

การศึกษาและวิเคราะห์ข้อจำกัด ปัญหา และอุปสรรค ของการฆ่าเชื้อราในมะขามหวาน ก่อนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคลื่นความถี่วิทยุผสมกับเทคโนโลยีพลาสมาอุณหภูมิต่ำ

ตริยากานต์ พรหมคำ^{1,*}, วนัสสุดา คำพุ่ม², กฤษฎ์ ลาขโรจน์³, พานิช อินต๊ะ⁴

¹สาขาพัฒนาสังคม คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

²สาขาเตรียมบริหารธุรกิจ วิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

³บริษัท เพปิกซ์ อินเทอร์เน็ตเซ็นแนล จำกัด

⁴หน่วยวิจัยสนามไฟฟ้าประยุกต์ในงานวิศวกรรม วิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

Received: 24 September 2023

Revised: 12 November 2023

Accepted: 29 November 2023

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ข้อจำกัด ปัญหา และอุปสรรค ของการฆ่าเชื้อราในมะขามหวานก่อนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคลื่นความถี่วิทยุผสมกับเทคโนโลยีพลาสมาอุณหภูมิต่ำระดับภาคสนาม และเพื่อนำเสนอแนวทางการป้องกันและลดปัญหาความขัดแย้งจากการใช้เทคโนโลยีภายใต้แนวคิดการจัดการแบบร่วมมือกัน ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) ใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ (1) การสนทนากลุ่ม (Focus Group) (2) การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) และ (3) การสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Participant Observation) โดยคัดเลือกกลุ่มผู้ให้ข้อมูลแบบเจาะจง (Purposive Selection) ซึ่งแบ่งกลุ่มผู้เพาะปลูกมะขามในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์ออกเป็น 4 กลุ่มอำเภอที่สำคัญ ได้แก่ (1) กลุ่มผู้เพาะปลูกเขตอำเภอหล่มเก่า 64 คน (2) กลุ่มผู้เพาะปลูกเขตอำเภอหล่มสัก 30 คน (3) กลุ่มผู้เพาะปลูกเขตอำเภอเมือง 22 คน และ (4) กลุ่มผู้เพาะปลูกเขตอำเภอชนแดน 7 คน รวมทั้งสิ้น 123 คน ตรวจสอบข้อมูลด้วยวิธีการสามเส้า และทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหา และวิเคราะห์เหตุการณ์ ผลการศึกษา พบว่า ข้อจำกัด ปัญหา และอุปสรรค ของการฆ่าเชื้อราในมะขามก่อนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีฯ มีทั้งหมด 3 ระยะ คือ (1) ระยะก่อนออกผล (2) ระยะระหว่างออกผล และ (3) ระยะหลังออกผล โดยข้อจำกัด ปัญหา และอุปสรรค ส่งผลต่อการยกระดับการพัฒนาระบบฆ่าเชื้อราในมะขาม 3 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านเศรษฐกิจ คือ การมีต้นทุนในการนำมะขามแช่ห้องเย็น (2) ด้านสิ่งแวดล้อม คือ การเผาเปลือกมะขามที่เป็นรา และ (3) ด้านสังคมและวัฒนธรรม คือ วิธีการลูบมะขามที่เป็นราและความเชื่อว่าราสีขาวและสีน้ำตาลรับประทานได้

คำสำคัญ: ข้อจำกัด ปัญหา และอุปสรรค การฆ่าเชื้อรา มะขามหวาน เทคโนโลยีพลาสมาอุณหภูมิต่ำ

* ผู้ประสานงานหลัก; อีเมล: treeyakarn1985@gmail.com

The Study and Analysis; Limitations, Problems, and Obstacles of Killing Fungus in Sweet Tamarind before The Application of Radio Frequency Technology and Low-Temperature Plasma Technology.

Treeyakarn Phromkham^{1,*}, Wanussuda Kamput², Krit Lajaroj³, Panich Intra⁴

¹Social Development, Faculty of Humanities and Social Science,
Phetchabun Rajabhat University

²Pre-Bussiness Administration, College of Integrated Science and Technology,
Rajamangala University of Technology Lanna

³Febix International Company Limited

⁴Research Unit of Applied Electric Field in Engineering (RUEE),
College of Integrated Science and Technology, Rajamangala University of Technology Lanna

Received: 24 September 2023

Revised: 12 November 2023

Accepted: 29 November 2023

Abstract

The objectives of this research were to study and analysis about the limitations, problems, and obstacles of killing fungus in sweet tamarind before applying radio frequency technology combined with low temperature plasma technology at the field levels and to present guidelines for preventing and reducing conflicts from the use of technology based on the concept of collaborative management. This study was a qualitative research methodology. Data collection methods were used: (1) Focus Group, (2) In-depth Interview, and (3) Participant observation. The group of key informants was purposively selected, which was divided into four groups of tamarind farmers in Phetchabun Province: (1) Lom-Kao District 64 people, (2) Lom-Sak District 30 people, (3) Mueang District 22 people, and (4) Chon Daen District 7 people. Total of key informants were 123 people. Data were examined by the triangulation method and analyzed the data by content analysis. The research results were found that limitations, problems, and obstacles of killing fungi in sweet tamarind before application of the technology has 3 stages: (1) Before fruiting stage, (2) During fruiting stage, and (3) After fruiting stage. These influences upgrading the development of fungicide systems in tamarind in 3 issues: (1) Economic; Cost of soaking tamarind in cold storage, (2) Environment;

* Corresponding Author; E-mail: treeyakarn1985@gmail.com

Burning moldy tamarind peels, and (3) Society and culture; Stroking a moldy tamarind and the belief that white mold and brown mold can be eaten.

Keywords: Limitations Problems and Obstacles, Killing Fungus, Sweet Tamarind, Low-Temperature Plasma Technology

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มะขามหวานเป็นพืชเอกลักษณ์และพืชเศรษฐกิจของจังหวัดเพชรบูรณ์มาแต่ดั้งเดิมทำให้เพชรบูรณ์ได้ชื่อว่าเป็น “เมืองมะขามหวาน” แต่การออกดอกของมะขามหวานตั้งแต่หน้าฝนทำให้เชื้อราเข้าทำลายในฝักมะขามจากการสำรวจข้อมูลภาคสนามเบื้องต้น พบว่า มีหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดเชื้อราในมะขามหวาน เช่น ปริมาณน้ำฝน ความชื้นในดิน และความชื้นในอากาศ เป็นต้น ปัจจุบันจากการสัมภาษณ์เชิงลึกจากกลุ่มผู้บริโภค ยังพบว่า ความนิยมการซื้อมะขามหวานบริโภคลดลงเนื่องจากไม่มั่นใจว่าภายในฝักมีเชื้อราหรือไม่ จึงส่งผลให้ราคามะขามหวานลดลงเมื่อเทียบกับในอดีต ประกอบกับในปัจจุบันเป็นที่ทราบกันดีว่าการบริโภคอาหารที่มีเชื้อราปนเปื้อนอาจทำให้มีโอกาสได้รับสารพิษจากเชื้อรา นั้น ๆ และทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ เนื่องจากสารพิษสามารถส่งผลกระทบต่อระบบต่าง ๆ ของคนและสัตว์

ปัญหาเชื้อราในฝักมะขามหวานเป็นปัญหาสำคัญของเกษตรกรผู้ปลูกมะขามหวาน และยังส่งผลกระทบต่อผลผลิตและการจำหน่ายของเกษตรกร จากข้อมูลสำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบูรณ์ สถานการณ์การผลิตมะขามหวาน ปี 2563/64 จ.เพชรบูรณ์ มีพื้นที่เพาะปลูกมะขามหวานมีทั้งหมด 109,849 ไร่ พื้นที่เก็บเกี่ยว 105,485 ไร่ คิดเป็นผลผลิตรวมทั้งหมด 52,215 ตัน ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ 495 กิโลกรัม เมื่อเทียบกับปี 2562/63 พื้นที่เพาะปลูกมะขามหวานมีทั้งหมด 86,846 ไร่ พื้นที่เก็บเกี่ยว 84,011 ไร่ ผลผลิตรวมทั้งหมด 41,837 ตัน ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ 498 กิโลกรัม จากข้อมูลดังกล่าว เห็นได้ว่า ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ลดลงอาจเกิดจากสาเหตุโรคเชื้อราและแมลงศัตรูมะขามหวานที่มักพบหลังจากการเก็บเกี่ยวส่งผลให้คุณภาพของมะขามหวานลดลง ด้วยเหตุผลดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงได้ให้ความสำคัญในการหาวิธีการกำจัดเชื้อราในมะขามหวาน โดยจากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า มีหลายรายงานวิจัยที่ได้ศึกษาเพื่อหาแนวทางการลดการเกิดเชื้อราในฝักมะขามภายหลังการเก็บเกี่ยวโดยใช้วิธีต่าง ๆ เช่น การผึ่งแดด การนึ่ง การอบในเตาพลังงานแสงอาทิตย์ อบในเตาไมโครเวฟ การรมด้วยกำมะถัน การเก็บในห้องเย็นและการฉายรังสี (Pachanatong, 2020) การศึกษาการใช้ความร้อนในครัวเรือนเพื่อลดความเสี่ยงของเชื้อราด้วยการนึ่งที่อุณหภูมิ 100 องศา พบว่าการเพิ่มความร้อนส่งผลให้สีมะขามหวานมีความมืดลงและเพิ่มความชื้น ยิ่งความร้อนสูงเท่าไรระยะเวลาในการอบแห้งสั้นลงและปริมาณมะขามหวานมีสีเข้มขึ้น นอกจากนี้ การอบแห้งทำให้ความชื้นและความชอบของมะขามหวานลดลง การเก็บมะขามหวานในถุงตาข่ายที่อุณหภูมิห้องเปิดเผยว่าการเพิ่มระยะเวลาในการจัดเก็บส่งผลให้การเพิ่มขึ้น และสามารถเก็บมะขามไว้ได้นานอย่างน้อย 12 สัปดาห์ โดยปราศจากการเสื่อมสภาพจากเชื้อรา แม้วิธีการดังกล่าวมาสามารถยับยั้งเชื้อราไม่ให้ลุกลามได้ แต่ก็ยังเหลือร่องรอยการถูกทำลายและมีโครงสร้างของราติดอยู่ และเทคโนโลยีในการกำจัดเชื้อราในงานวิจัยที่ผ่านมายังเป็นวิธีการกำจัดเชื้อราที่ทำให้เกิดความร้อน มีการใช้สารเคมีและรังสี ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานที่ใช้ในการทำงานของระบบและใช้เวลาที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อนาน

จากการค้นคว้างานวิจัยในต่างประเทศได้พบว่ามีการใช้หลักการคลื่นวิทยุในการป้องกันกำจัดเชื้อรา และเพิ่มอายุจัดเก็บรักษาสถิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ ได้ประสบความสำเร็จ เช่น ขนมปัง (Liu et al., 2011) ธัญพืช ทางบริษัท เฟบิกซ์ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด จึงมีความสนใจโดยพัฒนาสนับสนุนชุดทดสอบระดับห้องปฏิบัติการให้แก่คณะวิจัยจากคณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวรทำการทดสอบเครื่องต้นแบบดังกล่าวในการฆ่าเชื้อราในมะขาม (Montong et al., 2018) ซึ่งสามารถลดเชื้อราสำคัญในมะขามลงได้ถึง 5-Log Cycle (ค่าที่แสดงการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ ที่ค่าประมาณร้อยละ 99.999) ประกอบกับ บริษัท เฟบิกซ์ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีพลาสมาเย็น หรือพลาสมาอุณหภูมิต่ำ เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารและเพิ่มระยะเวลาในการจัดเก็บผลิตภัณฑ์อาหาร ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงเกิดสมมติฐานในการวิจัยครั้งนี้ว่า การกำจัดเชื้อราในมะขามหวานด้วยเทคโนโลยีคลื่นความถี่วิทยุผสมผสานกับเทคโนโลยีพลาสมาอุณหภูมิต่ำจะสามารถทำลายเชื้อราในมะขามได้โดยไม่ใช้ความร้อน (Non-thermal) จึงไม่ทำลายคุณลักษณะของมะขามตลอดจนโภชนาการของมะขามไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการเกิดความร้อนด้วย Radio Frequency (RF) ซึ่งมีความถี่ต่ำกว่า เช่น Microwave Heating, High Pressure และ Ohmic Heating จะมีคุณสมบัติการทะลุทะลวงและความสม่ำเสมอที่สูงกว่าไมโครเวฟ

นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยได้ทำการจัดประชุมหารือในระดับจังหวัดกับทุกกลุ่มที่เกี่ยวข้องในประเด็นเกี่ยวกับการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีพลาสมาอุณหภูมิต่ำในการฆ่าเชื้อราในมะขามเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและประเมินผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์และสังคม เมื่อวันที่ 28 มีนาคม 2566 ณ ศาลากลางจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยมีมติในที่ประชุมมีมติเป็นเอกฉันท์ในการร่วมมือทำการวิจัยในประเด็นดังกล่าวไปพร้อมกัน โดยกลุ่มภาครัฐ กลุ่มภาคเอกชน และกลุ่มภาคประชาชน มีความต้องการและยินดีที่จะให้ความร่วมมือและเอื้ออำนวยความสะดวกในการศึกษาวิจัยแก่คณะผู้วิจัย ทั้งนี้คณะผู้วิจัยได้ทำการสำรวจความต้องการในการเข้าร่วมวิจัยการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีพลาสมาอุณหภูมิต่ำในการฆ่าเชื้อราในมะขามเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและประเมินผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์และสังคม พบว่า จากแบบสำรวจความต้องการในการเข้าร่วมวิจัยจากทุกกลุ่มที่เกี่ยวข้องในครั้งนี้คิดเป็นร้อยละ 100 และเทคโนโลยีที่นำมาประยุกต์ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อรา วิศวกรไทยสามารถพัฒนาเพื่อนำมาใช้ในการฆ่าเชื้อราในมะขาม หากปัญหาเชื้อราในมะขามหวานไม่ได้รับการแก้ไข จะส่งผลกระทบต่อกลุ่มเกษตรกรผู้เพาะปลูก เช่น ผลผลิตลดลงไม่ได้คุณภาพ ราคามะขามลดลง ไม่สามารถส่งออกขายยังต่างประเทศได้ เป็นต้น ส่งผลกระทบต่อกลุ่มผู้บริโภค เช่น ทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ เป็นต้น ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงมีสมมติฐานในการวิจัยว่า การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคลื่นความถี่วิทยุผสมผสานกับเทคโนโลยีพลาสมาอุณหภูมิต่ำจะช่วยสามารถฆ่าเชื้อราในมะขามได้

อย่างไรก็ตาม ก่อนที่จะมีการนำเทคโนโลยีดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ คณะผู้วิจัยต้องมีการศึกษาสภาพการณ์ที่เป็นปัจจุบันของพื้นที่ก่อนว่ามีข้อจำกัด ปัญหา และอุปสรรค ในกระบวนการฆ่าเชื้อราในมะขามอย่างไร ซึ่งในมิติของการพัฒนาชุมชน/สังคม มีความจำเป็นต้องศึกษาบริบททางสังคมอย่างเป็นองค์รวม (Holistic) จึงนำมาสู่การศึกษาและวิเคราะห์ ข้อจำกัด ปัญหา และอุปสรรค ของการฆ่าเชื้อราในมะขามหวานก่อนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคลื่นความถี่วิทยุผสมผสานกับเทคโนโลยีพลาสมาอุณหภูมิต่ำ ด้วยเทคนิค SWOT Analysis กับกลุ่มตัวแทนเกษตรกรจาก 4 อำเภอที่ลงนามให้ความร่วมมือเป็นพื้นที่ในการศึกษาวิจัย ได้แก่ อำเภอหล่มเก่า อำเภอหล่มสัก อำเภอเมือง และอำเภอชนแดน เพื่อจะได้ทราบ “จุดแข็ง – จุดอ่อน - โอกาส – อุปสรรค” ในสถานการณ์การฆ่าเชื้อราในมะขามในระดับภาคสนามเพื่อจะได้ดำเนินการพัฒนาระบบเทคโนโลยีให้สอดคล้องกับบริบทจริงในระยะต่อไป ทั้งนี้ เมื่อการวิจัยเสร็จสิ้น

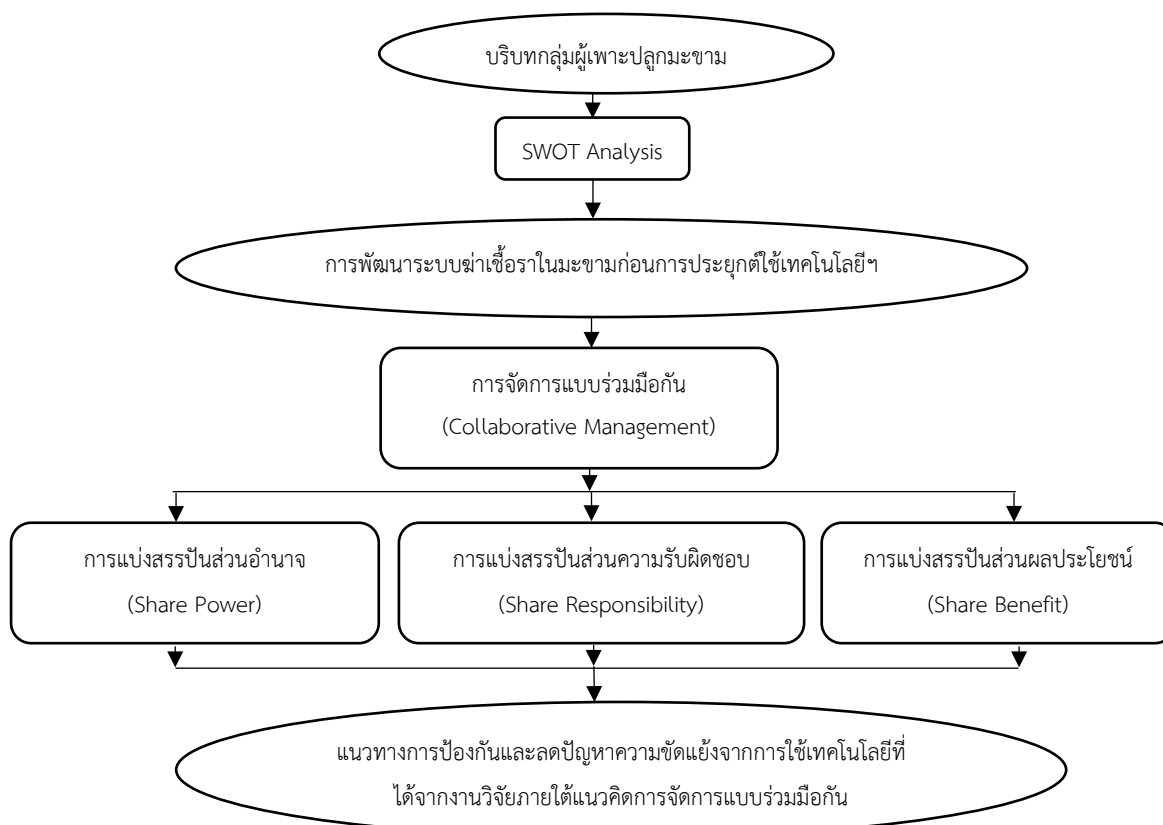
และได้เทคโนโลยีสำหรับฆ่าเชื้อราในมะขามหวานแล้ว คณะผู้วิจัยสังเคราะห์ได้ว่าอาจจะต้องมีการวางแผนทางการแก้ไขข้อจำกัด ปัญหา และอุปสรรค ที่ค้นพบด้วยการวางแผนทางในการจัดการเทคโนโลยีจากงานวิจัยดังกล่าว ภายใต้แนวคิดการจัดการแบบร่วมมือกัน ซึ่งหลักการสำคัญของ การจัดการแบบร่วมมือกัน (Collaborative management or Co-management) คือ (1) ต้องมีการแบ่งสรรปันส่วนอำนาจ (2) ต้องมีการแบ่งสรรปันส่วนความรับผิดชอบ และ (3) ต้องมีการแบ่งสรรปันส่วนผลประโยชน์ (Bolanos and Antonieta, 2014) อันนำมาซึ่งประโยชน์สูงสุดกับทุกฝ่ายที่เข้ามามีส่วนร่วมในการยกระดับการพัฒนาระบบการฆ่าเชื้อราในมะขามหวานโดยใช้เทคโนโลยีคลื่นความถี่วิทยุผสมผสานกับเทคโนโลยีพลาสมาอุณหภูมิต่ำเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและเพิ่มมูลค่าทางการตลาดร่วมกันต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ข้อจำกัด ปัญหา และอุปสรรค ของการฆ่าเชื้อราในมะขามหวาน ก่อนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคลื่นความถี่วิทยุผสมผสานกับเทคโนโลยีพลาสมาอุณหภูมิต่ำระดับภาคสนาม
2. เพื่อนำเสนอแนวทางการป้องกันและลดปัญหาความขัดแย้งจากการใช้เทคโนโลยีฯ ภายใต้แนวคิดการจัดการแบบร่วมมือกัน

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การศึกษาและวิเคราะห์ข้อจำกัด ปัญหา และอุปสรรค ของการฆ่าเชื้อราในมะขามหวานก่อนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคลื่นความถี่วิทยุผสมผสานกับเทคโนโลยีพลาสมาอุณหภูมิ สามารถแสดงภาพกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) แบบเรื่องเล่าทั้งการสนทนากลุ่มแบบเจาะจง การสัมภาษณ์แบบเจาะลึก เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกและมองอย่างรอบด้านเพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจอย่างเป็นองค์รวม (Holistic) ใช้เทคนิค SWOT Analysis ทำการวิเคราะห์ข้อจำกัด ปัญหา และอุปสรรค ของการฆ่าเชื้อราในมะขามหวานของกลุ่มผู้ให้ข้อมูลในปัจจุบันก่อนจะมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีฯ ใช้หน่วยการวิเคราะห์ระดับกลุ่ม คือ กลุ่มเกษตรกรผู้เพาะปลูกมะขามที่ลงนามให้ความร่วมมือ

กลุ่มผู้ให้ข้อมูล

เป็นกลุ่มเกษตรกรผู้เพาะปลูกมะขามแปลงใหญ่ที่มีสมาชิกในกลุ่มตั้งแต่ 7 คน ขึ้นไป ใช้วิธีการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Selection) เพื่อให้ได้ข้อมูลจากกลุ่มผู้เพาะปลูกมะขามเขตจังหวัดเพชรบูรณ์ จาก 4 อำเภอที่สำคัญ ได้แก่ อำเภอหล่มเก่า อำเภอหล่มสัก อำเภอเมือง และอำเภอชนแดน รวมจำนวนทั้งสิ้น 123 คน โดยมีเกณฑ์คัดเลือก 3 เกณฑ์ด้วยกันคือ (1) เป็นกลุ่มผู้เพาะมะขามแปลงใหญ่ (2) เป็นกลุ่มที่ประสบปัญหาเชื้อราในมะขาม และ (3) เป็นกลุ่มที่มีการลงนามตกลงให้ความร่วมมือในการวิจัย ทำการสนทนากลุ่มและสัมภาษณ์ จำนวนทั้งหมด 8 ครั้ง ครั้งละ 7-14 คน (Maxwell, 1996)

เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือในการวิจัย ได้แก่ แบบบันทึกการสนทนากลุ่ม (เพื่อบันทึกเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มผู้เพาะปลูก) แบบสังเกตแบบมีส่วนร่วม (เพื่อบันทึกกริยาอาการท่าทาง) และแนวคำถาม โดยมีแนวคำถามและแบบสัมภาษณ์ที่ครอบคลุมเนื้อหาในประเด็นเกี่ยวกับ ข้อจำกัด ปัญหา และอุปสรรค ของการฆ่าเชื้อราในมะขามหวานของกลุ่มในปัจจุบัน และเทคโนโลยีที่ใช้ในการฆ่าเชื้อราในมะขามของกลุ่มในปัจจุบัน รวมทั้งตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือการวิจัยจากผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

คณะผู้วิจัยใช้วิธีการ ดังนี้ คือ (1) การสนทนากลุ่ม (Focus Group) (2) การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) และ (3) การสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Participant Observation) เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล โดยทำการลงพื้นที่ภาคสนามด้วยตนเอง ก่อนการลงพื้นที่เก็บข้อมูลภาคสนามคณะผู้วิจัยจะปฏิบัติตามหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ทุกประการ และทำการตรวจสอบข้อมูลด้วยการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (Triangulation) โดยทำการสัมภาษณ์จากหลายกลุ่มที่มีส่วนได้ส่วนเสียกับการพัฒนาระบบฆ่าเชื้อราในมะขามด้วยเทคโนโลยีฯ

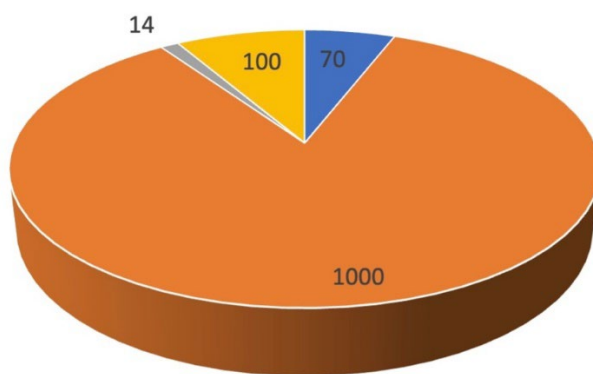
การวิเคราะห์ข้อมูล

คณะผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ซึ่งกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้มีองค์ประกอบสำคัญอยู่ 3 ประการ คือ การจัดระเบียบข้อมูล (Data Organizing) การแสดงข้อมูล (Data Display) และการหาข้อสรุป (Conclusion) (Miles and Huberman, 1994) ตลอดจนนำเสนอข้อมูลตามกรอบแนวคิดการวิจัย โดยคณะผู้วิจัยจะนำเสนอผลการศึกษาที่ยึดตามวัตถุประสงค์การวิจัยเป็นหลัก ชื่อผู้ให้ข้อมูลที่นำเสนอในบทความวิจัยนี้จึงเป็นชื่อสมมติ (นามแฝง) ทั้งสิ้น

ผลการวิจัย

1. บริบทพื้นที่และสาเหตุของการเกิดเชื้อราในมะขาม

จากการศึกษาภาคสนามซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการลงพื้นที่และสำรวจได้ของคณะผู้วิจัยเท่านั้น พบว่า กลุ่มเกษตรกรผู้เพาะปลูกมะขามแปลงใหญ่ จำนวนทั้งสิ้น 4 อำเภอ คือ อำเภอหล่มเก่า อำเภอหล่มสัก อำเภอเมือง และอำเภอชนแดน สามารถแสดงสัดส่วนพื้นที่ในการเพาะปลูกทั้ง 4 กลุ่มอำเภอได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงสัดส่วนพื้นที่ในการเพาะปลูกทั้ง 4 กลุ่มอำเภอ (ที่มา: คณะผู้วิจัย)

จากภาพที่ 2 อธิบายได้ว่า กลุ่มพื้นที่ในการเพาะปลูกมากเป็นอันดับ 1 คือ กลุ่มเขตอำเภอหล่มเก่า มีพื้นที่เพาะปลูก 1,000 ไร่ อันดับ 2 คือ กลุ่มเขตอำเภอหล่มสัก มีพื้นที่เพาะปลูก 100 ไร่ อันดับ 3 คือ กลุ่มเขตอำเภอเมือง มีพื้นที่เพาะปลูก 70 ไร่ และอันดับ 4 คือ กลุ่มเขตอำเภอชนแดน มีพื้นที่เพาะปลูก 14 ไร่ พื้นที่เพาะปลูกทุกเขตอำเภอ มีการ “ตัดทามะขามสาว” (มะขามสาว คือ การตัดแต่งมะขามให้ต้นเตี้ย ง่ายต่อการเก็บเกี่ยว ส่งผลทำให้มีความหวานเพิ่มขึ้น ง่ายต่อการเก็บผลผลิต และผลผลิตไม่ได้ลดลง) ทั้งนี้ พันธุ์มะขามที่พบจากการเก็บข้อมูลภาคสนามจากทั้ง 4 เขตอำเภอ ประกอบไปด้วย พันธุ์สีทอง พันธุ์ประกายทอง พันธุ์สีชมพู พันธุ์ขันตี พันธุ์ประกายเพชร (กลายพันธุ์มาจากประกายทอง) พันธุ์อินผาลัม พันธุ์เพชรอัมพร และพันธุ์หมื่นจง ซึ่งพันธุ์มะขามที่มีราคาต่อกิโลกรัมสูงที่สุดคือ พันธุ์สีทอง โดยมีราคาระหว่าง 150-200 บาทต่อกิโลกรัม

นอกจากนี้ จากการลงพื้นที่ภาคสนามโดยการสัมภาษณ์เชิงลึก นาง A ซึ่งเป็นเกษตรกรผู้ปลูกมะขามในอำเภอหล่มสัก ยังให้ข้อมูลว่า หากพื้นที่เพาะปลูกใดมีการเกิด “ลมหวาน” (ฝนที่ตกมาแล้วถูกพัดไปปะทะภูเขาทำให้เกิดลมตีกลับย้อนมาในพื้นที่เพาะปลูก) จะมีโอกาสเกิดเชื้อราน้อยกว่าพื้นที่ที่อยู่ในเขตที่ราบและมีความชื้น

จากการวิเคราะห์ผลการสนทนากลุ่มและการสัมภาษณ์เชิงลึก ทำให้คณะผู้วิจัยพบสาเหตุของการเกิดเชื้อราในมะขามก่อนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี สามารถสรุปได้เป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 ระยะก่อนออกผล ได้แก่ การทิ้งเปลือกมะขาม/มะขามที่เป็นราไว้ที่โคนต้น ทำให้รากระจายไปยังช่อดอก การไม่มีการฉีดแคลเซียม และการขาดนวัตกรรมทางเทคโนโลยีสมัยใหม่มาช่วยตรวจสอบหรือยับยั้งเชื้อรา ระยะที่ 2 ระยะระหว่างออกผล ได้แก่ การเกิดฝนนอกฤดู สภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา และการขาดเทคโนโลยีสมัยใหม่มาช่วยยับยั้งเชื้อรา และระยะที่ 3 ระยะหลังออกผล ได้แก่ การไม่สวมถุงมือขณะเก็บเกี่ยวผลผลิต การไม่สวมถุงมือขณะทำการคัดแยกหรือแปรรูปก่อนเข้าเก็บในห้องเย็น วัฒนธรรมการลูบราเมื่อออกจากห้องเย็น การเก็บเกี่ยวมะขามที่ยังไม่ทราบแน่ชัดว่ามีเชื้อราหรือไม่ไว้ในภาชนะเดียวกัน และการขาดเทคโนโลยีสมัยใหม่มาช่วยฆ่าเชื้อรา

จากข้อมูลที่พบในระดับภาคสนามข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า สาเหตุของการเกิดเชื้อราและการแพร่กระจายของเชื้อรามามี 3 เส้นทางหลัก คือ (1) จากสภาพอากาศแวดล้อม (2) จากการสัมผัส และ (3) จากพื้นผิวภาชนะ ทั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้นำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค SWOT Analysis เพื่อค้นหา “จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค” เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาระบบฆ่าเชื้อราในมะขามด้วยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคลื่นความถี่วิทยุ ผสานกับเทคโนโลยีพลาสมาอุณหภูมิต่ำในระยะต่อไป ซึ่งจะได้นำเสนอในหัวข้อถัดไป

2. ข้อจำกัด ปัญหา และอุปสรรค ของการพัฒนาระบบฆ่าเชื้อราในมะขามหวานก่อนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี

จากสาเหตุของการเกิดเชื้อราในมะขามหวานก่อนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีฯ ตามที่คณะผู้วิจัยสรุปได้เป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะก่อนออกผล ระยะระหว่างออกผล และระยะหลังออกผล สามารถแสดงข้อจำกัด ปัญหา และอุปสรรคของการพัฒนาระบบฆ่าเชื้อราในมะขามหวานก่อนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีฯ จากสาเหตุทั้ง 3 ระยะของการเกิดเชื้อราในมะขาม ได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงข้อจำกัด ปัญหา และอุปสรรค ของการพัฒนาระบบฆ่าเชื้อราในมะขามหวานก่อนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีฯ จากสาเหตุทั้ง 3 ระยะของการเกิดเชื้อราในมะขาม

ระยะของการเกิดเชื้อรา	ข้อจำกัด ปัญหา และอุปสรรค
ระยะก่อนออกผล	ระยะก่อนออกผล
1. การทิ้งเปลือกมะขามที่เป็นราไว้ที่โคนต้น และ การเผาเปลือกมะขามที่เป็นรา	1. การขนส่ง (เปลือกมะขามที่เป็นรา) ออกนอกพื้นที่ที่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น
2. ไม่ได้มีการฉีดแคลเซียม	2. การฉีดแคลเซียมเป็นเพียงการทดลองใช้งานด้านการวิจัย ทำให้ไม่สามารถใช้ได้ทุกพื้นที่
3. ขาดเทคโนโลยีที่ตรวจจับเชื้อรา/ ฆ่าเชื้อราตั้งแต่ต้น	3. ยังไม่มีหน่วยงานใดผลิตนวัตกรรมทางเทคโนโลยีด้านการฆ่าเชื้อราในมะขามเพื่อการประยุกต์ใช้ในกลุ่มผู้เพาะปลูก
ระยะระหว่างออกผล	ระยะระหว่างออกผล
1. การเกิดฝนนอกฤดู	1. เป็นเรื่องธรรมชาติจึงไม่สามารถควบคุมการเกิดฝนนอกฤดูได้ ก่อให้เกิดเป็นสาเหตุหลักในการเกิดเชื้อรา
2. สภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงทุกเวลา	2. อากาศชื้น ทำให้เกิดราได้ง่ายและจำนวนมาก ไม่สามารถควบคุมผลผลิตได้
ระยะหลังออกผล	ระยะหลังออกผล
1. การไม่สวมถุงมือขณะเก็บเกี่ยวผลผลิต และ ขณะทำการคัดแยก ก่อนเข้าห้องเย็น	1. วัฒนธรรม/ความคุ้นชินในการไม่สวมถุงมือในการเก็บเกี่ยวหรือคัดแยก
2. การลูบราหลังออกจากห้องเย็นให้เป็นเนื้อเดียวเพื่อการแปรรูป	2. จะไม่สามารถทำการส่งออกไปยังตลาดในบางประเทศได้ และเกิดปัญหาสุขภาพแก่ผู้บริโภค
3. ความเชื่อเกี่ยวกับ “ราขาว ราน้ำตาล กินได้”	3. เกิดปัญหาสุขภาพแก่ผู้บริโภค และขาดนวัตกรรมทางเทคโนโลยีมาช่วยทดสอบว่าราชนิดใดรับประทานได้
4. การเก็บมะขามจากต้นไว้ในภาชนะเดียวกัน	4. การเก็บฝักมะขามจากต้นจำเป็นต้องเก็บมาไว้ในภาชนะเดียวกัน แล้วค่อยนำไปคัดแยกอีกครั้งภายหลัง ทำให้มะขามฝักที่มีเชื้อราสามารถกระจายไปยังฝักอื่นที่อยู่ในภาชนะเดียวกันได้

ที่มา: คณะผู้วิจัย

จากบทวิเคราะห์ ข้อจำกัด ปัญหา และอุปสรรค “ก่อน” การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีฯ ข้างต้น ได้ส่งผลต่อการยกระดับการพัฒนาระบบฆ่าเชื้อราในมะขาม ทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านเศรษฐกิจ คือ การมีต้นทุนในการนำมะขามแช่ห้องเย็น (2) ด้านสิ่งแวดล้อม คือ การเผาเปลือกมะขามที่เป็นรา และ (3) ด้านสังคมและวัฒนธรรม คือ วิธีการลูบมะขามที่เป็นราและความเชื่อว่าราสีขาวและราสีน้ำตาลรับประทานได้

ดังนั้น คณะผู้วิจัยได้นำข้อมูลดังกล่าวมาทำการสังเคราะห์ด้วยเทคนิค SWOT Analysis ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอกเพื่อค้นหา “จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค” ของกลุ่มผู้เพาะปลูกมะขาม ในการพัฒนาระบบเช่าซื้อราโนมะขามหวานก่อนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีฯ ทั้งในระดับภาคสนาม สามารถแสดงบทสรุป “จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค” ของการพัฒนาระบบเช่าซื้อราโนมะขามหวานก่อนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีฯ ระดับภาคสนาม ได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงบทสรุป “จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค” ของการพัฒนาระบบเช่าซื้อราโนมะขามหวานก่อนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีฯ ระดับภาคสนาม

ระดับ	จุดแข็ง (Strengths)	จุดอ่อน (Weaknesses)	โอกาส (Opportunities)	อุปสรรค (Threats)
ระดับภาคสนาม	- มีการรวมกลุ่มสมาชิก ส่งผลให้มีอำนาจในการต่อรองราคา และมีกำลังแรงงานที่สามารถสร้างผลผลิตในการแปรรูปเพื่อส่งออกสู่ตลาดทั้งภายในประเทศและต่างประเทศได้ - มีที่ตั้งของสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยในการเพาะปลูกพันธุ์มะขามที่หลากหลาย	- การไม่สวมถุงมือในกระบวนการเก็บเกี่ยวและคัดแยก อาจส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อราไปยังฝักอื่น - การขาดแรงงานในการดูแลสวนมะขาม เช่น ขาดแรงงานในการเก็บมะขามเป็นต้น - มะขามที่เป็นราและหลุดจากการคัดแยกเมื่อเข้าไปอยู่ห้องเย็นเชื้อราจึงจะกระจายไปสู่ฝักอื่น - กลุ่มผู้ประกอบการเขตอ.เมือง ต้องการขยายตลาดไปยังต่างประเทศ แต่รู้สึกกลัวถูกหลอก รู้สึกไม่มั่นใจเนื่องจากไม่มีความสามารถด้านภาษาอังกฤษ และไม่มีความรู้เรื่องการส่งออก - การใช้ภาชนะเดียวกันใส่มะขามในระยะเก็บเกี่ยวแล้วค่อยนำไปคัดแยกอีกครั้งภายหลัง ทำให้มะขามฝักที่มีเชื้อราสามารถกระจายไปยังฝักอื่นที่อยู่ในภาชนะเดียวกันได้	- มีนักวิจัยช่วยคิดค้นการแก้ไขปัญหาเชื้อราในมะขามด้วยการฉีดแคลเซียม - การได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากหน่วยงานภาครัฐในการสร้างห้องเย็นสำหรับเก็บมะขาม - การได้รับการถ่ายทอดองค์ความรู้ในกระบวนการป้องกันการเกิดเชื้อราจากผู้เชี่ยวชาญ - มะขามหวานแบบฝักและแบบแปรรูปมีราคาสูง เป็นที่ต้องการของตลาด แม้ว่าจะมีเชื้อราก็ตาม - มะขามที่เป็นรายยังสามารถขายให้กับชาวกัมพูชาได้	- การฉีดแคลเซียมไม่สามารถระบุผลที่แน่ชัดได้ว่าจะช่วยสามารถป้องกันเชื้อราได้จำนวนเท่าไร - สภาพฝนฟ้าอากาศที่สามารถควบคุมได้ - การเกิดฝนนอกฤดู

ที่มา: คณะผู้วิจัย

จากข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค SWOT Analysis ข้างต้น คณะผู้วิจัยได้นำข้อมูลดังกล่าวมาสังเคราะห์ด้วยเทคนิค TOWS Matrix (SO: กลยุทธ์เชิงรุก ใช้จุดแข็งร่วมกับโอกาส, WO: กลยุทธ์เชิงแก้ไข ใช้โอกาสลดจุดอ่อน, ST: กลยุทธ์เชิงป้องกัน ใช้จุดแข็งรับมืออุปสรรค และ WT: กลยุทธ์เชิงรับ แก้ไขจุดอ่อนและเลี่ยงอุปสรรค) เพื่อสร้างกลยุทธ์ด้วยการจับคู่ระหว่างปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอก อธิบายได้ว่า กลุ่มผู้เพาะปลูกมะขามตกอยู่ในสถานการณ์ที่มีจุดอ่อนภายในและมีโอกาสจากภายนอก (WO) ควรนำกลยุทธ์เชิงแก้ไขมาใช้ กล่าวคือ สถานการณ์การนำเข้ามะขามของกลุ่มผู้เพาะปลูกมะขามหวานยังขาดการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่และมีความต้องการเทคโนโลยีที่จะเข้ามาช่วยแก้ไขปัญหามะขามขึ้นรา เนื่องจากพบว่า กลุ่มเกษตรกรผู้เพาะปลูกมะขามส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 100 ยังขาดทุนทรัพย์ ทำให้ยังไม่สามารถเข้าถึงการใช้เทคโนโลยีในการพัฒนาการปลูก ป้องกัน หรือนำเข้ามะขามได้ จึงจำเป็นต้องใช้วิธีการหรือองค์ความรู้ภูมิปัญญาแบบเดิม ซึ่งยังไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ประกอบกับกลุ่มผู้เพาะปลูกมะขามคิดเป็นร้อยละ 100 ยังขาดองค์ความรู้ ความเข้าใจทางวิชาการในการใช้เทคโนโลยีนำเข้ามะขามด้วยการใช้คลื่นความถี่วิทยุผสมกับเทคโนโลยีพลาสมาอุณหภูมิต่ำ เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้จึงนำไปสู่การหาแนวทางการพัฒนาระบบนำเข้ามะขามด้วยเทคโนโลยีฯ และการวางแผนการจัดการเทคโนโลยีที่ได้จากงานวิจัย ภายใต้แนวคิดการจัดการแบบร่วมมือกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีข้างต้นเป็นเทคโนโลยีที่เกิดจากงานวิจัยที่ได้รับความร่วมมือจากหลายฝ่ายที่เกี่ยวข้อง จากการลงพื้นที่ภาคสนามและการสัมภาษณ์เชิงลึกกลุ่มผู้ให้ข้อมูล พบว่า แนวโน้มการเกิดความขัดแย้งในการใช้เทคโนโลยีที่ได้จากงานวิจัยจะมีสูงหากไม่มีการออกกฎระเบียบต่าง ๆ ต่อทุกฝ่ายที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ฉะนั้นเมื่อได้เทคโนโลยีจากงานวิจัย จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องวางแผนและแนวปฏิบัติที่ดีในการใช้เทคโนโลยีดังกล่าวร่วมกันต่อไปในอนาคต เช่น การออกกฎระเบียบ อัตราค่าใช้จ่าย และข้อกำหนดในการใช้เทคโนโลยีดังกล่าว ซึ่งจะได้นำเสนอในหัวข้อถัดไป

3. แนวทางการจัดการเทคโนโลยีที่ได้จากการวิจัย ภายใต้แนวคิดการจัดการแบบร่วมมือกัน

สืบเนื่องจากการลงพื้นที่ภาคสนามพบประเด็นที่สำคัญที่อาจจะก่อให้เกิดปัญหาความขัดแย้งในอนาคต คือ ปัญหาความขัดแย้งในการใช้เทคโนโลยีที่ได้จากงานวิจัยหากไม่มีการออกกฎระเบียบต่าง ๆ ต่อทุกฝ่ายที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ดังนั้น การวางแผนการจัดการแก้ไขข้อจำกัด ปัญหา และอุปสรรค ที่ในประเด็นนี้คณะผู้วิจัยจึงได้วางแผนในการจัดการเทคโนโลยีที่ได้จากงานวิจัยดังกล่าว ภายใต้แนวคิดการจัดการแบบร่วมมือกัน ซึ่งหลักการสำคัญของการจัดการแบบร่วมมือกันแนวคิดการจัดการแบบร่วมมือกัน (Collaborative management Concept หรือ Co-management) มาใช้ประกอบการวิเคราะห์การจัดการในครั้งนี้ เพราะเป็นแนวคิดหนึ่งที่ช่วยให้เข้าใจปรากฏการณ์การจัดการในหลายระดับและหลายมิติ ระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการเข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินงานของชุมชนท้องถิ่นและในระดับชาติร่วมกันระหว่างรัฐบาลกับชุมชนท้องถิ่น รวมถึง ระบบการดูแลในฐานะผู้ควบคุมกับท้องถิ่น การตัดสินใจ และการรับผิดชอบในแต่ละความคิด การรวมกัน และการแก้ไขจุดอ่อนแต่ละจุดร่วมกัน โดยทุกฝ่ายที่เข้ามามีบริหารจัดการร่วมกันนี้ต้องมองเห็น “ผลประโยชน์” จากการที่เข้ามามีร่วมจัดการ (Berkes, George and Preston, 1991; The World Bank, 1999) ซึ่งหลักการสำคัญของ Co-management (Bolanos, 2014) คือ (1) ต้องมีการแบ่งสรรปันส่วนอำนาจ (2) ต้องมีการแบ่งสรรปันส่วนรับผิดชอบ และ (3) ต้องมีการแบ่งสรรปันส่วนผลประโยชน์ ทั้งนี้ แนวคิดการจัดการแบบร่วมมือกันยังถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาการจัดการทรัพยากรของชุมชนในหลากหลายบริบทและประสบความสำเร็จ เช่น การจัดการด้านการประมง จากการศึกษาของ Jentoft, McCay and Wilson (1998) การจัดการป่าชุมชน จากการศึกษาของ Thavornvatanayong, Kutintara and Sunthornhao (2017)

และการจัดการด้านการพัฒนาเมือง จากการศึกษาของ Nelson and Agrawal (2008) เป็นต้น ฉะนั้น ในการจัดการเทคโนโลยีที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้จึงเหมาะสมที่จะนำแนวคิดนี้มาประยุกต์ใช้ในการศึกษาเนื่องจากมีกลุ่มในกระบวนการจัดการที่หลากหลาย จากการทบทวนแนวคิดการจัดการร่วมข้างต้นแสดงให้เห็นว่า แนวคิดดังกล่าวจะนำมาใช้ในการจัดการเทคโนโลยีที่ได้จากการวิจัยได้ ดังนั้นการแสวงหาองค์ความรู้ใหม่ในเชิงปรากฏการณ์จึงเป็นประเด็นที่สำคัญ เพราะจะช่วยให้การออกแบบแนวทางการจัดการเทคโนโลยีหรือวิธีการพัฒนามีความถูกต้องและสอดคล้องกับปรากฏการณ์จริงมากยิ่งขึ้น ดังนั้น เมื่อคณะผู้วิจัยสร้างเทคโนโลยีซึ่งเป็นกระบวนการกลางน้ำเสร็จสิ้นจะมีการดำเนินงานในกระบวนการปลายน้ำ คือ การวางแผนทางการจัดการเทคโนโลยีที่ได้จากการวิจัย ภายใต้แนวทางการจัดการแบบร่วมมือกัน

การนำแนวคิดการจัดการแบบร่วมมือกันมาเป็นแนวทางในการจัดการเทคโนโลยีที่ได้จากงานวิจัยเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดและเพื่อลดความขัดแย้งกับทุกกลุ่มที่มีส่วนเกี่ยวข้องจากการดำเนินงานวิจัย โดยจะต้องประกอบด้วย 3 ประเด็น ได้แก่ (1) **การแบ่งสรรปันส่วนอำนาจ** ได้แก่ การออกกฎกติกาการใช้เทคโนโลยี การบังคับใช้กฎกติกาในการใช้เทคโนโลยี การลงโทษผู้ฝ่าฝืนกฎกติกาการใช้เทคโนโลยี การอนุญาตให้ใช้เทคโนโลยี (2) **การแบ่งสรรปันส่วนความรับผิดชอบ** ได้แก่ การร่วมกันแก้ไขปัญหาจากการใช้เทคโนโลยี การช่วยเติมเต็มองค์ความรู้การยกระดับเทคโนโลยี การร่วมกันปรับปรุงเทคโนโลยี การร่วมกันรับมือกับสถานการณ์วิกฤติจากการใช้เทคโนโลยี การถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการใช้เทคโนโลยี และการร่วมมือต่อยอดขยายการยกระดับการพัฒนาเทคโนโลยีต่อไปในอนาคต และ (3) **การแบ่งสรรปันส่วนผลประโยชน์** ได้แก่ การเกิดรายได้ทั้งทางตรงและทางอ้อมจากการใช้เทคโนโลยี เกิดการสร้างงานสร้างอาชีพใหม่ในชุมชน และเกิดเครือข่ายทางสังคมด้านเทคโนโลยี

จากทั้ง 3 ประเด็นที่กล่าวมาข้างต้น เมื่อได้เทคโนโลยีจากงานวิจัยทุกฝ่ายที่มีส่วนร่วมในกระบวนการวิจัย (กลุ่มผู้เพาะปลูก กลุ่มภาครัฐ กลุ่มภาคเอกชน) จะต้องนำกำหนดเป็นแนวทางการจัดการการใช้เทคโนโลยีจากงานวิจัยร่วมกันให้ครอบคลุมทั้ง 3 ประเด็น กล่าวคือ จะต้องระบุว่า ใครหรือหน่วยงานใด มีหน้าที่ความรับผิดชอบอย่างไร และจากการดำเนินงานตามหน้าที่ความรับผิดชอบนั้น ๆ จะได้รับผลประโยชน์คืออะไร เพื่อก่อให้เกิดแนวปฏิบัติที่ชัดเจนต่อทุกฝ่าย และเพื่อเป็นการป้องกันการเกิดความขัดแย้งจากการใช้เทคโนโลยีในอนาคต

อภิปรายผล

จากข้อค้นพบในการศึกษาภาคสนามเกี่ยวกับ ข้อจำกัด ปัญหา และอุปสรรค ของการฆ่าเชื้อราในมะขามหวานก่อนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีฯ พบสิ่งที่เป็นปัญหาสำคัญหลักของการเกิดเชื้อราในมะขาม คือ ปัญหาน้ำฝนหรือฝนตกนอกฤดูที่ก่อให้เกิดความชื้นในอากาศ และไม่สามารถใช้เทคโนโลยีจากการวิจัยควบคุมได้จึงเป็นสาเหตุหลักของการเกิดเชื้อราตั้งแต่ระยะต้นทาง ซึ่งสอดคล้องกับ (Sanamchaisakul, 2002) ที่เคยศึกษา ปัจจัยที่ทำให้เชื้อราเติบโตคือปริมาณน้ำฝน ความชื้นในดินและในอากาศ โดยต้นที่เกิดเชื้อรามักมีร่มเงาบังแสง อนึ่ง จากข้อค้นพบในประเด็นความเชื่อเกี่ยวกับ “ราสีขาวและราสีน้ำตาลรับประทานได้” นั้น หากยังไม่ได้รับการทดสอบทางวิทยาศาสตร์ อาจส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้ ดังที่ (Poonwan et al., 1988) ได้เคยศึกษาไว้ว่า สารพิษจากเชื้อราที่พบบ่อยและก่อให้เกิดโรคร้ายกับคนมากที่สุด ได้แก่ Aflatoxins รองลงมาคือ Ochratoxin, Zearalenone และ Trichothecenes โดยสรุป สาเหตุของการเกิดเชื้อราในมะขามก่อนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีจากงานวิจัยทั้ง 3 ระยะ คือ ระยะก่อนออกผล ระยะระหว่างออกผล และระยะหลังออกผล อภิปรายได้ว่า เทคโนโลยีจากงานวิจัยไม่สามารถ

ประยุกต์ใช้ในระยะก่อนออกผล และ ระยะระหว่างออกผลได้ เนื่องจากยังไม่มีฝักระยะที่โตสุกเต็มที่ ดังนั้นเทคโนโลยีจากงานวิจัยนี้จะเหมาะสมในการประยุกต์ใช้ใน “ระยะหลังออกผลมากที่สุด” เพราะเป็นขั้นตอนสุดท้ายก่อนที่จะนำออกสู่ผู้บริโภค

นอกจากนี้ จากข้อค้นพบภาคสนามในประเด็นของแนวโน้มการเกิดปัญหาความขัดแย้งจากการใช้เทคโนโลยีที่ได้จากงานวิจัยที่มีแนวโน้มจะเกิดขึ้นในอนาคต คณะผู้วิจัยสังเคราะห์ได้ว่าควรวางแผนในการป้องกันและแก้ไขปัญหาคือความขัดแย้งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตเกี่ยวกับประเด็นปัญหาดังกล่าว โดยการนำแนวคิดการจัดการแบบร่วมมือกันมาประยุกต์ใช้ได้ในทุกประเด็น ตามที่ Linden (2002) ได้แสดงความคิดเห็นว่าความร่วมมือนั้นมิใช่เพียงการวางแผนหรือการตัดสินใจร่วมกันเท่านั้น แต่ความร่วมมือยังหมายถึงการคิดร่วมกันขององค์การที่มากกว่าหนึ่งองค์การ เพื่อเป็นการป้องกันความขัดแย้งหรือลดความขัดแย้งระหว่างทุกกลุ่มที่มีส่วนได้ส่วนเสียจากเทคโนโลยีที่ได้จากงานวิจัยครั้งนี้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

ชุมชนควรเรียนรู้การป้องกันสาเหตุของการแพร่กระจายของเชื้อราไปยังมะขามฝักอื่น เช่น การไม่ทิ้งเปลือกมะขามที่เป็นราไว้ที่โคนต้น การสวมถุงมือเวลาคัดแยก และการไม่ใช้ภาชนะใส่มะขามฝักที่มีแนวโน้มจะเป็นเชื้อรา ร่วมกับมะขามที่ฝักสมบูรณ์ในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว เป็นต้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ความเชื่อในชุมชนในประเด็นเกี่ยวกับ “ราสีขาวและราสีน้ำตาลรับประทานได้” ควรทำการศึกษาวิจัยในศาสตร์อื่นเพื่อทำให้ความเชื่อในชุมชนสามารถพิสูจน์ได้ในเชิงวิทยาศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบฆ่าเชื้อราในมะขามหวานโดยใช้เทคโนโลยีคลื่นความถี่วิทยุผสมผสานกับเทคโนโลยีพลาสมาอุณหภูมิต่ำเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและเพิ่มมูลค่าทางการตลาด "ได้รับทุนวิจัยสนับสนุนจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม โดยหน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (บพข.) สัญญาทุนเลขที่ C02F660277 ร่วมกับ บริษัท เพปิกซ์ อินเทอร์เน็ตชั้นนำ จำกัด ซึ่งมี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เป็นผู้ดำเนินงานโครงการ"

เอกสารอ้างอิง

- Berkes, F., George, P., and Preston, R. J. (1991). Co-management: The evolution in theory and practice of the joint administration of living resources. *Alternatives*, 18(2), 12-18.
- Bolanos, R., and Antonieta, M. (2014). *The role of community-based tourism in sustainable rural development: Case studies from Ecuador*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.

- Jentoft, S., McCay, B. J. and Wilson, D. C. (1998). *The fisheries co-management experience accomplishments, challenges and prospects*. [Online]. Retrieved March 20, 2019, from: <https://books.google.co.th/books?id>
- Linden, R. (2002). A Framework of Collaborating. *The Public Manager*, 31(2), 3-6.
- Liu, Y., Tang, J., Mao, Z., Mah, J. H., Jiao, S. and Wang, S. (2011). Quality and mold control of enriched white bread by combined radio frequency and hot air treatment. *Journal of Food Engineering*, 104(4), 492-498.
- Maxwell, J. A. (1996). *Qualitative Research Design: An Interactive Approach*. Thousand Oak, CA: Sage.
- Miles, M. B. and Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis*. 2nd ed. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Montong, C., Prachaiyo, O., Suwansri, S., Thanasukarn, P. and Ratanatriwong, P. (2018). Efficiency of radio frequency technology in mold inactivation in ready to eat peeled sweet Tamarind (*Tamarind indica* L.). *Agricultural Science Journal* 49, 1(Suppl.), 552-556. (in Thai.)
- Nelson, F. and Agrawal, A. (2008). Patronage or participation? Community-based natural resource management reform in sub-saharan Africa. *Development and Change*, 39(4), 557-585.
- Pachanatong, M. (2020). *Quality improvement of sweet tamarind using house heating for Community Enterprise*. Bangkok: Intellectual Repository at Rajamangala University of Technology Phra Nakhon.
- Poonwan, N., Chotika, B., Pusuwan, S. and Boriraj, V. (1988). Fungi and their toxins present on Sweet Tamarind. *Bulletin of the Department of Medical Sciences*, 30(1), 3-8. (in Thai)
- Sanamchaisakul, C. (2002). *A study of relationship between Fungi on sweet tamarind pods affect physical characteristics and quality, causes and occurrence of fungus prevention and control by farmers*. Phetchabun: Phetchabun Rajabhat Institute. (in Thai.)
- Thavornvatanayong, C., Kutintara, U., and Sunthornhao, P. (2017). Partnership and bottom-up concept application for community forest management at the Sapanhin sub-district, NongMamong district, Chainat province. *SDU Research Journal Science and Technology*, 13(1), 39-53. (in Thai)