DOI: 10.14456/jem.2023.3

บทความวิจัย / Research

03

การจัดการของเสียในห่วงโซ่อุปทานการผลิตฟักทองญี่ปุ่นภายใต้หลักการเศรษฐกิจหมุนเวียน: กรณีศึกษาการปลูกบนพื้นที่สูง

WASTE MANAGEMENT FOR JAPANESE PUMPKIN SUPPLY CHAIN WITH CIRCULAR ECONOMY CONCEPT: A CASE STUDY OF AGRICULTURE IN HIGHLAND AREAS

นลินรัตน์ ถาวรเจริญ[a,✉] กนกพร กังวาลสงค์[b]
[a] ภาควิชาการจัดการโลจิสติกส์และซัพพลายเชน คณะบัณฑิตวิทยาลัยการจัดการและนวัตกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
[b]สถาบันนโยบายวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

Nalinrath Thawornchaeroen[a,✉] and Kanokporn Kungwalsong [b]
[a] Graduate School of Management and Innovation, King Mongkut's University of Technology Thonburi
[b] Science Technology and Innovation Policy Institute, King Mongkut's University of Technology Thonburi

✉ nevada.fren@gmail.com

วันที่รับ (received) 28 พ.ย.2565 วันที่แก้ไขเสร็จ (revised) 21 ก.พ. 2565 วันที่ตอบรับ (accepted) 22 ก.พ. 2566

บทคัดย่อ

การศึกษาการจัดการของเสียในห่วงโซ่อุปทานฟักทองญี่ปุ่นนี้ ครอบคลุมตั้งแต่การปลูกไปจนถึงการแปรรูปเพื่อจำหน่ายเนื้อฟักทอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณของเสียทางการเกษตรและวิธีการจัดการของเสียที่เกิดขึ้น โดยเป็นงานวิจัยเชิงปริมาณใช้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึกจากกลุ่มตัวอย่างของเกษตรกร และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องจำนวน 20 ราย ในเดือนมิถุนายน - กรกฎาคม และเดือนพฤศจิกายน ปีพ.ศ.2562 โดยของเสียที่เกิดขึ้นมีหลายประเภท อาทิ ยอด-ใบอ่อน, ผลอ่อน, ผลฟักทองตกเกรด, เถา, เปลือกฟักทอง และเมล็ด โดยมีปริมาณสูงถึง 1,600 ตัน/ปี จากการเพาะปลูก 324,000 ต้น/ปี ในอำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ผลการศึกษาพบว่าของเสียประเภทใดที่สามารถแปรรูปได้ง่ายควรส่งเสริมให้เกษตรกรรายย่อยดำเนินการเอง อาทิ การนำเถาฟักทองญี่ปุ่นมาผลิตเป็นถ่านไบโอชาร์ และของเสียที่จำเป็นต้องมีการลงทุน และใช้เทคโนโลยีควรดำเนินการโดยการจัดตั้งเป็นวิสาหกิจชุมชน อาทิ การนำเมล็ดฟักทองมาผลิตเป็นน้ำมันสกัด ซึ่งข้อเสนอแนะนี้ทำให้เกิดประโยชน์ทั้งมิติการลดของเสีย และการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้ผู้เกี่ยวข้องโดยเฉพาะเกษตรกร และชุมชนในโซ่คุณค่าของฟักทองญี่ปุ่น ในขณะเดียวกันเกษตรกรควรจัดการของเสียที่สามารถส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมให้ดียิ่งขึ้น อาทิ การเผาทำลายต้นฟักทองญี่ปุ่นที่ติดโรค เพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นต่อแปลงเพาะปลูกในอนาคต

คำสำคัญ : ระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน ของเสียทางการเกษตร การจัดการของเสีย ฟักทองญี่ปุ่น

Abstract

This paper studied the waste management of Japanese pumpkin covering cultivation at fields to processing for selling pumpkin fruits. It aimed to study the amount of Agricultural wastes (AWs) and methods of wastes management. This study was the quantitative research using the data from in-depth interviews with the farmers' sample group and 20 stakeholders in June, July and November 2019. The wastes from these processes including young leaves, unripe pumpkins, second-rate pumpkins, vines, pumpkin shells and seeds were more than 1,600 tons per year by planting 324,000 pumpkin trees per year in Mae Tang district, Chiang Mai province. The result suggested that the wastes that could be processed easily shall be managed by small-scale farmers or community. For example, pumpkin vines could be processed to Biochar. Meanwhile, Community enterprise could deal with wastes that required high investment and technology like seeds process to pumpkin seed oil. Our recommendations were not only to reduce agricultural wastes, but also create economic value to small-scale farmers in the Japanese pumpkins value chain. Besides, farmers should manage the waste in an appropriate way so that it will not create negative effects to the environment such as burning the infected Japanese pumpkin plants in order to prevent damage of the other plants in the future.

Keywords : Circular Economy, Agricultural Wastes, Waste Management, Japanese Pumpkin

บทนำ

ในเชิงเกษตรกรรม ของเสียทางการเกษตร (Agricultural Wastes: AWs) คือ สิ่งที่เหลือจากการเพาะปลูก และของเสียจากปศุสัตว์ ที่ไม่สามารถนำมาบริโภค หรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ ต่อได้ รวมถึงผลผลิตทางการเกษตรที่สามารถบริโภคได้ แต่มีต้นทุนที่ต้องเสียไปในการดูแลรักษา เก็บเกี่ยว การขนส่ง การแปรรูป และการจัดการสูงกว่ามูลค่าทางเศรษฐกิจของสินค้านั้น ส่งผลให้เกษตรกรส่วนใหญ่เลือกวิธีการกำจัดของเสียทางการเกษตรที่เกิดขึ้นมากกว่าจัดจำหน่าย หรือการบริโภค (Onu & Mbohwa, 2021) ซึ่งของเสียที่เกิดขึ้นในแปลงเพาะปลูกบางส่วนสามารถนำมาบริโภคได้ แต่กลับถูกทิ้งไปอย่างสูญเปล่า ซึ่งสวนทางกับความต้องการอาหารที่เพิ่มสูงขึ้นเป็นอย่างมาก

ประเทศไทยได้เริ่มทดลองปลูกฟักทองญี่ปุ่น (Japanese pumpkin) ในพื้นที่ภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่เป็นแห่งแรกของประเทศไทย ปีพ.ศ. 2535 เนื่องจากบางพื้นที่ในจังหวัดเชียงใหม่มีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลอยู่ในระหว่าง 500 - 1,250 เมตร และมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปีอยู่ที่ 24 องศาเซลเซียส จึงมีสภาพภูมิอากาศเหมาะสมต่อการปลูกฟักทองญี่ปุ่น (Rattanawan & Intaruccomporn, 2018) ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่ในการศึกษาแปลงเพาะปลูกฟักทองญี่ปุ่นใน จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อศึกษากระบวนการเพาะปลูกฟักทองญี่ปุ่นของเกษตรกร ระหว่างเดือนพฤษภาคม - เดือนกรกฎาคม และเดือนพฤศจิกายน ในปีพ.ศ.2562 พบว่าระหว่างการเพาะปลูก และหลังจากการเก็บเกี่ยวเกษตรกรแต่ละรายมีของเสีย ที่เกิดขึ้นเหมือนๆ กัน อาทิ เถาฟักทองญี่ปุ่น, ผลอ่อน, ใบ และยอดอ่อน มีปริมาณสูงถึงประมาณปีละ 1,600 ตัน/ปี (จากการเพาะปลูก 324,000 ต้น/ปี) ซึ่งบางส่วนยังสามารถนำมารับประทาน หรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้แก่ของเสียทางการเกษตรรเหล่านั้นได้ แต่ในการจัดการของเสียในห่วงโซ่อุปทานของฟักทองญี่ปุ่นที่เกิดขึ้นเกษตรกร และผู้เกี่ยวข้องจะปล่อยให้ย่อยสลายไปเอง ส่งผลให้เกิดความไม่ยั่งยืน และเป็นตัวเร่งการขาดแคลนทรัพยากรที่มีอย่างจำกัด (The Office of the Board of Investment, 2019)

ในการจัดการของเสียทางการเกษตรนั้น รัฐบาลมีการรณรงค์ให้เกษตรกรใช้วิธีการฝังกลบ เนื่องจากสามารถช่วยทำลายของเสียจากการเพาะปลูกได้ง่าย และช่วยเพิ่มธาตุอาหารภายในดินให้พร้อมต่อการปลูกพืชครั้งถัดไป แต่การฝังกลบนั้นจะเหมาะสมกับการเกษตรในพื้นที่ลุ่ม ในส่วนของพื้นที่ลาดชัน และเป็นภูเขาสูง โดยเฉพาะในพื้นที่ของภาคเหนือตอนบน ไม่เหมาะที่จะนำเอาเครื่องจักรที่ใช้ในการไถกลบไปใช้ภายในแปลงได้ เกษตรกรหลายรายจึงใช้วิธีการเผาทำลายของเสียที่เกิดขึ้น ส่งผลให้เกิดปัญหาหมอกควันปกคลุม และเกิดมลภาวะทางอากาศเกิดขึ้นในทุกปี ทั้งยังส่งผลเสียโดยตรงต่อดิน เพราะทำให้ดินเสื่อมโทรมลง สร้างภาระในการปรับปรุงคุณภาพของดินให้แก่เกษตรกรเอง (Kerdmongkol, Yooprasert & Tangwiwat, 2013)

ดังนั้นในการจัดการของเสียทางการเกษตรที่เกิดขึ้นมาโดยเฉพาะแปลงเพาะปลูกบนพื้นที่สูง ควรนำระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน หรือ Circular Economy (CE) เข้ามาประยุกต์ใช้ในการจัดการของเสียโดยระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน คือ ระบบเศรษฐกิจแนวใหม่ที่มุ่งเน้นการนำของเสียที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ ภายในห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain) กลับมาใช้ซ้ำ หรือแปรรูปใหม่ เพื่อลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นผ่านการวางแผนและการออกแบบผลิตภัณฑ์ ทำให้ของเสียที่เกิดขึ้นสามารถหมุนเวียนกลับมาใช้ซ้ำได้ตลอดเวลา การวางแผนการทำงานแบบใหม่นี้ นอกจากจะเป็นการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้แก่ของเสียที่เกิดขึ้นแล้ว ยังช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นได้ในอีกทางหนึ่ง (FAO, 2021)ในการทำระบบเศรษฐกิจหมุนเวียนนั้น มีหลักการที่สำคัญทั้งหมด 3 ข้อด้วยกัน คือ การรักษาธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัดให้มีความยั่งยืน และปรับสมดุลการใช้ทรัพยากรประเภทที่สามารถทดแทนได้ให้สูงขึ้น, การลดของเสียที่เกิดขึ้น โดยการนำเอาวัสดุต่างๆ ที่ถูกสร้างขึ้นกลับมาใช้ซ้ำให้เกิดประโยชน์ตลอดเวลา และการรักษาประสิทธิภาพของระบบ โดยการลดการปล่อยของเสียออกไปให้ได้มากที่สุด (Department of Primary Industries and Mines, 2021)

การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณของเสียทางการเกษตรจาก 2 จุดของห่วงโซ่อุปทานฟักทองญี่ปุ่น คือ 1) ของเสียทางการเกษตรที่เกิดจากกระบวนการทำงานของเกษตรกร และ 2) ของเสียทางการเกษตรที่เกิดจากกระบวนการแปรรูปสินค้าจากฟักทองญี่ปุ่นเพื่อส่งขายเนื้อฟักทองญี่ปุ่นเท่านั้น และเพื่อประยุกต์ใช้กรอบแนวคิดระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน ในการหาแนวทางที่จะนำของเสียที่เกิดขึ้นมาแปรรูป ลดการละทิ้งทรัพยากรที่มีไปอย่างเปล่าประโยชน์ สามารถส่งเสริมให้เกษตรกร และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในห่วงโซ่อุปทานฟักทองญี่ปุ่น ได้มีแนวทางในการนำของเสียทางการเกษตรไปใช้งานจนสามารถสร้างรายได้เพิ่มในอีกทางหนึ่ง

ทบทวนวรรณกรรม

การศึกษากรอบแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการจัดการของเสียทางการเกษตรที่เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตฟักทองญี่ปุ่น เพื่อนำของเสียเหล่านั้นกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และลดการสูญเสียทรัพยากรที่มีไปอย่างเปล่าประโยชน์ โดยการนำแนวคิดระบบเศรษฐกิจหมุนเวียนมาใช้ในการออกแบบงานวิจัย ซึ่ง Department of primary industries and mines (2021) ได้กล่าวว่า ระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน คือ การนำทรัพยากรที่มีอยู่มาใช้งานให้ได้มากที่สุด เมื่อเกิดของเสียขึ้นมาจะต้องนำกลับเข้ามาหมุนเวียนใช้ใหม่ สามารถช่วยเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้แก่ของเสียที่เกิดขึ้น รวมทั้งเป็นการเพิ่มโอกาสทางธุรกิจ เนื่องจากเป็นการนำของเสียที่มีอยู่กลับมาใช้ซ้ำ สามารถเล็งเห็นโอกาสในการนำของเสียมาผลิตเป็นสินค้าใหม่ได้ผ่านการวางแผนและออกแบบผลิตภัณฑ์อย่างเป็นระบบ

ของเสียที่เกิดขึ้นในงานวิจัยนี้เป็นของเสียทางการเกษตรที่เกิดขึ้นจากการปลูกฟักทองญี่ปุ่น มีของเสียหลายประเภทที่สามารถนำมาบริโภคได้ อาทิ ผลอ่อน ยอดอ่อน ผลตกเกรด และเมล็ด ซึ่งองค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ หรือ FAO (2019) ได้อธิบายถึง การสูญเสียคุณภาพอาหาร และการทิ้งอาหาร (Food Loss and Waste) คือ อาหารลดปริมาณ และคุณภาพลงจากเดิม รวมทั้งอาหารเกิดการเน่าเสีย หรือช้ำจนไม่สามารถนำมาบริโภคได้ อาจเกิดจากอาหารหมดอายุ อาหารที่ได้รับการปนเปื้อนจากเชื้อโรค หรือสารเคมีจนส่งผลกระทบถึงสุขภาพของผู้บริโภค โดยห่วงโซ่อาหาร (The Food Supply Chain) เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการเก็บเกี่ยว และยุติเมื่ออาหารนั้นถูกบริโภคเสร็จเรียบร้อยแล้ว หรือถูกกำจัดทิ้งออกไป จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าอาหารที่สูญเสียไปเกิดจากการที่เกษตรกรเลือกที่จะกำจัดทิ้งมากกว่านำกลับมาหมุนเวียนในห่วงโซ่ เนื่องจากจัดการได้ง่ายกว่าการนำไปขาย และไม่เป็นที่ต้องการของตลาด แต่ในปัจจุบันมีผู้คนมากกว่า 190 ล้านคนทั่วโลกที่ประสบปัญหาการขาดแคลนอาหาร ซึ่งในการจัดการของเสียของเกษตรกรในรูปแบบเดิมทำให้เกิดการสูญเสียอาหารที่สำคัญไป

ในการหาแนวทางเพื่อนำของเสียทางการเกษตรที่เกิดขึ้นมาใช้ประโยชน์ใหม่นั้น ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แนวคิด Narrowing, Slowing and Closing the resource loops มาใช้ในงานวิจัย โดย Jensen (2018) ได้อธิบายไว้ดังนี้ แนวคิดนี้เป็นกลยุทธ์ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเรื่องประสิทธิภาพของทรัพยากรเป็นหลัก ซึ่งมีการคำนึงถึงอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ และการแปรรูปผลิตภัณฑ์ เป็นแนวคิดที่สามารถแสดงให้เห็นถึงการใช้ทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดในแต่ละช่วงอายุของผลิตภัณฑ์ โดยในแนวคิดนี้จะมีกลยุทธ์ในการวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 3 แผนการ คือ Narrowing resource loops, Slowing resource loops, Closing resource loops โดยในงานวิจัยนี้จะนำมาประยุกต์ใช้ทั้งหมด 1 แผนการ คือ Closing resource loops หรือการแปรรูปวัตถุดิบให้ต่างจากเดิม เป็นการนำเอาวัตถุดิบที่ไม่ได้ถูกใช้งานมาสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยการใช้เทคโนโลยีเข้ามาแปรรูป เพื่อลดการสูญเสียสารอาหารที่มีอยู่ไป ซึ่งผู้วิจัยได้นำแนวคิดนี้มาประยุกต์ใช้สำหรับหาวิธีการแปรรูปของเสียแต่ละชนิดที่เกิดขึ้นให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานของของเสียชนิดนั้นๆ เพื่อให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่สามารถนำมาหมุนเวียนในระบบเศรษฐกิจได้

นอกจากนี้ของเสียที่เกิดขึ้นในแปลงเพาะปลูกจะมีต้นที่ติดโรคระบาดจนได้รับความเสียหายรุนแรงตั้งแต่ยังเล็ก กล่าวคือ ต้นฟักทองญี่ปุ่นไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ทำให้ต้องทำลายต้นฟักทองญี่ปุ่นเหล่านี้ทิ้ง เนื่องจากมีความเสี่ยงที่จะเกิดการแพร่ระบาดรุนแรงในอนาคต โดย Katan (2010) ได้อธิบายว่า เมื่อต้นพืชในแปลงเพาะปลูกได้รับความเสียหายจากเชื้อไวรัส เชื้อรา หรือเชื้อแบคทีเรีย เกษตรกรไม่ควรปล่อยต้นพืชเหล่านั้นทิ้งไว้ในแปลงเพาะปลูกอย่างเด็ดขาด เนื่องจากจะเป็นสาเหตุให้ต้นพืชต้นอื่นๆ ในบริเวณเดียวกันเกิดความเสียหาย และโรคระบาดอาจจะเกิดเป็นวงกว้างมากยิ่งขึ้น ดังนั้นเกษตรกรควรจัดการถอนต้นพืชที่เป็นโรคออกจากแปลง และเผาทำลาย (Incineration) ต้นพืชเหล่านั้นทิ้ง

ในการนำทรัพยากรที่มีอยู่หมุนเวียนกลับมาใช้ในระบบเศรษฐกิจให้ได้อย่างยาวนานนั้น Ellen MacArthur Foundation (2013) ได้นำเสนอแนวคิด แผนภาพผีเสื้อ หรือ The Butterfly Diagram ซึ่งเป็นแนวคิดที่แยกวิเคราะห์วัสดุ และพลังงานในระบบหมุนเวียนออกเป็น 2 ส่วน เพื่อให้ความสูญเสียที่เกิดขึ้นลดน้อยที่สุด โดยส่วนแรกเป็นการวิเคราะห์ในส่วนที่เป็นสารอินทรีย์ หรือวัสดุชีวภาพ สามารถย่อยสลายเองได้ในธรรมชาติ และอีกด้าน คือ ส่วนที่เป็นสารอนินทรีย์ หรือกลุ่มเทคนิค ที่เป็นสารเคมี หรือผลผลิตที่ได้จากโรงงาน เป็นวัสดุที่ย่อยสลายได้ยาก ซึ่งแผนภาพผีเสื้อนี้จะเริ่มวางแผนการดำเนินงานตั้งแต่ในพื้นฐานการออกแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อให้สามารถนำสิ่งที่ถูกผลิตขึ้นทั้งหมดกลับมาใช้ใหม่ได้ตลอด โดยที่ไม่ก่อให้เกิดการสูญเสียในระบบ ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ถูกสร้างขึ้นมาต้องมีความยืดหยุ่นต่อการใช้งาน ในส่วนวัสดุที่เป็นชีวภาพนั้นจะต้องสามารถย่อยสลายได้เองในธรรมชาติ ไม่ส่งผลเสียต่อสภาพแวดล้อม และส่วนที่เป็นทางเทคนิคนั้น จะต้องสามารถนำกลับมาใช้งานได้ใหม่ และปรับปรุงการใช้งานให้ดีขึ้นได้ จากการนำแผนภาพผีเสื้อมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ เป็นการเสนอให้เห็นถึงแผนภาพการไหลของของเสียที่เกิดขึ้น ซึ่งของเสียเหล่านั้นจะถูกนำไปเข้าสู่กระบวนการแปรรูปเพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ให้สามารถนำกลับมาหมุนเวียนในระบบเศรษฐกิจได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

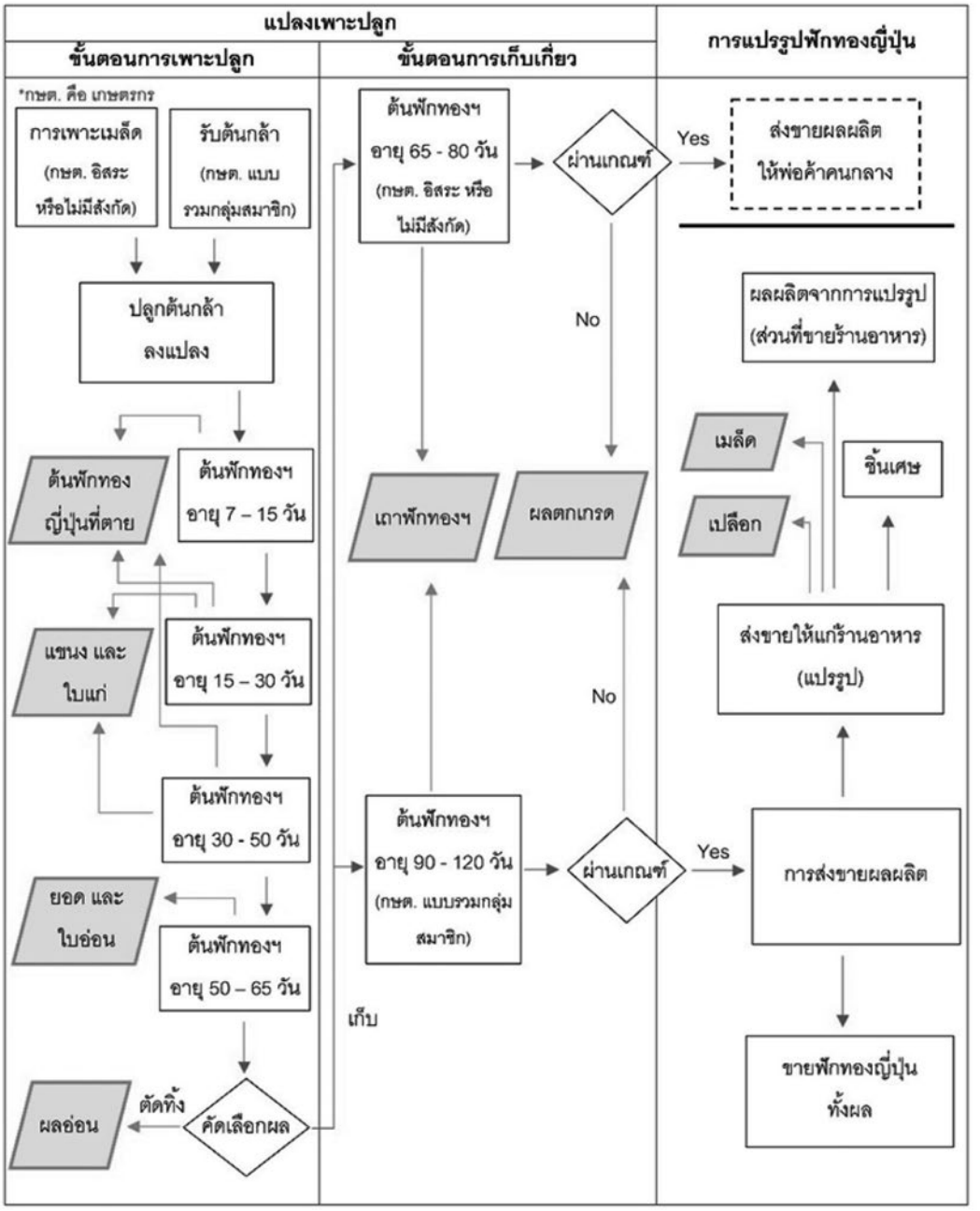
วิธีการศึกษา

ในการนำกรอบแนวคิดระบบเศรษฐกิจหมุนเวียนมาประยุกต์ใช้ เพื่อหาแนวทางที่จะนำของเสียทางการเกษตรที่เกิดขึ้นในแปลงเพาะปลูก และการแปรรูปสินค้าจากฟักทองญี่ปุ่น เพื่อลดการละทิ้งทรัพยากรที่มีไปอย่างเปล่าประโยชน์นั้นเป็นการวิจัยเชิงปริมาณ เพื่อให้ทราบถึงปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนการเพาะปลูก และผลผลิตที่ได้จากเพาะปลูกทั้งในส่วนของดี (สามารถส่งขายได้) และส่วนที่เป็นของเสีย ผู้วิจัยได้แบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วน คือ

การศึกษากระบวนการเพาะปลูก และเก็บข้อมูลด้านของเสียจากแปลงฟักทองญี่ปุ่น

การศึกษาขั้นตอนการเพาะปลูกฟักทองญี่ปุ่นของเกษตรกร และขั้นตอนการแปรรูปผลผลิต โดยเกษตรกรภายใน

พื้นที่มีจำนวนรวมทั้งหมด 122 ราย โดยแบ่งเป็นเกษตรกรอิสระจำนวน 5 ราย และเกษตรกรที่รวมกลุ่มกันจำนวน 117 ราย และเจ้าหน้าที่ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการแปรรูปฟักทองญี่ปุ่น 8 ราย โดยในการลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลนั้นสามารถทำการสัมภาษณ์เกษตรกรในเชิงลึก จำนวน 15 ราย และเจ้าหน้าที่ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการแปรรูปฟักทองญี่ปุ่น 4 ราย นอกจากนี้ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ฝ่ายวางแผนการผลิตในบริษัทผู้ผลิตสินค้าพลาสติก จำนวน 1 รายโดยจากการสัมภาษณ์ทำให้ทราบถึงกระบวนการทำงาน และของเสียทางการเกษตรที่เกิดขึ้นจากทั้ง 2 จุดในห่วงโซ่อุปทานโดยจะแสดงแผนภาพกระบวนการทำงานของเกษตรกร และการแปรรูปสินค้า รวมถึงของเสียประเภทต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนการทำงานของเกษตรกรและเจ้าหน้าที่ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: กระบวนการปลูกฟักทองญี่ปุ่น และของเสียที่เกิดขึ้น

จากภาพที่ 1 เป็นแผนภาพกิจกรรมการทำงานที่เกิดขึ้นใน ห่วงโซ่อุปทาน หรือเครือข่ายโลจิสติกส์ ได้เก็บข้อมูลใน 2 กระบวนการ คือ กระบวนการเพาะปลูก และกระบวนการแปรรูปสินค้า ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการดำเนินงานภายใต้ห่วงโซ่อุปทานฟักทองญี่ปุ่น ซึ่งในแต่ละกระบวนการทำงานมีของเสียประเภทต่างๆ เกิดขึ้นมา รวมทั้งหมด 8 ประเภท โดยเกิดจากกระบวนการเพาะปลูก ทั้งหมด 6 ประเภท สามารถแบ่งขั้นตอนการทำงาน

ออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตอนการเพาะปลูก ของเสียที่เกิดขึ้น คือ ต้นฟักทองญี่ปุ่นที่ตาย แขนง - ใบแก่ ยอด - ใบอ่อน และผลอ่อน 2) ขั้นตอนการเก็บเกี่ยว มีของเสียอยู่ 2 ประเภท คือ ผลตกเกรด และเถาฟักทองญี่ปุ่น ที่เกิดจากกระบวนการแปรรูปฟักทองญี่ปุ่นเกิดของเสีย 2 ประเภท คือ เมล็ด และ เปลือกฟักทองญี่ปุ่น

1.1) จำนวนรอบการเพาะปลูกฟักทองญี่ปุ่นของเกษตรกร จากการสัมภาษณ์เกษตรกรทั้ง 15 ราย พบว่าในแต่ละปีเกษตรกรทำการเพาะปลูกฟักทองญี่ปุ่นได้ทั้งหมด 3 รอบ/ปี โดยจะปลูกรอบที่ 1 ในเดือนมกราคม – เมษายน รอบที่ 2 เดือนพฤษภาคม – สิงหาคม และรอบที่ 3 เดือนกันยายน – ธันวาคม แต่เกษตรกรส่วนใหญ่ทำการเพาะปลูกในช่วงเดือนพฤษภาคม – สิงหาคม และ เดือนกันยายน – ธันวาคมเท่านั้น เนื่องจากในช่วงเดือนมกราคม – เมษายน มีฝนตกน้อย ทำให้มีแปลงเพาะปลูกที่เข้าถึงแหล่งน้ำได้เป็นจำนวนน้อย

นอกจากนี้ข้อจำกัดในการเพาะปลูกฟักทองญี่ปุ่น คือ หลังจากเก็บเกี่ยวฟักทองญี่ปุ่นแล้ว เกษตรกรไม่สามารถปลูกฟักทองญี่ปุ่นในรอบถัดไปได้ในบริเวณเดิม แต่ต้องเปลี่ยนพื้นที่เพาะปลูกไปบริเวณอื่น และจะสามารถกลับมาทำการเพาะปลูกฟักทองญี่ปุ่นในพื้นที่เดิมได้ในปีถัดไป โดยเกษตรกรให้ความเห็นว่าเพื่อเป็นการฟื้นฟูธาตุอาหารในดินให้มีความอุดมสมบูรณ์เพียงพอต่อการเพาะปลูกในรอบถัดไป โดยในพื้นที่เดิมจะต้องปลูกพืชชนิดอื่นแทน อาทิ การปลูกผักสลัด ข้าวโพด หรือกะหล่ำปลี

ดังนั้นจากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างเกษตรกร พบว่าในแต่ละปีเกษตรกรที่เพาะปลูกฟักทองญี่ปุ่นในแต่ละช่วงมีจำนวนดังนี้ ในเดือนมกราคม – เมษายน จำนวน 10 ราย รอบที่ 2 เดือนพฤษภาคม – สิงหาคม จำนวน 55 ราย และรอบที่ 3 เดือนกันยายน – ธันวาคม จำนวน 55 ราย

1.2) พื้นที่ในการเพาะปลูกของเกษตรกร จากการสัมภาษณ์กลุ่มเกษตรกรอิสระ และกลุ่มเกษตรกรแบบรวมกลุ่ม พบว่า เกษตรกรทั้ง 2 กลุ่ม มีการใช้พื้นที่เพาะปลูกที่ใกล้เคียงกัน คือ เกษตรกรใช้พื้นที่ปลูกเฉลี่ย 3 ไร่/แปลง (1 แปลง มีพื้นที่ 3 ไร่) โดยเกษตรกรที่ใช้พื้นที่ปลูกน้อยที่สุด คือ 2 ไร่/แปลง และสูงที่สุด คือ 6 ไร่/แปลง

การปลูกฟักทองญี่ปุ่นในพื้นที่ 1 ไร่ เกษตรกรมีวิธีการเตรียมพื้นที่เพาะปลูก คือ เกษตรกรจะขุดหลุมต้นฟักทองญี่ปุ่นเป็นแถวยาวสุดขอบไร่ ในแต่ละแถวมีระยะห่างแต่ละหลุม 0.5 – 0.6 เมตร ดังนั้นใน 1 แถว จะมีต้นฟักทองญี่ปุ่นโดยประมาณ 70 ต้น และแต่ละแถวห่างกัน 3 เมตร ในพื้นที่ 1 ไร่ มีแถวฟักทองประมาณ 13 แถว ดังนั้นในแต่ละไร่เกษตรกรสามารถปลูกฟักทองญี่ปุ่นได้ประมาณ 900 ต้น/ไร่ ซึ่งเกษตรกรแต่ละรายมีพื้นที่ปลูกเฉลี่ย 3 ไร่/แปลง ดังนั้นต้นฟักทองญี่ปุ่นที่เกษตรกรแต่ละรายใช้ในการปลูกมีเฉลี่ย 2,700 ต้น/แปลง ดังนั้นจากข้อมูลด้านจำนวนเกษตรกรที่เพาะปลูกฟักทองญี่ปุ่นในแต่ละปี และจำนวนเฉลี่ยของต้นฟักทองญี่ปุ่นที่เกษตรกรเพาะปลูกในแต่ละรอบ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: จำนวนต้นฟักทองญี่ปุ่นที่เกษตรกรเพาะปลูก

ลำดับ	ช่วงเดือนที่เพาะปลูก	จำนวนเกษตรกร	จำนวนต้นฟักทองญี่ปุ่น
1	มกราคม - เมษายน	10 ราย	27,000 ต้น
2	พฤษภาคม – สิงหาคม	55 ราย	148,500 ต้น
3	กันยายน - ธันวาคม	55 ราย	148,500 ต้น
รวม			324,000 ต้น

2) การเก็บข้อมูลในด้านปริมาณ และการจัดกลุ่มของเสียทางการเกษตร (AWs)

2.1) จากการลงพื้นที่เพื่อศึกษาถึงการปลูกฟักทองญี่ปุ่นในแปลงเพาะปลูกของเกษตรกร พบว่าผลผลิตที่ได้มีหลายชนิด โดยส่วนใหญ่แล้วเป็นของเสียมากกว่าผลผลิตที่สามารถนำไปขายได้ ซึ่งบางส่วนยังคงสามารถนำมารับประทานได้ แต่ถูกกำจัดทิ้ง เนื่องจากหลายสาเหตุ อาทิ ความยุ่งยากในการจัดการหรือเป็นส่วนที่เน่าเสีย ซึ่งของเสียที่เกิดขึ้นในแปลงเพาะปลูกของเกษตรกร 1 ราย แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ของเสียแต่ละประเภทที่เกิดขึ้นในกระบวนการเพาะปลูกฟักทองญี่ปุ่นใน 1 แปลง (3 ไร่ หรือ 2,700 ต้น)

ประเภทของเสีย	รายละเอียด	จำนวนเฉลี่ย/ต้น	น้ำหนักเฉลี่ย/ต้น	จำนวนเฉลี่ย/แปลง	น้ำหนักเฉลี่ย/แปลง
กระบวนการเพาะปลูก (เกษตรกร)					
ต้นที่เป็นโรค	ต้นฟักทองญี่ปุ่นที่ตายในระหว่างการเพาะปลูกจากการติดโรคพืช หรือโดนแมลงกัดแทะ โดยปกติแล้วต้นฟักทองญี่ปุ่นที่ตายมีประมาณร้อยละ 10/แปลง	1 ต้น	300 กรัม	270 ต้น *	81 ก.ก.
แขนง	เป็นส่วนที่งอกออกมาจากข้อต่อของใบ ซึ่งเกษตรกรจะเด็ดแขนงทิ้งตั้งแต่ยังเล็กๆ เนื่องจากจะไปแย่งสารอาหารของผล	15 แขนง	- **	36,450 แขนง	- **
ใบแก่	เกษตรกรจะเด็ดใบแก่ทิ้งออกไปบ้าง เพื่อทำให้ต้นโปร่งขึ้นสามารถดูแลรักษาแมลงและโรคพืชได้ง่ายขึ้น	3 ใบ (200 – 300 กรัม/ใบ)	800 กรัม	7,290 ใบ	5,832 ก.ก.
ผลอ่อน	เกษตรกรจะเลือกผลอ่อนในเถาฟักทองญี่ปุ่นไว้ไม่เกินเถาละ 2 ผล และหลังจากนั้นจะตัดผลอ่อนอื่นๆ ทิ้ง	2 ผล (200 กรัม/ผล)	400 กรัม	4,860 ผล	1,944 ก.ก.
ยอด และใบอ่อน	หลังจากต้นฟักทองญี่ปุ่นอายุประมาณ 50 วันเกษตรกรจะทำการตัดยอดอ่อนออก เพื่อให้ต้นหยุดงอกยาว และนำสารอาหารไปเลี้ยงผลฟักทองญี่ปุ่น	1 ยอด	150 กรัม	2,430 ยอด	365 ก.ก.
ผลตกเกรด	ผลฟักทองญี่ปุ่นที่ไม่เข้าเกณฑ์การรับซื้อของทาง พ่อค้าคนกลาง ซึ่งในแต่ละแปลงมีผลตกเกรดร้อยละ 5/แปลง	1 ผล	1,500 กรัม	122 ผล	182 ก.ก.
เถาฟักทองญี่ปุ่น	หลักจากที่เก็บเกี่ยวผลผลิตเสร็จแล้ว ในแปลงจะเหลือเถาที่เป็นลำต้นของฟักทองญี่ปุ่นเอาไว้ สามารถย่อยสลายได้ง่าย	1 เถา	2,000 กรัม	2,430 เถา	4,860 ก.ก.
รวมทั้งหมด					13,264 กก.

* ในแต่ละแปลงจะมีต้นฟักทองญี่ปุ่นเฉลี่ย 2,700 ต้น แต่มีต้นที่เป็นโรคระบาดเฉลี่ยร้อยละ 10 ดังนั้นในแต่ละแปลงจะมีต้นฟักทองที่สามารถเก็บผลผลิตเหลืออยู่เฉลี่ย 2,430 ต้น

** แขนงที่เกษตรกรเด็ดทิ้งมีขนาดเล็กมาก (ขนาดความยาวไม่เกิน 5 เซนติเมตร) ทำให้นำมาใช้ต่อได้ยาก ดังนั้นของเสียชนิดนี้เกษตรกรปล่อยให้ย่อยสลายไปเองภายในแปลง

2.2) จากการเก็บข้อมูลปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในส่วนของกระบวนการเพาะปลูกในแปลงของเกษตร 1 ราย ผู้วิจัยได้นำปริมาณของเสียที่ได้มาหาปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงการเพาะปลูกฟักทองญี่ปุ่น โดยคิดจากจำนวนเกษตรกรที่เพาะปลูกในแต่ละช่วงปี ซึ่งปริมาณของเสียเฉลี่ยที่เกิดขึ้น แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3: ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นเฉลี่ยในแต่ละรอบการเพาะปลูก

ประเภทของเสีย	น้ำหนักของเสียเฉลี่ย/แปลง (ก.ก.)	น้ำหนักของเสียเฉลี่ย (จากการเพาะปลูก 324,000 ต้น)		
		มกราคม – เมษายน (10 ราย)	พฤษภาคม – สิงหาคม (55 ราย)	กันยายน – ธันวาคม (55 ราย)
ต้นที่เป็นโรค	81 ก.ก.	810 ก.ก.	4,455 ก.ก.	4,455 ก.ก.
แขนง-ใบแก่	5,832 ก.ก.	58,320 ก.ก.	320,760 ก.ก.	320,760 ก.ก.
ผลอ่อน	1,944 ก.ก.	19,440 ก.ก.	106,920 ก.ก.	106,920 ก.ก.
ยอด และ ใบอ่อน	365 ก.ก.	3,645 ก.ก.	20,048 ก.ก.	20,048 ก.ก.
ผลตกเกรด	182 ก.ก.	1,823 ก.ก.	10,024 ก.ก.	10,024 ก.ก.
เถาฟักทองญี่ปุ่น	4,860 ก.ก.	48,600 ก.ก.	267,300 ก.ก.	267,300 ก.ก.
รวม	13,264 ก.ก.	132,638 ก.ก.	729,506 ก.ก.	729,506 ก.ก.

2.3) ในกระบวนการแปรรูปฟักทองญี่ปุ่น เพื่อส่งขายเนื้อฟักทองญี่ปุ่นของกลุ่มเกษตรกรจะมีของเสียที่เกิดทั้งหมด 2 ชนิด คือ เมล็ดฟักทอง และเปลือกฟักทอง ซึ่งการหาปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยได้ใช้ปริมาณการสั่งซื้อเนื้อฟักทองญี่ปุ่นจากร้านค้าภายนอกภายในปีพ.ศ.2562 พบว่าทางกลุ่มได้รับคำสั่งซื้อเนื้อฟักทองญี่ปุ่น 400 ก.ก./สัปดาห์

จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ดูแลการแปรรูปฟักทองญี่ปุ่น และข้อมูลปริมาณผลผลิตที่ได้รับ พบว่าการแปรรูปฟักทองญี่ปุ่นได้ส่วนของดีประกอบด้วย ชิ้นเนื้อฟักทองญี่ปุ่นร้อยละ 42 และชิ้นเศษร้อยละ 20 และส่วนที่เป็นของเสียประกอบด้วย เมล็ดร้อยละ 20 และเปลือกร้อยละ 18 ดังนั้นกลุ่มเกษตรกรต้องนำผลฟักทองญี่ปุ่นตกเกรดเข้ามาแปรรูปอย่างน้อยสัปดาห์ละ 720 ก.ก. โดยปริมาณของเสียทั้ง 2 ส่วน แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4: ของเสียที่เกิดจากกระบวนการแปรรูปฟักทองญี่ปุ่นตลอดทั้งปี

ประเภทของเสีย	น้ำหนักเฉลี่ย/สัปดาห์		รวมตลอดทั้งปี	
	น้ำหนักเฉลี่ย	หน่วย	น้ำหนักเฉลี่ยรวม	หน่วย
เมล็ด	144	ก.ก.	7,488	ก.ก.
เปลือก	130	ก.ก.	6,739	ก.ก.
รวม	274	ก.ก.	14,227	ก.ก.

2.4) จากการสัมภาษณ์เกษตรกร และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการเพาะปลูกฟักทองญี่ปุ่น และการแปรรูปผลผลิต มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาปริมาณของเสียทางการเกษตรที่เกิดขึ้นเฉลี่ยตลอดทั้งปี โดยของเสียที่เกิดขึ้นมีทั้งหมด 8 ชนิด สามารถแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่บริโภคได้ (Edible) คือ สิ่งที่มนุษย์สามารถรับประทานได้ เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย สามารถสร้างพลังงานให้แก่ร่างกายนำไปใช้ในการทำกิจกรรมต่างๆ ได้ อาทิ การวิ่ง, การคิด, การทำงาน รวมถึงช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้แก่ร่างกาย โดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย (Ministry of Agriculture Animal Industry and Fisheries, 2015)

กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มที่บริโภคไม่ได้ (Inedible) คือ ของเสียที่ได้มานั้นไม่สามารถนำไปปรุงอาหาร หรือแปรรูปเพื่อการบริโภคได้ โดยตารางที่ 5 เป็นการอธิบายถึงลักษณะ และปริมาณของเสียประเภทต่างๆ ที่เกิดขึ้น รวมถึงการจัดกลุ่มให้ ในแต่ละประเภท

ตารางที่ 5: ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นตลอดทั้งปี (จากการเพาะปลูก 324,000 ต้น)

ประเภท AWs	กระบวนการที่เกิดของเสีย	การจัดกลุ่ม		น้ำหนัก (ก.ก.)	น้ำหนัก (ตัน)
		บริโภคได้	บริโภคไม่ได้		
ต้นที่เป็นโรค	เพาะปลูก		•	9,720	9.7
แขนง-ใบแก่	เพาะปลูก		•	699,840	699.8
ผลอ่อน	เพาะปลูก	•		233,280	233
ยอด และ ใบอ่อน	เพาะปลูก	•		43,740	43.7
ผลตกเกรด	เพาะปลูก	•		21,870	21.9
เถาฟักทองญี่ปุ่น	เพาะปลูก		•	583,200	583
เมล็ด	แปรรูป	•		7,488	7.5
เปลือก	แปรรูป		•	6,739	6.7
	รวม	306,378 ก.ก.	1,299,499 ก.ก.	1,605,877 ก.ก.	

3) การนำกรอบแนวคิดระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน (CE) มาใช้ในการจัดการของเสียทางการเกษตร

ในการจัดการของเสียทางการเกษตรที่เกิดขึ้นภายในห่วงโซ่อุปทานฟักทองญี่ปุ่น ตั้งแต่กระบวนการเพาะปลูกจนถึงขั้นตอนการแปรรูปสินค้านั้นมีทั้งหมด 8 ประเภท ดังนั้นการหาแนวทางนำของเสียที่เกิดขึ้นมาแปรรูป ผู้วิจัยได้นำแนวคิด Closing the resource loops มาช่วยในการหาแนวทางการแปรรูปของเสียทางการเกษตรที่เหมาะสมกับแต่ละประเภท เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่กลับมาหมุนเวียนใช้ในระบบ และเป็นการเพิ่มมูลค่าของเสียต่างๆ ที่เกิดขึ้น เพื่อต้องการลดขยะที่เกิดขึ้น และเป็นการลดการสูญเสียอาหารที่มีไปอย่างเปล่าประโยชน์ ทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้แก่ ของเสียที่เกิดขึ้น ตามแนวคิดระบบเศรษฐกิจหมุนเวียนเพื่อการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด

3.1) การวิเคราะห์แนวทางในการแปรรูปของเสียทางการเกษตร

งานวิจัยนี้มีขอบเขตของการศึกษาอยู่ในกระบวนการเพาะปลูก และการแปรรูปฟักทองญี่ปุ่น ดังนั้นการวิเคราะห์ของเสียที่เกิดขึ้นจะวิเคราะห์เฉพาะใน 2 จุดนี้เท่านั้น ในการทำงานแต่ละขั้นตอนจะมีผลผลิตทั้งในส่วนของดี และของเสียเกิดขึ้น โดยสามารถระบุผลผลิตที่เป็นส่วนของเสียจากปัจจัยต่างๆ ที่ใช้ในการตัดสินใจ คือ 1) ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้มีความเสียหายไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการรับซื้อ หรือ 2) ผลผลิตที่เน่าเสียจนไม่สามารถนำไปขายเพื่อสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกร หรือผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในห่วงโซ่อุปทานได้ อาทิ ผลตกเกรด หรือ 3) ผลผลิตที่เกิดขึ้นบางส่วนไม่เป็นที่ต้องการของตลาด และไม่สามารถนำไปบริโภคหรือแปรรูปเป็นอาหารได้ อาทิ เถา ใบแก่ เปลือก หรือ 4) ผลผลิตที่สามารถนำไปบริโภคได้แต่มีความยุ่งยากในการจัดการ ต้องมีขั้นตอนการเตรียมการก่อนนำไปส่งขายมากขึ้น เช่น การล้าง การตัดแต่ง หรือการขนส่ง เป็นต้น อาทิ เมล็ด ยอดอ่อน และผลอ่อน

การหาแนวทางในการแปรรูปของเสียโดยใช้แนวคิด Closing the resource loops เป็นการหาแนวทางการแปรรูปของเสียที่เกิดขึ้นทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่บริโภคไม่ได้ และกลุ่มที่บริโภคได้ เพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ และเพิ่มคุณค่าให้แก่ของเสีย โดยวิธีการแปรรูปที่จะนำมาใช้แปรรูปของเสียให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ออกมาได้นั้น ผู้วิจัยได้อ้างอิงจากเอกสารทางวิชาการ หรืองานวิจัยต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้แปรรูปของเสียทางการเกษตรที่มีอยู่ และมีความเป็นไปได้ที่จะสามารถทำได้จริง แสดงดังตารางที่ 6

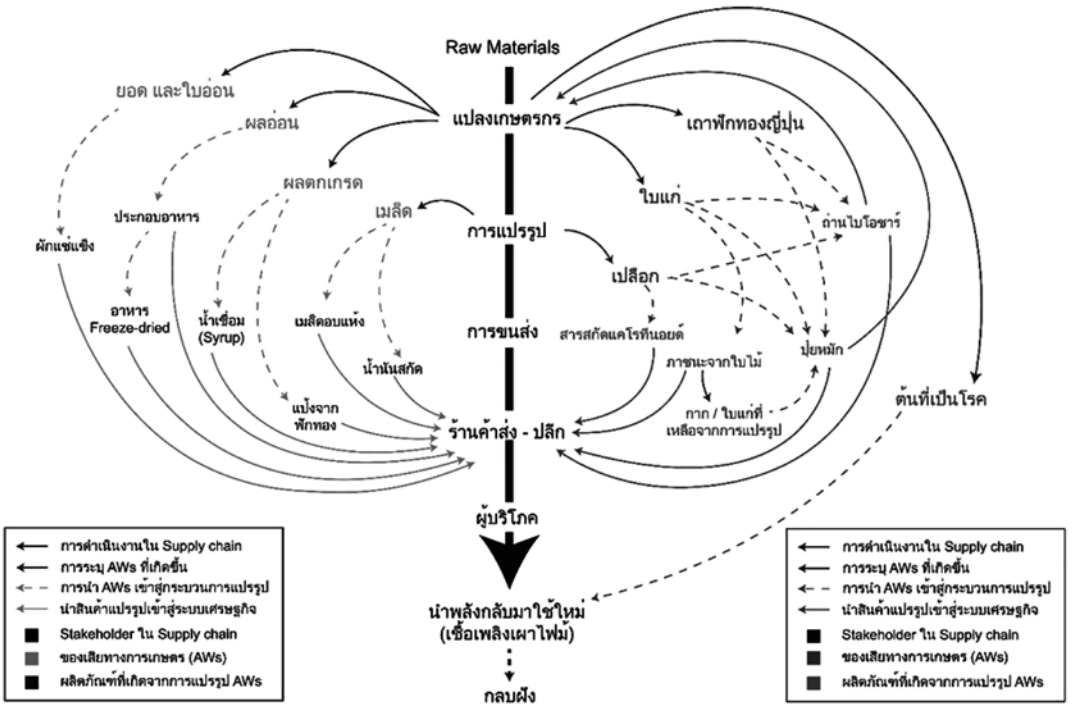
ตารางที่ 6: ตัวอย่างแนวทางในการใช้ประโยชน์จากของเสีย

แผนการดำเนินงาน	การแบ่งกลุ่มของเสีย		แนวทางการแปรรูปของเสียทางการเกษตร	
	กลุ่มที่บริโภคได้	กลุ่มที่บริโภคไม่ได้	การแปรรูปวัตถุดิบให้ต่างจากเดิม (Closing resource loops)	การกู้พลังงาน (Energy recovery)
ต้นที่เป็นโรค		•	-	เชื้อเพลิงใช้ก่อไฟ
แขนง และใบแก่		•	ภาชนะจากใบไม้ (Mueangklang et al, 2021) ถ่านไบโอชาร์ (Wongsiriamnuay,2022)	-
ผลอ่อน	•		อาหาร Freeze-drying (Ciurzyńska & Lenart, 2011)	-
ยอด และใบอ่อน	•		แปรรูปเป็นผักแช่แข็ง (Borompichaichartkul, 2012) อาหาร Freeze-drying (Ciurzyńska & Lenart, 2011)	-
ผลตกเกรด	•		น้ำเชื่อมจากเนื้อฟักทอง (Srisamatthakarn et al., 2019) แป้งทาร์ตสำหรับทำขนมจากเนื้อฟักทอง (Roidoung et al., 2018)	-

แผนการดำเนินงาน	การแบ่งกลุ่มของเสีย		แนวทางการแปรรูปของเสียทางการเกษตร	
	กลุ่มที่บริโภคได้	กลุ่มที่บริโภคไม่ได้	การแปรรูปวัตถุดิบให้ต่างจากเดิม (Closing resource loops)	การกู้พลังงาน (Energy recovery)
เกาฟักทองญี่ปุ่น		•	ถ่านไบโอชาร์ ปุ๋ยหมัก (Sawangpanyangkura, 2015)	-
เมล็ด	•		น้ำมันสกัดจากเมล็ดฯ (Lestari & Meiyanto, 2018) เต้าหู้แข็งจากเมล็ดฯ (National Research Council of Thailand, 2015)	-
เปลือกฟักทองญี่ปุ่น		•	ถ่านไบโอชาร์(Wongsiriamnuay,2022) สารสกัดแคโรทีนอยด์ (Carotenoid) (Lima et al., 2021)	-

3.2) ผลผลิตที่ได้จากการแปรรูปนำกลับมาหมุนเวียนในระบบเศรษฐกิจ

เมื่อได้วิธีการแปรรูปของเสียทางการเกษตรมาแล้ว ทำให้ทราบถึงผลผลิตที่จะได้จากการแปรรูป โดยผลผลิตนั้นจะสามารถนำกลับไปหมุนเวียนใช้ในระบบเศรษฐกิจได้อีกครั้ง โดยแผนภาพในการนำของเสียมาแปรรูป และนำกลับไปหมุนเวียนในระบบใหม่นั้น จะนำแนวคิดแผนภาพผีเสื้อ ของ Ellen MacArthur Foundation มาประยุกต์ใช้ เพื่ออธิบายการหมุนเวียนของทรัพยากรที่มีอยู่ในระบบ โดยแผนภาพนี้จะแสดงวิธีการหมุนเวียนของ กลุ่มวัสดุชีวภาพ ทั้ง 2 ด้าน โดยด้านหนึ่งจะแสดงการไหลเวียนของทรัพยากรที่อยู่ในกลุ่มที่บริโภคได้ และอีกด้านจะเป็น กลุ่มที่บริโภคไม่ได้ โดยแผนภาพนี้แสดงดังรูปภาพที่ 2



ภาพที่ 2: การนำของเสียทางการเกษตร กลับมาหมุนเวียนในระบบเศรษฐกิจ

ผลการศึกษา

1) การวิเคราะห์ถึงการนำของเสียทางการเกษตรมาแปรรูป

จากการพิจารณาถึงปริมาณของเสียทางการเกษตรที่เกิดขึ้นตลอดทั้งปี พบว่าของเสียที่เกิดขึ้นมีทั้งหมด 8 ประเภท ซึ่งของเสียที่เกิดขึ้นนี้สามารถนำมาแบ่งกลุ่มได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่บริโภคไม่ได้ และกลุ่มที่บริโภคได้ ผู้วิจัยได้นำแนวคิด Closing the resource loops มาวิเคราะห์หากระบวนการแปรรูปที่เหมาะสมกับวัตถุดิบแต่ละประเภท แต่ในการนำของเสียที่เกิดขึ้นมาเข้าสู่การแปรรูปนั้น เกษตรกรไม่จำเป็นต้องนำทั้งหมดมาแปรรูป แต่สามารถเลือกทำการผลิตได้ว่าตนเอง และคนในชุมชนสนใจนำของเสียชนิดใดมาผลิต และจะผลิตด้วยกระบวนการใด ซึ่งในแต่ละกระบวนการจะใช้ทุน วัตถุดิบ และเทคโนโลยีที่แตกต่างกัน โดยผู้วิจัยได้แบ่งรูปแบบการประกอบธุรกิจออกเป็น 2 รูปแบบ คือ ในระดับครัวเรือน (Household) และระดับธุรกิจ (Business) โดยมีเทคโนโลยี และอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตเป็นตัวตัดสินใจ

ในระดับครัวเรือน (Household) คือ เกษตรกรนำของเสียทางการเกษตรมาแปรรูปได้เอง เช่น เกษตรกรนำเถา และใบ หรือส่วนอื่นๆ มาแปรรูปเป็นปุ๋ยหมัก หรือถ่านไบโอชาร์ ที่มีกรรมวิธีในการผลิตที่ไม่ซับซ้อน มีการลงทุนที่ไม่สูง และสามารถนำผลผลิตที่ได้กลับไปหมุนเวียนใช้ในแปลงเพาะปลูกของตนเองได้

ในระดับธุรกิจ (Business) ที่ต้องมีการลงทุน มีองค์ความรู้ และมีเครื่องจักรเข้ามาช่วยในการแปรรูป ซึ่งเหมาะแก่ผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูง อาทิ การนำเมล็ดฟักทองมาแปรรูปเป็นน้ำมันสกัด การประกอบการในระดับธุรกิจนั้น เกษตรกร และคนในชุมชนสามารถจัดตั้งเป็นวิสาหกิจชุมชน (Community Enterprise) ซึ่งเป็นการรวมกลุ่มกันภายในชุมชน เพื่อการผลิตสินค้า และบริการที่ดำเนินการโดยคณะบุคคลในพื้นที่เดียวกัน

และมีความผูกผันกัน มีวัตถุประสงค์ในการสร้างรายได้ให้แก่ชุมชน โดยเน้นการพึ่งพาตนเองภายใน ชุมชน และชุมชนใกล้เคียง (Sastsara & Mekdee, 2021) โดยในการวิเคราะห์การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากของเสียทางการเกษตรแสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7: ตัวอย่างการแปรรูปของเสียทางการเกษตร และหน่วยเศรษฐกิจที่ควรส่งเสริมให้มีการแปรรูป AWs

ประเภทของ AWs	ปริมาณ AWs ที่เกิดขึ้นเฉลี่ย/ปี	แนวทางในการแปรรูป	เทคโนโลยี / อุปกรณ์ในการผลิต	หน่วยเศรษฐกิจที่ควรดำเนินการแปรรูป
ต้นที่เป็นโรค	9,720 ก.ก.	เชื้อเพลิงใช้ในการก่อไฟ	-	ครัวเรือน
แขนง และใบแก่	699,840 ก.ก.	- ภาชนะจากใบไม้ - ปุ๋ยหมัก - ถ่านไบโอชาร์	เครื่องขึ้นรูปภาชนะ เตาเผาถ่านไบโอชาร์	ครัวเรือน / ธุรกิจ ครัวเรือน ครัวเรือน
ผลอ่อน	233,280 ก.ก.	อาหาร Freeze-dried	- เครื่อง Freeze Drier และ vacuum packaging machine	ธุรกิจ
ยอด และใบอ่อน	43,740 ก.ก.	ผักแช่แข็ง	เครื่องแช่เยือกแข็ง (Freezer)	ธุรกิจ
ผลฟักทองตกเกรด	21,870 ก.ก.	- แป้งทำขนมทาร์ตจากเนื้อฟักทอง - ผงซุปฟักทองเข้มข้น (Pumpkin Puree Powder)	- ตู้อบลมร้อน และเครื่องบด (Hammer mill) - เครื่อง Freeze Drier และ vacuum packaging machine	ธุรกิจ ธุรกิจ
เถาฟักทอง	583,200 ก.ก..	- ถ่านไบโอชาร์ - ปุ๋ยหมัก	เตาเผาถ่านไบโอชาร์ -	ครัวเรือน ครัวเรือน
เมล็ดฟักทอง	7,488 ก.ก.	- น้ำมันสกัดจากเมล็ดฯ - เต้าหู้แข็งจากเมล็ดฯ	-เครื่องสกัดน้ำมัน เครื่องอบแห้ง และเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดฯ - เครื่องปั่นอาหาร หม้อต้ม และแม่พิมพ์เต้าหู้	ธุรกิจ ครัวเรือน / ธุรกิจ
เปลือกฟักทอง	6,739 ก.ก.	สารสกัดแคโรทีนอยด์	เครื่องพ่นฝอยอบแห้ง (Spray Drying)	ธุรกิจ

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นถึงของเสียทางการเกษตรที่เกิดขึ้นทั้ง 8 ชนิด และแนวทางการแปรรูป ซึ่งของเสียแต่ละประเภทนั้นมีวิธีการที่จะนำไปแปรรูปที่ต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะของเสียที่ได้ ดังต่อไปนี้

1) ต้นที่เป็นโรค จากการสัมภาษณ์เกษตรกร พบว่าต้นฟักทองญี่ปุ่นมี โรคแอนแทรคโนส (เกิดจากเชื้อรา) หรือเพลี้ยไฟ เข้าทำลายต้นฟักทองญี่ปุ่นให้เกิดความเสียหาย ซึ่งเกษตรกรจำเป็นที่จะต้องถอนต้นที่ติดโรคทิ้ง และควรนำไปเผาไฟ เพื่อลดโอกาสการแพร่กระจายของโรคระบาด จากการลงพื้นที่พบว่าเกษตรกรและชาวบ้านมีการใช้ฟืนสำหรับก่อไฟ เพื่อทำอาหารเป็นปกติ ดังนั้นในการนำต้นที่เป็นโรคไปใช้สำหรับก่อไฟจึงเหมาะสมต่อการดำเนินชีวิตของคนในพื้นที่

2) แขนง และใบแก่ ในส่วนของแขนง คือ ส่วนที่แตกออกมาจากระหว่างข้อต่อใบ เกษตรกรจะเด็ดแขนงทิ้งตั้งแต่ยังมีขนาดเล็ก ซึ่งไม่สามารถนำใช้ประโยชน์ได้ แต่ใบแก่ คือ ใบที่ถูกเด็ดทิ้งระหว่างการเพาะปลูกเฉลี่ยอยู่ที่ 3 ใบ/เถา ซึ่งในการนำใบแก่ไปแปรรูปนั้นสามารถนำไปขึ้นรูปเป็นถ้วย หรือภาชนะจากใบฟักทองได้ ซึ่งจากการทดลองนำใบฟักทองไปขึ้นรูปเป็นภาชนะ ตามวิธีการของ Sinthao, Thongpartee and Dokmaijeen (2019) โดยนำใบฟักทองมาขึ้นรูป 3 ใบ/ถ้วย โดยใช้พลาสติกชีวภาพ หรือกาวแป้งเปียกมาเป็นสารยึดติดใบฟักทองแต่ละชั้นเข้าด้วยกัน พบว่าภาชนะจากใบฟักทองสามารถขึ้นรูปได้ แต่เหมาะสำหรับใส่อาหารแห้งเท่านั้น ทั้งนี้หากนำไปผลิตจริงจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงกระบวนการผลิต และสารยึดติดที่เหมาะสมต่อการใช้งาน หรือนำใบไม้ชนิดอื่น อาทิ ใบกล้วย หรือกาบไผ่ (Mueangklang et al., 2021) ที่เป็นวัสดุที่มีอยู่ในพื้นที่มาประยุกต์ใช้เข้าด้วยกัน เพื่อให้ภาชนะมีความแข็งแรง และทนต่อน้ำมากยิ่งขึ้น

3) ผลอ่อนฟักทองญี่ปุ่น ในประเทศไทยยังไม่มีงานวิจัยที่นำเอาผลอ่อนของฟักทองญี่ปุ่น และจากฟักทองพันธุ์อื่นๆ ไปแปรรูปโดยตรง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำวิธีการถนอมอาหารแบบการอบแห้งด้วยความเย็น (Freeze Drier) มาประยุกต์ใช้กับผลอ่อน โดยจะต้องนำผลอ่อนมาแปรรูปเป็นอาหาร และนำอาหารไปเข้าสู่กระบวนการอบแห้งด้วยความเย็น ซึ่งการอบแห้งด้วยความเย็น คือ การถนอมอาหารในรูปแบบหนึ่งที่สามารถถนอมอาหารเก็บไว้ได้ยาวนานถึง 25 ปี โดยที่อาหารไม่สูญเสียคุณภาพ หรือสารอาหารไป เมื่อต้องการรับประทานให้ใส่น้ำร้อนลงไปจะทำให้อาหารกลับมาในสภาพเดิมได้ (Borompichaichartkul, 2012)

4) ยอด และใบอ่อน ในอาหารไทยบางประเภทมีการนำยอดฟักทองมาประกอบอาหาร อาทิ ผัดผักแกงเลียง ผัดไข่ เป็นต้น แต่ในส่วนของใบอ่อนนั้นคนไทยไม่นิยมรับประทาน ดังนั้นการแปรรูปยอด และใบในพืชตระกูลฟักทอง หรือสควอช (Squash) ยังไม่มีการศึกษา และวิจัยเพิ่มเติม แต่ในต่างประเทศ อาทิ ประเทศแถบไนจีเรีย มีการนำใบอูกู (Ugu) ซึ่งเป็นพืชในวงศ์แตง (Cucurbitaceae) ที่อยู่ในวงศ์เดียวกับฟักทองไปแปรรูปเป็นผักแช่แข็ง (Frozen) เช่นเดียวกับใบผักโขม เพื่อนำมาประกอบอาหารในภายหลัง (Ogori et al., 2015)

5) ผลตกเกรด เป็นผลฟักทองญี่ปุ่นที่มีตำหนิไม่ผ่านเกณฑ์การรับซื้อของพ่อค้าคนกลาง แต่มีรสชาติ น้ำหนัก และสารอาหารเหมือนกับฟักทองปกติ ในปัจจุบันมีงานวิจัยที่นำเนื้อฟักทองญี่ปุ่น และฟักทองสายพันธุ์อื่นๆ ไปแปรรูปเป็นอาหาร อาทิ การแปรรูปเป็นน้ำเชื่อม การนำเนื้อฟักทองไปบดเป็นแป้งสำหรับทำขนม หรือการนำเนื้อฟักทองญี่ปุ่นมาเข้าสู่กระบวนการ Freeze Dried เพื่อผลิตเป็นผงซุปฟักทองเข้มข้น (Pumpkin Puree Powder) ได้ (Dirim & Çalışkan, 2012)

6) เถาฟักทองญี่ปุ่น หลังจากการเก็บเกี่ยวผลฟักทองญี่ปุ่นแล้ว ภายในแปลงจะมีซากเถาฟักทองอยู่ โดยเกษตรกรจะทิ้งซากเหล่านั้นไว้ในแปลงเพาะปลูก เพราะ เถาฟักทองญี่ปุ่นเป็นพืชที่ย่อยสลายได้ง่าย แต่ทั้งนี้เถาฟักทองญี่ปุ่นเมื่อถึงอายุใกล้เก็บเกี่ยว (อายุ 50 – 120 วัน) จะเกิดโรคราแป้งเข้าทำลายต้นฟักทองให้เกิดความเสียหาย ซึ่งจากการสัมภาษณ์เกษตรกร พบว่าเกษตรกรหลายรายมีความเห็นว่า โรคราแป้งเป็นโรคประจำตัวของฟักทองญี่ปุ่นเกิดหมุนเวียนไปทุกฤดูกาล ดังนั้นเกษตรกรจึงไม่วิตกกังวลกับโรคระบาดชนิดนี้ แต่ในทางกลับกันเชื้อราชนิดนี้จะทำให้ต้นพืชอ่อนแอ่ลง หากมีการระบาดตั้งแต่ในระยะที่ต้นพืชยังเล็กจะส่งผลกระทบมากขึ้น อาทิ ทำให้รูปร่างของใบเล็กแกรน ใบหลุดร่วงได้ง่ายดอกเหี่ยว ไม่ติดผล หรือทำให้ผลอ่อนหลุดจากขั้วได้ง่าย ผลมีรูปร่างบิดเบี้ยว หรือสีผิวของผลฟักทองผิดปกติไป โดยวงจรชีวิตของเชื้อรา คือ เมื่อสร้างสปอร์บนต้นพืชแล้ว จะปล่อยสปอร์ลงสู่พื้นดิน หรือในอากาศ เพื่อแพร่เชื้อราต่อไป จึงส่งผลให้โรคราแป้งเกิดหมุนเวียนไปตลอด (Department of Agriculture, 2016)

เมื่อเริ่มเกิดโรคราแป้งเกษตรกรควรจัดการโดยการพ่นยาป้องกัน ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 2 รูปแบบ คือ การใช้สารเคมีจำพวก สารไดโนแคป ไตรโฟรีน และเบโนมิล หรือการใช้เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ บาซิลลัส ซับทิลิส (Bacillus Subtilis) หรือ BS ฉีดพ่นภายในแปลง (Li et al., 2015) และการจัดการแปลงหลังเก็บเกี่ยวเกษตรกร

ควรนำเถาฟักทองญี่ปุ่นออกจากพื้นที่แปลงเพื่อตัดวงจรของเชื้อรา โดยนำเถาฟักทองมาแปรรูปเป็นปุ๋ยหมัก ซึ่งก่อนการหมักปุ๋ยควรจะต้องฉีดพ่นเชื้อแบคทีเรีย BS เพื่อเป็นการยับยั้งไม่ให้เชื้อราแป้งระบาดภายหลัง หรือการแปรรูปเป็นถ่านไบโอชาร์ ที่เป็นกระบวนการย่อยสลายเชิงความร้อนที่เรียกว่า ไพโรไลซิส (Pyrolysis) ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นผงถ่านลักษณะเป็นรูพรุน สามารถช่วยกักเก็บน้ำไว้ในดินได้ดี ช่วยดูดซับสารอาหารจากปุ๋ยที่เกษตรกรใช้ในการเพาะปลูก (Wongsiriamnuay, 2022)

7) เมล็ดฟักทองญี่ปุ่น สามารถนำไปสกัดเป็นน้ำมันได้ ซึ่งถือเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูง และมีคุณค่าทางโภชนาการต่างๆ โดยในน้ำมันสกัดจากเมล็ดฟักทองมีวิตามิน และแร่ธาตุที่ช่วยบำรุงร่างกายอยู่หลายชนิด อาทิ สารต้านอนุมูลอิสระ ที่ช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็งต่างๆ อาทิ ลดความเสี่ยงของการเป็นมะเร็งเต้านมในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน เป็นต้น (Lestari & Meiyanto, 2018)

8) เปลือกฟักทองญี่ปุ่น เปลือกที่เหลือจากการแปรรูป มีลักษณะแข็ง และหนา จึงไม่เหมาะที่นำมารับประทาน แต่ในเปลือกฟักทองนั้นอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระแคโรทีนอยด์ (Carotenoids) ในงานวิจัยของ Lima et al. (2021) ได้ทำการสกัดแคโรทีนอยด์จากเปลือกฟักทอง โดยวิธีการพ่นฝอยอบแห้ง (Spray Drying) ซึ่งผลผลิตที่ได้จะมีลักษณะเป็นผงละเอียด ละลายได้ในน้ำมัน ซึ่งสามารถนำไปใช้ในทางการแพทย์, สีผสมอาหาร หรือ ผสมในเครื่องสำอาง โดยสรรพคุณของแคโรทีนอยด์มีหลายประการ อาทิ สามารถช่วยป้องกันมะเร็ง ช่วยบำรุงสายตา ชะลอความเสื่อมของเซลล์ลูกตา ช่วยบำรุงผิวพรรณสามารถป้องกันแสงรังสีอัลตราไวโอเลตจากแสงแดด ทำให้ผิวไม่คล้ำเสีย (Suwanaruang, 2017)

2) การวิเคราะห์ผลประโยชน์จากการนำระบบเศรษฐกิจหมุนเวียนมาประยุกต์ใช้ในการจัดการของเสียทางการเกษตร

ในการวิเคราะห์ถึงความคุ้มค่า และความยั่งยืนในการจัดการของเสียทางการเกษตรนั้น ไม่สามารถหวังผลกำไรจากการทำงานเพียงด้านเดียวได้ แต่ต้องมีการวิเคราะห์มุมมองในด้านอื่นๆ เข้ามาประกอบด้วยเช่นกัน อาทิ ด้านสังคม ด้านเศรษฐศาสตร์ และด้านสิ่งแวดล้อม ดังนั้นในการวิเคราะห์ถึงภาพรวมในการจัดการของเสียด้วยการนำระบบเศรษฐกิจหมุนเวียนมาประยุกต์ใช้ในแปลงเพาะปลูก และการแปรรูป ผู้วิจัยได้พิจารณาผลประโยชน์ที่ชุมชน และเกษตรกร ได้รับ ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม และด้านสิ่งแวดล้อม

ด้านสังคมการดำเนินการแปรรูปของเสียทางการเกษตรนั้น ต้องได้รับความร่วมมือจากคนในชุมชนเช่นเดียวกัน อาทิ การได้รับความร่วมมือจากเกษตรกรในการจัดเก็บ และรวบรวมของเสียที่เกิดขึ้นภายในแปลงไว้ให้ โดยเฉพาะแปลงเพาะปลูกของเกษตรกรแต่ละรายอยู่ห่างไกลกันมาก บางแปลงเดินทางได้ยากลำบาก รวมถึงความสำเร็จในการดำเนินงานนี้ต้องให้เกษตรกร หรือคนในชุมชนเห็นคุณค่าของทรัพยากรที่ตนเองมีว่าเป็นสิ่งสำคัญ และมีประโยชน์ โดยเริ่มแรกควรสร้างจิตสำนึก (Consciousness) ให้เกษตรกร และคนในชุมชนเห็นถึงความสำคัญของธรรมชาติที่มีภายในชุมชน อาทิ ไม่ทิ้งของเสียประเภทที่ติดโรคต่างๆ ลงสู่ธรรมชาติ และสร้างแนวคิดให้คนในชุมชนเห็นชอบถึงการนำของเสียมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ของเสียทางการเกษตร โดยไม่เกิดจากการบังคับให้ร่วมมือ ซึ่งการนำของเสียทางการเกษตรมาแปรรูปนั้นมีวัตถุประสงค์ในการสร้างรายได้ให้แก่ชุมชน โดยเน้นการพึ่งพาตนเองภายใน ชุมชน ช่วยให้มีรายได้หมุนเวียนกลับมาสู่ชุมชน และช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมให้เกิดความยั่งยืน

ในด้านสิ่งแวดล้อม เกษตรกรหลายรายมีพื้นที่เพาะปลูกที่ติดกับพื้นที่เขตป่าไม้ ดังนั้นในการเพาะปลูก เกษตรกรจำเป็นต้องใส่ใจในการจัดการของเสียให้ดียิ่งขึ้น โดยไม่ทิ้งขยะ หรือของเสียต่างๆ ไว้ในธรรมชาติ เพื่อลดโอกาสการเกิดโรคระบาดภายในแปลง และผลกระทบเชิงลบต่างๆ ต่อธรรมชาติโดยรอบ ดังภาพที่ 3

ภาพที่ 3: พื้นที่เพาะปลูก และเขตป่าไม้ ของพื้นที่เกษตรกรในกลุ่มตัวอย่าง

จากรูปที่ 3 เป็นพื้นที่เพาะปลูกฟักทองญี่ปุ่นของเกษตรกร ในพื้นที่อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ โดยพื้นที่สีแดง คือ แปลงเพาะปลูกของเกษตรกร และพื้นที่สีเขียว คือ เขตป่าไม้ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงแนวเขตทั้ง 2 พื้นที่อยู่ติดกัน ดังนั้นในการดำเนินงานต่างๆ ของเกษตรกรย่อมส่งผลกระทบถึงสิ่งแวดล้อมโดยรอบด้วย เช่นกันอาทิ การทิ้งต้นฟักทองญี่ปุ่นที่ติดโรคไว้ในแปลง หรือในเขตป่าไม้รอบแปลงเพาะปลูก ซึ่งอาจส่งผลในเชิงลบต่อป่าไม้ในบริเวณใกล้เคียงให้ติดโรคระบาด และเจริญเติบโตยาก ดังนั้นในการทำกิจกรรมใดๆ ภายในแปลงเพาะปลูกย่อมส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วยเช่นกัน หากเกษตรกรมีการจัดการแปลงเพาะปลูกที่ดี จะทำให้สิ่งแวดล้อมโดยรอบมีความยั่งยืนมากยิ่งขึ้น

ด้านเศรษฐกิจการพิจารณาความเป็นไปได้ในการลงทุน ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ต้นทุน-รายได้ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการนำใบแก่ฟักทองญี่ปุ่นมาแปรรูปเป็นภาชนะจากใบฟักทอง โดยใบแก่ที่เกิดขึ้นมีน้ำหนักเฉลี่ย 699.8 ตัน/ปี แต่ในการนำใบฟักทองเข้ามาแปรรูปต้องใช้ใบฟักทองที่ไม่เสียหาย ไม่เป็นโรค และถูกแมลงกัดแทะ ดังนั้นผู้วิจัยจึงคาดการณ์ให้สามารถใช้ใบฟักทองญี่ปุ่นได้เพียงร้อยละ 50 คือ มีใบฟักทองญี่ปุ่นที่สามารถนำมาผลิตได้เพียง 350 ตัน (437,400 ใบ) โดยภาชนะ 1 ชิ้น ใช้ใบฟักทองในการผลิต 3 ใบ ดังนั้นจะสามารถผลิตเป็นภาชนะได้ถึง 145,800 ใบ/ปี

จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ฝ่ายวางแผนการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตสินค้าประเภทพลาสติก ทำให้ทราบว่าภาชนะใส่อาหารจากพลาสติกปริมาณ 100,000 ใบ ต้องนำเม็ดพลาสติกเข้ามาผลิตถึง 54,000 ก.ก. ซึ่งหากมีการผลิต และส่งเสริมให้นำภาชนะจากใบฟักทองมาใช้จะช่วยลดปริมาณขยะจากพลาสติกได้สูงถึง 54,000 ก.ก./ปี

ในการนำใบฟักทองญี่ปุ่นมาขึ้นรูปเป็นภาชนะ 1 ชิ้น ต้องใช้เครื่องอัดขึ้นรูปเพื่อขึ้นรูปเป็นภาชนะตามโมแม่พิมพ์ที่ใช้ ซึ่งในการขึ้นรูปภาชนะควรใช้ความร้อนที่ 200 องศาเซลเซียส โดยการแปรรูปใบฟักทองญี่ปุ่นเป็นภาชนะต้องใช้ใบสดเท่านั้น ดังนั้นในการเก็บรักษาใบฟักทองญี่ปุ่นให้สด และสะอาดถือเป็นเรื่องที่

สำคัญมาก ซึ่งการเก็บรักษาใบฟักทองนั้นต้องดูแลตั้งแต่ขั้นตอนการเก็บเกี่ยว (Harvest Condition) คือ การเก็บใบฟักทองญี่ปุ่นให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ ไม่ช้ำ หรือเสียหาย และหลังเก็บเกี่ยว (Post-harvest Condition) คือ การล้างใบฟักทองญี่ปุ่น และทิ้งไว้ให้แห้งก่อนนำมาใช้งาน

ในส่วนของแรงงานที่จำเป็นประกอบด้วย คนจัดเตรียมใบฟักทองญี่ปุ่น คนขึ้นรูปภาชนะ และคนที่ดูแลทำความสะอาดใบฟักทองญี่ปุ่นสด โดยเสียค่าแรงให้พนักงานรายละ 325 บาท/วัน (ทำงานวันละ 8 ชั่วโมง) โดยต้นทุน และรายได้ที่คาดว่าจะได้รับ แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8: ต้นทุน และผลกำไรที่คาดว่าจะได้รับจากการผลิตภาชนะจากใบฟักทองญี่ปุ่น

รายละเอียด	จำนวน	หน่วย
ต้นทุนอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต		
เครื่องอัดขึ้นรูปภาชนะ	29,000	บาท/เครื่อง
ตู้เย็นสำหรับเก็บใบฯ สด	32,000	บาท/เครื่อง
รวม	61,000	บาท
ต้นทุนผันแปร (Variable Cost) 1) ด้านวัตถุดิบ		
กาวแป้งมันสำปะหลัง	1,300	บาท/ปี
2) ด้านแรงงาน		
คนล้างทำความสะอาดใบฟักทองญี่ปุ่น	75,725	บาท/ปี
คนจัดเตรียมใบฟักทองญี่ปุ่น สำหรับขึ้นรูป	75,725	บาท/ปี
คนขึ้นรูปภาชนะ	75,725	บาท/ปี
3) ด้านอื่นๆ		
Logistic	144,000	บาท/ปี
ค่าไฟฟ้า	12,000	บาท/ปี
รวม	383,125	บาท
ภาชนะจากใบฟักทองญี่ปุ่นที่สามารถผลิตได้		
จำนวนภาชนะที่คาดว่าสามารถผลิตได้	145,800	ชิ้น
ราคาขาย *	5	บาท/ชิ้น
รายได้ที่คาดว่าจะได้รับ	729,000	บาท/ปี

* กำหนดราคาขายเฉลี่ยของภาชนะที่ผลิตจากใบไม้จะอยู่ที่ 5 บาท/ชิ้น โดยอ้างอิงราคาขายจากแพลตฟอร์มการขายสินค้าออนไลน์ในประเทศไทย (Shopee และ Lazada) ของสินค้าในประเภทเดียวกัน ภายในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2565

นอกจากการนำของเสียประเภทใบแก่มาผลิตเป็นภาชนะจากใบฟักทองญี่ปุ่น ของเสียที่เกิดขึ้นยังมีหลายประเภท ดังนั้นเกษตรกร หรือกลุ่มวิสาหกิจที่สนใจจะทำการแปรรูปนั้น สามารถเลือกการผลิตให้เหมาะสมกับเงินทุน และบริบทของชุมชนได้ โดยมีปัจจัยต่างๆ ที่เข้ามาช่วยในการตัดสินใจเลือกการแปรรูป เช่น เทคโนโลยี วัตถุดิบ ทุน ทรัพยากรทางธรรมชาติ อาทิ การเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับวัตถุดิบที่เกษตรกรมี เช่น การเลือกใช้วิธีการถนอมอาหารประเภท Freeze-dried มาใช้ในการแปรรูป เนื่องจากมีวัตถุดิบในการผลิตเข้ามาตลอดทั้งปี หรือการผลิตสินค้ามูลค่า อาทิ น้ำมันจากเมล็ดฟักทอง ถือเป็นอีกหนึ่งแนวทางที่สร้างรายได้กลับคืนมาสู่ชุมชนได้เป็นจำนวนมาก

นอกจากนี้ในการแปรรูปของเสียจากการเกษตร โดยเฉพาะฟักทองญี่ปุ่นยังไม่เป็นที่แพร่หลายมากนัก ทำให้มีโอกาสเลือกของเสียที่จะทำการแปรรูปได้หลายอย่าง ซึ่งปัจจุบันกระแสการรักษาสิ่งแวดล้อมกำลังเป็นที่สนใจของสังคม ถือเป็นโอกาสทางธุรกิจที่ทำให้สินค้าแปรรูปของชุมชนมีความแตกต่าง และมีจุดแข็งที่เด่นชัด จากการนำของเสียทางการเกษตรมาแปรรูปเป็นสินค้าต่างจากผู้ผลิตรายอื่น และสามารถนำของเสียมาหมุนเวียนใช้ในห่วงโซ่อุปทานใหม่อีกครั้ง

สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษาของเสียที่เกิดขึ้นในแปลงฟักทองญี่ปุ่น และการแปรรูป พบว่าของเสียที่เกิดขึ้นมี 8 ประเภท และมีปริมาณมากถึง1,600 ตัน / ปี จากปลูกฟักทองญี่ปุ่น 324,000 ต้น/ปี บางส่วนสามารถนำกลับมาใช้บริโภคได้โดยตรง และบางส่วนไม่สามารถบริโภคได้ ซึ่งของเสียทางการเกษตรทั้ง 2 ส่วน สามารถนำเข้าสู่กระบวนการแปรรูป เพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ตามกรอบแนวคิดระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน เพื่อลดการละทิ้งทรัพยากรที่มีไปอย่างเปล่าประโยชน์ ผู้วิจัยได้นำแนวคิด Closing the resource loops มาวิเคราะห์หากระบวนการการแปรรูปที่เหมาะสมกับวัตถุดิบที่มีในพื้นที่ ซึ่งแนวคิดนี้จะช่วยวิเคราะห์ถึงการนำของเสียแต่ละชนิดไปแปรรูปได้หลายวิธี ช่วยเปิดมุมมองการใช้ประโยชน์ของทรัพยากรที่มีอยู่ โดยไม่จำกัดว่าต้องนำของเสียไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ใดผลิตภัณฑ์หนึ่งเท่านั้น

จากการวิจัยในครั้งนี้มีประโยชน์อยู่ 2 ประการ คือ เกษตรกร และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดการของเสียทางการเกษตรที่เกิดขึ้นในห่วงโซ่อุปทานฟักทองญี่ปุ่นสามารถระบุชนิดของเสีย และสามารถคาดการณ์ปริมาณของของเสียที่เกิดขึ้นได้ว่ามีถึง 1,600 ตัน/ปี ทำให้ทราบถึงผลกระทบในทางลบจากของเสียบางชนิดต่อระบบนิเวศโดยรอบ อาทิ ต้นฟักทองญี่ปุ่นที่ตาย และเถาฟักทองญี่ปุ่นที่มีส่วนในการทำให้เกิดการสะสมโรคพืชต่างๆ ในดินหากเกษตรกรไม่สามารถจัดการแปลงหลังการเก็บเกี่ยวได้ หรือ ของเสียบางส่วนสามารถนำมาบริโภคได้ อาทิ ผลอ่อน และยอดอ่อน และบางส่วนเป็นทรัพยากรที่สามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงได้ อาทิ เมล็ดฟักทอง และอีกประการคือ เกษตรกร และผู้ที่เกี่ยวข้องในการจัดการสามารถเล็งเห็นถึงช่องทางในการนำของเสียเหล่านั้นไปแปรรูป เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ของเสียสามารถสร้างรายได้กลับคืนสู่ชุมชน และเป็นการใช้ทรัพยากรที่มีในชุมชนได้อย่างคุ้มค่า งานวิจัยนี้เป็นการนำร่องให้เกษตรกร และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดการของเสียในห่วงโซ่อาหารได้ตระหนักถึงปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากการเพาะปลูกฟักทองญี่ปุ่น รวมถึงพืชชนิดอื่นๆ ที่มีของเสียทางการเกษตรที่คล้ายคลึงกัน สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการนำของเสียที่เกิดขึ้นไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ เพื่อให้เกิด Economic Value สูงสุด

ข้อเสนอแนะ

ในวิธีการคำนวณปริมาณของเสียทางการเกษตรที่เกิดขึ้นในห่วงโซ่อุปทานฟักทองญี่ปุ่น ผู้วิจัยใช้ค่าเฉลี่ยของปริมาณของเสียแต่ละชนิดมาหาปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมด ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนจากปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจริงในแปลงเพาะปลูกของเกษตรกร และกระบวนการแปรรูปฟักทองญี่ปุ่น ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไป หากมีการเก็บข้อมูลปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น โดยมีการหาค่าความไม่แน่นอนของการประเมินปริมาณของเสียในแปลงฟักทองญี่ปุ่นจะทำให้ข้อมูลปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นใกล้เคียงกับของเสียที่เกิดขึ้นจริง

จากงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำบทความที่เกี่ยวข้องกับการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรแต่ละชนิดที่มีลักษณะ และคุณสมบัติใกล้เคียงกับของเสียที่เกิดขึ้นในห่วงโซ่อุปทานฟักทองญี่ปุ่น หรืองานวิจัยที่ได้นำผลผลิตทางเกษตรของฟักทองจากหลายสายพันธุ์มาแปรรูป ซึ่งในการนำไปใช้ในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่จะต้องนำไปศึกษาถึงกระบวนการผลิตให้เหมาะสมกับฟักทองญี่ปุ่นใหม่เช่นกัน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป คือ การศึกษาถึงความคุ้มค่าในการลงทุนจากการเลือกของเสียทางการเกษตร ประเภทใดประเภทหนึ่งมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ รวมถึงผลประโยชน์ด้านอื่นๆ ที่จะได้รับจากการจัดการของเสียตามระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน เช่น ด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ช่วยตัดสินใจในการนำของเสียที่เกิดขึ้นมาแปรรูป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยในครั้งนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ เนื่องจากความอนุเคราะห์จากหลายฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกษตรกรในพื้นที่ทุกท่านที่ได้ให้ความกรุณาในด้านข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Borompichaichartkul, C. (2012). Hybrid drying technology: Application for preservation of heat sensitive food products [In Thai]. *KMUTT Research and Development Journal*, *32*(*2*), 271 -282.

Ciurzyńska, A., & Lenart, A. (2011). Freeze drying application in food processing and biotechnology – A review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 61*(*3*), 165 – 170.

Department of Agriculture. (2016). *Powdery mildew disease* [In Thai]. Retrieved June 20, 2022, from http://microorganism.expertdoa.com/disease_7-โรคราแป้ง.php.

Department of Primary Industries and Mines. (2021). *Circular economy performance assessment guidebook* [In Thai]. Retrieved June 6, 2022, from http://cepas.dpim.go.th/.

Dirim, S. N., & Çalışkan, G. (2012). Determination of the effect of freeze-drying process on the production of pumpkin (Cucurbita Moschata) puree powder and the powder properties. *Gıda Teknolojisi Derneği (GIDA), 37*, 1 – 7.

Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Towards the circular economy vol. 1*. Retrieved June 6, 2022, from https://ellenmacarthurfoundation.org/publications.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2021). *How to mainstream sustainability and circularity into the bioeconomy?* Rome, Italy: FAO.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2019). *The state of food and agriculture 2019*. Rome, Italy: FAO.

Jensen, J. P. (2018). *Narrowing slowing and closing the resource loops circular economy in the wind industry* (Ph.D. Thesis). Denmark: Aalborg University.

Katan, J. (2010). Cultural approaches for disease management: Present status and future prospects. *Journal of Plant Pathology, 92*(*4*), 7 – 9.

Kerdmongkol, B., Yooprasert, B. & Tangwiwat, P. (2013). *The straw and rice stubble incorporation of farmers*

in Takhu sub-district, Pakthongchai district, Nakhon Ratchasima province [In Thai]. Nakhon Pathom: The 10th Nationnal Kasetsart University Kamphaeng Saen Conference.

Lestari, B., & Meiyanto, E. (2018). A review: The emerging nutraceutical potential of pumpkin seeds. *Journal of Cancer Chemoprevention*, *9*(*2*), 92 - 98.

Li, Y., Gu, Y., Li, J., Xu, M., Wei, Q., & Wang, Y. (2015). Biocontrol agent bacillus amyloliquefaciens LJ02 induces systemic resistance against cucurbits powdery mildew. *Frontiers in Microbiology, 6*, 1 – 13.

Lima, P. M., Dacanal, G. C., Pinho, L. S., P´erez-C´ordoba, L. J., Thomazini, M., Moraes, I. C. F., & Favaro- Trindade, C. S. (2021). Production of a rich-carotenoid colorant from pumpkin peels using oil-in- water emulsion followed by spray drying. *Food Research International, 146*, 1 – 8.

Ministry of Agriculture, Animal Industry and Fisheries. (2015). *Food and nutrition handbook for extension workers*. Retrieved June 6, 2022, from http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00TBCT.pdf.

Mueangklang, K., Rakdanklang, N., Dongkrathok, N., Chanthinok, T., & Chidkarn, T. (2021). Natural recycled materials diecasting machine [In Thai]. *Industrial Technology Journal*, *6(2)*, 65 – 67.

National Research Council of Thailand. (2015). *Development of hard tofu from pumpkin seeds* [In Thai]. Bangkok: Thailand Research Symposium 2015.

Ogori, A. F., Joeguluba, O., Onyocha, A. O. U., Tanko, S., Apeh, M. E., & Abigail, Y. (2015). Effects of processed fluted pumpkin vegetables leaves (Ugu) on certain meals in Kontagora, Nigeria. *Direct Research Journal of Agriculture and Food Science (DRJAFS), 3(6)*, 138 – 142.

Onu, P., & Mbohwa, C. (2021). *Agricultural waste diversity and sustainability issues: Sub-Saharan Africa as a case study*. Retrieved June 6, 2021, from https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85402-3.00006-1

Rattanawan, N., & Intaruccomporn, W. (2018). Knowledge and practices of correctly using chemicals of japanese pumpkin growers, Mon-Ngoe royal development project, Mae Taeng district, Chiang Mai [In Thai]. *Journal of Agricultural Research and Extension*, *35*(*1*), 55–65.

Roidoung, S., Singkhan, P., & Pinkum, N. (2018). Development of frozen pumpkin flour tart [In Thai]. *Agricultural Sci. Journal, 49*(3), 248–251.

Sastsara, S., & Mekdee, K. (2021). Accessing funding and problems of community enterprise entrepreneurs in Phra Nakhon Si Ayutthaya province [In Thai]. *Journal of Educational Review Facultyof Educational in MCU, 8*(*3)*, 300 – 302.

Sawangpanyangkura, T. (2015). *Compost by engineering, Maejo university 1* [In Thai], Retrieved July 4, 2022, from https://engineer.mju.ac.th/wtms_webpageDetail.aspx?wID=1258.

Sinthao, N., Thongpartee, P., & Dokmaijeen, W. (2019). *Banana sheath bowl* (Bachelor's project) [In Thai]. Bangkok: Siam University.

Srisamatthakarn, P., Ammawath, W., Cham, C., Kanobdee, J. and Na Nan, P. (2019). *Antioxidant food innovation from high oilseed pumpkin (Cucurbita spp.)* (Research reports) [In Thai]. Chiang Mai: Rajamangala University of Technology Lanna.

Suwanaruang, T. (2017). Total carotenoid content in fresh vegetables [In Thai]. *Rajabhat Agric, 16*(*2*), 40 – 45.

The Office of the Board of Investment. (2019). The new economic solution. *Thailand Investment Review (TIR), 29*(*1*), 3 – 4.

Wongsiriamnuay, T. (2022). *Biochar* [In Thai]. Retrieved July 5, 2022, from https://erp.mju.ac.th/acticleDetail.aspx?qid=1072.