บทที่ 3

วิธีการวิจัย

3.1 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1.1 การทดสอบแบบจำลองสภาพภูมิอากาศบนพื้นที่สูงที่พยากรณ์การผันแปรสภาพอากาศระยะสั้นและแบบจำลองพืชที่พยากรณ์ผลกระทบต่อผลผลิตพืช

1) ทดสอบแบบจำลองสภาพภูมิอากาศบนพื้นที่สูงที่พยากรณ์การผันแปรสภาพอากาศระยะสั้นของพื้นที่ที่ใช้ในการศึกษาปี พ.ศ. 2559 ประกอบด้วยวิธีการดังนี้

- ดำเนินการทดสอบแบบจำลองสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวง/สถานี 2 แห่ง คือ สถานีเกษตรหลวงอ่างขางและศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น โดยรวบรวมข้อมูลสภาพอากาศเฉลี่ยต่อเนื่อง 3 เดือนของ Southern Oscillation Index (SOI) ของปี พ.ศ. 2559-2560 และรวบรวมข้อมูลสภาพอากาศรายวันจากอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝนของปี พ.ศ. 2559 โดยใช้ข้อมูลที่บันทึกด้วยอุปกรณ์ตรวจวัดของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง และนำมาปรับเทียบเป็นข้อมูลสำหรับศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่นด้วย ประกอบการพิจารณาร่วมกับข้อมูลจากสถานีตรวจวัดอากาศใกล้เคียงด้วย

- วิเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศรายเดือนเพื่อแทนค่าในสมการที่ทำไว้แล้ว นำค่าที่คำนวณได้จากแบบจำลองเปรียบเทียบกับค่าที่ตรวจวัดได้จริง เพื่อทดสอบความถูกต้องแม่นยำทางสถิติของการใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศในปี พ.ศ. 2559 ซึ่งเป็นปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญหรือลานีญาค่อนข้างรุนแรง

2) ทดสอบแบบจำลองพืชที่พยากรณ์ผลกระทบต่อผลผลิตพืชของพลับ มะม่วงพันธุ์นวลคำ และอาโวกาโดพันธุ์บัคคาเนีย ชนิดพืชละ 2 แห่งของพื้นที่ศึกษา จากข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ได้รวบรวมมาของสภาพอากาศรายเดือน (อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน) ในปี พ.ศ. 2559 ในพื้นที่ศึกษาของมูลนิธิโครงการหลวงกับข้อมูลผลผลิตที่เก็บผลแล้ว เฉพาะที่สามารถรวบรวมได้ในปี พ.ศ. 2560 ระหว่างช่วงเวลาดำเนินการของโครงการนี้ แล้วแทนค่าในสมการถดถอยเชิงเส้นจากตัวแปรปัจจัยสภาพอากาศที่ศึกษาด้วยโปรแกรม Microsoft Excel และทดสอบความถูกต้องแม่นยำทางสถิติกับข้อมูลผลผลิตที่ได้จริงเปรียบเทียบกับการคำนวณในแบบจำลองพืชที่ได้

3) ศึกษาการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญหรือลานีญาในช่วงเวลาที่ใช้ในการศึกษาการผันแปรสภาพภูมิอากาศที่ผ่านมา สำหรับนำมาพิจารณาความถี่และระดับความรุนแรงของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นส่งผลกระทบต่อสภาพอากาศและการให้ผลผลิตไม้ผล 3 ชนิดในพื้นที่ของมูลนิธิโครงการหลวง

- รวบรวมข้อมูลรายเดือนของ Southern Oscillation Index (SOI) จากเวปไซต์ National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) ซึ่งเป็นหน่วยงานด้านวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา มีภาระกิจพยากรณ์สภาพอากาศของมหาสมุทรและชั้นบรรยากาศของโลกและเป็นแหล่งรวบรวมและบริการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศที่เป็นที่ยอมรับกันทั่วโลก โดยศึกษาในช่วง 30 ปีย้อนหลังจนถึงปี พ.ศ. 2559 เพื่อวิเคราะห์สถานการณ์ของการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญหรือลานีญาในแต่ละปี ตามวิธีการของ NOAA ซึ่งประเมินจากค่าระดับความรุนแรงของปรากฏการณ์ตามความต่อเนื่องของค่าเฉลี่ยต่อเนื่อง 3 เดือนของค่า SOI โดยค่า SOI ที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นค่ามาตรฐานการแจกแจง(standardization) [สามารถดาวน์โหลดได้จาก http://www.cpc.ncep.noaa. gov/data/indices/soi] หาได้จากการใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างของความกดอากาศระดับผิวน้ำทะเลระหว่างฝากตะวันตกและฝากตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกเขตร้อนที่บันทึกได้จากบริเวณเมืองตาฮิติ (Tahiti) และเมืองดาร์วิน (Darwin) ประเทศออสเตรเลีย ซึ่งพบว่ามีความสัมพันธ์กับการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา และการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของผิวน้ำทะเล โดยค่า SOI มีค่าลบหมายถึงความกดอากาศผิวทะเลบริเวณเมืองตาฮิติมีค่าต่ำกว่าค่าปกติ ขณะที่บริเวณเมืองดาร์วินมีค่าสูงกว่าปกติ ถ้าเกิดสภาพดังกล่าวติดต่อกันเป็นระยะเวลานานทำให้สภาพอากาศบนทวีปร้อนและแห้งแล้วผิดปกติเรียกว่าปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Niño) แต่หากเหตุการณ์ตรงข้ามกันค่า SOI มีค่าเป็นบวกทำให้อากาศบนทวีปเย็นและชุ่มชื้นผิดปกติเรียกว่าปรากฏการณ์ลานีญา (La Niña) ทั้งนี้วิธีการคำนวณค่า SOI แสดงไว้ใน Climate prediction center SOI page ดังนี้

$$SOI = (\text{Standardized Tahiti} - \text{Standardized Darwin}) / MSD$$

เมื่อ Standardized Tahiti = (Actual Tahiti SLP - Mean Tahiti SLP) /SD Tahiti

Standardized Darwin = (Actual Darwin SLP - Mean Darwin SLP) / SD Darwin

เมื่อ SD (standard deviation) Tahiti = $\sqrt{\sum}$ (actual Tahiti SLP - mean Tahiti SLP)^2 / N

จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ยแบบต่อเนื่อง 3 เดือน และวิเคราะห์สถานการณ์ของการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญหรือลานีญาในแต่ละปี โดยจัดระดับความรุนแรงของปรากฏการณ์เป็น 3 ระดับ ได้แก่ อ่อน (weak) ปานกลาง (medium) และรุนแรง (strong) จากค่าความผิดปกติระหว่าง >±0.5 - ±1.0, >±1.0 - ±1.5 และ >±1.5 ตามลำดับ โดยค่าบวกหมายถึง การเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ และค่าลบหมายถึงปรากฏการณ์ลานีญา ทั้งนี้ปีที่เกิดปรากฏการณ์ชนิดนั้น ๆ ต้องปรากฏความผิดปกติต่อเนื่องกัน 5 เดือน

- นำข้อมูลสภาพอากาศ (รายเดือน) ของแต่ละพื้นที่ศึกษาเท่าที่รวบรวมข้อมูลได้มาแยกตามปีที่เกิดปรากฏการณ์และระดับความรุนแรงของเอลนีโญหรือลานีญา แล้วประเมินการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสภาพอากาศที่น่าจะเกิดผลกระทบจากปรากฏการณ์เอลนีโญหรือลานีญา

- นำข้อมูลผลผลิตไม้ผล (รายปี) ของแต่ละพื้นที่ศึกษาเท่าที่รวบรวมข้อมูลได้มาแยกตามปีที่เกิดปรากฏการณ์และระดับความรุนแรงของเอลนีโญหรือลานีญา แล้วประเมินการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของผลผลิตไม้ผลที่น่าจะเกิดจากผลกระทบจากปรากฏการณ์เอลนีโญหรือลานีญา

4) ศึกษาการคายระเหยน้ำของพืชที่ผันแปรตามสภาพอากาศสำหรับนำมาพิจารณาการผันแปรและแนวโน้มที่กระทบต่อการให้ผลผลิตของพืชในสภาวะแห้งแล้ง

- วิเคราะห์อัตราการคายระเหยน้ำอ้างอิง (ETo) จากการคำนวณโดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดด้วยวิธีการ Reduced Penman-Monteith จากข้อมูลสภาพอากาศที่มีในฐานข้อมูลของพื้นที่ศึกษา ตามสูตร

$$ETo = \frac{0.408\,\Delta\,(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34\,u_2)}$$

โดย ET_o =อัตราการคายระเหยน้ำสูงสุดอ้างอิง (Reference Evapotranspiration, ETo) มีหน่วยเป็นความสูงของน้ำเหนือผิวดินต่อวัน (mm/day)

Rn = รังสีอาทิตย์ที่ส่องถึงพื้นผิว (MJ m^{-2} day^{-1})

γ = ค่า psychometric constant (kPa $^{\circ}C^{-1}$)

e_s = ความดันไออิ่มตัว (kPa)

e_a = ความดันไอ ณ เวลานั้นๆ (kPa)

T = ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศที่สูงจากพื้นดิน 2 m ($^{\circ}C$)

Δ = ความชันของระดับความดันของความแตกต่างอุณหภูมิ (kPa $^{\circ}C^{-1}$)

G = การเปลี่ยนแปลงความร้อนของดิน (MJ m^{-2} day^{-1}) ซึ่งมักจะมีค่าต่ำมากและถูกตัดออกไปได้

u_2 = ความเร็วลมวัดที่ระดับจากพื้น 2 m. (m s^{-1}) ทั้งนี้ความเร็วลมในที่นี้ใช้ ค่า2m hr^{-1} เนื่องจากลมในภาคเหนือตอนบนค่อนข้างต่ำและมีค่าใกล้เคียงค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ย

- วิเคราะห์อัตราการคายระเหยน้ำของพืช (ETc) เพื่อนำมาวิเคราะห์และประเมินความเพียงพอของปริมาณน้ำฝนต่อความต้องการใช้น้ำของไม้ผลในพื้นที่ศึกษาระหว่างช่วงปีที่ใช้ในการศึกษา ตามสูตร

$$ETc = ETo * Kc$$

โดย ETc มีความสัมพันธ์กับค่าอัตราการคายระเหยของพืชอ้างอิง (ETo), Kc = สัมประสิทธิ์การคายน้ำ (crop coefficient)

3.1.2 การศึกษาผลกระทบของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อระยะวิกฤติของการพัฒนาการออกดอกและการให้ผลผลิตของไม้ผล 3 ชนิดในพื้นที่ศึกษามูลนิธิโครงการหลวง

1) รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลสภาพภูมิอากาศรายวัน (อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน) ที่เกี่ยวข้องกับระยะออกดอกและการให้ผลผลิตของพลับ มะม่วง และอาโวกาโดในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวง เป็นช่วงเวลาหนึ่งปีที่น่าจะมีผลต่อพัฒนาการของไม้ผลทั้ง 3 ชนิดในระยะหลังเก็บผลผลิตในปี พ.ศ. 2559 จนถึงระยะเก็บผลผลิตในปี พ.ศ. 2560 ในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวง โดยใช้ข้อมูลสภาพอากาศรายวันที่ได้บันทึกจากในบริเวณพื้นที่ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขางสำหรับพลับ ในบริเวณพื้นที่ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียวและโครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงห้วยเป้าสำหรับมะม่วงและอาโวกาโดที่ปลูกในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว ได้แก่

- พลับพันธุ์ P2 ในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2559 ถึงกันยายน พ.ศ. 2560

- มะม่วงพันธุ์นวลคำในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียวตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2559 ถึงมิถุนายน พ.ศ. 2560

- อาโวกาโดพันธุ์บัคคาเนียในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียวตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 ถึงตุลาคม พ.ศ. 2560

2) ศึกษาระยะพัฒนาการและการให้ผลผลิตของไม้ผล 3 ชนิด (พลับพันธุ์ P2 มะม่วงพันธุ์นวลคำ อาโวกาโดพันธุ์บัคคาเนีย) ในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวง สำหรับหาความเกี่ยวข้องกับข้อมูลสภาพอากาศรายวัน (อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน) ในช่วงระยะพัฒนาการของพืชตั้งแต่ระยะก่อนออกดอกถึงเก็บผล จากต้นที่ได้คัดเลือกไว้ จำนวน 4 ต้นต่อชนิดพืชในแต่ละพื้นที่ศึกษา โดยสุ่มกิ่งที่มีดอก จำนวนอย่างน้อย 10 กิ่งต่อต้น เพื่อศึกษาลักษณะการออกดอกและการติดผล จำนวนดอกต่อช่อ จำนวนผลต่อช่อ เป็นต้น ดำเนินการบันทึกข้อมูลจากการนับจำนวนดอกทุก 1-2 สัปดาห์ในระยะก่อนออกดอก ระยะดอกบาน ระยะติดผลอ่อน สำหรับระยะการเจริญเติบโตของผลจนถึงระยะเก็บผล บันทึกข้อมูลทุกเดือน ดังนี้

- พลับพันธุ์ P2 ตั้งแต่ระยะก่อนออกดอก ระยะออกดอก (เดือนมีนาคม) จนถึงระยะเก็บผล (เดือนกันยายน พ.ศ. 2560) ในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

- มะม่วงพันธุ์นวลคำตั้งแต่ระยะก่อนออกดอก ระยะออกดอก (เดือนมกราคม) จนถึงระยะเก็บผล (เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560) ในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว

- อาโวกาโดพันธุ์บัคคาเนียตั้งแต่ระยะก่อนออกดอก ระยะออกดอก (เดือนมกราคม) จนถึงระยะเก็บผล (เดือนตุลาคม พ.ศ. 2560) ในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว

3.1.3 เสนอแนะแนวทางการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศและแบบจำลองพืชสำหรับเจ้าหน้าที่ของมูลนิธิโครงการหลวงและเกษตรกรผู้ปลูกไม้ผล

- เสนอแนวทางการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศและแบบจำลองพืชสำหรับเจ้าหน้าที่ของมูลนิธิโครงการหลวงและเกษตรกรผู้ปลูกไม้ผล (พลับ มะม่วง อาโวกาโด) บนพื้นที่สูงเพื่อเตรียมพร้อมกับผลกระทบจากการแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ

- ข้อเสนอแนะในการเตรียมพร้อมและแนวทางการลดความรุนแรงของผลกระทบจากการแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกไม้ผลบนพื้นที่สูง

- ถ่ายทอดการใช้ประโยชน์แบบจำลองสภาพภูมิอากาศบนพื้นที่สูงที่พยากรณ์การผันแปรสภาพอากาศระยะสั้น และแบบจำลองพืชที่พยากรณ์ผลกระทบต่อผลผลิตพืชให้แก่เจ้าหน้าที่ของมูลนิธิโครงการหลวงและเจ้าหน้าที่ของ สวพส.

3.2 สถานที่ดำเนินงานวิจัย

ชนิดพืช	พื้นที่ศึกษากิจกรรม แบบจำลองสภาพภูมิอากาศ (กิจกรรมที่ 3.1.1 ข้อ 1)	พื้นที่ศึกษากิจกรรม แบบจำลองพืช (กิจกรรมที่ 3.1.1 ข้อ 2)	พื้นที่ศึกษากิจกรรมผลกระทบของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อระยะวิกฤติของไม้ผล (กิจกรรมที่ 3.1.2)
พลับ	1) สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ 2) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น อ.แม่สรวย จ.เชียงราย	1) สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ 2) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่	สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อ.ฝาง จ.เชียงใหม่
มะม่วง พันธุ์นวลคำ	-	1) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจ๋าม อ.แม่อาย จ.เชียงใหม่ 2) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่	ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่
อาโวกาโด พันธุ์บัคคาเนีย	-	1) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ 2) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเริง อ.หางดง จ.เชียงใหม่	ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) Highland Research and Development Institute (Public Organization)