

การนำองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพจากห้องปฏิบัติการ ด้านการดัดแปลงกรรมวิธีการหมัก พต.7 เพื่อ การกำจัดเพื้อสลายพาหะโรคเหี่ยวสับปะรด

บทความวิจัย

วันที่รับบทความ:

30 มิถุนายน 2562

วันที่แก้ไขบทความ:

5 กันยายน 2562

วันที่ตอบรับบทความ:

6 กันยายน 2562



ครองศักดิ์ ภัคชนก^{1,*} รพีพรรณ กองตุม¹ อภินพ จิตใจงาม¹ และ พัชรพร ภูวดลไพศาล²

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง อำเภอจอมบึง จังหวัดราชบุรี 70150

²คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

*ผู้เขียนหลัก อีเมล: krongsakdapha@mcru.ac.th

บทคัดย่อ

การนำองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาขยายผลหรือเผยแพร่ เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ในการพัฒนาเชิงพื้นที่ โดยใช้รูปแบบที่สังเคราะห์จากกระบวนการวิจัยนี้ เป็นการพัฒนาวิธีการทำน้ำหมักชีวภาพ พต.7 แบบใหม่ ให้สามารถผลิตเอนไซม์ร่วมสำหรับนำไปใช้กำจัดเพื้อสลายพาหะโรคเหี่ยวสับปะรด โดยให้เกษตรกรเข้ามามีส่วนร่วมในขั้นตอนการศึกษาวิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการ เกษตรกรมีหน้าที่สังเกตการณ์ วัดค่าพารามิเตอร์ และจดบันทึกผลการทดลองด้วยตนเอง ผลการศึกษาจากห้องปฏิบัติการพบว่า การใช้กากถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบในการทำน้ำหมักชีวภาพ พต.7 แบบใหม่ สามารถเหนี่ยวนำให้จุลินทรีย์สร้างเอนไซม์ได้ 3 ชนิด ได้แก่ โกลโคไซด์ ไฮโดรเลส โปรติเอส และไลเปส เอนไซม์ที่ผลิตได้สามารถใช้ไล่เพื้อสลายในระดับดีมาก เกษตรกรให้การยอมรับน้ำหมักชีวภาพ พต.7 แบบใหม่ โดย

เกษตรกรร้อยละ 75 ตัดสินใจนำไปใช้ทดแทนสารกำจัดศัตรูพืชเนื่องจากได้ทดลองใช้ด้วยตนเองและเห็นผลเชิงประจักษ์ และเกษตรกรได้สื่อสารและเผยแพร่องค์ความรู้จากการทดลองไปยังเพื่อนเกษตรกร การขยายผลการเรียนรู้ให้กว้างขวางครอบคลุมพื้นที่ดำเนินการโดยการจัดการความรู้ผ่านโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีเทคนิคสำคัญที่ทำให้เกษตรกรเกิดความสนใจ ได้แก่ 1) การถ่ายทอดความรู้ใหม่ที่ได้จากห้องปฏิบัติการ 2) การสนับสนุนวัตถุดิบให้เกษตรกรนำกลับไปทดลองด้วยตนเอง และ 3) การแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยการศึกษาดูงานในไร่ข้างเคียง เทคนิคเหล่านี้ช่วยยกระดับความรู้และเป็นการส่งเสริมให้เกษตรกรลงมือพัฒนาและต่อยอดกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง

คำสำคัญ: โรคเหี่ยวสับปะรด เพลี้ย พต.7 น้ำหมักชีวภาพ การถ่ายทอดเทคโนโลยี

Knowledge of Biological Science from Laboratories of Modification on PD.7 Fermentation Techniques for Removal of Mealy Bug, the Caused of Pineapple Wilt

Research Article

Kongsakda Phakthanakanok^{1,*}, Rapeepan Kongtoom¹, Apinop Jitjaingam¹
and Pattraporn Phuwadolpaisarn²

Received:

30 June 2019

Revised:

5 September 2019

Accepted:

6 September 2019



¹Faculty of Science and Technology, Chombueng Rajabhat University, Chombueng District, Ratchaburi Province, Thailand 70150

²Faculty of Science, Chandrakasem Rajabhat University, Chatuchak, Bangkok, Thailand 10900

*Corresponding author's E-mail: kongsakdapha@mcru.ac.th

Abstract

The current study aims to extend and promote the body of science knowledge that benefits an area-based development by using a synthesized model from research process. The proposed case study is the processing development of a new fermentation technique of the PD.7 that produces multi-enzyme, used for removal of Mealy bug which is the cause of pineapple wilt. The obtained model can be described in several steps. The first step is to engage the farmer in the scientific experiment with the missions to observe, investigate and take note of the results by themselves. The farmers reveal the experiment results that the use of soybean meal as a raw material for fermentation can induce the microbes to create at least 3 types of enzymes; glycoside hydrolase, protease and lipase. The produced enzyme succeeds in removing the mealy bug at a “very good” level. Farmers have accepted the new bio-extract fermented formula, with as much as 75% of the farmers deciding to use it after having learned its potential. The second step is to promote the outcome to other farmers. This involves dialoguing and publishing the results in a wider community. The last step deals with knowledge management and technology transfer project. The key techniques for success in raising farmers’ awareness include: 1) the transfer of newly-acquired knowledge from laboratory, 2) the availability of raw materials at a later stage for farmer’s demonstrations afterwards, and 3) the opportunity for knowledge sharing by visiting nearby farms. These techniques help empower the farmers to act and build upon their own activities.

Keywords: Pineapple wilt, Mealy bug, PD.7, Produced enzyme, Technology transfer

บทนำ

“โรคเหี่ยว” หรือบางพื้นที่เรียก “โรคเอ่อ” มีสาเหตุจากสลับประตติดเชื้อไวรัสชนิดโครสเทอโรไวรัส (Closterovirus) ไวรัสโรคเหี่ยวจะกระจายอยู่อย่างหนาแน่นภายในเซลล์ท่อลำเลียงน้ำ (Xylem) ของสลับประตตลอดอายุของสลับประต (วันเพ็ญ ศรีทองชัย และคณะ, 2554) โรคเหี่ยวมีความสัมพันธ์กับมดและเพลี้ย โดยมดและเพลี้ยคือพาหะที่ทำให้เกิดการคงอยู่และการระบาดของโรคเพลี้ยจะหลังสารชีวภาพคล้ายแป้งและไขมัน เมื่อมดเข้ามาเก็บอาหารในบริเวณใกล้ ๆ ไขมันจะติดที่ขาและเกาะติดกับตัวเพลี้ยหรือไข่ เมื่อมดเดินทางไปทีต่าง ๆ เพลี้ยก็จะติดไปด้วย ทำให้การแพร่ระบาดของโรคเป็นวงกว้าง และมีความซับซ้อนทางนิเวศมากขึ้น และเมื่อมีสัตว์ประเภทอื่นที่บินได้ เช่น นกหรือแมลงนำพาเพลี้ยหรือมดที่ติดเพลี้ยไปยังพื้นที่อื่น ๆ (Gunasinghe & German, 1989) ปัจจุบันยังไม่มีวิธีการที่ดีที่สุดสำหรับการกำจัดไวรัสโรคเหี่ยว เกษตรกรผู้ปลูกสลับประตจึงต้องดำเนินการจัดการหลายอย่าง อาทิ เตรียมพื้นที่ปลูกให้สะอาด ใช้หน่อพันธุ์จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ขุดหน่อพันธุ์ด้วยสารกำจัดศัตรูพืช (มัลลิกา นวลแก้ว, 2556) แขนงพันธุ์ในน้ำหรือสารกำจัดศัตรูพืชอุณหภูมิสูง (Dassanayake & Perera, 2001) และโรยสารเคมีกำจัดมดบนดิน

จังหวัดราชบุรีมีนโยบายขับเคลื่อนเกษตรปลอดภัยให้มีความโดดเด่น หลายปีที่ผ่านมาหน่วยงานภาครัฐในจังหวัดราชบุรีได้แก่ เกษตรจังหวัด เกษตรอำเภอ และกรมพัฒนาที่ดิน รมรณรงค์ให้เกษตรกรผู้ปลูกสลับประตลดการใช้สารกำจัดศัตรูพืช ส่งเสริมให้นำน้ำหมักชีวภาพมาใช้ทดแทนสารกำจัดศัตรูพืช มีการฝึกอบรมการผลิตน้ำหมักชีวภาพจาก พด. รหัสต่าง ๆ ให้แก่เกษตรกรอย่างต่อเนื่อง เกษตรกรบางรายสามารถดัดแปลงการทำน้ำหมักให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และนำไปประยุกต์ใช้ในไร่สลับประตเพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ เช่น การไล่เพลี้ยและแมลง การทำปุ๋ยน้ำ การปรับปรุงคุณภาพหน้าดิน และการบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น

จุลินทรีย์ พด.7 ถูกนำมาใช้เพื่อผลิตน้ำหมักชีวภาพไล่แมลงศัตรูพืช ซึ่งเกษตรกรผู้ปลูกสลับประตส่วนใหญ่ต้องการนำน้ำหมักชีวภาพ พด.7 มาใช้ไล่เพลี้ยพาหะโรคเหี่ยว มีการทดลองใช้น้ำหมักชีวภาพสูตรต่าง ๆ ในพื้นที่อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี เนื่องจากพื้นที่นี้มีผู้ปลูกสลับประตแปลงใหญ่จึงมีความต้องการใช้น้ำหมักชีวภาพในปริมาณมาก น้ำหมักชีวภาพบางสูตรที่ผลิตมีความเป็นกรดและสารประกอบฟีนอลสูง แม้จะใช้ไล่เพลี้ยได้ผลแต่ก็สร้างความเสียหายให้กับต้นสลับประต การจัดหาผลิตภัณฑ์ไล่แมลงศัตรูพืชชนิดใหม่ หรือการผลิตน้ำหมักชีวภาพชนิดใหม่ยังไม่ตอบโจทย์การแก้ปัญหาเพลี้ย เนื่องจากการระบาดของโรคเหี่ยวเกิดขึ้นอย่าง

รวดเร็วและเมื่อระบาดแล้วจะรุนแรงและสร้างความเสียหายนับพันไร่ ดังนั้นการยอมรับผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ของเกษตรกรจึงมีความสำคัญมากที่สุด เพราะการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ในกรรมวิธีการปลูกสลับประตเป็นความเสี่ยงที่เกษตรกรผู้ปลูกสลับประตแปลงใหญ่ต้องแบกรับ ดังนั้นการใช้น้ำหมักชีวภาพที่มีอยู่เดิมแต่ได้รับการพัฒนาและปรับปรุงสูตรให้ดียิ่งขึ้น จึงเป็นแนวทางที่เหมาะสม เกิดการยอมรับและใช้ได้ทันทั่วถึงที่ต่อสถานการณ์

งานวิจัยนี้จึงพัฒนาสูตรน้ำหมักชีวภาพที่เหี่ยวมาให้จุลินทรีย์ พด.7 สามารถผลิตเอนไซม์ที่มีประสิทธิภาพต่อการระคายเคืองผิวของเพลี้ย ไม่มีความเป็นกรด ใช้วัตถุดิบหาง่ายในพื้นที่และมีต้นทุนต่ำ โดยดำเนินการในห้องปฏิบัติการ กระบวนการพัฒนาน้ำหมักชีวภาพเป็นการดำเนินการอย่างมีส่วนร่วมระหว่างเกษตรกรผู้ปลูกสลับประต นักวิจัย และภาคราชการ ตั้งแต่ขั้นตอนการวิจัยในห้องปฏิบัติการจนถึงการนำองค์ความรู้ไปใช้จริงในแปลงสลับประต กระบวนการวิจัยมีการสอดแทรกกิจกรรมการศึกษาดูงานและการถ่ายทอดความรู้เพื่อขยายองค์ความรู้ให้ครอบคลุมพื้นที่สลับประตแปลงใหญ่ กระบวนการที่ใช้ในงานวิจัยนี้ก่อให้เกิดการนำวิทยาศาสตร์มาใช้เป็นฐานในการเปลี่ยนแปลงท้องถิ่นภายในเวลาเพียงครึ่งปี บทความนี้จึงเป็นการนำเสนอรูปแบบวิธีการที่สามารถนำองค์ความรู้หรือผลผลิตจากห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ หรือที่เผยแพร่แล้ว อันเป็นองค์ความรู้ที่ทันสมัยสู่การใช้งานจริงและเกิดผลกระทบที่ดีต่อท้องถิ่นภายในเวลาอันรวดเร็ว

สถานการณ์ที่เป็นอยู่เดิม

การทำน้ำหมักชีวภาพไล่แมลงศัตรูพืชสำหรับใช้ในแปลงสลับประต เริ่มต้นจากการเบิกจุลินทรีย์ พด.7 จากกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งแจกให้เกษตรกรนำไปใช้โดยไม่คิดค่าใช้จ่าย แต่ต้องลงชื่อและสามารถเบิกได้ครั้งละ 2 ขวดต่อวันต่อคนเท่านั้น เกษตรกรจะใช้สูตรและวิธีการหมักตามเอกสารวิชาการของกรมพัฒนาที่ดิน โดยส่วนผสมที่สำคัญมีดังนี้คือ

พืชสมุนไพรหรือบดเป็นชิ้นเล็กๆ	30	กิโลกรัม
กากน้ำตาล	10	กิโลกรัม
รำข้าว	10	กิโลกรัม
น้ำ	30	ลิตร
จุลินทรีย์ พด.7	1	ซอง
		(25 กรัม)

พืชสมุนไพรที่สามารถนำมาใช้ได้ตามสูตรมาตรฐาน ได้แก่ ใบยาสูบ ผลติปลี รากหางไหล หัวกลอย และพริก เป็นต้น โดยในพื้นที่อำเภอบ้านคา เกษตรกรนิยมนำเมล็ดสะเดา ใบกระถิน ตะไคร้ และหญ้าวงช้าง มาใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการหมักเป็นเวลานานหลายปีโดยไม่เปลี่ยนชนิดพืช แต่มีการปรับสัดส่วนและปริมาณให้แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสถานการณ์ว่ามีพืชอะไร โดยในขั้นตอนการหมักจะทำการหมักเป็นเวลา 21-30 วัน จากนั้นนำเฉพาะส่วนน้ำมาเจือจางด้วยน้ำสะอาดให้ได้ปริมาตร 2,500-3,000 ลิตร จึงนำไปฉีดพ่นในพื้นที่ประมาณ 20-25 ไร่ หากเกษตรกรเป็นผู้ปลูกสับปะรดแปลงใหญ่ จำเป็นจะต้องทำน้ำหมักชีวภาพเริ่มต้นในถังหมักปริมาตร 200 ลิตร เพื่อให้สามารถนำไปเจือจางได้หลายหมื่นลิตรและฉีดพ่นได้เพียงพอในแปลงขนาดใหญ่

จากการสังเกตการณ์ขั้นตอนการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพ พบว่าช่วงเวลาของการฉีดพ่นน้ำหมักในแต่ละแปลงมีช่วงเวลาที่ไม่แน่นอนส่วนใหญ่ดำเนินการฉีดพ่นในช่วงเช้ามีเวลา 05.00-07.00 น. จากการสอบถามเกษตรกรทำให้ทราบว่า ช่วงเวลาเช้าเพลียจะออกมาจากที่นอนตรงกลีบใบและต้นสับปะรดมีความชื้น ทำให้น้ำหมักชีวภาพเกาะบนต้นสับปะรดได้ดีและมีโอกาสที่น้ำหมักจะสัมผัสตัวเพลี้ย นักวิจัยสังเกตว่าน้ำหมักชีวภาพจะกลิ้งไหลผ่านตัวเพลี้ยเนื่องจากมีสารหล่อลื่นชนิดแป้งและไขมันปกป้องตัวมัน ดังนั้นน้ำหมักจึงไม่สามารถออกฤทธิ์เพื่อทำให้เพลี้ยเกิดอาการระคายเคืองได้ และเกษตรกรบางรายเดิมสารจับใบหรือผสมน้ำยาล้างจานก่อนการฉีดพ่น เพื่อช่วยให้การเกาะใบดีขึ้น ซึ่งพบว่าสามารถช่วยให้ น้ำหมักชีวภาพเกาะลำต้น ใบ และตัวเพลี้ยได้จริง แต่ไม่พบว่าน้ำหมักชีวภาพจะทำปฏิกิริยาหรือทำให้เพลี้ยเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ นอกจากนี้ทำให้เพลี้ยกระโดดหรือบินหนีไป การสัมภาษณ์เกษตรกรรายหนึ่งซึ่งเป็นผู้ปลูกแปลงใหญ่ได้ให้ความเห็นว่า “ควรจะทดลองดัดแปลงวิธีการทำน้ำหมัก หรือใช้วัตถุดิบหมักที่น่าจะดีกว่าที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน” เกษตรกรบางรายให้ความเห็นเพิ่มเติมว่า “อาจเป็นวัตถุดิบที่ไม่เหมาะสมสำหรับไล่เพลี้ยในไร่สับปะรด อยากทดลองเปลี่ยนวัตถุดิบ แต่ภาครัฐที่ดูแลไม่สามารถตอบได้ว่าควรเปลี่ยนหรือควรนำวัตถุดิบใดมาใช้แทนวัตถุดิบเดิม” เกษตรกรอีกรายให้ความเห็นว่า “ได้รับการฝึกอบรมจากหน่วยงานบ่อยครั้ง แต่มีความต้องการให้ถ่ายทอดวิธีทำน้ำหมักที่แตกต่างจากสูตรเดิมเมื่อสูตรเดิมใช้ไม่ได้ผล เกษตรกรก็จะหันกลับไปใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่ได้ผลชัดเจนกว่า”

จากการวิเคราะห์ความเห็นดังกล่าวพบว่า เกษตรกรจะรอให้หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องเป็นผู้นำองค์ความรู้มาถ่ายทอด เพราะมีความเชื่อมั่นในหน่วยงานภาครัฐว่าจะแก้ปัญหาได้ เมื่อวิเคราะห์บริบทของหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับการทำน้ำหมักชีวภาพ พบว่า กรมพัฒนาที่ดินในพื้นที่จังหวัดราชบุรี มีองค์ความรู้

และเอกสารวิชาการเกี่ยวกับน้ำหมักชีวภาพในหน่วยงานจำนวนมาก แต่ยังไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์สู่กลุ่มเป้าหมาย และมีบุคลากรจำนวนน้อยแต่มีภารกิจที่ต้องกำกับดูแลหลายเรื่อง และบุคลากรที่เข้ามาดูแลในพื้นที่มีความชำนาญเรื่องดินและปุ๋ย จึงจัดฝึกอบรมรวมถึงถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีใหม่ ๆ เรื่องดินและปุ๋ยมากกว่าน้ำหมักชีวภาพ นักวิจัยจึงมองเห็นช่องว่างนี้ และวิเคราะห์ว่าหากนำความรู้ใหม่ ๆ เกี่ยวกับการทำน้ำหมักชีวภาพมาใช้ จะทำให้เกิดการพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาโรคเหี่ยวในพื้นที่อำเภอบ้านคาได้ นักวิจัยจึงมีแนวความคิดการเชื่อมประสานระหว่างด้านหนึ่ง คือองค์ความรู้เกี่ยวกับการทำน้ำหมักชีวภาพและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง ากับอีกด้านหนึ่งคือเกษตรกรที่มีความต้องการอยากปรับเปลี่ยนหรือรับรู้องค์ความรู้ใหม่ ๆ เกี่ยวกับการทำน้ำหมักชีวภาพ โดยใช้กระบวนการวิจัยแบบมีส่วนร่วมเป็นตัวเชื่อมประสาน

กระบวนการที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลง และการยอมรับของชุมชนเป้าหมาย

นักวิจัยศึกษาคุณสมบัติของน้ำหมักชีวภาพ พด.7 และได้จัดการความรู้และเผยแพร่ให้เกษตรกรเข้าใจกลไกการทำงานและประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพที่มีต่อเพลี้ย โดยชี้ให้เห็นประเด็นที่ใช้ได้ผลกับแมลงศัตรูพืชทั่วไปแต่ใช้ไม่ได้ผลกับเพลี้ย จากนั้นนักวิจัยเสนอแนวความคิดการดัดแปลงวิธีการทำน้ำหมักชีวภาพที่สามารถไล่เพลี้ยได้จริง โดยมีขั้นตอนซึ่งให้เกษตรกรเข้ามามีส่วนร่วมทดลองผลิตและทดลองใช้ มีการทำกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกัน ได้แก่ การศึกษาดูงานเพื่อนเกษตรกร และการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้เพื่อนเกษตรกร เป้าหมายของงานวิจัย คือ 1) พัฒนารูปแบบการทำน้ำหมักชีวภาพ พด.7 แบบใหม่ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการไล่เพลี้ย 2) ปรับกระบวนการทางความคิด (Mindset) ของเกษตรกรให้เกิดการยอมรับประสิทธิภาพน้ำหมักชีวภาพ และ 3) เสนอแนะกระบวนการทำงานที่สามารถนำผลผลิตหรือองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพมาใช้ในการพัฒนาท้องถิ่น โดยมีขั้นตอนดังนี้

การศึกษาค้นสมบัติของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจาก พด.7

การศึกษาดำเนินการในห้องปฏิบัติการโดยสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจาก พด.7 จากเกษตรกรผู้ปลูกสับปะรดในตำบลต่าง ๆ ของอำเภอบ้านคา ดังนี้ ตำบลบ้านคา ตำบลบ้านปึง และตำบลหนองพันจันทร์ ตำบลละ 9 แห่ง รวม 27 แห่ง ทำการ

ศึกษาคุณสมบัติด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ โดยด้านกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น อุณหภูมิ และลักษณะปรากฏโดยรวม ด้านเคมี ได้แก่ pH และปริมาณแอลกอฮอล์ และด้านชีวภาพ ได้แก่ ชนิดของจุลินทรีย์ ชนิดของเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์

การศึกษาวัตถุดิบสำหรับทำน้ำหมักชีวภาพที่มีประสิทธิภาพในการไล่เพลี้ย

เกษตรกรที่เข้ามามีส่วนร่วมในการผลิตน้ำหมักเป็นเกษตรกรในพื้นที่ตำบลบ้านคา ตำบลบ้านโป่ง และตำบลหนองพินจันทร์ จำนวนตำบลละ 3 แห่ง รวม 9 แห่ง โดยแต่ละแห่งเลือกใช้วัตถุดิบพืชตามความสนใจ ดังนี้ เปลือกกล้วยป่น กากถั่วเหลือง หยวก และปลีกล้วย ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่หาได้ง่ายในพื้นที่ ทั้งนี้เกษตรกรและนักวิจัยร่วมกันออกแบบและปรับเปลี่ยนอัตราส่วนในการหมัก ทำการศึกษาคุณสมบัติด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ดังภาพที่ 1 โดยเกษตรกรทำหน้าที่วัดค่า pH อุณหภูมิ สี กลิ่น และลักษณะปรากฏโดยรวม พร้อมจดบันทึกผล ส่วนการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตได้ ดำเนินการโดยให้เกษตรกรนำไปทดลองฉีดพ่นในไร่ส้มปัดทั้ง 9 แห่ง และประเมินประสิทธิภาพด้วยการสังเกตการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและการลดลงของจำนวนเพลี้ย ซึ่งเกษตรกรเป็นผู้ตัดสินใจโดยใช้เกณฑ์ 3 ระดับ ได้แก่ ไม่ได้ผล ดี และดีมาก

การศึกษาความต้องการใช้น้ำหมักชีวภาพ

การสัมภาษณ์ การสนทนารายบุคคล และการสังเกตการณ์ โดยกำหนดประเด็นคำถาม ดังนี้ กรรมวิธีการหมัก พด.7 ความเข้าใจกลไกของน้ำหมักในการไล่แมลง ประสิทธิภาพของน้ำหมัก ความถี่ในการใช้งาน ความต้องการดัดแปลงวิธีการหมัก ความชอบโดยรวม และประเด็นคำถามอื่น ๆ ที่น่าสนใจ กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ เกษตรกรผู้ปลูกส้มปัดในพื้นที่ตำบลบ้านคา ตำบลบ้านโป่ง และตำบลหนองพินจันทร์ จำนวนตำบลละ 40 คน รวม 120 คน ในจำนวนนี้มีทั้งเกษตรกรผู้ทำน้ำหมักอยู่แล้ว หรือเคยทำ หรือไม่เคยทำ และเกษตรกรที่เข้าร่วมทำการวิเคราะห์คุณสมบัติน้ำหมักตามวิธีการข้างต้น

การจัดการความรู้

การจัดกิจกรรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการหมัก หัวข้อ “การทำน้ำหมักชีวภาพ พด.7 ด้วยวัตถุดิบใหม่” เพื่อเผยแพร่ผลผลิตจากห้องปฏิบัติการ เผยแพร่องค์ความรู้เรื่องการทำน้ำหมักชีวภาพที่ทันสมัย และเผยแพร่ประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพในการไล่เพลี้ย มีการจัดกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้เทคนิคการทำน้ำหมักชีวภาพ พด.7 ด้วยวัตถุดิบใหม่ ดังภาพที่ 2 โดยให้เกษตรกรเดินทางไปเยี่ยมหรือศึกษาดูงานในพื้นที่ของเพื่อนเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการวิจัย



ภาพที่ 1 การพัฒนาวิธีการทำน้ำหมักชีวภาพ พด.7 จากห้องปฏิบัติการสู่การขยายผลไปผลิตและใช้จริง น้ำหมักชีวภาพสูตรที่ได้รับการพัฒนาร่วมกันระหว่างนักวิจัยและเกษตรกร โดยใช้กากถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบหลัก จุลินทรีย์ พด.7 สามารถสร้างเอนไซม์ร่วมนำไปสู่การใช้ประโยชน์ในการไล่เพลี้ย

โดยกิจกรรมจัดการความรู้ดำเนินการในพื้นที่ตำบลบ้านคา ตำบลบ้านปิง และตำบลหนองพินจันทร์ ตำบลละ 1 ครั้ง มีเกษตรกรผู้ปลูกสับปะรดเข้าร่วมโครงการจำนวนไม่น้อยกว่าตำบลละ 20 คน และเชิญบุคลากรจากกรมพัฒนาที่ดิน และเกษตรอำเภอเข้าร่วมในขั้นตอนต่าง ๆ ของกิจกรรม

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยเปรียบเทียบข้อมูลตัวเลขจากห้องปฏิบัติการ จำแนกข้อมูลเป็นกลุ่ม วิเคราะห์ค่าโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสรุปข้อมูลเป็นบทวิเคราะห์

และข้อเสนอแนะ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยการวิเคราะห์เนื้อหาจากการสอบถาม สทนทนา จากข้อมูลทุติยภูมิ การตีความหมายแล้วสร้างข้อสรุปแบบอุปนัย ทำการจัดกลุ่มข้อมูล วิเคราะห์ให้เห็นประเด็นสำคัญ และสังเคราะห์เป็นความเรียง

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพของน้ำหมักชีวภาพ พด.7 แบบใหม่ และศึกษาความต้องการใช้งานของเกษตรกรผู้ปลูกสับปะรด (ตารางที่ 1) พบว่า น้ำหมักชีวภาพของเกษตรกรมีค่า pH เป็นกรดอ่อน มีอุณหภูมิอยู่ในช่วงอบอุ่น 39-40 องศาเซลเซียส สีของน้ำหมักเป็นสีน้ำตาลแก่ บางแห่งเป็นสีน้ำตาลอ่อน และบางแห่งมีสีเขียวคล้ำ น้ำหมักมีกลิ่นแอลกอฮอล์ บางแห่งมีกลิ่นบูด และบางแห่งมีกลิ่นฉุนแสบจมูก ส่วนลักษณะปรากฏพบว่า



ภาพที่ 2 กิจกรรมจัดการความรู้โดยการถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำน้ำหมักชีวภาพสูตรเพิ่มประสิทธิภาพ

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของน้ำหมักชีวภาพ พด.7 ที่เกษตรกรผู้ปลูกสับปะรดผลิตเพื่อใช้งาน

พารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD (หน่วย) หรือ สิ่งที่พบ
pH	4.21 $\pm$ 0.55
แอลกอฮอล์	2.50 $\pm$ 1.85
อุณหภูมิ	39.24 $\pm$ 1.12 องศาเซลเซียส
สี	น้ำตาลอ่อน 18 แห่ง / น้ำตาลแก่ 7 แห่ง / เขียวคล้ำ 2 แห่ง
กลิ่น	กลิ่นแอลกอฮอล์จาง ๆ 14 แห่ง / กลิ่นบูด 2 แห่ง / กลิ่นฉุนแสบจมูก 11 แห่ง
ลักษณะปรากฏ	มีฟองแก๊ส มีแผ่นจุลินทรีย์ลอยบนผิว มีเศษวัสดุพืชและสมุนไพรลอยบนผิวน้ำหมัก
จุลินทรีย์	ยีสต์ / แบคทีเรียชนิดไม่ต้องการอากาศ
ปริมาตร	10 ลิตร / 100 ลิตร / 200 ลิตร / หลายร้อยลิตร
เอนไซม์	มีเอนไซม์กลุ่มไกลโคไซด์ไฮโดรเลสในทุกตัวอย่างจำนวนเฉลี่ย 2.20 U/ml

มีลักษณะเหมือนน้ำหมักทั่วไปคือมีแผ่นจุลินทรีย์ลอยอยู่บนผิว และมีเศษวัสดุและสมุนไพรเจือปนอยู่จำนวนหนึ่ง ซึ่งในกรรมวิธีการหมักเกษตรกรบางคนใช้จุลินทรีย์ พด.7 บางคนใช้จุลินทรีย์ชนิดอื่นที่หาซื้อได้ตามท้องตลาด โดยปริมาตรของการหมักมีหลากหลายขนาด ตั้งแต่ 10 ลิตร จนถึงหลายร้อยลิตร

สาเหตุการตัดสินใจของเกษตรกรในการเลือกใช้และไม่เลือกใช้ น้ำหมักชีวภาพ พด.7 (ตารางที่ 2) พบว่า เกษตรกรร้อยละ 50 ตัดสินใจเลือกใช้น้ำหมักชีวภาพเพื่อไล่เพลี้ยโดยมีสาเหตุสำคัญที่สุดคือ ปลอดภัยต่อสุขภาพคิดเป็นร้อยละ 20 รองลงมา ได้แก่ ใช้เพื่อทดแทนสารกำจัดศัตรูพืชคิดเป็นร้อยละ 19 และมีหลักฐานเชิงประจักษ์ว่าใช้ได้ผลจริงคิดเป็นร้อยละ 11 ขณะที่เกษตรกรอีกจำนวนร้อยละ 50 ตัดสินใจไม่เลือกใช้น้ำหมักชีวภาพเพื่อไล่เพลี้ยโดยมีสาเหตุสำคัญที่สุดคือ ไม่รู้กลไกการทำงานของน้ำหมักชีวภาพคิดเป็นร้อยละ 28 รองลงมาได้แก่ จุลินทรีย์ พด.7 ไม่มีมาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 12 และการหมักใช้เวลานานเกินไปคิดเป็นร้อยละ 10

การนำวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ มาทำน้ำหมักชีวภาพ พบว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นแตกต่างจากการทำน้ำหมักสูตรเดิม (ตารางที่ 3) พบว่า การใช้เปลือกสับประรดทำให้น้ำหมักชีวภาพมีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 8.65 ซึ่งมากกว่าสูตรเดิมประมาณ 2 เท่า การใช้กากถั่วเหลืองทำให้จุลินทรีย์ พด.7 ผลิตเอนไซม์โปรติเอสและไลเปส ซึ่งไม่มีการตรวจพบในสูตรเดิม การใช้หยวกและปลีกล้วยทำให้น้ำหมักชีวภาพมีลักษณะสีเทาเข้มและขุ่น แยกชั้นคล้ายน้ำมันละลายอยู่ในน้ำหมัก เป็นที่น่าสังเกตว่าการนำกากถั่วเหลืองมาใช้ทำน้ำหมักชีวภาพจะสามารถเหนี่ยวนำให้จุลินทรีย์สามารถผลิตเอนไซม์ได้อย่างน้อย 3 ชนิด คือ โคโคไซด์ไฮโดรเลส โปรติเอส และไลเปส และเป็นที่น่าสนใจอย่างยิ่งเมื่อนำไปทดลองไล่เพลี้ยพบว่าสูตรที่นำกากถั่วเหลืองมาใช้เป็นวัตถุดิบจะสามารถไล่เพลี้ยได้อยู่ในระดับ ดี ถึงดีมาก จากการสังเกตการณ์ของนักวิจัยขณะที่เกษตรกรนำน้ำหมักชีวภาพไปฉีดพ่นพบว่า เมื่อน้ำหมักชีวภาพสูตรที่ใช้กากถั่วเหลืองไหลเข้าไปสัมผัสตัวเพลี้ย ในช่วงขณะหนึ่ง

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์สาเหตุการตัดสินใจใช้หรือไม่ใช้น้ำหมักชีวภาพ พด.7 ในการไล่เพลี้ย

การตัดสินใจ	สาเหตุ	ร้อยละ
เลือกใช้	ใช้เพื่อกำจัดแมลงศัตรูพืชทดแทนสารกำจัดศัตรูพืชได้	19
	ปลอดภัยต่อสุขภาพเพราะนำสมุนไพรมาเป็นส่วนผสม	20
	มีหลักฐานเชิงประจักษ์ว่าใช้ได้ผลจริง	11
ไม่เลือกใช้	พด.7 แต่ละซองมีประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ไม่เท่ากัน	12
	ใช้เวลานานเกินไป	10
	ไม่รู้ว่าน้ำหมักชีวภาพ พด.7 มีกลไกการทำงานอย่างไร	28

ตารางที่ 3 การศึกษาวัตถุดิบสำหรับทำน้ำหมักชีวภาพที่มีประสิทธิภาพในการไล่เพลี้ย

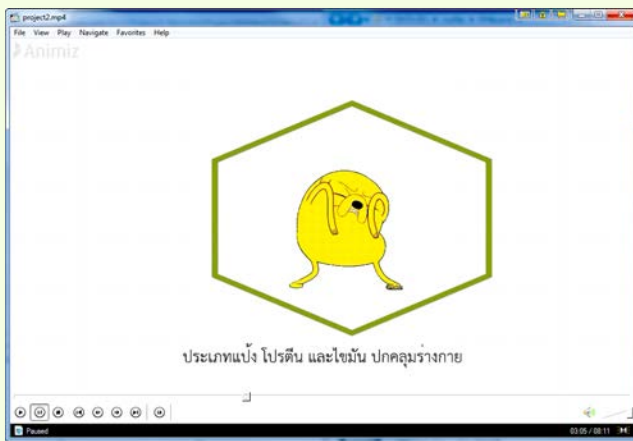
วัตถุดิบ	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นใหม่	ระดับประสิทธิภาพการไล่เพลี้ย
เปลือกสับประรด	พบปริมาณแอลกอฮอล์สูงเฉลี่ยร้อยละ 8.65	ไม่ได้ผล
กากถั่วเหลือง	พบเอนไซม์กลุ่มโปรติเอสและไลเปสผสมกันอยู่ในน้ำหมัก	ดีมาก
หยวกและปลีกล้วย	พบสารชีวภาพคล้ายน้ำมันละลายอยู่ในน้ำหมัก	ไม่ได้ผล
เปลือกสับประรด+กากถั่วเหลือง	พบเอนไซม์กลุ่มโปรติเอส	ดี
เปลือกสับประรด+หยวกและปลีกล้วย	พบสารชีวภาพคล้ายน้ำมันละลายอยู่ในน้ำหมัก	ไม่ได้ผล
กากถั่วเหลือง+หยวกและปลีกล้วย	พบสารชีวภาพคล้ายน้ำมันละลายอยู่ในน้ำหมัก	ดี
เปลือกสับประรด+กากถั่วเหลือง+หยวกและปลีกล้วย	พบเอนไซม์กลุ่มโคโคไซด์ไฮโดรเลสและมีสารชีวภาพคล้ายน้ำมันละลายอยู่ในน้ำหมัก	ดี

ตัวเพลี้ยที่เกาะกลุ่มอยู่ตามซอกใบจะหลุดออก เป็นที่น่าสังเกตว่า
 แแบ่งที่ห่อหุ้มตัวเพลี้ยมีลักษณะถูกละลายเป็นบางส่วน และพบว่า
 เพลี้ยตัวโตเต็มวัยบางส่วนมีพฤติกรรมกระโดดและบินหนีออกจาก
 ซอกใบ

ผลลัพธ์จากการจัดการความรู้

นักวิจัยได้นำข้อมูลจากผลการศึกษาข้างต้นป้อนกลับไปยัง
 เกษตรกรผู้ปลูกสับปะรด ผ่านการสื่อสารด้วยแผ่นพับประชาสัมพันธ์

เชิญชวนให้เข้าร่วมกิจกรรมการจัดการความรู้ นักวิจัยจัดทำ
 โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยี ซึ่งมีเกษตรกรให้ความสนใจเข้าร่วม
 จำนวน 60 คนจาก 3 ตำบล การจัดกิจกรรมดำเนินการโดยใช้
 เทคนิค 5 ประการ ได้แก่ 1) แสดงให้ดูเป็นตัวอย่าง 2) เปิดโอกาส
 ให้เกษตรกรซักถาม 3) ตั้งจุดให้เกิดการสนใจโดยแสดงให้เห็นว่า
 เป็น “การดัดแปลงวิธีการเดิมให้มีประสิทธิภาพ” 4) ใช้การสื่อสาร
 ด้วย Info graphic หรือ Animation (ภาพที่ 3) และ 5) แจกวัสดุอุปกรณ์
 (กากถั่วเหลือง) สูตร และวิธีการหมักเพื่อให้เกษตรกรนำไปทดลอง
 ทำน้ำหมักชีวภาพ พด.7 ด้วยตนเอง (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 3 สื่อ Info graphic และ Animation ที่ใช้ประกอบในกิจกรรมการจัดการความรู้



ภาพที่ 4 เทคนิคที่นำมาใช้ในการจัดการความรู้คือ แจกวัสดุอุปกรณ์ให้เกษตรกรสามารถนำไปทดลองทำน้ำหมักชีวภาพ พด.7 ด้วยตนเอง

นักวิจัยและเกษตรกรที่เข้าร่วมกิจกรรมร่วมกันพัฒนาน้ำหมักชีวภาพสูตรใหม่ที่มีประสิทธิภาพมากกว่าเดิม โดยใช้การศึกษาเป็นเวลา 2 เดือน ผลที่ได้คือ สูตรและกรรมวิธีการผลิตที่สามารถเหนี่ยวนำจุลินทรีย์ให้สร้างเอนไซม์ร่วมออกมาได้หลายชนิด สูตรในการทำน้ำหมักชีวภาพที่มีประสิทธิภาพสูงในการไล่เพลี้ยแสดงดังตารางที่ 4 และไร้สับปะรดที่เข้าร่วมโครงการจำนวน 9 แห่งได้นำไปทดลองผลิตและใช้ฉีดพ่นเพื่อไล่เพลี้ย ผลการประเมินประสิทธิภาพพบว่า ไร้สับปะรดทั้ง 9 แห่ง ให้คะแนนประสิทธิภาพการไล่เพลี้ยอยู่ในระดับดีมากโดยเอกฉันท

ตารางที่ 4 สูตรการทำน้ำหมักชีวภาพที่มีประสิทธิภาพสูงซึ่งเกิดจากการร่วมมือระหว่างนักวิจัยและเกษตรกร

ส่วนผสม	ปริมาณ (หน่วย)
กากน้ำตาล	ปริมาตร 2 ลิตร
กะทิ	ปริมาตร 2 ลิตร
กากถั่วเหลืองชนิด TVO	ปริมาณ 20 กิโลกรัม
น้ำดื่ม	ปริมาตร 40 ลิตร
จุลินทรีย์ พด.7	จำนวน 2 ซอง
กลูโคสผง	ปริมาณ 500 กรัม
0.8 M Sodium phosphate buffer	ปริมาตร 1 ลิตร

กรรมวิธีการหมักน้ำหมักชีวภาพ พด.7 แบบใหม่ มีดังนี้

- 1) เตรียมส่วนผสมในถังน้ำดื่มพลาสติกใสขนาด 6 ลิตร โดยผสมกากน้ำตาล กะทิ คนให้เข้ากันหรือใช้การเขย่าถังเบา ๆ โดยการคว่ำหงายสลับกัน
- 2) เติมกลูโคสผงและคนให้ละลายโดยสมบูรณ์
- 3) เติมจุลินทรีย์ พด.7 1 ซอง คนเบา ๆ
- 4) ปิดฝาถังและวางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 35–38 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 คืน หมั่นคนผสมหรือเขย่าให้เข้ากันทุก ๆ 6 ชั่วโมง

ตารางที่ 5 กิจกรรมเอนไซม์ที่ตรวจพบในน้ำหมักชีวภาพที่นำกากถั่วเหลืองมาใช้เป็นวัตถุดิบหลัก

วันที่	โกโคไซด์ไฮโดรเลส		โปรติเอส		ไลเปส	
	กิจกรรม	U/mL	กิจกรรม	U/mL	กิจกรรม	U/mL
7	พบ	1.2±0.82	พบ	0.8±0.08	พบ	1.2±0.14
14	พบ	3.5±1.12	พบ	1.1±0.68	ไม่พบ	–

5) เมื่อครบ 3 คืน นำส่วนผสมเทลงในภาชนะขนาด 80–100 ลิตร (ถังพลาสติกหรือโถ)

6) เติมน้ำ 40 ลิตร จากนั้นเติมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 1 ลิตร โดยคนผสมกันอย่างช้า ๆ

7) ทยอยกากถั่วเหลือง 20 กิโลกรัม ลงไปช้า ๆ และคนผสมกันอย่างช้า ๆ จนกากถั่วเหลืองหมด และวางทิ้งไว้ 1.5–2 ชั่วโมง จนกากถั่วเหลืองตกตะกอน จากนั้นเติมน้ำจุลินทรีย์ พด.7 อีก 1 ซอง คนเบา ๆ

8) วัดค่า pH และปรับค่าให้เท่ากับ 7.0 ด้วยการเติมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ หรือเติมโซดาไฟเพียงเล็กน้อยหาก pH ต่ำกว่า 7.0 หรือเติมน้ำส้มสายชูเพียงเล็กน้อยหาก pH สูงกว่า 7.0

9) ปิดฝาถังและวางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน หมั่นคนผสมหรือเขย่าให้เข้ากันทุกวัน วันละ 2 ครั้ง (เช้าและเย็น)

10) ทุก ๆ 2 วัน ให้วัดค่า pH เมื่อค่า pH ลดต่ำลง ให้ปรับค่า pH ให้เท่ากับ 7.0 โดยใช้วิธีในข้อที่ 8

11) เมื่อครบ 14 วันให้นำสารหมักมากรองผ้าขาวบางเพื่อแยกส่วนตะกอนออก

12) นำส่วนผสมของสารหมักที่แยกได้มาใช้ฉีดพ่น โดยเจือจางด้วยอัตราส่วนสารหมักต่อน้ำสะอาดคือ 1:10

กรรมวิธีการทำน้ำหมักชีวภาพตามวิธีข้างต้น ในระยะเวลา 14 วันสามารถเหนี่ยวนำให้จุลินทรีย์ผลิตเอนไซม์ร่วม จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการพบว่า มีองค์ประกอบของเอนไซม์จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ โกโคไซด์ไฮโดรเลส โปรติเอส และไลเปส (ตารางที่ 5) และเมื่อนำน้ำหมักชีวภาพสูตร พด.7 แบบใหม่ ไปให้เกษตรกรกลุ่มเดิมที่เป็นผู้ให้ข้อมูลการวิเคราะห์สาเหตุของการตัดสินใจใช้หรือไม่ใช้น้ำหมักชีวภาพได้ทดลองใช้ พร้อมกับนักวิจัยทำการสัมภาษณ์เกษตรกรในประเด็นคำถามเดิม ผลการให้ข้อมูลของเกษตรกรดังตารางที่ 6 พบว่า เกษตรกรร้อยละ 75 ตัดสินใจเลือกใช้เพราะได้เห็นหลักฐานเชิงประจักษ์ว่าน้ำหมักชีวภาพสามารถไล่เพลี้ยได้จริง ขณะที่เกษตรกรร้อยละ 21 ตัดสินใจเลือกใช้เพราะมั่นใจว่าน้ำหมักชีวภาพ พด.7 แบบใหม่ สามารถนำมาใช้ทดแทนสารกำจัดศัตรูพืชได้

องค์ความรู้ที่เกิดขึ้นจากการศึกษาตัดแปลงวิธีการทำน้ำหมักชีวภาพ พด.7 แบบใหม่ในการไล่เพลี้ย สามารถสรุปประเด็น

สำคัญได้ 4 ประเด็น ดังนี้

- 1) เมื่อใช้กากถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบ จะสามารถเหี่ยวนาให้จุลินทรีย์ พด.7 สร้างเอนไซม์ออกมาได้หลายชนิด (เอนไซม์ร่วม) การใช้กากถั่วเหลืองชนิด TVO ให้ผลการผลิตเอนไซม์ร่วมที่เหมาะสม และปริมาณกากถั่วเหลืองที่เหมาะสมคือร้อยละ 5-10
- 2) เอนไซม์ร่วมที่ผลิตได้ประกอบด้วยเอนไซม์อย่างน้อย 3 กลุ่ม ได้แก่ ไกโคไซด์ไฮโดรเลส โปรติเอส และไลเปส
- 3) สภาวะที่เหมาะสมในการเหี่ยวนาให้จุลินทรีย์ พด.7 สามารถสร้างเอนไซม์ร่วมได้ดี คือ การหมักที่อุณหภูมิ 35-38 องศาเซลเซียส pH ในช่วง 7-7.5 โดยใช้ฟอสเฟตบัพเฟอร์ ความเข้มข้นสุดท้ายในถังหมักในช่วง 0.05-0.1 M และน้ำที่ใช้ในการหมักควรใช้น้ำดื่มหรือน้ำ RO หลีกเลี่ยงการใช้น้ำบาดาลเนื่องจากเกลือและโลหะหนักที่เจือปนในน้ำบาดาลจะยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์

- 4) กลไกการทำงานของเอนไซม์ คือ เมื่อเอนไซม์ร่วมเข้าไปจับกับสารชีวโมเลกุลที่ห่อหุ้มตัวเซลล์ จะเกิดการย่อยสารชีวโมเลกุลเหล่านั้นให้เล็ลงสภาพ สอดคล้องกับการทดลองบนผิวแมลงของ Bali et al. (2012) ที่รายงานว่าเมื่อสารชีวโมเลกุลที่ห่อหุ้มแมลงหลุดลอกออกไป แมลงจะอ่อนแอต่อสิ่งแวดล้อม และถูกทำร้ายจากศัตรูธรรมชาติ หรือตาย หรือย้ายถิ่นฐานเพื่อเอาตัวรอด
- องค์ความรู้ทั้ง 4 ประเด็นนี้ ได้ถูกเผยแพร่ในกิจกรรมถ่ายทอดเทคโนโลยี นักวิจัยให้แนวคิดแก่เกษตรกรคือ “การสร้างสิ่งใหม่บนฐานความรู้เดิม” โดยเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างวิธีการทำน้ำหมักชีวภาพสูตรเดิมและสูตรใหม่ (ตารางที่ 7) ซึ่งมีประสิทธิภาพดีกว่า ฐานความรู้เดิม หมายถึง ขั้นตอนการหมักที่เป็นการดำเนินการแบบเดิมที่เกษตรกรคุ้นเคย ขณะที่สิ่งใหม่คือการใช้กากถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบหลักและมีประสิทธิภาพในการ

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์สาเหตุของการตัดสินใจใช้หรือไม่ใช้น้ำหมักชีวภาพ พด.7 ในการไล่เพลี้ย ภายหลังการพัฒนาวิธีการทำน้ำหมักชีวภาพจาก พด.7 จนได้น้ำหมักชีวภาพสูตรเพิ่มประสิทธิภาพ

การตัดสินใจ	สาเหตุ	ร้อยละ
เลือกใช้	ใช้เพื่อกำจัดแมลงศัตรูพืชทดแทนสารกำจัดศัตรูพืชได้	21
	มีหลักฐานเชิงประจักษ์ว่าใช้ได้ผลจริง	75
ไม่เลือกใช้	ใช้เวลาหมักนาน	2
	ไม่รู้ว่ำน้ำหมักชีวภาพ พด.7 มีกลไกการทำงานอย่างไร	2

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบการทำน้ำหมักชีวภาพแบบเดิมและแบบเพิ่มประสิทธิภาพ

รายการเปรียบเทียบ	แบบเดิม	แบบใหม่
1) การเตรียมจุลินทรีย์	ฉีกซองใช้โดยตรง จุลินทรีย์บางซองเสื่อมสภาพ	มีขั้นตอนปรับสภาพเชื้อและเพิ่มปริมาณเชื้อเริ่มต้นให้แข็งแรงและมีจำนวนมาก
2) วัตถุดิบ	พืชสมุนไพร อาทิ ใบยาสูบ ผลดิบลิ้นรอกหางไหล หัวกลอย พริก เมล็ดสะเดา ใบกระถิน ตะไคร้ และหญ้าขจรช้าง เป็นต้น อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างผสมกัน	ใช้กากถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบออกฤทธิ์ โดยใช้กากถั่วเหลืองเพียงอย่างเดียวก็ได้ หรือกากถั่วเหลืองผสมกับเปลือกสับปะรด หรือหยวก หรือปลีกล้วย หรือกากถั่วเหลืองผสมกับพืชสมุนไพรแบบเดิม อาทิ ใบยาสูบ ผลดิบลิ้นรอกหางไหล หัวกลอย พริก เมล็ดสะเดา ใบกระถิน ตะไคร้ และหญ้าขจรช้าง อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างผสมกัน
3) ผลผลิตที่ได้	กรดอินทรีย์ สารประกอบฟีนอลิก และสารออกฤทธิ์จากสมุนไพร	กรดอินทรีย์ เอนไซม์ไกโคไซด์ไฮโดรเลส เอนไซม์โปรติเอส เอนไซม์ไลเปส และสารออกฤทธิ์จากสมุนไพร
4) ระยะเวลาการหมัก	25-30 วัน	ลดเวลาลงเหลือ 12-14 วัน
5) ผลลัพธ์	ได้ผลกับแมลงอื่นและหนอน ไม่ได้ผลกับเพลี้ย	ได้ผลกับเพลี้ยและแมลงอื่น ๆ ในระดับดีมาก

ไล่เพลี้ย เมื่อเกษตรกรได้รับรู้รับทราบจะเกิดแรงผลักดันจากภายใน มีความสนุก เกิดความต้องการพัฒนาต่อยอด ซึ่งเมื่อดำเนินกิจกรรม ศึกษาดูงานที่ไร่ของเพื่อนเกษตรกรที่ได้ดำเนินการทำน้ำหมักชีวภาพ พด.7 แบบใหม่ (ภาพที่ 5) เกษตรกรแลกเปลี่ยนเรียนรู้ความรู้ต่าง ๆ ด้วยกัน เกิดการยกระดับความรู้ไปพร้อม ๆ กัน

ความรู้หรือความเชี่ยวชาญที่ใช้

วิทยาศาสตร์ชีวภาพในการกำจัดแมลงศัตรูพืช สารชีวภาพจำพวกเอนไซม์สามารถทำให้แมลงศัตรูพืชอ่อนแอได้ เอนไซม์ในกลุ่มโปรติเอส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่มีความสามารถในการย่อยโปรตีน มีศักยภาพในการสลายผิวชั้นนอกของแมลง (Cuticle degrading enzymes) ทำให้แมลงปราศจากเกราะคุ้มครองร่างกาย ส่งผลให้แมลงอ่อนแอหรือถูกศัตรูตามธรรมชาติโจมตีและตายไปในที่สุด (Leger et al., 1986) การนำเอนไซม์ไปใช้กับแมลงสามารถแบ่งเป็น 2 วิธี ได้แก่ 1) การใช้โดยตรงคือ การนำเอนไซม์ที่ผลิตไปใช้ฉีดพ่นให้สัมผัสตัวแมลงโดยตรง และ 2) การใช้ทางอ้อมคือ การปล่อยจุลินทรีย์จำพวก รา หรือแบคทีเรียที่สามารถสร้างเอนไซม์ได้ไปไว้บนตัวแมลง (ชาญณรงค์ ดวงสะอาด, 2552; Priyanka & Gurvinder, 2010) และปล่อยให้จุลินทรีย์เจริญเติบโต สร้างเอนไซม์ขึ้นมาสลายผิวแมลง หรือสร้างเอนไซม์ขึ้นมาเพื่อเพิ่มการขยายพันธุ์ และเกิดการทำลายร่างกายแมลงจนตายไป (Shaukat et al., 2010)

กลไกการทำงานของน้ำหมักชีวภาพ จุลินทรีย์ใน พด.7 ประกอบด้วย ยีสต์ และแบคทีเรียกลุ่มที่สามารถสร้างกรดอินทรีย์ได้ วัตถุประสงค์ ได้แก่ การนำตาลและรำข้าว จะเหนี่ยวนำให้จุลินทรีย์ปลดปล่อยกรดอินทรีย์ออกมาจำนวนหนึ่ง ซึ่งกรดเหล่านี้จะเข้าไปย่อยสลายผนังเซลล์พืชสมุนไพรที่เติมลงไปก่อนหน้านี้ จากนั้นสารสำคัญต่าง ๆ ที่อยู่ในพืชสมุนไพรจะถูกปลดปล่อยออกมา ดังนั้นเมื่อนำไปใช้งาน กรดอินทรีย์และสารสำคัญจากพืชสมุนไพรจะเข้าไปรบกวนผิวของแมลงศัตรูพืช แมลงจะระคายเคือง และหนีไปหรือมีความเป็นพิษต่อร่างกายจนตายไปในที่สุด

การผลิตน้ำหมักชีวภาพที่แตกต่างจากเดิม น้ำหมักชีวภาพ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงในขณะทำการหมักโดย pH จะลดลงเป็นกรดมากขึ้น เมื่อมีสภาวะเป็นกรดมากขึ้น เอนไซม์และโปรตีนที่จุลินทรีย์ผลิตขึ้นและมีประโยชน์จะเสียด่างไป ความต้องการให้จุลินทรีย์ผลิตเอนไซม์ชนิดใดขึ้นอยู่กับสารอาหารที่ผสมให้เหมาะสม ให้จุลินทรีย์เกิดการเหนี่ยวนำการสร้างเอนไซม์ชนิดนั้น (ครองศักดิ์ ภัคธนกนก และคณะ, 2561) และพบว่าหากต้องการให้จุลินทรีย์ผลิตเอนไซม์กลุ่มโปรติเอส จะต้องใช้วัตถุดิบที่มีโปรตีนเป็นส่วนประกอบ จึงจะสามารถเหนี่ยวนำให้จุลินทรีย์สร้างเอนไซม์โปรติเอสออกมาได้ (Adang, 2004)

สำนักงานเขตและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2554) ได้จัดทำเอกสารวิชาการเพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีเผยแพร่เกี่ยวกับสมุนไพรที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่ามีประสิทธิภาพ สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการทำน้ำหมักชีวภาพเพื่อไล่แมลงศัตรูพืชได้หลายชนิด สมุนไพรที่สามารถนำมาใช้ทำ



ภาพที่ 5 กิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยการชวนเพื่อนเกษตรกรไปศึกษาดูงาน ณ ไร่ของเกษตรกรที่ดำเนินการทำน้ำหมักชีวภาพ พด.7 แบบใหม่ และสูตรอื่น ๆ ที่พัฒนาต่อยอด

น้ำหมักชีวภาพไล่เพลี้ย ได้แก่ รากหางไหล กระเทียม สะเดา ข่า ตะไคร้หอม และยาสูบ ส่วนผสมที่เหมาะสมคือใช้พืชสมุนไพรชนิดต่าง ๆ จำนวน 3 กิโลกรัม ผสมน้ำสะอาด 20 ลิตร และใช้จุลินทรีย์จำนวน 100 มิลลิลิตร หรือ จุลินทรีย์ พด.7 จำนวน 1 ชอง หมักเป็นเวลา 3-5 วันแล้วนำส่วนน้ำไปใช้ฉีดพ่นและนำกากไปทำปุ๋ย

ศูนย์ประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ศูนย์ประเมินผล สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2555) ได้เผยแพร่สูตรสมุนไพรไล่เพลี้ยซึ่งมีการนำไปใช้งานจริงในพื้นที่ 60 จังหวัดทั่วประเทศ จำนวน 3 สูตร ดังนี้

สูตรที่ 1

หนอนตายหยาก	2	กิโลกรัม
บอระเพ็ด	1	กิโลกรัม
ขมิ้นชัน	1	กิโลกรัม
กะทกรก	1	กิโลกรัม
กากน้ำตาล	2	กิโลกรัม
น้ำสะอาด	10	ลิตร
จุลินทรีย์ พด.7	2	ชอง

สูตรที่ 2

ว่านน้ำ	1	กิโลกรัม
สาบเสือ	1	กิโลกรัม
ยาฉุน	0.5	กิโลกรัม
ตะไคร้หอม	1	กิโลกรัม
กากน้ำตาล	1	กิโลกรัม
น้ำสะอาด	10	ลิตร
จุลินทรีย์ พด.7	2	ชอง

สูตรที่ 3

ยาฉุน	0.5	กิโลกรัม
สะเดา	0.5	กิโลกรัม
ข่า	1	กิโลกรัม
ตะไคร้หอม	1	กิโลกรัม
กากน้ำตาล	1	กิโลกรัม
น้ำสะอาด	10	ลิตร
จุลินทรีย์ พด.7	2	ชอง

ณัฐพงศ์ เมธิธวัชรสรรค์ (2560) ทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดจากใบสาบเสือเพื่อทดสอบการไล่เพลี้ย การเจือจางสารสกัดที่ได้จากใบสาบเสือปริมาณร้อยละ 5 มีประสิทธิภาพสูงสุดในการไล่เพลี้ย สารสำคัญในใบสาบเสือ ได้แก่ สารประกอบฟีนอล สารประกอบแทนนิน และสารประกอบอัลคาลอยด์ ซึ่งสารประกอบ

เหล่านี้เป็นตัวยับยั้งเอนไซม์กลูตาไทโอนเอส ทรานเฟอเรส (Glutathione S-transferases) ในเซลล์ของแมลง ทำให้แมลงไม่สามารถกำจัดของเสียออกจากเซลล์ได้ตามปกติ มีการสะสมพิษในร่างกายมากเกินไปจนขนาดจนตายไปในที่สุด และพันธ์หวี สหะรัตน์ (2554) ศึกษาการกำจัดเพลี้ยโดยใช้สมุนไพรและน้ำหมักชีวภาพ รายงานว่า สมุนไพรบางชนิด ได้แก่ สะเดา ตะไคร้หอม กลอย เมื่อนำมาใช้ในกรรมวิธีการหมักด้วย พด.7 หรือการสกัดสารสำคัญออกมาฉีดพ่นโดยตรงจนสามารถไล่เพลี้ยแป้งสีเทา ลิ้นหมึก และสีเขียวได้อย่างมีประสิทธิภาพ สารสำคัญในสะเดา ได้แก่ Azadirachtin, Bakayanin, Nimbasterin, Margosic acid และ Nim oil ส่วนสารสำคัญในตะไคร้หอม ได้แก่ Citronella, Geraniol, Linalool และ Neral ส่วนสารสำคัญในกลอย ได้แก่ Dioscorine ซึ่งมีความเป็นพิษต่อสัตว์สูงแต่สามารถออกฤทธิ์ไล่เพลี้ยได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่นกัน

สถานการณ์ใหม่
ที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

การศึกษาดูงานและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในไร่ของเพื่อนเกษตรกรด้วยกันเอง ก่อให้เกิดการขยายความรู้เป็นวงกว้างทั่วชุมชน เกษตรกรเข้าใจองค์ความรู้ด้วยตนเอง และเข้าใจองค์ความรู้อื่น ๆ ของเพื่อนเกษตรกร เกิดการตระหนักในคุณค่าของน้ำหมักจุลินทรีย์ต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม ทำให้กระบวนการทางความคิดของเกษตรกรเกิดการเปลี่ยนแปลง เกษตรกรมีความพึงพอใจและเชื่อมั่นในประสิทธิภาพการไล่เพลี้ยของน้ำหมักชีวภาพมากขึ้น มีการรวมกลุ่มและการวางแผน กติกา เพื่อนำน้ำหมักชีวภาพมาใช้ในพื้นที่มากขึ้นและมีเป้าหมายลดการใช้สารกำจัดศัตรูพืช ลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้มีความสอดคล้องกับรูปแบบการดำเนินงานขับเคลื่อนการลดใช้สารกำจัดศัตรูพืชในการทำเกษตรกรรมที่ประสบความสำเร็จเชิงประจักษ์ (ธนวรรธน์ สงประเสริฐ และคณะ, 2562) ซึ่งชุมชนบ้านพิต้าได้ดำเนินการจัดสภาเกษตรกร และให้เกษตรกรที่เกี่ยวข้องเข้ามามีส่วนร่วมในการวางแผน การจัดการขั้นตอนต่าง ๆ รวมถึงการประเมินผล หัวใจสำคัญของการดำเนินงานก็คือกิจกรรมที่ป้อนเข้าไปทำให้เกษตรกรเกิดความตระหนักในเรื่องผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและผลกระทบต่อสุขภาพของตนเอง เกษตรกรจึงร่วมมือและพร้อมใจสร้างกฎและกติกา กำกับควบคุมปริมาณการใช้สารกำจัดศัตรูพืชและใช้งานอย่างจริงจังในชุมชน

การเหนี่ยวนำให้จุลินทรีย์ พด.7 สามารถสร้างเอนไซม์ร่วมและนำไปใช้ฉีดพ่นบนตัวเพลี้ยโดยตรง เป็นวิธีใหม่ที่ยังไม่เคยมี

รายงานวิจัยมาก่อน การทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่าน้ำหนักชีวภาพมีประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารชีวโมเลกุลที่ปกคลุมตัวเพลี้ยได้ดี งานวิจัยได้ใช้การจัดการความรู้ขับเคลื่อนให้ผลการศึกษามาจากห้องปฏิบัติการถูกนำออกมาใช้จริงเพื่อแก้ปัญหาโรคเหี่ยวสับประรด

สิ่งที่เกิดการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่มีหลายมิติ ไม่ว่าจะเป็นมิติของแนวคิด มิติของกลไก และมิติทางกายภาพ นักวิจัยสังเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเป็นรายประเด็นดังนี้

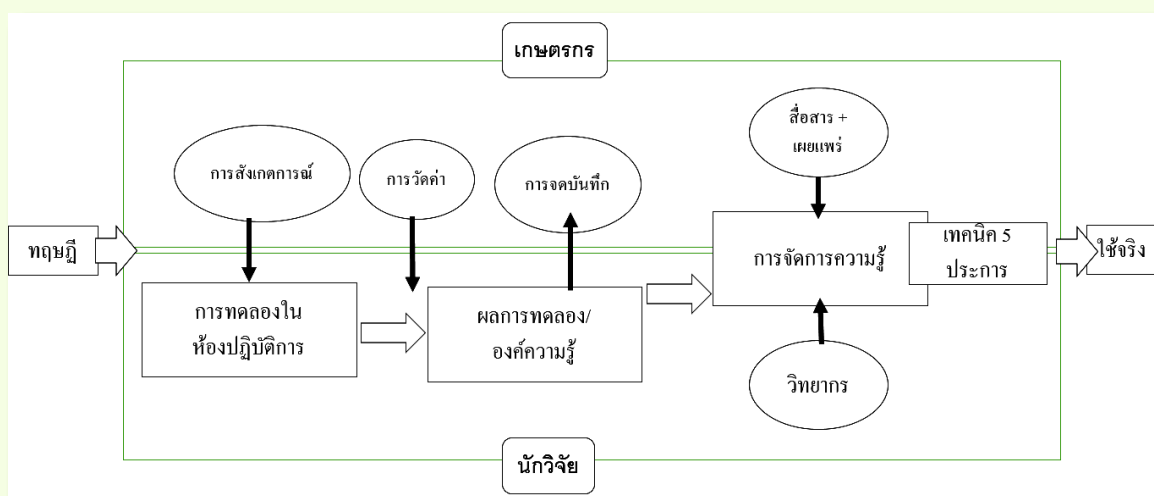
1) ก่อนหน้านี้เกษตรกรจะไม่ทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ เนื่องจากไม่ต้องการแบกรับความเสี่ยง แต่ในงานวิจัยนี้พบว่าเกษตรกรเกิดความเชื่อมั่นในประสิทธิภาพของน้ำหนักชีวภาพ พด.7 แบบใหม่ และยินดีที่จะผลิตและนำไปใช้งานจริง การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดจากนักวิจัยให้เกษตรกรเข้ามามีส่วนร่วมในกระบวนการพัฒนาระบบวิธีการหมักในห้องปฏิบัติการและการนำไปใช้จริง โดยเกษตรกรได้รับการฝึกค้นหาข้อมูล เฝ้าสังเกตและติดตามการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการผลิต การจดบันทึกข้อมูล และการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์วัดค่า ซึ่งผลจากการมีส่วนร่วมนี้ทำให้เกษตรกรรับรู้สถานการณ์ตลอดเวลา มองเห็นประสิทธิภาพของน้ำหนักที่ตนเองมีส่วนร่วมในการผลิต ทำให้เกิดการยอมรับและนำไปทดลองใช้

2) เกิดการสื่อสารแบบวิทยาศาสตร์ในพื้นที่วิจัย เนื่องจากเกษตรกรที่เข้ามามีส่วนร่วมในกระบวนการวิจัยถูกพัฒนาการคิดแบบมีเหตุผล เกษตรกรสามารถสืบค้นข้อมูล คัดกรองข้อมูล และมีความสามารถในการนำเสนอข้อมูลเชิงวิชาการ

3) เกิดการขยายความรู้ เกษตรกรยกระดับความรู้ เมื่อเกษตรกรสามารถทำน้ำหนักชีวภาพ พด.7 แบบใหม่ได้ เกษตรกรมีความรู้สึกภูมิใจในผลงาน เกิดแรงผลักดันต้องการเผยแพร่ผลงานของตนเองให้เป็นที่รู้จักกว้างขวาง เมื่อนักวิจัยจัดกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้และศึกษาดูงาน ก็จะมอบหมายให้เกษตรกรเจ้าของผลงานได้มีโอกาสเป็นวิทยากรในการนำเสนอและถ่ายทอดองค์ความรู้ของตนเองออกสู่ประชาคม

4) มีการนำจุลินทรีย์ พด.7 มาใช้งานมากขึ้น จากการสำรวจข้อมูลภายหลังการดำเนินกิจกรรมการจัดการความรู้ผ่านไป 1 เดือนพบว่า รายชื่อเกษตรกรเบิกวัตถุดิบไปทดลองทำน้ำหนักชีวภาพ พด.7 แบบใหม่ จำนวน 75 ราย และที่น่าสนใจมากคือ เกษตรกรบางรายสามารถพัฒนาวิธีการเพิ่มปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ พด.7 ไว้ใช้เอง (ต่อเชื้อ) โดยไม่ต้องไปขอเบิกจากกรมพัฒนาที่ดิน เมื่อเวลาผ่านไป 3 เดือนหลังจากการจัดการความรู้ เกษตรกรที่ทำน้ำหนักชีวภาพใช้เองอย่างต่อเนื่องให้ข้อมูลที่น่าสนใจคือ การประหยัดค่าใช้จ่าย เพราะลดการซื้อสารกำจัดศัตรูพืช มูลค่าประมาณ 2,500 บาทต่อไร่ต่อครั้ง หรือคิดเป็นการประหยัดต้นทุนในพื้นที่ได้รวมกันมากถึง 6 ล้านบาท

5) ก่อให้เกิดวิธีการทำงานดังภาพที่ 6 ซึ่งเป็นการนำองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพมาใช้ให้เกิดประโยชน์จริงในเวลาอันรวดเร็ว งานวิจัยนี้มีกระบวนการแตกต่างจากงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ทั่วไป ซึ่งมุ่งดำเนินงานวิจัยในห้องปฏิบัติการเป็นระยะเวลานาน เมื่อได้ข้อมูลหรือองค์ความรู้มาจำนวนหนึ่งจะนำไปตีพิมพ์เผยแพร่เพื่อสร้างคุณค่า แต่บ่อยครั้งที่องค์ความรู้นั้นกลับไม่



ภาพที่ 6 กระบวนการทำงานวิจัยที่แสดงถึงการนำองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพที่ผลิตในห้องปฏิบัติการ ไปใช้แก้ปัญหาทางการเกษตรให้แก่เกษตรกรในท้องถิ่นได้อย่างทันทั่วทั้งที่มีประสิทธิภาพ ใช้งานได้จริง ไม่ใช่เป็นเพียงผลงานวิจัยชิ้นหนึ่ง เงื่อนไขที่ก่อให้เกิดความสำเร็จตามกระบวนการทำงานนี้คือ เกษตรกรมีโอกาสเข้ามามีส่วนร่วมในขั้นตอนต่าง ๆ (ขั้นตอนที่แสดงในวงกลม)

สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้จริง เมื่อเวลาผ่านไปทำให้
คุณค่าของงานวิจัยดังกล่าวจึงถูกลดทอนหรือแทนที่ด้วยองค์ความ
รู้อื่นในที่สุด

ผลกระทบและความยั่งยืน ของการเปลี่ยนแปลง

กระบวนการวิจัยได้ส่งผลกระทบต่อท้องถิ่นในด้านต่าง ๆ ดังนี้

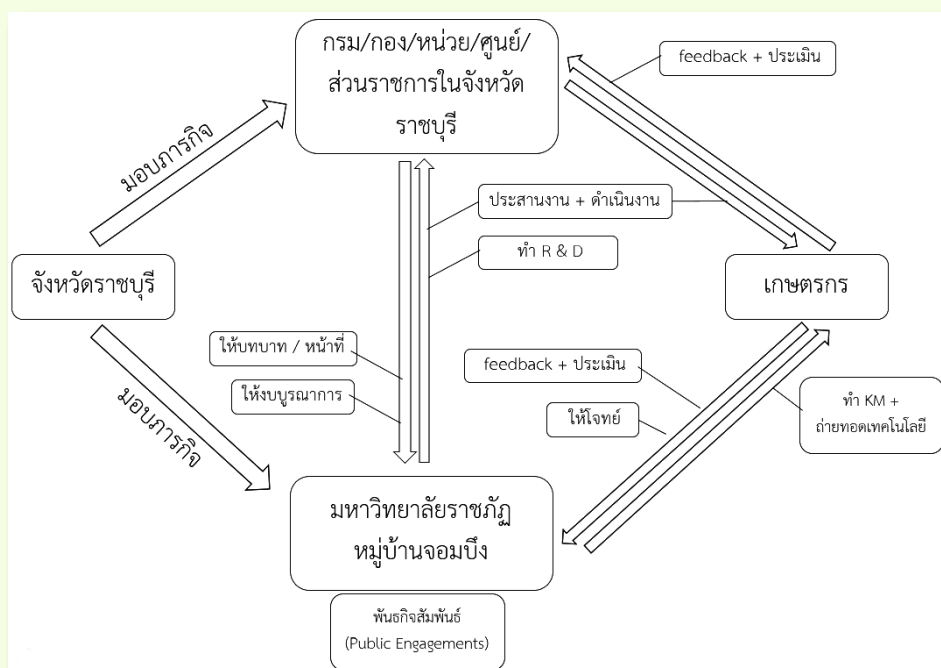
- 1) พัฒนาคณะเองให้มีลักษณะการคิดเป็นวิชาการ มีเหตุผล และสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ
- 2) พัฒนาพื้นที่ซึ่งเกษตรกรสามารถแก้ปัญหาโรคเหี่ยว ลับปะรดได้ด้วยตนเอง ลดการใช้สารกำจัดศัตรูพืช ลดปัญหาสิ่งแวดล้อมและปัญหาเจ็บป่วยของเกษตรกร
- 3) ด้านนโยบาย กระบวนการวิจัยส่งผลให้จุลินทรีย์ พด.7 ได้รับการยอมรับ ได้รับคามนิยมจากกลุ่มผู้ปลูกสับปะรดมากขึ้น จากเดิมที่อัตราการเบิกจุลินทรีย์ พด.7 มีน้อยมาก แต่ในปัจจุบัน

จุลินทรีย์ พด.7 มีไม่เพียงพอ เกิดความคุ้มค่าและทำให้ภาครัฐยังคงส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการผลิตเชื้อจุลินทรีย์ พด.7 แจกจ่ายให้เกษตรกรได้ใช้ฟรีต่อไป

4) ผลกระทบที่เกิดขึ้นเชิงระบบแก่ภาคี ในระหว่างการค้า
ดำเนินการวิจัย ดังภาพที่ 7 การมีส่วนร่วม 3 ฝ่าย ระหว่างนักวิจัย
เกษตรกร และภาาติราชการ แม้จะเป็นเพียงการร่วมมือกันในระยะ
สั้น ๆ แต่มีลักษณะที่สามารถดำเนินการได้อย่างยั่งยืน และเกิด
ประโยชน์ด้วยกันทั้ง 3 ฝ่าย มหาวิทยาลัยควรเป็นกลไกส่วนหนึ่ง
ของการขับเคลื่อนภารกิจจังหวัด โดยมหาวิทยาลัยอาจมีบทบาท
หน้าที่ในกิจกรรมต้นน้ำเพื่อการแก้ปัญหา อาทิ การดำเนินการ
วิจัย หรือสนับสนุนหน่วยงานราชการเพื่อดำเนินการวิจัย การเป็น
หน่วยงานจัดฝึกอบรมให้ความรู้แก่เกษตรกร หรือการเป็นหน่วยงาน
การจัดการความรู้ให้แก่จังหวัด เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก สำนักงานกองทุน
สนับสนุนการวิจัย สัญญาทุนเลขที่ RDG60A0020



ภาพที่ 7 แผนภาพแสดงแนวคิดบทบาทหน้าที่หนึ่งของมหาวิทยาลัยที่เป็นกลไกจังหวัด ขับเคลื่อนภารกิจของจังหวัดในรูปแบบพันธกิจสัมพันธ์ โดยมหาวิทยาลัยมีบทบาทด้านการวิจัยและพัฒนา การจัดการความรู้ และการถ่ายทอดเทคโนโลยี

บรรณานุกรม

- ครองศักดิ์ ภัคชนกนก, รพีพรรณ กองตุม, อภินพ จิตใจงาม, และพัทธพร ภูวดลไพศาล. (2561). การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมและคุณลักษณะบางประการของเอนไซม์โปรติเอสที่ผลิตได้จาก พด.7. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏหมู่บ้านจอมบึงวิจัย ครั้งที่ 6. มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี.
- ชาญณรงค์ ดวงสะอาด. (2552). พื้นฐานของการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี. เชียงใหม่: โรงพิมพ์ดีพรีนท์.
- ณัฐพงศ์ เมธิ์ธวัชสรณ์. (2560). ผลจากสารสกัดจากใบสาบเสือในการควบคุมเพลี้ยอ่อนตัว *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae). วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 37(1), 79–84.
- ชนวรรณ สงประเสริฐ, อุไร จรประพาฬ, สามารถ สุวรรณภักดี, และกำไล สมรักษ์. (2562). รูปแบบการดำเนินงานของชุมชนเพื่อลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร ชุมชนบ้านพิต้า จังหวัดนครศรีธรรมราช. วารสารวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่, 11(1), 47–61.
- พันธ์ทวี สหะรัตน์. (2554). สมุนไพร: เพลี้ยแป้งมันสำปะหลัง. สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2560, จาก <http://www.kpcat.ac.th/PR/Research/Research03.pdf>.
- มัลลิกา นวลแก้ว. (2556). รายงานสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- วันเพ็ญ ศรีทองชัย, ปรีเชษฐ์ ตั้งกาญจนภาสน์, และกาญจนา วาระวิชนี. (2554). ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของไวรัส Pineapple mealybug wilt-associated virus and mealybug species in causing pineapple wilt disease (รายงานวิจัย). กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.
- ศูนย์ประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ศูนย์ประเมินผล สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2555). ผลการวิจัยประเมินองค์ความรู้ของปราชญ์เกษตรของแผ่นดินสาขาปราชญ์เกษตรเศรษฐกิจพอเพียง ปี 2552–2555. สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2560, จาก <https://drive.google.com/file/d/0BzGmrcntzVbkeW5tS2Z5NEIRRFU/view>.
- สำนักนิเทศและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาดิน กรมพัฒนาที่ดิน. (2554). การผลิตสารควบคุม แมลงศัตรูพืชโดยใช้สารเร่งซูเปอร์ พด.7. สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2560, จาก http://www.idd.go.th/menu_5wonder/PDF/PD7.pdf.
- Adang, M. J. (2004). Insect Amino Peptidase N. In Barrett, A., Rawlings, N. & Woessner, J, *Handbook of Proteolytic Enzymes* (pp.296–299). Elsevier B.V., Netherlands: Academic Press.
- Bali, N. S., Remadevi, O. K., Sasidharan, T. O., Balachander, M., & Dharmarajan, P. (2012). Cuticle degrading enzyme production by some isolates of the Entomopathogenic fungus, *Metarhizium Anisopliae* (METSCH). *Journal of Bio-Science*, 20, 25–32.
- Dassanayake, E. M., & Perera, W. G. S. (2001). Effect of heat therapy to control pineapple wilt virus in pineapple (*Ananus comosus*). *Vidyodaya Journal of Science*, 10, 135–150.
- Gunasinghe, U. B., & German, T. L. (1989). Purification and partial characterization of a virus from pineapple. *Etiology*, 79, 1337–1341.
- Leger, R. J. St., Charnley, A. K., & Cooper, R. M. (1986). Cuticle degrading enzymes of Entomopathogenic fungi: mechanisms of interaction between pathogen enzymes and insect cuticle. *Journal of Invertebrate Pathology*, 47, 295–302.
- Priyanka, D., & Gurvinder, K. (2010). Production of cuticle degrading protease by *Beauveria bassiana* and their induction in different media. *African Journal of Biochemistry Research*, 4(3), 65–72.
- Shaukat, A., Zhen, H., & Shunxiang, R. (2010). Production of cuticle degrading enzymes by *Isaria fumosorosea* and their evaluation as a Biocontrol agent against diamondback moth. *Journal of Pest Science*, 83, 361–370.