



รายงานฉบับสมบูรณ์ (Final Report)

โครงการศึกษาผลกระทบของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อผลผลิตของไม้ผลบนพื้นที่สูง

Impacts of Climate on Fruit Production in the Highlands

แผนงานวิจัยเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

โดย

สุรินทร์ นิลสำราญจิต และคณะ

สนับสนุนทุนวิจัยโดย สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

รายงานฉบับสมบูรณ์
(Final Report)

โครงการศึกษาผลกระทบของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อผลผลิตของไม้ผลบนพื้นที่สูง

Impacts of Climate on Fruit Production in the Highlands

แผนงานวิจัยเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

คณะผู้วิจัย

สังกัด

ผศ.ดร.สุรินทร์ นิลสำราญจิต

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ดร.กนิษฐา เอื้องสวัสดิ์

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

นายสุริยา ตาเที่ยง

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ธันวาคม 2561

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยในโครงการทดสอบแบบจำลองสภาพภูมิอากาศต่อการปลูกไม้ผลของมูลนิธิโครงการหลวงนี้ได้รับทุนสนับสนุนในปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 จากสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ที่ได้เล็งเห็นความสำคัญของประเด็นในเรื่องของสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปจากการเกิดสภาวะโลกร้อนที่กำลังเป็นปัญหาหลายอย่างเกิดขึ้นกับไม้ผลบนพื้นที่สูง ซึ่งได้รับการสนับสนุนวิจัยอย่างต่อเนื่องมาเป็นปีที่ 5 เป็นช่วงเวลาศึกษาต่อเนื่องเพื่อให้เห็นผลสำเร็จของงานวิจัยและยังให้ความสำคัญกับแนวทางการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์จากแบบจำลองพืชในพื้นที่ของมูลนิธิโครงการหลวงนี้ด้วย เพื่อเตรียมพร้อมรับมือผลกระทบจากการแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในอนาคต

การดำเนินงานในครั้งนี้ได้เน้นงานไม้ผลเขตหนาวบนพื้นที่สูงที่มีการผลิตภายใต้การดำเนินงานในพื้นที่เกษตรกรรมและมูลนิธิโครงการหลวง โดยเฉพาะสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ป๋นหลวง คณะผู้วิจัยขอขอบคุณท่านผู้อำนวยการ หัวหน้าศูนย์ฯ คุณชาญชัย คำสือ คุณณัฐวิ มาบางครั้ง คุณชัยฤทธิ์ ยุติธรรม คุณนวรรณ์ ดวงดี คุณอังคณา อางรอด รวมถึงผู้ที่มีได้กล่าวนามไว้ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลอุทยานวิทยาและข้อมูลพืชมาใช้ในการศึกษานี้และอำนวยความสะดวกอย่างเต็มที่ทุกประการ รวมถึง ดร.กุลธินี ผิวนิล และ คุณทูลโรย มะลิแก้ว จากงานพัฒนาและส่งเสริมการผลิตไม้ผล สำนักงานมูลนิธิโครงการหลวง ศูนย์อุตุวิทยามหาภาคเหนือ หน่วยงานอื่น ๆ และเกษตรกรในพื้นที่ยินดีให้ผู้วิจัยเข้าไปใช้พื้นที่ในการเก็บข้อมูลและตัวอย่างมาใช้ในการศึกษาได้ตามวัตถุประสงค์ทุกประการ

สุดท้ายนี้ทางคณะผู้วิจัยต้องขอขอบคุณ ดร.อัจฉรา ภาวศุทธิ์ ผู้ประสานงานโครงการวิจัยและเจ้าหน้าที่ของสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ทุกท่านที่ช่วยเหลือในการดำเนินงานและอำนวยความสะดวกเป็นอย่างดี

คณะผู้วิจัย

ธันวาคม 2561

คณะผู้วิจัย

1. ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย). นายสุรินทร์ นิลสำราญจิต
 ชื่อ-สกุล (อังกฤษ) Mr. Surin Nilsamranchit
 คุณวุฒิ ปริญญาเอก
 ตำแหน่ง (ทางวิชาการ/ ราชการ) ผู้ช่วยศาสตราจารย์
 หน่วยงาน สาขาวิชาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์
 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 ที่อยู่ 239 ถ.ห้วยแก้ว ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
 โทรศัพท์/โทรสาร 0-5394-4040 ต่อ 116
 มือถือ 08-1950-4143
 E-mail: surinaggie@hotmail.com
2. ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) นางกนิษฐา เอี้ยงสวัสดิ์
 ชื่อ-สกุล (อังกฤษ) Mrs. Kanita Ueangsawat
 คุณวุฒิ ปริญญาเอก
 ตำแหน่ง (ทางวิชาการ/ ราชการ) นักวิทยาศาสตร์ ชำนาญการ
 หน่วยงาน สาขาวิชาปฐพีศาสตร์ ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์
 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 ที่อยู่ 239 ถ.ห้วยแก้ว ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
 โทรศัพท์/โทรสาร 0-5394-4034 ต่อ 107
 E-mail: kanita.u@cmu.ac.th
3. ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) นายสุริยา ตาเที่ยง
 ชื่อ-สกุล (อังกฤษ) Mr. Suriya Tateing
 คุณวุฒิ ปริญญาโท
 ตำแหน่ง (ทางวิชาการ/ ราชการ) นักวิทยาศาสตร์
 หน่วยงาน สาขาวิชาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์
 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 ที่อยู่ 239 ถ.ห้วยแก้ว ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
 โทรศัพท์/โทรสาร 0-5394-4042 / 0-5394-4086
 E-mail: a_azura@windowslive.com

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

ความเป็นมาของโครงการ

การศึกษาสภาวะโลกร้อนในประเทศไทยในรอบ 30 ปีที่ผ่านมา มีอุณหภูมิสูงขึ้นเฉลี่ย 1 °ซ ซึ่งปรากฏการณ์นี้ส่งผลให้เกิดภัยธรรมชาติต่าง ๆ เช่น ภาวะแห้งแล้งที่รุนแรงและยาวนาน ภาวะฝนตกหนักเกิดแผ่นดินถล่ม น้ำท่วมและเอ่อล้นแหล่งกักเก็บน้ำ ส่งผลกระทบต่อภาคการเกษตรและเศรษฐกิจอย่างสูง (พูลศิริ และนวลปรารค์, 2550) การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลกสะท้อนแนวโน้มที่แท้จริงในระยะยาวประเมินว่าพืชสวนได้รับความเสียหายจากผลกระทบของสภาวะโลกร้อนมากขึ้น (เกียรติอนันต์, 2556) โดยเฉพาะพื้นที่ทำการเกษตรอาศัยน้ำฝนมีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศกับการผลิตไม้ผลเขตหนาวในบริเวณที่มีอากาศหนาวเย็นบนพื้นที่สูงภายใต้ฤดูกาลในรอบปีที่สัมพันธ์กับพัฒนาการของพืชด้วย

ในการศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพอากาศจากข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการให้ผลผลิตของพลับ มะม่วง อาโวคาโดในพื้นที่โครงการหลวงใช้พยากรณ์ปริมาณผลผลิตก่อนการเก็บผลผลิตได้ล่วงหน้าจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ ใช้เป็นเครื่องมือวางแผนการผลิตการตลาด หรือสถานการณ์การผลิตไม้ผล (สุรินทร์ และคณะ, 2560) ควรได้รับการพิจารณาปัจจัยสภาพอากาศเฉพาะในแต่ละท้องที่เพื่อวางแผนการส่งเสริมของแต่ละพื้นที่ ดังนั้น จึงได้ศึกษาสภาพอากาศที่มีต่อระยะวิกฤติการให้ผลผลิตของพลับพันธุ์ P2 และพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวง เพื่อสร้างความสัมพันธ์ในรูปแบบจำลอง สำหรับเตรียมความพร้อมการแปรรูปของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อผลกระทบของผลผลิตไม้ผลบนพื้นที่สูงต่อไป

วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อผลผลิตของพลับและพลัม
- 2) เพื่อสร้างแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ผลผลิตพลับและพลัมด้วยข้อมูลอุตุนิยมวิทยา
- 3) เพื่อเสนอแนะแนวทางการเตรียมพร้อมของเกษตรกรกับผลกระทบจากการแปรรูปของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อผลผลิตพลับและพลัม

ประมวลผลการวิจัยแยกตามวัตถุประสงค์

1. การศึกษาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อผลผลิตของพลับและพลัม

1.1 การศึกษาการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญหรือลานีญาในช่วงเวลาที่ใช้ในการศึกษาการผันแปรสภาพภูมิอากาศที่ผ่านมา

การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในช่วง 32 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2530-2561 มีสภาพภูมิอากาศตามปกติอยู่ร้อยละ 25 ของปีที่ศึกษา โดยเกิดการแปรปรวนของปรากฏการณ์เอนโซเกิดขึ้นค่อนข้างสูงถึงร้อยละ 75 จัดเป็นสภาวะของปรากฏการณ์เอลนีโญมากกว่าลานีญาที่ร้อยละ 40.7 และ 34.4 ตามลำดับ ในปี พ.ศ. 2561 มีแนวโน้มเกิดปรากฏการณ์ลานีญาชนิดอ่อน เริ่มมาตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2560 และต่อเนื่องมาถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 จึงแสดงผลกระทบทำให้อุณหภูมิอากาศค่อนข้างเย็นกว่าปีปกติ และมีปริมาณน้ำฝนสูงขึ้นในบางเดือน จึงส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตของพลับมากขึ้นได้

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญหรือลานีญาในปี พ.ศ. 2546-2560 ช่วงเวลา 15 ปี ต่อการผันแปรของผลผลิตพลัมมีทั้งการเพิ่มขึ้นและลดลงไปจากค่าเฉลี่ย โดยปรากฏการณ์ลานีญาชนิดอ่อน ชนิดปานกลาง และปรากฏการณ์เอลนีโญชนิดอ่อน มีผลกระทบต่อผลผลิตพลับลดลงเล็กน้อย (น้อยกว่าร้อยละ 20) ในทางตรงกันข้ามกับการเกิดปรากฏการณ์ลานีญาชนิดรุนแรงนั้น มีแนวโน้มให้ผลผลิตพลับลดลงในสถานีเกษตรหลวงอ่างขางได้ สำหรับผลผลิตพลัมในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แอ๊ไม่พบความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นและลดลงของปริมาณผลผลิตพลับ แต่มีแนวโน้มลดลงมากในปีที่เกิดปรากฏการณ์ลานีญาชนิดรุนแรงและเพิ่มขึ้นสูงมากในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญชนิดรุนแรงให้ผลในทำนองเดียวกับสถานีเกษตรหลวงอ่างขางด้วย สำหรับผลการศึกษาการผันแปรของผลผลิตพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงระหว่างการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญหรือลานีญาในปี พ.ศ. 2550-2560 ช่วงเวลา 11 ปี ไม่พบความสัมพันธ์ต่อการผันแปรของผลผลิตในสามพื้นที่ศึกษา แต่ปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญชนิดรุนแรงในช่วงต้นปีที่มีสภาพอากาศอุณหภูมิสูงและแห้งแล้งกว่าปีปกติ มีแนวโน้มที่ผลผลิตเพิ่มขึ้นปีอื่น ๆ ควรมีการศึกษายืนยันในระยะยาวถึงผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตในพื้นที่ศึกษาต่อไป

ความสัมพันธ์ของดัชนีปรากฏการณ์เอนโซ (ENSO) ชนิด SOI ระหว่างค่าเฉลี่ยของ 3 เดือนในช่วงเวลาตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม-มกราคม (NDJ) ถึงเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน-ธันวาคม (OND) ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่การพักตัวของต้นพลัม ในปี พ.ศ. 2546-2560 ช่วงเวลา 15 ปี ของพื้นที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางและศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แอ๊ แสดงความสัมพันธ์ค่อนข้างต่ำไม่เกิน 0.50 โดยค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบ ยกเว้นในพื้นที่ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขางในช่วงเดือนเมษายน-พฤษภาคม-มิถุนายน (AMJ) ถึงเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม-กันยายน (JAS) ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวก

สำหรับพื้นที่ปลูกพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงในปี พ.ศ. 2550-2560 ช่วงเวลา 11 ปี ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ป๋นหลวง และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำซุ่น ในช่วงตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม-มกราคม (NDJ) ถึงเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน-ธันวาคม (OND) ซึ่งเป็นช่วงการพักตัวของต้นพลัม ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน ดังนั้น ค่าเฉลี่ย 3 เดือน SOI จึงยังไม่เหมาะสมในการนำมาใช้หาความสัมพันธ์กับผลผลิตของไม้ผลในพื้นที่ศึกษาได้

1.2 การศึกษาข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่มีผลกระทบต่อระยะวิกฤติของการให้ผลผลิตของพลัมและพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวง

การศึกษาข้อมูลสภาพอากาศในพื้นที่ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขางมีอากาศเย็นตลอดทั้งปี อุณหภูมิสูงสุดไม่เกิน 30 °ซ อุณหภูมิต่ำสุดมีค่าน้อยจึงเกิดน้ำค้างแข็งได้ พบความแตกต่างกันของอุณหภูมิรายวันมีค่ามากช่วงเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ ในเดือนมีนาคมมีอุณหภูมิสูงขึ้นและมีการตกของฝนได้ เนื่องจากสภาพอากาศมีความชื้นค่อนข้างสูง โดยเฉพาะเดือนเมษายนมีการตกของฝนและลูกเห็บได้บ้าง การตกของฝนเริ่มมีประปรายระยะติดผลอ่อนและการกระจายตัวของฝนเกิดสม่ำเสมอขึ้นในระยะการเจริญเติบโตของผล

สภาพอากาศในพื้นที่ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮมีอากาศเย็นในเดือนมกราคมที่มีอุณหภูมิสูงสุดไม่เกิน 30 °ซ อุณหภูมิต่ำสุดต่ำกว่า 10 °ซ ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์เป็นต้นไปมีอุณหภูมิสูงขึ้นตามลำดับอย่างต่อเนื่อง พบความแตกต่างกันของอุณหภูมิรายวันมีค่ามากช่วงเดือนมกราคมถึงมีนาคม ซึ่งช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายนมักพบได้ในวันที่มีฝนตกหรือฟ้าครึ้มมีหมอกมากหรือเกิดการตกของลูกเห็บในช่วงพัฒนาการระยะติดผลอ่อนของพลัมด้วยเช่นกัน

สภาพอากาศในพื้นที่ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ป๋นหลวงในเดือนมกราคมมีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 26 °ซ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 9 °ซ โดยมีสภาพอากาศหนาวเย็นตลอดทั้งวันและมีหมอกหนาในตอนกลางวัน ในเดือนกุมภาพันธ์เริ่มมีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง พบความแตกต่างกันของอุณหภูมิรายวันมีค่ามากช่วงเดือนกุมภาพันธ์จนถึงเดือนเมษายน

การเจริญเติบโตของต้นพลัมพันธุ์ P2 เกิดขึ้นจากการเจริญของตาในช่วงประมาณปลายเดือนกุมภาพันธ์หลังจากต้นพันธุ์การพักตัวในฤดูหนาวแล้ว ยอดและกิ่งเจริญอย่างรวดเร็วประมาณเดือนมีนาคม พร้อมกับการออกดอกบริเวณซอกใบที่โคนกิ่งใหม่ จากการศึกษาในปี พ.ศ. 2560 ได้ศึกษาในพื้นที่ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ไม่พบการร่วงของดอกสัมพันธ์กับข้อมูลสภาพอากาศ การติดผลเกิดขึ้นได้อย่างต่อเนื่อง แต่พบการร่วงของผลอ่อนตั้งแต่ช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายนที่มีสภาพอากาศแปรปรวน สภาพอากาศช่วงต้นเดือนเมษายนส่งผลกระทบต่อกรร่วงของผลอ่อนได้อย่างต่อเนื่องจนถึงเดือนพฤษภาคมเป็นระยะวิกฤติที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจน พบความสัมพันธ์แบบ

เชิงเส้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อการร่วงของผลจากค่าอุณหภูมิสูงสุดรายวันในวันที่ 3 (3dTmax) ก่อนการร่วงของผล ตามสมการ $YD = -58.467 + 2.027(3dTmax)$

ในปี พ.ศ. 2561 นี้ จึงได้ศึกษาทบทวนผลกระทบของสภาพอากาศต่อระยะวิกฤติการให้ผลผลิตของพลัมพันธุ์ P2 ในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางที่ผ่านมา พบว่าการร่วงของผลเกิดขึ้นตั้งแต่กลางเดือนเมษายนถึงต้นเดือนพฤษภาคมในระยะผลอ่อนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางผลระหว่าง 1.5-2.2 เซนติเมตรและเกิดการร่วงเล็กน้อยในช่วงที่ผลมีขนาดใหญ่ขึ้น พบความสัมพันธ์ทางสถิติของค่าอุณหภูมิสูงสุดรายวันในวันที่ 4 (4dTmax) ก่อนการร่วงของผลอ่อน แสดงเป็นสมการได้ คือ $Y_{PDA} = 368.981 - 13.020(4dTmax)$ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) เท่ากับ 0.998 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.996 และค่า P-value เท่ากับ 0.042 ผลการศึกษาในพื้นที่ศึกษาของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮกับพลัมพันธุ์ P2 พบการร่วงของผลอ่อนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 1.5-2.2 เซนติเมตรตั้งแต่ช่วงกลางเดือนเมษายนเช่นกัน พบว่าค่าอุณหภูมิสูงสุดรายวันในวันที่ 5 (5dTmax) ก่อนการร่วงของผลนั้น มีผลกระทบแสดงเป็นสมการเส้นตรงได้ คือ $Y_{PDM} = -104.507 + 3.694(5dTmax)$ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) เท่ากับ 0.999 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.999 และค่า P-value เท่ากับ 0.022

การเจริญเติบโตของพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงเกิดขึ้นจากการเจริญของตาดอกบานประมาณปลายเดือนมกราคม ช่วงเวลาการบานดอกใช้เวลาสั้น ๆ จากนั้นมีการพัฒนาของผลอ่อนเจริญต่อเนื่องตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคมที่มีสภาพอากาศค่อนข้างแปรผันรายวัน แต่ระยะผลแก่ในเดือนพฤษภาคมมีสภาพอากาศแตกต่างของอุณหภูมิรายวันไม่มากนัก ในพื้นที่ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขางพบการร่วงของผลในช่วงกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนมีนาคมในระยะติดผลอ่อนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 1.0-2.0 เซนติเมตร พบความสัมพันธ์ทางสถิติของค่าอุณหภูมิสูงสุดรายวันในวันที่ 9 (9dTmax) ก่อนการร่วงของผล ตามสมการ $Y_{BDA} = 280.285 - 9.421(9dTmax)$ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) เท่ากับ 1.000 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.999 และค่า P-value เท่ากับ 0.016

ผลการศึกษาในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ป๋นหลวง พบการร่วงของผลอ่อนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 1 เซนติเมตรก่อนการพัฒนากะลาแข็งข้างในผลตั้งแต่ในช่วงกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงต้นเดือนมีนาคม พบว่าค่าอุณหภูมิสูงสุดรายวันในวันที่ 5 (5dTmax) ก่อนการร่วงของผล ตามสมการเส้นตรง $Y_{BDP} = -16.591 + 24.670(5dTmax)$ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) เท่ากับ 1.000 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 1.000 และค่า P-value เท่ากับ 0.010 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วย การเก็บเกี่ยวผลพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงในพื้นที่ปลูกของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ป๋นหลวงอยู่ประมาณต้นเดือนพฤษภาคม ซึ่งเร็วกว่าในพื้นที่ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ซึ่งผลสุกแก่ประมาณปลายเดือนพฤษภาคม

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ของปัจจัยสภาพอากาศต่อการร่วงของผลในไม้ผลบนพื้นที่สูงในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวง

ชนิดไม้ผล	พื้นที่ศึกษา	สมการ	P-value	R	R ²
พลับ	สถานีฯ อ่างช้าง	$Y_{PDA} = 368.981 - 13.020(4dT_{max})$	0.042	0.998	0.996
พันธุ์ P2	ศูนย์ฯ แม่แฮ	$Y_{PDM} = -104.507 + 3.694(5dT_{max})$	0.022	0.999	0.999
พลัม	สถานีฯ อ่างช้าง	$Y_{BDA} = 280.285 - 9.421(9dT_{max})$	0.016	1.000	0.999
พันธุ์แดงบ้านหลวง	ศูนย์ฯ แม่ป๋นหลวง	$Y_{BDP} = -16.591 + 24.670(5dT_{max})$	0.010	1.000	1.000

โดยที่ 4dT_{max} = อุณหภูมิสูงสุดรายวันในวันที่ 4 ก่อนการร่วงของผล, 5dT_{max} = อุณหภูมิสูงสุดรายวันในวันที่ 5 ก่อนการร่วงของผล, 9dT_{max} = อุณหภูมิสูงสุดรายวันในวันที่ 9 ก่อนการร่วงของผล

2. การสร้างแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ผลผลิตพลับและพลัมด้วยข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

การปลูกพลัมในพื้นที่ที่สูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 700 เมตรขึ้นไป เป็นพันธุ์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ปริมาณผลผลิตโดยรวมทั้งหมดในปี พ.ศ. 2560 มีผลผลิตพลัมมากกว่า 60,554 กิโลกรัม ข้อมูลการส่งผลผลิตจำหน่ายยังไม่แน่นอนนัก ประกอบกับบริเวณพื้นที่ปลูกได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศมาเกี่ยวข้องในระยยะพัฒนาการของผลด้วย จึงทำให้ผลผลิตเสียหายได้ด้วย ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่นและศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ป๋นหลวงมีจำนวนข้อมูลที่ได้มาไม่สมบูรณ์และค่อนข้างจำกัด จึงไม่ให้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมสำหรับเป็นแบบจำลองพืชที่ใช้พยากรณ์ผลผลิตพลัมได้ สำหรับพื้นที่ของสถานีเกษตรหลวงอ่างช้าง ได้ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นจากข้อมูลในช่วงเวลา 3 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2558-2560 โดยมีตัวแปรจากอุณหภูมิต่ำสุดในเดือนมกราคมที่เป็นระยะการพักตัวก่อนการออกดอกที่มีความสัมพันธ์กับการให้ผลผลิตคือ $YB = -3965.129d_1 + 33808.294$ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ระหว่าง 0.982 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R²) ระหว่าง 0.965 และค่า P-value เท่ากับ 0.035 มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงนำมาสร้างแบบจำลองพืชที่ใช้พยากรณ์ผลผลิตล่วงหน้าได้ในช่วง 4 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว ผลการทดสอบย้อนกลับใกล้เคียงกับข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงมีค่าเบี่ยงเบนไปเพียงร้อยละ 0.6 เท่านั้น จึงนำไปใช้สำหรับเตรียมพร้อมในการรองรับผลกระทบจากสภาพอากาศที่เกิดขึ้นต่อการให้ผลผลิตของพลัม

ผลการทดสอบแบบจำลองพืชของพลับจากผลการศึกษาในปี พ.ศ. 2559 ได้ความสัมพันธ์ของปริมาณผลผลิตกับจำนวนวันที่มีฝนตกในช่วงเดือนก่อนระยะเก็บเกี่ยวที่กระทบต่อการให้ผลผลิตของพลับ แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้นำเสนอเป็นแบบจำลองพืช (พลับ) ของสถานีเกษตรหลวงอ่างช้าง (YPA₅₉) ให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R²) เท่ากับ 0.487 สัมพันธ์กับจำนวนวันฝนตกสะสมของเดือนมีนาคมถึงมิถุนายน ซึ่งเป็นช่วงการติดผลอ่อนถึงระยะการพัฒนาของผลสามารถพยากรณ์ล่วงหน้าได้ในช่วง 2-6 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว และได้นำมา

เปรียบเทียบประสิทธิภาพกับแบบจำลองพืช YPA, YPA(1), YPA(2), YPA(3), YPA(4) โดยผลการทดสอบในปี พ.ศ. 2560 ตามแบบ YPA(1), YPA(2) และ YPA(3) ให้ค่าเบี่ยงเบนไปเพียงร้อยละ 0.5, 9 และ 4 เท่านั้น เช่นเดียวกับแบบจำลองพืช YPA₅₉ ให้ค่าเบี่ยงเบนไปไม่มากนัก ซึ่งแสดงผลการคาดการณ์ได้ใกล้เคียงผลผลิตจริง สำหรับผลการทดสอบในปี พ.ศ. 2561 นี้ ตามแบบ YPA, YPA(1), YPA(2), YPA(3) และ YPA(4) ได้ผลการคาดการณ์ปริมาณผลผลิตอยู่ระหว่าง 2,182-2,560 กิโลกรัม และตามแบบจำลองพืช YPA₅₉ ให้ค่าเท่ากับ 3,734 กิโลกรัม ซึ่งเปรียบเทียบกับปริมาณผลผลิตจริงที่ได้เท่ากับ 2,800 กิโลกรัม

สำหรับพื้นที่ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แอ้ได้ความสัมพันธ์ของการให้ผลผลิตกับจำนวนวันที่มีฝนในเดือนมกราคมตามแบบจำลองพืช $YPM_{59} = 3830.93 + 6382.18b_1$ สามารถพยากรณ์ล่วงหน้าได้ในช่วง 6 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว โดยผลการทดสอบแบบจำลองพืชในปี พ.ศ. 2560 คาดการณ์ว่าผลผลิตจะมีออกมาค่อนข้างมากถึง 61,217 กิโลกรัม ซึ่งมีความเบี่ยงเบนไปร้อยละ 20 กับผลผลิตจริงมีค่าเท่ากับ 50,707 กิโลกรัม แต่การทดสอบในปี พ.ศ. 2561 คาดการณ์ผลผลิตตามแบบจำลองพืชเพียง 3,831 กิโลกรัมเท่านั้น แต่ข้อมูลผลผลิตที่ได้มาจริง จำนวน 48,561 กิโลกรัม ให้ค่าเบี่ยงเบนไปถึงร้อยละ 92 ซึ่งผิดพลาดไปอย่างมากจากการแทนค่าในแบบจำลองพืชด้วยจำนวนวันฝนตกในเดือนมกราคมส่งผลต่อการคาดการณ์มีโอกาสผิดพลาดสูง ทำให้ประสิทธิภาพของแบบจำลองพืชนี้ไม่แม่นยำได้

ในการศึกษาที่ผ่านมา แบบจำลองพืช YPH₅₉ ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น แสดงค่าแตกต่างของข้อมูลปริมาณผลผลิตจริงกับแบบจำลองพืชที่คลาดเคลื่อนไปอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปี พ.ศ. 2559 มีปริมาณผลผลิตส่งออกจำหน่ายเหลือเพียง 20 กว่ากิโลกรัม ซึ่งลดลงไปจากปริมาณผลผลิตที่มากกว่า 11,300 กิโลกรัม สำหรับการทดสอบในปี พ.ศ. 2561 ยังให้ผลต่างของข้อมูลผลผลิตเบี่ยงเบนไปอย่างมากจากข้อมูลผลผลิตที่มากกว่า 64,168 กิโลกรัม มีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็นเท่าตัว จึงอาจมีความผิดปกติของปริมาณผลผลิตที่สามารถผลิตได้ประมาณ 17,000 กิโลกรัม น่าจะเกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการทำให้ข้อมูลผลผลิตที่ได้มาผิดพลาดอย่างไม่น่าเชื่อถือ ดังนั้น หากมีปัจจัยด้านอื่น ๆ เข้ามามีอิทธิพลด้วยแล้วจะไม่สามารถใช้แบบจำลองพืชในการพยากรณ์ผลผลิตได้

3. เสนอแนะแนวทางการเตรียมพร้อมของเกษตรกรกับผลกระทบจากการแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อผลผลิตพลับและพลัม

แนวทางการรับมือภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของเกษตรกรต้องให้ความสำคัญของผลกระทบจากการแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศเพื่อลดความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นต่อผลผลิตพลับและพลัมบนพื้นที่สูงในอนาคต มีการจัดทำแผนการปรับตัวการวางแผนการผลิตพืชที่หลากหลาย การเลือกพื้นที่ปลูก และคาดการณ์สถานการณ์การผลิตพืชให้สอดคล้องกับการตลาดและนโยบาย

การส่งเสริมการเกษตร การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างเหมาะสม การจัดหาแหล่งน้ำ การปลูกป่า การรักษาสิงแวดล้อมให้คงอยู่อย่างยั่งยืนในชุมชน รวมถึงการไม่ทำลายทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่แล้ว ให้ลดน้อยลงซึ่งการรักษาสภาพแวดล้อมมีผลต่อระบบนิเวศทางธรรมชาติ

การดำเนินการเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงในอนาคต จำเป็นต้องพิจารณาในบริบทเชิงพื้นที่ตามความสูงของพื้นที่ การผลิตไม้ผลแต่ละชนิดที่มีความต้องการสภาพอากาศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันไป มีการนำเทคโนโลยีการผลิตพืชมาปรับใช้อย่างเหมาะสม การเพิ่มคุณภาพผลผลิตทดแทนปริมาณที่สูญเสีย เพื่อเตรียมพร้อมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศต่อผลกระทบการดำรงชีพและการประกอบอาชีพเกษตรกรของแต่ละพื้นที่ที่แตกต่างกันไป จึงต้องมีการปรับตัวระดับชุมชนในมุมมองแบบองค์รวมของการปลูกพืชอื่นที่เหมาะสมต่อการเกษตรในพื้นที่สูงของมูลนิธิโครงการหลวงสำหรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต

สรุปผลการวิจัย

การแปรปรวนของปรากฏการณ์เอลนีโญเกิดขึ้นค่อนข้างสูงถึงร้อยละ 75 จัดเป็นสภาวะของปรากฏการณ์เอลนีโญมากกว่าลานีญา ในปี พ.ศ. 2561 มีแนวโน้มเกิดปรากฏการณ์ลานีญาชนิดอ่อน แสดงผลกระทบทำให้อุณหภูมิอากาศค่อนข้างเย็นและมีปริมาณน้ำฝนสูงขึ้นในบางเดือน ความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดปรากฏการณ์ลานีญาชนิดรุนแรงมีแนวโน้มให้ผลผลิตพลับพลึงได้ แต่ไม่พบความสัมพันธ์ต่อผลผลิตพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงอย่างชัดเจน ส่วนค่าเฉลี่ย 3 เดือน SOI ยังไม่เหมาะสมในการนำมาใช้หาความสัมพันธ์กับผลผลิตของไม้ผล จึงควรมีการศึกษาระยะยาวต่อไป

การศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพภูมิอากาศต่อระยะวิกฤติการผลิตพลัมพันธุ์ P2 และพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวง โดยมีอุณหภูมิสูงสุดรายวันก่อนการร่วงของผลเป็นปัจจัยสภาพอากาศที่นำมาสร้างเป็นแบบจำลองพยากรณ์ร้อยละการร่วงของผลพลัมในสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง (YP_{ANK}) และในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ (YP_{MHE}) และแบบจำลองพยากรณ์ร้อยละการร่วงของผลพลัมในพื้นที่ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง (YD_{ANK}) และในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปุนหลวง (YD_{MPL}) แสดงความสัมพันธ์สมการแบบเชิงเส้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจในระดับเป็นที่น่าพอใจ ใช้คาดการณ์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้

ผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณผลผลิตพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่นและศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปุนหลวงไม่ให้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมสำหรับเป็นแบบจำลองพืชได้ สำหรับสถานีเกษตรหลวงอ่างขางได้ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นจากข้อมูลระหว่าง พ.ศ. 2558-2560 โดยมีอุณหภูมิต่ำสุดในเดือนมกราคมมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้ผลผลิต ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจในระดับเป็นที่

นำพื่อใจ ใช้พยากรณ์ผลผลิตล่วงหน้าได้ในช่วง 4 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวสำหรับเตรียมพร้อมรองรับผลกระทบต่อการให้ผลผลิตของพลัม

ผลการทดสอบแบบจำลองพืชของพลัมในสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง (YPA₅₉) ให้ค่าใกล้เคียงผลผลิตจริงคลาดเคลื่อนไม่มากนัก สำหรับในปี พ.ศ. 2561 นี้ ตามแบบจำลองพืชได้ผลการคาดการณ์ปริมาณผลผลิตอยู่ระหว่าง 2,182-2,560 กิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตจริง 2,800 กิโลกรัม สำหรับผลการทดสอบตามแบบจำลองพืช YPM₅₉ ในปีพ.ศ. 2561 ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ ให้ค่าเบี่ยงเบนไปจากข้อมูลจริงไม่เกินร้อยละ 20 สำหรับผลการทดสอบแบบจำลองพืช YPH₅₉ ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุนนั้นให้ค่าคลาดเคลื่อนไปอย่างมาก ดังนั้น หากมีปัจจัยด้านอื่น ๆ เข้ามามีอิทธิพลด้วยแล้วจะไม่สามารถใช้แบบจำลองพืชในการพยากรณ์ผลผลิตได้

แนวทางการเตรียมพร้อมของเกษตรกรบนพื้นที่สูงกับผลกระทบจากการแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศด้วยการรับรู้ข้อมูลข่าวสารและผลกระทบกับการประกอบอาชีพด้านเกษตรกรรม การเลือกพื้นที่ปลูกและปรับสมดุลของสภาพแวดล้อมในพื้นที่ การใช้เทคโนโลยีการผลิตพืชที่เหมาะสม เพื่อการเตรียมพร้อมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นพร้อมกับหาวิธีการและกลยุทธ์การปรับตัวของเกษตรกรจากผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต



Executive Summary

Background of the project

The study of global warming in Thailand over the past 30 years has seen a rise in temperature of 1 degree Celsius, which results in natural disasters such as severe droughts, heavy rain, floods, and overflows. These impacts affect the high damages on agriculture and the economy (Poolsiri and Nuanprang, 2550). Changes in global temperature reflect the true long-term trend that horticultural crops are being damaged by the effects of global warming (Kriat-anan, 2556), especially in rainfed area where agriculture is sensitive to climate change for the production of temperate fruit trees grown in cold weather on the highland areas under seasonal conditions related to plant development.

The study of relations between the weather by meteorological data as a variable influenced on the production of persimmon, mango, and avocado in the Royal Project areas used to forecast the yield before harvest which influencing by climate change as the tool in order to plan the fruit production, marketing, or its situation (Surin *et al.*, 2560). It should be considered the specific weather factor in each locality to that area for planning the extension work. Therefore the study on the weather relates to the production critical stage of persimmon cv. P2 and plum cv. Dang Ban Luang in the Royal Project areas is determined modeling to prepare for climate change on the impact of highland fruit yield in the highlands.

Objectives

1. To study the relationship of climate change to the yield of persimmon and plum
2. To create a model for predicting plum and plum yield by meteorological data
3. To provide guidance for fruit grower on the impact of climate variability on persimmon and plum yields

Processing research separated by purpose

1. Study on the relationship of climate change on the yield of persimmon and plum

1.1 Study of the El Niño or La Niña phenomenon at the past period of the climate change

The climate change during the 32 years in the years 2530-2561 had the 25 % normal climate of the study period. The variation of the ENSO phenomenon was quite high, up to 75%, the phenomenon of El Niño more than La Niña at 40.7% and 34.4%, respectively. In the year 2561, it showed a tendency of La Niña phenomenon in weak type that the weather was cooler than the normal year and the precipitation happened higher in some months which there was an impact on increasing of the persimmon yield.

A study of the relationship between the occurrence of the El Niño or La Niña phenomenon in the years 2546-2560 over a period of 15 years, varied in persimmon productivity both of increased and decreased yields from the mean. The effect of La Niña in weak type, medium type, and El Niño in strong type decreased slightly the persimmon yield (less than 20%). In contrast to the La Niña in strong type, there was a tendency for decreasing the persimmon yield in the Ang Khang Royal Agricultural Station. Whereas in the Mae Hae Project Development Center area had not correlated with the increase and decrease in the persimmon yield but it showed a trend of decline in the occurrence of the La Niña in strong type as same as the increase dramatically in the year of the El Niño in strong type similarly to Ang Khang Royal Agricultural Station. The results of the study on the variation of plum cv. Dang Ban Luang yield during the El Niño or La Niña events in the year 2550-2560 during the 11-year period did not find any correlation to the variance in the three study locations. But the year of El Niño in strong type at the beginning of the year with high temperatures and arid conditions had a trend of increased yield, it should have a long-term positive impact on yields in this study area.

The relationship between the ENSO phenomena of SOI type between the 3-month mean, from November-December-January (NDJ) to October-November-December (OND) at the dormant period of persimmon trees was studied during the

period of 15 years in the Ang Khang Royal Agricultural Station and Mae Hae Royal Development Project areas. The relationship was relatively low with a negative coefficient of 0.50, except in the area of Ang Khang Royal Agricultural Station during April-May-June (AMJ) to July-August-September (JAS) was a positive coefficient. For the area of plum cv. Dang Ban Luang in the years 2550-2560, the period of 11 years of Ang Khang Royal Agricultural Station. Mae Poon Luang Royal Development Project and Huay Nam Khun Royal Development Project during November-December-January (NDJ) to October-November-December (OND), which affected the dormant period of plum trees was no statistically significant relationship. Therefore, the average of 3 months SOI was not suitable to be used in relation to the yield of fruit trees in the study areas.

1.2 The study of climate data on the impact to productivity critical period of persimmon and plum cv. Dang Ban Luang yields in the Royal Project areas

The weather data of the Ang Khang Royal Agricultural Station area was cool throughout the year with the maximum temperature not over 30 degrees Celsius and the minimum temperature below so happened the frost. Differences in daily temperature were high from January to February. There was a rising temperature and the rainy with high humidity in March especially maybe rain and hail in April. Rainfall had sporadically affected at the young fruit stage and the rainfall distribution was consistent at the fruit growth stage.

The weather of the Mae Hae Royal Project Development Center area was cool in January with maximum temperature under 30 degrees Celsius and the minimum temperature be lower than 10 degrees Celsius. The daily temperature continued to rise since February. The difference in daily temperatures was high from January to March. It was usually rainy days, hazy conditions, haze or hail from March to April at the young fruit stage of persimmon.

The weather of the Mae Poon Luang Royal Project Development Center area was cool all day and foggy weather in January with the average maximum temperature of 26 degrees Celsius and the average minimum temperature of 9 degrees Celsius. The daily temperature continued to rise since February. The differences in daily temperature were high from February to April.

The growth of persimmon cv.P2 emerged from the bud after a break of rest in the winter at the end of February. Shoots and branches grew rapidly in March. Flowering found at the leaf axile from the base position of new branches. In the past study of the year 2560, the weather was not correlated to flower drop in the Ang Khang Royal Agricultural Station area. Fruit setting was happened continuous, however, the young fruit drop occurred from March to April under variable weather. The weather in early April affected continuously the young fruit drop until May as a critical period. The linear correlation coefficient was statistically significant by the maximum temperature at 3 days before the fall (3dTmax) as followed the equation was $YD = -58.467 + 2.027 (3dTmax)$.

In the year 2561, a study on the impact of weather on the productivity critical period of persimmon cv.P2 in Ang Khang Royal Agricultural Station was repeated. Results showed that the fruit drop occurred from mid-April to early May in young fruit with 1.5-2.2 cm of diameter and a slight decrease after fruit growth. The linear correlation coefficient was statistically significant by the daily maximum temperature at 4 days before the fall (4dTmax) as followed the equation was $Y_{PDA} = 368.981 - 13.020(4dTmax)$ with the correlation coefficient (R) of 0.998, the determination coefficient (R^2) of 0.996, and the P-value of 0.042. For the persimmon cv.P2 in Mae Hae Royal Project Development Center, it found the fruit drop occurred from mid-April in young fruit with 1.5-2.2 cm of diameter. The linear correlation coefficient was statistically significant by the daily maximum temperature at 5 days before the fall (5dTmax) as followed the equation was $Y_{PDM} = -104.507 + 3.694(5dTmax)$ with the correlation coefficient (R) of 0.999, the determination coefficient (R^2) of 0.999, and the P-value of 0.022.

The growth of plum cv. Dang Ban Luang emerged from the floral bud in late January. Flowering had a short period before the young fruit development continuous under the daily variable weather from February to March. The differences in daily temperature were not high at the mature stage in May. Under the Ang Khang Royal Agricultural Station area found the young fruit drop at 1.0-2.0 cm of diameter in the mid-February to mid-March. The linear correlation coefficient was statistically significant by the daily maximum temperature at 9 days before the fall (9dTmax) as

followed the equation was $Y_{BDA} = 280.285 - 9.421(9dT_{max})$ with the correlation coefficient (R) of 1.000, the determination coefficient (R^2) of 0.999, and the P-value of 0.016.

Study results in the Mae Poon Luang Royal Project Development Center were found the young fruit drop at more 1 cm of diameter before pit hardening in the mid-February to early March. The linear correlation coefficient was statistically significant by the daily maximum temperature at 5 days before the fall (5dT_{max}) as followed the equation was $Y_{BDP} = -16.591 + 24.670(5dT_{max})$ with the correlation coefficient (R) of 1.000, the determination coefficient (R^2) of 1.000, and the P-value of 0.010. Harvesting time of plum cv. Dang Ban Luang in the Mae Poon Luang Royal Project Development Center was in early May faster than the Ang Khang Royal Agricultural Station areas in late May.

Table 1 Relationship of climate factors on fruit drop in fruit trees on highlands in the Royal Project Foundation areas

Kind of fruit tree	Location	Equation	P-value	R	R^2
Persimmon cv. P2	Ang Khang Station	$Y_{PDA} = 368.981 - 13.020(4dT_{max})$	0.042	0.998	0.996
	Mae Hae Center	$Y_{PDM} = -104.507 + 3.694(5dT_{max})$	0.022	0.999	0.999
Plum cv. Dang Ban Luang	Ang Khang Station	$Y_{BDA} = 280.285 - 9.421(9dT_{max})$	0.016	1.000	0.999
	Mae Poon Luang Center	$Y_{BDP} = -16.591 + 24.670(5dT_{max})$	0.010	1.000	1.000
Remarks 4dT _{max} = the daily maximum temperature on day 4 before fruit drop 5dT _{max} = the daily maximum temperature on day 5 before fruit drop 9dT _{max} = the daily maximum temperature on day 9 before fruit drop					

2. Modeling for forecasting of persimmon and plum yield by meteorological data

Plum production of 700 meters above sea level area had imported the cultivars from the other countries. Total yield in the year 2560 was more than 60,554 kilograms. The yield data were still not clear. Including to the growing areas were affected by climate change damaged yield at the fruit development of plum. The data analysis of the Huai Nam Khun Royal Project Development Center and the Mae Poon Luang Royal Project Development Center were incomplete and

insufficient, then no results for suitable modeling predicted plum yield. For the Ang Khang Royal Agricultural Station, linear regression analysis was performed from the data for the 3 years period during the years 2558-2560, which the minimum temperature in January correlated to plum yield as followed the equation of $YB = -3965.129d1 + 33808.294$ with the correlation coefficient (R) of 0.982, the determination coefficient (R^2) of 0.965 and the P-value of 0.035 was statistically significant. This plant model could be used to predict yield in the 4 months before harvest. It is used to prepare for the impact of weather conditions on the yield of plums.

The validated results of the plant model of persimmon in the year 2559 were calculated with the correlations of precipitation frequency before the harvest months when the impact on persimmon production. It was proposed as a plant model (YPA_{59}) of Ang Khang Royal Agricultural Station with the determination coefficient (R^2) of 0.487 which correlated with the rainy day's number of March to June at the fruit developmental stage and predicted for 2-6 months before harvest. The validation of the model (YPA_{59}) was compared with YPA, YPA(1), YPA(2), YPA(3), and YPA(4). The model (YPA_{59}) showed not so much deviation while the other models of YPA(1), YPA(2) and YPA(3) gave only 0.5, 9, and 4% of the deviations, respectively. The results showed similar values with the approximated yields. The validated results of the year 2561 followed as YPA, YPA (1), YPA (2), YPA (3) and YPA (4) was about 2,182-2,560 kilograms, while the model (YPA_{59}) gave 3,734 kilograms compared with the actual yield was 2,800 kilograms in the year 2561.

For the Mae Hae Royal Project Development Center area, the equation of $YPM_{59} = 3830.93 + 6382.18b_1$ was proposed as a plant model (YPM_{59}) which correlated with the rainy day's number of January and predicted for 6 months before harvest. The validated results of the plant model in the year 2560 expected to yield up to 61,217 kilograms, which closed to the output yield of 50,707 kilograms with a deviation of 20%. However, in the year 2561, of the plant model was estimated only 3,831 kilograms, but the actual yield of 48,561 kilograms gave a deviation of 92%, which was a huge mistake in representing the plant model by the number of rainy

days in January with a high probability of error. The effectiveness of this plant model was not accurate.

In the previous study, the YPH₅₉ model of the Huai Nam Khun Royal Project Development Center revealed the differences from the forecasted yield in the year 2560. It reduced to just over 20 kilograms, which was reduced from the quantitative production of more than 11,300 kilograms. In the year 2561, it also gained erroneous differences in yield data of 64,168 kilograms from their productivity amount of 17,000 kilograms. They may be irregularities in yield which related to management. If there are other factors influencing it, then the model can not be used forecasting in yield.

3. Suggestions for growers' preparedness guidelines on the effects of climate variability on persimmon and plum yields

Approach to deal with the climate change situation, farmers must consider attention the importance of the fluctuations in climate impact for reducing the risk arising the production of persimmon and plum on the highland areas in the future. They should have plans to adapt to a wide variety of plant production, appropriated planting area and estimating the crop production accordance with marketing and the agricultural extension policy, proper natural resources use, water resources supply, planting forests, environmental protection to remain in the community, including non-destructive to the existing natural resources diminish that affect environment and the natural ecosystem.

Actions to future change arrangement, it needs to consider in spatial context according to the height levels of the area. Each type of fruit grows under different climatic conditions suitable for production. The appropriate technology of crop production has been adapted. Crop quality improvement can be the replacement the lost quantity to prepare for climate change impacts on livelihoods and agricultural occupations in different areas. Community-based adaptation to the holistic view of alternative cropping in the highlands under the Royal Project Foundation for climate change in the future is needed.

Conclusion

The variable of the ENSO phenomenon was quite high, reaching 75%. It was the situation of the El Niño more than La Niña. As the weather of the year 2561 involved by a trend of La Niña phenomenon in weak type that affected relatively cool air temperature and the higher rainfall in some months. The relationship between the La Niña in strong type showed likely a trend of the decreased persimmon yield, while no significant relationship on the yield of plum cv. Dang Ban Luang. Also, the 3-month mean of SOI was not suitable to use in relation to fruit yield. It should be continued in the long-term study.

A study on the relationship of climate to the production critical period of persimmon cv.P2 and plum cv. Dang Ban Luang related to weather factor of the daily maximum temperature before the fall It was used in the models for predicting the fruit drop percentage of persimmons in the Ang Khang Royal Agricultural Station (Y_{PDA}) and the Mae Hae Royal Project Development Center (Y_{PDM}) and the models for the fruit drop percentage of plum cv. Dang Ban Luang in the Ang Khang Royal Agricultural Station (Y_{BDA}) and the Mae Poon Luang Royal Project Development Center (Y_{BDP}). The linear correlation coefficient was statistically significant. The correlation coefficient and the coefficient of the decision were satisfactory that could forecast the impact of climate change.

The impact of climate on the yield of plum cv. Dang Ban Luang in the Huai Nam Khun Royal Project Development Center and the Mae Poon Luang Royal Project Development Center did not produce the appropriate results for the plant model. For Ang Khang Royal Agricultural Station, the linear regression analysis was related the minimum temperature in January to yield data from the years 2558-2560 with a statistically significant. The correlation coefficient and the decision coefficient were satisfactory that used predictable yields during the 4 months before harvest for the impact on plum yield.

The validated results of the persimmon model ($Y_{PA_{59}}$) in Ang Khang Royal Agricultural Station gave a very close approximation of the yield. In the year 2561, according to the plant model estimated the yield between 2,182 - 2,560 kilograms when compared with the actual yield was 2,800 kilograms. The results of $Y_{PM_{59}}$

model in the Mae Hae Royal Development Project of the year 2561 gave a deviation of not more than 20%. Whereas the results of the $Y_{PH_{59}}$ model in the Huai Nam Khun Royal Project Development Center gave a lot of errors. Therefore, if there are other factors influencing it, then the plant model cannot be used to predict the yield.

Approach to farmer in the highlands preparedness for the impacts of climate variability should be provided the information, agricultural occupation, appropriated planting area and adjustment of the proper environment in their community, using the appropriate technology for crop production to prepare under climate change impacts, and finding ways of strategies for farmers' adaptation to the effects of climate change in the future.



สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
คณะผู้วิจัย	ข
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	ค
Executive Summary	ฎ
สารบัญ	ท
สารบัญตาราง	น
สารบัญรูป	ฝ
สารบัญรูปภาคผนวก	ล
บทคัดย่อ	ว
Abstract	ษ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 กรอบแนวความคิด	3
1.4 ขอบเขตของการศึกษา	4
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	5
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	12
3.1 วิธีการดำเนินการวิจัย	12
3.2 สถานที่ดำเนินงานวิจัย	15
บทที่ 4 ผลการวิจัย	16
4.1 การศึกษาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อ ผลผลิตของไม้ผลเขตหนาว 2 ชนิด (พลับและพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวง)	16
4.1.1 การศึกษาการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญหรือลานีญาในช่วงเวลาที่ใช้ ในการศึกษาการผันแปรสภาพภูมิอากาศที่ผ่านมา	18
4.1.2 การศึกษาข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่มีผลกระทบต่อระยะวิกฤติของ การให้ผลผลิตของพลับในพื้นที่โครงการหลวง จำนวน 2 แห่ง	51

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.1.3 ศึกษาข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่มีผลกระทบต่อระยะวิกฤติของ การให้ผลผลิตของพื้ลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงในพื้นที่มูลนิธิ โครงการหลวง จำนวน 2 แห่ง	72
4.2 การสร้างแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ผลผลิตไม้ผลด้วยข้อมูล อุตุนิยมวิทยาและทดสอบแบบจำลองเพื่อพยากรณ์สภาพภูมิอากาศและ ผลผลิตในไม้ผลเขตหนาว 2 ชนิด (พื้ลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงและพลับ)	102
4.2.1 การสร้างแบบจำลองพืช (พื้ลัมพันธุ์แดงบ้านหลวง) ที่พยากรณ์ ผลกระทบต่อผลผลิตในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวง จำนวน 3 แห่ง	102
4.2.2 ทดสอบแบบจำลองพืชที่พยากรณ์ผลกระทบต่อผลผลิตพืช (พลับ) จำนวน 2 แห่ง	115
4.3 เสนอแนะแนวทางการเตรียมพร้อมของเกษตรกรกับผลกระทบจาก การแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อผลผลิตพลับและพลัม	127
บทที่ 5 วิจัยรณผลการวิจัย	133
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย	146
เอกสารอ้างอิง	148
ภาคผนวก	152
ตารางสรุปเปรียบเทียบแผนงานวิจัยกับผลงานวิจัย	157

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ข้อมูลอากาศเฉลี่ยรายเดือนในช่วงปี พ.ศ. 2556-2560 ของสถานี เกษตรหลวงอ่างขาง	21
ตารางที่ 2 ข้อมูลอากาศเฉลี่ยรายเดือนในช่วงปี พ.ศ. 2556-2560 ของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น	25
ตารางที่ 3 ข้อมูลอากาศเฉลี่ยรายเดือนในช่วงปี พ.ศ. 2556-2560 ของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงแม่แฮ	29
ตารางที่ 4 ข้อมูลอากาศเฉลี่ยรายเดือนในช่วงปี พ.ศ. 2556-2560 ของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงแม่ป๋นหลวง	33
ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย 3 เดือนของ SOI และเหตุการณ์การเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและ ลานีญาระดับความรุนแรงต่าง ๆ ในช่วงปี พ.ศ. 2530-2561	35
ตารางที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของผลผลิตพลับจากสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮกับค่าเฉลี่ย 3 เดือน SOI ในช่วงปี พ.ศ. 2546-2560	44
ตารางที่ 7 การผันแปรจากค่าเฉลี่ยของผลผลิตพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงจากสถานี เกษตรหลวงอ่างขาง ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ป๋นหลวง และศูนย์ พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น ตามระดับความรุนแรงของปรากฏการณ์ เอลนีโญหรือลานีญาในช่วงปี พ.ศ. 2550-2560	46
ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ค่าเฉลี่ย 3 เดือนของดัชนีปรากฏการณ์เอนโซ ชนิด SOI กับผลผลิตพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	48
ตารางที่ 9 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ค่าเฉลี่ย 3 เดือนของดัชนีปรากฏการณ์เอนโซ ชนิด SOI กับผลผลิตพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ห้วยน้ำขุ่น	49
ตารางที่ 10 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ค่าเฉลี่ย 3 เดือนของดัชนีปรากฏการณ์เอนโซ ชนิด SOI กับผลผลิตพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง แม่ป๋นหลวง	50
ตารางที่ 11 สหสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดรายวันและร้อยละการร่วงของผลอ่อน พลัมพันธุ์ P2 ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	61
ตารางที่ 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิสูงสุดรายวันในวันที่ 4 ก่อน การร่วงของผลพลัมพันธุ์ P2 ในสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	61

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 13 ค่าทางสถิติของตัวแปรอิสระต่าง ๆ ที่นำมาวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นระหว่างอุณหภูมิสูงสุดรายวันในวันที่ 4 ก่อนการร่วงของผลพลับพันธ์ P2 ในสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	61
ตารางที่ 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิสูงสุดรายวันในวันที่ 2 ก่อนการร่วงของผลพลับพันธ์ P2 ในสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	62
ตารางที่ 15 ค่าทางสถิติของตัวแปรอิสระต่าง ๆ ที่นำมาวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นระหว่างอุณหภูมิสูงสุดรายวันในวันที่ 2 ก่อนการร่วงของผลพลับพันธ์ P2 ในสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	62
ตารางที่ 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิสูงสุดรายวันในวันที่ 1 ก่อนการร่วงของผลพลับพันธ์ P2 ในสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	63
ตารางที่ 17 ค่าทางสถิติของตัวแปรอิสระต่าง ๆ ที่นำมาวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นระหว่างอุณหภูมิสูงสุดรายวันในวันที่ 1 ก่อนการร่วงของผลพลับพันธ์ P2 ในสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	63
ตารางที่ 18 สหสัมพันธ์ระหว่างชุดข้อมูลที่ 1 ของอุณหภูมิสูงสุดรายวันและร้อยละการร่วงของผลอ่อนพลับพันธ์ P2 ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แอ๊ ที่นำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ	69
ตารางที่ 19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิสูงสุดรายวันในวันที่ 5 ก่อนการร่วงของผลพลับพันธ์ P2 ในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แอ๊	70
ตารางที่ 20 ค่าทางสถิติของตัวแปรอิสระต่าง ๆ ที่นำมาวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นระหว่างอุณหภูมิสูงสุดรายวันในวันที่ 5 ก่อนการร่วงของผลพลับพันธ์ P2 ในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แอ๊	70
ตารางที่ 21 สหสัมพันธ์ระหว่างชุดข้อมูลที่ 2 ของอุณหภูมิสูงสุดรายวันและร้อยละการร่วงของผลอ่อนพลับพันธ์ P2 ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แอ๊ ที่นำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ	71
ตารางที่ 22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิสูงสุดรายวันในวันที่ 1 ก่อนการร่วงของผลพลับพันธ์ P2 ในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แอ๊	71
ตารางที่ 23 ค่าทางสถิติของตัวแปรอิสระต่าง ๆ ที่นำมาวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นระหว่างอุณหภูมิสูงสุดรายวันในวันที่ 1 ก่อนการร่วงของผลพลับพันธ์ P2 ในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แอ๊	71

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 24 ค่าสหสัมพันธ์การร่วงของผลพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงกับอุณหภูมิสูงสุด รายวันของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	83
ตารางที่ 25 ค่าสหสัมพันธ์การร่วงของผลพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงกับอุณหภูมิต่ำสุด รายวันของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	83
ตารางที่ 26 ค่าสหสัมพันธ์การร่วงของผลพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงกับอุณหภูมิเฉลี่ย รายวันของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	84
ตารางที่ 27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิสูงสุดรายวันในวันที่ 9 ก่อน การร่วงของผลพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงในสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	84
ตารางที่ 28 ค่าทางสถิติของตัวแปรอิสระต่าง ๆ ที่นำมาวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดรายวันในวันที่ 9 ก่อนการร่วงของผลพลัม พันธุ์แดงบ้านหลวงในสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	85
ตารางที่ 29 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิสูงสุดรายวันในวันที่ 8 ก่อน การร่วงของผลพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงในสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	85
ตารางที่ 30 ค่าทางสถิติของตัวแปรอิสระที่นำมาวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นระหว่าง อุณหภูมิสูงสุดรายวันในวันที่ 8 ก่อนการร่วงของผลพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวง ในสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	85
ตารางที่ 31 ค่าสหสัมพันธ์การร่วงของผลพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงกับอุณหภูมิสูงสุด รายวันของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปุนหลวง	97
ตารางที่ 32 ค่าสหสัมพันธ์การร่วงของผลพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงกับอุณหภูมิต่ำสุด รายวันของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปุนหลวง	98
ตารางที่ 33 ค่าสหสัมพันธ์การร่วงของผลพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงกับอุณหภูมิเฉลี่ย รายวันของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปุนหลวง	99
ตารางที่ 34 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิสูงสุดรายวันในวันที่ 5 ก่อนการร่วง ของผลพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปุนหลวง	100
ตารางที่ 35 ค่าทางสถิติของตัวแปรอิสระที่นำมาวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นระหว่าง อุณหภูมิสูงสุดรายวันในวันที่ 5 ก่อนการร่วงของผลพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวง ในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปุนหลวง	100
ตารางที่ 36 การคาดการณ์ผลกระทบของค่าอุณหภูมิที่มีต่อสัดส่วนการร่วงของผลอ่อน พลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปุนหลวง	101

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 37 ปริมาณผลผลิตพลัมที่มีการผลิตของมูลนิธิโครงการหลวงในพื้นที่ 15 แห่ง ระหว่างปี พ.ศ. 2550-2560	104
ตารางที่ 38 ค่าสหสัมพันธ์ปริมาณผลผลิตพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงกับอุณหภูมิสูงสุดและ อุณหภูมิต่ำสุดในเดือนมกราคมถึงเมษายนของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	112
ตารางที่ 39 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลอากาศในเดือนมกราคมกับผลผลิต พลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	113
ตารางที่ 40 ค่าทางสถิติของตัวแปรอิสระที่นำมาวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นระหว่าง ข้อมูลอากาศในเดือนมกราคมกับผลผลิตพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงของสถานี เกษตรหลวงอ่างขาง	113
ตารางที่ 41 ผลต่างของข้อมูลผลผลิตในแบบจำลองพีช YB ที่พยากรณ์ปริมาณผลผลิต พลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	114
ตารางที่ 42 การวิเคราะห์ทางสถิติของแบบจำลองพีช (พลับ) ของสถานีเกษตรหลวง อ่างขางและศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แอ้นในปี พ.ศ. 2559	118
ตารางที่ 43 แบบจำลองพีช (พลับ) จำนวน 2 แบบของสถานีเกษตรหลวงอ่างขางและ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แอ้น	119
ตารางที่ 44 ข้อมูลปัจจัยสภาพอากาศในแบบจำลองพีช (พลับ) ที่ได้มาจากการศึกษาใน ปี พ.ศ. 2557, 2558 และ 2559	120
ตารางที่ 45 ผลต่างของข้อมูลผลผลิตในแบบจำลองพีชที่พยากรณ์ปริมาณผลผลิตพลับ ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	121
ตารางที่ 46 ผลต่างของข้อมูลผลผลิตในแบบจำลองพีช YPA ₅₉ ที่พยากรณ์ปริมาณ ผลผลิตพลับของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	123
ตารางที่ 47 ผลต่างของข้อมูลผลผลิตในแบบจำลองพีช YPM ₅₉ ที่พยากรณ์ปริมาณ ผลผลิตพลับของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แอ้น	125

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 สถานที่ตั้งสถานีและศูนย์พัฒนาโครงการหลวงของพื้นที่ศึกษา	17
รูปที่ 2 สภาพภูมิอากาศรายวันของอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) อุณหภูมิเฉลี่ย (Tmean) และปริมาณน้ำฝน (Rainfall) ของปี พ.ศ. 2560 (เดือนมกราคมถึงธันวาคม) ในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	19
รูปที่ 3 สภาพภูมิอากาศรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และปริมาณน้ำฝน (Rainfall) ของปี พ.ศ. 2560 ในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	20
รูปที่ 4 สภาพภูมิอากาศรายวันของอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) อุณหภูมิเฉลี่ย (Tmean) และปริมาณน้ำฝน (Rainfall) ในปี พ.ศ. 2560 ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น	23
รูปที่ 5 สภาพภูมิอากาศรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และปริมาณน้ำฝน (Rainfall) ในปี พ.ศ. 2560 ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น	24
รูปที่ 6 สภาพภูมิอากาศรายวันของอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) อุณหภูมิเฉลี่ย (Tmean) และปริมาณน้ำฝน (Rainfall) ในปี พ.ศ. 2560 ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ	27
รูปที่ 7 สภาพภูมิอากาศรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และปริมาณน้ำฝน (Rainfall) ในปี พ.ศ. 2560 ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ	28
รูปที่ 8 สภาพภูมิอากาศรายวันของอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) อุณหภูมิเฉลี่ย (Tmean) และปริมาณน้ำฝน (Rainfall) ในปี พ.ศ. 2560 ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ป๋นหลวง	31
รูปที่ 9 สภาพภูมิอากาศรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และปริมาณน้ำฝน (Rainfall) ในปี พ.ศ. 2560 ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ป๋นหลวง	32
รูปที่ 10 ค่าเฉลี่ย 3 เดือนของ SOI และการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ (EN) ลานีญา (LN) และปกติ (Normal) ตั้งแต่เดือน NDJ ปี พ.ศ. 2556 ถึง DJF ปี พ.ศ. 2560	36

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 11 การเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) ปริมาณน้ำฝน (Rainfall) และปริมาณการคายระเหยอ้างอิงรายเดือน (ETo) ในปี พ.ศ. 2560 กับค่าเฉลี่ยในช่วง 30 ปีของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	37
รูปที่ 12 การเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) ปริมาณน้ำฝน (Rainfall) และปริมาณการคายระเหยอ้างอิงรายเดือน (ETo) ในปี พ.ศ. 2560 กับค่าเฉลี่ยในช่วง 20 ปีของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น	39
รูปที่ 13 การเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) ปริมาณน้ำฝน (Rainfall) และปริมาณการคายระเหยอ้างอิงรายเดือน (ETo) ในปี พ.ศ. 2560 กับค่าเฉลี่ยในช่วง 11 ปีของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ	40
รูปที่ 14 การเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) ปริมาณน้ำฝน (Rainfall) และปริมาณการคายระเหยอ้างอิงรายเดือน (ETo) ในปี พ.ศ. 2560 กับค่าเฉลี่ยในช่วง 10 ปีของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปุนหลวง	42
รูปที่ 15 การผันแปรผลผลิตพลับจากสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง (ANK) และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ (MHE) ในช่วงปี พ.ศ. 2546-2560 ระดับความรุนแรงของปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา	44
รูปที่ 16 ค่าเฉลี่ยร้อยละของความแตกต่างจากค่าเฉลี่ยผลผลิตพลับจากสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง (ANK) และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ (MHE) ที่ระดับความรุนแรงของปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญาในช่วงปี พ.ศ. 2550-2560	45
รูปที่ 17 การผันแปรของผลผลิตพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง (ANK) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปุนหลวง (MPL) และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น (HNK) ที่ระดับของการเกิดความรุนแรงจากปรากฏการณ์เอลนีโญหรือลานีญาในช่วงปี พ.ศ. 2550-2560	46

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 18 ค่าเฉลี่ยของร้อยละความแตกต่างจากค่าเฉลี่ยของผลผลิตพลัมพันธุ์ แดงบ้านหลวงจากพื้นที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง (ANK) ศูนย์พัฒนา โครงการหลวงแม่ป๋นหลวง (MPL) และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำซุ่น (HNK) ที่ระดับความรุนแรงต่าง ๆ ของปรากฏการณ์เอลนีโญหรือลานีญา ในช่วงปี พ.ศ. 2550-2560	47
รูปที่ 19 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ (R) ระหว่างค่าเฉลี่ย 3 เดือน SOI และผลผลิต พลัมในช่วงปี พ.ศ. 2546-2560 ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง (ANK) และ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ (MHE)	48
รูปที่ 20 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ระหว่างค่าเฉลี่ย 3 เดือน SOI และผลผลิต พลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงในช่วงปี พ.ศ. 2550-2560 ของสถานีเกษตรหลวง อ่างขาง (ANK) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ป๋นหลวง (MPL) และ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำซุ่น (HNK)	50
รูปที่ 21 ลักษณะดอกของพลัมและการเกิดดอกของพลัมพันธุ์ P2	51
รูปที่ 22 สภาพภูมิอากาศรายวันของอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และอุณหภูมิเฉลี่ย (Tmean) ในเดือนมกราคมถึงกรกฎาคม พ.ศ. 2561 ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	54
รูปที่ 23 ลักษณะของต้นพลัมพันธุ์ P2 ที่ใช้ในการศึกษาตั้งแต่ระยะพันการพักตัว การออกดอกและติดผล ระหว่างเดือนมีนาคมถึงกันยายน พ.ศ. 2561 ของ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	55
รูปที่ 24 จำนวนดอกหรือผลของพลัมพันธุ์ P2 ที่ใช้ศึกษาในพื้นที่ปลูกสามแห่งของ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	57
รูปที่ 25 จำนวนดอกหรือผลเฉลี่ยต่อกิ่งของพลัมพันธุ์ P2 ที่ใช้ศึกษาในพื้นที่ปลูก สามแห่งของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	57
รูปที่ 26 การร่วงของผลพลัมพันธุ์ P2 ที่ใช้ศึกษาในพื้นที่ปลูกจำนวนสามแห่งของ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	58
รูปที่ 27 การเจริญเติบโตของพลัมพันธุ์ P2 ที่ใช้ศึกษาในพื้นที่ปลูกจำนวนสามแห่ง ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	59

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 28 สภาพภูมิอากาศรายวันของอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และอุณหภูมิเฉลี่ย (Tmean) ในเดือนมกราคมถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2561 ในแปลงปลูกพลับพันธ์ P2 ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ	64
รูปที่ 29 ลักษณะของต้นพลับพันธ์ P2 ที่กำลังเจริญเติบโตพร้อมการออกดอก ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2561 ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ	65
รูปที่ 30 จำนวนผลของพลับพันธ์ P2 ที่ใช้ศึกษาในพื้นที่ปลูกสามแห่งของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ	66
รูปที่ 31 จำนวนผลต่อกิ่งของพลับพันธ์ P2 ที่ใช้ศึกษาในพื้นที่ปลูกสามแห่งของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ	67
รูปที่ 32 การร่วงของพลับพันธ์ P2 ที่ใช้ศึกษาในพื้นที่ปลูกสามแห่งของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ	67
รูปที่ 33 การเจริญเติบโตของพลับในพื้นที่ปลูกจำนวนสามแห่งของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ	68
รูปที่ 34 ลักษณะดอกและการบานดอกติดผลของพลัม	72
รูปที่ 35 การผันแปรของอุณหภูมิรายวันในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน พ.ศ. 2561 จากพื้นที่ปลูกทั้งสามแห่งของพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงในสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	75
รูปที่ 36 ความเปียกเบนของอุณหภูมิเฉลี่ยรายวันในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน พ.ศ. 2561 ในพื้นที่ปลูก 1 (บน) พื้นที่ปลูก 2 (กลาง) และพื้นที่ปลูก 3 (ล่าง) ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	76
รูปที่ 37 ลักษณะของต้นพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงที่ปักตัวและต้นที่กำลังเจริญเติบโตพร้อมการออกดอกในเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 ในพื้นที่ของมูลนิธิโครงการหลวง	77
รูปที่ 38 การติดผลของพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงบนกิ่งในพื้นที่ปลูกทั้งสามแห่งของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	79
รูปที่ 39 จำนวนผลของพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงในพื้นที่ปลูกทั้งสามแห่งของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	79
รูปที่ 40 จำนวนผลคงอยู่บนกิ่งพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงในพื้นที่ปลูกทั้งสามแห่งของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	80

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 41 การเจริญเติบโตของผลพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงในพื้นที่ปลูกสามแห่งของ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	81
รูปที่ 42 น้ำหนักของผลพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงในพื้นที่ปลูก 1, 2, 3 ของ สถานีเกษตรหลวงอ่างขางและศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปุนหลวง	82
รูปที่ 43 สภาพภูมิอากาศรายวันของอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และอุณหภูมิเฉลี่ย (Tmean) ในเดือนมกราคมถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2561 ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปุนหลวง	87
รูปที่ 44 การผันแปรของอุณหภูมิรายวันในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน พ.ศ. 2561 จากพื้นที่ปลูกทั้งสามแห่งของพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงในศูนย์พัฒนา โครงการหลวงแม่ปุนหลวง	88
รูปที่ 45 ความเปียกเบนของอุณหภูมิเฉลี่ยรายวันในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน พ.ศ. 2561 ในพื้นที่ปลูกจำนวนสามแห่งของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง แม่ปุนหลวง	89
รูปที่ 46 การออกดอกติดผลของพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึง เมษายน พ.ศ. 2561 ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปุนหลวง	90
รูปที่ 47 การติดผลพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงบนข้อในกิ่งในพื้นที่ปลูกทั้งสามแห่งของ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปุนหลวง	92
รูปที่ 48 จำนวนผลของพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงในพื้นที่ปลูกทั้งสามแห่งของ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปุนหลวง	92
รูปที่ 49 จำนวนผลคงอยู่บนกิ่งพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงในพื้นที่ปลูกทั้งสามแห่งของ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปุนหลวง	93
รูปที่ 50 การเจริญเติบโตของผลพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงในพื้นที่ปลูกของ สถานีเกษตรหลวงอ่างขางและศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปุนหลวง	94
รูปที่ 51 การพัฒนาผลของพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงตั้งแต่ระยะติดผลอ่อนถึงเก็บเกี่ยว ผล ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2561 ของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงแม่ปุนหลวง	95
รูปที่ 52 พันธุ์ของพลัมและปริมาณการผลิตที่ส่งจำหน่ายของมูลนิธิโครงการหลวง ระหว่างปี พ.ศ. 2550-2560	103

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 53 ปริมาณการผลิตพลัมของสถานีและศูนย์ของมูลนิธิโครงการหลวงระหว่างปี พ.ศ. 2550-2555	105
รูปที่ 54 ปริมาณการผลิตพลัมของสถานีและศูนย์ของมูลนิธิโครงการหลวงระหว่างปี พ.ศ. 2556-2560	106
รูปที่ 55 ปริมาณผลผลิตพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ในช่วง 11 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2550-2560	107
รูปที่ 56 ช่วงเวลาการให้ผลผลิตพลัม จำนวน 4 พันธุ์ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคม	108
รูปที่ 57 ปริมาณผลผลิตพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ห้วยน้ำขุ่นในช่วง 11 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2550-2560	109
รูปที่ 58 ช่วงเวลาการให้ผลผลิตพลัม จำนวน 4 พันธุ์ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ห้วยน้ำขุ่นอยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคม	109
รูปที่ 59 ปริมาณผลผลิตพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง แม่ปูนหลวงในช่วง 11 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2550-2560	110
รูปที่ 60 ช่วงเวลาการให้ผลผลิตพลัมของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปูนหลวง ระหว่างเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2550-2560	111
รูปที่ 61 ประสิทธิภาพการประเมินผลผลิตพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงของแบบจำลองพีช YB ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	114
รูปที่ 62 ปริมาณการผลิตพลัมของสถานีเกษตรหลวงอ่างขางปี พ.ศ. 2546-2561	115
รูปที่ 63 ปริมาณผลผลิตรายวันและช่วงการเก็บผลผลิตพลัมของสถานีเกษตรหลวง อ่างขางในปี พ.ศ. 2560 และ 2561	116
รูปที่ 64 ช่วงเวลาการให้ผลผลิตพลัมของสถานีเกษตรหลวงอ่างขางระหว่าง เดือนกรกฎาคมถึงตุลาคม พ.ศ. 2546-2561	116
รูปที่ 65 ปริมาณการผลิตพลัมของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮระหว่างปี พ.ศ. 2546-2561	117
รูปที่ 66 ปริมาณผลผลิตรายวันและช่วงการเก็บผลผลิตพลัมของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงแม่แฮในปี พ.ศ. 2560 และ 2561	117

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 67 ช่วงเวลาการให้ผลผลิตพลับของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคม พ.ศ. 2546-2561	118
รูปที่ 68 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการประเมินผลผลิตพลับถึงปี พ.ศ. 2561 ของแบบจำลองพีช (พลับ) YPA, YPA(1), YPA(2), YPA(3) และ YPA(4) ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	122
รูปที่ 69 ประสิทธิภาพการประเมินผลผลิตพลับของแบบจำลองพีช (พลับ) YPA ₅₉ ที่ได้มาจากการศึกษาในปี พ.ศ. 2549-2561 ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	124
รูปที่ 70 ประสิทธิภาพการประเมินผลผลิตพลับของแบบจำลองพีช (พลับ) YPM ₅₉ ที่ได้มาจากการศึกษาในปี พ.ศ. 2550-2561 ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ	125
รูปที่ 71 ประสิทธิภาพการประเมินผลผลิตพลับของแบบจำลองพีช (พลับ) YPH ₅₉ ที่ได้มาจากการศึกษาในปี พ.ศ. 2546-2561 ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น	126



สารบัญรูปภาคผนวก

	หน้า
รูปภาคผนวกที่ 1 การวัดขนาดผลและการร่วงของผลพลัมพันธุ์ P2 ของสถานี เกษตรหลวงอ่างขาง	153
รูปภาคผนวกที่ 2 ลักษณะของต้นพลัมพันธุ์ P2 ที่กำลังติดผลก่อนเก็บเกี่ยวใน เดือนกันยายน พ.ศ. 2561 ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ	154
รูปภาคผนวกที่ 3 การเจริญเติบโตและการพัฒนาสีผิวของผลพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวง ในสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	155
รูปภาคผนวกที่ 4 ลักษณะผลของพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงตั้งแต่ระยะผลอ่อนถึง เก็บเกี่ยวผลในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ป๋นหลวง	156



บทคัดย่อ

การเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญหรือลานีญาค่อนข้างสูงถึงร้อยละ 75 จัดเป็นสภาวะของปรากฏการณ์เอลนีโญมากกว่าลานีญาที่ร้อยละ 40.7 และ 34.4 ตามลำดับ ในปี พ.ศ. 2561 มีแนวโน้มเกิดปรากฏการณ์ลานีญาชนิดอ่อนทำให้อุณหภูมิอากาศค่อนข้างเย็นกว่าปีปกติและมีปริมาณน้ำฝนสูงขึ้นในบางเดือน จึงส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตของไม้ผลได้ พบว่าปรากฏการณ์ลานีญาชนิดอ่อน ชนิดปานกลาง และปรากฏการณ์เอลนีโญชนิดอ่อน มีผลกระทบต่อผลผลิตพลับพลึงเล็กน้อย (น้อยกว่าร้อยละ 20) สำหรับผลผลิตพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงไม่พบความสัมพันธ์ต่อการผันแปรผลผลิต แต่มีแนวโน้มที่ผลผลิตเพิ่มขึ้นในสภาพอากาศช่วงต้นปีที่มีอุณหภูมิสูงและแห้งแล้งกว่าปีปกติ ส่วนความสัมพันธ์ของดัชนีปรากฏการณ์เอนโซชนิด SOI ระหว่างค่าเฉลี่ย 3 เดือน ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน จึงไม่เหมาะในการนำมาหาความสัมพันธ์กับผลผลิตของไม้ผลในพื้นที่ศึกษาได้

การศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพภูมิอากาศต่อระยะวิกฤติของพลัมพันธุ์ P2 และพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวง สำหรับสร้างแบบจำลองใช้คาดการณ์ผลกระทบต่อระยะพัฒนาการของผลในช่วงก่อนเก็บเกี่ยว พบว่าในพลัมพันธุ์ P2 ระยะผลอ่อนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 1.5-2.2 เซนติเมตร ในช่วงกลางเดือนเมษายนถึงต้นเดือนพฤษภาคม แสดงความสัมพันธ์กับค่าอุณหภูมิสูงสุดรายวันก่อนการร่วง 4-5 วัน ได้สมการแบบเชิงเส้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ใช้พยากรณ์ร้อยละการร่วงของผลในสถานีวิจัยเกษตรหลวงอ่างขางและศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ คือ $Y_{PDA} = 368.981 - 13.020(4dT_{max})$ และ $Y_{PDM} = -104.507 + 3.694(5dT_{max})$ ตามลำดับ ในขณะที่พลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงได้รับผลกระทบจากค่าอุณหภูมิสูงสุดรายวันก่อนการร่วง 5-9 วันในช่วงกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคมในระยะผลอ่อนก่อนการแข็งของกะลาที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 1.0-2.0 เซนติเมตรมักเกิดการร่วงได้มากและแสดงความสัมพันธ์สมการแบบเชิงเส้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน ใช้พยากรณ์ร้อยละการร่วงของผลในพื้นที่สถานีวิจัยเกษตรหลวงอ่างขางและในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปอนหลวง คือ $Y_{BDA} = 280.285 - 9.421(9dT_{max})$ และ $Y_{BDL} = -616.591 + 24.670(5dT_{max})$ ตามลำดับ โดยแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) อยู่ในระดับที่น่าพอใจ จึงเป็นแนวทางศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณผลผลิตของไม้ผลในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวงได้

การศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณผลผลิตพลัมพันธุ์แดงบ้านหลวงในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่นและศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปอนหลวง มีจำนวนข้อมูลที่ได้มาไม่สมบูรณ์และค่อนข้างจำกัด จึงไม่ให้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมสำหรับเป็นแบบจำลองพืชที่ใช้พยากรณ์ผลผลิตได้ สำหรับสถานีวิจัยเกษตรหลวงอ่างขางได้ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นจากข้อมูลในช่วงเวลา 3 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2558-2560 โดยมีตัวแปรจากอุณหภูมิ

ต่ำสุดในเดือนมกราคมสัมพันธ์กับการให้ผลผลิตของพลัมคือ $YB = -3965.129d_1 + 33808.294$ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) เท่ากับ 0.982 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.965 และค่า P-value เท่ากับ 0.035 มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงนำมาสร้างแบบจำลองพีชที่ใช้พยากรณ์ผลผลิตล่วงหน้าได้ในช่วง 4 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว จึงนำไปใช้สำหรับเตรียมพร้อมในการรองรับผลกระทบจากสภาพอากาศที่เกิดขึ้นต่อการให้ผลผลิตของพลัม

ผลการทดสอบแบบจำลองพีชของพลัมในสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง (YPA_{59}) สัมพันธ์กับจำนวนวันฝนตกสะสมของเดือนมีนาคมถึงมิถุนายน ใช้พยากรณ์ล่วงหน้าได้ในช่วง 2-6 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว และเปรียบเทียบกับแบบจำลองพีชอื่น ๆ ด้วย ให้ค่าเบี่ยงเบนไปไม่มากนัก ซึ่งแสดงผลการคาดการณ์ได้ใกล้เคียงผลผลิตจริง สำหรับในปี พ.ศ. 2561 นี้ ตามแบบจำลองพีชได้ผลการคาดการณ์ปริมาณผลผลิตอยู่ระหว่าง 2,182-2,560 กิโลกรัมเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลผลผลิตจริง 2,800 กิโลกรัม สำหรับผลการทดสอบในปี พ.ศ. 2561 ตามแบบจำลองพีชพลัมของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ (YPM_{59}) ที่สัมพันธ์กับจำนวนวันที่มีฝนในเดือนมกราคมใช้พยากรณ์ล่วงหน้าได้ในช่วง 6 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวให้ผลต่างของข้อมูลผลผลิตเบี่ยงเบนไปไม่เกินร้อยละ 20 แต่การทดสอบแบบจำลองพีชของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น (YPH_{59}) ให้ค่าคลาดเคลื่อนไปอย่างมาก ดังนั้น หากมีปัจจัยด้านอื่น ๆ เข้ามามีอิทธิพลด้วยแล้วจะไม่สามารถใช้แบบจำลองพีชในการพยากรณ์ผลผลิตได้

แนวทางการเตรียมพร้อมของเกษตรกรบนพื้นที่สูงจากผลกระทบของการแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศด้วยการให้รับรู้ข้อมูลข่าวสาร การประกอบอาชีพด้านเกษตรกรรม การเลือกพื้นที่ปลูกและปรับสมดุลของสภาพแวดล้อมในพื้นที่ การใช้เทคโนโลยีการผลิตพืชที่เหมาะสม เพื่อการเตรียมพร้อมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นพร้อมกับหาวิธีการและกลยุทธ์การปรับตัวของเกษตรกรจากผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต

คำสำคัญ: การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การร่วงของผล สหสัมพันธ์ พลัม พลัม แบบจำลอง

Abstract

The phenomenon of El Niño or La Niña was relatively high at 75 percent, which is the state of the El Niño phenomenon more than La Niña at 40.7 percent and 34.4 percent, respectively. The weak level of La Niña affected the weather cooler than normal weather and had a higher rainfall in some months which had some impact on the fruit yield. It was found that the weak, medium and strong levels of El Niño phenomenon affected slightly the persimmon yield decreasing (less than 20%). For plum cv. Dang Ban Luang, they were found no correlation with yield variability. However, a tendency for yields may be increased under high temperature and arid conditions in the early period of a year. The correlation of ENSO phenomena type SOI between the 3-month mean was not significantly correlated. It was not suitable for the relationship with the fruit yield in the study areas.

A study on the relationship of climate on the critical period of persimmon cv. P2 and plum cv. Dang Ban Luang was studied the modeling that used to forecast the impact of weather factors on the fruit developmental stage before harvesting period. The results showed that the young fruits of persimmon cv. P2 at 1.5-2.2 centimeters of fruit diameter in the middle of April to early May, correlated to the maximum daily temperature of 4-5 days before fall. The linear correlations showed the percentage of fruit drop in the Ang Khang Royal Agricultural Station and the Mae Hae Project Development Center were $Y_{PDA} = 368.981 - 13.020(4dT_{max})$ and $Y_{PDM} = -104.507 + 3.694(5dT_{max})$, respectively. While fruit drop of plum cv. Dang Ban Luang related to the maximum daily temperature of 5-9 days before fall at the young stage at 1.0-2.0 centimeters of fruit diameter before pit hardening in middle February to March. The linear correlations showed also statistical significance of the fruit drop percentage in the Ang Khang Royal Agricultural Station and the Mae Poon Luang Project Development Center were $Y_{BDA} = 280.285 - 9.421(9dT_{max})$ and $Y_{BDP} = -616.591 + 24.670(5dT_{max})$, respectively. The correlation coefficient (R) and the determination coefficient (R^2) values were satisfactory levels. It is used as a guideline to study the impact of climate change on fruit yield forecasting in the Royal Project Foundation areas.

The study of the impact of climate change on the yield of plum cv. Dang Ban Luang in the Huai Nam Khun Royal Project Development Center and the Mae Poon Luang Project Development Center had incomplete and insufficient data, then no results for suitable modeling. For the Ang Khang Royal Agricultural Station, linear regression analysis was performed from the data for the 3 years period during the years 2558-2560, which the minimum temperature in January related to yield as followed the equation of $YB = -3965.129d1 + 33808.294$ with the correlation coefficient (R) of 0.982, the determination coefficient (R^2) of 0.965 and the P-value of 0.035 was statistically significant. This plant model could be used to predict yield in the 4 months before harvest. It is used to prepare for the impact of weather conditions on the yield of plums.

The validation results of the plant model of persimmon in Ang Khang Royal Agricultural Station (YPA_{59}) that related to the number of rainy days on March to June and predicted for 2-6 months before harvest, were compared to the other plant models. Their deviations did not so much. The estimated yields of plant model were close to the actual yields. According to the plant model, estimated yields were between 2,182-2,560 kilograms when compared with the actual yield was 2,800 kilograms in the year 2561. For the validation of the plant model in the Mae Hae Development Center (YPM_{59}) that related to the number of rainy days or the frequency of precipitation in January and predicted for 6 months before harvest, showed the deviation no more than 20% in the year 2561. Whereas the plant model of the Huai Nam Khun Royal Project Development Center (YPH_{59}) provided significant deviations, so if there were the other factors influencing it, then the plant model could not be used to predict the yield.

Approach to farmer in the highlands preparedness for the impacts of climate variability should be provided the information, agricultural occupation, appropriated planting area and adjustment of the proper environment in their community, using the appropriate technology for crop production to prepare under climate change impacts, and finding ways of strategies for farmers' adaptation to the effects of climate change in the future.

Keywords: Climate change, fruit drop, correlation, persimmon, plum, model