



## รายงานฉบับสมบูรณ์

(Final Report)

โครงการย่อยที่ 2 : การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่มี  
ผลกระทบต่อผลผลิตไม้ผลเมืองหนาวบนพื้นที่สูง

Sub-project 2 : Study on Climate Change Affecting on Impacts of  
Temperate Fruits Production in Highlands

ภายใต้ชุดโครงการ : การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาวะโลกร้อนต่อ  
การปลูกพืชบนพื้นที่สูง กรณีศึกษาโครงการหลวง

แผนงานวิจัย : แผนงานด้านการตลาดของผลผลิต เพื่อเตรียมรองรับการเปลี่ยนแปลง

โดย

สุรินทร์ นิลสำราญจิต และคณะ

สนับสนุนทุนวิจัยโดย สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557

## รายงานฉบับสมบูรณ์

(Final Report)

โครงการย่อยที่ 2 : การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่มี  
ผลกระทบต่อผลผลิตไม้ผลเมืองหนาวบนพื้นที่สูง

Sub-project 2 : Study on Climate Change Affecting on Impacts of  
Temperate Fruits Production in Highlands

ภายใต้ชุดโครงการ : การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาวะโลกร้อนต่อ  
การปลูกพืชบนพื้นที่สูง กรณีศึกษาโครงการหลวง

แผนงานวิจัย : แผนงานด้านการตลาดของผลผลิต เพื่อเตรียมรองรับการเปลี่ยนแปลง

คณะผู้วิจัย

สังกัด

ผศ.ดร.สุรินทร์ นิลสำราญจิต

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

นางกนิษฐา เอื่องสวัสดิ์

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

นายสุริยา ตาเที่ยง

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มกราคม 2558

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ที่กรุณาให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้ และเล็งเห็นความสำคัญของการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมที่มีผลกระทบต่องานเกษตรที่สูงภายใต้มูลนิธิโครงการหลวง โดยเฉพาะกับไม้ผลเมืองหนาวที่มีความต้องการสภาพแวดล้อมที่เฉพาะในการเจริญเติบโตของพืช ผลสำเร็จของการวิจัยนี้เกิดขึ้นได้ด้วยข้อมูลต่างๆจากผู้เกี่ยวข้องในการให้ข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์ผล โดยเฉพาะพื้นที่ศึกษาของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น งานไม้ผลส่วนกลาง ฝ่ายการตลาดมูลนิธิโครงการหลวง และหน่วยพัฒนาและจัดการต้นน้ำ รวมทั้งผู้เกี่ยวข้องที่มีได้กล่าวนามทุกท่านที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ จึงทำให้คณะผู้วิจัยสามารถได้ข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์ผลเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของงาน การนำเสนอเนื้อหาในรายงานนี้ได้วิเคราะห์จากข้อมูลที่มีในสำนักงานเกี่ยวข้องให้มาใช้ในการวิจัยต้องขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ สุดท้ายนี้ต้องขอขอบคุณผู้ประสานงานและเจ้าหน้าที่ของสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ทุกท่านที่อำนวยความสะดวกให้กับผู้วิจัยเป็นอย่างดี

คณะผู้วิจัย



## คณะผู้วิจัย

### หัวหน้าโครงการ

ชื่อ-สกุล      ดร.สุรินทร์ นิลสำราญจิต  
 ตำแหน่ง      ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำสาขาวิชาพืชสวน  
 หน่วยงาน      ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ  
                  คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 ที่อยู่      มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200  
 โทรศัพท์      053-94-4040  
 Email:      surinaggie@hotmail.com

### ผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ-สกุล      ดร.กนิษฐา เอื่องสวัสดิ์  
 ตำแหน่ง      นักวิชาการเกษตร ประจำสาขาวิชาปฐพีศาสตร์  
 หน่วยงาน      ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ  
                  คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 ที่อยู่      มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200  
 โทรศัพท์      053-94-4040  
 Email:      kanita.u@cmu.ac.th

ชื่อ-สกุล      นายสุริยา ตาเที่ยง  
 ตำแหน่ง      นักวิทยาศาสตร์ ประจำสาขาวิชาพืชสวน  
 หน่วยงาน      ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ  
                  คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 ที่อยู่      มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200  
 โทรศัพท์      053-94-4042  
 Email:      a\_azura@windowslive.com

## บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

สภาพภูมิอากาศที่มีอุณหภูมิหรือปริมาณน้ำฝนเปลี่ยนแปลงไปจากสาเหตุสภาวะโลกร้อนส่งผลกระทบต่อภาคการเกษตรที่เป็นการทำเกษตรแบบพึ่งพาน้ำฝนและฤดูกาลตามธรรมชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับการผลิตไม้ผลเมืองหนาวบนพื้นที่สูงในการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกเป็นอาชีพสร้างรายได้ในการดำเนินงานของมูลนิธิโครงการหลวง ดังนั้นจึงได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศของสถานี/ศูนย์ของมูลนิธิฯ บนพื้นที่สูง 4 แห่ง คือ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ อยู่ในระดับความสูงมากกว่า 1,100 เมตรขึ้นไป และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น อยู่ในระดับความสูง 900-1,100 เมตร มาวิเคราะห์สภาพอากาศในช่วงที่ผ่านมาระหว่างปี พ.ศ.2533-2556 และได้นำข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่งมาสร้างฐานข้อมูลภูมิอากาศและฐานข้อมูลพืชของบ๊วยและพลับสำหรับใช้เก็บข้อมูลต่อไป ผลการวิเคราะห์ข้อมูลภูมิอากาศพบว่า การผันแปรของอุณหภูมิในช่วงฤดูหนาวโดยเฉพาะเดือนมกราคมและธันวาคมมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสัมประสิทธิ์การผันแปร (%CV) สูง จึงน่าจะทำให้มีผลกระทบต่อพัฒนาการของไม้ผลเมืองหนาวที่ต้องการความเย็นในการทำลายการพักตัวของตาให้สามารถเจริญเติบโตออกดอกติดผลต่อไปและสภาวะผันแปรของภูมิอากาศที่เกิดขึ้นในบางปีจากน้ำค้างแข็ง ส่วนปริมาณน้ำฝนรวมต่อปีนั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยได้รับอิทธิพลของปรากฏการณ์ El Niño และ La Niña ชนิดรุนแรง ทำให้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและปริมาณฝนด้วย เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์สภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นรายเดือน โดยพบค่าความสัมพันธ์ค่อนข้างสูงจากข้อมูลอากาศของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง และศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตในอีก 50 ปีข้างหน้าให้ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิสูงสุดมีแนวโน้มลดลง ขณะที่อุณหภูมิต่ำสุดมีแนวโน้มสูงขึ้น สภาพอากาศบนพื้นที่สูงแสดงผลที่มีการเปลี่ยนแปลงไปไม่เกิน 2 องศาเซลเซียส จากข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่รวบรวมระหว่างปี พ.ศ.2547-2556 ได้นำมาจัดทำภาพจำลองภูมิอากาศที่เกิดขึ้นและทำภาพจำลองภูมิอากาศในอนาคตระหว่างปี พ.ศ.2558-2597 สำหรับศึกษาผลกระทบต่อพืชที่มีความต้องการอุณหภูมิเย็นบนพื้นที่สูงได้

การให้ผลผลิตบ๊วยและพลับที่มีการผลิตอยู่มากในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวงนั้นมีช่วงระยะเวลาการออกจำหน่ายต่างกันไปตามพื้นที่ที่ศึกษาในช่วงเวลาที่ผ่านมา ในปี พ.ศ.2554 ที่เกิดปรากฏการณ์น้ำท่วมมีผลกระทบอย่างรุนแรงต่อปริมาณผลผลิตของพืชนี้ ในการหาความสัมพันธ์ของสภาพอากาศจากอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และจำนวนวันฝนตก มีผลต่อการให้ผลผลิต จึงนำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองพืชของบ๊วยในสถานีเกษตรหลวงอ่างขางได้จำนวน 1 แบบจำลองจากการคำนวณข้อมูลอากาศในเดือนมกราคมถึงเมษายน ในขณะที่พื้นที่ศึกษาอื่นมีข้อมูลผลผลิตไม่ครบถ้วน และต่อเนื่องเพียงพอในการหาความสัมพันธ์ทางสถิติได้ สำหรับแบบจำลองพืชของพลับได้ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับข้อมูลภูมิอากาศจำนวน 3 แบบจำลองของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ และศูนย์

พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น แสดงค่าสหสัมพันธ์ของแบบจำลองพืชอย่างมีนัยสำคัญ จากผลต่างของอุณหภูมิและการตกของฝนในเดือนมีนาคมถึงมิถุนายน ทั้งนี้แต่ละแบบจำลองพืชมีความเฉพาะของพื้นที่นั้นๆ สำหรับใช้ในการพยากรณ์ผลผลิตพืชได้

ในการศึกษาผลกระทบของสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตไม้ผลเมืองหนาวบนพื้นที่สูง ควรมีการพัฒนาฐานข้อมูลภูมิอากาศและฐานข้อมูลพืชให้มีการบันทึกอย่างต่อเนื่อง สำหรับในการพัฒนาแบบจำลองให้มีความแม่นยำและถูกต้องมากยิ่งขึ้น นอกจากนั้นแบบจำลองที่ได้ต้องมีการนำไปทดสอบกับผลที่เกิดขึ้นจริง เพื่อให้สามารถนำไปพยากรณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และคำแนะนำในการปรับตัวของเกษตรกรสำหรับเตรียมการรองรับผลกระทบกับงานส่งเสริมการผลิตบ๊วยและพลับต่อไป



## Executive Summary

The climate with the temperature or rainfall change causes by global warming affects agriculture section which is dependent on rainfed agriculture and seasonal in natural. Especially, temperate fruit production in the highlands is considered the impacts under the extension of Royal Project Foundation to encourage farmers as income in their operations. Therefore, this study on the climate changes under station/ center of foundation 4 locations as follows Ang Khang Royal Agricultural Station, Inthanon Royal Agricultural Station at levels above 1,100 meters, and Wat Chan Royal Developmental Center, Huai Nam Khun Royal Developmental Center at levels of 900-1,100 meters, were analysed the weather data during 2533-2556 BE in the past period and gathered meteorological data of 4 sites in our climate database and including database of Japanese apricot and persimmon yield, also. Result of climate analysis found that the variation of temperature in the winter, particularly in January and December, with the standard deviation (SD) and coefficient of variation (% CV) high, it was likely to affect the development of temperate fruit trees in chilling requirement for break the bud dormancy to flowering and fruit development, moreover, the variable climate in some years caused to frost occurrence. The total annual rainfall tended to increase. Influencing by the phenomenon of El Niño and La Niña affected severe changes in temperature and precipitation as well. This study has prepared monthly scenarios of climate and found a high correlation of meteorological data in Ang Khang Royal Agricultural Station. Climate change study in the next 50 years, the average maximum temperature tended to decrease, but the minimum temperature was likely to rise in contrast. The weather in highland areas may be changed to no more than 2 degrees Celsius. From the meteorological data collected during 2547-2556 BE were created their scenarios of climate and had prepared climate scenarios in the future during 2558-2597 BE for the impacts on chilling requirement of tree in highland areas.

The productivity of Japanese plum and persimmon that be produced much in Royal Project Foundation areas released over time depending on the locations during the past time. In the year 2554 BE occurred flooding phenomenon had a serious impact on the productivity of both plants. The relationship of climate with monthly maximum temperature, minimum temperature, total precipitation, and rainfall frequency affected to gain the yield. The plant model of Japanese apricot was created by climate data calculated for 1 model of Ang Khang Royal Agricultural Station during January to April. But in the other sites had no statistical relationship due to adequacy and continuous data. For plant model of persimmon were found 3 models of Ang Khang Royal Agricultural Station, Inthanon Royal Agricultural Station, and

Huai Nam Khun Royal Developmental Center which showed significantly regression analysis by heat unit and precipitation in March to June. Each plant model had been suitable for a specific area.

The study on impact of meteorology on temperate fruit productivity in the highlands should be developed the database of climate and plant yield for their continuous recording. The modeling development will be precise and accurate forecasting. In addition, the model testing against actual results of meteorology and plant productivity should be done to predict what will happen in the future and a guidelines for farmers to adjust competitiveness through prepare to the impact on Japanese apricot and persimmon extension.



## สารบัญเรื่อง

|                                                                                                                                        | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| กิตติกรรมประกาศ                                                                                                                        | ก    |
| คณะผู้วิจัย                                                                                                                            | ข    |
| บทสรุปสำหรับผู้บริหาร                                                                                                                  | ค    |
| Executive Summary                                                                                                                      | จ    |
| สารบัญเรื่อง                                                                                                                           | ช    |
| สารบัญตาราง                                                                                                                            | ฉ    |
| สารบัญรูป                                                                                                                              | ฅ    |
| สารบัญตารางภาคผนวก                                                                                                                     | พ    |
| สารบัญรูปภาคผนวก                                                                                                                       | ภ    |
| บทคัดย่อ                                                                                                                               | ร    |
| Abstract                                                                                                                               | ล    |
| บทที่ 1 บทนำและวัตถุประสงค์                                                                                                            | 1    |
| บทที่ 2 การตรวจเอกสาร                                                                                                                  | 4    |
| บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ                                                                                                              | 11   |
| 3.1 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศบนพื้นที่สูง                                                                                 | 11   |
| 3.2 การศึกษาและพัฒนาแบบจำลองสภาพภูมิอากาศบนพื้นที่สูงที่พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และแบบจำลองพืชที่พยากรณ์ผลกระทบต่อผลผลิตพืช | 14   |
| 3.3 การวิเคราะห์ผลกระทบต่อศักยภาพการแข่งขันของไม้ผลเมืองหนาวที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศบนพื้นที่สูง                       | 15   |
| 3.4 การจัดอบรมเกี่ยวกับการใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศและแบบจำลองพืชให้กับบุคลากรของมูลนิธิโครงการหลวงและสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง     | 15   |
| 3.5 สถานที่ดำเนินงานวิจัย                                                                                                              | 15   |
| บทที่ 4 ผลการวิจัย                                                                                                                     | 16   |
| 4.1 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศบนพื้นที่สูง                                                                                 | 16   |
| 4.2 การศึกษาและพัฒนาแบบจำลองสภาพภูมิอากาศบนพื้นที่สูงที่พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และแบบจำลองพืชที่พยากรณ์ผลกระทบต่อผลผลิตพืช | 70   |

## สารบัญเรื่อง (ต่อ)

|                                                                                                                                        | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 4.3 การวิเคราะห์ผลกระทบต่อศักยภาพการแข่งขันของไม้ผลเมืองหนาวที่เกิดจาก<br>การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศบนพื้นที่สูง                   | 206  |
| 4.4 การจัดอบรมเกี่ยวกับการใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศและแบบจำลองพืช<br>ให้กับบุคลากรของมูลนิธิโครงการหลวงและสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง | 210  |
| บทที่ 5 วิเคราะห์ผลการวิจัย                                                                                                            | 213  |
| บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย                                                                                                                 | 219  |
| เอกสารอ้างอิง                                                                                                                          | 221  |
| ภาคผนวก                                                                                                                                | 224  |
| ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ                                                                                                                    | 225  |
| การบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Microsoft Excel                                                                                 | 235  |
| ตัวอย่างข้อมูลอุณหภูมิจากพื้นที่ใช้ในการทำฐานข้อมูลสภาพอากาศ                                                                           | 244  |
| ข้อมูลพืช                                                                                                                              | 265  |
| ตารางสรุปเปรียบเทียบแผนงานวิจัยกับผลงานวิจัย                                                                                           | 283  |
| ข้อเสนอแนะในการประยุกต์ใช้ในระดับแปลงหรือชุมชนและแนวทางการวิจัยต่อไป                                                                   | 286  |



## สารบัญตาราง

|                                                                                                                                                                                                                                           | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ตารางที่ 1 ข้อมูลที่ตั้งของสถานี/ศูนย์ของมูลนิธิโครงการหลวงและระดับความสูงของพื้นที่                                                                                                                                                      | 17   |
| ตารางที่ 2 ชนิดข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่จัดเก็บในแต่ละสถานีและระยะเวลาที่มีการเก็บข้อมูล                                                                                                                                                     | 19   |
| ตารางที่ 3 สถานีอุตุนิยมวิทยาข้างเคียงที่ให้ประกอบการทำแบบจำลอง                                                                                                                                                                           | 21   |
| ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และปริมาณน้ำฝนระหว่างปี พ.ศ.2531 – 2556 (ค.ศ.1988-2013) พร้อมทั้ง ค่าสูงสุดและต่ำสุด (Max, Min) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง           | 23   |
| ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และปริมาณน้ำฝนระหว่างปี พ.ศ.2533 – 2556 (ค.ศ.1990-2013) พร้อมทั้งค่าสูงสุดและต่ำสุด (Max, Min) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์           | 24   |
| ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และปริมาณน้ำฝนระหว่างปี พ.ศ.2533 – 2556 (ค.ศ.1990-2013) พร้อมทั้งค่าสูงสุดและต่ำสุด (Max, Min) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์   | 25   |
| ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และปริมาณน้ำฝนระหว่างปี พ.ศ.2531 – 2556 (ค.ศ.1988-2013) พร้อมทั้งค่าสูงสุดและต่ำสุด (Max, Min) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น | 26   |
| ตารางที่ 8 จำนวนวันที่เกิดน้ำค้างแข็งของสถานีเกษตรหลวงอ่างขางในช่วง 13 ปี (ค.ศ.2001–2013)                                                                                                                                                 | 64   |
| ตารางที่ 9 วันที่เกิดน้ำค้างแข็งที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางในช่วงปี ค.ศ.2001–2013 (พ.ศ.2544–2556)                                                                                                                                            | 65   |
| ตารางที่ 10 ศัตรูที่สำคัญและวิธีการป้องกันกำจัดศัตรูของบ๊วยและพลับพบนพื้นที่สูง                                                                                                                                                           | 70   |
| ตารางที่ 11 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย 3 เดือนจากดัชนี SOI กับอุณหภูมิสูงสุดของสถานี/ศูนย์จำนวน 4 แห่ง                                                                                                                   | 74   |
| ตารางที่ 12 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย 3 เดือนจากดัชนี SOI กับ อุณหภูมิต่ำสุดของสถานี/ศูนย์จำนวน 4 แห่ง                                                                                                                  | 74   |
| ตารางที่ 13 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย 3 เดือนจากดัชนี SOI กับ ปริมาณน้ำฝนของสถานี/ศูนย์จำนวน 4 แห่ง                                                                                                                     | 75   |
| ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นระหว่างค่าเฉลี่ย SOI (3 เดือน) กับอุณหภูมิสูงสุดของสถานี/ศูนย์ จำนวน 4 แห่ง                                                                                                                   | 76   |

## สารบัญตาราง (ต่อ)

|                                                                                                                                                                                                                                      | หน้า |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นระหว่างค่าเฉลี่ย SOI (3 เดือน) กับ<br>อุณหภูมิต่ำสุดของสถานี/ศูนย์ จำนวน 4 แห่ง                                                                                                          | 77   |
| ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นระหว่างค่าเฉลี่ย SOI (3 เดือน) กับ<br>ปริมาณน้ำฝนของสถานี/ศูนย์ จำนวน 4 แห่ง                                                                                                             | 78   |
| ตารางที่ 17 แบบจำลองสภาพอากาศของอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และ<br>ปริมาณฝน (Rainfall) ในแต่ละเดือนของสถานี/ศูนย์ จำนวน 4 แห่ง จาก<br>ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย SOI (3 เดือน) เป็นค่า X และ ค่าสภาพอากาศเป็นค่า Y | 79   |
| ตารางที่ 18 การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยในรอบทศวรรษในช่วงปี พ.ศ.2558-2607 ในแต่ละ<br>สถานี/ศูนย์ ตาม ECHAM4-PRECIS แบบ A2 และ B2                                                                                                       | 94   |
| ตารางที่ 19 มูลค่าผลผลิตข้าวของสถานีเกษตรหลวงอ่างขางระหว่างปี พ.ศ.2546-2556                                                                                                                                                          | 111  |
| ตารางที่ 20 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกระหว่าง<br>เดือนพฤศจิกายนถึงเมษายนที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าวของสถานีเกษตรหลวง<br>อ่างขาง                                                                       | 171  |
| ตารางที่ 21 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกของ<br>สถานีเกษตรหลวงอ่างขางระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเมษายนที่มีอิทธิพลต่อ<br>ผลผลิตเกรด 1 ของข้าว                                                             | 171  |
| ตารางที่ 22 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกของสถานี<br>เกษตรหลวงอ่างขางระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเมษายนที่มีอิทธิพลต่อผลผลิต<br>เกรด 2 ของข้าว                                                             | 172  |
| ตารางที่ 23 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุด ระหว่าง<br>เดือนพฤศจิกายนถึงเมษายนที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าวของสถานีเกษตรหลวง<br>อ่างขาง                                                                 | 173  |
| ตารางที่ 24 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดของสถานี<br>เกษตรหลวงอ่างขางระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเมษายนที่มีอิทธิพลต่อผลผลิต<br>เกรด 1 ของข้าว                                                        | 173  |
| ตารางที่ 25 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดของ<br>สถานีเกษตรหลวงอ่างขางระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเมษายนที่มีอิทธิพลต่อผลผลิต<br>เกรด 2 ของข้าว                                                        | 174  |

## สารบัญตาราง (ต่อ)

|                                                                                                                                                    | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ตารางที่ 26 สรุปผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของสภาพอากาศระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึง<br>เมษายนที่มีอิทธิพลต่อการให้ผลผลิตของบ๊วย                       | 175  |
| ตารางที่ 27 ผลการคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ของอุณหภูมิสูงสุดระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึง<br>เมษายนกับการให้ผลผลิตบ๊วยของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง                | 176  |
| ตารางที่ 28 ผลการคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ของอุณหภูมิต่ำสุดระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึง<br>เมษายนกับการให้ผลผลิตบ๊วยของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง                | 176  |
| ตารางที่ 29 ผลการคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ของอุณหภูมิระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์<br>กับการให้ผลผลิตบ๊วยของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง                  | 177  |
| ตารางที่ 30 ผลการคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ของอุณหภูมิระหว่างเดือนมกราคมถึงเมษายนกับ<br>การให้ผลผลิตบ๊วยของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง                         | 177  |
| ตารางที่ 31 ผลการคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนระหว่างเดือน<br>ธันวาคมถึงกุมภาพันธ์กับการให้ผลผลิตบ๊วยของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง      | 177  |
| ตารางที่ 32 ผลการคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ของอุณหภูมิและการตกของฝนระหว่างเดือน<br>พฤศจิกายนถึงธันวาคมกับการให้ผลผลิตบ๊วยของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง        | 178  |
| ตารางที่ 33 ผลการคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ของอุณหภูมิต่ำสุดและการตกของฝนระหว่างเดือน<br>ธันวาคมถึงกุมภาพันธ์กับการให้ผลผลิตบ๊วยของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง | 178  |
| ตารางที่ 34 ผลการคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ของจำนวนวันฝนตกระหว่างเดือนพฤศจิกายน<br>ถึงเมษายนกับการให้ผลผลิตบ๊วยของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง                  | 178  |
| ตารางที่ 35 ผลการคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ของปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกกับการให้<br>ผลผลิตบ๊วยของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง                                  | 179  |
| ตารางที่ 36 ผลการคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ของอุณหภูมิและการตกของฝนระหว่างเดือน<br>ธันวาคมถึงมกราคมกับการให้ผลผลิตบ๊วยของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง           | 180  |
| ตารางที่ 37 ผลการคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ของอุณหภูมิและการตกของฝนระหว่างเดือน<br>มกราคมถึงกุมภาพันธ์กับการให้ผลผลิตบ๊วยของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง        | 180  |
| ตารางที่ 38 ผลต่างของข้อมูลผลผลิตกับแบบจำลองพีช (บ๊วย) ที่ 1 พยากรณ์ปริมาณผลผลิตบ๊วย<br>ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง                                   | 182  |
| ตารางที่ 39 ผลต่างของข้อมูลผลผลิตกับแบบจำลองพีช (บ๊วย) ที่ 2 พยากรณ์ปริมาณผลผลิตบ๊วย<br>ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง                                   | 183  |

## สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

|                                                                                                                                                    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ตารางที่ 40 ผลต่างของข้อมูลผลผลิตกับแบบจำลองพืช (บ๊วย) ที่ 1 พยากรณ์ปริมาณผลผลิตบ๊วย<br>ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง                                   | 183 |
| ตารางที่ 41 การวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิตามปีของอุณหภูมิและการให้ผลผลิตพลับของสถานี<br>เกษตรหลวงอ่างขางในปี ค.ศ.2003-2013                            | 185 |
| ตารางที่ 42 ข้อมูลจากการคำนวณอุณหภูมิที่มีผลต่อการออกดอกและการให้ผลผลิตพลับของ<br>สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ในช่วงปี ค.ศ.2008-2013                     | 186 |
| ตารางที่ 43 ข้อมูลจากการคำนวณอุณหภูมิที่มีผลต่อการออกดอกและการให้ผลผลิตพลับของ<br>ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ในช่วงปี ค.ศ.2003-2013             | 187 |
| ตารางที่ 44 ข้อมูลจากการคำนวณอุณหภูมิที่มีผลต่อการออกดอกและการให้ผลผลิตพลับของ<br>ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำปูนในช่วงปี ค.ศ.2003-2013            | 187 |
| ตารางที่ 45 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกระหว่าง<br>เดือนมีนาคมถึงมิถุนายนที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตของพลับ               | 191 |
| ตารางที่ 46 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดระหว่าง<br>เดือนมีนาคมถึงมิถุนายนที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตของพลับ          | 192 |
| ตารางที่ 47 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกระหว่าง<br>เดือนมีนาคมถึงมิถุนายนที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตเกรดพิเศษของพลับ      | 193 |
| ตารางที่ 48 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกระหว่าง<br>เดือนมีนาคมถึงมิถุนายนที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตเกรด1ของพลับ          | 193 |
| ตารางที่ 49 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกระหว่าง<br>เดือนมีนาคมถึงมิถุนายนที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตเกรด2ของพลับ          | 194 |
| ตารางที่ 50 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดระหว่าง<br>เดือนมีนาคมถึงมิถุนายนที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตเกรดพิเศษของพลับ | 194 |
| ตารางที่ 51 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดระหว่าง<br>เดือนมีนาคมถึงมิถุนายนที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตเกรด1ของพลับ     | 195 |
| ตารางที่ 52 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดระหว่าง<br>เดือนมีนาคมถึงมิถุนายนที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตเกรด2ของพลับ     | 195 |
| ตารางที่ 53 สรุปผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของสภาพอากาศระหว่างเดือนมีนาคมถึง<br>มิถุนายนที่มีอิทธิพลต่อการให้ผลผลิตของพลับ                        | 196 |

## สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

|                                                                                                                                                                                                    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ตารางที่ 54 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน จำนวนวันฝนตก และ heat unit เฉลี่ยระหว่างเดือนมีนาคมถึงมิถุนายนที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตพลับของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง                           | 197 |
| ตารางที่ 55 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่ฝนตก และผลต่างของอุณหภูมิสูงสุดต่ำสุดระหว่างเดือนมีนาคมถึงมิถุนายนที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตพลับของสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์           | 198 |
| ตารางที่ 56 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่ฝนตก และผลต่างของอุณหภูมิสูงสุดต่ำสุดระหว่างเดือนมีนาคมถึงมิถุนายนที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตพลับของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์   | 198 |
| ตารางที่ 57 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่ฝนตก และผลต่างของอุณหภูมิสูงสุดต่ำสุดระหว่างเดือนมีนาคมถึงมิถุนายนที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตพลับของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น | 199 |
| ตารางที่ 58 ผลการวิเคราะห์หาสหสัมพันธ์ของสภาพอากาศระหว่างเดือนมีนาคมถึงมิถุนายนที่มีอิทธิพลต่อการให้ผลผลิตพลับของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง                                                             | 200 |
| ตารางที่ 59 ผลการวิเคราะห์หาสหสัมพันธ์ของสภาพอากาศระหว่างเดือนมีนาคมถึงมิถุนายนที่มีอิทธิพลต่อการให้ผลผลิตพลับของสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์                                                            | 201 |
| ตารางที่ 60 ผลการวิเคราะห์หาสหสัมพันธ์ของสภาพอากาศระหว่างเดือนมีนาคมถึงมิถุนายนที่มีอิทธิพลต่อการให้ผลผลิตพลับของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์                                                    | 201 |
| ตารางที่ 61 ผลการวิเคราะห์หาสหสัมพันธ์ของสภาพอากาศระหว่างเดือนมีนาคมถึงมิถุนายนที่มีอิทธิพลต่อการให้ผลผลิตพลับของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น                                                  | 202 |
| ตารางที่ 62 ผลต่างของข้อมูลผลผลิตกับแบบจำลองพีช (พลับ) ที่ 1 ที่พยากรณ์ปริมาณผลผลิตพลับของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง                                                                                    | 204 |
| ตารางที่ 63 ผลต่างของข้อมูลผลผลิตกับแบบจำลองพีช (พลับ) ที่ 2 ที่พยากรณ์ปริมาณผลผลิตพลับของสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์                                                                                   | 204 |
| ตารางที่ 64 ผลต่างของข้อมูลผลผลิตกับแบบจำลองพีช (พลับ) ที่ 3 ที่พยากรณ์ปริมาณผลผลิตพลับของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น                                                                         | 205 |
| ตารางที่ 65 ผลต่างของข้อมูลผลผลิตกับแบบจำลองพีช (พลับ) เกรด 1 พยากรณ์ปริมาณผลผลิตพลับเกรด 1 ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น                                                                    | 205 |

## สารบัญตาราง (ต่อ)

|                                                                                                                                                                                                                                                      | หน้า |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ตารางที่ 66 ผลต่างของข้อมูลผลผลิตกับแบบจำลองพืช (พลับ) เกรด 2 พยากรณ์ปริมาณผลผลิต<br>พลับเกรด 2 ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น                                                                                                                  | 206  |
| ตารางที่ 67 รายชื่อผู้เข้าร่วมการอบรมการใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศแบบจำลองพืช                                                                                                                                                                          | 211  |
| ตารางที่ 68 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการจัดอบรมการใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศ<br>และแบบจำลองพืช                                                                                                                                                        | 211  |
| ตารางที่ 69 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและการผันแปรของสภาวะอุณหภูมิของพื้นที่ศึกษาของ<br>ทั้ง 4 สถานี ได้แก่ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง (ANK) สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์<br>(INT) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ (WAC) และศูนย์พัฒนาโครงการหลวง<br>ห้วยน้ำขุ่น (HNK) | 214  |
| ตารางที่ 70 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและการผันแปรของปริมาณน้ำฝนของพื้นที่ศึกษาของทั้ง 4 สถานี<br>ได้แก่ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง (ANK) สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ (INT)<br>ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ (WAC) และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น<br>(HNK)     | 214  |



## สารบัญรูป

|                                                                                                                                                                                                                                                                                 | หน้า |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| รูปที่ 1 สถานที่ตั้งสถานี/ศูนย์ของมูลนิธิโครงการหลวงในพื้นที่ศึกษา                                                                                                                                                                                                              | 16   |
| รูปที่ 2 ตำแหน่งที่ตั้งของสถานีตรวจวัดอากาศข้างเคียงพื้นที่ศึกษา                                                                                                                                                                                                                | 22   |
| รูปที่ 3 รูปแบบการจัดเรียงข้อมูลอุณหภูมิตามปีในการจัดทำฐานข้อมูลอากาศ                                                                                                                                                                                                           | 27   |
| รูปที่ 4 ตัวอย่างหน้าการใส่ข้อมูลอุณหภูมิตามปีสำหรับนำเข้าในฐานข้อมูลอากาศ                                                                                                                                                                                                      | 28   |
| รูปที่ 5 ตัวอย่างภาพแผนภูมิการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดที่เกิดขึ้นในปี ค.ศ.1988-2013                                                                                                                                                                        | 29   |
| รูปที่ 6 ตัวอย่างภาพแผนภูมิการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนที่เกิดขึ้นในปี ค.ศ.1988-2013                                                                                                                                                                                            | 29   |
| รูปที่ 7 ตัวอย่างภาพแผนภูมิการเปลี่ยนแปลงของการระเหยน้ำของถาดวัดที่เกิดขึ้นในปี ค.ศ.1988-2013                                                                                                                                                                                   | 30   |
| รูปที่ 8 ตัวอย่างภาพแผนภูมิการเปลี่ยนแปลงของความเร็วลมที่เกิดขึ้นในปี ค.ศ.1988-2013                                                                                                                                                                                             | 30   |
| รูปที่ 9 รูปแบบการจัดเรียงข้อมูลผลผลิตและเกรดในการจัดทำฐานข้อมูลพืช                                                                                                                                                                                                             | 31   |
| รูปที่ 10 ตัวอย่างหน้าการใส่ข้อมูลอุณหภูมิตามปีสำหรับนำเข้าในฐานข้อมูลพืช                                                                                                                                                                                                       | 32   |
| รูปที่ 11 ตัวอย่างการแสดงผลการประมวลผลปริมาณผลผลิตรวมของสถานี/ศูนย์ระหว่างปี ค.ศ.2003-2013 แยกตามเกรด                                                                                                                                                                           | 33   |
| รูปที่ 12 ตัวอย่างการประมวลผลสัดส่วนของปริมาณเกรด ระหว่างปี ค.ศ.2003-2013                                                                                                                                                                                                       | 33   |
| รูปที่ 13 สภาพอากาศเฉลี่ยในแต่ละเดือนของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง โดย (ก) แสดงอุณหภูมิสูงสุดอุณหภูมิต่ำสุด และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [I] (ข) แสดงปริมาณน้ำฝนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [I] (ค) แสดงความชื้นสัมพัทธ์และจำนวนชั่วโมงที่มีแสงแดด และ (ง) แสดงอัตราความเร็วลมและการคายระเหยน้ำ | 35   |
| รูปที่ 14 สภาพอากาศเฉลี่ยในแต่ละเดือนของสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ โดย (ก) แสดงอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [I] (ข) แสดงปริมาณน้ำฝนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [I]                                                                                               | 36   |
| รูปที่ 15 สภาพอากาศเฉลี่ยในแต่ละเดือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ โดย (ก) แสดงอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [I] (ข) แสดงปริมาณน้ำฝนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [I]                                                                                       | 37   |
| รูปที่ 16 สภาพอากาศเฉลี่ยในแต่ละเดือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น โดย (ก) แสดงอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [I] (ข) แสดงปริมาณน้ำฝนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [I]                                                                                     | 37   |

## สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| รูปที่ 17 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุดและปริมาณน้ำฝนของสถานี<br>เกษตรหลวงอ่างขางในช่วง 10 ปี ที่ผ่านมา พ.ศ.2547-2556 (ค.ศ.2004-2013)                                                                                                                                                                                                                            | 39 |
| รูปที่ 18 ความผิดปกติจากค่าปีฐานของอุณหภูมิสูงสุด (ก) อุณหภูมิต่ำสุด (ข) และปริมาณน้ำฝน (ค)<br>และค่าสูงสุด-ต่ำสุดของปี (-) ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขางในช่วงปี พ.ศ.2531-2556<br>(ค.ศ.1988-2013) พร้อมทั้งเส้นแนวโน้ม (เส้นทึบ) และค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 3 ปี แสดงถึง<br>แนวโน้มการเคลื่อนที่ของค่าเฉลี่ย (moving average) ที่จะเกิดขึ้นต่อเนื่องในอนาคตระยะสั้น<br>(เส้นประ)             | 40 |
| รูปที่ 19 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝนของสถานีเกษตร<br>หลวงอินทนนท์ในช่วง 10 ปี ที่ผ่านมา พ.ศ.2547-2556 (ค.ศ.2004-2013)                                                                                                                                                                                                                          | 42 |
| รูปที่ 20 ความผิดปกติจากค่าปีฐานของอุณหภูมิสูงสุด (ก) อุณหภูมิต่ำสุด (ข) และปริมาณน้ำฝน (ค)<br>และค่าสูงสุด-ต่ำสุดของปี (-) ของสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ในช่วงปี พ.ศ.2533-2556<br>(ค.ศ.1990-2013) พร้อมทั้งเส้นแนวโน้ม (เส้นทึบ) และค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 3 ปี แสดงถึง<br>แนวโน้มการเคลื่อนที่ของค่าเฉลี่ย (moving average) ที่จะเกิดขึ้นต่อเนื่องในอนาคตระยะสั้น<br>(เส้นประ)            | 43 |
| รูปที่ 21 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุดและปริมาณน้ำฝนของศูนย์พัฒนา<br>โครงการหลวงวัดจันทร์ในช่วง 10 ปี ที่ผ่านมา พ.ศ.2547-2556 (ค.ศ.2004-2013)                                                                                                                                                                                                                   | 45 |
| รูปที่ 22 ความผิดปกติจากค่าปีฐานของอุณหภูมิสูงสุด (ก) อุณหภูมิต่ำสุด (ข) และปริมาณน้ำฝน (ค)<br>และค่าสูงสุด-ต่ำสุดของปี (-) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ในช่วงปี พ.ศ.2533-<br>2556 (ค.ศ.1990-2013) พร้อมทั้งเส้นแนวโน้ม (เส้นทึบ) และค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 3 ปี แสดงถึง<br>แนวโน้มการเคลื่อนที่ของค่าเฉลี่ย (moving average) ที่จะเกิดขึ้นต่อเนื่องในอนาคตระยะสั้น<br>(เส้นประ)   | 46 |
| รูปที่ 23 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุดและปริมาณน้ำฝนของศูนย์พัฒนา<br>โครงการหลวงห้วยน้ำขุ่นในช่วง 10 ปี ที่ผ่านมา พ.ศ.2547-2556 (ค.ศ.2004-2013)                                                                                                                                                                                                                 | 48 |
| รูปที่ 24 ความผิดปกติจากค่าปีฐานของอุณหภูมิสูงสุด (ก) อุณหภูมิต่ำสุด (ข) และปริมาณน้ำฝน (ค)<br>และค่าสูงสุด-ต่ำสุดของปี (-) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่นในช่วงปี พ.ศ.2533-<br>2556 (ค.ศ.1990-2013) พร้อมทั้งเส้นแนวโน้ม (เส้นทึบ) และค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 3 ปี แสดงถึง<br>แนวโน้มการเคลื่อนที่ของค่าเฉลี่ย (moving average) ที่จะเกิดขึ้นต่อเนื่องในอนาคตระยะสั้น<br>(เส้นประ) | 49 |

## สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

|                                                                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| รูปที่ 25 การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศเชิงพื้นที่ด้วยแผนที่แบบจำลองอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีในช่วงทศวรรษระหว่างพ.ศ.2547-2556         | 52 |
| รูปที่ 26 การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศเชิงพื้นที่ด้วยแผนที่แบบจำลองปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนในช่วงเดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ.2547 | 53 |
| รูปที่ 27 การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศเชิงพื้นที่ด้วยแผนที่แบบจำลองปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนในช่วงเดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ.2548 | 54 |
| รูปที่ 28 การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศเชิงพื้นที่ด้วยแผนที่แบบจำลองปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนในช่วงเดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ.2549 | 55 |
| รูปที่ 29 การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศเชิงพื้นที่ด้วยแผนที่แบบจำลองปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนในช่วงเดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ.2550 | 56 |
| รูปที่ 30 การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศเชิงพื้นที่ด้วยแผนที่แบบจำลองปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนในช่วงเดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ.2551 | 57 |
| รูปที่ 31 การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศเชิงพื้นที่ด้วยแผนที่แบบจำลองปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนในช่วงเดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ.2552 | 58 |
| รูปที่ 32 การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศเชิงพื้นที่ด้วยแผนที่แบบจำลองปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนในช่วงเดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ.2553 | 59 |
| รูปที่ 33 การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศเชิงพื้นที่ด้วยแผนที่แบบจำลองปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนในช่วงเดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ.2554 | 60 |
| รูปที่ 34 การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศเชิงพื้นที่ด้วยแผนที่แบบจำลองปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนในช่วงเดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ.2555 | 61 |
| รูปที่ 35 การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศเชิงพื้นที่ด้วยแผนที่แบบจำลองปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนในช่วงเดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ.2556 | 62 |
| รูปที่ 36 การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศเชิงพื้นที่ด้วยแผนที่แบบจำลองปริมาณน้ำฝนสะสมรายปีในช่วงทศวรรษระหว่างพ.ศ.2547-2556        | 63 |
| รูปที่ 37 ลักษณะการผันแปรของอุณหภูมิและความชื้นของอากาศทุก ๆ 15 นาทีของวันที่เกิดน้ำค้างแข็งในปี ค.ศ.2010                    | 66 |
| รูปที่ 38 ลักษณะการผันแปรของอุณหภูมิและความชื้นของอากาศทุก ๆ 15 นาทีของวันที่ไม่เกิดน้ำค้างแข็งในปี ค.ศ.2010                 | 67 |

## สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

- รูปที่ 39 เปรียบเทียบความผิดปกติของ (ก) อุณหภูมิสูงสุด Tmax (ข) อุณหภูมิต่ำสุด Tmin (°ซ) และ (ค) ปริมาณน้ำฝน(%)ในปีที่ของเหตุการณ์ El Niño (EN) และ La Niña (LN) ชนิดรุนแรง (S) ปานกลาง (M) และอ่อน (W) จากค่าเฉลี่ยของเหตุการณ์ในปีฐาน ระหว่างปี พ.ศ.2533-2556 72
- รูปที่ 40 เปรียบเทียบการผันแปรของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุด Tmax อุณหภูมิต่ำสุด Tmin และปริมาณน้ำฝนของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง (ANK) สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ (INT) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น (HNK) และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ (WAC) ในปีที่เกิด เหตุการณ์ El Niño และ La Niña ชนิดรุนแรง (S) กับปีที่เหตุการณ์ปกติ (Normal) 73
- รูปที่ 41 สัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย 3 เดือน SOI (Southern Oscillation Index) กับ สภาพอากาศรายเดือนอุณหภูมิสูงสุด Tmax (ก) อุณหภูมิต่ำสุด Tmin (ข) และปริมาณน้ำฝน (ค) ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง 83
- รูปที่ 42 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลสภาพอากาศในส่วนของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝนที่คำนวณได้จากแบบจำลอง ECHAM4-PRECIS ภายใต้การพัฒนาแบบ A2 และ B2 หลังจากที่ถูกปรับค่าแล้ว (rescaled) กับค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริงจากสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง 84
- รูปที่ 43 แบบจำลองสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิสูงสุด(Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และปริมาณน้ำฝน (rainfall) เป็นค่าเฉลี่ยรายปีของสถานีเกษตรหลวงอ่างขางพร้อมกับเส้นแนวโน้มระหว่างปี พ.ศ.2558-2607 (ค.ศ.2015-2064) ที่ได้จากการคาดการณ์ด้วยแบบจำลอง ECHAM-PRECIS และได้ผ่านการปรับค่า (rescale) แล้ว 86
- รูปที่ 44 ความผันแปร (coefficient of variance, %CV) ของอุณหภูมิสูงสุด(Tmax) และอุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) ระหว่างปี พ.ศ.2558-2607 (ค.ศ.2015-2064)ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หากมีการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแบบ A2 และ B2 87
- รูปที่ 45 ความผันแปร (coefficient of variance, %CV) ของปริมาณน้ำฝน ระหว่างปี พ.ศ.2558-2607 (ค.ศ.2015-2064) ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หากมีการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแบบ A2 และ B2 87
- รูปที่ 46 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝนในแต่ละช่วงทศวรรษ ระหว่างปี พ.ศ.2558-2607 (ค.ศ.2015-2064) ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หากมีการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแบบ A2 และ B2 88

## สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

|                                                                                                                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| รูปที่ 47 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุดในช่วงทศวรรษระหว่างพ.ศ.2558-2597 (ค.ศ.2015-2054)<br>ตาม ECHAM4-PRECIS แบบ A2(บน) และ B2(ล่าง)                                           | 90  |
| รูปที่ 48 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่ำสุดช่วงทศวรรษระหว่างพ.ศ.2568-2587 (ค.ศ.2025-2044).<br>ตาม ECHAM4-PRECIS แบบ A2(บน) และ B2(ล่าง)                                            | 92  |
| รูปที่ 49 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนสะสมในช่วงทศวรรษระหว่างพ.ศ.2558-2597 (ค.ศ.2015-2054) ตาม ECHAM4-PRECIS แบบ A2(บน) และ B2(ล่าง)                                             | 93  |
| รูปที่ 50 ผลต่างของข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ศึกษาบนพื้นที่สูงในช่วงทศวรรษระหว่างพ.ศ.2558-2607                                                                              | 95  |
| รูปที่ 51 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิ (ก) และปริมาณน้ำฝน (ข) ในช่วงการให้ผล<br>และปริมาณผลผลิตบั่วของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเมษายน<br>พ.ศ.2546 | 98  |
| รูปที่ 52 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิ (ก) และปริมาณน้ำฝน (ข) ในช่วงการให้ผล<br>และปริมาณผลผลิตบั่วของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเมษายน<br>พ.ศ.2547 | 99  |
| รูปที่ 53 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิ (ก) และปริมาณน้ำฝน (ข) ในช่วงการให้ผล<br>และปริมาณผลผลิตบั่วของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเมษายน<br>พ.ศ.2548 | 100 |
| รูปที่ 54 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิ (ก) และปริมาณน้ำฝน (ข) ในช่วงการให้ผล<br>และปริมาณผลผลิตบั่วของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเมษายน<br>พ.ศ.2549 | 101 |
| รูปที่ 55 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิ (ก) และปริมาณน้ำฝน (ข) ในช่วงการให้ผล<br>และปริมาณผลผลิตบั่วของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเมษายน<br>พ.ศ.2551 | 102 |
| รูปที่ 56 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิ (ก) และปริมาณน้ำฝน (ข) ในช่วงการให้ผล<br>และปริมาณผลผลิตบั่วของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเมษายน<br>พ.ศ.2553 | 103 |
| รูปที่ 57 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิ (ก) และปริมาณน้ำฝน (ข) ในช่วงการให้ผล<br>และปริมาณผลผลิตบั่วของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเมษายน<br>พ.ศ.2554 | 104 |

## สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

|                                                                                                                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| รูปที่ 58 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิต่ำ (ก) และปริมาณน้ำฝน (ข) ในช่วงการให้ผล<br>และปริมาณผลผลิตข้าวของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเมษายน<br>พ.ศ.2555  | 105 |
| รูปที่ 59 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิต่ำ (ก) และปริมาณน้ำฝน (ข) ในช่วงการให้ผล<br>และปริมาณผลผลิตข้าวของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเมษายน<br>พ.ศ.2556  | 106 |
| รูปที่ 60 ปริมาณการให้ผลผลิตข้าวของสถานีเกษตรหลวงอ่างขางระหว่างปี พ.ศ.2546-2556                                                                                                   | 107 |
| รูปที่ 61 ปริมาณการให้ผลผลิตข้าวของสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์พ.ศ.2551 และพ.ศ.2555-2556                                                                                                | 108 |
| รูปที่ 62 ช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์<br>ถึงพฤษภาคม ปี พ.ศ.2546-2556                                                           | 109 |
| รูปที่ 63 ช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวของสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ ระหว่างเดือนมีนาคม<br>ถึงพฤษภาคม ปี พ.ศ.2546-2556                                                              | 109 |
| รูปที่ 64 ปริมาณผลผลิตข้าวแยกตามเกรดของสถานีเกษตรหลวงอ่างขางปี พ.ศ.2546-2556                                                                                                      | 110 |
| รูปที่ 65 เกรดของผลผลิตข้าวตามสัดส่วนของร้อยละจากผลผลิตทั้งหมดในปี พ.ศ.2546-2556<br>ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง                                                                      | 110 |
| รูปที่ 66 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิต่ำ (ก) และปริมาณน้ำฝน (ข) ในช่วงการให้ผล<br>และปริมาณผลผลิตพลับของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคม<br>พ.ศ.2546 | 113 |
| รูปที่ 67 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิต่ำ (ก) และปริมาณน้ำฝน (ข) ในช่วงการให้ผล<br>และปริมาณผลผลิตพลับของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคม<br>พ.ศ.2547 | 114 |
| รูปที่ 68 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิต่ำ (ก) และปริมาณน้ำฝน (ข) ในช่วงการให้ผล<br>และปริมาณผลผลิตพลับของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคม<br>พ.ศ.2548 | 115 |
| รูปที่ 69 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของอุณหภูมิต่ำ (ก) และปริมาณน้ำฝน (ข) ในช่วงการให้ผล<br>และปริมาณผลผลิตพลับของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคม<br>พ.ศ.2549 | 116 |



## สารบัญรูป (ต่อ)

[illegible]





## สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

|            |                                                                                                                                                                                               |     |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| รูปที่ 109 | ช่วงเวลาการให้ผลผลิตพลับของสถานีเกษตรหลวงอ่างขางระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม ปี พ.ศ.2546-2556                                                                                            | 162 |
| รูปที่ 110 | ช่วงเวลาการให้ผลผลิตพลับของสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม ปี พ.ศ.2546-2556                                                                                           | 163 |
| รูปที่ 111 | ช่วงเวลาการให้ผลผลิตพลับของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม ปี พ.ศ.2546-2556                                                                                   | 163 |
| รูปที่ 112 | ช่วงเวลาการให้ผลผลิตพลับของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่นระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม ปี พ.ศ.2546-2556                                                                                 | 164 |
| รูปที่ 113 | ปริมาณผลผลิตพลับแยกตามเกรดและพันธุ์ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ปี พ.ศ.2546-2556                                                                                                                  | 165 |
| รูปที่ 114 | เกรดของผลผลิตพลับตามสัดส่วนของร้อยละจากผลผลิตทั้งหมดในปี พ.ศ.2546-2556 ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง                                                                                               | 166 |
| รูปที่ 115 | ปริมาณผลผลิตพลับแยกตามเกรดและพันธุ์ของสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ ปี พ.ศ.2551-2556                                                                                                                 | 166 |
| รูปที่ 116 | เกรดของผลผลิตพลับตามสัดส่วนของร้อยละจากผลผลิตทั้งหมดในปี พ.ศ.2551-2556 ของสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์                                                                                              | 167 |
| รูปที่ 117 | ปริมาณผลผลิตพลับแยกตามเกรดและพันธุ์ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ ปี พ.ศ.2546-2556                                                                                                         | 167 |
| รูปที่ 118 | เกรดของผลผลิตพลับตามสัดส่วนของร้อยละจากผลผลิตทั้งหมดในปี พ.ศ.2546-2556 ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์                                                                                      | 168 |
| รูปที่ 119 | ปริมาณผลผลิตพลับแยกตามเกรดและพันธุ์ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น ปี พ.ศ.2546-2556                                                                                                       | 168 |
| รูปที่ 120 | เกรดของผลผลิตพลับตามสัดส่วนของร้อยละจากผลผลิตทั้งหมดในปี พ.ศ.2546-2556 ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น                                                                                    | 169 |
| รูปที่ 121 | มูลค่าของผลผลิตพลับระหว่างปี พ.ศ.2546-2556 ของพื้นที่ศึกษา 4 แห่ง (ก) สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง (ข) สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ (ค) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์(ง) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น | 170 |

## สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

|                                                                                                                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| รูปที่ 122 การสะสมความต้องการความหนาวเย็น (จำนวนชั่วโมงที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 7.2 °ซ)<br>ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง<br>ในปี ค.ศ.2009-2013 | 184 |
| รูปที่ 123 การสะสมของค่าความร้อนสะสม ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงกรกฎาคมในช่วง<br>การพัฒนาผลผลิตของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ในปี ค.ศ.2003-2013                                | 188 |
| รูปที่ 124 ความสัมพันธ์ระหว่างการสะสมของค่าความร้อนสะสมกับปริมาณผลผลิตผล<br>ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ในปี ค.ศ.2003-2013                                                 | 189 |
| รูปที่ 125 ความสัมพันธ์ระหว่างการสะสมของค่าความร้อนสะสมกับปริมาณผลผลิตผล<br>ของสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ ในปี ค.ศ.2008-2013                                                | 189 |
| รูปที่ 126 ความสัมพันธ์ระหว่างการสะสมของค่าความร้อนสะสมกับปริมาณผลผลิตผล<br>ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ ในปี ค.ศ.2003-2013                                        | 190 |
| รูปที่ 127 ความสัมพันธ์ระหว่างการสะสมของค่าความร้อนสะสมกับปริมาณผลผลิตผล<br>ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น ในปี ค.ศ.2003-2013                                      | 190 |
| รูปที่ 128 พื้นที่ระดับความสูงตั้งแต่ 900 ถึงมากกว่า 1,100 เมตรจากระดับน้ำทะเลของ<br>ภาคเหนือตอนบน                                                                      | 209 |
| รูปที่ 129 การจัดอบรมเกี่ยวกับการใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศและแบบจำลองพืชให้กับบุคลากร<br>เมื่อวันที่ 12 มกราคม 2558 ณ ห้องประชุมสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง            | 212 |

## สารบัญตารางภาคผนวก

หน้า

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ตารางภาคผนวกที่ 1 | การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ El Niño และ La Niña ตั้งแต่ปี ค.ศ.1982-2013 ด้วยค่าเฉลี่ย 3 เดือนของ SOI ระหว่างเดือนสิงหาคม-กันยายน-ตุลาคม (ASO) ถึง กุมภาพันธ์-มีนาคม-เมษายน (FMA) ซึ่งเป็นช่วงของการสูงขึ้น (+) และลดลง (-) ของค่า SOI ตามระดับค่าที่มากกว่า 1.5 (เหตุการณ์รุนแรง) 1.0-1.5 (เหตุการณ์ปานกลาง) 0.5-1.0 (เหตุการณ์อ่อน) และน้อยกว่า 0.5 (ปกติ) ติดต่อกันอย่างน้อย 5 เดือน | 237 |
| ตารางภาคผนวกที่ 2 | ข้อมูลคาดการณ์ของค่าเฉลี่ยรายเดือนอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขางในปี พ.ศ.2558-2607 (ค.ศ.2015-2064) เป็นข้อมูลที่ถูกปรับค่า (rescaled) จากข้อมูลที่คำนวณด้วยแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค ECHAM4-PRECIS ภายใต้การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแบบ A2                                                                                                                               | 238 |
| ตารางภาคผนวกที่ 3 | ข้อมูลคาดการณ์ของค่าเฉลี่ยรายเดือนอุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขางในปี พ.ศ.2558-2607 (ค.ศ.2015-2064) เป็นข้อมูลที่ถูกปรับค่า (rescaled) จากข้อมูลที่คำนวณด้วยแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค ECHAM4-PRECIS ภายใต้การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแบบ A2                                                                                                                               | 239 |
| ตารางภาคผนวกที่ 4 | ข้อมูลคาดการณ์ของค่าเฉลี่ยรายเดือนปริมาณน้ำฝน บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขางในปี พ.ศ.2558-2607 (ค.ศ.2015-2064) เป็นข้อมูลที่ถูกปรับค่า (rescaled) จากข้อมูลที่คำนวณด้วยแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค ECHAM4-PRECIS ภายใต้การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแบบ A2                                                                                                                                         | 240 |
| ตารางภาคผนวกที่ 5 | ข้อมูลคาดการณ์ของค่าเฉลี่ยรายเดือนอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขางในปี พ.ศ.2558-2607 (ค.ศ.2015-2064) เป็นข้อมูลที่ถูกปรับค่า (rescaled) จากข้อมูลที่คำนวณด้วยแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค ECHAM4-PRECIS ภายใต้การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแบบ B2                                                                                                                               | 241 |

## สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

หน้า

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                |     |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ตารางภาคผนวกที่ 6  | ข้อมูลคาดการณ์ของค่าเฉลี่ยรายเดือนอุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) บริเวณสถานี<br>เกษตรหลวงอ่างขางในปี พ.ศ.2558-2607 (ค.ศ.2015-2064) เป็นข้อมูล<br>ที่ถูกปรับค่า (rescaled) จากข้อมูลที่คำนวณด้วยแบบจำลองภูมิอากาศ<br>ระดับภูมิภาค ECHAM4-PRECIS ภายใต้การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม<br>แบบ B2 | 242 |
| ตารางภาคผนวกที่ 7  | ข้อมูลคาดการณ์ของค่าเฉลี่ยรายเดือนปริมาณน้ำฝน บริเวณสถานี<br>เกษตรหลวงอ่างขางในปี พ.ศ.2558-2607 (ค.ศ.2015-2064) เป็นข้อมูล<br>ที่ถูกปรับค่า (rescaled) จากข้อมูลที่คำนวณด้วยแบบจำลองภูมิอากาศ<br>ระดับภูมิภาค ECHAM4-PRECIS ภายใต้การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม<br>แบบ B2           | 243 |
| ตารางภาคผนวกที่ 8  | ตัวอย่างข้อมูลไม้ผลเขตหนาว (พลับ) ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง-ส่งเสริม<br>อื่นๆในปี พ.ศ.2556                                                                                                                                                                                      | 265 |
| ตารางภาคผนวกที่ 9  | ตัวอย่างข้อมูลไม้ผลเขตหนาว (พลับ) ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง-ส่งเสริม<br>อื่นๆในปี พ.ศ.2556                                                                                                                                                                                      | 266 |
| ตารางภาคผนวกที่ 10 | ตัวอย่างข้อมูลไม้ผลเขตหนาว (พลับ) ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง-ส่งเสริม<br>อื่นๆในปี พ.ศ.2556                                                                                                                                                                                      | 267 |
| ตารางภาคผนวกที่ 11 | ตัวอย่างข้อมูลไม้ผลเขตหนาว (บัว) ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง-งานผลิต<br>ในปี พ.ศ.2556                                                                                                                                                                                             | 268 |

## สารบัญรูปภาคผนวก

|                                                                                                                | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| รูปภาคผนวกที่ 1 อุณหภูมิของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ระหว่าง พ.ศ.2547-2552                                         | 222  |
| รูปภาคผนวกที่ 2 อุณหภูมิของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ระหว่าง พ.ศ.2547-2552                                         | 223  |
| รูปภาคผนวกที่ 3 อุณหภูมิของสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ ระหว่าง พ.ศ.2545-2548                                        | 223  |
| รูปภาคผนวกที่ 4 อุณหภูมิของสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ ระหว่าง พ.ศ.2549-2556                                        | 224  |
| รูปภาคผนวกที่ 5 อุณหภูมิของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ ระหว่าง พ.ศ.2539-2540                                | 224  |
| รูปภาคผนวกที่ 6 อุณหภูมิของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ ระหว่าง พ.ศ.2541-2547                                | 225  |
| รูปภาคผนวกที่ 7 อุณหภูมิของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น ระหว่าง พ.ศ.2548-2550                              | 226  |
| รูปภาคผนวกที่ 8 ปริมาณน้ำฝนของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง พ.ศ.2545 และ ระหว่าง พ.ศ.2547-2549                         | 226  |
| รูปภาคผนวกที่ 9 ปริมาณน้ำฝนของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง พ.ศ.2545 และ ระหว่าง พ.ศ.2547-2549                         | 227  |
| รูปภาคผนวกที่ 10 ปริมาณน้ำฝนของสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ระหว่างพ.ศ.2545-2552                                      | 228  |
| รูปภาคผนวกที่ 11 ปริมาณน้ำฝนของสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ระหว่างพ.ศ.2553และพ.ศ.2556                                | 229  |
| รูปภาคผนวกที่ 12 ปริมาณน้ำฝนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ พ.ศ.2539-2542 และระหว่าง พ.ศ.2544-2545           | 229  |
| รูปภาคผนวกที่ 13 ปริมาณน้ำฝนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ พ.ศ.2546-2550                                    | 230  |
| รูปภาคผนวกที่ 14 ปริมาณน้ำฝนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น พ.ศ.2536-2537                                  | 230  |
| รูปภาคผนวกที่ 15 ปริมาณน้ำฝนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น พ.ศ.2538-2544 และระหว่างพ.ศ.2549-2550          | 231  |
| รูปภาคผนวกที่ 16 ลักษณะรูปแบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลรายวันในหน้าต่างของ Microsoft Excel                           | 232  |
| รูปภาคผนวกที่ 17 ลักษณะรูปแบบการบันทึกข้อมูลรายเดือนในหน้าต่างของ Microsoft Excel                              | 233  |
| รูปภาคผนวกที่ 18 ตัวอย่างรูปแบบฐานข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายวันของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ในเดือนมกราคม พ.ศ.2556     | 242  |
| รูปภาคผนวกที่ 19 ตัวอย่างรูปแบบฐานข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายวันของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2556 | 243  |

## สารบัญรูปภาคผนวก (ต่อ)

|                                                                                                                            | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| รูปภาคผนวกที่ 20 ตัวอย่างรูปแบบฐานข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายวันของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง<br>ในเดือนมีนาคม พ.ศ.2556              | 244  |
| รูปภาคผนวกที่ 21 ตัวอย่างรูปแบบฐานข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายวันของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง<br>ในเดือนเมษายน พ.ศ.2556              | 245  |
| รูปภาคผนวกที่ 22 ตัวอย่างรูปแบบฐานข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายวันของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง<br>ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2556             | 246  |
| รูปภาคผนวกที่ 23 ตัวอย่างรูปแบบฐานข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายวันของสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์<br>ในเดือนมกราคม พ.ศ.2556             | 247  |
| รูปภาคผนวกที่ 24 ตัวอย่างรูปแบบฐานข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายวันของสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์<br>ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2556         | 248  |
| รูปภาคผนวกที่ 25 ตัวอย่างรูปแบบฐานข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายวันของสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์<br>ในเดือนมีนาคม พ.ศ.2556             | 249  |
| รูปภาคผนวกที่ 26 ตัวอย่างรูปแบบฐานข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายวันของสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์<br>ในเดือนเมษายน พ.ศ.2556             | 250  |
| รูปภาคผนวกที่ 27 ตัวอย่างรูปแบบฐานข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายวันของสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์<br>ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2556            | 251  |
| รูปภาคผนวกที่ 28 ตัวอย่างรูปแบบฐานข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายวันของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง<br>วัดจันทร์ในเดือนมกราคม พ.ศ.2556     | 252  |
| รูปภาคผนวกที่ 29 ตัวอย่างรูปแบบฐานข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายวันของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง<br>วัดจันทร์ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2556 | 253  |
| รูปภาคผนวกที่ 30 ตัวอย่างรูปแบบฐานข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายวันของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง<br>วัดจันทร์ในเดือนมีนาคม พ.ศ.2556     | 254  |
| รูปภาคผนวกที่ 31 ตัวอย่างรูปแบบฐานข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายวันของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง<br>วัดจันทร์ในเดือนเมษายน พ.ศ.2556     | 255  |
| รูปภาคผนวกที่ 32 ตัวอย่างรูปแบบฐานข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายวันของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง<br>วัดจันทร์ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2556    | 256  |
| รูปภาคผนวกที่ 33 ตัวอย่างรูปแบบฐานข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายวันของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง<br>ห้วยน้ำขุนในเดือนมกราคม พ.ศ.2556    | 257  |

## สารบัญรูปภาคผนวก (ต่อ)

|                                                                                                                                                     | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| รูปภาคผนวกที่ 34 ตัวอย่างรูปแบบฐานข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายวันของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง<br>ห้วยน้ำขุนในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2556                         | 258  |
| รูปภาคผนวกที่ 35 ตัวอย่างรูปแบบฐานข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายวันของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง<br>ห้วยน้ำขุนในเดือนมีนาคม พ.ศ.2556                             | 259  |
| รูปภาคผนวกที่ 36 ตัวอย่างรูปแบบฐานข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายวันของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง<br>ห้วยน้ำขุนในเดือนเมษายน พ.ศ.2556                             | 260  |
| รูปภาคผนวกที่ 37 ตัวอย่างรูปแบบฐานข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายวันของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง<br>ห้วยน้ำขุนในเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2556                            | 261  |
| รูปภาคผนวกที่ 38 การดำเนินงานในการเก็บข้อมูลและสภาพพื้นที่ศึกษาในการผลิตบ๊วยและพลับ                                                                 | 266  |
| รูปภาคผนวกที่ 39 สภาพภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษาและปรากฏการณ์การเกิดน้ำค้างแข็งที่สถานี<br>เกษตรหลวงอ่างขางและสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ในช่วงเวลาที่ผ่านมา | 267  |
| รูปภาคผนวกที่ 40 หัวข้อในการอบรมเรื่อง การใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศและแบบจำลองพืชฯ                                                                   | 268  |

