

### บทที่ 3

#### อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้ประกอบด้วยงานที่สำคัญ 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงแก้วในเขตภาคเหนือตอนบน เพื่อศึกษาหาข้อมูลพื้นฐาน และสอบถามความคิดเห็นของเกษตรกร ส่วนที่สองเป็นงานทดลองทั้งในภาคสนามและห้องปฏิบัติการ เพื่อค้นหาแนวทางปฏิบัติสำหรับนำไปใช้จริงบนพื้นที่ของเกษตรกรเป้าหมาย

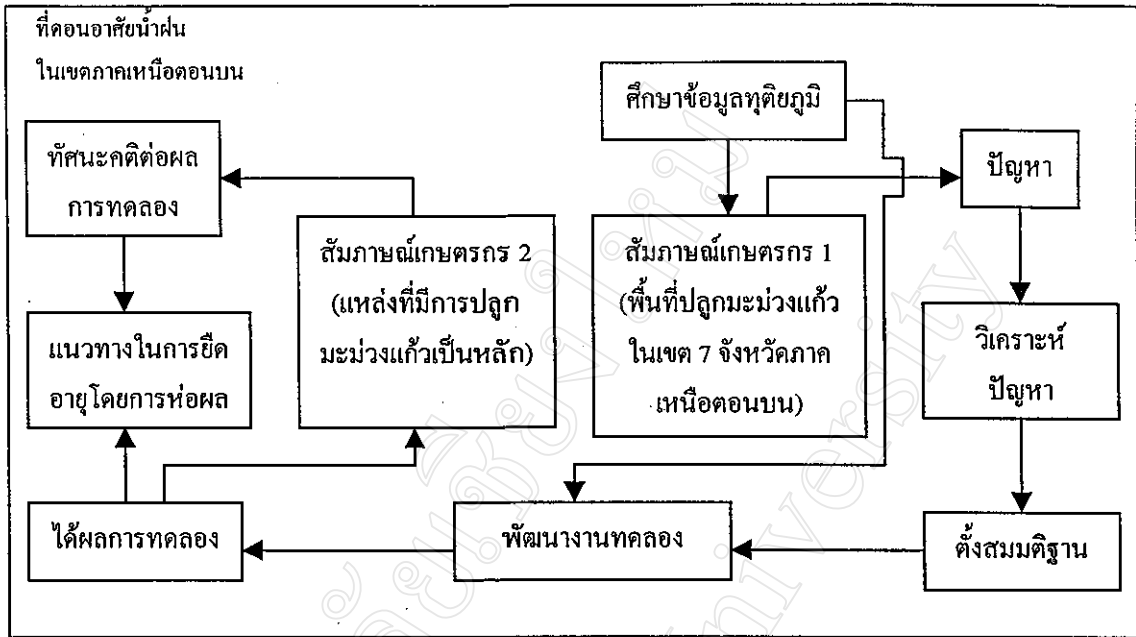
#### แผนดำเนินการ ขอบเขต และวิธีการวิจัย

##### การสัมภาษณ์เกษตรกร

ศึกษาข้อมูลของพื้นที่ปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรมโครงการป่าจอมทอง กิ่งอำเภอคอยหล่อ จังหวัดเชียงใหม่ และข้อมูลของเกษตรกรในพื้นที่ดังกล่าว โดยเริ่มจากการตรวจเอกสารจากข้อมูลทุติยภูมิเพื่อนำมาออกแบบสอบถามในการสัมภาษณ์เกษตรกร เพื่อให้ได้มาซึ่งปัญหาที่แท้จริงที่เกิดขึ้นในพื้นที่ หลังการวิเคราะห์ และตั้งสมมติฐานในการแก้ปัญหา จึงนำไปทดสอบในพื้นที่ เพื่อให้ได้แนวทางหรือวิธีการที่เหมาะสม จากนั้นทำการสัมภาษณ์เกษตรกรอีกครั้งเพื่อทราบถึงความคิดเห็น (ทัศนคติ) ที่มีต่อผลการทดลอง (ภาพที่ 1) เพื่อสรุปแนวทางเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติจริง สำหรับการสอบถามครั้งแรก ได้สัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงแก้วในเขตภาคเหนือตอนบน จำนวน 62 ราย ในปี พ.ศ. 2543 เพื่อทำความเข้าใจระบบการผลิต ปัญหาในระบบการผลิต และแนวทางในการเพิ่มรายได้ (แบบสอบถามครั้งแรกแสดงไว้ในภาคผนวกที่ 1) ส่วนครั้งที่สอง ได้สัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่ที่มีประสบการณ์ในการยืดอายุการสุกหรือแก่ของมะม่วงบนต้นด้วยการห่อผล จำนวน 50 ราย ในปี พ.ศ. 2544 เพื่อทราบถึงความคิดเห็นของเกษตรกรต่อแนวทางในการยืดอายุการสุกแก่ของมะม่วงแก้วบนต้นโดยวิธีการห่อผล (แบบสอบถามครั้งที่สองแสดงไว้ในภาคผนวกที่ 2)

##### พื้นที่สัมภาษณ์

ครั้งแรกเลือกสัมภาษณ์เกษตรกรที่มีพื้นที่ปลูกมะม่วงแก้วในเขต 7 จังหวัดภาคเหนือตอนบน ได้แก่ เชียงใหม่ ลำปาง น่าน ลำพูน แพร่ แม่ฮ่องสอน และพะเยา ครั้งที่สองเลือกเกษตรกรจากแหล่งที่มีการปลูกมะม่วงแก้วเป็นหลัก ได้แก่ บ้านแม่ฮ้อใน ต.แม่ณะ อ.เชียงดาว และบ้านไตรสภาวะ ต.ปึงโค้ง อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่



ภาพที่ 1. ลำดับขั้นตอนและขอบเขตของการวิจัย

### งานทดลองในภาคสนาม

#### พื้นที่ทดลอง

เลือกสวนมะม่วงแก้วของเกษตรกรพื้นที่ขนาด 5 ไร่ บนที่ดอนอาศัยน้ำฝน ในเขตปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรมโครงการป่าจอมทอง ต.ยางคาม กิ่ง อ.คอยหล่อ จ.เชียงใหม่ มะม่วงแก้วเป็นต้นตอกิ่งที่ให้ผลผลิตเต็มที่แล้วอายุ 10 ปี โดยประมาณ

#### แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (randomized complete block design, RCBD) กำหนดให้มี 6 วิธีการทดลอง จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น ดังนี้

1. Control ไม่ห่อผลมะม่วง
2. ห่อผลที่มีอายุ 30 วันหลังการติดผลในระยะเมล็ดถั่วเขียว
3. ห่อผลที่มีอายุ 40 วันหลังการติดผลในระยะเมล็ดถั่วเขียว
4. ห่อผลที่มีอายุ 50 วันหลังการติดผลในระยะเมล็ดถั่วเขียว
5. ห่อผลที่มีอายุ 60 วันหลังการติดผลในระยะเมล็ดถั่วเขียว
6. ห่อผลที่มีอายุ 70 วันหลังการติดผลในระยะเมล็ดถั่วเขียว

### วิธีการ

1. เลือกต้นมะม่วงแก้วที่มีอายุและขนาดสม่ำเสมอ จำนวน 24 ต้น พร้อมทำเครื่องหมายต้น และติดป้ายเพื่อเป็นสัญลักษณ์ที่ข้อผล โดยสุ่มเลือกข้อที่เริ่มติดผลและมีขนาดผลเท่ากับเมล็ดถั่วเขียว หรือผลมีอายุราว 30 วันหลังดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวันที่ 29 มกราคม 2543 ที่ระดับความสูงจากพื้นประมาณ 1.5 เมตร และกระจายรอบต้น จำนวน 20 ข้อต่อต้น

2. หลังจากติดป้ายแล้ว 30 วัน นำถุงกระดาษที่พับเตรียมไว้ซึ่งทำมาจากหนังสือพิมพ์ไปห่อผลมะม่วงจากข้อที่ติดป้ายไว้ โดยห่อแยกแต่ละผล เพื่อป้องกันการเสียดสี และเป็นแหล่งเพาะเลี้ยงโรคและแมลงศัตรูพืช ห่อครั้งละ 4 ต้น มีระยะห่างของแต่ละครั้ง 10 วัน (ตารางที่ 1) รวมห่อ 5 ครั้ง และพันสารฆ่าแมลงที่ข้อทุกครั้งก่อนการห่อผล

3. วัดขนาดผล โดยใช้เวอร์เนียแคลิเปอร์วัดความกว้าง ความยาว และความหนา ของผลมะม่วง และบันทึกจำนวนผลร่วงในทุกวิธีการ ทุก 10 วัน เริ่มจากการห่อครั้งที่ 1 โดยเลือกเก็บข้อมูลจาก 10 ข้อต่อต้น จนถึงวันที่เก็บเกี่ยวผลผลิต ในระยะผลแก่จัดโดยสังเกตจากบริเวณรอบไหล่ผลเริ่มมีสีเขียวอมเหลือง ใช้วิธีตัดที่ละผลให้มีก้านผลติดออกมาด้วย และบันทึกวัน เดือน ปี ที่เก็บเกี่ยวผลผลิต

4. หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตในแต่ละวิธีการจากภาคสนาม นำมะม่วงไปดำเนินการต่อในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาลักษณะสัณฐานและคุณภาพผล โดยสุ่มเลือกจำนวน 3 ผล/ต้น เพื่อวัดข้อมูลผลแก่จัดเป็นลำดับแรก จากนั้นนำมะม่วงส่วนที่เหลือทั้งหมดไปบ่มเป็นเวลา 5 วัน โดยก่อนบ่มจะนำไปจุ่มในสารละลายอีเทรล (ผสมอีเทรล 30 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 1,000 มิลลิลิตร หรือ ethephon 900 ส่วนต่อล้าน) หลังบ่มแล้วจึงสุ่มเลือกมะม่วงสุกจำนวน 3 ผล/ต้น เพื่อวัดข้อมูลผลสุกต่อไป

ตารางที่ 1. วันที่ห่อ และขนาดผลมะม่วง ในระยะเวลาต่าง ๆ บนที่ดอนอาศัยน้ำฝน พื้นที่ปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม โครงการป่าจอมทอง กิ่ง อ.คอกหล่อ จ.เชียงใหม่ พ.ศ. 2543

วิธีการ	วันที่ห่อ	ขนาดผล
ไม่ห่อผล	-	-
ห่อผลที่ 30 วัน <sup>1</sup>	29/2/43	ขนาดเท่าเมล็ดถั่วลิสง
ห่อผลที่ 40 วัน <sup>1</sup>	11/3/43	ขนาดเท่าไข่นกกระทา
ห่อผลที่ 50 วัน <sup>1</sup>	21/3/43	ขนาดเท่าไข่นกกระทา
ห่อผลที่ 60 วัน <sup>1</sup>	31/3/43	ขนาดเท่าไข่ไก่
ห่อผลที่ 70 วัน <sup>1</sup>	10/4/43	ขนาดเท่าไข่เป็ด

<sup>1</sup>จำนวนวันหลังการติดผลในระยะเมล็ดถั่วเขียว

## งานในห้องปฏิบัติการ

บันทึกลักษณะพื้นฐานของผลและวัดคุณภาพผลที่เก็บเกี่ยวมาได้ ณ ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ดังนี้

### ลักษณะพื้นฐานของผล

นำผลมะม่วงที่เก็บเกี่ยวได้ทั้งหมด (ประมาณ 15 ผล/10 ช่อ/ต้น) โดยเลือกเฉพาะผลแก่จัด ซึ่งเป็นผลที่จมน้ำและมีก้านผลติดมาอย่างสมบูรณ์ แล้ววัดข้อมูลดังนี้

1. ตำแหน่งผล สังเกตและระบุตำแหน่งของผลมะม่วง (โคน, กลาง หรือปลายช่อ) พร้อมบันทึกผล
2. ความเหนียวของก้านขั้วผล วัดความเหนียวของก้านขั้วผลโดยใช้เครื่องวัดความแน่นเนื้อ (digital force gauges, model SHIMPO FGV-50A; Shimpo instruments, Japan) ที่เสริมอุปกรณ์เป็นพิเศษ วัดโดยวิธีตั้งในแนวตั้งจนขั้วผลหลุด มีหน่วยเป็นกิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
3. ความยาวก้านขั้วผล จากผลที่วัดความเหนียวของก้านขั้วผลเสร็จแล้ว ซึ่งจะเหลือก้านขั้วผลสั้น ๆ ติดอยู่ วัดด้วยเวอร์เนียแคลิเปอร์ มีหน่วยเป็นเซนติเมตร
4. ขนาดผล นำมาวัดความกว้าง จากส่วนที่กว้างที่สุดของผล ความยาว จากส่วนที่ยาวที่สุดของผล และความหนาของผล จากส่วนที่หนาที่สุดของผล ด้วยเวอร์เนียแคลิเปอร์ มีหน่วยเป็นเซนติเมตร (ภาพภาคผนวกที่ 3.1)
5. น้ำหนักผล นำมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง (Precia 1620; Precia instruments AG, Switzerland) มีหน่วยเป็นกรัม (โดยไม่รวมก้านผล) หาปริมาตรของผลโดยการแทนที่น้ำ และนำมาคำนวณหาค่าความถ่วงจำเพาะ (วิธีการการคำนวณแสดงในภาคผนวกที่ 3.2)
6. ความหนาเมล็ด (รวมกะลาหรือผนังผลชั้นใน) นำผลมาผ่าเอาเปลือกและเนื้อออกด้วยมีดสองคม จนเหลือแต่เมล็ดซึ่งรวมกะลาแล้ว วัดขนาดด้วยเวอร์เนียแคลิเปอร์ มีหน่วยเป็นเซนติเมตร ซึ่งเมล็ดมะม่วงที่นำมาวัดนี้ได้จากผลมะม่วงที่ได้คัดเลือกเพื่อนำมาตรวจวัดคุณภาพผลจำนวน 3 ผล/ต้น
7. ความหนาเนื้อ เป็นความหนาเนื้อรวมเปลือก คำนวณจากความหนาของผลลบความหนาเมล็ด (ที่รวมผนังผลชั้นใน) มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

### การวัดคุณภาพผลมะม่วง

การศึกษาคุณภาพผลมะม่วง ติดตามทั้งขณะผลแก่จัดและผลสุก การคัดเลือกผลแก่จัด ใช้วิธีแยกจากการจมลอยของผลในน้ำ ผลที่จมจะเป็นผลแก่จัด คุณภาพผลแก่จัดวัดให้เสร็จภายใน 5 ชั่วโมงหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต ส่วนคุณภาพผลสุกใช้ผลที่แก่จัดไปบ่มต่อ ใช้ซ้ำละ 3 ผล จากจำนวน 4 ซ้ำ และ 6 วิธีการทดลอง การศึกษาคุณภาพผลมะม่วงมีรายละเอียดดังนี้

#### คุณภาพผลแก่จัด

เลือกผลมะม่วง ใช้ซ้ำละ 3 ผล รวมจำนวน 4 ซ้ำ (ต้น) และ 6 วิธีการทดลอง จากผลมะม่วงที่ได้ทำการคัดเลือกแล้ว แต่ละผลบันทึกข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ความสม่ำเสมอของสีผิวผลดิบที่แก่จัด นำผลที่แก่จัดมาสังเกตและบันทึกความสม่ำเสมอของสีเขียวบนผิวผล ซึ่งเป็นการประเมินด้วยสายตา มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

2. สีเปลือก วัดทั้ง 2 ด้านของผลด้านละ 3 จุด คือ โหล่ผล กลาง และปลายผล ด้วยระบบ CIE 1976 ( $L^* a^* b^*$ ) (ภาคผนวกที่ 3.2 และภาพภาคผนวกที่ 3.3) โดยใช้เครื่องอ่านสี (color reader, Minolta CR-10; Minolta camera Co., Ltd., Japan)

3. สีเนื้อ นำมะม่วงมาผ่าเนาะเปลือกออกด้วยมีดสองคม วัดทั้ง 2 ด้านของผล (บริเวณด้านหน้า และด้านหลังผล) ด้านละ 1 จุด แล้ววัดด้วยเครื่องอ่านสี

4. ความแน่นเนื้อ วัดความแน่นเนื้อไม่รวมเปลือก โดยวัด 2 ตำแหน่ง คือ ด้านหน้าและด้านหลังผล ด้วยเครื่องวัดความแน่นเนื้อ (digital force gauges, model SHIMPO FGV-50A; Shimpo instruments, Japan) ที่เสริมอุปกรณ์เป็นพิเศษ ใช้หัววัดรูปกรวย ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร กดเข้าไปในเนื้อลึกประมาณ 0.8 เซนติเมตร (กำหนดไว้ที่เครื่องวัด) ค่ามีหน่วยเป็นกิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร (วิธีการคำนวณแสดงไว้ในภาคผนวกที่ 3.2)

5. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS: total soluble solid) นำเนื้อมะม่วงแก่จัดทั้งผล หั่นเป็นชิ้นขนาดเล็กแล้วปั่นด้วยเครื่องปั่นแยกกาก (juicer, National MJ-68M; บริษัท เอ. พี. เนชั่นแนล เซลส์ จำกัด, สมุทรปราการ) บันทึกปริมาณน้ำมะม่วงที่แยกได้ (น้ำมะม่วงที่แยกได้มีสีเขียวอ่อนขุ่น) มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร และนำส่วนที่เป็นน้ำที่ได้ไปวัด ด้วยเครื่อง Digital refractometer, Atago PR-101; Atago Co., Ltd., Japan ค่าที่ได้ออกมา มีหน่วยเป็นองศาบริกซ์ วัด 3 ครั้ง/ผล

6. ความเป็นกรด-เบส (pH) นำส่วนที่เป็นน้ำของมะม่วงที่ได้ ปริมาณ 10 มิลลิลิตรจากแต่ละผล ใส่ลงในบีกเกอร์ที่มีน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันดีแล้วนำไปวัดด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-เบส (pH meter,  $\Phi^{\text{TM}}$  40 Beckman; Qualitech instruments Co., Ltd., Thailand)

7. เปอร์เซนต์กรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ นำน้ำมะม่วงที่ผสมน้ำกลั่นข้างต้น 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 25 มิลลิลิตร จำนวน 3 ขวด นำไปไทเทรตด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 N. (วิธีการเตรียมแสดงในภาคผนวกที่ 3.2) โดยใช้ฟีนอล์ฟทาเลิน (phenolphthalein) 1 เปอร์เซนต์ ปริมาณ 30 ไมโครลิตร (วิธีการเตรียมแสดงในภาคผนวกที่ 3.2) ไทเทรตจนถึงจุดยุติ (ประมาณ pH 8.3-10.3) เมื่อสารละลายเปลี่ยนสีชมพูโดยไม่เปลี่ยนสี นานประมาณ 10 นาที บันทึกปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไป แล้วคำนวณหาเปอร์เซนต์โดยน้ำหนักของกรดทั้งหมด เมื่อเทียบเป็นกรดซิตริก (วิธีการคำนวณแสดงในภาคผนวกที่ 3.2)

8. อัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อเปอร์เซนต์กรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (TSS/TA) นำค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และเปอร์เซนต์กรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ คำนวณหาอัตราส่วน (วิธีการคำนวณแสดงในภาคผนวกที่ 3.2)

#### คุณภาพผลสุก

นำมะม่วงส่วนที่เหลือหลังจากการสุ่มตรวจคุณภาพผลแก่จัด ไปบ่มด้วยอีเทรล (Ethrel) นาน 5 วัน (ผสมอีเทรล 30 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 1,000 มิลลิลิตร หรือ ethephon 900 ส่วนต่อล้าน) เลือกมะม่วงที่ได้รับการบ่มแล้ว ใช้ซ้ำละ 3 ผล รวมจำนวน 4 ซ้ำ (ต้น) และ 6 วิธีการทดลอง เพื่อวัดคุณภาพผลสุก และแต่ละผลบันทึกข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

(ขั้นตอนที่ 1 – 7 ทำวิธีเดียวกันกับที่วัดในผลแก่จัด)

8. เปอร์เซนต์เมล็ด ชั่งน้ำหนักเมล็ดที่ผ่านขั้นตอน 1-7 แล้ว นำมาผ่านเอาเนื้อออกจนหมดด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Precia 1620; Precia instrument AG, Switzerland) มีหน่วยเป็นกรัม จำนวน 72 เมล็ด แล้วเปรียบเทียบกับน้ำหนักผลสุกทั้งผลเป็นเปอร์เซนต์เมล็ดต่อผล

9. เปอร์เซนต์เปลือก ชั่งน้ำหนักของเปลือกมะม่วงผลสุกที่ผ่านขั้นตอน 1-7 แล้ว ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Precia 1620; Precia instrument AG, Switzerland) จากผลสุก 72 ผลที่นำเนื้อไปวัดสมบัติทางเคมี มีหน่วยเป็นกรัม เปรียบเทียบกับน้ำหนักผลสุกทั้งผล เป็นเปอร์เซนต์ต่อผล

10. เปอร์เซนต์เนื้อ นำน้ำหนักผลสุกทั้งผล หักน้ำหนักเปลือก และน้ำหนักเมล็ดออก จะเหลือน้ำหนักเมล็ด แล้วเปรียบเทียบกับน้ำหนักผลสุกทั้งผล มีหน่วยเป็นเปอร์เซนต์ต่อผล

#### วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

##### ข้อมูลแบบสอบถาม

นำข้อมูลจากแบบสอบถามมาวิเคราะห์โดยนำมาหาค่าเฉลี่ย และเทียบเป็นเปอร์เซนต์

**ข้อมูลผลการทดลอง**

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม Statistix ช่วยในการวิเคราะห์ โดยใช้ค่า LSD เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละวิธีการ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ระยะเวลาที่ทำการวิจัย**

ตั้งแต่เดือนมกราคม 2542 ถึงเดือนมีนาคม 2544

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Chiang Mai University