

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศบนพื้นที่สูง

3.1.1 รวบรวมข้อมูลสภาพภูมิอากาศบนพื้นที่สูง

รวบรวมข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ย้อนหลัง 8-10 ปี (พ.ศ.2547-2556) ของพื้นที่ที่มีการปลูกไม้ผลเมืองหนาวของมูลนิธิโครงการหลวงจากระดับความสูงเหนือน้ำทะเล 2 ระดับ คือ 1) ระดับ 900-1,100 เมตร ได้แก่ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น 2) ระดับมากกว่า 1,100 เมตรขึ้นไป ได้แก่ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง และสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์

3.1.2 จัดทำฐานข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของสภาพอากาศที่มีการจดบันทึกแยกตามอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน เป็นต้น ที่ได้จากแต่ละสถานที่ตามรายเดือนและรายปีย้อนหลัง 8-10 ปี นำเข้าข้อมูลจัดวางบนโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอผลวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ แผนภูมิเชิงเส้น รวมทั้งสามารถหาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆได้ สำหรับบันทึกข้อมูลแยกเป็นรายวัน รายเดือน รายปีได้ โดยมีรายละเอียดของข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย

- อุณหภูมิสูงสุด หมายถึง อุณหภูมิอากาศ ณ จุดสูงที่สุดในแต่ละวัน มักเป็นเวลากลางวัน มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส (°C)

- อุณหภูมิต่ำสุด หมายถึง อุณหภูมิอากาศ ณ จุดที่ต่ำสุดในแต่ละวัน มักเป็นเวลากลางคืน มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส (°C)

- ปริมาณน้ำฝน หมายถึง ปริมาณน้ำฝนที่ตกระหว่างวันเริ่มตั้งแต่เวลา 07.00 น. ของวันนั้นถึง 07.00 น. ของวันถัดไป วัดเป็นความลึกของน้ำมีหน่วยเป็น มิลลิเมตร (mm)

3.1.3 วิเคราะห์ความผันแปรของสภาพอากาศ โดยหาความสัมพันธ์ระหว่าง Tmax Tmin และปริมาณน้ำฝน

กับการเกิดปรากฏการณ์เอนโซ (ENSO, El Nino-South Oscillation) เพื่อนำไปสู่การสร้างแบบจำลองพยากรณ์การผันแปรสภาพอากาศระยะกลาง (1-12 เดือน) โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ดัชนีชี้วัดการเกิดปรากฏการณ์เอนโซในฐานะการผันแปรของความกดอากาศเหนือผิวน้ำในมหาสมุทรแปซิฟิกที่เรียกว่า SOI (Southern Oscillation Index) แล้วดำเนินการวิเคราะห์ดังนี้

- หาค่าเฉลี่ยแบบต่อเนื่องทุก ๆ ระยะ 3 เดือนของค่าดัชนี SOI ในช่วงปี ค.ศ. 1988-2013 (พ.ศ. 2531-2556) แล้วนำมาพิจารณาเหตุการณ์ในแต่ละปีว่าจัดเป็น El Niño หรือ La Niña พร้อมทั้งจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ (รุนแรง ปานกลาง และอ่อน) โดยใช้สัญญาณของดัชนี SOI เฉลี่ย 3 เดือน ตั้งแต่ สิงหาคม-ตุลาคม (ASO) ถึง กุมภาพันธ์-เมษายน (FMA) (Ueangsawat and Jintrawet, 2014)

- นำค่า SOI ในช่วงดังกล่าวมาหาความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบถดถอยกับ ค่าเฉลี่ยรายเดือน Tmax Tmin และ ปริมาณน้ำฝน ในแต่ละเดือน เริ่มตั้งแต่เดือนสุดท้ายของค่าเฉลี่ย SOI และเดือนที่ถัดไปอีก 1-12 เดือน ทั้งนี้ให้อยู่ในช่วงตั้งแต่เดือนตุลาคม ถึงตุลาคมปีถัดไปโดยให้ SOI เป็นค่า x และสภาพอากาศเป็นค่า y

3.1.4 วิเคราะห์และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยใช้แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ECHAM4-PRECIS ในอนาคตระยะสั้นและระยะยาวของพื้นที่ศึกษา

3.1.4.1 รวบรวมข้อมูลอากาศรายวัน เช่น อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน ที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศระดับภูมิภาค ECHAM4-PRECIS ภายใต้เงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงก๊าซเรือนกระจกของการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแบบ A2 และ B2 เพื่อนำมาพัฒนาเป็นฐานข้อมูลสภาพอากาศในอนาคตของพื้นที่กรณีศึกษา และเพื่อใช้ในการพยากรณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบนพื้นที่สูง

ทั้งนี้ภาพฉายสภาพอากาศในอนาคต (climate scenarios) สามารถนำมาจากข้อมูลรายวันทางระบบเผยแพร่ข้อมูลภาพฉายลักษณะอากาศรายวันในอนาคตจากการทำแบบจำลอง (data distribution center for stimulated daily weather variables) ภายใต้โครงการการวิเคราะห์และสังเคราะห์รูปแบบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทยและการจัดทำระบบเผยแพร่ข้อมูลการคาดการณ์ภูมิอากาศระยะยาว (ensemble climate projection and national dissemination system for climate change scenarios) โดยศูนย์จัดการความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (CCKM) ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งได้ใช้แบบจำลองภูมิอากาศโลก หรือ General Circulation Models - GCMs ชื่อว่า ECHAM4 โดยใช้สูตรทางคณิตศาสตร์แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของสภาพอากาศต่างๆ เช่น อุณหภูมิ ความเร็วลม และปริมาณฝน แล้วมีการปรับให้เป็นระดับท้องถิ่นด้วยโมเดลเรียกว่า ECHAM4-PRECIS

ทั้งนี้ได้ทำการค้นหาแบบฝึกตามพื้นที่ที่ต้องการพร้อมกับใช้สมมุติฐานเกี่ยวกับการพัฒนาของเศรษฐกิจ สังคม การเติบโตของประชากร และเทคโนโลยี 2 แบบคือ

(i) A2 ซึ่งเป็นโลกอนาคตที่ภูมิภาคต่างๆ มีความแตกต่างกันมากขึ้น โดยแต่ละภูมิภาคจะให้ความสำคัญกับการพึ่งพาตนเองและการอนุรักษ์เอกลักษณ์ความเป็นท้องถิ่นของตนเอง ไม่ได้เชื่อมโยงเข้าหากันมากนัก ประชากร โลกยังคงขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การพัฒนาเศรษฐกิจจะเน้นที่ระดับภูมิภาค ส่งผลให้รายได้ต่อหัวของประชาชนและการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีเติบโตขึ้นช้าที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเหตุการณ์จำลองอื่นๆ

(ii) B2 ซึ่งเป็นโลกอนาคตที่เน้นการหาทางออกในเรื่องความยั่งยืนทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ที่เน้นการแก้ปัญหาในระดับภูมิภาค ประชากร โลกยังคงขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ต่ำกว่าที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์จำลอง A2 การพัฒนาเศรษฐกิจอยู่ในระดับปานกลาง และมีการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีเร็วกว่า เหตุการณ์จำลอง A2 แม้ว่าอนาคตในเหตุการณ์จำลองนี้จะให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ความเป็นธรรมทางสังคม แต่จะเน้นที่ระดับท้องถิ่นและภูมิภาคเป็นหลัก โดยในอนาคต

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของทั้งสองสมมติฐานจะมีความแตกต่างกันโดย A2 มากกว่า B2 อย่างชัดเจน

3.1.4.2 การวิเคราะห์และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ข้อมูลที่ได้จากโมเดลดังกล่าวจะถูกนำมาปรับแก้ โดยการเทียบกับข้อมูลที่ตรวจวัดจริงในพื้นที่ดังกล่าวก่อนที่จะนำมาวิเคราะห์การคาดการณ์ ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้เป็นเพียงการคาดการณ์ซึ่งจะมีส่วนช่วยในการตัดสินใจ และศึกษาทิศทางแนวโน้มที่จะส่งผลกระทบต่ออนาคตได้ การศึกษาครั้งนี้จะทำสอบเทียบ(calibration) ข้อมูลในอดีต 5-10 ปี (ขึ้นอยู่กับความถี่ของข้อมูลของแต่ละพื้นที่) และหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนและสัมประสิทธิ์การอธิบาย (coefficient of determination) และนำค่าการปรับแก้มาปรับข้อมูลในอนาคต 50 ปี (พ.ศ.2558-2607) เพื่อนำมาเป็นฐานข้อมูลในอนาคตของแต่ละพื้นที่ ภายใต้สมมติฐานของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแบบ A2 และ B2

3.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ

ช่วงเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการนำเสนอครั้งนี้แบ่งเป็น 2 ตอน คือ

3.1.5.1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในช่วงย้อนหลังที่ผ่านมา ได้มาจากข้อมูลที่มีการบันทึกจากการตรวจวัดของสถานีอุตุนิยมวิทยาและการเทียบค่า

1) คำนวณค่าเฉลี่ยรายเดือนของแต่ละปี และความผันแปรของข้อมูลแต่ละปีจาย ได้แก่ Range (จุดสูงสุด-ต่ำสุด รายวันของแต่ละเดือน) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลรายเดือน Standard deviation (SD) ในช่วงระยะเวลาที่มีข้อมูล

2) คำนวณค่าเฉลี่ยของสภาพอากาศโดยเฉลี่ยแต่ละเดือนตลอดระยะเวลาที่มีข้อมูลของแต่ละสถานี ซึ่งค่าเฉลี่ยที่ได้ถือเป็นค่าปีฐาน (normal) ของสภาพอากาศของสถานีนั้นๆ โดยปกติ WMO จะกำหนดไว้เป็นค่าเฉลี่ยจากข้อมูล 30 ปี แต่เนื่องจากมีข้อจำกัดในการเก็บข้อมูลในพื้นที่จึงต้องใช้ระยะเวลาเท่าที่มีการเก็บข้อมูลของแต่ละสถานี (20 ปี อยู่ในช่วงระหว่าง พ.ศ.2531-2556)

3) นำข้อมูลมาวิเคราะห์แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงและความผันแปรในระยะยาวเพื่อใช้ประกอบการอธิบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความผันแปรของผลผลิตไม้ผล

3.1.5.2 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในช่วงอนาคต เป็นข้อมูลที่ได้จากการคาดการณ์ในการคำนวณโดยแบบจำลองภูมิอากาศโลก (Global Circulation Model, GCM) (ECHAM4) แล้วเพิ่มความละเอียดด้วยแบบจำลองระดับภูมิภาค (Regional Climate Model, RCM) จึงในชื่อรวมว่า ECHAM4-PRECIS ภายใต้แนวทางการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกแบบ A2 และ B2

เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองเป็นกรอบพื้นที่ (grid) ขนาด 20 x 20 กิโลเมตร ดังนั้นการเทียบข้อมูลกับสถานีอุตุนิยมวิทยาซึ่งเป็นจุดตำแหน่ง จึงได้เฉลี่ยข้อมูลของพื้นที่ใกล้เคียงมากำหนดเป็นตัวแทนข้อมูลของพื้นที่ศึกษา ซึ่งในที่นี้เลือกสถานีเกษตรหลวงอ่างขางมาเป็น

ต้นแบบในการทดสอบเปรียบเทียบค่าและหาแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศบนที่สูงในพื้นที่ศึกษา มีขั้นตอนการดำเนินการจัดเก็บและวิเคราะห์ดังนี้

- 1) ดึงข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจากการคำนวณโดยแบบจำลองภูมิอากาศโลก (ECHAM4-PRECIS) ในช่วง 50 ปีในอนาคต
- 2) จัดเรียงข้อมูลอุตุนิยมวิทยาด้วยโปรแกรม Microsoft Excel เหมือนกับวิธีการเก็บข้อมูลในอดีต
- 3) เปรียบเทียบและปรับเทียบ (rescale) ข้อมูลด้วยวิธีการที่อ้างอิงจาก Ueangswat and Jintrawet (2014)
- 4) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการเดียวกันกับข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในช่วงย้อนหลังที่ผ่านมา

3.2 การศึกษาและพัฒนาแบบจำลองสภาพภูมิอากาศบนพื้นที่สูงที่พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และแบบจำลองพืชที่พยากรณ์ผลกระทบต่อผลผลิตพืช

3.2.1 พัฒนาแบบจำลองสภาพภูมิอากาศที่พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ดังได้อธิบายการได้มาซึ่งข้อมูลสภาพภูมิอากาศในอนาคตของแต่ละพื้นที่ศึกษา จะทำให้ได้ข้อมูลสภาพอากาศของแต่ละพื้นที่สูงในโครงการหลวงในอนาคตพร้อมกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศในอีก 50 ปีข้างหน้า และนำข้อมูลดังกล่าวมาหาสมการแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิสูงสุดอุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน ในแต่ละพื้นที่เพื่อใช้ในการอธิบายหรือจำลองการเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้นต่อไป

เมื่อได้แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ECHAM4-PRECIS ในอนาคตระยะสั้นและระยะยาวของพื้นที่ศึกษา แล้วนำเสนอด้วยโปรแกรม Arcgis ตามขั้นตอนดังนี้

- 1) นำข้อมูลด้านสภาพภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิสูง อุณหภูมิต่ำ ในช่วงรายวัน รายเดือน รายปี และปริมาณน้ำฝน เป็นต้น มาทำการสร้างข้อมูลในรูปแบบของ Shape file ของสภาพภูมิอากาศ
- 2) นำ shape file ของสภาพภูมิอากาศ ที่ได้มาทำการจัดเรียงข้อมูลใหม่ เช่น ข้อมูลอุณหภูมิใช้สีในการนำเสนอ เป็นต้น แล้วแสดงผลในรูปแบบของภาพสองมิติ

3.2.2 พัฒนาแบบจำลองพืชที่พยากรณ์ผลกระทบต่อผลผลิตพืช (บ๊วยและพลับ) เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อไม้ผลเมืองหนาวบนพื้นที่สูง

1) พัฒนาแบบจำลองพืชที่พยากรณ์ผลกระทบต่อผลผลิตบ๊วยและพลับในพื้นที่ของมูลนิธิโครงการหลวงที่เลือกมาศึกษาของทั้งสองระดับความสูงของพื้นที่ โดยแบ่งเป็นสภาพอากาศที่มีผลกระทบต่อการออกดอกและการพัฒนาของผลบ๊วยและพลับ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรายละเอียดจากแหล่งข้อมูลที่ได้มาของไม้ผลชนิดนั้นๆ ทั้งจากสถานี/ศูนย์ และฝ่ายตลาด

2) เก็บข้อมูลเรื่องพันธุ์ สิ่งแวดล้อมทางภูมิศาสตร์และอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เช่น สภาพแวดล้อมของสถานที่ตั้ง ระดับความสูงของพื้นที่ เป็นต้น เพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์ผลการศึกษาด้วย

3.3 การวิเคราะห์ผลกระทบต่อศักยภาพการแข่งขันของไม้ผลเมืองหนาวที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศบนพื้นที่สูง

3.3.1 วิเคราะห์ปัจจัยสาเหตุที่สำคัญ เวลาการเกิด และจุดวิกฤตของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อการผลิตบ๊วยและพลับ เช่น คุณภาพและปริมาณผลผลิต ศัตรูพืช (โรค แมลง วัชพืช) เป็นต้น

3.3.2 เสนอแนะแนวทางการปรับตัวของเกษตรกรผู้ปลูกบ๊วยและพลับบนพื้นที่สูงทั้งในระยะสั้นและระยะยาว เพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายของผลผลิตจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ

3.4 การจัดอบรมเกี่ยวกับการใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศและแบบจำลองพืชให้กับบุคลากรของมูลนิธิโครงการหลวงและสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง

3.5 สถานที่ดำเนินงานวิจัย

3.5.1 สถานีและศูนย์พัฒนาโครงการหลวง จำนวน 4 แห่ง ได้แก่

- สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ตำบลแม่งอน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่
- สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ ตำบลบ้านหลวง อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่
- ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ ตำบลวัดจันทร์ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่
- ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น ตำบลท่าก้อ อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย

3.5.2 ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่