บทที่ 3
วิธีการวิจัย

3.1 การศึกษาชนิดไม้ร่มเงาที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพ รวมถึงการเพิ่มมูลค่าจากการดูดซับ CO_2 ในระบบการปลูกกาแฟ

พื้นที่ศึกษา :

1) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงป่าเมี่ยง อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่
2) สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อ.ฝาง จ.เชียงใหม่
3) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ลาน้อย อ.แม่ลาน้อย จ.แม่ฮ่องสอน
4) โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่สลอง อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย
5) โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงวาวี อ.แม่สรวย จ.เชียงราย

<u>วิธีการ</u>

1) การสำรวจและเก็บข้อมูล เลือกพื้นที่ที่มีการปลูกกาแฟใต้ร่มไม้ที่มีความแตกต่างกันของชนิดไม้ ในพื้นที่ศึกษาทั้ง 5 แห่ง ๆ ละ 3 พื้นที่ (สวนกาแฟ) พื้นที่ละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 1 แปลง ทำการวางแผนการทดลองแบบ สุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD)
2) รวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรหรือผู้ที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการปลูกกาแฟ การใช้ประโยชน์ และรายได้จากกาแฟ และไม้ร่มเงา
3) เก็บตัวอย่างผลกาแฟ และแปรรูปเป็นกาแฟกะลา อย่างน้อย 2 กิโลกรัมต่อแปลง และวิเคราะห์คุณภาพด้วยการประเมินคุณภาพการชงดื่มตามหลักการของ Special Coffee Association (SCA)
4) สำรวจชนิดไม้ ความหนาแน่นของชนิดไม้ต่างๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณการดูดซับ CO_2 โดยใช้วิธีการวัดปริมาณ CO_2 อ้างอิงจากชนิดพืชที่อยู่ในกลุ่มชนิดเดียวกัน
5) เก็บข้อมูลรายได้ และผลตอบแทนจากระบบการปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงา
6) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของไม้ร่มเงากับผลผลิต คุณภาพการชงดื่ม และรายได้ ผลตอบแทน
7) สรุปผล พร้อมเสนอแนะแนวทางการปลูกไม้ร่มเงาที่มีประสิทธิภาพในการสร้างรายได้และการดูดซับ CO_2

3.2 การศึกษาการปลดปล่อยและดูดซับก๊าซ CO_2 ตลอดห่วงโซ่การผลิตกาแฟ (ตั้งแต่กระบวนการปลูก กระบวนการแปรรูป และในผลิตภัณฑ์กาแฟ)

พื้นที่ศึกษา :

พื้นที่ปลูกกาแฟ ทั้ง 5 แห่งเป็นแหล่งผลิตเมล็ดกาแฟที่สำคัญทั้งปริมาณ และคุณภาพของโครงการหลวง และสวพส. ศูนย์ฯ ป่าเมี่ยง พื้นที่ปลูกกาแฟระดับความสูง 800-1,000 msl. ศูนย์ฯ แม่ลาน้อย มีระดับความสูง 1,000-1,200 msl. ศูนย์ฯ แม่ปูนหลวงมีระดับความสูง 1,100 – 1,200 msl. โครงการพัฒนาพื้นที่สูงฯ วาวี มีระดับความสูง 1,000-1,200 msl. และโครงการพัฒนาพื้นที่สูงฯ แม่สลอง มีพื้นที่ปลูกกาแฟระดับความสูงตั้งแต่ 1,000 -1,500 msl. ทั้ง 5 พื้นที่มีเกษตรกรผลิตและแปรรูปกาแฟในพื้นที่รวมกันมากกว่า 4,000 ตัน

1) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงป่าเมี่ยง อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่
2) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ลาน้อย อ.แม่ลาน้อย จ.แม่ฮ่องสอน
3) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปูนหลวง อ.พร้าว จ.แม่ฮ่องสอน
4) โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่สลอง อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย
5) โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงวาวี อ.แม่สรวย จ.เชียงราย

<u>วิธีการ</u>

1) ศึกษาข้อมูลทุติยภูมิเกี่ยวกับการปลดปล่อยและดูดซับ CO_2 ในอุตสาหกรรมการผลิตกาแฟ เพื่อใช้ตรวจสอบและวางแผนการสำรวจข้อมูล
2) คัดเลือกเกษตรกรและพื้นที่เพาะปลูกกาแฟตัวอย่างของเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา พื้นที่ละ 5 ราย โดยพิจารณาจากเกษตรกรที่มีการดำเนินกิจกรรมด้านกาแฟครบวงจรตั้งแต่การปลูก การแปรรูป การพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์กาแฟในระดับชุมชน (ผลิตภัณฑ์กาแฟคั่ว) รวมถึงการตลาดและโลจิสติกส์
3) สำรวจข้อมูลการจัดการสวนตั้งแต่การปลูก การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยว และการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์กาแฟชนิดต่างๆ (กะลา เมล็ด กาแฟคั่ว) และการจำหน่ายผลิตภัณฑ์โดยใช้แบบสอบถามเพื่อสำรวจเกษตรกรและผู้แปรรูปกาแฟเกี่ยวกับวิธีการผลิตและการจัดการ
4) ประเมินข้อมูลการดูดซับ CO_2 (ใช้ข้อมูลจากฐานงานวิจัยโครงการวิจัยฯ กาแฟ สวพส. ปีงบประมาณ พ.ศ. 2567)
5) ประเมินข้อมูลการปลดปล่อย CO_2 จากกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การปลูก การตัดหญ้า การตัดแต่งกิ่ง การใช้ปุ๋ย การเผาซากพืช การใช้ไฟฟ้าในการแปรรูป การพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์กาแฟแบบต่างๆ และเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อย CO_2 ตามวิธีการที่แตกต่างกัน เพื่อดูผลกระทบที่เกิดขึ้น ตามหลักการประเมินขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (2565)
6) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเชิงพรรณนา เช่น ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุดและสูงสุด เป็นต้น สรุปผลและเสนอแนะแนวทางในการเพิ่มการดูดซับ และลดการปลดปล่อย CO_2 ในกระบวนการผลิตกาแฟ เช่น การใช้วิธีการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม การกำจัดของเสีย การใช้ประโยชน์จากส่วนเหลือใช้ การใช้พลังงานทดแทน และการเพิ่มประสิทธิภาพในการแปรรูป เป็นต้น

3.3 การศึกษาวิธีการเพิ่มมูลค่าและการใช้ประโยชน์จากเปลือกกาแฟ (Cascara)

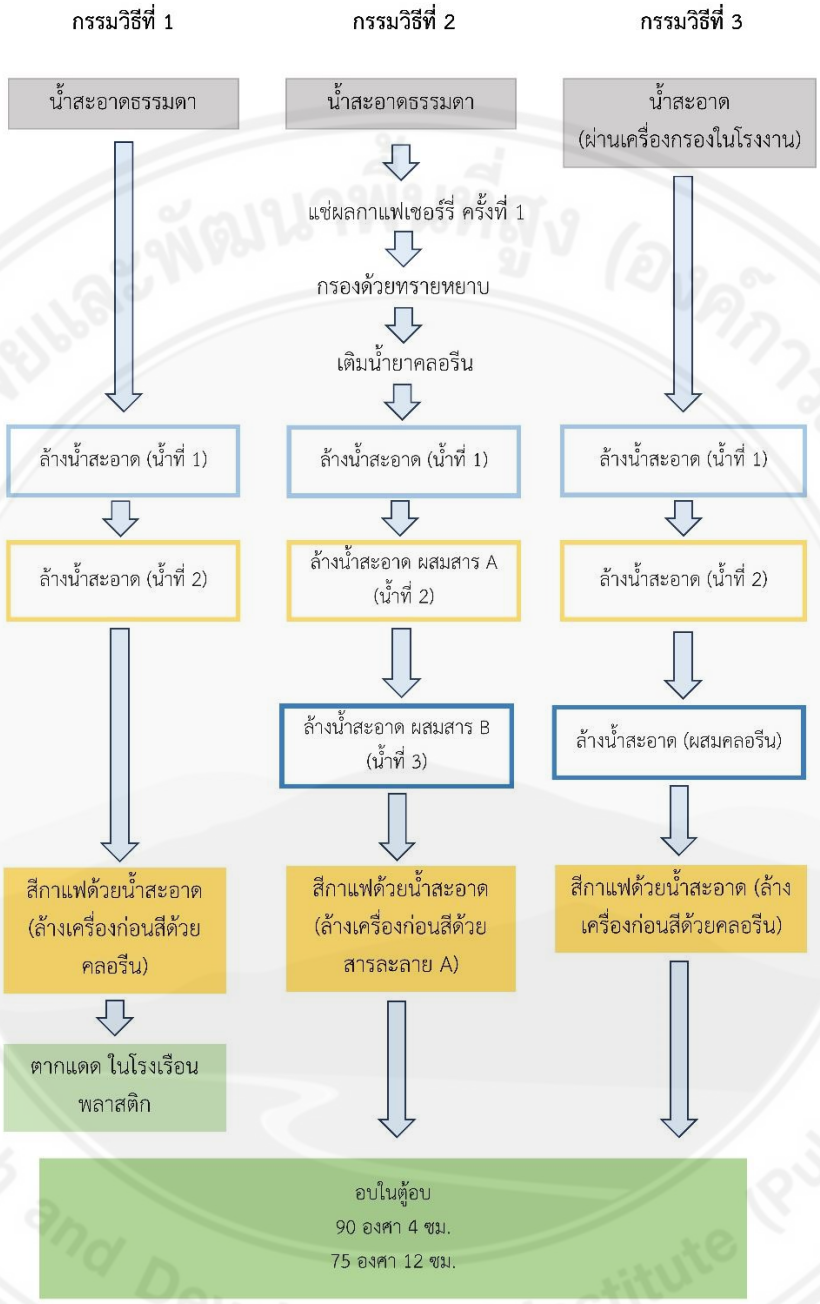
พื้นที่ศึกษา :

1) โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่สลอง อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย
2) โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงวาวี อ.แม่สรวย จ.เชียงราย

<u>วิธีการ:</u>

1) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) 3 กรรมวิธีๆ ละ 3 ซ้ำๆ ละ 50 กิโลกรัมกาแฟเชอรี่
2) นำกาแฟเชอรี่สดของเกษตรกรในปริมาณเดียวกัน นำมาทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาด สำหรับการแปรรูปด้วยวิธีเปียก (Wet Process)
3) แบ่งกรรมวิธีการทดสอบ 3 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีการทดสอบกระบวนการแปรรูปชาเปลือกกาแฟ



<u>หมายเหตุ</u> สาร A และ สาร B คือ สารในกลุ่มโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ (Potassium Metabisulphite) หรือ KMS ที่ใช้กำจัดเชื้อราในผักและผลไม้

4) การบันทึกข้อมูล

(1) ระดับความชื้น วัดความชื้นทุกๆ ชั่วโมง จนกว่าจะได้ความชื้น ต่ำกว่า 8-12 %

(2) บันทึกข้อมูลทางกายภาพของเปลือกกาแฟ เช่น น้ำหนัก สี และกลิ่น

(3) การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี เช่น จุลินทรีย์ปนเปื้อน ที่สำคัญ เช่น เชื้อรา และเชื้อแบคทีเรียที่อาจปนเปื้อน (เช่น Salmonella และ E. coli)

(4) ประเมินคุณภาพของเปลือกกาแฟ ด้วยการวิเคราห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและคุณค่าทางโภชนาการ เช่น โพลีฟีนอล (Polyphenols) หรือสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants) เพื่อดูความเข้มข้นและคุณค่าทางโภชนาการ

(5) บันทึกและวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตของแต่ละกรรมวิธี และผลตอบแทนของผลผลิตเปลือกกาแฟแห้งและเมล็ดกาแฟ

(6) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ และการสรุปผลวิธีการแปรรูปเปลือกกาแฟ

3.4 การทดสอบสายพันธุ์กาแฟที่ให้ผลผลิตและคุณภาพสูง

พื้นที่ศึกษา :

1) สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ อ.จอมทอง จ.เชียงใหม่
2) สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อ.ฝาง จ.เชียงใหม่
3) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงป่าเมี่ยง อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่
4) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงเลอตอ อ.แม่ระมาด จ.ตาก
5) โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงวาวี อ.แม่สรวย จ.เชียงราย

3.4.1 คัดเลือกพันธุ์ที่ให้รสชาติเป็นเอกลักษณ์ ให้ผลผลิตสูง ทนทานต่อโรคและแมลง

1) ทำการทดลองที่ศูนย์ย่อยแม่ยะน้อย (สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์) ศึกษาการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของต้นพันธุ์กาแฟอะราบิกาที่ปลูกทดสอบในปี 2567 จำนวน 3 สายพันธุ์ๆ 30 ต้น และบันทึกข้อมูลโดยการสุ่มต้น สายพันธุ์ละ 10 ซ้ำ (ต้นกาแฟ 1 ต้นเท่ากับ 1 ซ้ำ) ดังนี้

(1) แหล่งพันธุ์ที่ 1 สายพันธุ์เกอิชา
(2) แหล่งพันธุ์ที่ 2 สายพันธุ์จาวา
(3) แหล่งพันธุ์ที่ 3 สายพันธุ์ซีรีนา

2) การบันทึกข้อมูล

(1) การเจริญเติบโต: ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น/ความกว้างทรงพุ่ม/ความสูงต้น
(2) การเกิดโรคราสนิม รวมทั้งโรคอื่นๆ และแมลงศัตรูกาแฟที่พบภายในแปลง
(3) ขนาดและน้ำหนักของผลผลิต (กาแฟเชอรี่ และกาแฟกะลา)
(4) วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ (ถ้ามีผลผลิต) น้ำหนักเมล็ดเฉลี่ย 100 ผล, ลักษณะเมล็ด และคุณภาพการชิม (Cup Testing) ตามมาตรฐาน Specialty Coffee Association (SCA)
(5) ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, F-test) การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของต้นพันธุ์กาแฟ เปรียบเทียบแต่ละพันธุ์กาแฟ

3) สรุปผลการศึกษา

3.4.2 ทดสอบสายพันธุ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตกับพื้นที่สูงต่างกัน 4 ระดับ

1) คัดเลือกพื้นที่ปลูกกาแฟของโครงการหลวง และสวพส. จำนวน 4 แห่ง ที่ระดับความสูงต่างกัน ดังนี้ ระดับความสูงไม่เกิน 800 msl. (ศูนย์ฯ เลอตอ) ระดับความสูงไม่เกิน 800-1,000 msl. (ศูนย์ฯ ป่าเมี่ยง) ความสูง 1,000-1,200 msl. (วาวี) และระดับความสูงมากกว่า 1,400 msl. (สถานีฯ อ่างขาง)

2) เพาะกล้า และปลูกทดสอบการเจริญเติบโต (ต้นแม่พันธุ์กาแฟ) จำนวน 8 สายพันธุ์ (ที่ได้จากการคัดเลือกต้นกาแฟแม่พันธุ์ในชุดที่ 2 และ 3 โดยทำการปลูกสายพันธุ์ละ 20 ต้นต่อพื้นที่ ในช่วงฤดูฝน ปีการเพาะปลูก 2569 ดังนี้

(1) สายพันธุ์กาแฟรหัส B1 (สายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือก ปี 2566)
(2) สายพันธุ์กาแฟรหัส B2 (สายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือก ปี 2566)
(3) สายพันธุ์กาแฟรหัส B13 (สายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือก ปี 2566)
(4) สายพันธุ์กาแฟรหัส HNK5 (สายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือก ปี 2567)
(5) สายพันธุ์กาแฟรหัส HNK9 (สายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือก ปี 2567)
(6) สายพันธุ์กาแฟรหัส WW5 (สายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือก ปี 2567)
(7) สายพันธุ์กาแฟ เกอิชา
(8) สายพันธุ์กาแฟ จาวา

3) การบันทึกข้อมูล (หลังปลูกทุก 1 เดือน) สุ่มบันทึกข้อมูล สายพันธุ์ละ 20 ต้น (1 ต้น คือ 1 ซ้ำ) ดังนี้

(1) วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น/ความกว้างทรงพุ่ม/ความสูงต้น (ทุกเดือน)
(2) การเกิดโรคราสนิม โรคอื่นๆ และแมลงศัตรูกาแฟ ที่พบภายในแปลง (ทุกเดือน)
(3) ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี 4 x 8 Factorial in CRD

4) สรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษา

3.5 การทดสอบการจัดการแปลงกาแฟด้วยเทคโนโลยี IoT

พื้นที่ศึกษา :

1) โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่สลอง อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย
2) โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงวาวี อ.แม่สรวย จ.เชียงราย

วิธีการ:

1) การวางแผนทดลอง (Experimental Design) แบ่งแปลงปลูกกาแฟออกเป็น 2 กลุ่มๆ 3 ซ้ำ (1 แปลง เท่ากับ 1 ซ้ำ)
2) สวนกาแฟที่ทดลองที่ใช้เทคโนโลยี IoT ได้แก่ เซนเซอร์ Data logger บันทึกอุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มแสงแดด การตรวจสอบคุณสมบัติดิน
3) สวนกาแฟที่ใช้วิธีการดูแลรักษาแบบเดิมของเกษตรกร (ไม่มีการใช้เครื่องมือ IoT) การดูแลแบบเดิมของเกษตรกร คือ การปฏิบัติดูแลรักษาสวนของเกษตรกรตามฤดูการปลูก การใส่ปุ๋ย การป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช การตัดแต่งกิ่ง การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว เป็นต้น (ใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูลในแต่ละช่วงการเก็บข้อมูล เปรียบเทียบในระยะเวลาเดียวกันแปลงที่ใช้ IoT)

4) การบันทึกข้อมูล
   (1) อุณหภูมิ ความชื้น แสงแดด ด้วยเครื่องมือ IoT ทุกๆ 1 เดือน
   (2) เก็บตัวอย่างดินวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดิน และใช้เพื่อจัดการธาตุอาหารให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของกาแฟในสวนกาแฟที่ทดสอบด้วย IoT และในแปลงที่ไม่ใช้ IoT
   (3) บันทึกข้อมูลปริมาณผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่) และคุณภาพของผลผลิต เช่น น้ำหนักต่อผล ทั้งในแปลงที่ใช้ IoT และแปลงกาแฟที่ไม่ใช้ IoT
   (4) ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธีเปรียบเทียบแบบกลุ่ม Comparison of two treatment (t-test) ระหว่าง IoT กับวิธีเกษตรกร (ไม่ใช้ IoT)
   (5) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดคุณภาพของกาแฟจากผลการใช้ IoT เปรียบเทียบกับไม่ใช้ IoT เก็บข้อมูลแปลง IoT เปรียบเทียบกับแปลงไม่ใช้ IoT โดยแปลงไม่ใช้ IoT ทำการบันทึกข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามของเกษตรกร นำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลแปลงที่ใช้ IoT ซึ่งได้ข้อมูลจากเซนเซอร์ Data logger
5) สรุปผลการวิจัยและจัดทำข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาและใช้งาน IoT ในการปลูกกาแฟ IoT ที่จะใช้เป็นสถานีตรวจอากาศขนาดเล็ก ใช้แหล่งพลังงานแสงอาทิตย์ มีระบบเซนเซอร์ตรวจวันอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ ในดิน ปริมาณความเข้มแสงแดด และสามารถติดตั้งกล้องถ่ายทอดได้เพิ่มเติม (มีแผนติดตั้งร่วมกับฝ่ายสารสนเทศ สวพส.) และติดตั้ง Data logger เพิ่มเติม ในแปลงกาแฟ

Highland Research and Development Institute (Public Organization)