

### บทที่ 3

#### อุปกรณ์และวิธีการ

#### 1. วัสดุและอุปกรณ์

##### 1.1 วัสดุ

##### 1.1.1 พิษทดลอง

ต้นฝรั่งลูกผสมจำนวน 13 พันธุ์ ที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีการผสมข้าม

พันธุ์ ACA	ลูกผสมระหว่างพันธุ์อัฟริกา	x	พันธุ์แคลิฟอร์เนีย
พันธุ์ AKS	ลูกผสมระหว่างพันธุ์อัฟริกา	x	พันธุ์กลมสาลี
พันธุ์ AWT	ลูกผสมระหว่างพันธุ์อัฟริกา	x	พันธุ์ขาวได้หวัน
พันธุ์ BAF	ลูกผสมระหว่างพันธุ์โบมองท์	x	พันธุ์อัฟริกา
พันธุ์ BBK	ลูกผสมระหว่างพันธุ์โบมองท์	x	พันธุ์แดงบางกอก
พันธุ์ BCA	ลูกผสมระหว่างพันธุ์โบมองท์	x	พันธุ์แคลิฟอร์เนีย
พันธุ์ BKS	ลูกผสมระหว่างพันธุ์โบมองท์	x	พันธุ์กลมสาลี
พันธุ์ BWT	ลูกผสมระหว่างพันธุ์โบมองท์	x	พันธุ์ขาวได้หวัน
พันธุ์ CAF	ลูกผสมระหว่างพันธุ์แคลิฟอร์เนีย	x	พันธุ์อัฟริกา
พันธุ์ CBK	ลูกผสมระหว่างพันธุ์แคลิฟอร์เนีย	x	พันธุ์แดงบางกอก
พันธุ์ CBM	ลูกผสมระหว่างพันธุ์แคลิฟอร์เนีย	x	พันธุ์โบมองท์
พันธุ์ CKS	ลูกผสมระหว่างพันธุ์แคลิฟอร์เนีย	x	พันธุ์กลมสาลี
พันธุ์ CWT	ลูกผสมระหว่างพันธุ์แคลิฟอร์เนีย	x	พันธุ์ขาวได้หวัน

ซึ่งปลูกทดสอบต้นพันธุ์ที่ได้จากการเพาะเมล็ด 3 แห่ง ดังนี้

- สถานีวิจัยโครงการหลวงอินทนนท์ หน่วยวิจัยขุนห้วยแห่ง อำเภोजอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีระดับความสูงของพื้นที่ 1,200 เมตร จำนวน 309 ต้น
- สถานีเกษตรหลวงปางดะ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีระดับความสูงของพื้นที่ 700 เมตร จำนวน 439 ต้น
- มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีระดับความสูงของพื้นที่ 300 เมตร จำนวน 54 ต้น

## 1.1.2 สารเคมี

- 1.1.2.1 สารเคมีที่ใช้หาปริมาณกรด ได้แก่ sodium hydroxide, phenolphthalein
- 1.1.2.2 สารเคมีที่ใช้หาปริมาณวิตามินซี ได้แก่ 2,6 - dichlorophenol, meta - phosphoric acid, ascorbic acid
- 1.1.2.3 สารเคมีที่ใช้หาปริมาณเพคติน ได้แก่ ethanol, ammonium oxalate, sodium hydroxide, sulfuric acid, carbazole, D- galacturonic acid
- 1.1.2.4 สารเคมีที่ใช้สำหรับวิเคราะห์อิมมูโนโพรตีน
- 1.1.2.4.1 สารเคมีที่ใช้เป็นส่วนประกอบของสารสกัด (extraction buffer) ได้แก่ 0.2 M sodium phosphate buffer pH 7.5, PVP-40, polyvinyl - polypyrrolidone (PVPP), tween 20, mercaptoethanol, liquid nitrogen
- 1.1.2.4.2 สารเคมีที่ใช้เป็นส่วนประกอบของเจล ได้แก่ acrylamide stock solution, 0.1 M Tris-HCl pH 8.8, ammonium persulfate, TEMED
- 1.1.2.4.3 สารเคมีที่ใช้เป็นส่วนประกอบของ running buffer ได้แก่ Tris (HCl) aminomethane, glycine
- 1.1.2.4.4 สารเคมีที่ใช้ย้อมเอนไซม์ acid phosphatase (ACP) ได้แก่ 0.5 M sodium acetate buffer pH 5.0, fast garnet GBC, disodium  $\alpha$  - naphthyl phosphate
- 1.1.2.4.5 สารเคมีที่ใช้ย้อมเอนไซม์ esterase (EST) ได้แก่ 0.2 M phosphate buffer pH 6.0, fast blue B salt,  $\alpha$  - naphthyl acetate, absolute ethanol
- 1.1.2.4.6 สารเคมีที่ใช้ย้อมเอนไซม์ peroxidase (POX) ได้แก่ 0.1 M Tris buffer pH 4.0, 3-amino-9-ethylcarbazole,  $\beta$ - naphthol, acetone, hydrogen peroxide
- 1.1.2.4.7 สารเคมีที่ใช้ย้อมเอนไซม์ superoxide dismutase (SOD) ได้แก่ 0.05 M Tris-HCl pH 8.0, riboflavin, EDTA, nitro blue tetrazolium (NBT)

## 1.2 อุปกรณ์

### 1.2.1 อุปกรณ์สำหรับการศึกษาสัณฐานวิทยา

- เครื่องชั่งอย่างละเอียดแบบทศนิยมสองตำแหน่ง
- เครื่องวัดความแน่นเนื้อผลไม้ (fruit firmness tester)
- เวอร์เนียคาลิเปอร์
- กระดาษเทียบสี (color chart : Chiba University, Japan)
- เครื่องมือวัดพื้นที่ใบ รุ่น MODEL 3100 AREA METER (LI-COR)

### 1.2.2 อุปกรณ์สำหรับการศึกษาคูณภาพทางเคมีภายในผล

- เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (hand refractometer)
- เครื่องปั่นผลไม้ (blender)
- เครื่องเหวี่ยงผสม (vortex mixer)
- กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 4
- เครื่อง water bath
- เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (spectrophotometer)
- เครื่องวัดอุณหภูมิ
- กระดาษอะลูมิเนียมฟอยล์

### 1.2.3 อุปกรณ์สำหรับการศึกษารูปแบบไอโซไซม์ด้วยเทคนิคอิเล็กโทรโฟริซิส

- เครื่องชั่งอย่างละเอียดแบบทศนิยมสี่ตำแหน่ง
- เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter)
- เครื่องหมุนเหวี่ยงตัวอย่างชนิดควบคุมอุณหภูมิได้
- ตู้เย็น และตู้เย็นแบบควบคุมอุณหภูมิต่ำที่ -20 องศาเซลเซียส
- ชุดอิเล็กโทรโฟริซิส Mini-protein<sup>®</sup> II (Bio-Rad)
- เครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้า รุ่น POWER PAC 300 (Bio-Rad)
- โกร่งบด
- ไมโครปิเปตชนิดที่สามารถปรับปริมาตรได้
- Eppendorf tube ขนาด 1.5 มิลลิลิตร
- หลอดใส่สารปรับปริมาตรขนาด 100 ไมโครลิตร
- หลอดหยด micropipette และ yellow tips
- ถังพลาสติกสำหรับเก็บตัวอย่างและยางรัด
- กระตักน้ำแข็ง

- 1.2.4 เครื่องแก้วต่างๆ ได้แก่ หลอดทดลอง ปีกเกอร์ ขวดแก้วรูปชมพู่ ขวดวัดปริมาตร  
ปิเปต กระจกบด และกรวยกรอง เป็นต้น
- 1.2.5 อุปกรณ์อื่นๆ เช่น คอมพิวเตอร์ กล้องถ่ายรูป ถังมือ ปากกาเขียนแก้ว และ  
กรรไกร เป็นต้น

## 2. วิธีการทดลอง

**การทดลองที่ 1** การศึกษาลักษณะการออกดอกติดผลของฝรั่งลูกผสม

ใช้ต้นฝรั่งที่ได้จากการเพาะเมล็ดอายุประมาณ 1 - 2 ปี ที่ปลูกอยู่ในแปลงทดสอบพันธุ์  
3 แห่ง ในระดับความสูงของพื้นที่จากระดับน้ำทะเล 300 700 และ 1,200 เมตร จำนวน 13  
สายพันธุ์ ที่มีการออกดอกติดผลแล้ว มาเก็บข้อมูลดังนี้ จำนวนต้นที่ออกดอก จำนวนดอก จำนวน  
ต้นที่ให้ผลผลิต จำนวนผลผลิต ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวผลผลิต

**การทดลองที่ 2** การประเมินคุณภาพผลของฝรั่งลูกผสมที่ได้จากการเพาะเมล็ด

ใช้ต้นฝรั่งที่ได้จากการเพาะเมล็ดอายุประมาณ 1 - 2 ปี ที่ปลูกอยู่ในแปลงทดสอบพันธุ์  
จำนวน 13 สายพันธุ์ ที่มีการออกดอกติดผลแล้วเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 นำผลที่เก็บเกี่ยวได้  
มาศึกษาลักษณะทางกายภาพภายนอกและคุณภาพทางเคมีภายในผล จากแหล่งปลูกซึ่งมีระดับ  
ความสูงของพื้นที่ จากระดับน้ำทะเล 300 700 และ 1,200 เมตร เพื่อคัดเลือกสายต้นที่ให้ผล  
ที่มีลักษณะตรงตามความต้องการ โดยเปรียบเทียบตามรายละเอียด คือ

1. การศึกษาลักษณะผลและคุณภาพของฝรั่ง 13 คู่ผสม
2. การศึกษาลักษณะผลและคุณภาพระหว่างคู่ผสมที่ใช้ต้นแม่พันธุ์เดียวกัน
3. การประเมินคุณภาพผลระหว่างสายต้นในแต่ละคู่ผสม

นำผลที่พัฒนาเต็มที่แล้วจากต้นที่ศึกษาจำนวน 10 ผลต่อต้น มาเก็บข้อมูลดังนี้

1. การศึกษาลักษณะทางกายภาพของผล นำผลที่พัฒนาเต็มที่แล้วและมีการเปลี่ยนสีผิว  
แล้วมาศึกษาลักษณะภายนอกของผล ดังนี้

น้ำหนักผล ชั่งน้ำหนักผลสดด้วยเครื่องชั่ง บันทึกข้อมูลที่ได้มีหน่วยเป็นกรัม

ความยาวผลและเส้นผ่าศูนย์กลางผล วัดโดยใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์ บันทึกข้อมูลที่ได้มีหน่วย  
เป็นเซนติเมตร

ความแน่นเนื้อ วัดโดยใช้เครื่องวัดความแน่นเนื้อผลไม้ จากบริเวณส่วนกว้างที่สุด  
สองตำแหน่งที่อยู่ตรงข้ามกัน บันทึกข้อมูลที่ได้มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

ความหนาเนื้อ โดยผ่าผลออกเป็นสองส่วนตามยาว วัดความหนาของเนื้อจากผิวด้านนอกถึงเนื้อผลที่ติดกับไส้กลางที่มีเมล็ด โดยใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์ บันทึกข้อมูลที่ได้มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

สีเนื้อ โดยเปรียบเทียบสีเนื้อกับกระดาดเทียบสี ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนระดับสีเนื้อจากสีอ่อนสุดไปจนถึงสีเข้มสุด ตั้งแต่ 0-10 คะแนน ดังนี้ คือ

คะแนน 0.00	สี white
คะแนน 0.01-1.00	สี pale yellowish pink
คะแนน 1.01-2.00	สี pale pink
คะแนน 2.01-3.00	สี pink (0103)
คะแนน 3.01-4.00	สี pink (0403)
คะแนน 4.01-5.00	สี yellowish pink
คะแนน 5.01-6.00	สี strong yellowish pink
คะแนน 6.01-7.00	สี strong pink
คะแนน 7.01-8.00	สี moderate pink
คะแนน 8.01-9.00	สี deep pink
คะแนน 9.01-10.00	สี dark pink

## 2. การศึกษาคุณภาพทางเคมีของผล

นำผลที่ได้จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพมาศึกษาคุณภาพทางเคมีภายในผล โดยนำผลมาผ่าตามยาวแล้วปั่นละเอียดจนเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ - โดยวัดจากน้ำของผลฝรั่งด้วยเครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ บันทึกผลจากค่าที่อ่านได้เป็นองศาบริกซ์

ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ นำผลมาปั่นละเอียดรวมกันทั้งส่วนของเนื้อ และเมล็ดให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วชั่งมา 2 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 18 มิลลิลิตร นำมากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 4 แล้วนำสารละลายตัวอย่างที่ได้ปริมาตร 10 มิลลิลิตร มาไตเตรทกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.01 นอร์มัล หยดด้วยฟีนอล์ฟทาลีน 1-3 หยด หากจุดสมมูลของสารละลายที่เปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน นำไปคำนวณปริมาณกรดซิตริก หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

ปริมาณวิตามินซี นำผลที่ปั่นละเอียดแล้วมาชั่ง 1 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 9 มิลลิลิตร แยกสารละลายมา 1 มิลลิลิตร เติม meta-phosphoric acid 5 มิลลิลิตร ไตเตรทด้วย 2,6-dichlorophenol บันทึกปริมาตรที่ใช้ไป เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณวิตามินซี หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan multiple range test ที่  $p = 0.05$  เพื่อคัดเลือกต้นที่มีลักษณะภายนอกและคุณภาพภายในที่น่าสนใจสำหรับนำกิ่งไปขยายพันธุ์โดยวิธีการปักชำกิ่ง สำหรับนำไปปลูกรวบรวมไว้ที่สถานีวิจัยโครงการหลวงอินทนนท์ หน่วยวิจัยคอยผาดั่ง สำหรับศึกษาต่อไปในการทดลองที่ 3

### การทดลองที่ 3 การทดสอบคุณภาพผลฝรั่งลูกผสมที่คัดเลือกพันธุ์ไว้

ใช้ต้นฝรั่งลูกผสมที่ผ่านการคัดเลือกจำนวน 50 สายต้น จากการทดลองที่ 2 มาขยายพันธุ์โดยวิธีการปักชำกิ่ง สำหรับปลูกทดสอบพันธุ์ที่สถานีวิจัยโครงการหลวงอินทนนท์ หน่วยวิจัยคอยผาดั่ง อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ หลังจากปลูกได้ประมาณ 12 เดือน มีต้นที่ออกดอกติดผล เก็บผลที่เจริญเต็มที่ มาศึกษาลักษณะทางกายภาพและคุณภาพทางเคมีของผล เช่นเดียวกับวิธีการในการทดลองที่ 2

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan multiple range test ที่  $p = 0.05$  เพื่อประเมินคุณภาพของผลจากต้นพันธุ์ที่คัดเลือกไว้

### การทดลองที่ 4 การศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ของสายต้นที่คัดเลือก

นำส่วนของใบ ยอด ดอก ผล จากต้นฝรั่งลูกผสมที่ผ่านการประเมินแล้วจากการทดลองที่ 3 จำนวนประมาณ 10 สายต้น มาศึกษาลักษณะประจำสายต้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ โดยเก็บข้อมูลดังนี้

1. การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ โดยนำใบของแต่ละสายต้นจำนวนต้นละ 30 ใบ และยอดอ่อน จำนวนต้นละ 3 ยอด มาเก็บข้อมูลดังนี้

ลักษณะกายภาพของแผ่นใบ ศึกษาลักษณะของรูปร่างใบ ขอบใบ ปลายใบ ฐานใบ และผิวใบ

สีของแผ่นใบ นำใบและยอดฝรั่งมาเปรียบเทียบกับสีในส่วนของก้านใบ หลังใบ ท้องใบ เส้นกลางใบ และยอด

ขนาดของแผ่นใบและก้านใบ ทำการวัดความยาวใบ ความกว้างใบ และเส้นผ่าศูนย์กลางก้านใบด้วยเวอร์เนียร์คาลิเปอร์ และวัดพื้นที่ใบด้วยเครื่องมือวัดพื้นที่ใบ

2. ศึกษาลักษณะของดอกจากแต่ละสายต้น จำนวนต้นละ 10 ดอก ในช่วงระยะเวลาการออกดอก ขนาดของดอกระยะดอกตูม ขนาดของดอกระยะดอกบาน สีดอก จำนวนเกสรเพศผู้ และจำนวนดอกทั้งหมด

### 3. การศึกษาลักษณะทางกายภาพของผล

นำผลของแต่ละสายต้น จำนวนต้นละ 10 ผล มาศึกษาลักษณะของน้ำหนักผล ปริมาตรผล ความยาวผล เส้นผ่าศูนย์กลางผล ความแน่นเนื้อ ความหนาเนื้อ สีเปลือก สีเนื้อ ความหนาของไส้เมล็ด และจำนวนเมล็ด

### 4. การศึกษาคุณภาพทางเคมีของผล

นำผลที่เก็บเกี่ยวมาวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรด ปริมาณวิตามินซี และปริมาณเพคติน

การวิเคราะห์ปริมาณเพคตินในผลฝรั่งตามวิธีดัดแปลงของ international federation of fruit juice producer (ณรงค์, 2546) สายต้นละ 5 ผล แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย การหาปริมาณเพคตินประกอบด้วย

4.1 แยกตะกอนสารประกอบเพคตินทั้งหมดจากตัวอย่างเนื้อ 15 มิลลิลิตร นำมาแยกตะกอนของสารประกอบเพคตินสองครั้ง ด้วยสารละลายเอธานอล 95 และ 63 เปอร์เซ็นต์ ที่มีอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ตามรายละเอียดในภาคผนวก นำตะกอนที่ได้ไปแยกสารประกอบเพคตินจากตัวทำละลายชนิดต่างๆ

4.2 การแยกสารประกอบเพคตินจากตัวทำละลาย 3 ชนิด ดังนี้

4.2.1 การแยกสารประกอบเพคตินที่ละลายได้ในน้ำ (water soluble pectin) นำตะกอนที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาสกัดด้วยน้ำกลั่น โดยนำของเหลวใส่ที่ได้มารวมกัน ก่อนนำไปวิเคราะห์หาปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในน้ำ

4.2.2 การแยกสารประกอบเพคตินที่ละลายได้ในแอมโมเนียมออกซาเลต (ammonium oxalate soluble pectin) นำตะกอนที่ได้เหลือจากขั้นตอนที่ 4.2.1 มาสกัดด้วยสารละลายแอมโมเนียมออกซาเลต เช่นเดียวกับการแยกสารประกอบเพคตินด้วยน้ำกลั่น จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในสารละลายแอมโมเนียมออกซาเลต

4.2.3 การแยกสารประกอบเพคตินที่ละลายได้ในด่าง (alkaline soluble pectin) นำตะกอนที่ได้เหลือจากขั้นตอนที่ 4.2.2 มาสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ จากนั้นปรับปริมาตรของเหลวใส่ที่ได้ด้วยน้ำกลั่น แล้วกรองตะกอนออกก่อนนำไปวิเคราะห์หาปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในด่างต่อไป

4.3 วิเคราะห์หาปริมาณเพคติน นำสารละลายเพคตินที่ได้จากขั้นตอนที่ 4.2 ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบเพคตินที่มีในตัวอย่าง โดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของ D-galacturonic acid

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยที่ได้ด้วยวิธี Duncan multiple range test ที่  $p = 0.05$  เพื่อใช้เป็นข้อมูลของลักษณะประจำพันธุ์ของผลฝรั่งลูกผสมที่คัดเลือกไว้

#### การทดลองที่ 5 การศึกษารูปแบบไอโซไซม์ของสายพันธุ์ฝรั่งโดยวิธี อิเล็กโทรโฟรีซิส

นำส่วนใบของต้นฝรั่งลูกผสมที่คัดเลือกไว้ มาศึกษารูปแบบไอโซไซม์ของสายพันธุ์ฝรั่งโดยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิส ซึ่งดัดแปลงจากวิธีการของ Hiratsuka *et al.* (ปนัดดา, 2541) โดยใช้เอนไซม์ 4 ชนิด คือ acid phosphatase (ACP), esterase (EST), peroxidase (POX) และ superoxide dismutase (SOD) โดยแบ่งเป็นการทดลองย่อยดังต่อไปนี้

5.1 การศึกษาชนิดของสารสกัด (extraction buffer) ที่เหมาะสมสำหรับการสกัดไอโซไซม์จากส่วนของใบฝรั่ง จำนวน 4 สูตร ได้แก่ 0.2 M Tris-HCl pH 8.4, 0.2 M sodium phosphate buffer pH 7.5, 0.1 M Tris-HCl pH 7.5 และ 0.1 M Tris-HCl pH 8.0

5.2 การศึกษารูปแบบไอโซไซม์ของสายต้นที่คัดเลือกไว้

5.2.1 รูปแบบของไอโซไซม์ ระหว่างสายต้นที่คัดเลือกพันธุ์แล้วจากการทดลองที่ 4 กับต้นพ่อแม่พันธุ์

5.2.2 รูปแบบของไอโซไซม์ระหว่างสายต้นในกลุ่มผสมเดียวกันและระหว่างสายต้นที่มาจากต่างกลุ่มผสม

5.2.3 รูปแบบของไอโซไซม์ระหว่างสายต้นที่มีเนื้อสีชมพูกับเนื้อสีขาว จำนวนสองกลุ่มผสม

5.2.4 เปรียบเทียบรูปแบบไอโซไซม์ของกลุ่มผสมเดียวกัน ที่ปลูกต่างสถานที่ คือ หน่วยวิจัยขุนห้วยแห้ง หน่วยวิจัยคอกยผาดั้ง และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จำนวนสามกลุ่มผสม



### สถานที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยและรวบรวมข้อมูล

1. สถานีวิจัยโครงการหลวงอินทนนท์ หน่วยวิจัยขุนห้วยแห้ง อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่
2. สถานีวิจัยโครงการหลวงอินทนนท์ หน่วยวิจัยดอยผาตั้ง อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่
3. สถานีเกษตรหลวงปางดะ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่
4. แปลงทดลองภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
5. สถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
6. ห้องปฏิบัติการภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
7. ห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

### ระยะเวลาดำเนินการวิจัย

ตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2547

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright © by Chiang Mai University  
 All rights reserved