



รายงานฉบับสมบูรณ์ (Final Report)

โครงการศึกษาผลกระทบของการแปรปรวนของภูมิอากาศต่อการปลูกพืช
บนพื้นที่สูง กรณีศึกษาโครงการหลวง

Study on Impacts of Climate Variability on Plant Cultivation
in the Highlands: Case Study on Royal Project

แผนงานวิจัยเพื่อฟื้นฟูและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

โดย

สุรินทร์ นิลสำราญจิต และคณะ

สนับสนุนทุนวิจัยโดย สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559

รายงานฉบับสมบูรณ์
(Final Report)

โครงการศึกษาผลกระทบของการแปรปรวนของภูมิอากาศต่อการปลูกพืช
บนพื้นที่สูง กรณีศึกษาโครงการหลวง

Study on Impacts of Climate Variability on Plant Cultivation
in the Highlands: Case Study on Royal Project

แผนงานวิจัยเพื่อฟื้นฟูและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

คณะผู้วิจัย

สังกัด

ผศ.ดร.สุรินทร์ นิลสำราญจิต

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ดร.กนิษฐา เอื้องสวัสดิ์

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

นายสุริยา ตาเที่ยง

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

พฤษภาคม 2559

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยในเรื่องผลกระทบของการแปรรูปของภูมิอากาศต่อการปลูกพืชบนพื้นที่สูง กรณีศึกษาโครงการหลวงนี้ได้รับทุนสนับสนุนในปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 จากสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ที่ได้เล็งเห็นความสำคัญของประเด็นในเรื่องของสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปจากการเกิดสภาวะโลกร้อนที่กำลังเป็นปัญหาหลายอย่างเกิดขึ้นกับงานด้านเกษตรที่สูง งานวิจัยนี้ได้รับต่อเนื่องมาเป็นปีที่ 3 แล้ว และยังให้ความสำคัญกับแนวทางที่จะสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศและแบบจำลองพืชในพื้นที่ของมูลนิธิโครงการหลวงต่อไป เพื่อเตรียมพร้อมกับผลกระทบจากการแปรรูปของสภาพภูมิอากาศในอนาคต

การดำเนินงานในครั้งนี้ได้รับความอนุเคราะห์ในการให้ข้อมูลตุนิยมวิทยาและข้อมูลพืชทางด้านไม้ผลของพลับ มะม่วง และอาโวคาโดที่มีการผลิตภายใต้การดำเนินงานของมูลนิธิโครงการหลวงในพื้นที่ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจ๋าม ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึก ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนแปะ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเริง ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเรา ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย งานไม้ผลส่วนกลาง สำนักงานมูลนิธิโครงการหลวง และหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ต้องขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้เป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณท่านผู้อำนวยการ หัวหน้าหน่วยงาน เจ้าหน้าที่ไม้ผล เจ้าหน้าที่ธุรการ และผู้เกี่ยวข้องอื่นๆ อีกทุกท่านที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลมาใช้ในการศึกษานี้และยังช่วยอำนวยความสะดวกอย่างเต็มที่ทุกประการ รวมไปถึงเกษตรกรในพื้นที่ที่ยินดีให้ข้อมูลกับผู้วิจัยและให้เข้าไปใช้พื้นที่ในการเก็บตัวอย่างในการศึกษาด้วย นอกจากนี้ยังมีบุคลากรและหน่วยงานที่มีได้กล่าวนามอีกหลายท่านที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี งานวิจัยนี้จึงบรรลุผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ทุกประการ คณะผู้วิจัยต้องขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ สุดท้ายนี้ทางคณะผู้วิจัยต้องขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ทุกท่านและผู้ประสานงานโครงการวิจัยนี้ที่ช่วยเหลือให้สามารถดำเนินงานได้ผลสำเร็จและอำนวยความสะดวกเป็นอย่างดี

คณะผู้วิจัย

พฤศจิกายน 2559

คณะผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย).	นายสุรินทร์ นิลสำราญจิต
ชื่อ-สกุล (อังกฤษ)	Mr. Surin Nilsamranchit
คุณวุฒิ	ปริญญาเอก
ตำแหน่ง (ทางวิชาการ/ ราชการ)	ผู้ช่วยศาสตราจารย์
หน่วยงาน	สาขาวิชาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ที่อยู่	239 ถนนห้วยแก้ว ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200
โทรศัพท์/โทรสาร	0-5394-4040 ต่อ 116
มือถือ	08-1950-4143
Email:	surinaggie@hotmail.com
ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย)	นางกนิษฐา เอื้องสวัสดิ์
ชื่อ-สกุล (อังกฤษ)	Mrs. Kanita Ueangsawat
คุณวุฒิ	ปริญญาเอก
ตำแหน่ง (ทางวิชาการ/ ราชการ)	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ
หน่วยงาน	สาขาวิชาปฐพีศาสตร์ ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ที่อยู่	239 ถนนห้วยแก้ว ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200
โทรศัพท์/โทรสาร	0-5394-4034 ต่อ 107
Email:	kanita.u@cmu.ac.th
ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย)	นายสุริยา ตาเที่ยง
ชื่อ-สกุล (อังกฤษ)	Mr. Suriya Tateing
คุณวุฒิ	ปริญญาโท
ตำแหน่ง (ทางวิชาการ/ ราชการ)	นักวิทยาศาสตร์
หน่วยงาน	สาขาวิชาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ที่อยู่	239 ถนนห้วยแก้ว ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200
โทรศัพท์/โทรสาร	0-5394-4042 / 0-5394-4086
Email:	a_azura@windowslive.com

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

ความเป็นมาของโครงการ

การทำการเกษตรบนพื้นที่สูงมักต้องการสภาพภูมิอากาศร้อนสลับหนาวเย็นของรอบปีในการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช การแปรปรวนของภูมิอากาศในบางปีจึงส่งผลกระทบต่อ การปลูกพืชได้ ความผิดปกติของอุณหภูมิแม้จะเกิดขึ้นเพียงไม่กี่นาที่ส่งผลเสียหายต่อปริมาณผลผลิต ลดลงได้ ยิ่งมีความผิดปกติมากขึ้นยิ่งจะกระทบต่อคุณภาพและผลผลิตลดลงไป จึงได้มีการศึกษา การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีผลกระทบต่อผลผลิตไม้ผลบนพื้นที่สูงในพื้นที่โครงการหลวงมา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 ภายใต้การสนับสนุนทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) จากผลการศึกษาแสดงว่า พื้นที่ที่มีระดับความสูง 900-1,100 เมตรขึ้นไปจากระดับน้ำทะเลนั้น มี ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิสูงสุดมีแนวโน้มลดลง อุณหภูมิต่ำสุดมีแนวโน้มสูงขึ้น และปริมาณน้ำฝนรวมต่อปี มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น และได้นำเสนอแบบจำลองสภาพภูมิอากาศบนพื้นที่สูงที่พยากรณ์สภาพ ภูมิอากาศและศึกษาแบบจำลองพืชที่พยากรณ์ผลผลิตพืชของบ๊วยและพลับ ต่อมาในการศึกษาปี พ.ศ. 2558 ได้ดำเนินการทดสอบและพัฒนาทั้งแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ แบบจำลองพืชของพลับ มะม่วง และอาโวคาโดในพื้นที่ศึกษาขยายออกไปในพื้นที่โครงการหลวง 5 แห่ง ผลการศึกษพบว่า การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศมีรูปแบบการผันแปรอุณหภูมิเฉลี่ยของแต่ละเดือนเป็นไป ในทำนองเดียวกับฤดูกาลของภูมิภาคนี้ และได้แบบจำลองพืชที่ใช้พยากรณ์ผลผลิตพืชจากการวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ของปัจจัยสภาพอากาศกับผลผลิตด้วย Microsoft Excel เป็นเครื่องมือในการศึกษา ซึ่ง ให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่สูงและดำเนินการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองพืชที่ได้มานั้น

ดังนั้น ในปี พ.ศ. 2559 นี้ จึงมีวัตถุประสงค์ในการทดสอบและพัฒนาแบบจำลองสภาพ ภูมิอากาศและแบบจำลองพืชของไม้ผลบนพื้นที่สูงในพื้นที่โครงการหลวงจากที่นำเสนอไว้และขยาย ผลไปยังพื้นที่ศึกษาอื่นอีกรวมจำนวน 12 แห่ง และศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์จากแบบจำลอง สภาพภูมิอากาศและแบบจำลองพืชสำหรับเจ้าหน้าที่ของมูลนิธิโครงการหลวงและเกษตรกรผู้ปลูก ไม้ผลบนพื้นที่สูง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบและพัฒนาแบบจำลองสภาพภูมิอากาศบนพื้นที่สูงที่สามารถพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
2. เพื่อทดสอบและพัฒนาแบบจำลองพืชที่พยากรณ์ผลกระทบของสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตของพลับ มะม่วงพันธุ์นวลคำ และอาโวคาโดพันธุ์บัคคาเนีย
3. เพื่อศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศและแบบจำลองพืชสำหรับเจ้าหน้าที่ของมูลนิธิโครงการหลวงและเกษตรกรผู้ปลูกไม้ผลบนพื้นที่สูงเพื่อเตรียมพร้อมรับมือผลกระทบจากการแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ

ประมวลผลการวิจัยแยกตามวัตถุประสงค์

1. การทดสอบและพัฒนาแบบจำลองสภาพภูมิอากาศบนพื้นที่สูงที่สามารถพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ในการศึกษารั้งนี้จึงได้รวบรวมข้อมูลอุณหภูมิตามรายวันของแต่ละพื้นที่หรือพื้นที่ใกล้เคียงจากการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝนแล้ว นำมาจัดทำฐานข้อมูลสภาพภูมิอากาศและผลผลิตพืชในแต่ละพื้นที่ศึกษาสำหรับนำมาใช้ทดสอบและพัฒนาแบบจำลองสภาพภูมิอากาศและแบบจำลองพืชของไม้ผลบนพื้นที่สูง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าสถานี/ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงที่มีที่ตั้งอยู่ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และลำพูน จากระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 495-1,400 เมตร มีทั้งสภาพภูมิประเทศ สภาพดิน และสภาพอากาศแตกต่างกัน และสภาพอากาศของพื้นที่มีการผันแปรในรอบปีคล้ายคลึงกัน ซึ่งแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันในเชิงปริมาณที่วัดได้ สำหรับการศึกษาคายระเหยอ้างอิงได้ใช้วิธีการ modified Penman-Monteith จากข้อจำกัดที่มีข้อมูลเกี่ยวข้องบันทึกไว้จากอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุด พบว่ามีค่าสูงกว่าค่าที่คำนวณจากวิธีมาตรฐานของ Penman-Monteith ประมาณร้อยละ 20 เมื่อนำมาคำนวณหาอัตราการคายระเหยของพื้นที่ปลูกมะม่วงมีการคายระเหยสูงและสูงกว่าปริมาณน้ำฝนที่ได้รับในบางเดือน จึงมีความเสี่ยงในการขาดแคลนน้ำได้มากกว่าพลับและอาโวคาโดที่มีอัตราการคายน้ำน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณฝนในพื้นที่ศึกษานี้แล้ว

จากการทดสอบแบบจำลองสภาพภูมิอากาศเพื่อคาดการณ์ภูมิอากาศล่วงหน้าของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง (Table 1) และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น (Table 2) โดยใช้ตัวชี้วัด Southern oscillation index (SOI) กับข้อมูลอุณหภูมิตามรายวันที่บันทึกได้ พบว่ามีความชัดเจนเฉพาะในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญหรือลานีญาชนิดปานกลางและรุนแรงเท่านั้น โดยเฉพาะมักพบกับ SOI ที่มีความสัมพันธ์ค่อนข้างชัดเจนกับอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุดในช่วงเดือนสิงหาคมถึงธันวาคมและน้ำฝนในช่วงเดือนมีนาคมถึงมิถุนายน จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศนี้จำเป็นต้องทดสอบความแม่นยำ

ในปีที่จะเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญาชนิดปานกลางและรุนแรงต่อไป ส่วนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระยะยาวที่ได้วิเคราะห์จากแบบจำลองสภาพอากาศระดับภูมิภาค ECHAM4-PRECIS ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2531-2564 พบว่าอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดของพื้นที่ศึกษามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำฝนรวมมีแนวโน้มไม่แน่นอน มีการผันแปรระหว่างปีค่อนข้างสูงและได้ถูกนำมาทดสอบความแม่นยำด้วยข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในปี พ.ศ. 2557-2558 นี้

2. การทดสอบและพัฒนาแบบจำลองพืชที่พยากรณ์ผลกระทบของสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตของพลับ มะม่วงพันธุ์นวลคำ และอาโวคาโดพันธุ์บัคคาเนีย

การพัฒนาและทดสอบแบบจำลองพืชด้วยโปรแกรม SPSS เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยสภาพอากาศกับผลผลิตของพลับ มะม่วงพันธุ์นวลคำ และอาโวคาโดพันธุ์บัคคาเนีย สำหรับพยากรณ์ผลกระทบต่อผลผลิตในพื้นที่ของสถานี/ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงนั้นพบว่าแบบจำลองพืชของแต่ละพื้นที่ศึกษาใช้ปัจจัยสภาพอากาศเป็นตัวแปรแตกต่างกันจากอุณหภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่มีฝนตก และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศในระยะก่อนเก็บเกี่ยวผลระหว่างเดือนมกราคมถึงมิถุนายน จึงสามารถใช้พยากรณ์ได้ล่วงหน้าไม่เท่ากัน ผลการวิเคราะห์ให้ความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติในการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้น แสดงค่า P-value น้อยกว่า 0.05 ในทุกแบบจำลองพืช จึงให้ค่าความแม่นยำแตกต่างกันไป ค่าสัมประสิทธิ์ (R) อยู่ระหว่าง 0.639-0.971 ผลการศึกษานี้ได้แบบจำลองพืชใน Table 3 ที่มีความเฉพาะของพื้นที่ศึกษา จำนวน 12 แบบด้วยกัน และยังได้ศึกษาตัวแปรของปัจจัยสภาพอากาศที่มีผลกระทบต่อผลผลิตในแบบจำลองพืช (พลับ) ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง/ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น และแบบจำลองพืช (มะม่วงพันธุ์นวลคำ) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจ๋าม จากวิธีการทดสอบตัวแปรของปัจจัยสภาพอากาศในแบบจำลองพืชนี้ ด้วยจำนวนข้อมูลที่น่ามาใช้วิเคราะห์น้อยลง เพื่อประเมินประสิทธิผลในการพยากรณ์ผลผลิตแล้ว พบว่าตัวแปรของปัจจัยสภาพอากาศในแบบจำลองพืชที่ศึกษานี้ มีผลกระทบต่อผลผลิตของพลับและมะม่วงพันธุ์นวลคำในพื้นที่ศึกษา เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับเตรียมพร้อมกับผลกระทบของการแปรปรวนสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อการปลูกพืชของมูลนิธิโครงการหลวงได้

3. การศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศและแบบจำลองพืชสำหรับเจ้าหน้าที่ของมูลนิธิโครงการหลวงและเกษตรกรผู้ปลูกไม้ผลบนพื้นที่สูงเพื่อเตรียมพร้อมกับผลกระทบจากการแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ

การนำแบบจำลองพืชไปใช้ประโยชน์ได้ในพื้นที่เป็นทางเลือกหนึ่งในการเตรียมพร้อมกับผลกระทบจากการแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ แต่อาจจะยังมีเงื่อนไขจำกัดของแบบจำลองพืชใน

การพยากรณ์ได้ล่วงหน้าและประสิทธิภาพความแม่นยำ จึงยังจำเป็นต้องได้รับการทดสอบและพัฒนาแบบจำลองพืชให้สามารถนำไปใช้ได้จริงสำหรับเจ้าหน้าที่ของมูลนิธิโครงการหลวงและเกษตรกรผู้ปลูกไม้ผลบนพื้นที่สูงเพื่อเตรียมพร้อมไปกับผลกระทบจากการแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ จะเห็นได้ว่าข้อมูลสภาพอากาศและลักษณะดินของแต่ละพื้นที่มีความเฉพาะเจาะจงจึงเป็นตัวแปรที่สำคัญที่ต้องนำมาพิจารณาถึงผลกระทบต่อการให้ผลผลิตของไม้ผลเป็นอย่างมาก การถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับอัตราการคายระเหยอ้างอิง (ET_o) และการคายระเหยของพืช (ET_c) แสดงถึงความต้องการใช้น้ำของพืชสามารถนำมาใช้ให้ความรู้กับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรสำหรับการให้คำแนะนำแก่เกษตรกรผู้ปลูกไม้ผลในพื้นที่ได้

การศึกษานี้ยังได้สำรวจความต้องการใช้ข้อมูลสภาพอากาศของเจ้าหน้าที่และเกษตรกรผู้ปลูกไม้ผลบนพื้นที่สูง แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรบนพื้นที่สูงได้รับอิทธิพลจากการผันแปรของสภาพอากาศที่ส่งผลกระทบต่อการให้ผลผลิตที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน และเกษตรกรได้ให้ความสำคัญต่อสิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคตเพื่อการวางแผนรองรับสถานการณ์การผันแปรของสภาพอากาศ การรับรู้ข้อมูลข่าวสารจากหลายช่องทางที่เกี่ยวกับข้อมูลสภาพอากาศล่วงหน้าจึงเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับการปรับตัวและการจัดการต่อผลผลิต รวมทั้งเกษตรกรต้องการได้รับคำแนะนำจากเจ้าหน้าที่การเกษตรโดยตรง ซึ่งเกษตรกรเสนอช่องทางการได้รับข่าวสารข้อมูลผ่านทางอินเทอร์เน็ตของโทรศัพท์มือถือเป็นเครื่องมือสื่อสารที่มีความสะดวกในปัจจุบัน ดังนั้น มูลนิธิโครงการหลวงหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ควรมีนโยบายและการวางแผนงานในการแจ้งข่าวให้กับเกษตรกรจะได้รับมือเตรียมพร้อมแก้ไขสถานการณ์ล่วงหน้าได้ทันทั่วทั้งต่อไป

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาผลกระทบของการแปรปรวนของภูมิอากาศต่อการปลูกไม้ผลบนพื้นที่สูง 3 ชนิด (พลับ มะม่วง อาโวคาโด) ของมูลนิธิโครงการหลวง จำนวน 12 แห่ง ผลการศึกษาในแต่ละพื้นที่ศึกษาพบว่าสภาพภูมิประเทศ สภาพดิน และสภาพอากาศแตกต่างกัน มีการผันแปรสภาพอากาศในรอบปีคล้ายคลึงกัน ซึ่งมีความแตกต่างกันในเชิงปริมาณที่วัดได้ การคายระเหยของไม้ผลแต่ละชนิด พบว่าการคายระเหยจากพื้นที่ปลูกมะม่วงสูงกว่าปริมาณน้ำฝนที่ได้รับในบางเดือนและมากกว่าพลับกับอาโวคาโดด้วย จากการทดสอบแบบจำลองสภาพอากาศพบความสัมพันธ์อย่างชัดเจนระหว่าง Southern oscillation index (SOI) กับอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุดในช่วงเดือนสิงหาคมถึงธันวาคมและปริมาณน้ำฝนในช่วงเดือนมีนาคมถึงมิถุนายน ซึ่งจำเป็นต้องทดสอบความแม่นยำในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญาชนิดปานกลางและรุนแรง ส่วนแบบจำลองสภาพอากาศในระยะยาว (พ.ศ. 2531-2564) ระดับภูมิภาค ECHAM4-PRECIS พบว่าอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิ

ต่ำสุดของพื้นที่ศึกษามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำฝนรวมไม่แน่นอน และมีการผันแปรระหว่างปีค่อนข้างสูง

การพัฒนาและทดสอบแบบจำลองพืชด้วยโปรแกรม SPSS จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสภาพอากาศและผลผลิตของพลับ มะม่วงพันธุ์นวลคำ และอาโวคาโดพันธุ์บัคคาเนียในพื้นที่ศึกษา จากการใช้ปัจจัยสภาพอากาศเป็นตัวแปรนั้น แสดงให้เห็นว่าตัวแปรที่ใช้ในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันจากอุณหภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่มีฝนตก และความชื้นสัมพัทธ์อากาศในระยะก่อนเก็บเกี่ยวผลระหว่างเดือนมกราคมถึงมิถุนายน ซึ่งใช้พยากรณ์ล่วงหน้าได้ไม่เท่ากัน ผลการวิเคราะห์ให้ความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติในการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้น แสดงค่า P-value น้อยกว่า 0.05 ในทุกแบบจำลองพืช จึงให้ค่าความแม่นยำแตกต่างกันไป ค่าสัมประสิทธิ์ (R) อยู่ระหว่าง 0.639-0.971 และได้แบบจำลองพืชที่มีความเฉพาะของพื้นที่ศึกษา จำนวน 12 แบบด้วยกัน และได้ศึกษาตัวแปรของปัจจัยสภาพอากาศที่มีผลกระทบต่อผลผลิตในแบบจำลองพืช (พลับ) ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง / ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น และแบบจำลองพืช (มะม่วงพันธุ์นวลคำ) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจ๋าม ได้ดำเนินการทดสอบตัวแปรของปัจจัยสภาพอากาศในแบบจำลองพืชนี้ ด้วยจำนวนข้อมูลที่น้อยลงเพื่อประเมินประสิทธิภาพในการพยากรณ์ผลผลิตแล้ว พบว่าตัวแปรของปัจจัยสภาพอากาศในแบบจำลองพืชที่ศึกษานี้ มีผลกระทบต่อผลผลิตของพลับและมะม่วงพันธุ์นวลคำในพื้นที่ศึกษา การนำแบบจำลองพืชไปใช้ประโยชน์ได้ในพื้นที่จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการจัดการผลิตผลที่จำเป็นต้องได้รับการทดสอบและพัฒนาแบบจำลองพืชให้สามารถนำไปใช้ได้จริงเพื่อเตรียมพร้อมกับผลกระทบจากการแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ

การสำรวจความต้องการใช้ข้อมูลสภาพอากาศของเจ้าหน้าที่และเกษตรกรผู้ปลูกไม้ผลบนพื้นที่สูง แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรผู้ปลูกไม้ผลบนพื้นที่สูงได้รับอิทธิพลจากการผันแปรของสภาพอากาศที่ส่งผลกระทบต่อการผลิตที่เกิดขึ้นใน การรับรู้ข้อมูลข่าวสารจากหลายช่องทางที่เกี่ยวกับสภาพอากาศเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับการปรับตัวและการจัดการผลิตผล ดังนั้น มูลนิธิโครงการหลวงหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ควรมีนโยบายและการวางแผนงานในการแจ้งข่าวให้กับเกษตรกรจะได้รับมือเตรียมพร้อมแก้ไขสถานการณ์ล่วงหน้าได้ทันทั่วทั้งต่อไป

Executive Summary

Background of the project

Highland agriculture involve usually climate alternated to warm and cold weather around the year that effects on growth and development of plants. The climate variability of some year impacts on the plant cultivation. Unusual temperature happens a few minutes can be resulting in damage to the yield decline and affecting moreover on both of quality and yield decreasing. Study on the impacts of climate change on fruit production in the highlands since 2557 BE under supporting on research fund of Highland Research and Development Institute (Public Organization) was studied. Preliminary result showed that the highland areas at 900-1,100 meters above sea level had the average maximum temperature likely to decline as well as a total annual precipitation, but the minimum temperature was likely to rise in contrast. Our studies presented the climate models for forecasting the highland climate and plant models for forecasting fruit yield of Japanese apricot and persimmon. In year 2558 BE, study on the testing and developing of climate models and plant models of persimmon, mango and avocado grown on extended areas were determined under 5 areas of the Royal Project Foundation. Result showed that climate change varied similarly the average temperature of each month followed on regional seasons. Developing plant models for yield prediction were analyzed on relationship between the meteorological data and fruit yield by Microsoft Excel as the tool that they gave high coefficient of determination. These plant models were also studied their accuracy testing.

Aims of study on year 2559 BE are testing and developing of climate models and plant models for fruit production in highlands under Royal Project and the orther extended areas are investigated totally 12 areas. Utilization of climate model and plant model has been applied for the operation officers of Royal Project and fruit growers in highland areas.

Objectives

1. To test and develop the climate models on highland for forecasting the climate change
2. To test and develop the plant models for forecasting the impacts of climate on yield of persimmon, mango 'Chiin Hwang', and avocado 'Buccania'
3. To study guidelines to take advantage of the climate model and plant model for the Royal Project Foundation's officers and fruit growers on highland to prepare on the impacts of climate variability

Processing research separated by purpose

1. Validation and development of climate models on highland for forecasting the climate change

Our study collected the daily meteorological data (maximum temperature, minimum temperature and precipitation) in these locations or relate nearly areas. The climate data and yield data in each location were arranged into databases for testing and developing of climate models and plant models of fruit production in highlands. Result showed that station and developmental centers of the Royal Project in Chiang Mai, Chiang Rai and Lamphun provinces from altitudes ranging at 495-1,400 meters above sea level were differed between the geographic, soil and weather conditions. Weather in each location was varied similarly around the year, but it showed differed by quantitative measurements. For reference evapotranspiration used the modified Penman-Monteith method with limited data recording of maximum temperature and minimum temperature. Result revealed that the evapotranspiration values were differed higher than 20% when compared with calculating by the standardized method of Penman-Monteith. Calculated represents of evapotranspiration in mango cultivated area was higher than the rainfall in this location for some month, then it risked into water deficit regimes. Cultivated area of mango showed evapotranspiration values moreover than persimmon and avocado that they had lower when compared with totally rainfall under studied locations.

Validation of climate models for climate forecasting of Ang Khang Royal Agricultural Station (Table 1) and Huai Nam Khun Royal Developmental Center

(Table 2) were determined the relation between Southern oscillation index (SOI) and the recorded meteorological data of these locations. Result showed that it found the distinct relation on SOI with maximum temperature, minimum temperature during the period of August to December and precipitation during the period of March to June, that they must be accuracy under the moderate and severe phenomenon of El Niño and La Niña regimes. Climate change for long period analyzed by the climate model under the regional level of ECHAM4-PRECIS since 2531-2564 BE. It revealed that maximum temperature and minimum temperature of these studied locations tend to increase but precipitation was uncertainly and highly variability in year. Climate model testing was also studied its accuracy with the meteorological data of year 2557-2558 BE.

2. Validation and development of plant models for forecasting the impacts of climate on yield of persimmon, mango 'Chiin Hwang', and avocado 'Buccania'

The developing and testing of plant models were analyzed by SPSS program on the weather data and yield of persimmon, mango 'Chiin Hwang' and avocado 'Buccania' for forecasting the impacts on yield under station and developmental centers of the Royal Project areas. The result showed that weather variable factors of studied locations differed in each plant model on temperature, precipitation, rainy day frequency and air humidity, which they could forecasted the yield before harvesting period during January to June as unequal period of harvesting. However, analysis of relationship was statistically significant linear regression showed P-value less than 0.05 in the all plant models, therefore they had different accuracy. These 12 plant models in Table 3 gave coefficient (R) range at 0.639-0.971, which showing specific acceptable in the locations. Study on variable of weather factors impacted yield on the plant models (persimmon) of Ang Khang Royal Agricultural Station / Huai Nam Khun Royal Developmental Center and the plant models (mango) were examined by decreasing data for assessment of yield prediction. The variable factors of meteorological data in these plant models impacted on yield of persimmon and mango 'Chiin Hwang' in the studied locations that they could be used as a tool to

study the impacts of climate change on plant cultivation of the Royal Project Foundation.

3. Study on the guidelines to take advantage of the climate model and plant model for the Royal Project Foundation's officers and fruit growers on highland to prepare on the impacts of climate variability

Utilization of plant models used an alternative to preparing for the impacts of climate variability. However, limiting factors of the plant models were predicted before interval of the harvest time and their accuracy. Testing and development on the plant models for the Royal Project officers and fruit growers on highland should be studied in the future for impacts of climate variability. These results showed that weather data and soil characteristics had the specific variable of each location which there were important to consider the impact on fruit yield. Knowledge transferring about rate of reference crop evapotranspiration (ET_o) and crop evapotranspiration (ET_c) indicated to water supply for crops should be educated to officers who advised for fruit growers in the agricultural extension areas.

This study was surveyed on climate information of officers and fruit growers on highland. Results showed that the growers on highland areas realized to climate variability on their gainful yield. Their focus on happening in the future emphasized to remedy the impacts of climate variability. Perceptive information through multiple channels on the weather forecast altered to adaptation and crop management. Agricultural officers should be directly recommended to growers. Other channels may be informed the information through internet network of mobile telephone as a convenient communication system should be used. Then Royal Project and related agencies should have the policy and plan to inform information for preparing on the impacts of climate variability.

Table 1 Climate model (Y) of maximum temperature (Tmax), minimum temperature (Tmin), and precipitation (Rainfall) in each month of Ang Khang Royal Agricultural Station in year 2558 BE

Avg 3 month SOI			Tmax	Model	Tmax, ° C			Error from observation, (%)	
(X)					Observation	Prediction	Normal	Prediction	Normal
ASO	X1	-0.667							
SON	X2	-0.733	Mar	$y = -2.360X1 + 5.554X2 - 4.185X3 + 26.44$	25.7	26.9	25.6	4.6	0.4
OND	X3	-0.700							
DJF	X1	-0.400							
JFM	X2	-0.433	May	$y = 1.476X1 + 3.694X2 - 7.486X3 + 27.13$	25.5	26.2	25.4	2.7	0.4
FMA	X3	-0.167							
OND	X1	-0.700							
NDJ	X2	-0.767	Jun	$y = -0.232X1 - 0.627X2 - 0.102X3 + 24.69$	24.2	25.4	24.1	4.8	0.4
DJF	X3	-0.400							
Avg 3 month SOI			Tmin	Model	Tmin, ° C			Error from observation, (%)	
(X)					Observation	Prediction	Normal	Prediction	Normal
SON	X1	-0.733							
OND	X2	-0.700	Jan	$y = -6.322X1 + 8.101X2 - 2.511X3 + 21.36$	4.6	4.0	4.5	12.1	2.2
NDJ	X3	-0.767							
ASO	X1	-0.667							
SON	X2	-0.733	Sep	$y = -1.489X1 - 1.781X2 + 0.923X3 + 16.02$	16.2	17.7	16.1	9.1	0.6
OND	X3	-0.700							
ASO	X1	-0.667							
SON	X2	-0.733	Oct	$y = -1.216X1 - 0.738X2 + 0.155X3 + 14.51$	14.2	15.8	14.2	11.0	0.0
OND	X3	-0.700							
Avg 3 month SOI			Rainfall	Model	Rainfall, mm			Error from observation, (%)	
(X)					Observation	Prediction	Normal	Prediction	Normal
NDJ	X1	-0.767							
JFM	X2	-0.400	May	$y = 75.004X1 - 154.345X2 + 153.850X3 + 213.33$	267.7	150.9	277.7	43.6	3.7
FMA	X3	-0.433							
SON	X1	-0.733							
OND	X2	-0.700	Nov	$y = -53.286X1 + 23.190X2 - 8.543X3 + 79.26$	54.0	108.7	51.5	101.2	4.6
NDJ	X3	-0.767							

ASO = avg of August-October, SON = avg of September-November, OND = avg of October-December, NDJ = avg of November-January, DJF = avg of December-February, JFM = avg of January-March, FMA = avg of February-April, When y = maximum temperature (Tmax) minimum temperature (Tmin) and precipitation (Rainfall) in each month

Table 2 Climate model (Y) of maximum temperature (Tmax), minimum temperature (Tmin), and precipitation (Rainfall) in each month of Huai Nam Khun Royal Developmental Center in year 2558 BE

Avg 3 month SOI			Tmax (y)	Model	Tmax, °C			Error from observation, (%)	
	(X)				Observation	Prediction	Normal	Prediction	Normal
OND	X1	-0.700							
NDJ	X2	-0.767	Mar	$y = -0.732X1 + 3.270X2 - 3.958X3 + 27.018$	26.4	26.6	26.2	0.9	0.6
DJF	X3	-0.400							
NDJ	X1	-0.767							
DJF	X2	-0.400	Apr	$y = -2.391X1 + 5.838X2 - 2.808X3 + 26.989$	27.7	27.7	27.6	0.1	0.5
JFM	X3	-0.433							
DJF	X1	-0.400							
JFM	X2	-0.433	May	$y = 4.928X1 - 0.554X2 - 5.184X3 + 26.93$	26.1	26.1	25.8	0.3	1.3
FMA	X3	-0.167							
SON	X1	-0.733							
OND	X2	-0.700	Jul	$y = 0.792X1 - 0.900X2 + 0.515X3 + 24.342$	24.4	24.0	24.1	1.5	1.1
NDJ	X3	-0.767							
Avg 3 month SOI			Tmin (y)	Model	Tmin, °C			Error from observation, (%)	
					Observation	Prediction	Normal	Prediction	Normal
ASO	X1	-0.667							
SON	X2	-0.733	Jan	$y = -2.382X1 + 2.036X2 + 0.849X3 + 10.876$	11.3	10.4	10.8	7.9	4.2
OND	X3	-0.700							
NDJ	X	-0.767	Feb	$y = -0.500X + 12.43$	12.4	12.8	12.1	3.6	2.2
NDJ	X1	-0.767							
DJF	X2	-0.400	Apr	$y = -0.526X1 - 0.875X2 + 1.588X3 + 18.143$	18.0	18.2	17.9	1.4	0.3
JFM	X3	-0.433							
ASO	X1	-0.667							
SON	X2	-0.733	Sep	$y = 1.241X1 - 1.613X2 + 0.859X3 + 19.918$	19.9	19.7	20.0	1.3	0.3
OND	X3	-0.700							
ASO	X1	-0.667							
SON	X2	-0.733	Oct	$y = 2.132X1 - 4.293X2 + 2.451X3 + 18.216$	18.4	18.2	18.5	1.1	0.4
OND	X3	-0.700							
Avg 3 month SOI			Rainfall (y)	Model	Rainfall, mm			Error from observation, (%)	
					Observation	Prediction	Normal	Prediction	Normal
NDJ	X1	-0.767							
DJF	X2	-0.400	Mar	$y = 1.067X1 + 18.682X2 + 30.517$	32.7	22.2	34.1	32.1	4.2
NDJ	X1	-0.767							
DJF	X2	-0.400	Apr	$y = 176.49X1 - 326.54X2 + 107.02X3 + 116.037$	61.0	65.0	59.6	6.5	2.3
JFM	X3	-0.433							

ASO = avg of August-October, SON = avg of September-November, OND = avg of October-December, NDJ = avg of November-January, DJF = avg of December-February, JFM = avg of January-March, FMA = avg of February-April, When y = maximum temperature (Tmax) minimum temperature (Tmin) and precipitation (Rainfall) in each month

Table 3 Plant models of persimmon, mango 'Chiin Hwang', and avocado 'Buccania' under 12 studied locations in the Royal Project Foundation areas

Fruit crop	Location	Plant model
Persimmon	Ang Khang	$YPA_{59} = 8713.64 - 83.00 \Sigma b_{3-6}$
	Huai Nam Khun	$YPH_{59} = 55757.11 - 4141.69c_5 + 4274.31d_3$
	Mae Hae	$YPM_{59} = 3830.93 + 6382.18b_1$
	Wat Chan	$YPW_{59} = 3034.38 + 290.88a_2$
Mango 'Chiin Hwang'	Mok Jam	$YMM_{59} = -207739.32 + 10342.55d_5$
	Nong Keaw	$YMNK_{59} = 16281.11 - 2142.74 b_3$
	Khunphae	$YMKP_{59} = 20367.87 - 976.80d_4$
	Phrabaht Huai Tom	$YMP_{59} = 16261.54 - 985.16a_2$
Avocado 'Buccania'	Nong Keaw	$YV_{NK59} = 33151.79 - 114.26a_6$
	Thung Reang	$YV_{TR59} = 43241.69 - 139.76a_6$
	Thung Rao	$YV_{TO59} = -753.17 + 53.72f_2$
	Nong Hoi	$YV_{NH59} = 4116.18 + 66.52a_1$
a ₁ = precipitation of January		d ₃ = minimum temperature of March
a ₂ = precipitation of February		d ₄ = minimum temperature of April
a ₆ = precipitation of June		d ₅ = minimum temperature of May
b ₁ = rainy day of January		f ₂ = air humidity of February
b ₃ = rainy day of March		Σb_{3-6} = rainy day of March-June
c ₅ = maximum temperature of May		

Conclusion

The study on impacts of climate variability on fruit cultivation in highlands of persimmon, mango and avocado was studied at 12 locations under Royal Project Foundation areas. The results showed that in each location had differed between the geographic, soil and weather conditions. Weather in each location was varied similarly around the year, but it showed differed by quantitative measurements. Crop evapotranspiration represents the evapotranspiration in mango cultivated area was higher than the rainfall in location for some month and showed amount moreover than persimmon and avocado. Climate model testing found the distinct relation on SOI (Southern oscillation index) with maximum temperature, minimum temperature

in the period of August to December and precipitation in the period of March to June, that they must be accuracy under the moderate and severe phenomenon of El Niño and La Niña regimes. Climate model for long period (2531-2564 BE) under the regional level of ECHAM4-PRECIS revealed that maximum temperature and minimum temperature in the studied locations tend to increase but precipitation was uncertainly and highly variability in year.

The developing and testing of plant models were analyzed by SPSS program on the weather data and yield of persimmon, mango 'Chiin Hwang' and avocado 'Buccania'. The result showed that weather variable factors in each location differed on temperature, precipitation, rainy day frequency and air humidity before harvesting period during January to June, which they could forecasted the yield unequal period before harvesting. Analysis of relationship was statistically significant linear regression showed P-value less than 0.05 in all plant models, therefore they had different accuracy. These 12 plant models gave coefficient (R) range at 0.639-0.971, which showing specific acceptable in the location. Study on variable factors of weather impacted on yield by plant models (persimmon) of Ang Khang Royal Agricultural Station / Huai Nam Khun Royal Developmental Center and the plant models (mango) of Mok Jam Royal Developmental Center were examined by data decreasing for assessment of yield prediction. The variable factors of meteorological data in these plant models impacted on yield of persimmon and mango 'Chiin Hwang' in the studied locations that they could be used as a tool to study the impacts of climate change on plant cultivation of the Royal Project Foundation. Utilization of plant models used an alternative of crop management. Testing and development on the plant models should be used in practice for preparing on impacts of climate variability.

This study was surveyed on climate information of officers and fruit growers on highland. Results showed that growers on the highland areas realized to climate variability on their gainful yield. Perceptive information through multiple channels on the weather forecast altered to adaptation and crop management. Then Royal Project and related agencies should have the policy and plan to inform information for farmers will be gotten promptly in time to remedy the situation.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
คณะผู้วิจัย	ข
บทสรุปผู้บริหาร	ค
Executive Summary	ช
สารบัญ	ณ
สารบัญตาราง	ต
สารบัญรูป	ผ
สารบัญตารางภาคผนวก	คค
สารบัญรูปภาคผนวก	ฉฉ
บทคัดย่อ	ชช
Abstract	ณณ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	3
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	4
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	10
3.1 วิธีการดำเนินการวิจัย	10
3.2 สถานที่ดำเนินการวิจัย	12
บทที่ 4 ผลการวิจัย	13
4.1 การศึกษาผลกระทบของการแปรปรวนของภูมิอากาศต่อการปลูกพืชบนพื้นที่สูง	13
4.2 สภาพอากาศปกติและค่าเฉลี่ยรายเดือนของพื้นที่ศึกษา	19
4.3 ผลการวิเคราะห์การแปรปรวนของสภาพอากาศของพื้นที่ศึกษาในช่วง 10 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2549-2558 (ค.ศ. 2006-2015)	34
4.4 การวิเคราะห์ข้อมูลสภาพภูมิอากาศของพื้นที่ศึกษาในปี พ.ศ. 2558	59
4.5 ผลการจัดทำฐานข้อมูลสภาพภูมิอากาศจนถึงปี พ.ศ. 2558	97
4.6 การคายระเหยพืชอ้างอิง (ET _o) และการคายระเหยของไม้ผล (ET _c)	102

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.7 การประเมินแบบจำลองสภาพภูมิอากาศของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น	131
4.8 การทดสอบผลการพยากรณ์จากแบบจำลอง ECHAM4-PRECIS	138
4.9 การศึกษาสมบัติดินของพื้นที่ศึกษาเพิ่มเติม	141
4.10 การวิเคราะห์ข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่มีความสัมพันธ์ต่อผลผลิตของ พลับ มะม่วงพันธุ์นวลคำ และอาโวคาโดพันธุ์คาคาเนียบนพื้นที่สูง	146
4.11 การรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณผลผลิตและช่วงเวลาการเก็บเกี่ยว ผลผลิตของพลับ มะม่วงพันธุ์นวลคำ และอาโวคาโดพันธุ์คาคาเนียบน พื้นที่มูลนิธิโครงการหลวงที่เป็นพื้นที่ศึกษา	203
4.12 การจัดทำฐานข้อมูลพืชของผลผลิตพลับ มะม่วงพันธุ์นวลคำ และ อาโวคาโดพันธุ์คาคาเนียบนพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวงที่เป็นพื้นที่ศึกษา	243
4.13 การทดสอบแบบจำลองพืชที่ได้มาจากการศึกษาในปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 เพื่อพยากรณ์ผลกระทบต่อผลผลิตของพลับ มะม่วง พันธุ์นวลคำ และอาโวคาโดพันธุ์คาคาเนียบในแต่ละพื้นที่ศึกษา และ เปรียบเทียบประสิทธิผลของแบบจำลองพืชของพลับ มะม่วง พันธุ์นวลคำ และอาโวคาโดพันธุ์คาคาเนียบ	245
4.14 การพัฒนาแบบจำลองพืชที่ได้มาจากการศึกษาเพื่อพยากรณ์ ผลกระทบต่อผลผลิตของพลับ มะม่วงพันธุ์นวลคำ และอาโวคาโด พันธุ์คาคาเนียบในแต่ละพื้นที่ศึกษา	266
4.15 การศึกษาสภาพอากาศในแบบจำลองพืชที่มีผลกระทบต่อผลผลิต	316
4.16 การศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ และแบบจำลองพืช (พลับ มะม่วง อาโวคาโด) บนพื้นที่สูง	327
บทที่ 5 วิจัยผลการวิจัย	348
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษา	356
ข้อเสนอแนะ	362
เอกสารอ้างอิง	363
ภาคผนวก	366
แบบสอบถามสำหรับสำรวจ	412
ตารางสรุปเปรียบเทียบแผนงานวิจัยกับผลงานวิจัย	414

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ข้อมูลที่ตั้งของสถานี/ศูนย์ของมูลนิธิโครงการหลวงและระดับความสูงของพื้นที่	14
ตารางที่ 2 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในปี พ.ศ. 2558 ของพื้นที่ศึกษา จำนวน 12 แห่ง	95
ตารางที่ 3 ระยะเวลาของการรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของพื้นที่ศึกษา	101
ตารางที่ 4 อัตราการคายระเหยอ้างอิงเฉลี่ยรายเดือน (มิลลิเมตร/วัน) ที่คำนวณได้ด้วยวิธีการ reduced Penman-Monteith ของพื้นที่ศึกษา 12 แห่ง	121
ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์การคายน้ำ (Kc) ของพลับ มะม่วง และอาโวคาโดตามระยะการเจริญเติบโตสำหรับค่า ETo จาก Penman-Monteith	126
ตารางที่ 6 ผลการทดสอบแบบจำลองสภาพอากาศ (Y) ของอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และปริมาณน้ำฝน (Rainfall) ในแต่ละเดือนของสถานีเกษตรหลวงอ่างขางปี พ.ศ. 2558	135
ตารางที่ 7 ผลการทดสอบแบบจำลองสภาพอากาศ (Y) ของอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และปริมาณน้ำฝน (Rainfall) ในแต่ละเดือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่นปี พ.ศ. 2558	136
ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินในบริเวณพื้นที่ปลูกพลับ มะม่วง และอาโวคาโดของพื้นที่ศึกษา 8 แห่ง	144
ตารางที่ 9 ข้อมูลผลผลิตพลับของมูลนิธิโครงการหลวงในพื้นที่การปลูกพลับจำนวน 4 แห่ง ระหว่างปี พ.ศ. 2546-2558	203
ตารางที่ 10 ปริมาณการผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของมูลนิธิโครงการหลวงในปี พ.ศ. 2558	217
ตารางที่ 11 ปริมาณการผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของมูลนิธิโครงการหลวงจำนวน 5 ศูนย์ฯ ระหว่างปี พ.ศ. 2547-2558	218
ตารางที่ 12 ปริมาณการผลิตอาโวคาโดพันธุ์บักคาเนี่ยของมูลนิธิโครงการหลวงในปี พ.ศ. 2558	231
ตารางที่ 13 ปริมาณการผลิตอาโวคาโดพันธุ์บักคาเนี่ยของมูลนิธิโครงการหลวงจำนวน 4 ศูนย์ฯ ระหว่างปี พ.ศ. 2547-2558	232
ตารางที่ 14 ค่าสหสัมพันธ์ของปริมาณผลผลิตพลับกับผลรวม heat unit ผลรวมปริมาณน้ำฝน และผลรวมจำนวนวันฝนตกระหว่างเดือนมกราคมถึงมิถุนายนของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	268

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลอากาศจำนวน 1 ปีจ้ยใน เดือนมีนาคมถึงมิถุนายนกับผลผลิตพลับของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	268
ตารางที่ 16 ค่าทางสถิติของตัวแปรอิสระต่างๆ ที่นำมาวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น ระหว่างข้อมูลอากาศจำนวน 1 ปีจ้ยในเดือนมีนาคมถึงมิถุนายนกับ ผลผลิตพลับของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	268
ตารางที่ 17 ผลต่างของข้อมูลผลผลิตในแบบจำลองพืช YPA ₅₉ ที่พยากรณ์ปริมาณ ผลผลิตพลับของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	269
ตารางที่ 18 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิตพลับกับปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดในเดือนมกราคมถึงพฤษภาคม ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุน	272
ตารางที่ 19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลอากาศจำนวน 2 ปีจ้ยใน เดือนมีนาคมและพฤษภาคมกับผลผลิตพลับของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ห้วยน้ำขุน	272
ตารางที่ 20 ค่าทางสถิติของตัวแปรอิสระต่างๆ ที่นำมาวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น ระหว่างข้อมูลอากาศจำนวน 2 ปีจ้ยในเดือนมีนาคมและพฤษภาคมกับ ผลผลิตพลับของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุน	272
ตารางที่ 21 ผลต่างของข้อมูลผลผลิตในแบบจำลองพืช YPH ₅₉ ที่พยากรณ์ปริมาณ ผลผลิตพลับของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุน	274
ตารางที่ 22 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิตพลับกับปริมาณน้ำฝน จำนวนวันฝนตก อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และ heat unit ในเดือนมกราคมถึงมิถุนายนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ	276
ตารางที่ 23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลอากาศจำนวน 1 ปีจ้ย ในเดือนมกราคมกับผลผลิตพลับของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ	277
ตารางที่ 24 ค่าทางสถิติของตัวแปรอิสระต่างๆ ที่นำมาวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น ระหว่างข้อมูลอากาศจำนวน 1 ปีจ้ยในเดือนมกราคมกับผลผลิตพลับ ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ	277
ตารางที่ 25 ผลต่างของข้อมูลผลผลิตในแบบจำลองพืช YPM ₅₉ ที่พยากรณ์ปริมาณ ผลผลิตพลับของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ	278

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 26 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิตพลับกับปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดในเดือนมกราคมถึงมิถุนายนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์	280
ตารางที่ 27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลอากาศจำนวน 1 ปีจ้ายในเดือนกุมภาพันธ์กับผลผลิตพลับของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์	280
ตารางที่ 28 ค่าทางสถิติของตัวแปรอิสระต่างๆ ที่นำมาวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นระหว่างข้อมูลอากาศจำนวน 1 ปีจ้ายในเดือนกุมภาพันธ์กับผลผลิตพลับของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์	280
ตารางที่ 29 ผลต่างของข้อมูลผลผลิตในแบบจำลองพืช YPW ₅₉ ที่พยากรณ์ปริมาณผลผลิตพลับของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์	282
ตารางที่ 30 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำกับปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดในเดือนมกราคมถึงพฤษภาคมของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจ๋าม	284
ตารางที่ 31 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลอากาศจำนวน 1 ปีจ้ายในเดือนพฤษภาคมกับผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจ๋าม	285
ตารางที่ 32 ค่าทางสถิติของตัวแปรอิสระต่างๆ ที่นำมาวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นระหว่างข้อมูลอากาศจำนวน 1 ปีจ้ายในเดือนพฤษภาคมกับผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจ๋าม	285
ตารางที่ 33 ผลต่างของข้อมูลผลผลิตในแบบจำลองพืช YMM ₅₉ ที่พยากรณ์ปริมาณผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจ๋าม	286
ตารางที่ 34 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำกับปริมาณน้ำฝน จำนวนวันฝนตก อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และ heat unit ในเดือนมกราคมถึงพฤษภาคมของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว	289
ตารางที่ 35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลอากาศจำนวน 1 ปีจ้ายในเดือนพฤษภาคมกับผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว	290

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 36 ค่าทางสถิติของตัวแปรอิสระต่างๆ ที่นำมาวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นระหว่างข้อมูลอากาศจำนวน 1 ปีจ้ยในเดือนพฤษภาคมกับผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว	290
ตารางที่ 37 ผลต่างของข้อมูลผลผลิตในแบบจำลองพืช YM _{NK59} ที่พยากรณ์ปริมาณผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว	291
ตารางที่ 38 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำกับอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝนในเดือนมกราคมถึงมิถุนายนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนแปะ	293
ตารางที่ 39 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลอากาศจำนวน 1 ปีจ้ยในเดือนมกราคมกับผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนแปะ	293
ตารางที่ 40 ค่าทางสถิติของตัวแปรอิสระต่างๆ ที่นำมาวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นระหว่างข้อมูลอากาศจำนวน 1 ปีจ้ยในเดือนเมษายนกับผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนแปะ	294
ตารางที่ 41 ผลต่างของข้อมูลผลผลิตในแบบจำลองพืช YM _{KP59} ที่พยากรณ์ปริมาณผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนแปะ	294
ตารางที่ 42 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำกับปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดในเดือนมกราคมถึงพฤษภาคมของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม	296
ตารางที่ 43 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลอากาศจำนวน 1 ปีจ้ยในเดือนกุมภาพันธ์กับผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม	296
ตารางที่ 44 ค่าทางสถิติของตัวแปรอิสระต่างๆ ที่นำมาวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นระหว่างข้อมูลอากาศจำนวน 1 ปีจ้ยในเดือนกุมภาพันธ์กับผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม	296
ตารางที่ 45 ผลต่างของข้อมูลผลผลิตในแบบจำลองพืช YM _{PT59} ที่พยากรณ์ปริมาณผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม	297

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 46 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์บัคคาเนียกับปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดในเดือนมกราคมถึงมิถุนายนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว	300
ตารางที่ 47 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลอากาศจำนวน 1 ปีจ้อยในเดือนมิถุนายนกับผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์บัคคาเนียของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว	301
ตารางที่ 48 ค่าทางสถิติของตัวแปรอิสระต่างๆ ที่นำมาวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นระหว่างข้อมูลอากาศจำนวน 1 ปีจ้อยในเดือนมิถุนายนกับผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์บัคคาเนียของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว	301
ตารางที่ 49 ผลต่างของข้อมูลผลผลิตกับแบบจำลองพืช YVnk ₅₉ ที่พยากรณ์ปริมาณผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์บัคคาเนียของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว	302
ตารางที่ 50 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์บัคคาเนียกับปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดในเดือนมกราคมถึงมิถุนายนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเริง	304
ตารางที่ 51 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลอากาศจำนวน 1 ปีจ้อยในเดือนมิถุนายนกับผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์บัคคาเนียของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเริง	305
ตารางที่ 52 ค่าทางสถิติของตัวแปรอิสระต่างๆ ที่นำมาวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นระหว่างข้อมูลอากาศจำนวน 1 ปีจ้อยในเดือนมิถุนายนกับผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์บัคคาเนียของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเริง	305
ตารางที่ 53 ผลต่างของข้อมูลผลผลิตกับแบบจำลองพืช YVtr ₅₉ ที่พยากรณ์ปริมาณผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์บัคคาเนียของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเริง	306
ตารางที่ 54 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์บัคคาเนียกับปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด อัตราการคายระเหยน้ำ และความชื้นสัมพัทธ์เวลา 15.00 น. ในเดือนมกราคมถึงมิถุนายนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเริง	308
ตารางที่ 55 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลอากาศจำนวน 1 ปีจ้อยในเดือนกุมภาพันธ์กับผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์บัคคาเนียของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเริง	309

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 56 ค่าทางสถิติของตัวแปรอิสระต่างๆ ที่นำมาวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นระหว่างข้อมูลอากาศจำนวน 1 ปีจ้ยในเดือนกุมภาพันธ์กับผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์บักคาเนียของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเรา	309
ตารางที่ 57 ผลต่างของข้อมูลผลผลิตในแบบจำลองพืช YVTo ₅₉ ที่พยากรณ์ปริมาณผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์บักคาเนียของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเรา	310
ตารางที่ 58 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์บักคาเนียกับปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดในเดือนมกราคมถึงมิถุนายนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย	312
ตารางที่ 59 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลอากาศจำนวน 1 ปีจ้ยในเดือนมกราคมกับผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์บักคาเนียของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย	312
ตารางที่ 60 ค่าทางสถิติของตัวแปรอิสระต่างๆ ที่นำมาวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นระหว่างข้อมูลอากาศจำนวน 1 ปีจ้ยในเดือนมกราคมกับผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์บักคาเนียของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย	313
ตารางที่ 61 ผลต่างของข้อมูลผลผลิตในแบบจำลองพืช YVNH ₅₉ ที่พยากรณ์ปริมาณผลผลิตของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย	314
ตารางที่ 62 การวิเคราะห์โดยใช้จำนวนข้อมูลที่แตกต่างกันของแบบจำลองพืช	315
ตารางที่ 63 ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรผู้ปลูกไม้ผลบนที่สูงในพื้นที่ศึกษา	328
ตารางที่ 64 ข้อมูลทั่วไปของเจ้าหน้าที่การเกษตรของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง	328
ตารางที่ 65 การแสดงความคิดเห็นของเกษตรกรเกี่ยวกับการแปรปรวนสภาพอากาศต่อการให้ผลผลิตของไม้ผลบนที่สูง	330
ตารางที่ 66 การแสดงความคิดเห็นของเกษตรกรเกี่ยวกับการแปรปรวนสภาพอากาศต่อการให้ผลผลิตแยกตามชนิดไม้ผลของพลับ มะม่วง และอาโวคาโด	330
ตารางที่ 67 การแสดงความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่การเกษตรเกี่ยวกับการแปรปรวนสภาพอากาศต่อการให้ผลผลิตของไม้ผลบนที่สูง	331
ตารางที่ 68 การแสดงความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่การเกษตรเกี่ยวกับการแปรปรวนสภาพอากาศต่อการให้ผลผลิตแยกตามชนิดไม้ผลของพลับ มะม่วง และอาโวคาโด	332

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 69 การสำรวจการรับรู้ข้อมูลสภาพอากาศของเกษตรกรที่กระทบต่อการผลิต พลับ มะม่วง และอาโวคาโด	333
ตารางที่ 70 การสำรวจการรับรู้ข้อมูลสภาพอากาศของเจ้าหน้าที่การเกษตรที่กระทบ ต่อการผลิตพลับ มะม่วง และอาโวคาโด	333
ตารางที่ 71 ความสำคัญของปัจจัยสภาพอากาศที่มีต่อการให้ผลผลิตของเกษตรกร ผู้ปลูกไม้ผลในแต่ละระยะพัฒนาการของพืช	335
ตารางที่ 72 ความสำคัญของปัจจัยสภาพอากาศที่มีต่อการให้ผลผลิตของเจ้าหน้าที่ ปฏิบัติงานไม้ผลในแต่ละระยะพัฒนาการของพืช	336
ตารางที่ 73 ช่วงเวลาของการแจ้งเตือนสภาพอากาศสำหรับเกษตรกรที่เกี่ยวข้องกับ การให้ผลผลิตของไม้ผล	337
ตารางที่ 74 ช่วงเวลาของการแจ้งเตือนสภาพอากาศสำหรับเจ้าหน้าที่การเกษตร ที่เกี่ยวข้องกับการให้ผลผลิตของไม้ผล	337
ตารางที่ 75 วิธีการแจ้งข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับข้อมูลสภาพอากาศที่มีผลต่อ การให้ผลผลิตของไม้ผลสำหรับเกษตรกร	338
ตารางที่ 76 วิธีการแจ้งข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับข้อมูลสภาพอากาศที่มีผลต่อ การให้ผลผลิตของไม้ผลสำหรับเจ้าหน้าที่การเกษตร	339
ตารางที่ 77 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศต่อการผลิตไม้ผลและรายได้ ตามความคิดเห็นของเกษตรกร	340
ตารางที่ 78 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศต่อการผลิตไม้ผลและรายได้ ของเกษตรกรตามความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่การเกษตร	340
ตารางที่ 79 แบบจำลองพืช (พลับ มะม่วง และอาโวคาโด) จำนวน 12 แบบ ของพื้นที่ศึกษาในปี พ.ศ. 2559	357

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 สถานที่ตั้งสถานี/ศูนย์ในพื้นที่ส่งเสริมการเกษตรของมูลนิธิโครงการหลวง	14
รูปที่ 2 สภาพอากาศเฉลี่ยในแต่ละเดือนของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง โดย (ก) แสดงอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [1] (ข) แสดงปริมาณน้ำฝนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [1]	19
รูปที่ 3 สภาพอากาศเฉลี่ยในแต่ละเดือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุน โดย (ก) แสดงอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [1] (ข) แสดงปริมาณน้ำฝนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [1]	20
รูปที่ 4 สภาพอากาศเฉลี่ยในแต่ละเดือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ โดย (ก) แสดงอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [1] (ข) แสดงปริมาณน้ำฝนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [1]	21
รูปที่ 5 สภาพอากาศเฉลี่ยในแต่ละเดือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ โดย (ก) แสดงอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [1] (ข) แสดงปริมาณน้ำฝนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [1]	22
รูปที่ 6 สภาพอากาศเฉลี่ยในแต่ละเดือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจ้าม โดย (ก) แสดงอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [1] (ข) แสดงปริมาณน้ำฝนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [1]	23
รูปที่ 7 สภาพอากาศเฉลี่ยในแต่ละเดือนของศูนย์พัฒนาโครงการหนองเขียว โดย (ก) แสดงอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [1] (ข) แสดงปริมาณน้ำฝนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [1]	24
รูปที่ 8 สภาพอากาศเฉลี่ยในแต่ละเดือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึก โดย (ก) แสดงอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [1] (ข) แสดงปริมาณน้ำฝนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [1]	25
รูปที่ 9 สภาพอากาศเฉลี่ยในแต่ละเดือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนแปะ โดย (ก) แสดงอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [1] (ข) แสดงปริมาณน้ำฝนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [1]	26
รูปที่ 10 สภาพอากาศเฉลี่ยในแต่ละเดือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง พระบาทห้วยต้ม โดย (ก) แสดงอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน [1] (ข) แสดงปริมาณน้ำฝนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [1]	27

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 11 สภาพอากาศเฉลี่ยในแต่ละเดือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเริง โดย (ก) แสดงอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [1] (ข) แสดงปริมาณน้ำฝนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [1]	28
รูปที่ 12 สภาพอากาศเฉลี่ยในแต่ละเดือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเริง โดย (ก) แสดงอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [1] (ข) แสดงปริมาณน้ำฝนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [1]	29
รูปที่ 13 สภาพอากาศเฉลี่ยในแต่ละเดือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย โดย (ก) แสดงอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [1] (ข) แสดงปริมาณน้ำฝนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [1]	30
รูปที่ 14 เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุด (Tmax, Tmin)รายเดือนของแต่ละพื้นที่	31
รูปที่ 15 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความสูงและอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด (ก) และ อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด (ข) ในพื้นที่ศึกษา	32
รูปที่ 16 ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนรวมและปริมาณน้ำระเหยอ้างอิงรวมของแต่ละพื้นที่ศึกษา	33
รูปที่ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความสูง (elevation) กับปริมาณน้ำฝนรวมทั้งปีของพื้นที่ศึกษา จำนวน 12 แห่ง	34
รูปที่ 18 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน ในช่วง 10 ปีระหว่าง พ.ศ. 2549-2558 (ค.ศ. 2006-2015) ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	36
รูปที่ 19 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน ในช่วง 10 ปีระหว่าง พ.ศ. 2549-2558 (ค.ศ. 2006-2015) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น	38
รูปที่ 20 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน ในช่วง 10 ปีระหว่าง พ.ศ. 2550-2558 (ค.ศ. 2007-2015) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ	40
รูปที่ 21 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน ในช่วง 10 ปีระหว่าง พ.ศ. 2549-2558 (ค.ศ. 2006-2015) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์	42

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 22	ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน ในช่วง 10 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2549-2558 (ค.ศ. 2006-2015) ของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงหมอกจ๋าม	44
รูปที่ 23	ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน ในช่วง 10 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2549-2558 (ค.ศ. 2006-2015) ของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงหนองเขียว	46
รูปที่ 24	ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน ในช่วง 10 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2549-2558 (ค.ศ. 2006-2015) ของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงห้วยลึก	48
รูปที่ 25	ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน ในช่วง 5 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2555-2558 (ค.ศ. 2012-2015) ของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงขุนแปะ	50
รูปที่ 26	ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน ในช่วง 7 ปีระหว่าง พ.ศ. 2551-2558 (ค.ศ. 2008-2015) ของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม	52
รูปที่ 27	ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน ในช่วง 10 ปีระหว่าง พ.ศ. 2549-2558 (ค.ศ. 2006-2015) ของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงทุ่งเริง	54
รูปที่ 28	ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน ในช่วง 10 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2549-2558 (ค.ศ. 2006-2015) ของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงทุ่งเรา	56
รูปที่ 29	ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน ในช่วง 10ปีระหว่าง พ.ศ. 2549-2558 (ค.ศ. 2006-2015) ของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงหนองหอย	58
รูปที่ 30	การกระจายสภาพอากาศรายวันของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำระเหยของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ในปี พ.ศ. 2558	60

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 31 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนรายเดือนในปี พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2015) กับ ค่าเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2531-2557 ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง โดยเส้น I แสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานบนค่าปกติ	61
รูปที่ 32 การกระจายสภาพอากาศรายวันของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำระเหยของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น ในปี พ.ศ. 2558	63
รูปที่ 33 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนรายเดือนในปี พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2015) กับ ค่าเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2531-2557 ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น โดยเส้น I แสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานบนค่าปกติ	64
รูปที่ 34 การกระจายสภาพอากาศรายวันของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำระเหยของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แอ้นในปี พ.ศ. 2558	66
รูปที่ 35 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนรายเดือนในปี พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2015) กับ ค่าเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2531-2557 ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แอ้น โดยเส้น I แสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานบนค่าปกติ	67
รูปที่ 36 การกระจายสภาพอากาศรายวันของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำระเหยของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ใน ปี พ.ศ. 2558	69
รูปที่ 37 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนรายเดือนในปี พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2015) กับ ค่าเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2531-2557 ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ โดยเส้น I แสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานบนค่าปกติ	70
รูปที่ 38 การกระจายสภาพอากาศรายวันของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำระเหยของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจ๋าม ในปี พ.ศ. 2558	72
รูปที่ 39 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนรายเดือนในปี พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2015) กับ ค่าเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2531-2557 ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจ๋าม โดยเส้น I แสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานบนค่าปกติ	73

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 40 การกระจายสภาพอากาศรายวันของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำระเหยของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว ในปี พ.ศ. 2558	75
รูปที่ 41 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนรายเดือนในปี พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2015) กับ ค่าเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2531-2557 ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว โดยเส้น I แสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานบนค่าปกติ	76
รูปที่ 42 การกระจายสภาพอากาศรายวันของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำระเหยของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึกในปี พ.ศ. 2558	78
รูปที่ 43 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนรายเดือนในปี พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2015) กับ ค่าเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2531-2557 ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึก โดยเส้น I แสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานบนค่าปกติ	79
รูปที่ 44 การกระจายสภาพอากาศรายวันของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำระเหยของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนแปะ ในปี พ.ศ. 2558	81
รูปที่ 45 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนรายเดือนในปี พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2015) กับ ค่าเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2531-2557 ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนแปะ โดยเส้น I แสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานบนค่าปกติ	82
รูปที่ 46 การกระจายสภาพอากาศรายวันของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำระเหยของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง พระบาทห้วยต้มในปี พ.ศ. 2558	84
รูปที่ 47 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนรายเดือนในปี พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2015) กับ ค่าเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2531-2557 ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง พระบาทห้วยต้ม โดยเส้น I แสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานบนค่าปกติ	85
รูปที่ 48 การกระจายสภาพอากาศรายวันของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำระเหยของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเริง ในปี พ.ศ. 2558	87

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 49	การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนรายเดือนในปี พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2015) กับค่าเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2531-2557 ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเริง โดยเส้น I แสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานบนค่าปกติ	88
รูปที่ 50	การกระจายสภาพอากาศรายวันของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำระเหยของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเริง ในปี พ.ศ. 2558	90
รูปที่ 51	การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนรายเดือนในปี พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2015) กับค่าเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2531-2557 ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเริง โดยเส้น I แสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานบนค่าปกติ	91
รูปที่ 52	การกระจายสภาพอากาศรายวันของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำระเหยของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย ในปี พ.ศ.2558	93
รูปที่ 53	การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนรายเดือนในปี พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2015) กับค่าเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2531-2557 ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย โดยเส้น I แสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานบนค่าปกติ	94
รูปที่ 54	ตัวอย่างรูปแบบการจัดเรียงข้อมูลอุณหภูมิตามวันในการจัดทำฐานข้อมูลอากาศ ในปี พ.ศ. 2558 ของพื้นที่ศึกษาเดิม	97
รูปที่ 55	ตัวอย่างรูปแบบการจัดเรียงข้อมูลอุณหภูมิตามวันในการจัดทำฐานข้อมูลอากาศ ในปี พ.ศ. 2558 ของพื้นที่ศึกษาเพิ่มเติม	98
รูปที่ 56	ตัวอย่างภาพแผนภูมิการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝนที่เกิดขึ้นในปี ค.ศ. 1988-2015 ของพื้นที่ศึกษาเดิม	99
รูปที่ 57	ตัวอย่างภาพแผนภูมิการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝนที่เกิดขึ้นในปี ค.ศ. 2004-2015 ของพื้นที่ศึกษาเพิ่มเติม	100
รูปที่ 58	การคำนวณค่าการคายระเหยอ้างอิง (ET _o) รายวัน	102
รูปที่ 59	ค่าการคายระเหยอ้างอิง (ET _o) รายเดือน	103
รูปที่ 60	อัตราการคายระเหยอ้างอิงรายเดือนเฉลี่ยของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในระหว่าง ปี พ.ศ. 2531-2558	106
รูปที่ 61	อัตราการคายระเหยอ้างอิงเฉลี่ยรายเดือนของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ในปี พ.ศ. 2549-2558	106

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 62 อัตราการคายระเหยอ้างอิงรายเดือนเฉลี่ยของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ห้วยน้ำขุน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในระหว่างปี พ.ศ. 2531-2558	107
รูปที่ 63 อัตราการคายระเหยอ้างอิงเฉลี่ยรายเดือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ห้วยน้ำขุนในปี พ.ศ. 2549-2558	108
รูปที่ 64 อัตราการคายระเหยอ้างอิงรายเดือนเฉลี่ยของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง แม่แฮ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในระหว่างปี พ.ศ. 2550-2558	108
รูปที่ 65 อัตราการคายระเหยอ้างอิงเฉลี่ยรายเดือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง แม่แฮในปี พ.ศ. 2550-2558	109
รูปที่ 66 อัตราการคายระเหยอ้างอิงรายเดือนเฉลี่ยของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง วัดจันทร์ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในระหว่างปี พ.ศ. 2531-2558	109
รูปที่ 67 อัตราการคายระเหยอ้างอิงเฉลี่ยรายเดือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง วัดจันทร์ในปี พ.ศ. 2549-2558	110
รูปที่ 68 อัตราการคายระเหยอ้างอิงรายเดือนเฉลี่ยของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง หมอกจำม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในระหว่างปี พ.ศ. 2531-2558	111
รูปที่ 69 อัตราการคายระเหยอ้างอิงเฉลี่ยรายเดือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง หมอกจำมในปี พ.ศ. 2549-2558	111
รูปที่ 70 อัตราการคายระเหยอ้างอิงรายเดือนเฉลี่ยของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง หนองเขียว และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในระหว่างปี พ.ศ. 2546-2558	112
รูปที่ 71 อัตราการคายระเหยอ้างอิงเฉลี่ยรายเดือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง หนองเขียวในปี พ.ศ. 2549-2558	113
รูปที่ 72 อัตราการคายระเหยอ้างอิงรายเดือนเฉลี่ยของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ห้วยลึก และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในระหว่างปี พ.ศ. 2547-2558	113
รูปที่ 73 อัตราการคายระเหยอ้างอิงเฉลี่ยรายเดือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ห้วยลึกในปี พ.ศ. 2549-2558	114
รูปที่ 74 อัตราการคายระเหยอ้างอิงรายเดือนเฉลี่ยของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ขุนแปะ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในระหว่างปี พ.ศ. 2555-2558	115
รูปที่ 75 อัตราการคายระเหยอ้างอิงเฉลี่ยรายเดือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ขุนแปะในปี พ.ศ. 2555-2558	115

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 76 อัตราการคายระเหยอ้างอิงรายเดือนเฉลี่ยของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง พระบาทห้วยต้มและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในระหว่างปี พ.ศ. 2551-2558	116
รูปที่ 77 อัตราการคายระเหยอ้างอิงเฉลี่ยรายเดือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง พระบาทห้วยต้มในปี พ.ศ. 2551-2558	117
รูปที่ 78 อัตราการคายระเหยอ้างอิงรายเดือนเฉลี่ยของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ทุ่งเริง และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในระหว่างปี พ.ศ. 2547-2558	117
รูปที่ 79 อัตราการคายระเหยอ้างอิงเฉลี่ยรายเดือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ทุ่งเริงในปี พ.ศ. 2549-2558	118
รูปที่ 80 อัตราการคายระเหยอ้างอิงรายเดือนเฉลี่ยของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ทุ่งเร้า และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในระหว่างปี พ.ศ. 2549-2558	119
รูปที่ 81 อัตราการคายระเหยอ้างอิงเฉลี่ยรายเดือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ทุ่งเร้าในปี พ.ศ. 2549-2558	119
รูปที่ 82 อัตราการคายระเหยอ้างอิงรายเดือนเฉลี่ยของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง หนองหอย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในระหว่างปี พ.ศ. 2547-2558	120
รูปที่ 83 อัตราการคายระเหยอ้างอิงเฉลี่ยรายเดือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง หนองหอยในปี พ.ศ. 2549-2558	121
รูปที่ 84 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอัตราการคายระเหยอ้างอิง (ET _o , mm/day) (ก) และปริมาณการคายระเหยอ้างอิงรวม (mm) (ข) ของพื้นที่ศึกษา 12 แห่ง	122
รูปที่ 85 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนใช้การกับปริมาณความต้องการน้ำของพลับ ในพื้นที่ศึกษา	128
รูปที่ 86 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนใช้การกับปริมาณความต้องการน้ำของมะม่วง ในพื้นที่ศึกษา	129
รูปที่ 87 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนใช้การกับปริมาณความต้องการน้ำของ อาโวคาโดในพื้นที่ศึกษา	130
รูปที่ 88 ค่าเฉลี่ย 3 เดือนของ SOI ในปี พ.ศ. 2556 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2559 และการแสดงช่วงการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Niño) และลานีญา (La Niña) โดยระหว่าง 0.5 ถึง -0.5 เป็นสภาพอากาศปกติ	132

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 89 การผันแปรของข้อมูล SOI และอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และปริมาณน้ำฝนของสถานีเกษตรหลวงอ่างขางในปี พ.ศ. 2541 (ก) และ พ.ศ. 2558 (ข)	137
รูปที่ 90 ค่าความแตกต่างจากค่าปกติของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝนในปี ค.ศ. 2014, 2015 และ 2016 ที่วิเคราะห์จากข้อมูลที่ได้รับจากแบบจำลองคาดการณ์ภูมิอากาศ ECHAM4-PRECIS ภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศแบบ A2 และ B2	139
รูปที่ 91 ค่าความแตกต่างจากค่าปกติของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝนในปี ค.ศ. 2014 และ 2015 ที่วิเคราะห์จากข้อมูลที่ได้รับจากการตรวจวัดจริงในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางและศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น	140
รูปที่ 92 ลักษณะของดินในพื้นที่ศึกษาของมูลนิธิโครงการหลวงที่มีการผลิตไม้ผลบนพื้นที่สูง	145
รูปที่ 93 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วงการให้ผลและปริมาณผลผลิตพลับของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ปี พ.ศ. 2558	147
รูปที่ 94 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วงการให้ผลและปริมาณผลผลิตพลับของโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น ปี พ.ศ. 2558	148
รูปที่ 95 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วงการให้ผลและปริมาณผลผลิตพลับของโครงการหลวงแม่แฮ ปี พ.ศ. 2554	150
รูปที่ 96 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วงการให้ผลและปริมาณผลผลิตพลับของโครงการหลวงแม่แฮ ปี พ.ศ. 2555	151
รูปที่ 97 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วงการให้ผลและปริมาณผลผลิตพลับของโครงการหลวงแม่แฮ ปี พ.ศ. 2556	152
รูปที่ 98 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วงการให้ผลและปริมาณผลผลิตพลับของโครงการหลวงแม่แฮ ปี พ.ศ. 2557	153
รูปที่ 99 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วงการให้ผลและปริมาณผลผลิตพลับของโครงการหลวงแม่แฮ ปี พ.ศ. 2558	154
รูปที่ 100 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วงการให้ผลและปริมาณผลผลิตพลับของโครงการหลวงวัดจันทร์ ปี พ.ศ. 2554	156

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 101 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วง การให้ผลและปริมาณผลผลิตพลับของโครงการหลวงวัดจันทร์ ปี พ.ศ. 2555	157
รูปที่ 102 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วง การให้ผลและปริมาณผลผลิตพลับของโครงการหลวงวัดจันทร์ ปี พ.ศ. 2556	158
รูปที่ 103 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วง การให้ผลและปริมาณผลผลิตพลับของโครงการหลวงวัดจันทร์ ปี พ.ศ. 2557	159
รูปที่ 104 ปริมาณการผลิตมะม่วงพันธุ์ต่างๆ ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจ๋าม ในปี พ.ศ. 2550-2557	160
รูปที่ 105 ปริมาณการผลิตมะม่วงพันธุ์ต่างๆ ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว ในปี พ.ศ. 2550-2557	161
รูปที่ 106 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วง การให้ผลและปริมาณผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงหมอกจ๋ามในปี พ.ศ. 2558	162
รูปที่ 107 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วง การให้ผลและปริมาณผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงหนองเขียวปี พ.ศ. 2558	164
รูปที่ 108 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วง การให้ผลและปริมาณผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงห้วยลึก ปี พ.ศ. 2554	166
รูปที่ 109 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วง การให้ผลและปริมาณผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงห้วยลึก ปี พ.ศ. 2555	167
รูปที่ 110 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วง การให้ผลและปริมาณผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงห้วยลึก ปี พ.ศ. 2556	168
รูปที่ 111 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วง การให้ผลและปริมาณผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงห้วยลึก ปี พ.ศ. 2557	169

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 112 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วง การให้ผลและปริมาณผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงห้วยลึก ปี พ.ศ. 2558	170
รูปที่ 113 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วง การให้ผลและปริมาณผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของโครงการหลวงขุนแปะ ปี พ.ศ. 2555	172
รูปที่ 114 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วง การให้ผลและปริมาณผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของโครงการหลวงขุนแปะ ปี พ.ศ. 2556	173
รูปที่ 115 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วง การให้ผลและปริมาณผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของโครงการหลวงขุนแปะ ปี พ.ศ. 2557	174
รูปที่ 116 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วง การให้ผลและปริมาณผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของโครงการหลวงขุนแปะ ปี พ.ศ. 2558	175
รูปที่ 117 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วง การให้ผลและปริมาณผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม ปี พ.ศ. 2554	178
รูปที่ 118 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วง การให้ผลและปริมาณผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม ปี พ.ศ. 2555	179
รูปที่ 119 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วง การให้ผลและปริมาณผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม ปี พ.ศ. 2556	180
รูปที่ 120 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วง การให้ผลและปริมาณผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง พระบาทห้วยต้ม ปี พ.ศ. 2557	181

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 121 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วง การให้ผลและปริมาณผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม ปี พ.ศ. 2558	182
รูปที่ 122 ปริมาณการผลิตอาโวคาโดพันธุ์ต่างๆ ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง หนองเขียวในปี พ.ศ. 2547-2557	183
รูปที่ 123 ปริมาณการผลิตอาโวคาโดพันธุ์ต่างๆ ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเริง ในปี พ.ศ. 2547-2557	184
รูปที่ 124 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วง การให้ผลและปริมาณผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์บัคคาเนียของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงหนองเขียว ปี พ.ศ.2558	187
รูปที่ 125 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วง การให้ผลและปริมาณผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์บัคคาเนียของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงทุ่งเริง ปี พ.ศ. 2558	189
รูปที่ 126 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วง การให้ผลและปริมาณผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์บัคคาเนียของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงทุ่งเริง ปี พ.ศ. 2554	192
รูปที่ 127 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วง การให้ผลและปริมาณผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์บัคคาเนียของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงทุ่งเริง ปี พ.ศ. 2555	193
รูปที่ 128 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วง การให้ผลและปริมาณผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์บัคคาเนียของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงทุ่งเริง ปี พ.ศ. 2556	194
รูปที่ 129 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วง การให้ผลและปริมาณผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์บัคคาเนียของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงทุ่งเริง ปี พ.ศ. 2557	195
รูปที่ 130 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วง การให้ผลและปริมาณผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์บัคคาเนียของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงทุ่งเริง ปี พ.ศ. 2558	196

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 131 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วง การให้ผลและปริมาณผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์บักคาเนียของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงหนองหอย ปี พ.ศ. 2554	198
รูปที่ 132 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วง การให้ผลและปริมาณผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์บักคาเนียของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงหนองหอย ปี พ.ศ. 2555	199
รูปที่ 133 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วง การให้ผลและปริมาณผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์บักคาเนียของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงหนองหอย ปี พ.ศ. 2556	200
รูปที่ 134 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วง การให้ผลและปริมาณผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์บักคาเนียของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงหนองหอย ปี พ.ศ. 2557	201
รูปที่ 135 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในช่วง การให้ผลและปริมาณผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์บักคาเนียของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงหนองหอย ปี พ.ศ. 2558	202
รูปที่ 136 ปริมาณการผลิตพลับของสถานีเกษตรหลวงอ่างขางปี พ.ศ. 2546-2558	204
รูปที่ 137 ปริมาณการผลิตพลับของสถานีเกษตรหลวงอ่างขางแยกตามงานผลิต ในสถานีฯ และงานส่งเสริมของเกษตรกรระหว่างปี พ.ศ. 2546-2558	205
รูปที่ 138 ปริมาณการผลิตพลับในแต่ละพันธุ์ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขางในงานผลิต ของสถานีฯ ระหว่างปี พ.ศ. 2546-2558	205
รูปที่ 139 ปริมาณการผลิตพลับในแต่ละพันธุ์ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ในงานส่งเสริมให้กับเกษตรกรระหว่างปี พ.ศ. 2546-2558	206
รูปที่ 140 ปริมาณการผลิตพลับของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น ปี พ.ศ. 2546-2558	207
รูปที่ 141 ปริมาณการผลิตพลับของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ ปี พ.ศ. 2546-2558	207
รูปที่ 142 ปริมาณการผลิตพลับของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ ปี พ.ศ. 2546-2558	208

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 143 ปริมาณการผลิตพลับของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง ปี พ.ศ. 2546-2558	208
รูปที่ 144 ช่วงเวลาการให้ผลผลิตพลับของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคมปี พ.ศ. 2546-2558	209
รูปที่ 145 การเปรียบเทียบช่วงเวลาการให้ผลผลิตพลับแยกตามพันธุ์ที่ปลูกในสถานี เกษตรหลวงอ่างขางระหว่างปี พ.ศ. 2546-2558	210
รูปที่ 146 ช่วงเวลาการให้ผลผลิตพลับของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคมปี พ.ศ. 2546-2558	211
รูปที่ 147 ช่วงเวลาการให้ผลผลิตพลับของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคมปี พ.ศ. 2546-2558	211
รูปที่ 148 ช่วงเวลาการให้ผลผลิตพลับของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคมปี พ.ศ. 2547-2556	212
รูปที่ 149 ระยะพัฒนาการของพลับที่สัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน (ค่าเฉลี่ยระหว่าง พ.ศ. 2549-2558) ในสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	213
รูปที่ 150 ระยะพัฒนาการของพลับที่สัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน (ค่าเฉลี่ยระหว่าง พ.ศ. 2549-2558) ในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น	213
รูปที่ 151 ระยะพัฒนาการของพลับที่สัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน (ค่าเฉลี่ยระหว่าง พ.ศ. 2550-2558) ในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ	214
รูปที่ 152 ระยะพัฒนาการของพลับที่สัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน (ค่าเฉลี่ยระหว่าง พ.ศ. 2549-2558) ในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์	215
รูปที่ 153 ปริมาณการผลิตมะม่วงของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจ๋าม ระหว่างปี พ.ศ. 2547-2558	219
รูปที่ 154 ปริมาณการผลิตมะม่วงของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว ระหว่างปี พ.ศ. 2547-2558	220
รูปที่ 155 ปริมาณการผลิตมะม่วงของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึก ระหว่างปี พ.ศ. 2553-2558	221
รูปที่ 156 ปริมาณการผลิตมะม่วงของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนแปะ ระหว่างปี พ.ศ. 2551-2558	222

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 157 ปริมาณการผลิตมะม่วงของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม ระหว่างปี พ.ศ. 2547-2558	223
รูปที่ 158 ช่วงเวลาการให้ผลผลิตมะม่วงพันธุ์วลคำของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง หมอกจำระหว่างเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม พ.ศ. 2548-2558	224
รูปที่ 159 ช่วงเวลาการให้ผลผลิตมะม่วงพันธุ์วลคำของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง หนองเขียวระหว่างเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม พ.ศ. 2550-2558	225
รูปที่ 160 ช่วงเวลาการให้ผลผลิตมะม่วงพันธุ์วลคำของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ห้วยลึกระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553-2558	225
รูปที่ 161 ช่วงเวลาการให้ผลผลิตมะม่วงพันธุ์วลคำของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ขุนแปะระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553-2558	226
รูปที่ 162 ช่วงเวลาการให้ผลผลิตมะม่วงพันธุ์วลคำของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง พระบาทห้วยต้มระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงสิงหาคม พ.ศ. 2548-2558	227
รูปที่ 163 ระยะพัฒนาการของมะม่วงที่สัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน (ค่าเฉลี่ยระหว่าง พ.ศ. 2549-2558) ในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจำ	227
รูปที่ 164 ระยะพัฒนาการของมะม่วงที่สัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน (ค่าเฉลี่ยระหว่าง พ.ศ. 2549-2558) ในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว	228
รูปที่ 165 ระยะพัฒนาการของมะม่วงที่สัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน (ค่าเฉลี่ยระหว่าง พ.ศ. 2549-2558) ในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึก	229
รูปที่ 166 ระยะพัฒนาการของมะม่วงที่สัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน (ค่าเฉลี่ยระหว่าง พ.ศ. 2555-2558) ในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนแปะ	229
รูปที่ 167 ระยะพัฒนาการของมะม่วงที่สัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน (ค่าเฉลี่ยระหว่าง พ.ศ. 2551-2558) ในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม	230
รูปที่ 168 เปรียบเทียบการผลิตอาโวคาโดพันธุ์บัคคาเนียของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง จำนวน 4 ศูนย์ ระหว่างปี พ.ศ. 2547-2558	233
รูปที่ 169 ปริมาณการผลิตอาโวคาโดพันธุ์บัคคาเนียของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง หนองเขียว ระหว่างปี พ.ศ. 2547-2558	233
รูปที่ 170 ปริมาณการผลิตอาโวคาโดพันธุ์บัคคาเนียของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ทุ่งเริงระหว่างปี พ.ศ. 2547-2558	234

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 171 ปริมาณการผลิตอาโวคาโดพันธุ์อัคคาเนียของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ทุ่งเราระหว่างปี พ.ศ. 2547-2558	235
รูปที่ 172 ปริมาณการผลิตอาโวคาโดพันธุ์อัคคาเนียของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง หนองหอยระหว่างปี พ.ศ. 2547-2558	235
รูปที่ 173 ช่วงเวลาการให้ผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์อัคคาเนียของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง หนองเขียวระหว่างเดือนกันยายนถึงตุลาคม ระหว่างปี พ.ศ. 2548-2558	236
รูปที่ 174 ช่วงเวลาการให้ผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์อัคคาเนียของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ทุ่งเราระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงพฤศจิกายน ระหว่างปี พ.ศ. 2547-2558	237
รูปที่ 175 ช่วงเวลาการให้ผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์อัคคาเนียของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ทุ่งเราระหว่างปี พ.ศ. 2547-2558	237
รูปที่ 176 ช่วงเวลาการให้ผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์อัคคาเนียของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง หนองหอยระหว่างเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม พ.ศ. 2547-2558	238
รูปที่ 177 ระยะพัฒนาการของอาโวคาโดที่สัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน (ค่าเฉลี่ยระหว่าง พ.ศ. 2549-2558) ในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว	239
รูปที่ 178 ระยะพัฒนาการของอาโวคาโดที่สัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน (ค่าเฉลี่ยระหว่าง พ.ศ. 2549-2558) ในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเร	240
รูปที่ 179 ระยะพัฒนาการของอาโวคาโดที่สัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน (ค่าเฉลี่ยระหว่าง พ.ศ. 2549-2558) ในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเรา	241
รูปที่ 180 ระยะพัฒนาการของอาโวคาโดที่สัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน (ค่าเฉลี่ยระหว่าง พ.ศ. 2549-2558) ในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย	242
รูปที่ 181 รูปแบบฐานข้อมูลพืชของผลผลิตพลับในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ	244
รูปที่ 182 รูปแบบฐานข้อมูลพืชของผลผลิตอาโวคาโดพันธุ์อัคคาเนียในศูนย์พัฒนา โครงการหลวงหนองหอย	244
รูปที่ 183 ประสิทธิภาพการประเมินผลผลิตพลับของแบบจำลองพืช (พลับ) YPA ที่มาจากการศึกษาในปี พ.ศ. 2557 ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	246
รูปที่ 184 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทดสอบแบบจำลองพืช (พลับ) ของสถานี เกษตรหลวงอ่างขาง จากแบบจำลองพืช YPA(1), YPA(2), YPA(3) และ YPA(4) ที่มาจากการศึกษาในปี พ.ศ. 2558	248

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 185 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทดสอบแบบจำลองพีช (พลับ) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่นจากแบบจำลองพีช YPH (บน), Y1PH (กลาง), และ Y2PH (ล่าง) ที่มาจากการศึกษาในปี พ.ศ. 2558	250
รูปที่ 186 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทดสอบแบบจำลองพีช (มะม่วงพันธุ์นวลคำ) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจ๋ามจากแบบจำลองพีช MJ1 (บน), MJ2 (กลาง) และ MJ3 (ล่าง) ที่มาจากการศึกษาในปี พ.ศ. 2558	254
รูปที่ 187 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทดสอบแบบจำลองพีช (มะม่วงพันธุ์นวลคำ) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียวจากแบบจำลองพีช NK1 (บน), NK2 (กลาง) และ NK3 (ล่าง) ที่มาจากการศึกษาในปี พ.ศ. 2558	257
รูปที่ 188 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทดสอบแบบจำลองพีช (อาโวคาโดพันธุ์คคาเนีย) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียวจากแบบจำลองพีช NK1, NK2, NK3, NK4, NK5 และ NK6 ที่มาจากการศึกษาในปี พ.ศ. 2558	261
รูปที่ 189 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทดสอบแบบจำลองพีช (อาโวคาโดพันธุ์คคาเนีย) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเริงจากแบบจำลองพีช TR1, TR2, TR3, TR 4, TR 5 และ TR 6 ที่มาจากการศึกษาในปี พ.ศ. 2558	265
รูปที่ 190 ประสิทธิภาพการประเมินผลผลิตพลับของแบบจำลองพีชของพลับ YPA ₅₉ ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	270
รูปที่ 191 ประสิทธิภาพการประเมินผลผลิตในแบบจำลองพีชของพลับ YPH ₅₉ ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น	274
รูปที่ 192 ประสิทธิภาพการประเมินผลผลิตในแบบจำลองพีชของพลับ YPM ₅₉ ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ	278
รูปที่ 193 ประสิทธิภาพการประเมินผลผลิตในแบบจำลองพีชของพลับ YPW ₅₉ ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์	282
รูปที่ 194 ประสิทธิภาพการประเมินผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของแบบจำลองพีช YMMJ ₅₉ ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจ๋าม	287
รูปที่ 195 ประสิทธิภาพการประเมินผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของแบบจำลองพีช YMNK ₅₉ ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว	291
รูปที่ 196 ประสิทธิภาพการประเมินผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของแบบจำลองพีช YMKP ₅₉ ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนแปะ	295

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 197 ประสิทธิภาพการประเมินผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำของแบบจำลองพีช YMPT ₅₉ ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม	298
รูปที่ 198 ประสิทธิภาพการประเมินผลผลิตในแบบจำลองพีชของอาโวคาโด พันธุ์คาคาเนีย YVNK ₅₉ ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว	302
รูปที่ 199 ประสิทธิภาพการประเมินผลผลิตในแบบจำลองพีชของอาโวคาโด พันธุ์คาคาเนีย YPTR ₅₉ ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเริง	307
รูปที่ 200 ประสิทธิภาพการประเมินผลผลิตในแบบจำลองพีชของอาโวคาโด พันธุ์คาคาเนีย YVTO ₅₉ ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเร้า	310
รูปที่ 201 ประสิทธิภาพการประเมินผลผลิตในแบบจำลองพีชของอาโวคาโด พันธุ์คาคาเนีย YVNH ₅₉ ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย	314
รูปที่ 202 ประสิทธิภาพการประเมินผลผลิตกลับในแบบ YP1(A ₅₉) ของสถานี เกษตรหลวงอ่างขาง	317
รูปที่ 203 ประสิทธิภาพการประเมินผลผลิตกลับในแบบ YP2(A ₅₉) ของสถานี เกษตรหลวงอ่างขาง	318
รูปที่ 204 ประสิทธิภาพการประเมินผลผลิตกลับในแบบ YP3(A ₅₉) ของสถานี เกษตรหลวงอ่างขาง	319
รูปที่ 205 ประสิทธิภาพการประเมินผลผลิตกลับในแบบ YP4(A ₅₉) ของสถานี เกษตรหลวงอ่างขาง	319
รูปที่ 206 ประสิทธิภาพการประเมินผลผลิตกลับในแบบ YP1(H ₅₉) ของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น	320
รูปที่ 207 ประสิทธิภาพการประเมินผลผลิตกลับในแบบ YP2(H ₅₉) ของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น	321
รูปที่ 208 ประสิทธิภาพการประเมินผลผลิตกลับในแบบ YP3(H ₅₉) ของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น	322
รูปที่ 209 ประสิทธิภาพการประเมินผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำในแบบ YM1(MJ ₅₉) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจ๋าม	323
รูปที่ 210 ประสิทธิภาพการประเมินผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำในแบบ YM2(MJ ₅₉) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจ๋าม	324

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 211 ประสิทธิภาพการประเมินผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำในแบบ YM3(MJ ₅₉) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจ๋าม	325
รูปที่ 212 ประสิทธิภาพการประเมินผลผลิตมะม่วงพันธุ์นวลคำในแบบ YM4(MJ ₅₉) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจ๋าม	326
รูปที่ 213 แผนภูมิแบบจำลองพีชที่ได้มาสำหรับพยากรณ์ผลกระทบต่อการให้ผลผลิต ของปลั๊บบนพื้นที่สูง	359
รูปที่ 214 แผนภูมิแบบจำลองพีชที่ได้มาสำหรับพยากรณ์ผลกระทบต่อการให้ผลผลิต ของมะม่วงบนพื้นที่สูง	360
รูปที่ 215 แผนภูมิแบบจำลองพีชที่ได้มาสำหรับพยากรณ์ผลกระทบต่อการให้ผลผลิต ของอาโวคาโดบนพื้นที่สูง	361



สารบัญตารางภาคผนวก

		หน้า
ตารางภาคผนวกที่ 1	ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และปริมาณน้ำฝน (Rainfall) ระหว่างปี พ.ศ. 2531-2558 (ค.ศ. 1988-2015) ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	367
ตารางภาคผนวกที่ 2	ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และปริมาณน้ำฝน (Rainfall) ระหว่างปี พ.ศ. 2533-2558 (ค.ศ. 1990-2015) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น	368
ตารางภาคผนวกที่ 3	ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และปริมาณน้ำฝน (Rainfall) ระหว่างปี พ.ศ. 2550-2558 (ค.ศ. 2007-2015) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ	369
ตารางภาคผนวกที่ 4	ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และปริมาณน้ำฝน (Rainfall) ระหว่างปี พ.ศ. 2533-2558 (ค.ศ. 1988-2015) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์	370
ตารางภาคผนวกที่ 5	ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และปริมาณน้ำฝน (Rainfall) ระหว่างปี พ.ศ. 2533-2558 (ค.ศ. 1990-2015) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจ้าม	371
ตารางภาคผนวกที่ 6	ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และปริมาณน้ำฝน (Rainfall) ระหว่างปี พ.ศ. 2546-2558 (ค.ศ. 2003-2015) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว	372
ตารางภาคผนวกที่ 7	ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และปริมาณน้ำฝน (Rainfall) ระหว่างปี พ.ศ. 2547-2558 (ค.ศ. 2004-2015) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึก	373
ตารางภาคผนวกที่ 8	ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และปริมาณน้ำฝน (Rainfall) ระหว่างปี พ.ศ. 2555-2558 (ค.ศ. 2012-2015) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนแปะ	374
ตารางภาคผนวกที่ 9	ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และปริมาณน้ำฝน (Rainfall) ระหว่างปี พ.ศ. 2551-2558 (ค.ศ. 2008-2015) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม	375

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

		หน้า
ตารางภาคผนวกที่ 10	ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และปริมาณน้ำฝน (Rainfall) ระหว่างปี พ.ศ. 2547-2558 (ค.ศ. 2004-2015) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเริง	376
ตารางภาคผนวกที่ 11	ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และปริมาณน้ำฝน (Rainfall) ระหว่างปี พ.ศ. 2549-2558 (ค.ศ. 2006-2015) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเริง	377
ตารางภาคผนวกที่ 12	ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และปริมาณน้ำฝน (Rainfall) ระหว่างปี พ.ศ. 2547-2558 (ค.ศ. 2004-2015) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย	378
ตารางภาคผนวกที่ 13	ข้อมูลรายวันของอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดของสถานีเกษตรหลวงอ่างขางในปี พ.ศ. 2558	379
ตารางภาคผนวกที่ 14	ข้อมูลรายวันของปริมาณน้ำฝนและอัตราการคายระเหยอ้างอิงของสถานีเกษตรหลวงอ่างขางในปี พ.ศ. 2558	380
ตารางภาคผนวกที่ 15	ข้อมูลรายวันของอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่นในปี พ.ศ. 2558	381
ตารางภาคผนวกที่ 16	ข้อมูลรายวันของปริมาณน้ำฝนและอัตราการคายระเหยอ้างอิงของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่นในปี พ.ศ. 2558	382
ตารางภาคผนวกที่ 17	ข้อมูลรายวันของอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮในปี พ.ศ. 2558	383
ตารางภาคผนวกที่ 18	ข้อมูลรายวันของปริมาณน้ำฝนและอัตราการคายระเหยอ้างอิงของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮในปี พ.ศ. 2558	384
ตารางภาคผนวกที่ 19	ข้อมูลรายวันของอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ในปี พ.ศ. 2558	385
ตารางภาคผนวกที่ 20	ข้อมูลรายวันของปริมาณน้ำฝนและอัตราการคายระเหยอ้างอิงของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ในปี พ.ศ. 2558	386
ตารางภาคผนวกที่ 21	ข้อมูลรายวันของอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจ๋ามในปี พ.ศ. 2558	387
ตารางภาคผนวกที่ 22	ข้อมูลรายวันของปริมาณน้ำฝนและอัตราการคายระเหยอ้างอิงของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจ๋ามในปี พ.ศ. 2558	388

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

		หน้า
ตารางภาคผนวกที่ 23	ข้อมูลรายวันของอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงหนองเขียวในปี พ.ศ. 2558	389
ตารางภาคผนวกที่ 24	ข้อมูลรายวันของปริมาณน้ำฝนและอัตราการคายระเหยอ้างอิงของ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียวในปี พ.ศ. 2558	390
ตารางภาคผนวกที่ 25	ข้อมูลรายวันของอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงห้วยลึกในปี พ.ศ. 2558	391
ตารางภาคผนวกที่ 26	ข้อมูลรายวันของปริมาณน้ำฝนและอัตราการคายระเหยอ้างอิงของ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึกในปี พ.ศ. 2558	392
ตารางภาคผนวกที่ 27	ข้อมูลรายวันของปริมาณน้ำฝนและอัตราการคายระเหยอ้างอิงของ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนแปะในปี พ.ศ. 2558	393
ตารางภาคผนวกที่ 28	ข้อมูลรายวันของอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงขุนแปะในปี พ.ศ. 2558	394
ตารางภาคผนวกที่ 29	ข้อมูลรายวันของอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงพระบาทห้วยต้มในปี พ.ศ. 2558	395
ตารางภาคผนวกที่ 30	ข้อมูลรายวันของปริมาณน้ำฝนและอัตราการคายระเหยอ้างอิงของ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้มในปี พ.ศ. 2558	396
ตารางภาคผนวกที่ 31	ข้อมูลรายวันของอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงทุ่งเริงในปี พ.ศ. 2558	397
ตารางภาคผนวกที่ 32	ข้อมูลรายวันของปริมาณน้ำฝนและอัตราการคายระเหยอ้างอิงของ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเริงในปี พ.ศ. 2558	398
ตารางภาคผนวกที่ 33	ข้อมูลรายวันของอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงทุ่งเราในปี พ.ศ. 2558	399
ตารางภาคผนวกที่ 34	ข้อมูลรายวันของปริมาณน้ำฝนและอัตราการคายระเหยอ้างอิงของ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเราในปี พ.ศ. 2558	400
ตารางภาคผนวกที่ 35	ข้อมูลรายวันของอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงหนองหอยในปี พ.ศ. 2558	401
ตารางภาคผนวกที่ 36	ข้อมูลรายวันของปริมาณน้ำฝนและอัตราการคายระเหยอ้างอิงของ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอยในปี พ.ศ. 2558	402

สารบัญรูปภาพผนวก

		หน้า
รูปภาพผนวกที่ 1	แผนภูมิแบบจำลองพืชที่ได้มาใช้สำหรับพยากรณ์ผลกระทบต่อ การให้ผลผลิตของพลับบนพื้นที่สูงในปี พ.ศ. 2557	403
รูปภาพผนวกที่ 2	แผนภูมิแบบจำลองพืชที่ได้มาใช้สำหรับพยากรณ์ผลกระทบต่อ การให้ผลผลิตของมะม่วงและอาโวคาโดบนพื้นที่สูงปี พ.ศ. 2558	404
รูปภาพผนวกที่ 3	การพัฒนาของผลจากระยะเจริญเติบโตถึงผลแก่เต็มที่ของพลับ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	405
รูปภาพผนวกที่ 4	การปฏิบัติดูแลพลับและสภาพต้นในระยะพักตัวที่สถานี เกษตรหลวงอ่างขาง	405
รูปภาพผนวกที่ 5	การปฏิบัติดูแลพลับและสภาพต้นในระยะพักตัวที่ศูนย์พัฒนา โครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น	405
รูปภาพผนวกที่ 6	การเก็บตัวอย่างดินและสภาพแปลงพลับที่ศูนย์พัฒนา โครงการหลวงแม่แฮ	406
รูปภาพผนวกที่ 7	ลักษณะดินและการเก็บตัวอย่างดินมาศึกษาในพื้นที่ปลูกไม้ผลของ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์	406
รูปภาพผนวกที่ 8	การเก็บดินในแปลงมะม่วงพันธุ์นวลคำที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวง หมอกจำ่ม	406
รูปภาพผนวกที่ 9	การเก็บตัวอย่างดินมาศึกษาในพื้นที่ปลูกไม้ผลของโครงการหลวง หมอกจำ่ม	407
รูปภาพผนวกที่ 10	ต้นมะม่วงพันธุ์นวลคำในระยะออกดอกที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ห้วยลึก	407
รูปภาพผนวกที่ 11	การเก็บตัวอย่างดินมาศึกษาในพื้นที่ปลูกไม้ผลของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงขุนแปะ	407
รูปภาพผนวกที่ 12	สภาพต้นมะม่วงพันธุ์นวลคำในแปลงของเกษตรกรที่ศูนย์พัฒนา โครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม	408
รูปภาพผนวกที่ 13	การเก็บตัวอย่างดินมาศึกษาในพื้นที่ปลูกไม้ผลของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม	408
รูปภาพผนวกที่ 14	การสำรวจความต้องการใช้ข้อมูลสภาพอากาศในการผลิตไม้ผล ที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว	408

สารบัญรูปภาคผนวก (ต่อ)

		หน้า
รูปภาคผนวกที่ 15	ต้นอาโวคาโดพันธุ์บัคคาเนียระยะออกดอกในแปลงที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเรา	409
รูปภาคผนวกที่ 16	สภาพแปลงอาโวคาโดพันธุ์บัคคาเนียที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย	409
รูปภาคผนวกที่ 17	การติดต่อประสานงานเกี่ยวกับข้อมูลในการวิจัยที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย	409



บทคัดย่อ

การศึกษาผลกระทบของการแปรปรวนของภูมิอากาศต่อการปลูกไม้ผลบนพื้นที่สูง 3 ชนิด (พลับ มะม่วง และอาโวคาโด) ของมูลนิธิโครงการหลวง จำนวน 12 แห่ง ผลการศึกษาในแต่ละพื้นที่ศึกษา พบว่ามีสภาพภูมิประเทศ สภาพดิน และสภาพอากาศแตกต่างกัน มีการผันแปรสภาพอากาศในรอบปีคล้ายคลึงกัน ซึ่งมีความแตกต่างกันในเชิงปริมาณที่วัดได้ การคายระเหยของไม้ผลแต่ละชนิด พบว่าการคายระเหยจากพื้นที่ปลูกมะม่วงสูงกว่าปริมาณน้ำฝนที่ได้รับในบางเดือนและมากกว่าพลับกับอาโวคาโดด้วย จากการทดสอบแบบจำลองสภาพอากาศพบความสัมพันธ์อย่างชัดเจนระหว่าง Southern oscillation index (SOI) กับอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุดในช่วงเดือนสิงหาคมถึงธันวาคมและปริมาณน้ำฝนในช่วงเดือนมีนาคมถึงมิถุนายน ซึ่งจำเป็นต้องทดสอบความแม่นยำในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญาชนิดปานกลางและรุนแรง ส่วนแบบจำลองสภาพอากาศในระยะยาว (พ.ศ. 2531-2564) ระดับภูมิภาค ECHAM4-PRECIS พบว่าอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดของพื้นที่ศึกษามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำฝนรวมไม่แน่นอน และมีการผันแปรระหว่างปีค่อนข้างสูง

การพัฒนาและทดสอบแบบจำลองพืชด้วยโปรแกรม SPSS จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสภาพอากาศและผลผลิตของพลับ มะม่วงพันธุ์นวลคำ และอาโวคาโดพันธุ์บัคคาเนียในพื้นที่ศึกษานี้ จากการใช้อยู่อาศัยสภาพอากาศเป็นตัวแปรนั้น แสดงให้เห็นว่าตัวแปรที่ใช้ในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันจากอุณหภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่มีฝนตก และความชื้นสัมพัทธ์อากาศในระยะก่อนเก็บเกี่ยวผลระหว่างเดือนมกราคมถึงมิถุนายน ซึ่งใช้พยากรณ์ล่วงหน้าได้ไม่เท่ากัน ผลการวิเคราะห์ให้ความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติในการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้น แสดงค่า P-value น้อยกว่า 0.05 ในทุกแบบจำลองพืช จึงให้ค่าความแม่นยำแตกต่างกันไป ค่าสัมประสิทธิ์ (R) อยู่ระหว่าง 0.639-0.971 และได้แบบจำลองพืชที่มีความเฉพาะของพื้นที่ศึกษา จำนวน 12 แบบด้วยกัน และได้ศึกษาตัวแปรของปัจจัยสภาพอากาศที่มีผลกระทบต่อผลผลิตในแบบจำลองพืช (พลับ) ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง / ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น และแบบจำลองพืช (มะม่วงพันธุ์นวลคำ) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจ๋าม ได้ดำเนินการทดสอบตัวแปรของปัจจัยสภาพอากาศในแบบจำลองพืชนี้ ด้วยจำนวนข้อมูลที่น้อยลงเพื่อประเมินประสิทธิภาพในการพยากรณ์ผลผลิตแล้ว พบว่าตัวแปรของปัจจัยสภาพอากาศในแบบจำลองพืชที่ศึกษานี้ มีผลกระทบต่อผลผลิตของพลับและมะม่วงพันธุ์นวลคำในพื้นที่ศึกษาสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อการปลูกพืชบนพื้นที่สูง ส่วนการสำรวจความคิดเห็นของเกษตรกรนั้นต้องการรับรู้ข้อมูลข่าวสารภูมิอากาศสำหรับการปรับตัวและการจัดการผลิตผลในอนาคต

คำสำคัญ: การแปรปรวนของภูมิอากาศ แบบจำลองสภาพภูมิอากาศ แบบจำลองพืช ไม้ผลบนพื้นที่สูง

Abstract

The study on impacts of climate variability on fruit cultivation in highlands of persimmon, mango and avocado was studied at 12 locations under Royal Project Foundation areas. The results showed that in each location had differed between the geographic, soil and weather conditions. Weather in each location was varied similarly around the year, but it showed differed by quantitative measurements. Crop evapotranspiration represents the evapotranspiration in mango cultivated area was higher than the rainfall in location for some month and showed amount moreover than persimmon and avocado. Climate model testing found the distinct relation on Southern oscillation index (SOI) with maximum temperature, minimum temperature in the period of August to December and precipitation in the period of March to June, that they must be accuracy under the moderate and severe phenomenon of El Niño and La Niña regimes. Climate model for long period (2531-2564 BE) under the regional level of ECHAM4-PRECIS revealed that maximum temperature and minimum temperature in the studied locations tend to increase but precipitation was uncertainly and highly variability in year.

The developing and testing of plant models were analyzed by SPSS program on the weather data and yield of persimmon, mango 'Chiin Hwang' and avocado 'Buccania'. The result showed that weather variable factors in each location differed on temperature, precipitation, rainy day frequency and air humidity before harvesting period during January to June, which they could forecasted the yield unequal period before harvesting. Analysis of relationship was statistically significant linear regression showed P-value less than 0.05 in all plant models, therefore they had different accuracy. These 12 plant models gave coefficient (R) range at 0.639-0.971, which showing specific acceptable in the location. Study on variable factors of weather impacted on yield by plant models (persimmon) of Ang Khang Royal Agricultural Station / Huai Nam Khun Royal Developmental Center and the plant models (mango 'Chiin Hwang') of Mok Jam Royal Developmental Center were examined by data

decreasing for assessment of yield prediction. The variable factors of meteorological data in these plant models impacted on yield of persimmon and mango ‘Chiin Hwang’ in the studied locations that they could be used as a tool to study the impacts of climate change on plant cultivation in the highland. The survey on farmer’s opinion need to receive weather information for their adaptation and crop management.

Keywords: Climate variability, Weather model, Plant model, Fruit in highland

