การมีส่วนร่วมในการผลิตเชื้อราบิวเวอเรียจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ชุมชนบ้านต้นมะพร้าวสูง จังหวัดสงขลา

บทความวิจัย

วนิดา เพ็ชร์ลมุล[1,*] และ กันตภณ มะหามัด[2]

วันที่รับบทความ:
25 กุมภาพันธ์ 2563
วันแก้ไขบทความ:
8 พฤษภาคม 2563
วันตอบรับบทความ:
9 พฤษภาคม 2563

[1]*วิทยาลัยนวัตกรรมและการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000*
[2]*คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000*
[*]**ผู้เขียนหลัก อีเมล:** wanida.pe@skru.ac.th

คำสำคัญ:
จังหวัดสงขลา
ชุมชนบ้านต้นมะพร้าวสูง
เชื้อราบิวเวอเรีย
วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร
การมีส่วนร่วมของชุมชน

บทคัดย่อ

การใช้เชื้อราฆ่าแมลงเป็นชีววิธีแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมเกษตรอินทรีย์ เพื่อลดการใช้สารเคมีกำจัดแมลง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการผลิตเชื้อราบิวเวอเรียจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรโดยการมีส่วนร่วมของชุมชนบ้านต้นมะพร้าวสูง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เกษตรกรเข้าร่วมโครงการด้วยวิธีการคัดเลือกแบบเจาะจงจำนวน 20 คน และการดำเนินการมีดังนี้ การออกแบบและพัฒนาระบบผลิตเชื้อราบิวเวอเรียด้วยเทคโนโลยีวิศวกรรม ได้แก่ ตู้เขี่ยเชื้อ หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ และโรงบ่มเชื้อระบบควบคุมอัตโนมัติ และการถ่ายทอดองค์ความรู้ในการผลิตเชื้อราบิวเวอเรียจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ซึ่งเชื้อราบิวเวอเรียที่ผลิตได้มีความเข้มข้นของสปอร์อยู่ในช่วง 10^6–10^8 โคนิเดีย/มิลลิลิตร จากการทดลองใช้เชื้อราบิวเวอเรียในการปลูกผักกวางตุ้ง ถั่วฝักยาว มะเขือเปราะ ผักบุ้ง และผักกาดขาว พบว่า เกษตรกรสามารถลดต้นทุนสารเคมีกำจัดแมลงได้ร้อยละ 7.72–16.92 และรูปแบบการมีส่วนร่วมของชุมชนเป็นดังนี้ มีการรวมกลุ่มผู้นำชุมชนและเกษตรกรที่มีศักยภาพ มีคณะกรรมการดำเนินงานวางแผนการผลิตและประยุกต์ใช้เชื้อราบิวเวอเรีย และมีการสร้างเครือข่ายความร่วมมือจาก 1) องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เพื่อประสานงานและส่งเสริมภาคเกษตร 2) โรงเรียน เพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้ภาคเกษตรและสิ่งแวดล้อม 3) สำนักงานสาธารณสุข เพื่อส่งเสริมการบริโภคสินค้าเกษตรเพื่อสุขภาพ และ 4) กลุ่มแม่ค้า เพื่อกระจายสินค้าเกษตร ซึ่งส่งผลให้เกษตรกรเกิดความรู้ความเข้าใจและมีทักษะการปฏิบัติ เกิดผลเป็นที่ประจักษ์ สามารถเผยแพร่ แนะนำ และต่อยอดให้เกิดการพัฒนา เกิดเครือข่ายความร่วมมือในการส่งเสริมการยกระดับสินค้าเกษตรบนฐานของเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของชุมชนเพื่อให้เกิดความยั่งยืนได้ในอนาคต

Participation of *Beauveria bassiana* Production Using Agricultural Wastes in Baan Ton Mapraw Soong Community, Songkhla Province

Research Article

Wanida Petlamul[1,*] and Kuntapon Mahamad[2]

Received:
25 February 2020

Received in revised form:
8 May 2020

Accepted:
9 May 2020

[1]*College of Innovation and Management, Songkhla Rajabhat University, Muang District, Songkhla Province, 90000 Thailand*
[2]*Faculty of Industrial Technology, Songkhla Rajabhat University, Muang District, Songkhla Province, 90000 Thailand*
[*]**Corresponding author's E-mail: wanida.pe@skru.ac.th**

Abstract

The use of entomopathogenic fungi is one of the biological methods for promoting organic agriculture to reduce insecticide use. The objective of this research is to present *Beauveria bassiana* production using agricultural waste (AW) by the participation in Baan Ton Mapraw Soong community, Hatyai district, Songkhla province. The 20 farmers participating in the project are selected by a purposive sampling method. The processes include: 1) design and development of engineering-technology-based *B. bassiana* production system, which contains local bio-chamber, local autoclave, and automatic control system incubator, and 2) transferring knowledge of *B. bassiana* production from AW. The produced *B. bassiana* presents the spore number in the range of 10^6-10^8 conidia/milliliter. After applying *B. bassiana* with crops of Cantonese vegetables, yard-long bean, eggplant, morning glory, and Chinese cabbage, it is found that farmers can reduce their insecticide cost by 7.72-16.92%. The community participation model indicates various important stakeholders – a gathering of community leaders and potential farmers, an operating committee for production planning and *B. bassiana* application, and a strong collaborative network. The network involves 1) Local government organization to coordinate and promote agricultural products, 2) School as a source of learning for agriculture and environment, 3) Public Health Office as the agency to promote the consumption of healthy agricultural products, and 4) Vendors for intermediary distributing agricultural products. These results indicate that farmers advance their knowledge and develop their practical skills as well as are able to disseminate the knowledge or extend it in a larger scale. In conclusion, the collaborative network promotes and upgrades sustainable agricultural products with a firm root in the local economy, society, and environment.

Keywords:
Songkhla province, Baan Ton Mapraw Soong community, *Beauveria bassiana*, Agricultural waste, Community participatory

บทนำ

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 ปี พ.ศ. 2560–2564 ได้น้อมนำปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาเป็นแนวทางในการพัฒนาประเทศ เกิดการพัฒนาคนและสังคมไทยให้มีคุณภาพและมีโอกาสเข้าถึงทรัพยากรอย่างต่อเนื่อง โดยมุ่งเน้นให้เกิดการมีส่วนร่วมของภาคีเครือข่ายที่ร่วมกันพัฒนาทุกภาคส่วนทั้งในระดับกลุ่มอาชีพ ระดับภาค และระดับประเทศ เกิดการพัฒนาไปสู่ความ “มั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน” สำหรับประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศเกษตรกรรม การพัฒนาประเทศจึงจำเป็นต้องขับเคลื่อนด้วยภาคเกษตร ที่มุ่งเน้นการผลิตสินค้าเกษตรให้มีคุณภาพ มีมาตรฐาน โดยข้อกำหนดหนึ่งของมาตรฐานสินค้าเกษตร คือ เป็นสินค้าปลอดภัยจากสารพิษ อย่างไรก็ตามปัจจุบันยังพบว่า เกษตรกรยังคงใช้สารเคมีเกษตรกันอย่างแพร่หลาย ในช่วง พ.ศ. 2551–2561 ประเทศไทยนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตรเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องปริมาณรวม 1,663,780 ตัน มูลค่ารวม 246,715 ล้านบาท โดยสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.) ระบุว่าในช่วงปี พ.ศ. 2559–2562 พบผู้ป่วยจากพิษสารเคมีเกษตรมากกว่า 4,000 ราย และ เสียชีวิต 2,193 ราย (Department of Agriculture Extension, 2019) ดังนั้นเพื่อยกระดับภาคเกษตรให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ จึงจำเป็นต้องผลักดันการหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีอย่างจริงจัง และทั่วถึงในทุกระดับการผลิต ไม่เพียงเฉพาะในสินค้าเกษตรส่งออกเท่านั้น แต่ยังหมายรวมถึงการผลิตในระดับครัวเรือนและชุมชน เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตที่ดี มีฐานการผลิตสินค้าคุณภาพที่ดี พร้อมต่อยอดขยายการผลิตสินค้าเกษตรในระดับวิสาหกิจชุมชน และระดับสูงขึ้น เกิดสังคมการเกษตรที่ยั่งยืนในอนาคต

การควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี เป็นกระบวนการผลิตสินค้าเกษตรที่หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี เพื่อผลิตสินค้าเกษตรตามมาตรฐาน การใช้เชื้อราฆ่าแมลงเป็นวิธีการทางชีววิธีที่ใช้ศัตรูธรรมชาติซึ่งเป็นเชื้อจุลินทรีย์ในการควบคุมกำจัดแมลงศัตรูพืช โดยเฉพาะเชื้อราบิวเวอเรีย (*Beauveria bassiana*) ซึ่งเป็นเชื้อราฆ่าแมลงที่สามารถใช้ควบคุมแมลงได้หลายชนิด ได้แก่ แมลงในอันดับเลพิดอปเทอรา (Lepidoptera) แมลงในอันดับไฮมีนอพเทอรา (Hymenoptera) แมลงในอันดับโคลีออฟเทอรา (Coleoptera) และแมลงในอันดับเลพทิโนทาสา (Leptinotarsa) (Harris et al. 2000; Mannion et al., 2001; Phoofolo et al., 2001; Fernandez et al., 2006) ซึ่งมีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูผัก เช่น หนอนกระทู้ผัก (Cutworm, *Spodoptera litura*) ได้ถึงร้อยละ 80 (Petlamul & Prasertsan, 2012) หนอนเจาะสมอฝ้าย (*Helicoverpa amigera*) ได้ร้อยละ 84 (Petlamul et al., 2019) อย่างไรก็ตาม แม้มีการรณรงค์ให้ใช้เชื้อราบิวเวอเรียในภาคเกษตร แต่มีเพียงเกษตรกรจำนวนหนึ่งเท่านั้นที่ใช้เชื้อราบิวเวอเรียในการควบคุมแมลง เนื่องจากมีข้อจำกัดในการเข้าถึงข้อมูลของเชื้อราบิวเวอเรีย รวมทั้งวิธีการใช้ให้เกิดประสิทธิภาพ ดังนั้นการสร้างเครือข่ายเกษตรกรที่เรียนรู้การผลิต และประยุกต์ใช้เชื้อราบิวเวอเรียโดยการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในชุมชน เพื่อสร้างการรับรู้และการผลิตเชื้อราบิวเวอเรีย ตลอดจนสามารถประยุกต์ใช้งานในพื้นที่เกษตรของตนเอง จะสามารถสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ที่ตรงกับกลุ่มเป้าหมายผู้ผลิตสินค้าเกษตรได้

ชุมชนบ้านต้นมะพร้าวสูง เป็นชุมชนกึ่งเมืองในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา มีศูนย์การเรียนรู้เกษตรธรรมชาติ และศูนย์การเรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียง เป็นศูนย์กลางในการส่งเสริมกิจกรรมด้านการเกษตรของชุมชน ชุมชนบ้านต้นมะพร้าวสูงเป็นแหล่งเกษตรกรรมที่สำคัญในการผลิตอาหารเพื่อป้อนสู่ชุมชนเมือง ทำให้ชุมชนนี้เหมาะสมสำหรับการเป็นกลุ่มเป้าหมาย และเครือข่ายผู้ผลิตสินค้าเกษตรที่ปลอดภัยจากสารเคมี ด้วยการประยุกต์ใช้เชื้อราบิวเวอเรียทางการเกษตร โดยเริ่มจากการให้ความรู้แก่เกษตรกรตั้งแต่ประโยชน์ การผลิต และการประยุกต์ใช้เชื้อราบิวเวอเรียในการกำจัดแมลงศัตรูพืชให้สอดคล้องกับความต้องการของเกษตรกรในชุมชน ซึ่งหากต้องการผลิตด้วยต้นทุนต่ำก็สามารถใช้วัตถุดิบในท้องถิ่น เช่น วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรได้ ประกอบกับการใช้เทคโนโลยีการผลิตที่ชุมชนสามารถปฏิบัติตามได้โดยง่าย จึงทำให้ชุมชนผลิตและประยุกต์ใช้เชื้อราบิวเวอเรีย

งานวิจัยนี้จึงนำเสนอการผลิตเชื้อราบิวเวอเรียด้วยวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในท้องถิ่นโดยการมีส่วนร่วมของชุมชน และเลือกใช้วัสดุต้นทุนต่ำ หาง่าย สะดวก มาเป็นวัตถุดิบในการผลิต ประยุกต์ใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม มีการประยุกต์ใช้ความรู้ทางเทคโนโลยีชีวภาพและเทคโนโลยีวิศวกรรมในการพัฒนาระบบผลิตเพื่อใช้ในระดับชุมชน ซึ่งเน้นความง่าย สะดวก ประหยัด และเหมาะสมสำหรับการผลิตเชื้อราบิวเวอเรียในระดับชุมชน เกษตรกรเกิดความตระหนักในการกำจัดแมลงศัตรูพืชแบบชีววิธีทดแทนการใช้สารเคมีกำจัดแมลง เกิดเครือข่ายเกษตรกรจากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันผ่านการมีส่วนร่วมของชุมชน นำไปสู่การสร้างความยั่งยืนในการทำระบบเกษตรได้ต่อไป

สถานการณ์ที่เป็นอยู่เดิม

สถานการณ์ด้านการเกษตรและสิ่งแวดล้อม

คนในชุมชนบ้านต้นมะพร้าวสูงประกอบอาชีพเกษตรกรรม ได้แก่ การทำสวนยางพารา การปลูกข้าว การทำสวนส้มโอ การทำสวนมะพร้าว และการทำเกษตรผสมผสาน โดยเฉพาะการปลูกผักสวนครัวซึ่งเป็นการปลูกเพื่อบริโภคในครัวเรือน และจำหน่ายในตลาดสดของชุมชน (ภาพที่ 1) ผลผลิตที่สำคัญและมีชื่อเสียง ได้แก่ ส้มโอหอมควนลัง กล้วยหอม มะพร้าวน้ำหอม ส่วนการเลี้ยงสัตว์เป็นการเลี้ยงไว้เพื่อบริโภคและจำหน่ายในบางส่วน และเป็นการเลี้ยงแบบปล่อยให้หาอาหารตามธรรมชาติ เช่น เป็ด ไก่ และวัว แต่เนื่องจากชุมชนบ้านต้นมะพร้าวสูงมีอาณาเขตใกล้กับเทศบาลนครหาดใหญ่ จึงได้รับอิทธิพลจากการขยายเมืองที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ทั้งด้านการกระจายตัวของประชากร และการขยายตัวของอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น โรงงานอุตสาหกรรมน้ำยางข้น ซึ่งปล่อยน้ำเสียที่อาจส่งผลกระทบต่อทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมในชุมชน

เกษตรกรในชุมชนบ้านต้นมะพร้าวสูงส่วนใหญ่รับรู้ข้อมูลข่าวสารด้านการเกษตรจากศูนย์การเรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียงและศูนย์การเรียนรู้เกษตรธรรมชาติ ซึ่งตั้งอยู่ในชุมชนเพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้ปฏิบัติ และสาธิตการทำเกษตรให้กับคนในชุมชน เช่น การทำปุ๋ยชีวภาพเพื่อใช้ในการเกษตร โดยใช้ขี้เลื่อยจากโรงเพาะเห็ด (ภาพที่ 2) ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในชุมชนมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพ โดยตัวแทนจากหน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น และหน่วยงานด้านการเกษตรใช้งานสถานที่ของศูนย์การเรียนรู้เป็นแหล่งถ่ายทอดความรู้ทางการเกษตร

นอกจากนี้เกษตรกรในชุมชนยังใช้สารเคมีกำจัดแมลงได้แก่ อะบาเม็กติน ซึ่งการใช้สารเคมีส่งผลให้แมลงศัตรูพืชสามารถปรับตัวเกิดการดื้อยา ทำให้ต้องเพิ่มปริมาณสารเคมีในการกำจัดมากขึ้นเรื่อย ๆ และหากใช้สารเคมีมากเกินความจำเป็นอย่างต่อเนื่องจะเกิดผลเสียต่อสุขภาพของเกษตรกรและผู้บริโภค อีกทั้งอาจเกิดสารเคมีตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรและส่งผลต่อคุณภาพสินค้าเกษตรในอนาคต ทั้งนี้หากพื้นที่ทางการเกษตรใช้สารเคมีเป็นระยะเวลานาน พื้นที่ดังกล่าวจะเกิดความเสื่อมโทรม เกิดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งการกำจัดแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี เช่น การใช้สารสกัดจากพืช การใช้ตัวห้ำตัวเบียน และการใช้จุลินทรีย์ควบคุมศัตรูพืช เป็นต้น เป็นวิธีที่จะช่วยรักษาสมดุลของระบบนิเวศวิทยา และความหลากหลายทางชีวภาพได้

กระบวนการชีววิธีที่เกษตรกรในชุมชนมีความต้องการและให้ความสนใจคือ การใช้เชื้อราบิวเวอเรีย แต่เนื่องจากไม่ได้รับการถ่ายทอดความรู้และทักษะของการผลิต ที่ประยุกต์ใช้เชื้อราบิวเวอเรียให้เกิดประสิทธิภาพ จึงทำให้เกษตรกรขาดความรู้และประสบการณ์ นอกจากนั้นแล้วหน่วยงานราชการที่ผลิตเชื้อราบิวเวอเรียยังตั้งอยู่ในพื้นที่ห่างไกลชุมชน ทำให้เกษตรกรไม่สะดวกในการเดินทางไปติดต่อขอรับบริการเชื้อราบิวเวอเรีย และหากรับเชื้อราบิวเวอเรียมาเก็บไว้ ก็จะทำให้ไม่ได้เชื้อราบิวเวอเรียสดใหม่ในการฉีดพ่นกำจัดแมลง ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงศัตรูพืชได้ ด้วยเหตุนี้การใช้เชื้อราบิวเวอเรียในการกำจัดแมลงศัตรูพืชจึงยังไม่แพร่หลาย และเกิดผลเป็นที่ประจักษ์ในชุมชน ดังนั้นหากเกษตรกรในชุมชนได้รับการส่งเสริมทั้งองค์ความรู้และทักษะปฏิบัติในการผลิตและประยุกต์ใช้เชื้อราบิวเวอเรียทางการเกษตรทดแทนการใช้สารเคมี นอกจากลดปัญหามลพิษในสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังเป็นการฟื้นฟูสภาพแวดล้อมของชุมชนได้ด้วยเช่นกัน

ภาพที่ 1 ก) การปลูกผักสวนครัวในชุมชน และ ข) การขายผักในตลาดสดของชุมชนบ้านต้นมะพร้าวสูง

ภาพที่ 2 ก) ขี้เลื่อยจากการเพาะเห็ดซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในชุมชน ข) ปุ๋ยชีวภาพที่ผลิตจากขี้เลื่อยจากการเพาะเห็ด

สถานการณ์ด้านสังคม

เกษตรกรในชุมชนบ้านต้นมะพร้าวสูง มีความต้องการและสนใจการทำเกษตรแบบปลอดสารเคมี โดยมีเกษตรกรบางรายผลิตปุ๋ยชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรสำหรับใช้ทดแทนปุ๋ยเคมี คนในชุมชนส่วนใหญ่เล็งเห็นถึงคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยแต่ละครัวเรือนที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมสนใจเรียนรู้การใช้ชีววิธีในการเกษตร เพราะไม่เพียงผลิตพืชผลทางการเกษตรที่ดีต่อการบริโภคแล้ว ยังไม่เพิ่มปัญหามลพิษให้สิ่งแวดล้อม สามารถฟื้นฟูสภาพแวดล้อมของชุมชนได้อีกทางหนึ่ง อย่างไรก็ตาม การรวมกลุ่มของเกษตรกรในชุมชนเพื่อดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกัน ยังเกิดขึ้นน้อย เพราะส่วนใหญ่ต้องกรีดยางในช่วงเช้า ช่วงบ่ายเป็นเวลาทำสวนผัก จะสามารถรวมกลุ่มพูดคุยทำกิจกรรมร่วมกันเมื่อมีหน่วยงานภายนอกเข้ามาจัดอบรมให้ความรู้ต่าง ๆ เป็นครั้งคราว โดยความรู้ที่ได้รับส่วนใหญ่เกี่ยวกับแนวทางการทำอาชีพเสริม ซึ่งเป็นกิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการ ระยะเวลา 1–2 วัน ส่งผลให้ไม่สามารถร่วมดำเนินกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนได้อย่างทั่วถึง และเกษตรกรต้องการความรู้เกี่ยวกับแนวทางการเสริมสร้างความเข้มแข็งของอาชีพหลัก และสามารถเข้าร่วมกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนเพื่อให้เกิดความรู้ และทักษะปฏิบัติได้

สถานการณ์ด้านเศรษฐกิจ

เกษตรกรเน้นปลูกพืชผักสวนครัวเพื่อบริโภคในครัวเรือนและขายในตลาดสดชุมชน โดยผักที่ปลูกส่วนใหญ่ ได้แก่ ผักกวางตุ้ง ถั่วฝักยาว มะเขือเปราะ ผักบุ้ง และผักกาดขาว โดยข้อมูลต้นทุนการผลิตและค่าตอบแทนของผักแต่ละชนิดของเกษตรกรในชุมชนบ้านต้นมะพร้าวสูง ดังตารางที่ 1

จากข้อมูลในตารางที่ 1 พบว่า ต้นทุนผันแปรรวมในการผลิตผักของเกษตรกรที่ปลูกผักกวางตุ้ง ถั่วฝักยาว มะเขือเปราะ ผักบุ้ง และผักกาดขาว อยู่ในช่วง 6,500–12,700 บาท/ไร่ โดยต้นทุนที่เป็นสารเคมีกำจัดแมลง เรียงลำดับจากมากไปน้อยคือ ผักกาดขาว ผักกวางตุ้ง ถั่วฝักยาว มะเขือเปราะ และผักบุ้ง คิดเป็นร้อยละ 16.92 15.38 13.33 11.02 และ 7.72 ตามลำดับ ซึ่งเกษตรกรในชุมชนส่วนใหญ่เล็งเห็นว่า หากเกษตรกรหันมาใช้เชื้อราบิวเวอเรียทดแทนการใช้สารเคมีกำจัดแมลง นอกจากจะช่วยลดต้นทุนผันแปรรวมในการผลิตผัก ยังได้ผักที่ปลอดภัยจากสารเคมีซึ่งเป็นอาหารที่ดีต่อสุขภาพสำหรับบริโภคเองในครัวเรือน และลดภาระค่าใช้จ่ายที่อาจเกิดขึ้นจากการรักษาพยาบาลเมื่อเจ็บป่วยด้วยปัญหาสุขภาวะ อันนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นได้ต่อไป

กระบวนการที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงและการยอมรับของชุมชนเป้าหมาย

นักวิจัยและหน่วยงานเกษตรอำเภอได้ชี้แจงประโยชน์ของเชื้อราบิวเวอเรีย ให้กับเกษตรกรในชุมชน ณ ศูนย์การเรียนรู้เกษตรธรรมชาติ เพื่อให้ชุมชนได้รู้จักและเห็นถึงประโยชน์ของการใช้เชื้อราบิวเวอเรียในการผลิตพืชผลทางการเกษตรมากขึ้น โดยมุ่งหวังที่จะนำมาเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการยกระดับสินค้าเกษตรของชุมชนในอนาคต และทำให้มีความร่วมมือจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องตามระบบประชารัฐ ได้แก่ ภาคประชาชนประกอบด้วย แกนนำชุมชน เกษตรกร ปราชญ์ชาวบ้าน เครือข่ายการเกษตร

จากหน่วยงานภาครัฐ และภาคเอกชนที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม ประกอบด้วยนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ตัวแทนเทศบาลตำบลควนลัง จำนวน 10 คน ตัวแทนจากหน่วยงานภาคเกษตรในพื้นที่ ผู้นำชุมชน ปราชญ์ชุมชน และเกษตรกรในพื้นที่ เข้าร่วมโครงการจำนวน 20 คน โดยมีการดำเนินการ 3 ระยะ (ภาพที่ 3) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การรวบรวมข้อมูลจากชุมชน

1) วางแผนการดำเนินงาน ออกแบบเครื่องมือสำหรับรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ และ 5 ระดับ การสังเกตแบบมีส่วนร่วม ออกแบบและพัฒนาระบบผลิตเชื้อราบิวเวอเรียด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ

ตารางที่ 1 ข้อมูลต้นทุนการผลิตและค่าตอบแทนของผักแต่ละชนิดของเกษตรกรในชุมชนบ้านต้นมะพร้าวสูง

ชนิดพืช	ต้นทุนผันแปรรวม (บาท/ไร่)	ปริมาณผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)	ราคาขาย (บาท/กิโลกรัม)	รายได้สุทธิ (บาท/ไร่)
1) ผักกวางตุ้ง	6,500 (1,000)	2,300	20	39,600
2) ถั่วฝักยาว	7,500 (1,000)	1,500	45	60,000
3) มะเขือเปราะ	12,700 (1,400)	2,000	30	47,300
4) ผักบุ้ง	8,200 (600)	2,000	20	31,800
5) ผักกาดขาว	6,500 (1,100)	2,200	25	48,500

หมายเหตุ 1) ต้นทุนผันแปรรวม ได้แก่ ค่าเมล็ดพันธุ์/ต้นพันธุ์, ค่าเตรียมดิน, ค่าปุ๋ย, ค่าถุงบรรจุ ค่าสารเคมีกำจัดแมลง และอื่น ๆ (เช่น ไม้ค้างและเชือกไนลอน สำหรับถั่วฝักยาว) โดยต้นทุนเฉพาะค่าสารเคมีกำจัดแมลง ระบุไว้ในวงเล็บ 2) ราคาขายเป็นราคาปลีกเฉลี่ย ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับกลไกราคาตลาด

ภาพที่ 3 การดำเนินงานโดยการมีส่วนร่วมของชุมชนในการผลิตและการประยุกต์ใช้เชื้อราบิวเวอเรีย

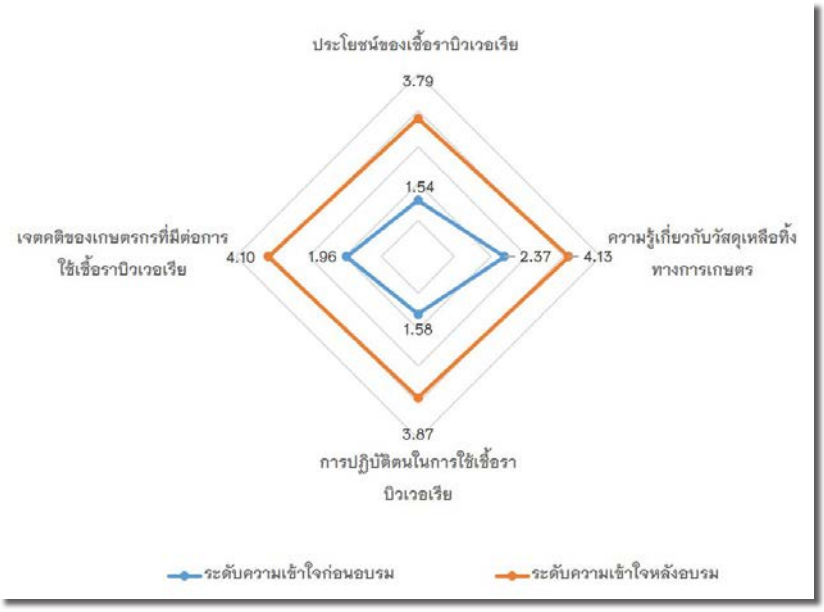
2) **การประชุมระดมความคิดเห็น** ดำเนินการร่วมกับเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ จำนวน 20 คน ซึ่งประกอบด้วยเกษตรกรที่เป็นแกนนำชุมชน ปราชญ์ชาวบ้าน เกษตรกรผู้ค้าขายผักในตลาดสดของชุมชนบ้านต้นมะพร้าวสูง รวมทั้งผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย จำนวน 10 คน ซึ่งเป็นตัวแทนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจากภาครัฐ ทั้งจากหน่วยงานองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียน โรงเรียนบ้านวังหรัง เพื่อรวบรวมข้อมูลศักยภาพของชุมชนเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ ข้อมูลสภาพปัญหา และประเด็นความต้องการของเกษตรกรในโครงการ เพื่อนำไปวางแผนการดำเนินงาน รวมทั้งเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับเกษตรกรในโครงการในการร่วมดำเนินการวิจัยกับนักวิจัย

3) **ลงพื้นที่สำรวจพื้นที่เป้าหมายและสำรวจวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในท้องถิ่น** เพื่อจัดทำแผนที่สำหรับการรวบรวมวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในท้องถิ่น และทราบสถานการณ์การทำเกษตรและสิ่งแวดล้อมของชุมชนบ้านต้นมะพร้าวสูง

4) **สรุปผลการประชุมระดมความคิดเห็นจากการลงพื้นที่** ประเด็นความต้องการของเกษตรกรในพื้นที่ คือ การผลิตพืชผลทางการเกษตรที่ปลอดภัยจากสารพิษ ลดการใช้สารเคมีกำจัดแมลง ไม่เพิ่มภาระต้นทุนทางการเกษตร สามารถดำเนินการได้ในพื้นที่ชุมชนอย่างสะดวก ซึ่งศูนย์การเรียนรู้เกษตรธรรมชาติ เป็นแหล่งศูนย์รวมของเกษตรกรในชุมชน และเป็นพื้นที่ที่พร้อมในการรองรับการดำเนินงานของโครงการ จากการประเมินผลการเรียนรู้เกี่ยวกับเชื้อราบิวเวอเรียทั้งก่อนและหลังของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการทั้ง 20 คน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลการเรียนรู้ 5 ระดับ พบว่า หลังจากได้รับความรู้ เกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจในระดับมาก เดิมเกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจในระดับน้อย โดยในภาพรวมเกษตรกรมีผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นในทุกด้าน ทั้งด้านประโยชน์ของเชื้อราบิวเวอเรีย วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เจตคติต่อการใช้เชื้อราบิวเวอเรีย และการปฏิบัติตนในการใช้เชื้อราบิวเวอเรีย (ภาพที่ 4) จากการสังเกตพบว่าเกษตรกรพยายามซักถามระหว่างการรับฟังข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจในแต่ละด้าน โดยเฉพาะการปฏิบัติตน และประโยชน์ในการใช้เชื้อราบิวเวอเรียที่ส่งผลให้เกิดผลการเรียนรู้ และเข้าใจมากขึ้นกว่าด้านอื่นอย่างชัดเจน

ขั้นตอนที่ 2 การผลิตและการประยุกต์ใช้

1) **การรวบรวมวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในท้องถิ่น** เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการมีส่วนร่วมในการเสนอชนิดและแหล่งที่มาของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเพื่อนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเชื้อราบิวเวอเรีย ได้แก่ รำข้าว ข้าวโพด ขี้เลื่อย ชานอ้อย จากการคั้นน้ำอ้อย และกากถั่วเหลืองจากการทำน้ำเต้าหู้ และจัดทำเป็นแผนที่วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในท้องถิ่น (ภาพที่ 5)

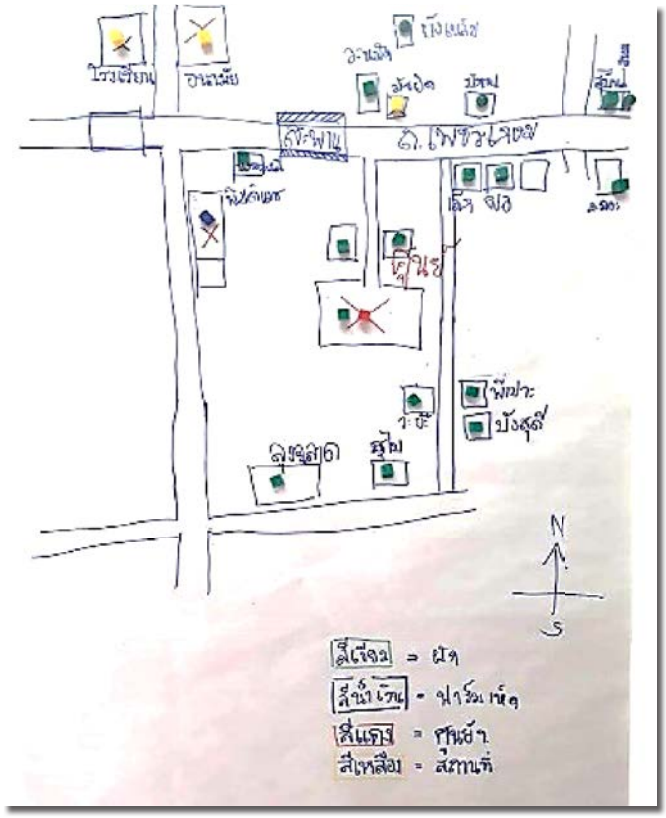


หมายเหตุ ระดับค่าเฉลี่ยความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเชื้อราบิวเวอเรีย

4.50 – 5.00	มากที่สุด
3.50 – 4.49	มาก
2.50 – 3.49	ปานกลาง
1.50 – 2.49	น้อย
1.00 – 1.49	น้อยที่สุด

ภาพที่ 4 ระดับความรู้ความเข้าใจก่อน และหลังการให้ความรู้เกี่ยวกับเชื้อราบิวเวอเรีย

2) การพัฒนาระบบผลิตเชื้อราบิวเวอเรีย ระบบผลิตเชื้อราบิวเวอเรีย (ภาพที่ 6) ประกอบด้วย หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ ตู้เขี่ยเชื้อ และโรงบ่มเชื้อระบบควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งการพัฒนาระบบผลิตเชื้อราบิวเวอเรียได้ประยุกต์ใช้กระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพร่วมกับเทคโนโลยีวิศวกรรมด้วยการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม ตั้งแต่การกำหนดรูปแบบเครื่องมือ อุปกรณ์ การออกแบบและการเลือกใช้วัสดุสำหรับระบบผลิตเชื้อราบิวเวอเรีย ซึ่งการพัฒนาระบบผลิตเชื้อราบิวเวอเรีย ดำเนินการที่คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา เนื่องจากมีความพร้อมเรื่องเครื่องมือช่าง และนักศึกษาระดับปริญญาตรีได้มีส่วนร่วมดำเนินการพัฒนาระบบผลิต ซึ่งเป็นการบูรณาการงานวิจัยกับการเรียนการสอน จากนั้นดำเนินการติดตั้ง และถ่ายทอดเทคนิคการใช้เครื่องมือให้กับเกษตรกรในชุมชน ณ ศูนย์การเรียนรู้เกษตรธรรมชาติ โดยมีนักศึกษาที่ร่วมพัฒนาระบบผลิตเข้าร่วมการติดตั้งระบบ รวมทั้งร่วมดูแลบำรุงรักษาระบบในพื้นที่ชุมชนตลอดโครงการวิจัย จึงเป็นการฝึกประสบการณ์นอกห้องเรียนให้กับนักศึกษาได้เป็นอย่างดีทั้งในด้านการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า การวางแผนงาน การเตรียมความพร้อมอุปกรณ์ เนื่องจากชุมชนตั้งอยู่ในพื้นที่ห่างไกลจากมหาวิทยาลัย และที่สำคัญคือ นักศึกษาได้เรียนรู้การปรับตัวการทำงานในสังคมที่แตกต่างจากในมหาวิทยาลัย

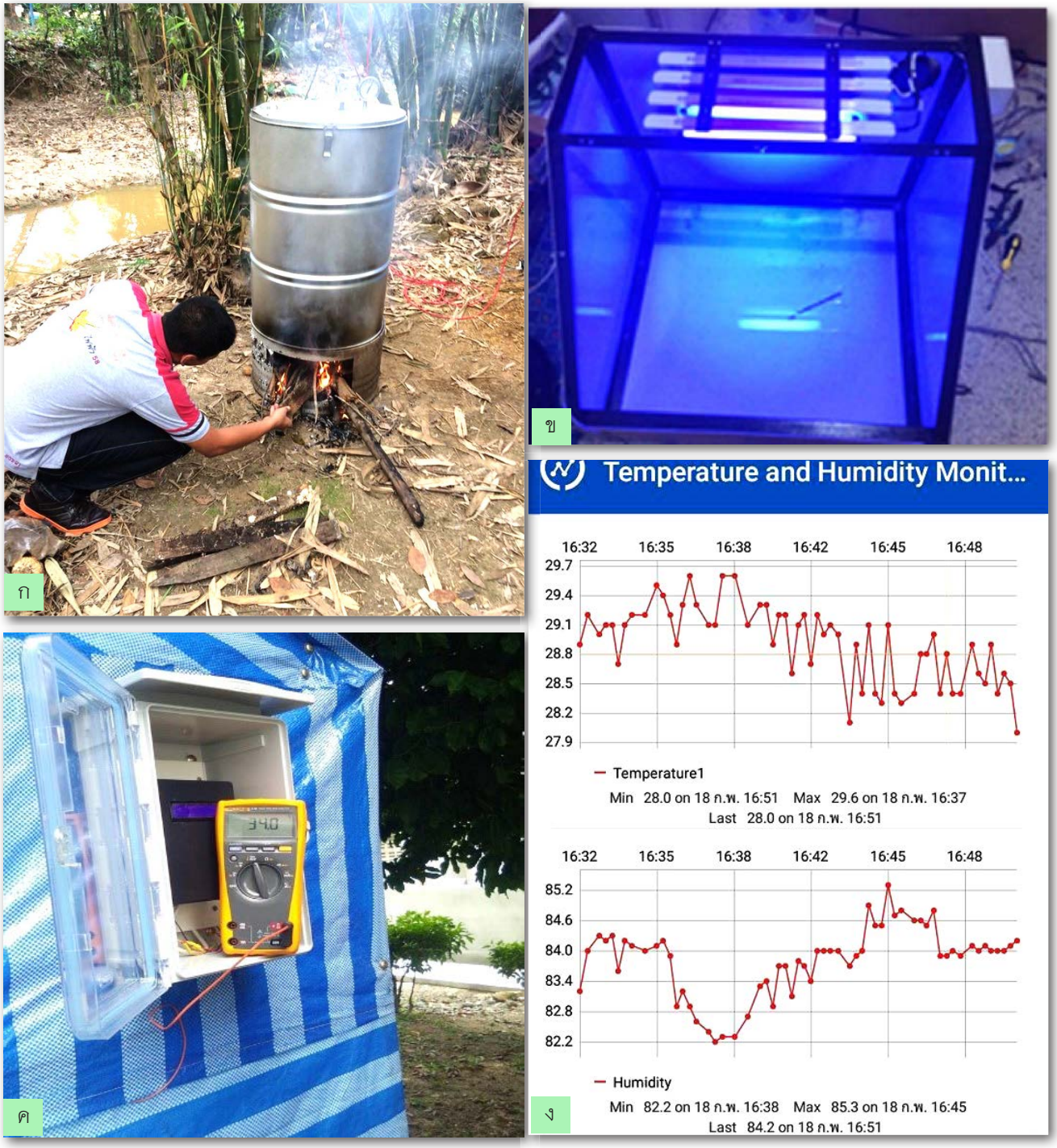


ภาพที่ 5 แผนที่วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในท้องถิ่น

สำหรับการพัฒนาระบบผลิตเชื้อราบิวเวอเรียที่ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านเทคโนโลยีวิศวกรรม ในการพัฒนาระบบผลิตเชื้อราบิวเวอเรียด้วยระบบอัตโนมัติที่ประกอบด้วย หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ ตู้เขี่ยเชื้อ และโรงบ่มเชื้อระบบควบคุมอัตโนมัติ เป็นการออกแบบและผลิตทั้งระบบตามขั้นตอนหลักในการผลิตเชื้อราบิวเวอเรีย (ภาพที่ 7) ดังนี้

2.1) หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ ขนาด 200 ลิตร เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 58.4 เซนติเมตร โดยเลือกใช้ถังโลหะเพื่อเป็นหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ เนื่องจากเป็นวัสดุที่หาง่าย แข็งแรง และทนทาน โดยออกแบบให้ใช้งานง่าย สะดวกและปลอดภัยในการใช้งานในพื้นที่ชุมชน สามารถให้ความร้อนด้วยแหล่งเชื้อเพลิงจากฟืน ถ่าน หรือแก๊ส

ภาพที่ 6 การพัฒนาและการถ่ายทอดเทคโนโลยีวิศวกรรมของระบบผลิตเชื้อราบิวเวอเรีย ก) หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ ข) ตู้เขี่ยเชื้อ และ ค) โรงบ่มเชื้อระบบควบคุมอัตโนมัติ



ภาพที่ 7 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางวิศวกรรม สำหรับการผลิตชุดอุปกรณ์ผลิตเชื้อราบิวเวอเรีย ก) หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ ข) ตู้เขี่ยเชื้อ ค) ไมโครคอนโทรลเลอร์ และ ง) การแสดงผลผ่านเทคโนโลยี IOT

สามารถติดตั้งและเคลื่อนย้ายได้ง่าย มีวาล์วระบายอากาศเพื่อควบคุมความดันภายในหม้อนึ่ง ติดตั้งเกจวัดความดัน และเทอร์โมมิเตอร์ เพื่อแสดงค่าความดันและอุณหภูมิระหว่างการฆ่าเชื้อ เพื่อให้การฆ่าเชื้อมีประสิทธิภาพตามหลักการปลอดเชื้อ คือ สามารถนึ่งฆ่าเชื้อที่สภาวะอุณหภูมิ 121–134 องศาเซลเซียส ที่แรงดันไอน้ำ 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว (Al-mohanna, 2017) นอกจากนี้ หม้อนึ่งฆ่าเชื้อถูกออกแบบให้ง่ายต่อการเปลี่ยนถ่ายน้ำ มีตะแกรงวางถุงวัตถุดิบผลิตเชื้อ และติดตั้งในบริเวณใกล้อาคาร

อเนกประสงค์ของศูนย์การเรียนรู้เกษตรธรรมชาติ ซึ่งสะดวกต่อการใช้งานและการจัดหาเชื้อเพลิงในการให้ความร้อน (ภาพที่ 7ก)

2.2) ตู้เขี่ยเชื้อ เป็นอุปกรณ์สำหรับเขี่ยเชื้อ ปลูกเชื้อ เตรียมเชื้อ หรือกิจกรรมเกี่ยวกับเชื้อจุลินทรีย์ เพื่อหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนจากสิ่งปลอมปนหรือจุลินทรีย์ชนิดอื่นในวัตถุดิบผลิตเชื้อที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อเรียบร้อยแล้ว โดยออกแบบตู้เขี่ยเชื้อให้ง่ายต่อการใช้งานของเกษตรกร ทำจากอะคลิริคซึ่งเป็นวัสดุที่ง่ายต่อการทำความสะอาด มีลักษณะเป็นทรงสี่เหลี่ยมคางหมู มีฝาเปิดด้านบน 1 ฝา มีช่องด้านหน้าจำนวน 2 ช่อง สำหรับยื่นมือเข้าไปทำกิจกรรมภายในตู้เขี่ยเชื้อ มีหลอดไฟติดตั้งด้านบนภายในตู้เขี่ยเชื้อจำนวน 4 หลอด เป็นหลอด UV ที่ให้รังสีเหนือม่วงชนิด UV-C สำหรับฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ มีความยาว 60 เซนติเมตร กำลังไฟฟ้า 20 วัตต์ จำนวน 2 หลอด และหลอดฟลูออเรสเซนต์สำหรับให้แสงสว่างเพื่อการทำงาน มีความยาว 60 เซนติเมตร กำลังไฟฟ้า 18 วัตต์ จำนวน 2 หลอด ตู้เขี่ยเชื้อถูกออกแบบให้สามารถควบคุมการทำงานของการฆ่าเชื้อผ่านการติดตั้งเซนเซอร์วัดแสง และหลอด UV-C ภายในตู้เขี่ยเชื้อจะดับเองหลังจากเปิดทิ้งไว้เป็นเวลา 15 นาที นอกจากนี้ยังมีการติดตั้งพัดลมดูดอากาศเพื่อถ่ายเทอากาศ และระบายความร้อนภายในตู้เขี่ยเชื้อ (ภาพที่ 7ข)

2.3) โรงบ่มเชื้อระบบควบคุมอัตโนมัติ ที่ควบคุมด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ (ภาพที่ 7ค) สำหรับควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงบ่มเชื้อ ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของเชื้อ ซึ่งระบบควบคุมอัตโนมัตินี้สามารถแสดงผลอุณหภูมิและความชื้นผ่านเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) (ภาพที่ 7ง)

เนื่องจากสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อราบิวเวอเรีย อยู่ในช่วง 25-30 องศาเซลเซียส การพัฒนาระบบควบคุมอัตโนมัติของโรงบ่มเชื้อ จึงออกแบบให้มีการนำเทคโนโลยีการบ่มเชื้อในห้องปฏิบัติการที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้มาประยุกต์ใช้กับชุมชน เพื่อให้โรงบ่มเชื้อมีอุณหภูมิอยู่ในช่วงดังกล่าว โดยการติดตั้งพัดลมดูดอากาศไว้ที่ผนังด้านหลังโรงบ่มเชื้อ ติดตั้งเครื่องสร้างหมอกและสเปรย์น้ำไว้ทางด้านซ้ายของโรงบ่มเชื้อ ติดตั้งกล่องควบคุมสำหรับระบบไมโครคอลโทรลเลอร์ไว้บริเวณด้านนอกโรงบ่มเชื้อ การตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้นในโรงบ่มเชื้อผ่านเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ซึ่งหากอุณหภูมิเกินระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อราบิวเวอเรีย ระบบควบคุมจะสั่งการให้พัดลมดูดอากาศทำงานทันทีเพื่อระบายอากาศออก เป็นผลให้อุณหภูมิในโรงบ่มเชื้อต่ำลง โดยอุณหภูมิที่ตั้งค่าไว้ในระบบควบคุมคือ 28 องศาเซลเซียส และระบบควบคุมจะสั่งการให้เครื่องสร้างหมอกทำงาน เพื่อช่วยให้เกิดความชื้นช่วยลดอุณหภูมิ และควบคุมความชื้นในโรงบ่มเชื้อในระดับไม่เกินร้อยละ 75 (ระดับความชื้นที่เหมาะสม) ซึ่งหากความชื้นที่สร้างขึ้นมากกว่าร้อยละ 75 ระบบควบคุมจะสั่งการให้เครื่องสร้างหมอกหยุดทำงาน และให้พัดลมดูดอากาศทำงานทันที เพื่อระบายความชื้นส่วนเกินออกจากโรงบ่มเชื้อต่อไป เมื่อความชื้นและอุณหภูมิอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมระบบควบคุมจะสั่งการให้พัดลมดูดอากาศ และเครื่องสร้างหมอกหยุดทำงาน โดยค่าความชื้นและอุณหภูมิเหล่านั้นจะถูกส่งไปยังซอฟต์แวร์เพื่อนำค่าที่ได้ส่งต่อไปยังสมาร์ทโฟน และเว็บบราวเซอร์ เชื่อมโยงผ่านระบบสารสนเทศเกษตรกรสามารถเข้าถึงข้อมูล ติดตามตรวจสอบระบบให้เกิดเสถียรภาพตลอดการผลิต สร้างความน่าเชื่อถือของกระบวนการผลิต เป็นการพัฒนาประสิทธิภาพการผลิต โรงบ่มเชื้อที่ออกแบบและพัฒนาสามารถอำนวยความสะดวกในการจัดการการผลิตให้กับเกษตรกร ไม่เพิ่มภาระให้กับเกษตรกร จึงเป็นการช่วยให้การดำเนินการเกิดความต่อเนื่องและขยายผลได้มากขึ้นในอนาคต นอกจากนี้การควบคุมผ่านระบบอัตโนมัติของโรงบ่มเชื้อที่พัฒนาสามารถลดการรบกวนระบบการเพาะเลี้ยงเชื้อราบิวเวอเรียในโรงบ่มเชื้อ จึงเป็นการลดการปนเปื้อนของเชื้อได้อีกทางหนึ่ง

3) การผลิตและการประยุกต์ใช้เชื้อราบิวเวอเรีย โดยนำเชื้อราบิวเวอเรียที่ได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืชจังหวัดสงขลา กรมวิชาการเกษตร มาเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณในห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพสิ่งแวดล้อม คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ด้วยเมล็ดข้าวฟ่างฆ่าเชื้อที่บรรจุในขวด เมื่อเชื้อเจริญเต็มขวด ซีลปากขวด สำหรับใช้เป็นหัวเชื้อเริ่มต้น หรือเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5-10 องศาเซลเซียส โดยหัวเชื้อเริ่มต้นมีปริมาณความเข้มข้นของสปอร์โดยใช้เครื่องมือนับจำนวนสปอร์ (Hemocytometer) ที่ 10^6 โคนิเดีย/มิลลิลิตร สำหรับนำมาผลิตเชื้อราบิวเวอเรียจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในท้องถิ่น ด้วยระบบผลิตเชื้อราบิวเวอเรียที่พัฒนาโดยการมีส่วนร่วมของชุมชน (ภาพที่ 8) เพื่อให้เกษตรกรร่วมดำเนินงาน พร้อมทั้งมีการประเมินความรู้ความเข้าใจในกระบวนการ และทักษะปฏิบัติในการผลิตและการใช้ชุดอุปกรณ์ของระบบที่พัฒนา ดังนี้

3.1) การเตรียมวัตถุดิบในการผลิตเชื้อราบิวเวอเรีย กรณีรำข้าว และข้าวโพด ได้แนะนำให้เกษตรกรนำวัสดุดังกล่าวแช่น้ำอุ่นนาน 12 ชั่วโมง ก่อนนำมาชั่งในปริมาณที่ต้องการคือ 200 กรัม โดยบรรจุในถุงร้อนขนาด 8x12 นิ้ว จากนั้นมัดปากถุง (กรณีใช้ขี้เลื่อยสามารถบรรจุถุงได้ทันที) (ภาพที่ 8ก) เรียงถุงวัสดุเลี้ยงเชื้อโดยหันปากถุงเข้าด้านใน เพื่อนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที หรือที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 30 นาที (เริ่มจับเวลาหลังจากอุณหภูมิถึงค่าที่ต้องการ) (ภาพที่ 8ข) จากนั้นนำวัสดุเลี้ยงเชื้อออกมาทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้อง

ภาพที่ 8 การมีส่วนร่วมของชุมชนในการผลิตเชื้อราบิวเวอเรีย ก) การชั่งวัตถุดิบ ข) การนึ่งฆ่าเชื้อวัตถุดิบ ค) การปลูกเชื้อในตู้เขี่ยเชื้อ ง) การใช้งานโรงบ่มเชื้อระบบควบคุมอัตโนมัติ จ) การดูแลเชื้อในโรงบ่มเชื้อ ฉ) การเตรียมประยุกต์ใช้เชื้อที่ผลิตได้

3.2) การปลูกเชื้อลงในถุงวัสดุเลี้ยงเชื้อที่เย็นแล้วภายในตู้เขี่ยเชื้อ โดยทำความสะอาดมือ และทำความสะอาดภายนอกถุงวัสดุเลี้ยงเชื้อ และขวดหัวเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 จากนั้นเปิดฝาขวดหัวเชื้อ ลนไฟปากขวดรอเย็น 5 วินาที ก่อนใส่หัวเชื้อลงในถุงวัสดุเลี้ยงเชื้อปริมาณ 10 กรัม/ถุง เขย่าเชื้อให้ทั่วถุง และปิดปากถุง จะได้ถุงเพาะเชื้อราบิวเวอเรียที่ต้องการ (ภาพที่ 8ค) วางถุงเพาะเชื้อที่เตรียมได้กระจายบนชั้นวางในโรงบ่มเชื้อระบบควบคุมอัตโนมัติ

3.3) การใช้โรงบ่มเชื้อระบบควบคุมอัตโนมัติ (ภาพที่ 8ง) เกษตรกรสามารถดำเนินการโดยเปิดสวิตช์ทำงานของระบบพ่นหมอกที่ติดตั้งไว้กับระบบควบคุมบริเวณหน้าโรงบ่มเชื้อ โดยมีหน้าจอแสดงผลค่าอุณหภูมิและความชื้นเพื่อสะดวกต่อการตรวจสอบสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อภายในโรงบ่มเชื้อ

3.4) การดูแลเชื้อในโรงบ่ม (ภาพที่ 8จ) เป็นการติดตามการกระจายการเจริญของเชื้อซึ่งจะเห็นเป็นเส้นใยสีขาวในถุงวัสดุเลี้ยงเชื้อ เมื่อเชื้อเจริญเต็มถุงคือเห็นเส้นใยสีขาวปกคลุมทั่ววัสดุเลี้ยงเชื้อ จึงสามารถนำไปใช้ได้ ในกรณีที่พบว่าวัสดุเลี้ยงเชื้อถุงใดมีการปนเปื้อน มีน้ำเยิ้ม มีกลิ่นเปรี้ยว หรือมีการเจริญของกลุ่มจุลินทรีย์ก่อนการปลูกเชื้อราบิวเวอเรีย เกษตรกรจะคัดแยกไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยกระบวนการเดิมก่อนทำลายด้วยวิธีการฝังต่อไป

3.5) การเตรียมประยุกต์ใช้เชื้อที่ผลิตได้ (ภาพที่ 8ฉ) เป็นขั้นตอนการนำเชื้อที่ผลิตได้มาเตรียมในรูปแบบสารแขวนลอยสปอร์ (Spore suspension) โดยใส่น้ำในถุงวัสดุเลี้ยงเชื้อ ใช้มือขยี้ให้สปอร์เชื้อราหลุดจากวัสดุเลี้ยงเชื้อและกรองแยกวัสดุเลี้ยงเชื้อออก กลั้วัสดุเลี้ยงเชื้อด้วยน้ำประมาณ 2–3 ครั้ง เพื่อให้สปอร์เชื้อหลุดออกมามากที่สุด จากนั้นกรองแยกวัสดุเลี้ยงเชื้อออก นำสารแขวนลอยสปอร์ที่เตรียมได้ปริมาตร 20 ลิตร ไปฉีดพ่นเพื่อควบคุมแมลงศัตรูพืช โดยช่วงเวลาฉีดพ่นที่เหมาะสมคือตอนเย็น ทั้งนี้สามารถผสมสารจับใบ ในอัตราส่วน 3 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร เพื่อให้เชื้อราเกาะติดผิวใบพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับเชื้อราที่ผลิตได้สามารถเก็บไว้ในโรงบ่มเชื้อ และควรนำไปใช้ภายใน 1 เดือน หรือเก็บไว้ในสภาพที่มีอุณหภูมิ 5–10 องศาเซลเซียส ได้นาน 3 เดือน ซึ่งเชื้อราที่ผลิตสดใหม่ มีประสิทธิภาพในการใช้ฉีดพ่นเพื่อควบคุมแมลงศัตรูพืชได้ดี ดังนั้นจึงควรวางแผนการผลิตและการฉีดพ่นตามเวลาที่กำหนด

ผลการประเมินก่อนและหลังการฝึกอบรมโดยใช้เกณฑ์ในการแปลความหมายระดับความรู้ความเข้าใจและทักษะการปฏิบัติเป็น 3 ระดับ ความกว้างของชั้นตามวิธีของ Kuharattanachai (1999) พบว่า เกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจและทักษะปฏิบัติเพิ่มขึ้นหลังจากอบรมอยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 100) ขณะที่ก่อนการอบรมเกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจและทักษะปฏิบัติในระดับปานกลาง (ร้อยละ 66.5) รองลงมามีระดับน้อย (ร้อยละ 31.5) และระดับมาก (ร้อยละ 2)

จากการสังเกต พบว่า เกษตรกรมีความยินดีที่การดำเนินการเกิดผลสำเร็จ มีความกระตือรือร้นในการผลิตเชื้อเพื่อใช้ทางการเกษตร โดยเกษตรกรจะเข้าร่วมลงมือปฏิบัติด้วยตนเองในทุกกิจกรรมและเตรียมพื้นที่ปลูกพืชเพื่อรองรับการประยุกต์ใช้เชื้อราบิวเวอเรียที่ผลิตได้ จากการสำรวจข้อมูลพืชที่เกษตรกรนิยมปลูกเพื่อบริโภคและขายในตลาดสดของชุมชน ส่วนใหญ่เป็นผักใบ ได้แก่ ผักกวางตุ้ง (ภาพที่ 9ก) มะเขือเปราะ (ภาพที่ 9ข) ถั่วฝักยาว (ภาพที่ 9ค) ผักบุ้ง (ภาพที่ 9ง) และผักกาดขาว (ภาพที่ 9จ) เป็นต้น

4) การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เกษตรกรในชุมชนบ้านต้นมะพร้าวสูง หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้วิจัย ร่วมกันติดตามและรับฟังข้อมูล และเปิดโอกาสให้เกษตรกรร่วมแลกเปลี่ยนข้อมูลเพื่อนำไปปรับปรุง แก้ไขปัญหาอุปสรรคในการดำเนินงานวิจัยร่วมกัน จนเกิดรูปแบบการมีส่วนร่วมในการผลิตเชื้อราบิวเวอเรียที่เหมาะสมสำหรับชุมชน จากผลการดำเนินกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ พบประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

4.1) เกษตรกรเข้าใจหลักการทำงานเบื้องต้นของระบบผลิตเชื้อ และมีทักษะในการใช้งานชุดเครื่องมือได้ดี แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาเบื้องต้นเมื่อโรงบ่มเชื้อเกิดความผิดปกติ (สภาวะในโรงบ่มเชื้อมีอุณหภูมิและความชื้นไม่อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อ) ประเด็นนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการแก้ปัญหาโดยออกแบบให้ระบบการควบคุมการทำงานของโรงบ่มเชื้อมีการทำงาน 2 โหมด คือ โหมดการควบคุมด้วยมือ (Mannual mode) ซึ่งเกษตรกรสามารถควบคุมได้ด้วยตนเอง และโหมดอัตโนมัติ (Auto mode) หรือ ระบบอัตโนมัติ ซึ่งทำให้การทำงานของโรงบ่มเชื้อเป็นระบบอัตโนมัติ สามารถติดตามและตรวจสอบผ่านแอปพลิเคชันมือถือ เพื่อรวดเร็วต่อการแก้ปัญหาในพื้นที่และดำเนินงานได้อย่างต่อเนื่อง

4.2) เกษตรกรต้องได้รับการมอบหมายหน้าที่ให้ชัดเจน โดยการจัดสรรเวลาวันเว้นวันเพื่อเขย่าหรือบีบถุงเชื้อซึ่งเป็นการกระตุ้นให้เชื้อเจริญกระจายทั่วถุง เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ หรือจนกว่าเชื้อจะเจริญทั่วถุง

ภาพที่ 9 การเตรียมพื้นที่ปลูกพืชเพื่อรองรับการประยุกต์ใช้เชื้อราบิวเวอเรีย ได้แก่ ก) ผักกวางตุ้ง ข) มะเขือเปราะ ค) ถั่วฝักยาว ง) ผักบุ้ง และ จ) ผักกาดขาว

4.3) สำหรับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่เชื้อราบิวเวอเรียเจริญได้ดีที่สุดคือ รำข้าว เนื่องจากพบการเจริญของเชื้อได้เต็มถุงรวดเร็วกว่า ข้าวโพด และขี้เลื่อย จากการนำเชื้อราบิวเวอเรียที่มีอายุ 2 สัปดาห์ ที่ผลิตได้จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อตรวจสอบการเจริญของเชื้อและการสร้างสปอร์บนรำข้าว ข้าวโพด และขี้เลื่อย พบว่า เชื้อราบิวเวอเรียสามารถเจริญและสร้างสปอร์ได้ โดยเห็นเป็นโคโลนีสีขาวเจริญปกคลุมบนวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร (ภาพที่ 10) เมื่อนำเชื้อราบิวเวอเรียที่ผลิตได้จากวัสดุเหลือทิ้งแต่ละชนิดผสมด้วย Tween 80 ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 ปริมาตร 200 มิลลิลิตร/ ถุง เขย่าให้สปอร์หลุดเป็นสารแขวนลอยสปอร์ จากนั้นกรองด้วยผ้าขาวบาง เพื่อนำสารแขวนลอยสปอร์ไปศึกษาปริมาณความเข้มข้นของสปอร์โดยใช้เครื่องมือนับจำนวนสปอร์ (Soundarapandian & Chandra, 2007) พบว่า เชื้อราบิวเวอเรียสามารถสร้างสปอร์ได้มากที่สุดเมื่อผลิตด้วยรำข้าว ($7.23x10^8$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร) รองลงมาคือ ข้าวโพด ($5.84x10^7$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร) และขี้เลื่อย ($1.49x10^6$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร) ตามลำดับ

5) รวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ สังเคราะห์ผล รวบรวมข้อมูลผ่านการใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์เชิงลึก การสังเกตแบบมีส่วนร่วม และการสนทนากลุ่ม จากนั้นวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล ประกอบกันทั้งจากข้อมูลทุติยภูมิ และข้อมูลปฐมภูมิ

ขั้นตอนที่ 3 สรุปผล

โดยนำข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ และสังเคราะห์แล้วมาสรุปผล และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการวิจัย

ความรู้ความเชี่ยวชาญที่ใช้

การทำเกษตรแบบปลอดภัยจากสารพิษ ลดการใช้สารเคมีและใช้ชีววิธี เป็นวิธีการที่สามารถทำได้เอง เป็นการพึ่งพาตนเอง เป็นการน้อมนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในการเกษตร และเป็นการลดมลพิษในสิ่งแวดล้อม สำหรับการผลิตเชื้อราบิวเวอเรียจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในท้องถิ่น เป็นการนำวัตถุดิบในท้องถิ่นมาใช้ประโยชน์ และไม่เพิ่มต้นทุนการผลิตทางการเกษตร ขณะเดียวกันยังเป็นการส่งเสริมการยกระดับคุณภาพผลผลิตทางการเกษตรให้เป็นอาหารที่ดีต่อสุขภาพ เสริมสร้างสุขภาวะที่ดีของคนในชุมชน ตอบสนองกระแสรักสุขภาพในปัจจุบัน ส่งผลต่อความยั่งยืนทั้งในมิติสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคมได้

1) การเลือกวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในท้องถิ่นเป็นวัตถุดิบในการผลิตเชื้อราบิวเวอเรีย

การใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในท้องถิ่นเป็นวัตถุดิบในการเลี้ยงเชื้อราบิวเวอเรียถือเป็นกลไกหนึ่งที่ส่งเสริมความยั่งยืนของกระบวนการผลิตเชื้อราบิวเวอเรีย เนื่องจากเป็นการใช้วัตถุดิบที่หาง่าย สะดวก ไม่เพิ่มต้นทุนทางการผลิต จึงไม่เป็นการเพิ่มภาระในการเตรียมหรือจัดหาให้กับเกษตรกรผู้ผลิต ในทางตรงกันข้ามกลับเป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เป็นการยกระดับการทำเกษตรที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งวัตถุดิบที่เกษตรกรเตรียมมาเพื่อใช้ในการผลิตเชื้อราบิวเวอเรียได้แก่ รำข้าว ข้าวโพด ขี้เลื่อย ชานอ้อยจากการ

ภาพที่ 10 โคโลนีสีขาวของเชื้อราบิวเวอเรียที่เจริญบนวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้แก่ ก) รำข้าว ข) ข้าวโพด และ ค) ขี้เลื่อย

คั้นน้ำอ้อย และกากถั่วเหลืองจากการทำน้ำเต้าหู้ แต่ทั้งชานอ้อยและกากถั่วเหลืองที่เกษตรกรนำมานั้น ไม่สามารถเก็บรวบรวมเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบได้เป็นเวลานาน เนื่องจากพบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ชนิดอื่นทั้งแบคทีเรียและเชื้อรา โดยเฉพาะกากถั่วเหลืองที่เกิดการเน่าเสียได้แม้เพียงข้ามคืน สำหรับรำข้าว ข้าวโพด และขี้เลื่อย เป็นวัตถุดิบที่มีเฮมิเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งเชื้อราบิวเวอเรียสามารถสร้างเอนไซม์เซลลูเลส และไซลาเนสในการย่อยสลายเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวเพื่อใช้เป็นสารอาหารสำหรับการเจริญได้ต่อไป (Petlamul et al., 2017; Petlamul & Boukaew, 2019) เชื้อราบิวเวอเรียชนิดนี้ได้รับการรายงานว่าสามารถเลี้ยงเพิ่มปริมาณทั้งในรูปแบบอาหารเหลวและอาหารแข็งในวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม ได้แก่ น้ำทิ้งหลังสกัดน้ำมันปาล์ม และกากตะกอนดีแคนเตอร์ ซึ่งวัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้มีองค์ประกอบหลักของเฮมิเซลลูโลส ที่เป็นแหล่งคาร์บอนในการเจริญของเชื้อรา (Petlamul & Prasertsan, 2014; Petlamul, 2016) นอกจากนี้รำข้าว ข้าวโพด และขี้เลื่อย มีความชื้นต่ำ เหมาะต่อการนำมาหมักในกระบวนการเพิ่มขยายเชื้อจุลินทรีย์แบบอาหารแข็ง (Solid state fermentation: SSF) โดยเฉพาะข้าวซึ่งเป็นวัตถุดิบที่เหมาะต่อการเจริญของจุลินทรีย์หลากหลายชนิด โดยนำมาใช้ในกระบวนการเพิ่มขยายเชื้อจุลินทรีย์แบบอาหารแข็ง (Sadh et al., 2017a, Sadh et al., 2017b; Sadh et al., 2017c) รำข้าว ข้าวโพด และขี้เลื่อยจึงถูกใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตเชื้อราบิวเวอเรีย เพราะนอกจากคุณลักษณะการเป็นแหล่งคาร์บอนที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อดังกล่าวแล้ว ยังไม่เป็นการเพิ่มขั้นตอนในการเตรียมวัสดุเหลือทิ้งให้มีความชื้นที่เหมาะสมก่อนการนึ่งฆ่าเชื้อ อย่างไรก็ตามในกรณีที่วัสดุเหลือทิ้งประเภทรำข้าว ข้าวโพด และขี้เลื่อย ไม่เพียงพอต่อการผลิตเชื้อราบิวเวอเรียอาจจำเป็นต้องนำชานอ้อย และกากถั่วเหลือง หรือวัสดุเหลือทิ้งอื่นมาศึกษาเพิ่มเติมด้วยกระบวนการอย่างง่ายเหมาะกับชุมชนสำหรับเตรียมเป็นวัสดุเลี้ยงเชื้อเพื่อรองรับการผลิตเชื้อราบิวเวอเรียไว้ใช้ในชุมชนได้อย่างเหมาะสมต่อไปในอนาคต

2) การผลิตเชื้อราบิวเวอเรีย

เชื้อราบิวเวอเรียเป็นเชื้อราที่โดดเด่นในการทำลายแมลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถทำลายแมลงได้หลายชนิด เช่น แมลงหวี่ขาว เพลี้ยไฟ ไรแดง เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไก่แจ้ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และหนอนศัตรูพืชหลายชนิด และสามารถทำลายแมลงได้หลายระยะการเจริญเติบโต เชื้อราชนิดนี้เจริญได้ในดิน อาศัยซากสิ่งมีชีวิตในการเจริญ การเจริญเติบโตของเส้นใยเป็นสีขาวหรือสีเหลืองอ่อน มีลักษณะทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5–2.0 ไมครอน มีผนังกั้น โคโลนีเรียบ ลักษณะเป็นฝุ่น คล้ายแป้งหรือชอล์ก สำหรับลักษณะสปอร์หรือโคนิเดีย เป็นรูปทรงกลมก้านชูสปอร์หรือก้านชูโคนิเดียตั้งขึ้นเป็นเส้นยาว เรียงเป็นสายเดี่ยวหรือเป็นกิ่งก้าน กลุ่มของสปอร์อยู่กันเป็นสาขารวมกันคล้ายรูปจานเป็นแบบเดี่ยว

การใช้เชื้อราบิวเวอเรียให้เกิดประสิทธิภาพจำเป็นต้องใช้เชื้อสดที่ผลิตเสร็จใหม่ ประสิทธิภาพในการปลดปล่อยเอนไซม์หรือสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่าง ๆ จะเกิดขึ้นได้ดีในช่วงที่เชื้อราเจริญมีชีวิต (Active) มากกว่าช่วงที่เชื้อพักตัว ดังนั้นเพื่อให้เกษตรกรได้ใช้เชื้อราตามต้องการอย่างเหมาะสม จึงจำเป็นต้องรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเชื้อราบิวเวอเรีย จากการผลิตในห้องปฏิบัติการ เป็นการผลิตในชุมชน (Social lab) ซึ่งในกระบวนการผลิตนั้น เกษตรกรจำเป็นต้องเรียนรู้และฝึกปฏิบัติในขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

2.1) กระบวนการนึ่งฆ่าเชื้อวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเชื้อราบิวเวอเรีย ถือเป็นการกำจัดและป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ต่าง ๆ ที่อาจปนเปื้อนมากับวัสดุเลี้ยงเชื้อ กระบวนการนี้จึงเป็นขั้นตอนที่จำเป็นในการทำให้วัตถุดิบปราศจากเชื้ออื่นก่อนการปลูกเชื้อราบิวเวอเรียที่ต้องการ ซึ่งหม้อนึ่งฆ่าเชื้อเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับนึ่งฆ่าเชื้อด้วยวิธีทางกายภาพ โดยใช้อุณหภูมิสูงและแรงดันไอน้ำสูงกว่าสภาวะบรรยากาศปกติในช่วงระยะเวลาหนึ่ง โดยทั่วไปจะใช้หม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่สภาวะอุณหภูมิ 121–134 องศาเซลเซียส แรงดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว โดยใช้ระยะเวลาอย่างน้อย 15–30 นาที (Al-mohanna, 2017) ทำให้ของที่ผ่านการนึ่งแล้วอยู่ในสภาพปราศจากเชื้อ

2.2) กระบวนการทำความสะอาดอุปกรณ์ในการปลูกเชื้อเป็นอีกกระบวนการที่เกษตรกรจำเป็นต้องฝึกฝนด้วยตนเองเพื่อความถูกต้องและความคล่องแคล่วในการดำเนินงาน สามารถใช้แอลกอฮอล์ร้อยละ 70 ในการทำความสะอาดอุปกรณ์ภายในตู้เขี่ยเชื้อ และบริเวณภายนอกของขวดหัวเชื้อราบิวเวอเรีย รวมทั้งทำความสะอาดมือก่อนการปลูกเชื้อราบิวเวอเรียลงในวัสดุเลี้ยงเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จำเป็นต้องทำทั้งก่อนและหลังการปลูกเชื้อเป็นที่เรียบร้อย

2.3) การสังเกตการเจริญเติบโตของเชื้อในโรงบ่มเชื้อเป็นกระบวนการตรวจสอบผลการปลูกเชื้อราบิวเวอเรียด้วยตาเปล่า โดยสามารถดูจากลักษณะการเจริญที่เป็นกลุ่มโคโลนีสีขาวเมื่อเชื้อเริ่มเจริญทั่วในถุงเพาะเชื้อในโรงบ่มเชื้อที่ถูกควบคุมสภาวะความชื้นให้มีค่าร้อยละ 60–70 และอุณหภูมิ 25–30 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสมในการเจริญของเส้นใย และการสร้างสปอร์ของเชื้อ (Petlamul & Prasertsan, 2014)

3) การประยุกต์ใช้เชื้อราบิวเวอเรียในการทำเกษตร

เชื้อราบิวเวอเรียเป็นจุลินทรีย์ที่เป็นสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง การใช้งานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมศัตรูพืชทางการเกษตรโดยทั่วไปควรใช้ในตอนเย็น เพราะตั้งแต่ช่วงเย็นจนถึงเช้าตรู่ของวันรุ่งขึ้นอุณหภูมิจะค่อย ๆ ลดลง และมีความชื้นเพิ่มขึ้น เป็นสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญและการงอกของสปอร์ของจุลินทรีย์ได้ต่อไป ส่งผลให้การเข้าทำลายแมลงศัตรูพืชเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ กลไกการเข้าทำลายแมลงเกิดขึ้นหลังจากที่สปอร์ของเชื้อราบิวเวอเรียตกที่ผนังลำตัวแมลง ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญ สปอร์จะงอกแทงทะลุผ่านลำตัวแมลงเข้าไปภายในลำตัวและเจริญเติบโตเป็นเส้นใย ทำลายเซลล์เม็ดเลือดในตัวแมลง ทำให้แมลงเป็นอัมพาตและตายไปในที่สุด (Butt et al., 2001; Sandhu et al., 2007; Richard et al., 2010) เชื้อราบิวเวอเรียสามารถถ่ายทอดถึงรุ่นลูกของแมลงที่ได้รับเชื้อ เมื่อเชื้อเข้าสู่กระแสเลือด เชื้อจะถ่ายทอดสู่ลูก และตายในที่สุด หลังจากแมลงตายแล้วเชื้อราจะสร้างสปอร์แพร่กระจายได้ตามธรรมชาติ (Inglis et al., 2001; Augustyniuk-Kram & Kram, 2012) เป็นการสร้างความสมดุลให้แก่ระบบนิเวศวิทยาเกษตรได้ นอกจากนี้เชื้อราบิวเวอเรียไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์ต่าง ๆ รวมถึงศัตรูธรรมชาติ แต่จะเฉพาะเจาะจงกับแมลงศัตรูพืช เนื่องจากความแตกต่างของอาหารที่แมลงกินและส่วนประกอบของเซลล์ต่าง ๆ ภายในร่างกายที่แตกต่างกัน ดังนั้นเกษตรกรจึงจำเป็นต้องได้รับความรู้และฝึกทักษะการใช้เชื้อราบิวเวอเรีย ตั้งแต่การเตรียมเชื้อราบิวเวอเรียที่ผลิตได้ในลักษณะของสารแขวนลอยสปอร์ โดยใช้วิธีการคั้นน้ำเชื้อราด้วยผ้าขาวบาง เมื่อได้สารแขวนลอยสปอร์แล้ว สามารถใช้ร่วมกับสารจับใบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเกาะใบ จากนั้นนำไปฉีดพ่นพืชผลทางการเกษตรได้ต่อไป

สถานการณ์ใหม่ที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ดำเนินงานในกิจกรรมเพื่อสังคม ต้องคำนึงถึงผลตอบแทนทางสังคมในมิติต่าง ๆ การกำหนดเป้าหมายทางสังคม ต้องคำนึงถึงผลประโยชน์และสิ่งที่กลุ่มเป้าหมายได้รับ ผลตอบแทนทางสังคมและกิจกรรม โดยเฉพาะถ้าต้องการให้เห็นถึงความยั่งยืนของการเปลี่ยนแปลงนั้น การคำนึงถึงมิติด้านการเกษตรและสิ่งแวดล้อม มิติด้านสังคม และมิติด้านเศรษฐกิจ อย่างสมดุล ย่อมก่อให้เกิดความยั่งยืนขึ้น (Mingchai, 2015) สถานการณ์ใหม่ที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมในมิติต่าง ๆ ที่เกิดความสมดุลทั้ง 3 มิติ ดังต่อไปนี้

1) มิติด้านการเกษตรและสิ่งแวดล้อม

จากการลงพื้นที่พบว่า เกษตรกรให้ความสนใจและมีส่วนร่วมตั้งแต่กระบวนการผลิต และประยุกต์ใช้เชื้อราบิวเวอเรีย ซึ่งจากการสัมภาษณ์ตัวแทนเกษตรกรถึงภาพรวมผลการดำเนินการผลิตและการประยุกต์ใช้เชื้อราบิวเวอเรียโดยการมีส่วนร่วมของชุมชน และผลการใช้เชื้อราบิวเวอเรียที่ผลิตในการควบคุมศัตรูพืชทางการเกษตร ได้ดังนี้

“โครงการนี้เป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรอย่างยิ่ง โดยเฉพาะการเน้นกระบวนการมีส่วนร่วมเป็นการส่งเสริมให้เกษตรกรได้ร่วมกระบวนการตั้งแต่ตอนต้น ได้ร่วมลงมือทำเอง ซึ่งแม้ไม่มีนักวิจัยต่อไปก็สามารถดำเนินการเองได้เนื่องจากได้รับการถ่ายทอดทักษะการปฏิบัติจากนักวิจัยแล้ว ซึ่งถ้าไม่มีการเข้ามาสนับสนุน เกษตรกรก็ยังไม่ตระหนักถึงการใช้เชื้อราบิวเวอเรียทางการเกษตรเพื่อความปลอดภัยต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค และการใช้เชื้อราชนิดนี้ทดแทนการใช้สารเคมียังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย อีกทั้งการใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเป็นการเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือทิ้ง และลดขยะและมลพิษในพื้นที่ซึ่งเสริมสร้างความเป็นระเบียบในชุมชนได้อีกทางหนึ่ง และหลังจากการใช้เชื้อราบิวเวอเรียกับผักเหรียง และผักกาดขาวที่ตนผลิต พบว่าผักมีความอุดมสมบูรณ์ขึ้นกว่าแต่ก่อนที่เคยปลูก อาจเนื่องมาจากหลังจากใช้แล้วแมลงศัตรูพืชลดลง ส่งผลให้พืชเจริญได้ดี”

(หัวหน้าศูนย์การเรียนรู้เกษตรธรรมชาติ)

“โครงการนี้มีประโยชน์มาก เพราะได้เรียนรู้กระบวนการตั้งแต่เริ่มต้นการเตรียม การผลิต และการประยุกต์ใช้อย่างชัดเจน อีกทั้งเป็นการลดการใช้สารเคมีอย่างสิ้นเชิง เป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมของชุมชน สำหรับเชื้อราบิวเวอเรียที่ผลิตแล้วใช้เองได้ผลจริง สามารถสร้างความตระหนักการลดการใช้สารเคมีให้กับเกษตรกร ส่งเสริมให้คนมาเข้าร่วมได้อย่างต่อเนื่อง ก็จะเกิดความยั่งยืนของโครงการ”

(ปราชญ์ชาวบ้าน)

“โครงการนี้ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้และปฏิบัติตามเทคโนโลยีใหม่ ๆ ตนเคยได้ยินการใช้เชื้อจุลินทรีย์ควบคุมศัตรูพืช แต่ไม่เคยได้เรียนรู้กระบวนการผลิต หรือ กระบวนการนำมาใช้

แต่อย่างใด การได้เรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ช่วยเติมเต็มความรู้ของตนได้อย่างต่อเนื่องยิ่งขึ้น และเมื่อมีการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้จะช่วยสร้างมูลค่าของวัสดุทางการเกษตรดังกล่าว ทั้งนี้หากมีการจัดให้เป็นศูนย์เรียนรู้เกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงเชื้อราบิวเวอเรียหรือเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นที่ใช้ในการเกษตร จะดีต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตเกษตรกรในพื้นที่ได้เป็นอย่างดี และหลังจากได้ทดลองใช้เชื้อราบิวเวอเรียแล้วได้ผลดีมาก ผลผลิตผักโดยรวมมากขึ้น จากเดิมที่เคยพบการเข้าทำลายของหนอนกระทู้ผักและหนอนใยผัก ปัจจุบันลดลง จึงอยากให้ผลิตเชื้อไว้ใช้ให้จำนวนมากขึ้น"

(เกษตรกรคนที่ 1)

"ตั้งแต่ได้เข้าร่วมโครงการนี้ พบว่าได้ประโยชน์มาก เพราะเมื่อได้เข้าร่วมโครงการนี้แล้วก่อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้การเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรด้วยวิธีการต่าง ๆ เพิ่มเติม ไม่ใช่เพียงการใช้เชื้อจุลินทรีย์ทางการเกษตรเท่านั้น แต่รวมถึงวิธีการควบคุมศัตรูพืชโดยไม่ใช้สารเคมีวิธีการอื่นร่วมด้วย เมื่อได้เข้าร่วมการผลิตเชื้อราบิวเวอเรียที่ศูนย์การเรียนรู้เกษตรธรรมชาติแล้วพบว่า ง่ายต่อการเดินทางมาเข้าร่วมดำเนินงาน มีอุปกรณ์พร้อมต้องการนัดกันผลิตได้ต่อเนื่อง เวลาใดก็ได้ และหลังจากได้ทดลองใช้เชื้อราบิวเวอเรียที่ผลิตเองกับผักหวานและถั่วพู พบว่า จากที่มีอาการใบเหลือง มีอาการเขียวขึ้นภายใน 5–10 วัน"

(เกษตรกรคนที่ 2)

จากข้อมูลข้างต้น เห็นได้ว่า เกษตรกรมีความพึงพอใจต่อการผลิตและประยุกต์ใช้เชื้อราบิวเวอเรีย จึงมีการนัดหมายมาผลิตเชื้อราบิวเวอเรียเพื่อใช้เองอย่างต่อเนื่อง งานวิจัยนี้จึงส่งผลให้เกษตรกร และคนในชุมชนลดการใช้สารเคมี และหันมาใช้เชื้อราบิวเวอเรียกันมากขึ้น เพราะหลังจากทดลองใช้แล้วเกิดการยอมรับ และเห็นถึงประสิทธิภาพในการควบคุมศัตรูพืช โดยสามารถประยุกต์ให้เหมาะสมกับสภาวะแวดล้อม สถานที่ ชนิดพืช และสถานการณ์การระบาดของแมลงศัตรูพืช ดังนั้นผลของการผลิตและการประยุกต์ใช้เชื้อราบิวเวอเรียทางการเกษตรจึงมีแนวโน้มขยายผลได้ดี และช่วยยกระดับความเป็นเกษตรอินทรีย์ของพืชผักในชุมชนได้อีกทางหนึ่ง

2) มิติด้านสังคม

งานวิจัยนี้ส่งเสริมให้คนในพื้นที่สร้างคุณค่าร่วมกันให้เกิดในสังคม เกิดการตระหนักถึงข้อดีของการรวมกลุ่มเพื่อร่วมผลิตเชื้อจุลินทรีย์สำหรับใช้ทางการเกษตรโดยใช้ฐานการประกอบอาชีพเกษตรกรรมของคนในชุมชนเป็นหลัก ส่งเสริมให้คนในสังคมเกิดสัมพันธ์อันดีมีการแบ่งปันกันมากขึ้นจากการมีกิจกรรมร่วมกันมากขึ้น เนื่องจากกระบวนการวิจัยมีกิจกรรมที่ต้องดำเนินการร่วมกันหลายกิจกรรม ตั้งแต่การเตรียม การผลิต และการประยุกต์ใช้ ที่ต้องดำเนินการทั้งรายบุคคล และรายกลุ่ม มีการประชุมนัดหมายวันเวลาในการผลิตเชื้อราบิวเวอเรียในรอบถัดไป มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบ และช่วยเหลือกันในการผลิตเชื้อราบิวเวอเรีย และพร้อมใจกันนำเชื้อราบิวเวอเรียไปใช้ทางการเกษตร เป็นต้น ชี้ให้เห็นว่า กิจกรรมที่เกษตรกรได้ร่วมกันทำก่อให้เกิดกระบวนการทางสังคมที่ดี ชุมชนมีความสุขจากการได้ร่วมกันทำเพื่อเป้าหมายเดียวกันในการลดการใช้สารเคมี ที่ทั้งส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อมแล้วยังช่วยส่งเสริมสุขภาวะที่ดีจากการบริโภคผักในครัวเรือนที่ผลิตด้วยระบบปลอดภัยจากสารเคมี สะท้อนได้จากบทสัมภาษณ์ของหัวหน้าและตัวแทนเกษตรกร ดังนี้

"โครงการนี้ส่งเสริมให้เกิดการรวมกลุ่มของชุมชนมากขึ้น ในฐานะที่เป็นหัวหน้าศูนย์พบว่า เมื่อคนในชุมชนเข้ามาพบปะกันมากขึ้นทำให้ง่ายต่อการติดต่อประสานงานอื่นที่เกี่ยวข้อง เกิดความสัมพันธ์อันดีต่อกัน มีความสามัคคีกัน โดยเฉพาะโครงการนี้กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรที่เข้าร่วมล้วนแล้วสมัครใจตั้งแต่ในตอนต้นเนื่องจากชาวบ้านปลูกผักเพื่อบริโภคและจำหน่ายในตลาดชุมชนกันเป็นส่วนใหญ่ การนัดหมายมาเข้าร่วมกิจกรรมจึงเป็นไปอย่างเรียบร้อย และเขาเหล่านั้นนัดหมายกันเองเพื่อมาผลิตเชื้อราบิวเวอเรียใช้กันอย่างต่อเนื่อง ประกอบกับที่นักวิจัยได้นำเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์มาติดตั้งในพื้นที่ นับว่าเป็นการอำนวยความสะดวกให้กับคนในชุมชน โดยทุกคนสามารถเดินทางเข้ามาดำเนินกิจกรรมได้โดยง่าย ทำได้ทุกวัน ได้เชื้อราบิวเวอเรียที่สดใหม่ ใช้แล้วได้ผล จึงมีโอกาสในการเข้าร่วมและดำเนินการได้ต่อเนื่องในอนาคต"

(หัวหน้าศูนย์การเรียนรู้เกษตรธรรมชาติ)

"โครงการนี้ส่งเสริมให้เกิดการรวมกลุ่มของชุมชนมากขึ้น เกิดการเป็นผู้นำโดยธรรมชาติชัดเจนมากขึ้น และในอนาคตเห็นควรว่า ให้มีการจัดตั้งกลุ่ม มีหัวหน้ากลุ่มในการผลิตเชื้อราบิวเวอเรีย เพื่อให้มีการผลิตกันอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากมีอุปกรณ์พร้อมแล้วด้วย อีกประการที่สำคัญคือ ศูนย์เศรษฐกิจ พอเพียงชุมชนบ้านต้นมะพร้าวสูง เป็นแหล่งผลิต และติดตั้งอุปกรณ์ที่ง่าย สะดวกต่อการเข้าถึง ส่งผลให้มีการผลิตได้อย่างต่อเนื่องแน่นอน"

(ปราชญ์ชาวบ้าน)

"กิจกรรมการส่งเสริมการใช้เชื้อราบิวเวอเรียนี้ เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้คนในพื้นที่ได้มารวมตัวกัน พูดคุยกันมากขึ้น ร่วมมือกันทำงาน เกิดแรงจูงใจในการมีส่วนร่วมในการดำเนินงานใด ๆ จากที่ไม่ค่อยได้มาพบปะกัน กลับได้มารวมตัวกัน บ้างได้แลกเปลี่ยนความคิดกัน ว่าใครปลูกอะไร มีปัญหาอะไร และแก้ไขอย่างไร เป็นอีกกิจกรรมหนึ่งที่สร้างความสนุกสนาน และได้เรียนรู้ เพราะได้ลงมือปฏิบัติมากกว่าการฟังบรรยาย"

(เกษตรกรคนที่ 3)

"การได้มาเข้าร่วมเรียนรู้และลงมือปฏิบัติเอง ส่งเสริมให้เกษตรกรได้ร่วมกันทำงาน ร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ได้มีการนำเสนอความคิดเห็นต่าง ๆ ในการทำงาน ซึ่งหากมีการจัดโครงการลักษณะนี้ต่อ จะเข้าร่วม และบอกต่อแน่นอน"

(เกษตรกรคนที่ 4)

3) มิติด้านเศรษฐกิจ

เกษตรกรไม่เคยได้ทดลองใช้เชื้อราบิวเวอเรียในการควบคุมศัตรูพืช ด้วยเหตุผลของการขาดความรู้เกี่ยวกับเชื้อราบิวเวอเรีย อีกทั้งไม่มีใครยอมรับความเสี่ยงในการเปลี่ยนแปลงวิถีการทำเกษตรที่เคยทำ เพราะเกรงว่าจะเพิ่มต้นทุนทางการผลิต และหากไม่เห็นประสิทธิภาพของการใช้อาจเป็นการลงทุนเสียเปล่า แต่หลังจากได้เข้าร่วมโครงการผลิตเชื้อราบิวเวอเรีย เกษตรกรให้สัมภาษณ์ดังนี้

"จากการใช้รำข้าว มาทดแทนการใช้ข้าวสารในการเลี้ยงเชื้อราชนิดนี้ พบว่าลดต้นทุนลงได้ครึ่งนึง โดยทั่วไปทราบมาว่าการใช้ข้าวสารมาผลิตเชื้อรามีต้นทุน 22 บาทต่อกิโลกรัม ขณะที่เมื่อเปลี่ยนมาใช้รำข้าว มีต้นทุนผลิตเพียง 10 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นความคุ้มค่าที่เกิดขึ้น"

(หัวหน้าศูนย์การเรียนรู้เกษตรธรรมชาติ)

"การใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเป็นการประหยัดต้นทุนหาง่าย ซึ่งการใช้รำข้าว มีต้นทุนผลิตเพียง 10 บาทต่อกิโลกรัม หรือหากใช้ข้าวสารชนิดอื่นที่ราคาถูก หาง่ายในท้องถิ่น ก็สามารถทดแทนกันได้"

(ปราชญ์ชาวบ้าน)

ทั้งนี้จากข้อมูลต้นทุนการผลิตและค่าตอบแทนของผักแต่ละชนิดของเกษตรกรในชุมชนบ้านต้นมะพร้าวสูงในตารางที่ 1 ชี้ให้เห็นว่า หากเกษตรกรหันมาผลิตเชื้อราบิวเวอเรียเพื่อใช้เองไม่เป็นการเพิ่มภาระต้นทุนทางการเกษตร แต่เป็นการลดต้นทุนสารเคมีกำจัดแมลง โดยเกษตรกรที่ปลูกผักกวางตุ้ง ถั่วฝักยาว มะเขือเปราะ ผักบุ้ง และผักกาดขาว สามารถลดต้นทุนสารเคมีกำจัดแมลงลงได้ถึง 600–1,400 บาท/ไร่ หรือร้อยละ 7.72–16.92 ซึ่งคิดเป็นรายได้ที่เพิ่มขึ้น 32,400–49,600 บาท/ไร่ จากเดิม 31,800–48,500 บาท/ไร่ ซึ่งแม้รายได้ที่ได้อาจเปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับกลไกราคาในท้องตลาด แต่ผักที่ผลิตได้จะขายได้ง่ายและขายหมดเร็ว และเป็นที่ยอมรับของผู้ซื้อมากกว่าผักที่ผลิตด้วยการใช้สารเคมีกำจัดแมลง

สำหรับการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ในการผลิตเชื้อราบิวเวอเรียพบว่า ไม่มีต้นทุน เนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่เกษตรกรร่วมกันรวบรวมมา หรือในกรณีที่ใช้รำข้าวก็มีต้นทุนเฉลี่ยเพียงกิโลกรัมละ 10 บาท ซึ่งวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรปริมาณ 1 กิโลกรัม สามารถนำมาใช้ผลิตเชื้อราบิวเวอเรียขนาดถุงละ 200 กรัม ได้จำนวน 5 ถุง ซึ่งสามารถนำเชื้อราบิวเวอเรียที่ผลิตได้แต่ละถุงผสมน้ำในอัตราส่วน 20 ลิตร/ไร่ เพื่อฉีดพ่นกำจัดศัตรูพืชได้ในครั้งเดียว หรือแบ่งใช้ได้ ขึ้นอยู่กับการระบาดของแมลงศัตรูพืช ทั้งนี้ความถี่ในการฉีดพ่นเชื้อราบิวเวอเรียเปลี่ยนแปลงตามสถานการณ์การระบาดของแมลงศัตรูพืช ซึ่งหากเกษตรกรใช้วิธีกลหรือชีววิธีอื่นในการกำจัดแมลงศัตรูพืชร่วมด้วย ก็จะเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมแมลงศัตรูพืชได้ดียิ่งขึ้น

จากข้อมูลข้างต้นชี้ให้เห็นว่า การผลิตเชื้อราบิวเวอเรียด้วยวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เป็นการลดการซื้อสารเคมีกำจัดแมลง ซึ่งเป็นการประหยัดต้นทุนให้แก่เกษตรกร สำหรับการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ไม่เป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตแต่อย่างใด เพราะเป็นวัสดุที่หาง่าย เหลือใช้ สร้างภาพลักษณ์ที่ดีในการทำการเกษตรของชุมชนบ้านต้นมะพร้าวสูง นำไปสู่ช่องทางการยกระดับสินค้าที่เป็นที่รับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรอินทรีย์ในอนาคต

ผลกระทบและความยั่งยืนของการเปลี่ยนแปลง

งานวิจัยนี้ สร้างกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนตั้งแต่การสร้างความตระหนักในการลดการใช้สารเคมีกำจัดแมลงและเห็นประโยชน์ของเชื้อราบิวเวอเรีย ตลอดจนการผลิตและการประยุกต์ใช้ด้วยเทคนิคขั้นตอนต่าง ๆ เปิดโอกาสให้เกิด

กระบวนการเรียนรู้และลงมือปฏิบัติด้วยตนเองในการผลิตและการประยุกต์ใช้เชื้อราบิวเวอเรีย นำไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน

1) ผลกระทบต่อพื้นที่

1.1) เกษตรกรและชาวบ้านในชุมชนบ้านต้นมะพร้าวสูงมีความเข้าใจในการนำกระบวนการทางชีววิธีมาใช้ในการกำจัดแมลงศัตรูพืช ลดต้นทุนการใช้สารเคมีกำจัดแมลง นำวัสดุเหลือทิ้งไปใช้ให้เกิดประโยชน์ สร้างรากฐานเศรษฐกิจเกษตรจากการผลิตสินค้าเกษตรอินทรีย์ที่ตอบสนองกระแสรักสุขภาพในปัจจุบัน รวมทั้งในมิติสังคม เกิดกลไกการรวมกลุ่มเพื่อดำเนินกิจกรรมทางการเกษตรด้วยเป้าหมายเดียวกันในการผลิตพืชผลทางการเกษตรที่ปลอดภัยจากสารเคมี ได้บริโภคอาหารที่ดีต่อสุขภาพ กระชับความสัมพันธ์ของคนในชุมชน ซึ่งจากการสอบถามข้อมูลจากเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการจำนวน 20 คน พบว่า ทุกคนยินดีนำเชื้อราบิวเวอเรียมาใช้สำหรับการกำจัดแมลงศัตรูพืชในการทำการเกษตรที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และพร้อมให้คำแนะนำผู้อื่นอีกด้วย

1.2) เทศบาลตำบลควนลัง เกิดแหล่งเรียนรู้ด้านการเกษตรซึ่งมีองค์ความรู้ทางด้านชีววิธี ในการเผยแพร่แนวทางการทำเกษตรปลอดภัยจากสารพิษ โดยศูนย์นี้เป็นทั้งแหล่งเรียนรู้ให้โรงเรียนในเขตพื้นที่ การศึกษานอกระบบ เกษตรกรผู้สนใจในชุมชน รวมถึงเกษตรกรต่างพื้นที่ ซึ่งจากผลการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ ทางเทศบาลตำบลควนลัง และผู้นำชุมชนได้เผยแพร่ข้อมูลผ่านกิจกรรมต่าง ๆ ภายในชุมชน ทำให้มีการจัดกิจกรรมถ่ายทอดความรู้ให้เกษตรกรกลุ่มอื่น ๆ รวมถึงการเข้ามาศึกษาดูงาน ณ ศูนย์การเรียนรู้เกษตรธรรมชาติอย่างต่อเนื่อง

2.3) ความร่วมมือที่ดีต่อกันและการสร้างเครือข่ายการทำงานร่วมกันระหว่างเทศบาลตำบลควนลัง กับมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ในการดำเนินงานด้านการวิจัยและบริการวิชาการ ซึ่งความร่วมมือที่ดีระหว่างหน่วยงานช่วยให้เทศบาลตำบลควนลัง สามารถจัดโครงการและกิจกรรมต่าง ๆ โดยการสนับสนุนด้านบุคลากรที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญจากมหาวิทยาลัยได้เป็นอย่างดี

2) ผลที่เกิดต่อมหาวิทยาลัย

งานวิจัยนี้เป็นการดำเนินการที่สอดคล้องกับเจตนารมณ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏในการพัฒนาท้องถิ่น ซึ่งมุ่งเน้นการวิจัยที่สอดคล้องกับปัญหาจริงในชุมชน และบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนการสอน จึงได้ให้นักศึกษาเข้ามาร่วมเรียนรู้และประยุกต์ใช้ความรู้กับการจัดการเรียนการสอนของนักศึกษาชั้นปีที่ 4 หลักสูตรสาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ในรายวิชาการวัดและควบคุมทางอุตสาหกรรม วิชาไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งนักศึกษาได้ประยุกต์ใช้ความรู้มาออกแบบและพัฒนาโรงบ่มเชื้อระบบควบคุมอัตโนมัติ นอกจากนั้นยังเป็นการฝึกให้นักศึกษาได้ทำงานร่วมกับคนในชุมชน ฝึกการวางตัว ทักษะการสื่อสาร การประสานงานและการวางแผนงานร่วมกันอีกด้วย

3) ความยั่งยืนของการเปลี่ยนแปลง

เกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้และทักษะปฏิบัติที่สามารถผลิตเชื้อราบิวเวอเรียได้ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นการนำการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินงาน และในกิจกรรมภาคปฏิบัติ ผู้เข้าร่วมโครงการมีโอกาสปฏิบัติด้วยตนเองเป็นรายบุคคลจึงทำให้เกิดความมั่นใจในการปฏิบัติต่อไป

ดังนั้นเพื่อให้เกิดความต่อเนื่องในการใช้ประโยชน์จากผลการวิจัย จึงให้ผู้นำกลุ่มติดตามสมาชิกที่เข้าร่วมโครงการในการนำเชื้อราบิวเวอเรียไปใช้ ผู้นำกลุ่มและสมาชิกเป็นวิทยากรเมื่อมีกลุ่มอื่น ๆ เข้ามาศึกษาดูงานเพื่อสร้างความเชี่ยวชาญและสร้างความภูมิใจให้กลุ่มชุมชน การเชื่อมโยงกับโรงเรียนในพื้นที่ในการทำกิจกรรมเรื่องระบบชีววิธี ณ ศูนย์การเรียนรู้ การประสานงานกับเทศบาลตำบลควนลัง เพื่อเปิดโอกาสให้กลุ่มชุมชนได้นำผลผลิตไปร่วมจัดแสดงสินค้าทางเกษตรร่วมกับงานประจำปีและงานอื่น ๆ ของเทศบาล เป็นต้น จากการติดตามประเมินผลหลังจากโครงการสิ้นสุด ในช่วง 3 เดือน 6 เดือน 9 เดือน และ 12 เดือน พบว่า การรวมกลุ่มของชุมชนมีความเหนียวแน่น เกษตรกรมีความตื่นตัวในการทำให้เกิดการมีส่วนร่วมเพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้ด้านเกษตรปลอดภัยและกระบวนการด้านชีววิธีสำหรับการกำจัดแมลงศัตรูพืช มีกลุ่มบุคคลต่าง ๆ เข้ามาเยี่ยมชมกิจกรรมของศูนย์เรียนรู้เกษตรธรรมชาติ ทั้งจากโรงเรียนในชุมชน โรงเรียนนอกชุมชน นักศึกษาจากมหาวิทยาลัยเกษตรกรในจังหวัดสงขลาและจังหวัดใกล้เคียงอย่างต่อเนื่อง เกิดประโยชน์ทั้งในด้านเศรษฐกิจของศูนย์เรียนรู้และสังคมแห่งการเรียนรู้ให้กับชุมชนที่เป็นไปอย่างยั่งยืน ซึ่งสามารถสรุปเป็นรูปแบบความเชื่อมโยงของการมีส่วนร่วมของชุมชนในการผลิตเชื้อราบิวเวอเรียจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร (ภาพที่ 11) ที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกับบริบทของชุมชน เกิดจากความร่วมมือของภาคประชาชน โดยการรวมกลุ่มของ

ภาพที่ 11 รูปแบบการผลิตเชื้อราบิวเวอเรียโดยการมีส่วนร่วมของชุมชน

ผู้นำชุมชนที่มีศักยภาพในการผลิตเชื้อราบิวเวอเรีย เกษตรกรในโครงการตระหนักถึงความสำคัญในการใช้เชื้อราบิวเวอเรียแทนการใช้สารเคมี ร่วมกันจัดตั้งคณะกรรมการดำเนินงาน วางแผนการดำเนินงาน ในการผลิตและประยุกต์ใช้เชื้อราบิวเวอเรียตลอดโครงการ อีกทั้งยังมีเครือข่ายความร่วมมือจากหน่วยงานภายนอก ได้แก่ 1) องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เพื่อเป็นเครือข่ายส่งเสริมการจำหน่ายสินค้าเกษตรที่ปลอดภัยจากสารเคมี 2) โรงเรียน เพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้ใน ชุมชน ส่งเสริมและสร้างความตระหนักในการลดการใช้สารเคมีเพื่อความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม 3) สำนักงานสาธารณสุข เพื่อส่งเสริมการบริโภคสินค้าเกษตรเพื่อสุขภาพ 4) กลุ่มแม่ค้าจำหน่ายสินค้าเกษตรในชุมชน เพื่อเป็นหน่วยกระจายสินค้าเกษตร อันเป็นกลไกกระตุ้นให้เกษตรกรหันมาลดการใช้สารเคมี เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ภายใต้ชุดโครงการ การพัฒนานักวิจัยและระบบสนับสนุนนักวิจัยเพื่อชุมชนและสังคม สัญญาทุนเลขที่ RDG5940004-S05

References

Al-mohanna, M. T. (2017). *Sterilisation and disinfection.* (Project: Isolation and identification of *E. coli.*). University of Al-Qadisiyah, College of Veterinary Medicine, Microbiology.

Augustyniuk-Kram, A., & Kram, K. J. (2012). *Entomopathogenic fungi as an important natural regulator of insect outbreaks in forests (Review).* United Kingdom: IntechOpen Limited.

Butt, T. M., Jackson, C. W., & Magan, N. (2001). *Fungi as biocontrol agents: progress, problems and potential.* United Kingdom: CABI Publishing.

Department of Agriculture Extension (2019). The import of agricultural chemicals in Thailand. Retrieved April 1, 2020, from: http://www.oae.go.th/view/1/ปัจจัยการผลิต/TH-TH. (in Thai).

Fernandes, E. K. K., Costa, G. L., Moraes, A. M. L., Zahner, V., & Bittencourt, V. R. E. P. (2006). Study on morphology, pathogenicity, and genetic variability of Beauveria bassiana isolates obtained from Boophilus microplus tick. *Parasitology Research, 98*(4), 324-332.

Harris, R. S., Harcourt, S. J., Glare, T. R., Rose, E. A., & Nelson, T. J. (2000). Susceptibility of *Vespula vulgaris* (Hymenoptera: Vespidae) to generalist entomopathogenic fungi and their potential for wasp control. *Journal of Invertebrate Pathology, 75*(4), 251-258.

Inglis, G. D., Goettel, M. S., Butt, T. M., & Strasser, H. (2001). *Use of hyphomycetous fungi for managing insect pests.* In: Butt, T. M., Jackson, C., Magan, N. (Eds.). Fungi as Biocontrol Agents. Progress, Problems and Potential. United Kingdom: CABI Publishing.

Kuharattanachai, C. (1999). *Basic statistics.* Bangkok: Department of Applied Statistics. Mahanakorn University of Technology. (in Thai).

Mannion, C. M., McLane, W., Klein, M. G., Moyseenko, J., Oliver, J. B., & Cowan, D. (2001). Management of early–instar Japanese beetle (Coleoptera: Searabaeidae) in field–grown nursery crops. *Journal of Economic Entomology, 94*(5), 1151–1161.

Mingchai, C. (2015). Hydrogen sulfide removal set in Biogas: Social enterprise for small scale farmer. *Area Based Development Research Journal, 7*(1), 47–58. (in Thai).

Petlamul, W., & Prasertsan, P. (2012). Evaluation of strains of Metarhizium anisopliae and Beauveria bassiana against Spodoptera litura on the basis of their virulence, germination rate, spores production, radial growth and enzyme activity. *Mycobiology, 40*(2), 111–116.

Petlamul, W., & Prasertsan, P. (2014). Spore production of an entomopathogenic fungus Beauveria bassiana BNBCRC for biocontrol: response surface optimization of medium using decanter cake from palm oil mill. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry, 57*(2), 201–208.

Petlamul, W. (2016). Viability of Beauveria bassiana spores produced from decanter cake and biohydrogen effluent under different temperature storage. *Burapa Science Journal, 21*(1), 14–25. (in Thai).

Petlamul, W., Sripornngam, T., Buakwan, N., Buakaew, S., & Mahamad, K. (2017). *The capability of Beauveria bassiana for cellulase enzyme productio*n. Proceedings of the 7th International Conference on Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics, Bangkok.

Petlamul, W., & Boukaew, S. (2019). Optimisation and stabilization of cellulase and xylanase production by *Beauveria bassiana. EnvironmentAsia, 12*(1), 11–19.

Petlamul, W., Boukaew, S., Hauxwell, C., & Prasertsan, P. (2019). Effects on detoxification enzymes of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) infected by *Beauveria bassiana* spores and detection of its infection by PCR. *ScienceAsia, 45*(6), 581–588.

Phoofolo, M. W., Obrycki, J. J., & Lewis, L. C. (2001). Quantitative assessment of biotic mortality factors of the Europeancorn borer (Lepidoptera: Crambidae) in field corn. *Journal of Economic Entomology, 94*(3), 617–622.

Richard, J. S., Neal, T. D., Karl, J. K., & Michael, R. K. (2010). Model reactions for insect cuticle sclerotization: participation of amino groups in the cross–linking of Manduca sexta cuticle protein MsCP36. *Insect Biochemistry and Molecular Biology, 40*(3), 252–258.

Sadh, P. K., Chawla, P., Bhandari, L., Kaushik, R., & Duhan, J. S. (2017a) In vitro assessment of bio–augmented minerals from peanut oil cakes fermented by Aspergillus oryzae through Caco–2 cells. *Journal of Food Science and Technology, 54*(11), 3640–3649.

Sadh, P. K., Duhan, J. S., & Saharan, P. (2017b). Bio–augmentation of phenolics and antioxidant activity of Oryza sativa by solid state fermentation with Aspergillus spp. *International Food Research Journal, 24*(3), 1160–1166.

Sadh, P. K., Saharan, P., & Duhan, J. S. (2017c). Bio–augmentation of antioxidants and phenolic content of Lablab purpureus by solid state fermentation with GRAS filamentous fungi. *Resource Efficient Technologies, 3*(3), 285–292.

Sandhu, A. P. S., Abdelnoor, R. V., & Mackenzie, S. A. (2007). Transgenic induction of mitochondrial rearrangements for cytoplasmic male sterility in crop plants. *Proceeding of National Academic of Science US, 104*(6), 1766–1770.

Soundarapandian, P., & Chandra, R. (2007). Mass production of entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycota; Hyphomycetes) in the laboratory. *Research Journal of Microbiology, 2*(9), 690–695.