุนการผลิตทางการเกษตรในพื้นที่ไร่มะม่วงตำบลบุฮมอำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย การดำเนินงานวิจัยโดยใช้เครื่องมือทางเทคนิควิศวกรรมในการหาสาเหตุด้วยหลักการ 5W1H แนวทางแก้ปัญหาด้วย ECRS และแนวคิดแบบลีนมาประยุกต์ใช้ ซึ่งพบความสูญเปล่า 3 ประการได้แก่ 1) ความสูญเปล่าจากการมีของเสียมากเกินไป (Defect lost) 2) ความสูญเปล่าจากการรอคอยงาน (Waiting lost) และ 3) ความสูญเปล่าเนื่องจากไม่มีการใช้ความคิดจากทีมงาน (Non-utilized talent) จึงนำไปสู่การแก้ปัญหาด้วยการทำปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองในรูปแบบวงตาข่ายมีการทดลองจำนวน 4 สูตร ด้วยการทำซ้ำ 4 ซ้ำ จึงมีการทดลองทั้งหมด 16 วงตาข่าย วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองทั้ง 4 สูตร เป็นดังต่อไปนี้ สูตรที่ 1 เศษใบไม้มูลสัตว์ (อัตราส่วน 4:1) สูตรที่ 2 เศษใบไม้ ฟางข้าว มูลสัตว์ (อัตราส่วน 3:1:1) สูตรที่ 3 เศษใบไม้ มูลสัตว์ (อัตราส่วน 4:1) + สารเร่ง พด.1 และสูตรที่ 4 เศษใบไม้ฟางข้าวมูลสัตว์ (อัตราส่วน 3:1:1) + สารเร่ง พด.1 ผลการดำเนินงานวิจัยพบว่าปุ๋ยสูตรที่ 4 เป็นปุ๋ยที่มีการยุบตัวและย่อยสลายได้เร็วที่สุด หลังจากกองปุ๋ยครบตามระยะเวลาที่กำหนดหรือวางแผนไว้จะต้องหยุดการรดน้ำและพักกองปุ๋ยเพื่อลดความชื้น ในอีก 7 วันต่อมามีการถอดกองปุ๋ยและเก็บตัวอย่างปุ๋ยหมักเพื่อส่งผลไปห้องปฏิบัติการมหาวิทยาลัยขอนแก่น ผลของปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดีที่สุดคือปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 โดยมีผลวิเคราะห์ทางเคมีของค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณอินทรีย์ วัตถุไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมดโพแทสเซียมทั้งหมด ฟอสเฟต และโพแทส เท่ากับร้อยละ 7.37, 0.80, 26.61, 0.96, 0.25, 0.46,0.58 และ 0.56 ตามลำดับ โดยสรุปการทำปุ๋ยหมักไม่พลิกกลับกองนี้เป็นกระบวนการที่ประหยัดเวลา ประหยัดพื้นที่ ประหยัดแรงงาน อีกทั้งสามารถลดค่าใช้จ่ายหรือลดต้นทุนจากการใช้ปุ๋ยเคมี 39,000 บาท ด้วยต้นทุนที่เป็นปุ๋ยอินทรีย์จำนวน 4,800 บาท ซึ่งสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ ถึง 34,200 บาท หรือคิดเป็นร้อยละ 87.69

คำสำคัญ: แนวคิดลีน ปุ๋ยหมัก ลดต้นทุน

Abstract

Research project on applying lean concept to reduce cost and add value to mango Leaves. The objective of the research was to look at leaf composting without turning piles. To reduce the cost of agricultural production in the mango plantation area in Buhom Subdistrict, Chiang Khan District, Loei Province. Research operation was used the 3 technical engineering tools including the 5W1H principle for causal determination, ECRS solutions, and lean concepts were applied which found three wastes :1) the waste of having too much waste (Defect lost), the waste of waiting for work (waiting lost), and 3) the waste due to the lack of thought from the team (Non-utilized talent). These lead to the solution of the problem by making compost without turning piles in a mesh loop form which has 4 experimental formulas with 4 iterations, thus a total of 16 mesh loops were performed. The raw materials used in the four experiments were: 1st formula, there is a leaf fragment, manure (4:1 ratio); 2nd formula, there is a leaf fragment, manure, and straw (3:1:1 ratio); 3rd formula, there is a leaf fragment, manure (4:1 ratio) + super accelerator PD.1; and 4th formula, there is a leaf fragment, manure, and straw (3:1:1 ratio) + super accelerator PD.1. The research found that the 4th formula is the fastest collapsible and degradable fertilizer. After the fertilizer pile has been completed for the specified or planned period, watering must be stopped and the pile must be rested to reduce humidity. In the next 7 days, the manure pile was removed and the compost samples were collected and sent to the Khon Kaen University laboratory. The result of the best quality compost is 1st Formula with the results of chemical analysis of the pH Conductivity, organic content, total nitrogen, total phosphorus, total potassium,

phosphate, and potash were 7.37%, 0.80, 26.61, 0.96, 0.25, 0.46,0.58, and 0.56, respectively. In summary, leaf composting without turning piles is a process that saves time, space, and labor. In addition, it can reduce costs from using chemical fertilizers by 39,000 baht with the cost of organic fertilizers in the amount of 4,800 baht, which can save up to 34,200 baht or 87.69 percent.

Keywords: lean, compost, costs reduction

ความเป็นมาของปัญหา

กลุ่มของพืชจำพวกไม้ยืนต้นหรือพืชล้มลุกที่ให้ผลผลิตเป็นผล ฝักหรือเมล็ดสำหรับรับประทานเป็นอาหารว่างหรือของหวานที่ไม่ใช่อาหารหลัก เรียกว่า "ไม้ผล" โดยไม้ผลแบ่งตามเขตอุณหภูมิได้แก่ ไม้ผลเมืองร้อนเป็นไม้ผลที่มีการเจริญเติบโต และสามารถให้ผลผลิตทั้งปี ต้องการอุณหภูมิ และความชื้นสูง เป็นพันธุ์ไม้ที่อยู่ในแนวเส้นศูนย์สูตรระหว่างเส้นรุ้งที่ 15 องศาเหนือและใต้ ไม้ผลในประเทศไทยถือว่าเป็นไม้ผลเมืองร้อน ไม้ผลกึ่งเขตร้อนเป็นพันธุ์ไม้ผลที่ต้องการอุณหภูมิสูงขณะเจริญเติบโต และมีบางช่วงที่ต้องการอุณหภูมิต่ำสำหรับการออกดอก และติดผล มักเป็นไม้ที่เจริญเติบโตได้ดีในระหว่างเส้นรุ้งที่ 20-35 องศาเหนือ และใต้ พันธุ์ไม้ชนิดนี้ที่มีในประเทศไทยส่วนมากมีปลูกในภาคเหนือ และไม้ผลเมืองหนาวเป็นพันธุ์ไม้ผลที่ต้องการอุณหภูมิต่ำประมาณ 2-3 เดือน เพื่อการออกดอก และติดผล มักเป็นพันธุ์ไม้ที่ปลูกในเส้นรุ้งตั้งแต่ 35 องศาเหนือและใต้ พบมากในแถบยุโรป และเขตเมืองหนาว (ธวัชชัย ศรีภักดี, 2557)

ในสถานการณ์ปัจจุบันไม้ผลเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ส่งผลให้ได้รับความสนใจในการผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการการบริโภคที่เพิ่มขึ้นประกอบด้วยกับความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรที่เหมาะสมและเอื้ออำนวยในการผลิต โดยเฉพาะในกลุ่มของไม้ผลเขตร้อน อาทิเช่น ทุเรียน มังคุด และมะม่วง ซึ่งได้รับความนิยมในการบริโภคทั้งตลาดภายในประเทศและต่างประเทศ รัฐบาลจึงเล็งเห็นความสำคัญโดยการส่งเสริมการขยายการผลิต การพัฒนาเทคโนโลยีรวมถึงหน้าที่ในการขยายตลาดให้มากขึ้น มะม่วงเป็นไม้ผลเขตร้อนที่รัฐบาลมีการส่งเสริมในการเพิ่มศักยภาพการผลิตในจำนวนผลไม้จำนวน 27 ชนิดที่มีการพัฒนาเพื่อการส่งออกและมีการดำเนินงานอย่างต่อเนื่องในด้านงานวิจัยและพัฒนาเพื่อปรับปรุงการผลิต

ตำบลบุฮม อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย มีพื้นที่ในการปลูกมะม่วงทั้งหมด 35,485 ไร่ มีปริมาณ ของเสีย 250 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นของเสียทั้งหมด 8,871,250 กิโลกรัม โดยปกติใบไม้จะมีการย่อยสลายเองตามธรรมชาติ 2-3 ปี ซึ่งเกษตรกรในชุมชนนั้นใช้วิธีการกำจัดเศษใบไม้โดยการกวาดกองไว้ใต้ต้นมะม่วงและปล่อยทิ้งไว้ให้ย่อยสลายเองตามธรรมชาติหรือใช้วิธีการนำมาเผาทิ้ง การเผาก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมเนื่องจากควันมีก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซโอโซน ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และไนโตรเจนไดออกไซด์ก่อให้เกิดเป็นปรากฏการณ์เรือนกระจก ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นและส่งผลกระทบต่อสุขภาพของคนในชุมชนโดยเฉพาะเด็กเล็กและหญิงมีครรภ์ วิธีการกำจัดแบบนี้เป็นวิธีที่ไร้ประโยชน์

ดังนั้น การย่อยสลายของใบไม้ที่ใช้เวลานานจึงมีกระบวนการเร่งการย่อยสลายโดยการทำปุ๋ยหมัก ที่เกิดจากวัสดุอินทรีย์สำหรับการหมักอาจเป็นเศษพืชสด วัสดุอินทรีย์เผา ซากของสัตว์หรือมูลสัตว์ หากนำมากองรวมกันและรดน้ำจะเกิดกระบวนการย่อยสลายขึ้น การนำใบไม้และเศษหญ้าที่ตัดแล้วตลอดจนมูลสัตว์ทั้งหลายสามารถนำมารวมในการทำปุ๋ยหมักได้ (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2551) ปุ๋ยหมักนั้นจะมีประโยชน์ช่วยในการปรับปรุงคุณภาพของดินเพาะปลูกให้ดีขึ้น (สุภาพร พงศ์ธรพฤกษ์, 2562)การย่อยสลายเศษใบไม้โดยจะใช้กระบวนการทำปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกอง เป็นกระบวนการที่ไม่ส่งผลกระทบใดๆ ต่อสิ่งแวดล้อม คือไม่ก่อให้เกิดกลิ่น น้ำเสีย และแมลงวัน ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตได้จะเบา นุ่ม และไม่มีกลิ่น (ธีระพงษ์ สว่างปัญญางกูร, 2558) ส่งผลดีในทุกด้านไม่ว่าจะเป็นด้านสิ่งแวดล้อม สุขภาพอนามัยและไม่เป็นพิษต่อพืชรอบข้างหรือเกษตรกรไม่ได้รับสารพิษอีกทั้งยังเพิ่มผลิตภัณฑ์ใหม่ให้กับเกษตรกรได้อีกด้วย จึงมีการศึกษาการทำปุ๋ยหมักจากใบไม้แบบไม่พลิกกลับกอง เพื่อลดต้นทุนการผลิตให้แก่เกษตรกรในชุมชนตำบลบุฮม อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลยและมีการประยุกต์ใช้แนวคิดแบบลีน (สุคนทิพย์ หงส์พิริยะสกุล, 2557) (ภัทรานิษฐ์ บุญวัง, 2556) เครื่องมือทางวิศวกรรม ในการวิเคราะห์ปัญหาและการทำงานของกระบวนการทำผลิตปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับชุมชนได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการทำปุ๋ยหมักจากใบไม้แบบไม่พลิกกลับกอง เพื่อลดต้นทุนการผลิตทางการเกษตร
2. เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้แนวคิดแบบลีนในการลดต้นทุนและเพิ่มมูลค่าให้กับใบมะม่วง
3. เพื่อนำเสนอแนวทางการทำปุ๋ยหมักให้แก่เกษตรกรในพื้นที่ได้ใช้ปุ๋ยหมักจากใบไม้แบบไม่พลิกกลับกองที่คุณภาพดีราคาถูก เพื่อลดต้นทุนการผลิตทางการเกษตร

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed research) ประกอบด้วยการวิจัยเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยมีกรอบประเด็นของการวิจัยดังภาพที่ จุดประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ โดยการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research : PAR) กับกลุ่มเกษตรกรในเขตพื้นที่ตำบลบุฮม อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย ซึ่งมีขั้นตอนการวิจัยดังนี้

1. สำรวจและเก็บข้อมูลบริบทชุมน ต้นทุนการผลิต สภาพปัญหาและสถานการณ์ ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์เชิงลึกกับตัวแทนเกษตรในพื้นที่
2. จัดเวทีประชุมชี้แจงกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกับงานวิจัย และชุมชนเพื่อร่วมกำหนดแผนกิจกรรม สูตรและวิธีการหมักปุ๋ยด้วยการสนทนากลุ่มกับกลุ่มแกนนำเกษตรกรต้นในตำบลบุฮม
3. ทำการวิเคราะห์ปัญหาและการกำหนดแนวทางการปรับปรุงเพื่อลดต้นทุน จากการศึกษากระบวนการผลิตมะม่วงพบว่าการจัดจำหน่ายเป็นขายส่งให้กับล้งรับซื้อผลผลิต เกษตรกรไม่สามารถกำหนดราคาหรือเพิ่มราคาขายได้ จำเป็นต้องทำการลดต้นทุนในการผลิตให้ได้มากที่สุดเพื่อสร้างผลตอบแทน คณะวิจัยจึงได้นำระบบแบบลีนเข้ามาประยุกต์ใช้ในการลดต้นทุน และนำหลักการศึกษาการทำงานและทฤษฎีการตั้งคำถาม 5W1H หลักการความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการ และหลักการ ECRS มาใช้พิจารณาขั้นตอนการทำงานที่ทำอยู่เหมาะสมหรือไม่ ถ้าไม่เหมาะสมก็ควรหาแนวทางการปรับปรุง แต่ถ้าเหมาะสมอยู่แล้วก็จะค้นหาว่ามีวิธีการอื่นสำหรับขั้นตอนนั้นๆ ที่ดีกว่าเดิมหรือไม่ ถ้ามีจะทำอย่างไร กระบวนการพิจารณาตรวจสอบนี้ จะช่วยให้เห็นแนวทางการปรับปรุงการทำงานดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แนวทางการปรับปรุงการทำงานด้วย 5W 1H และหลักเกณฑ์ ECRS

5W1H	ประเภท	ความหมาย	ประเด็นพิจารณา	หลักเกณฑ์ ECRS
What Why	วัตถุประสงค์	- ทำอะไรอยู่ - ทำไมถึงทำอยู่อย่างนั้น - ทำไมสิ่งนั้นจำเป็นต้องทำ	เลิกทำได้หรือไม่ สามารถบรรลุเป้าหมายด้วยวิธีอื่นหรือไม่	กำจัดส่วนที่ไม่จำเป็นทิ้ง (Eliminate-E)
When Why	ลำดับขั้นตอน	- ทำเมื่อไร - ทำไมต้องทำตอนนั้น	เวลาอื่นได้หรือไม่	การประสมองค์ประกอบของงาน (Combine-C) หรือโยกย้ายสับเปลี่ยน (Rearrange-R)
Where Why	สถานที่	- ทำที่ไหน - ทำไมต้องทำที่นั้น	ทำที่อื่นได้หรือไม่	
Who Why	คนหรือเครื่องจักร	- ใครทำงานนั้น - ใช้เครื่องจักรชนิดใด - ทำไมต้องคนหรือเครื่องจักรชนิดนั้น	คนอื่นสามารถทำได้ หรือใช้เครื่องจักรอื่นได้หรือไม่	
How	วิธีปฏิบัติงาน	- ใช้วิธีการอะไรทำงาน - ทำไมต้องเป็นวิธีนั้น	จะลดแรงงาน หรือเวลาลงได้หรือไม่	ดัดแปลงให้ง่ายขึ้น (Simplify-S)

ทดลองผลิตปุ๋ยหมักร่วมกับเกษตรกรในพื้นที่ เพื่อศึกษาต้นแบบของปุ๋ยหมักที่เหมาะสมสำหรับเกษตรและพื้นที่เพาะปลูก โดยผู้วิจัยได้คัดเลือกแกนนำเกษตรกรจากกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมโครงการเพื่อทดลองร่วมกับนักวิจัยเพื่อหาอัตราส่วนและวิธีการที่เหมาะสมกับการผลิตปุ๋ยหมักในพื้นที่ วัตถุดิบที่หาได้ในชุมชนได้แก่ เศษใบมะม่วง มูลสัตว์ น้ำหมักชีวภาพ การหมักทดลองทำในวงบ่อตาข่ายขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 100 เซนติเมตร สูง 90 เซนติเมตร ซึ่งจะนำเศษใบไม้เทให้หนา 10 เซนติเมตร ใส่มูลสัตว์ อัตราส่วนดังตารางที่ 4 แล้วรดน้ำหรือน้ำหมักให้ชุ่ม เพื่อรักษาความชื้นให้อยู่ในช่วงร้อยละ 50-60 เปอร์เซ็นต์ ทำจนครบ 10 ชั้น ทำการหมักทิ้งไว้ 60 วัน ทำการรดน้ำทุกวันและแทงกองปุ๋ยทุก 10 วัน การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการใช้แผนการทดลองแบบ CRD เพื่อให้สามารถประมาณค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลอง เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพปุ๋ยหมักในห้องปฏิบัติการ ซึ่งประกอบด้วย ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity: EC) ความชื้น อินทรียวัตถุ อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม โดยการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างคุณภาพกับค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร, 2548) ซึ่งสูตรทดลองที่ทำการคัดเลือก 4 สูตรทดลองที่เกษตรกรสามารถทำขึ้นเองได้ เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของปุ๋ยหมักทั้ง 4 สูตร มีองค์ประกอบดังนี้

ตารางที่ 2 การวางแผนและออกแบบการทดลอง

สูตรที่	รายละเอียด
T1	เศษใบไม้ + มูลสัตว์ (อัตราส่วน 4:1)
T2	เศษใบไม้ + ฟางข้าว + มูลสัตว์ (อัตราส่วน 3:1:1)
T3	เศษใบไม้ + มูลสัตว์ (อัตราส่วน 4:1) + สารเร่ง พด.1
T4	เศษใบไม้ + ฟางข้าว + มูลสัตว์ (อัตราส่วน 3:1:1) + สารเร่ง พด.1

ตารางที่ 3 การออกแบบแผนผังการทดลอง Layout : CRD

T1-R1	T4-R2	T3-R3	T2-R4
T2-R1	T1-R2	T4-R3	T3-R4
T3-R1	T2-R2	T1-R3	T4-R4
T4-R1	T3-R2	T2-R3	T1-R4

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการใช้แผนการทดลองแบบ CRD เพื่อให้สามารถประมาณค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลอง และได้มีการหน่วยการทดลองตามสมการ ดังนี้

$$N = tr$$

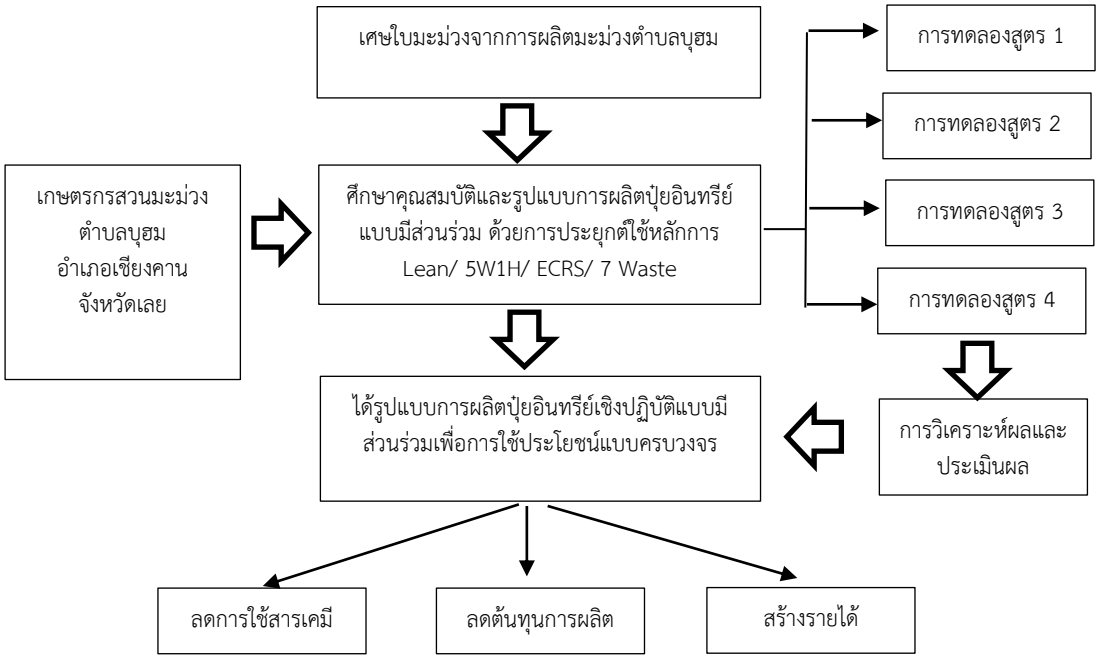
N = จำนวนหน่วยทดลองทั้งหมด

t = จำนวนทรีตเมนต์

r = จำนวนซ้ำ

จำนวนหน่วยทดลองทั้งหมด (N) = 4×4 = 16 หน่วยการทดลอง

ดังนั้น จำนวนการทดลองของกองปุ๋ยที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีทั้งหมด 16 วงตาข่าย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดงานวิจัย

ผลการวิจัย

1. บริบทพื้นที่

การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามและการสัมภาษณ์เกษตรกร พบว่า เกษตรมีการใช้ปุ๋ยเคมีร้อยละ 90 และใช้ปุ๋ยอินทรีย์และชีวภัณฑ์ ร้อยละ 10 เกษตรกรต้นแบบใช้สารเคมีและปุ๋ยเคมีมีต้นทุนรวมต่อไร่ 5,882 บาท/ไร่ เกษตรกรที่ใช้สารชีวภัณฑ์และปุ๋ยอินทรีย์ร่วมปุ๋ยเคมี มีต้นทุนรวมต่อไป 3,682 บาท/ไร่ ราคาที่เกษตรขายได้ เฉลี่ยในปี 2561 ราคา 9.17 บาท และในปี 2562-2564 ราคา 4.25 บาท (ภายใต้สถานการณ์ COVID-19) เฉลี่ยผลผลิต 452 กิโลกรัม/ไร่ ดังนั้น ผลตอบแทนในปี 2561 คิดเป็น 4,146 บาท/ไร่ และในปี 2562-2564 คิดเป็น 1,922 บาท/ไร่ และทำเก็บรวบรวมข้อมูลขยะจากกิ่งมะม่วงที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า พบว่า มีของเสีย 250 กิโลกรัมต่อไร่ ขยะจากตัดแต่งกิ่งคิดเป็น 125,000 กิโลกรัม แยกเป็นกิ่งมะม่วง ร้อยละ 50 เป็นใบมะม่วง ร้อยละ 50 วิธีการกำจัดวัชพืชในสวนของเกษตรกรพบว่า ใช้วิธีการเผาร้อยละ 30 ใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชร้อยละ 5 ใช้เครื่องตัดหญ้าและถางหญ้า ร้อยละ 60 และไม่จำกัดหรือปล่อยตามธรรมชาติ ร้อยละ 5 และพบว่าคุณภาพดินในพื้นที่เพาะปลูกธาตุอาหารลดลงเมื่อเทียบกับอดีต ปริมาณผลผลิตและคุณภาพของผลผลิตลดลง จากการทำการประชุมเชิงปฏิบัติการ พบว่าในดีตปริมาณน้ำมากและคุณภาพดินดี ผลผลิตสูง โรคพืชและแมลงมีน้อย แต่ในปัจจุบันสภาพสิ่งแวดล้อมในสวนเปลี่ยนแปลงไปปริมาณน้ำลดลง คุณภาพดินเสื่อมโทรมเนื่องจากการใช้สารเคมีและสารกำจัดแมลงอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น และมีผลกระทบต่อเกษตรกรด้านสุขภาพอนามัยมากขึ้น

เกษตรกรใช้ปุ๋ยประเภทต่างๆ เพื่อเร่งการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของพืช ทั้งนี้ประเภทของปุ๋ยที่ใส่บำรุงมะม่วงจะแตกต่างกันไปตามอายุของพืช และรอบการเจริญเติบโตเพื่อสร้างผลผลิต ดังนี้ ปุ๋ยเคมี สูตร 8-24-24 เพื่อช่วยเพิ่มช่อดอกให้ผลดกและเพิ่มผลผลิต (1 กิโลกรัมต่อต้น) และอื่นๆ เช่น สารราด ดี.ดี.กรดซิลิคอน ค่าใช้จ่ายสำหรับปุ๋ยในช่วงปีที่ให้ผลผลิตตั้งแต่ 3 ปีขึ้นไป คิดเป็นมูลค่า 39,000 บาท สำหรับค่าแรงในการตัดหญ้าในสวนมะม่วงเฉลี่ย 300 บาท/ครั้ง/ไร่ ในรอบ 1 ปี จะมีการตัดหญ้า 3 ครั้ง 9,000 บาท

ภาพที่ 2 การตัดแต่งกิ่งมะม่วง

ภาพที่ 3 การจัดการขยะจากการตัดแต่งกิ่ง โดยวิธีธรรมชาติ

2. หลักการของการผลิตแบบลีน

หลักการผลิตแบบลีน คือ การมุ่งเน้นเรื่องการไหล (Flow) ของงาน โดยกำจัดความสูญเปล่า (Waste) ต่างๆ ของงานเพิ่มคุณค่า (Value) ให้กับกระบวนการอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดความพึงพอใจสูงสุดโดยเน้นการกำจัดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต เช่น ความสูญเปล่าจากการมีของเสียมากเกินไป (Defect lost) เกิดจากที่เกษตรกรตัดแต่งกิ่ง จึงก่อให้เกิดการทับถมของใบมะม่วงและทำให้เกิดปริมาณของเสียในตำบลบุฮมมากเกินไป ความสูญเปล่าจากการรอคอยงาน (Waiting lost) เกิดจากการรอระยะเวลาของการย่อยสลายเศษใบไม้ที่ใช้เวลานาน เนื่องจากเกษตรกรใช้วิธีการปล่อยทิ้งให้ย่อยสลายเองตามธรรมชาติ ความสูญเปล่าเนื่องจากไม่มีการใช้ความคิดจากทีมงาน (Non-utilized talent) เกิดจากการที่เกษตรกรไม่รับความคิดเห็นหรือข้อเสนอจากบุคลากร โดยผู้วิจัยได้ลดขั้นตอนกระบวนการผลิตมะม่วงบางขั้นตอนเพื่อกำจัดความสูญเปล่าออกจากกระบวนการผลิต ลดเวลาการย่อยสลายใบมะม่วงในเวลาน้อยลง และสามารถลดต้นทุนในการผลิตมะม่วงด้วยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ได้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยหลักการความสูญเปล่า 7 ประการ (7 Waste)

ประเภทของความสูญเปล่า	สาเหตุของความสูญเปล่า
1. ความสูญเปล่าจากการมีของเสียมากเกินไป (Defect lost)	เกิดจากที่เกษตรกรตัดแต่งกิ่ง จึงก่อให้เกิดการทับถมของใบมะม่วง และทำให้เกิดปริมาณของเสียในตำบลบุฮมมากเกินไป
2. ความสูญเปล่าจากการรอคอยงาน (Waiting lost)	เกิดจากการรอระยะเวลาของการย่อยสลายเศษใบไม้ที่ใช้เวลานาน เนื่องจากเกษตรกรใช้วิธีการปล่อยทิ้งให้ย่อยสลายเองตามธรรมชาติ
3. ความสูญเปล่าเนื่องจากไม่มีการใช้ความคิดจากทีมงาน (Non-utilized talent)	เกิดจากการที่เกษตรกรไม่รับความคิดเห็นหรือข้อเสนอจากบุคลากร และขาดความใส่ใจในการคัดเลือกคนงานใช้คนไม่ถูกกับงานและหน้าที่ เนื่องจากเกษตรกรไม่ฝึกอบรมพัฒนาแรงงานให้มีความรู้ในงานที่ได้รับมอบหมาย

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยหลักการ ECRS ในขั้นตอนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากใบมะม่วง

5W1H	ประเภท	ความหมาย	ประเด็นพิจารณา	การดำเนินงาน ECRS
What Why	วัตถุประสงค์	- ทำอะไรอยู่ - ทำไมถึงทำอยู่อย่างนั้น - ทำไมสิ่งนั้นจำเป็นต้องทำ	- เลิกทำได้หรือไม่ - สามารถบรรลุเป้าหมายด้วยวิธีอื่นหรือไม่	กำจัดส่วนที่ไม่จำเป็นทิ้ง (Eliminate-E) เลิกกระบวนการเผา เพื่อไม่ให้เกิดมลพิษทางอากาศส่งผลต่อสุขภาพของคนในชุมชนเปลี่ยนเป็นวิธีการกำจัดใบไม้รูปแบบใหม่ด้วยการทำปุ๋ยอินทรีย์
When Why	ลำดับขั้นตอน	- ทำเมื่อไร - ทำไมต้องทำตอนนั้น	- เวลาอื่นได้หรือไม่	การประสมองค์ประกอบของงาน (Combine-C) รวมการทำงานของเกษตรกร เพื่อผลิตและใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกันและเป็นการบูรณาการระหว่างเกษตรปลูกมะม่วง และกลุ่มเลี้ยงโคกระบือ การคัดแยกเฉพาะใบเพื่อควบคุมการย่อยสลายในวัสดุประเภทเดียวกัน โยกย้ายสับเปลี่ยน (Rearrange-R) เปลี่ยนจากการใช้ปุ๋ยเคมีมาเป็นปุ๋ยหมัก เพื่อลดค่าใช้จ่ายและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
Where Why	สถานที่	- ทำที่ไหน - ทำไมต้องทำที่นั้น	- ทำที่อื่นได้หรือไม่	
Who Why	คนหรือเครื่องจักร	- ใครทำงานนั้น - ใช้เครื่องจักรชนิดใด - ทำไมต้องคนหรือเครื่องจักรชนิดนั้น	คนอื่นสามารถทำได้หรือใช้เครื่องจักรอื่นได้หรือไม่	
How	วิธีปฏิบัติงาน	- ใช้วิธีการอะไรทำงาน - ทำไมต้องเป็นวิธีนั้น	จะลดแรงงาน หรือเวลาลงได้หรือไม่	ดัดแปลงให้ง่ายขึ้น (Simplify-S) การผลิตปุ๋ยหมักในวงตาข่ายเพื่อควบคุมความชื้นและอุณหภูมิ และสามารถวัดผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. คุณภาพปุ๋ยอินทรีย์แบบไม่พลิกกลับกองจากใบมะม่วง

ผลการศึกษาการผลิตปุ๋ยอินทรีย์แบบไม่พลิกกลับกอง จำนวน 4 สูตร โดยมีผลวิเคราะห์ทางเคมีของค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณอินทรียวัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทสเซียมทั้งหมด ฟอสเฟต และโพแทส ดังตารางที่

ตารางที่ 6 ค่าคุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมัก

สูตร	ค่าวิเคราะห์ของปุ๋ยหมัก							
	pH (1:10)	EC (1:10) (mS/cm)	OM (เปอร์เซ็นต์)	Total N (เปอร์เซ็นต์)	P (เปอร์เซ็นต์)	K (เปอร์เซ็นต์)	P_2O_5 (เปอร์เซ็นต์)	K_2O (เปอร์เซ็นต์)
1	7.37	0.80	26.61	0.96	0.25	0.46	0.58	0.56
2	7.06	0.38	22.25	0.81	0.15	0.12	0.33	0.15
3	7.31	0.36	21.60	0.76	0.19	0.30	0.44	0.36
4	6.95	0.44	30.14	0.97	0.19	0.17	0.43	0.20

จากตารางที่ 6 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ช่วยในเรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของดิน ทำให้การละลายตัวของธาตุหรือสารต่างๆ ในดินได้ดี และมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เกณฑ์กำหนดอยู่ที่ระหว่าง 5.5-8.5 ปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองนี้มีค่าอยู่ที่ระหว่าง 6.5-7.5 ซึ่งตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ค่าการนำไฟฟ้า (EC) หรือค่าที่วัดความเค็มของปุ๋ย เกณฑ์ของค่า EC ที่กำหนดไว้ไม่เกิน

10 dS/m ปุ๋ยที่คณะผู้วิจัยได้ผลิตขึ้นเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ไม่มีการเติมปุ๋ยเคมีลงไป เนื่องจากค่าการนำไฟฟ้าสามารถแบ่งออกได้ว่าปุ๋ยเคมีลงไปหรือไม่ ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีการนำไฟฟ้าสูงมากๆ สันนิษฐานได้ว่ามีการเติมปุ๋ยเคมีลงไปด้วย ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์ที่เติมปุ๋ยเคมีลงไปเพื่อธาตุอาหาร ถือว่าเป็นปุ๋ยเคมีตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) เกณฑ์กำหนดมาตรฐานไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ซึ่งปุ๋ยหมักไม่พลิกกลับกองมีผลวิเคราะห์ของปริมาณอินทรีย์วัตถุค่อนที่จะเหมาะสม อยู่ระหว่างร้อยละ 20-30 ไนโตรเจน (N) ช่วยในเรื่องของใบและลำต้นเป็นส่วนที่ช่วยให้พืชเจริญเติบโตมีสารอาหารทำให้พืชมีสีเขียว ฟอสฟอรัส (P) ช่วยในเรื่องของดอกและราก เร่งการออกดอกและการเจริญเติบโตของราก โพแทสเซียม (K) ช่วยในเรื่องของผลทำให้ผลมีขนาดใหญ่ สีของผลจะดูสวย สด น่ารับประทานและรสชาติของผลจะมีความหวาน และไม่ทำให้ผลเป็นโรค ซึ่งไนโตรเจนเกณฑ์กำหนดไว้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.0 ฟอสฟอรัสไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 โพแทสเซียม ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 จะเห็นได้ว่าค่าจากตารางที่ 6 ยังไม่ผ่านเกณฑ์ที่มาตรฐาน เนื่องจากปุ๋ยไม่มีการกลับกอง ทำให้ออกซิเจนไม่เพียงพอต่อกองปุ๋ย ฟอสเฟต (P_2O_5) และโพแทส (K_2O) ซึ่งเป็นแร่ธาตุที่สามาละลายน้ำได้และมีประโยชน์ต่อพืช เกณฑ์กำหนมดมาตรฐานไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 จากผลการวิเคราะห์ทางเคมี พบว่าปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 เท่านั้นที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

ผลการศึกษาการทำปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองในรูปแบบวงตาข่ายจากการวิเคราะห์ผลทางเคมี พบว่าปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดีที่สุด คือสูตรที่ 1 ซึ่งผลวิเคราะห์ทางเคมีของค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณอินทรียวัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทสเซียมทั้งหมด ฟอสเฟต และโพแทส ร้อยละ 7.37 ร้อยละ 0.80 ร้อยละ 26.61 ร้อยละ 0.96 ร้อยละ 0.25 ร้อยละ 0.46 ร้อยละ 0.58 ร้อยละ 0.56 ตามลำดับ

4. การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมเพื่อลดต้นทุนและสร้างมูลค่าเพิ่ม

ในการศึกษานี้ได้ประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของต้นทุนจากปุ๋ยอินทรีย์โดยการเปรียบเทียบมูลค่าที่ได้จากการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากใบมะม่วงต่อการลดต้นทุน ในการผลิตปุ๋ย 16 วงบ่อตาข่าย สามารถผลิตปุ๋ยอินทรีย์ 880 กิโลกรัม ต้นทุนการผลิต 4,800 บาท คิดเป็นกิโลกรัมละ 5.45 บาท (1 ต้น ใช้ 3 กิโลกรัม/ปี) หากเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีและสารอื่นๆ ในขนาดต้นมะม่วงอายุ 2-4 ปี จำนวน 30 ต้น คือ ปุ๋ยเคมีสูตร 8-24-24 ปริมาณ 60 กิโลกรัม 21,000 บาท และดี.ดี.กรดซิลิคอน 60 กิโลกรัม 18,000 บาท รวมค่าใช้จ่ายจากปุ๋ยเคมี 39,000 บาท เมื่อดำเนินการวิจัยด้วยหลักการวิศวกรรม ECRS และ LEAN สามารถลดค่าใช้จ่ายหรือลดต้นทุนจากการใช้ปุ๋ยเคมี 39,000 บาท เป็นปุ๋ยอินทรีย์จำนวน 4,800 บาท สามารถลดต้นทุนได้ 34,200 บาท คิดเป็นร้อยละ 87.69 และหากประเมินมูลค่าเศรษฐศาสตร์ด้านการสร้างมูลค่าเพิ่ม ดังกรอบงานวิจัย พบว่า คณะวิจัยมีการใช้เครื่องร่อนปุ๋ยแบบมือหมุนที่รูตะแกรงขนาด 3 มิลลิเมตร ปุ๋ยอินทรีย์เกรด A ร่อนได้ 168 กิโลกรัม กิโลกรัมละ 12.50 บาท คิดเป็นเงิน 2,100 บาท และรูตะแกรง 5 มิลลิเมตร ปุ๋ยอินทรีย์เกรด B ร่อนได้ 285 กิโลกรัมละ 3.50 บาท คิดเป็นเงิน 3,500 บาท รวม สามารถรายได้จำนวน 5,600 บาท จากต้นทุน 4,800 บาท จะมีกำไร 1,200 บาท/รอบการผลิต หากทำการผลิต 1 ปี คิดเป็น 6 รอบ จะสามารถมีรายได้ 7,200 บาทต่อครัวเรือนต่อปี

ภาพที่ 4 การคัดแยกใบไม้ออกจากกิ่งไม้ เพื่อเตรียมปุ๋ยอินทรีย์

ภาพที่ 5 การผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากใบมะม่วง

5. การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนและการใช้ประโยชน์จากปุ๋ยหมัก

การอบรมการใช้ประโยชน์จากเศษใบมะม่วงให้กับกลุ่มเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ จำนวน 50 ครัวเรือน ณ สวนต้นแบบ หมู่ที่ 9 และหมู่ที่ 1 ตำบลบุฮม อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย พบว่า เกษตรกรที่เข้าร่วมมีความเข้าใจและสนใจที่จะทำปุ๋ยหมักจากเศษ

ใบมะม่วงเพื่อลดต้นทุนจากการใช้ปุ๋ยเคมี และมีเกษตรได้นำผลงานวิจัยไปลองผลิตปุ๋ยอินทรีย์แบบไม่พลิกกลับกองในสวนของตนเอง พบว่า เกษตรกรสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการประกอบอาชีพหรือใช้ในชีวิตประจำวันได้ร้อยละ 93 และมีความพึงพอใจในระดับมาก ค่าคะแนน 4.50 และความพึงพอใจโดยรวม ในระดับมาก ค่าคะแนน 4.58 ได้ตัวแทนที่สามารถถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับการผลิตปุ๋ยอินทรีย์แบบไม่พลิกกลับกองในพื้นที่จำนวน 2 คน เพื่อขยายผลในอนาคต โดยมีการทดสอบในสวนเพิ่มเติมอีก 2 วิธี คือ แบบเทกองพื้น และแบบใส่กระสอบ (วรัชยา สุขะ, 2563) เนื่องจากพื้นที่เพาะปลูกมะม่วงส่วนใหญ่เป็นภูเขา มีความลาดเอียง

ภาพที่ 6 การประชุมเชิงปฏิบัติการและการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกอง

ภาพที่ 7 การติดตามประเมินผลหลัง 60 วัน จากการผลิตปุ๋ยหมักโดยเกษตรกร

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed research) ประกอบด้วยการวิจัยเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยมีกรอบประเด็นของการวิจัยดังภาพที่ จุดประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ โดยการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research : PAR) กับกลุ่มเกษตรกรในเขตพื้นที่ตำบลบุฮม อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย ได้ทำการศึกษาการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแนวคิดแบบลีน จึงได้ทราบถึงความสูญเปล่าที่ให้เกิดความ 3 ประการ ได้แก่ 1) ความสูญเปล่าจากการมีของเสียมากเกินไป (Defect lost) 2) ความสูญเปล่าจากการรอคอยงาน (Waiting lost) เกิดจากการรอระยะเวลาของการย่อยสลายเศษใบไม้ 3) ความสูญเปล่าเนื่องจากไม่มีการใช้ความคิดจากทีมงาน (Non-utilized talent) เกิดจากการที่เกษตรกรไม่รับความคิดเห็นหรือข้อเสนอจากบุคลากร ซึ่งคณะผู้วิจัยได้มีการถ่ายถอดเทคโนโลยีให้แก่เกษตรกรและเกษตรกรได้มีการนำวิธีการทำปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองในรูปแบบวงตาข่ายไปใช้ในไร่สวนของตนเองเพื่อเป็นการลดกระบวนการเผาใบไม้ที่ส่งผลต่อสุขภาพของคนในชุมชนและลดการใช้ปุ๋ยเคมีที่ส่งผลเสียในระยะยาวของต้นมะม่วงโดยสามารถนำขยะอินทรีย์ในไร่มะม่วงมาทำเป็นปุ๋ยหมักได้

จากข้อสรุปการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นได้มีการศึกษาการทำปุ๋ยหมักแบบพลิกกลับกองในรูปแบบวงตาข่าย โดยกระบวนการผลิตปุ๋ยหมักมีการออกแบบสูตรทดลอง โดยปุ๋ยสูตรที่ 1 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของค่าความเป็นกรดเป็นด่างค่าการนำไฟฟ้าปริมาณอินทรียวัตถุไนโตรเจนทั้งหมดฟอสฟอรัสทั้งหมดโพแทสเซียมทั้งหมดฟอสเฟตและโพแทสร้อยละ 7.37 ร้อยละ 0.80 ร้อยละ 26.61

ร้อยละ 0.96 ร้อยละ 0.25 ร้อยละ 0.46 ร้อยละ 0.58 ร้อยละ 0.56 ตามลำดับ ซึ่งในการทำปุ๋ยหมักไม่พลิกกลับกองนี้เป็นกระบวนการที่ประหยัดเวลาประหยัดพื้นที่ประหยัดแรงงานและสามารถลดค่าใช้จ่ายหรือลดต้นทุนจากการใช้ปุ๋ยเคมี 39,000 บาท ปุ๋ยอินทรีย์จำนวน 4,800 บาทสามารถลดต้นทุนได้ 34,200 บาทคิดเป็น ร้อยละ 87.69 และสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มหรือสร้างรายได้แก่เกษตรกรผู้ผลิตมะม่วงได้ 7,200 บาท/ปี/ครัวเรือน สำหรับเป็นทางเลือกให้เกษตรกรในการลดต้นทุนการผลิตมะม่วง หรือสร้างรายได้อีกทาง และทำให้เกษตรกรมีสุขอนามัยที่ดี และเป็นแนวทางการผลิตมะม่วงปลอดภัยแก่ผู้บริโภคในอนาคต

อภิปรายผล

จากวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่ว่าศึกษาการทำปุ๋ยหมักจากใบไม้และเศษกิ่งไม้แบบไม่พลิกกลับกองเพื่อลดต้นทุนการผลิตทางการเกษตรและใช้หลักการ 5W1H, ECRS และแนวคิดแบบลีนเข้ามาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาของเสียจากใบมะม่วงเพื่อวิเคราะห์และแก้ปัญหาต่างๆ เพื่อให้เกษตรกรได้เรียนรู้วิธีการกำจัดใบไม้ให้เกิดประโยชน์และสามารถลดต้นทุนทางการผลิตได้

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีการนำหลักการแก้ปัญหาจากแนวคิดลีน ด้วยกระบวนการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองที่อยู่ในรูปแบบวงตาข่ายในไร่มะม่วงของเกษตรกร โดยผลการศึกษากาทำปุ๋ยหมักจากใบไม้และเศษกิ่งไม้แบบไม่พลิกกอง เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับใบมะม่วง พบว่า การผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองในวงตาข่ายใช้เวลาได้ผลดี ในการผลิต 60 วัน และไม่มีการเติมยูเรีย แม้ว่าจะเป็นใบไม้แห้งที่ย่อยสลายได้ยาก ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของธีระพงษ์ สว่างปัญญางกูร (2546) ที่ใช้กระบวนการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกอง ซึ่งมีขั้นตอนการผลิตที่แตกต่างกัน คือลักษณะรูปแบบของการกองปุ๋ยหมักจะเป็นแบบกองบนลานพื้นดินกลางแจ้งและมีระยะเวลาในการผลิตเพียง 30 วัน มีการเติมยูเรียมีการเติมอากาศวันละ 2 ครั้ง นอกจากนี้ยังมีการประยุกต์ใช้แนวคิดแบบลีนและหลักการ ECRS ของดามธรรม จินากูล (2559) โดยผลการวิจัยมีความสอดคล้อง คือการกำจัดงานหรือความสูญเปล่าที่ไม่จำเป็นออกไปโดยสามารถลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการทำงานและลดต้นทุนการผลิตซึ่งมีความแตกต่างคือประเภทของความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นและในเรื่องของขั้นตอนการปรับปรุงหรือการแก้ไขปัญหากระบวนการทำงาน หรือการจัดการขยะเหลือศูนย์ สอดคล้องกับจุรีรัตน์ ใจพิศ (2555) และเพื่อให้เกษตรกรได้นำการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากเศษใบมะม่วงในสวนของตนมาผลิตตามความเหมาะสมของพื้นที่ลาดเอียง หรือการปลูกมะม่วงบนภูเขาของพื้นที่ตำบลบุฮม และตามอายุของเกษตรกร จึงสามารถประยุกต์ใช้โดยหลักการทางวิชาการ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ยงยุทธ โอสถสภา และคณะ (2551) ที่การผลิตปุ๋ยเพื่อการเกษตรอย่างยั่งยืน เพื่อลดต้นทุนผลิตของชาวเกษตรกร สร้างมูลค่าเพิ่มหรือสร้างรายได้เสริม และนำไปสู่สุขอนามัยที่ดีในการผลิตมะม่วงปลอดภัยแก่ผู้บริโภค

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

การประยุกต์ใช้วิธีการทำปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองจากเศษวัชพืชในชุมชน และสามารถผลิตในรูปแบบต่างๆ ตามความเหมาะสมของพื้นที่

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. พัฒนาปุ๋ยหมักให้เป็นผลิตภัณฑ์ของชุมชนเพื่อเข้าสู่ตลาดสร้างรายได้ให้เกษตรกร
2. การศึกษากระบวนการผลิตปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศ เพื่อให้ได้คุณภาพปุ๋ยอินทรีย์ที่ดีขึ้นและเทียบเคียงมาตรฐาน

เอกสารอ้างอิง

จุรีรัตน์ ใจพิศ. (2555). การจัดการขยะเหลือศูนย์. **วารสารเทคโนโลยีภาคใต้**, 5(2) : 26.

ดามธรรม จินากูล. (2559). การลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการทำงานด้วยแนวคิดแบบลีน. มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย: **วารสารวิชาการ.**

ธวัชชัย ศรีภักดี. (2557). **กลุ่มพืชไม้ผล**. (พืชเกษตร.คอม) สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ธวัชชาญ ชญานนท์. (2561). **LEAN สู่การปฏิบัติ.**คณะแพทย์ศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

ธีระพงษ์ สว่างปัญญางกูร. (2558). **คู่มือการผลิตปุ๋ยอินทรีย์แบบไม่พลิกกลับกองวิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1.**คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตรมหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ภัทรนิษฐ์ บุญวัง. (2556). **การประยุกต์แนวคิดแบบลีนเพื่อลดความสูญเปล่าในการผลิต กรณีศึกษาบริษัท**ABCจำกัด. สาขาการจัดการการขนส่งและโลจิสติกส์คณะโลจิสติกส์มหาวิทยาลัยบูรพา.

ยงยุทธ โอสถสภา, อรรถศิษฐ์ วงค์มณีโรจน์ และชวลิต ฮงประยูร. (2551). **ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรัชยา สุขะ. (2563). **การผลิตปุ๋ยหมักคุณภาพสูงแบบไม่พลิกกลับกองในไร่มะม่วง**: มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.

สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน. (2551). **คู่มือการจัดการอินทรียวัตถุเพื่อปรับปรุงบำรุงดินและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน.** กรมพัฒนาที่ดินกระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. (2548). **ปุ๋ยอินทรีย์การผลิตการใช้มาตรฐานและคุณภาพ.**กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุคนธ์ทิพย์ หงส์พิริยะสกุล. (2557). **การประยุกต์แนวคิดแบบลีนกับการจัดการโซ่อุปทาน: กรณีศึกษาโรงงานถุงมือยาง.** สาขาวิศวกรรมอุตสาหการและระบบมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุภาพร พงศ์ธรพฤกษ์. (2562). การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมเพื่อการหมักปุ๋ยชีวมวลเหลือทิ้งในสวนวนเกษตร. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์: **วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม,** 15(2) : 3.