การสร้างแบบจำลองเพื่อพยากรณ์การพัฒนาในรอบปีของดอกมังคุดในจังหวัดนครศรีธรรมราช

Development of Forecasting Model of Flowering Date of Mangosteen in Nakhon Si Thammarat Province

ปุญฑรษา อุ่นเลิศ

Poontarasa Ounlert

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรเกษตรเขตร้อน
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in Tropical Agricultural Resource Management Prince of Songkla University

2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เลขหมู่ SB379.M25 ป72 2559
Bib Key 419615
18 ก.ย. 2560

ชื่อวิทยานิพนธ์ การสร้างแบบจำลองเพื่อพยากรณ์การพัฒนาในรอบปีของดอกมังคุดในจังหวัดนครศรีธรรมราช

ผู้เขียน นางสาวปุญฑรษา อุ่นเลิศ

สาขาวิชา การจัดการทรัพยากรเกษตรเขตร้อน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....

(ดร.พิษณุ ทองขาว)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ระวี เจียรวิภา)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี)

.....กรรมการ

(ดร.พิษณุ ทองขาว)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วัชรินทร์ ชุ้นสุวรรณ)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร ณ นคร)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรเกษตรเขตร้อน

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล ศรีชนะ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ.....

(ดร.พิษณุ ทองขาว)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ลงชื่อ.....

(นางสาวปุญฑรษา อุ่นเลิศ)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ ปุญฑรษา อุ่นเลิศ

(นางสาวปุญฑรษา อุ่นเลิศ)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การสร้างแบบจำลองเพื่อพยากรณ์การพัฒนาในรอบปีของดอกมังคุดในจังหวัดนครศรีธรรมราช

ผู้เขียน นางสาวปุญฑรษา อุ่นเลิศ

สาขาวิชา การจัดการทรัพยากรเกษตรเขตร้อน

ปีการศึกษา 2559

บทคัดย่อ

สภาพภูมิอากาศแปรปรวนในปัจจุบันส่งผลกระทบต่อวันที่ออกดอกของมังคุด โดยเฉพาะในจังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งมีพื้นที่เพาะปลูกมากเป็นอันดับหนึ่งของภาคใต้ ทำให้กระทบต่อปริมาณผลผลิตมังคุดทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงที่มีผลต่อการพัฒนาในรอบปีของมังคุดในจังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อสร้างแบบจำลองเพื่อพยากรณ์การพัฒนาในรอบปีของมังคุด ซึ่งการพัฒนาในรอบปีของมังคุดจะศึกษาเฉพาะวันที่ออกดอกของมังคุด โดยศึกษาในพื้นที่ อ.ฉวาง อ.ชะอวด อ.ช้างกลาง อ.ทุ่งสง อ.พรหมคีรี และ อ.ลานสกา จ.นครศรีธรรมราช ระหว่าง พ.ศ. 2543-2556 การศึกษาสภาพภูมิอากาศในจังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่า ในช่วง 31 ปี (ระหว่างปี พ.ศ. 2525-2555) ปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครศรีธรรมราชมีความแปรปรวน โดยมีปริมาณน้ำฝนสูงและต่ำสลับกัน และปริมาณน้ำฝนรายปีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ไม่พบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายปี อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายปี และจำนวนวันที่ฝนตก การศึกษาสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงที่มีผลต่อวันที่ออกดอกของมังคุดในจังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่า การออกดอกของมังคุดนอกฤดูกาลมีแนวโน้มออกดอกล่าช้าจากเดิม 5.10 วันต่อปีอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนการออกดอกของมังคุดในฤดูกาลไม่มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลง

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างวันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล) กับปัจจัยสภาพภูมิอากาศ ซึ่งประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ และช่วงแล้งก่อนการออกดอกของมังคุด โดยใช้ตัวแบบการถดถอยปัวซองที่ตัวแปรตามมีการแจกแจงแบบปัวซอง และใช้วิธีการของเบย์ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ได้ตัวแบบการคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอก คือ $log(\mu) = 10.85 + 0.0001x_1 - 0.0564x_2 - 0.0634x_3 - 0.0232x_4 + 0.0003x_5$ เมื่อ μ คือ ค่าเฉลี่ยของวันที่มังคุดออกดอก x_1 คือ ปริมาณน้ำฝน x_2 คือ อุณหภูมิสูงสุด x_3 คือ อุณหภูมิต่ำสุด x_4 คือ ความชื้นสัมพัทธ์ และ x_5 คือ ช่วงแล้งก่อนการ

ออกดอก ซึ่งค่าประมาณวันที่มังคุดออกดอกที่ได้จากตัวแบบการถดถอยป๊วซง มีค่าแตกต่างจากค่าจริง โดยค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าผิดพลาด (Mean Absolute Error : MAE) มีค่าเท่ากับ 15.2 และนำตัวแบบที่ได้ไปพัฒนาเป็นระบบสารสนเทศเพื่อคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอกในจังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานและเหมาะที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้ตรงตามวัตถุประสงค์และกลุ่มผู้ใช้งาน ในอนาคตควรมีการเพิ่มส่วนประกอบเข้าไปในตัวแบบการคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอก เพื่อให้ตัวแบบสามารถคาดการณ์วันที่ออกดอกได้ใกล้เคียงกับข้อมูลจริง และควรออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศให้มีการป้อนค่าปริยาย (default) ของข้อมูลปัจจัยสภาพภูมิอากาศในกรณีที่ผู้ใช้ไม่ได้ระบุค่าปัจจัยนั้น ๆ เข้าไป หรือพัฒนาให้มีการนำเข้า (import) ไฟล์ข้อมูลปัจจัยสภาพภูมิอากาศ เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพ และเข้าถึงกลุ่มผู้ใช้ได้มากขึ้น ซึ่งเกษตรกรหรือหน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องอาจใช้เป็นแนวทางในการจัดการดูแลสวนได้อย่างเหมาะสม

Thesis Title	Development of Forecasting Model of Flowering Date of Mangosteen in Nakhon Si Thammarat Province
Author	Miss Poontarasa Ounlert
Major Program	Tropical Agricultural Resource Management
Academic Year	2016

ABSTRACT

Current climate fluctuation affects flowering dates of mangosteen in the Province of Nakhon Si Thammarat where is the most cultivated area in the southern region of Thailand. As a result, this may impact the quantity and quality of mangosteen production. This study was to examine the change in climate in which impacted the phenological development of mangosteen in the Province of Nakhon Si Thammarat in order to develop a model to forecast the phenological development of mangosteen. This study focused only flowering dates of mangosteen in districts of Cha-uat, Chang-Klang, Chawang, Thung Song, Phrom Khiri, and Lan Saka between 2000 and 2013. This study found that, between 1982 and 2012, a high level amount of rain occurred every other year. In addition, there was increasing trend of annual rainfall but the average annual anomalies of the maximum temperature, the minimum temperature and the number of rainy days did not indicate the increasing trend. The average flowering date of mangosteen during the off-season period was significantly delayed by 5.10 days/year ($p \leq 0.05$). However, there was no change of the in-season mangosteen flowering dates.

This study used a poisson regression model to determine the correlation between the climatic factors (i.e. rainfall, maximum temperature, minimum temperature, relative humidity and dry period before flowering) and the off-season flowering date and Baye's method to estimate values of parameters. The poisson regression model to predict the mangosteen flowering date was $log(\mu) = 10.85 + 0.0001x_1 - 0.0564x_2 - 0.0634x_3 - 0.0232x_4 + 0.0003x_5$ where μ is the mean of mangosteen flowering date, x_1 is rainfall, x_2 is maximum temperature, x_3 is minimum temperature, x_4 is relative

humidity, and x_5 is dry period before flowering date. The Mean Absolute Error (MAE) was 15.2. The estimate was used to develop information system, which is user friendly, to forecast the flowering dates of mangosteen in Nakhon Si Thammarat. In the future, more components should be added to the model to enhance a flowering date prediction to be closer to the actual date. Furthermore, in a case where users do not enter climate information, an information system should be designed to include a mandatory default variable for the climate. An alternative option is to design the system to import climate information file to enhance the data analysis. These added features will be able to improve effectiveness in forecasting the flowering date. Farmers and relevant organizations will be able to use this model as guidance to manage mangosteen orchards.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.พิษณุ ทองขาว กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำในการทำวิจัย และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ระวี เจียรวิภา ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.วัชรินทร์ ซุ้นสุวรรณ และ รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร ณ นคร กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ดร.กฤษฎา เหล็กดี ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำในการสร้างแบบจำลอง

ขอขอบพระคุณเกษตรกรเจ้าของสวนมังคุดใน อ.ฉวาง อ.ชะอวด อ.ช้างกลาง อ.ทุ่งสง อ.พรหมคีรี และ อ.ลานสกา ที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่ศึกษา ให้ความรู้ และให้ความร่วมมือในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้เงินทุนสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ สถานีอุตุนิยมวิทยานครศรีธรรมราช สถานีอุตุนิยมวิทยานครศรีธรรมราช (ฉวาง) สถานีวัดน้ำฝนมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคใต้ และสำนักงานเกษตรจังหวัดนครศรีธรรมราช ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในการทำวิจัย

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ วิทยาลัยเทคโนโลยีภาคใต้ บุคลากรทุกท่านของวิทยาลัยเทคโนโลยีภาคใต้ บุคลากรทุกท่านของหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาการจัดการทรัพยากรเกษตรเขตร้อน พี่ ๆ เพื่อน ๆ และ น้อง ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้ และที่สำคัญขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ คุณอา ที่ช่วยเหลือในการให้ทุนสนับสนุน และให้กำลังใจที่ดีต่อผู้วิจัยมาตลอดจนสำเร็จการศึกษา

ปุญฑรษา อุ่นเลิศ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(5)
ABSTRACT	(7)
กิตติกรรมประกาศ	(9)
สารบัญ	(10)
รายการตาราง	(11)
รายการภาพประกอบ	(12)
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 บทนำต้นเรื่อง	1
1.2 ตรวจเอกสาร	3
1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย	21
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	21
2 วิธีดำเนินการวิจัย	22
3 ผล	31
4 วิจารณ์	51
5 สรุป	58
เอกสารอ้างอิง	60
ภาคผนวก	70
ประวัติผู้เขียน	81

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ข้อมูลวันที่มังคุดออกดอก (ในฤดูกาล)	35
2	ข้อมูลวันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล)	36
3	ค่าประมาณขนาดอิทธิพลของปัจจัยสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อวันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล) จากตัวแบบการถดถอยปัวซง	45
4	ค่าประมาณวันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล) จากตัวแบบถดถอยปัวซง	46

รายการภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1	แผนที่จังหวัดนครศรีธรรมราช	6
2	กรอบแนวคิดการวิจัย	20
3	พื้นที่ที่ใช้ศึกษา ❶ : อ.พรหมคีรี ❷ : อ.ลานสกา ❸ : อ.ชะอวด ❹ : อ.ฉวาง ❺ : อ.ช้างกลาง ❻ : อ.ทุ่งสง	23
4	หน้าจอให้เลือกภาษาที่ใช้ในการแสดงผล	28
5	หน้าจอผลลัพธ์ของระบบสารสนเทศเพื่อคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอก	28
6	สภาพภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดของจังหวัดนครศรีธรรมราช ระหว่างปี พ.ศ. 2525-2555	32
7	กราฟแสดงจำนวนวันที่ฝนตกรายปี ระหว่างปี พ.ศ. 2525-2555 ของจังหวัดจังหวัดนครศรีธรรมราช	33
8	Annual anomalies ของ (ก) ปริมาณน้ำฝน (ข) จำนวนวันที่ฝนตก (ค) อุณหภูมิสูงสุด และ (ง) อุณหภูมิต่ำสุด ระหว่างปีพ.ศ. 2525 – 2555 ของจังหวัดนครศรีธรรมราช	34
9	วันที่มังคุดออกดอก (ในฤดูกาล) ช่วงปี พ.ศ. 2543-2555	35
10	แนวโน้มวันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล) ช่วงปี พ.ศ. 2543-2556	37
11	ปริมาณน้ำฝนและค่าการคายระเหยน้ำระหว่างปี พ.ศ. 2543-2556 ของ อ.ชะอวด จ.นครศรีธรรมราช	38
12	Kernel Density ของ $\beta 0$	40
13	Kernel Density ของ $\beta 1$	40
14	Kernel Density ของ $\beta 2$	41
15	Kernel Density ของ $\beta 3$	41
16	Kernel Density ของ $\beta 4$	41
17	Kernel Density ของ $\beta 5$	41
18	History plot ของ $\beta 0$	42

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
19	History plot ของ $\beta 1$	42
20	History plot ของ $\beta 2$	42
21	History plot ของ $\beta 3$	43
22	History plot ของ $\beta 4$	43
23	History plot ของ $\beta 5$	43
24	Autocorrelation plot ของ $\beta 0$	44
25	Autocorrelation plot ของ $\beta 1$	44
26	Autocorrelation plot ของ $\beta 2$	44
27	Autocorrelation plot ของ $\beta 3$	44
28	Autocorrelation plot ของ $\beta 4$	44
29	Autocorrelation plot ของ $\beta 5$	45
30	หน้าจอเลือกภาษาที่ต้องการแสดงผล	48
31	หน้าจอระบบสารสนเทศเพื่อคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอก (แสดงผลเป็นภาษาอังกฤษ)	49
32	หน้าจอระบบสารสนเทศเพื่อคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอก (แสดงผลเป็นภาษาไทย)	49
33	ผลลัพธ์ของระบบสารสนเทศ	50

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

มังคุดเป็นไม้ผลเศรษฐกิจสำคัญที่ตลาดมีความต้องการสูงทั้งการบริโภคภายในประเทศและส่งออกด้วยรูปทรงที่สวยงาม สีสันสะดุดตา และมีรสชาติหวานอมเปรี้ยว ซึ่งเป็นที่ยอมรับทั้งในประเทศและต่างประเทศ มีพื้นที่เพาะปลูกโดยรวมทั้งประเทศ 449,554 ไร่ มีการปลูกมากทางภาคตะวันออกและภาคใต้ของประเทศไทย 206,528 ไร่ และ 243,026 ไร่ ตามลำดับ โดยจังหวัดที่มีพื้นที่เพาะปลูกมาก ได้แก่ จังหวัดจันทบุรี นครศรีธรรมราช ชุมพร ตราด และระยอง (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) จังหวัดนครศรีธรรมราชเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุดในภาคใต้ โดยมีพื้นที่เพาะปลูกทั้งสิ้น 90,835 ไร่ และมีเนื้อที่ให้ผล 79,359 ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) ส่วนการส่งออกนั้น ไทยเป็นผู้ผลิตและผู้ส่งออกมังคุดรายใหญ่ของโลก ส่วนใหญ่จะส่งออกในรูปมังคุดสด โดยระหว่างปี 2554 - 2558 การส่งออกมังคุดสดและผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นจากปริมาณ 111,716 ตัน มูลค่า 2,070 ล้านบาท ในปี 2554 เป็นปริมาณ 178,689 ตัน มูลค่า 4,349 ล้านบาท ในปี 2558 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) สถานการณ์การผลิตมังคุดเพื่อการส่งออกในปัจจุบันนั้น เกษตรกรต้องผลิตมังคุดให้ได้มาตรฐานผ่านการรับรอง GAP จากกรมวิชาการเกษตรซึ่งเป็นการผลิตมังคุดเพื่อให้มีคุณภาพและได้มาตรฐานตาม "ระเบียบปฏิบัติ GAP ระบบการผลิตมังคุดระดับเกษตรกร" เพื่อเสริมสร้างความเชื่อมั่นในสินค้ามังคุดไทย โดยกำหนดให้มีการจัดการสุขลักษณะสวน จัดการเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร จัดการปัจจัยการผลิต มีการปฏิบัติและการควบคุมการผลิต มีการบันทึกและควบคุมเอกสาร เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์คือ ผลิตมังคุดที่มีขนาดไม่ต่ำกว่า 70 กรัม/ผล มีผิวมัน ปราศจากตำหนิที่เห็นเด่นชัดจากการทำลายของศัตรูพืชและสาเหตุอื่น ปราศจากอาการเนื้อแก้ว ยางไหล ปลอดจากศัตรูพืช และสารพิษตกค้าง (กรมวิชาการเกษตร, 2550) แต่ที่ผ่านมาเกษตรกรชาวสวนมังคุดยังประสบกับปัญหาในบางช่วงผลผลิตล้นตลาดมีคุณภาพต่ำ ราคาต่ำ ถูกพ่อค้าคนกลางกดราคาหรือไม่สามารถรับซื้อผลผลิตได้ทั้งหมด

จากภาวะโลกร้อนที่เกิดขึ้นในปัจจุบันทำให้สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง การกระจายตัวของฝนมีลักษณะผิดปกติ ได้แก่ ฝนตกไม่เป็นไปตามฤดูกาล ฝนตกทิ้งช่วง หรือตกเป็นช่วง ๆ แต่ละช่วงมีปริมาณน้ำฝนจำนวนมาก ส่งผลให้เกิดน้ำท่วมหลายระลอก การเกิดพายุที่รุนแรงมากขึ้นจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยเฉพาะในภาคใต้ที่เกิดฝนตกชุกมากกว่าปกติทั้งช่วงเวลาที่ตกและปริมาณของน้ำฝน อุณหภูมิที่สูงขึ้น รวมถึงฤดูร้อนที่ยาวนานมากกว่าในอดีต ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรผันผวนไปตามความแปรปรวนของสภาพอากาศ โดยเฉพาะผลไม้ที่อยู่ระหว่างการออกดอกติดผล ทำให้ผลไม้ออกผลผลิตล่าช้าและไม่พร้อมกัน ส่งผลกระทบต่อเนื่องถึงการเก็บเกี่ยวอีกด้วย เช่นกรณีของต้นเงาะบางส่วนแตกใบอ่อน เนื่องจากมีฝนตกหนัก ขณะเดียวกันอุณหภูมิก็ลดลง และบางช่วงมีแสงแดดปกคลุม นอกจากนี้การสุกของผลไม้จะมี 2-3 ช่วง ทำให้ต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตของชาวสวนเพิ่มขึ้นตามไปด้วย (สมนึก บุญเรือง, 2554) ส่วนมังคุดซึ่งจัดเป็นพืชที่อ่อนไหวต่อสภาพอากาศได้ง่าย สามารถเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนชื้น ปริมาณน้ำฝนและความชื้นมีความสัมพันธ์กับลักษณะนิสัยการเจริญเติบโตและการออกดอกติดผลจนกระทั่งสามารถเก็บเกี่ยวได้ สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงจะทำให้การออกดอกติดผลของมังคุดเปลี่ยนแปลงไป ทำให้มังคุดจะมีการออกดอกหลายรุ่น โดยในบางพื้นที่มังคุดมีการออกดอกถึง 4 รุ่น (ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี, 2555) แต่ละรุ่นมีปริมาณไม่มากและยังมีการหยุดชะงักของการออกดอก เนื่องจากความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิช่วงกลางวันและกลางคืน โดยปกติอากาศเย็นจะเป็นผลดีต่อการออกดอกติดผลของมังคุด แต่ในช่วงที่ผ่านมาตอนกลางคืนมีอุณหภูมิค่อนข้างต่ำ และกลางวันมีอุณหภูมิสูง โดยอุณหภูมิกลางวันและกลางคืนมีความแตกต่างกันไม่ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส ทำให้ตาดอกที่แทงออกมาก่อนหน้านี้กลายเป็นใบอ่อนแทน หรือเกิดอาการไหม้ ส่วนดอกที่ออกในช่วงนี้จะมีจำนวนไม่มาก ส่งผลให้ผลผลิตลดลง (ธีระ วงษ์เจริญ, 2555) ในปีการผลิต 2553/2554 มังคุดมีการออกดอกติดผลค่อนข้างมากเนื่องจากต้นมังคุดได้รับช่วงแล้งก่อนการออกดอกเป็นเวลานาน เมื่อได้รับอากาศที่เหมาะสมจึงออกดอกมาเต็มต้น แต่จะออกดอกเป็นกระจุก (ศิริพร วรกุลดำรงชัย, 2554) ส่งผลให้การให้ผลผลิตในแต่ละปีไม่สม่ำเสมอ หรือออกดอกติดผลปีเว้นปี นอกจากนี้ถ้ามังคุดออกดอกติดผลล่าช้า จะส่งผลถึงผลผลิตที่เก็บเกี่ยว โดยช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวอาจจะตรงกับช่วงฤดูฝน หรือเกิดฝนตกในช่วงที่กำลังเก็บเกี่ยวผลผลิต ส่งผลให้ผลผลิตมีคุณภาพต่ำโดยเกิดอาการเนื้อแก้วและยางไหล (ธีระ วงษ์เจริญ, 2555) ทำให้ไม่สามารถส่งออกได้และราคาต่ำ มีผลทำให้เกษตรกรประสบภาวะขาดทุนต่อเนื่อง และค่อย ๆ ปรับเปลี่ยนพื้นที่เพาะปลูกมังคุดเป็นการปลูกพืชอื่น เช่น ยางพารา และปาล์มน้ำมัน เป็นต้น

ตรวจเอกสาร

1. ข้อมูลทั่วไปของมังคุด

1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมังคุด

มังคุดมีชื่อสามัญว่า mangosteen ชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Garcinia mangostana* Linn. เป็นไม้ยืนต้นที่จัดอยู่ในตระกูล Guttiferae พบแพร่กระจายอยู่ในเขตร้อนของโลกและเป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไป พืชในตระกูล *Garcinia* มีมากกว่า 150 ชนิด ชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมีเพียงชนิดเดียวคือ มังคุด ซึ่งปลูกกระจายอยู่เป็นจำนวนมากในแถบเอเชียอาคเนย์ ปัจจุบันมีพืชตระกูลนี้อีกชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นพืชเศรษฐกิจในอนาคต คือ ส้มแขก พบโดยทั่วไปในป่าดงดิบของประเทศไทย (นพ ศักดิเศรษฐ์ และ สมพร ณ นคร, 2545) มังคุดเป็นไม้ผลยืนต้นขนาดใหญ่ ชอบสภาพอากาศร้อนชื้น สามารถปลูกได้ในดินเกือบทุกชนิด โดยกรมส่งเสริมการเกษตร (2552) ได้สรุปสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการปลูกมังคุดไว้ดังนี้คือ พื้นที่ไม่มีน้ำท่วมขัง มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 0-650 เมตร มีความลาดเอียงประมาณ 1-3 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่ควรเกิน 15 เปอร์เซ็นต์ ดินร่วนปนทราย ความอุดมสมบูรณ์สูง ระบายน้ำดี หน้าดินลึกมากกว่า 50 เซนติเมตร ระดับน้ำใต้ดินลึกมากกว่า 75 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรดด่างของดินระหว่าง 5.5-6.5 อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตเฉลี่ย 25-35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ (Jill, 1976; Osman and Milan, 2006) ปริมาณน้ำฝนมากกว่า 2,000 มิลลิเมตรต่อปี การกระจายตัวของฝนดี มีช่วงแล้งต่อเนื่องน้อยกว่า 3 เดือนต่อปี มีน้ำสะอาดเพียงพอตลอดทั้งปี (ประมาณ 600-800 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่) ไม่มีสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่มีพิษปนเปื้อน ค่าความเป็นกรดด่างของน้ำระหว่าง 6.0–7.5 มีสารละลายเกลือไม่มากกว่า 1.4 มิลลิโมห์ต่อเซนติเมตร (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2552)

ดอกของมังคุดเป็นดอกแบบดอกเดี่ยวและบางสภาพแวดล้อมอาจออกดอกเป็นกลุ่ม (cluster) ที่มีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน (bisexual) ดอกมังคุดจัดเป็นดอกสมบูรณ์เพศแต่เกสรตัวผู้จะเป็นหมัน ซึ่งดอกจะปรากฏที่บริเวณปลายยอด (terminal bud) ของกิ่งแขนง ดอกมังคุดจะประกอบด้วยกลีบเลี้ยง 4 กลีบ และกลีบดอกที่ค่อนข้างหนาจำนวน 4 กลีบ ดอก เกสรตัวผู้อยู่ที่ฐานรอบ ๆ ของรังไข่ ลักษณะของรังไข่ปรากฏอยู่เหนือฐานดอก (superior ovary) รังไข่แบ่งออกเป็น 6 ช่อง (loculed) ส่วนปลายยอดเกสรตัวเมียมีสีเหลืองแบ่งออกเป็นพู ๆ จำนวน 5-6 พู จำนวนพูของปลายยอดเกสรตัวเมีย (stigma) จะปรากฏอยู่ที่ก้นของผลมังคุดตลอดไป เรียกว่า เรมเน้นท์ (remnants) เกสรตัวผู้ของดอกมังคุด (stamens) จะฝ่อและไม่มีละอองเกสรตัวผู้ (pollen grain) การพัฒนาของผลไม่ได้เกิดจากการผสมเกสรระหว่างละอองเกสรตัวผู้

(pollen grain) และไข่ (gamate) แต่เป็นการพัฒนาของผนังรังไข่ (placenta) (นพ ศักดิเศรษฐ์ และ สมพร ณ นคร, 2545)

ผล (fruit) ของมังคุดเป็นแบบเบอรี่ (berry) มีเนื้อสีขาวขุ่น เป็นส่วนของแอริล (aril) ที่เจริญมาจากอินเทคิวเมนท์ (integument) ลักษณะผลอ่อน เปลือกนอกจะมีสีเขียวปนเหลือง มียางสีเหลืองอยู่ภายใน ภายในผลจะแบ่งเป็น 4-8 ช่อง (segments) ที่ปลายของผลจะมีส่วนของแรมเน้นท์ที่พัฒนามาจากปลายยอดของสติกมา (stigma) มีลักษณะคล้ายดอกกุหลาบเท่ากับจำนวนช่องภายในผล ผลที่โตเต็มที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3.4-7.5 เซนติเมตร เปลือกของผลมีความหนาประมาณ 6-10 มิลลิเมตร น้ำหนักโดยเฉลี่ยต่อผลประมาณ 80-150 กรัม ผลของมังคุดจะประกอบไปด้วยผลที่มีเมล็ดสมบูรณ์ 1-3 เมล็ด โดยทั่วไปในผลหนึ่ง ๆ จะมีเมล็ดอยู่ประมาณ 1-6 เมล็ด เมล็ดมีความยาวประมาณ 2.5 เซนติเมตร และกว้างประมาณ 1.6 เซนติเมตร เมล็ดมังคุดมีเอมบริโอ (ทิพัน) ขนาดใหญ่ และมักจะไม่มีเอนโดสเปิร์ม (endosperm) ลักษณะของเมล็ดมังคุดจะเป็นพวกอะโพมิคทิก (apomictic seed) คือ เมล็ดที่พัฒนามาจากไข่ที่ไม่ได้รับการผสมเกสร ผลไม้ชนิดนี้เรียกว่า พาทีโนคาร์ปิคฟรุท (parthenocarpic fruit) (นพ ศักดิเศรษฐ์ และ สมพร ณ นคร, 2545)

1.2 การเจริญเติบโตและการพัฒนาของมังคุด

มังคุดที่ปลูกในประเทศไทยตามปกติจะให้ผลปีละครั้ง (ณรงค์ ภัทรปิยะพันธุ์, 2538) ซึ่งการเจริญเติบโตและพัฒนาการของมังคุดแบ่งออกเป็น 4 ระยะ คือ 1) ระยะออกดอกและผลอ่อน 2) ระยะพัฒนาการของผล 3) ระยะสุกแก่ และ 4) ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น กิ่งและใบ ซึ่งในระยะนี้จะมีการแตกใบอ่อน (leaf flushing) 2-3 ครั้ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณและการกระจายของฝนและการจัดการเกี่ยวกับธาตุอาหาร (นพ ศักดิเศรษฐ์ และ สมพร ณ นคร, 2545) การพัฒนาของส่วนต่าง ๆ เหล่านี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญ คือ สภาพแวดล้อมและการบำรุงรักษา การเจริญเติบโตและการพัฒนาในรอบปีของมังคุดมีปัจจัยหลายอย่างเป็นตัวควบคุมโดยเฉพาะปัจจัยทางสภาพแวดล้อม (ณรงค์ ภัทรปิยะพันธุ์, 2538) ดอกมังคุดพัฒนามาจากตายอดที่อยู่ระหว่างซอกใบคู่สุดท้ายของกิ่งที่มีใบแก่เต็มที่ ดอกจะออกมาเป็นดอกเดี่ยวมี 1-3 ดอกต่อยอด แต่ส่วนมากติดผลเพียง 1 ผลต่อยอด (นพ ศักดิเศรษฐ์ และ สมพร ณ นคร, 2545) โดยปกติมังคุดในภาคตะวันออกจะออกดอกระหว่างเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ ส่วนภาคใต้ฝั่งตะวันออกจะออกดอกระหว่างเดือนมีนาคมถึงเมษายน ในขณะที่ภาคใต้ฝั่งตะวันตกจะมีลักษณะ

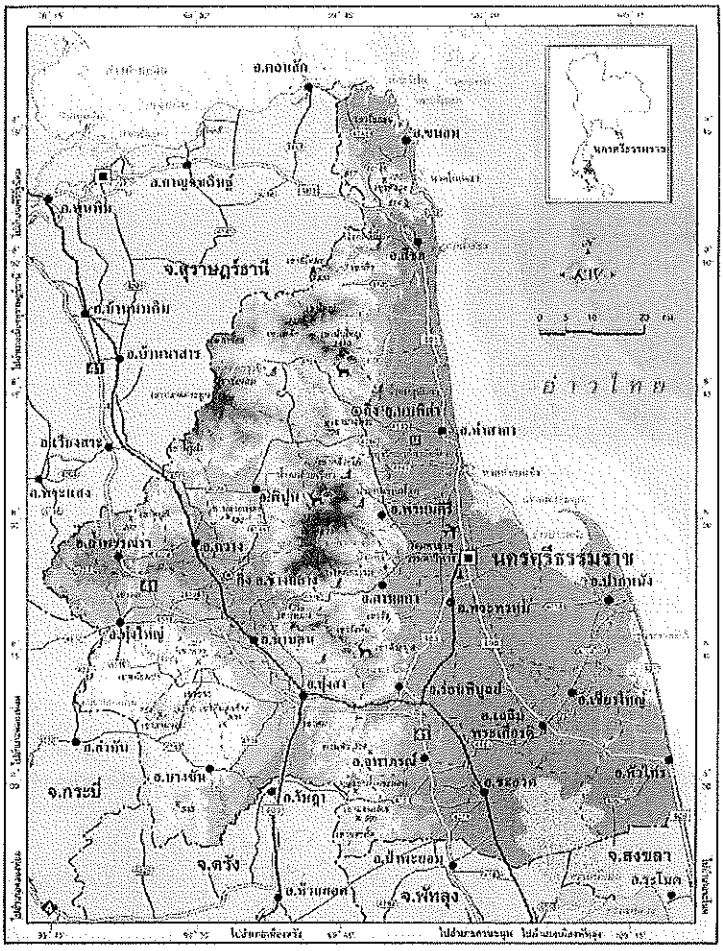
การออกดอกช่วงเวลาเดียวกับภาคตะวันออก เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศของภาคใต้เป็นคาบสมุทรที่ทอดยาว และมีพื้นที่อยู่สูงอยู่กลางพื้นที่ ทำให้ช่วงการออกดอก และการเก็บเกี่ยวของมังคุดต่างกัน คือ ภาคใต้ฝั่งตะวันตกออกดอกก่อนภาคใต้ฝั่งตะวันออก โดยการออกดอกเริ่มจากพื้นที่ตอนบนลงมาจากจังหวัดชุมพร จังหวัดสุราษฎร์ธานี จังหวัดนครศรีธรรมราช จนกระทั่งถึงจังหวัดนราธิวาส ซึ่งเป็นจังหวัดที่มีการออกดอกช้าที่สุด (สายัณห์ สดุดี, 2533; สายัณห์ สดุดี และคณะ, 2553) การพัฒนาของตาดอกมังคุดจากดอกตูมถึงดอกบานใช้เวลาประมาณ 28-30 วัน ผลมังคุดเริ่มมีการเจริญเติบโตหลังจากดอกบาน 1-2 วัน การพัฒนาของผลมังคุดจากดอกบานจนกระทั่งเก็บเกี่ยวได้ ใช้เวลาประมาณ 12-13 สัปดาห์ (นพ ศักดิเศรษฐ์ และ สมพร ณ นคร, 2545)

2. สภาพทั่วไปของจังหวัดนครศรีธรรมราช

จังหวัดนครศรีธรรมราช ตั้งอยู่ทางตอนกลางของภาคใต้ ห่างจากกรุงเทพมหานคร 780 กิโลเมตร มีเนื้อที่ประมาณ 9,942,502 ตร.กม. หรือประมาณ 6,204,064 ไร่ มีพื้นที่มากเป็นอันดับ 2 ของภาคใต้ และเป็นอันดับที่ 16 ของประเทศ หรือประมาณร้อยละ 1.98 ของพื้นที่ทั้งประเทศ ที่ตั้งของตัวจังหวัด ตั้งอยู่ประมาณละติจูด 9 องศาเหนือและลองติจูด 100 องศาตะวันออก มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดต่าง ๆ คือ ทิศเหนือมีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดสุราษฎร์ธานีและอ่าวบ้านดอน ทิศใต้มีอาณาเขตติดต่อกับอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา อำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง และอำเภอห้วยยอด จังหวัดตรัง ทิศตะวันออก มีอาณาเขตติดต่อกับอ่าวไทยตั้งแต่ตอนเหนือของอำเภอขนอมลงไปทางตอนใต้ของอำเภอหัวไทร (ประมาณ 225 กิโลเมตร) และทิศตะวันตก มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดกระบี่และจังหวัดสุราษฎร์ธานี (สำนักงานจังหวัดนครศรีธรรมราช, 2552)

2.1 ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดนครศรีธรรมราช จากภาพที่ 1 และตามรายงานของสำนักงานจังหวัดนครศรีธรรมราช (2552) แตกต่างไปตามลักษณะของเทือกเขานครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นเทือกเขาที่มีความยาวตามแนวยาวของคาบสมุทรเป็นผลให้ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดนครศรีธรรมราช แบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ



ภาพที่ 1 แผนที่จังหวัดนครศรีธรรมราช

ที่มา : กวี วรกวิน (2547)

1. **บริเวณเทือกเขาตอนกลาง**

ได้แก่บริเวณเทือกเขานครศรีธรรมราชมีอาณาเขตตั้งแต่ตอนเหนือของจังหวัดลงไปถึงตอนใต้สุดบริเวณพื้นที่ของอำเภอที่อยู่ในเขตเทือกเขาตอนกลาง มีทั้งหมด 10 อำเภอ ได้แก่ อำเภอสิชล อำเภอขนอม อำเภอท่าศาลา อำเภอเมืองนครศรีธรรมราช อำเภอลานสกา อำเภอพรหมคีรี อำเภอร่อนพิบูลย์ อำเภอชะอวด อำเภอจุฬาภรณ์ และอำเภอพระพรหม ในเขตเทือกเขานี้มีภูเขาสูงสุดในจังหวัด คือเขาหลวง ซึ่งสูงประมาณ 1,835 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

2. **บริเวณที่ราบชายฝั่งด้านตะวันออก**

ได้แก่บริเวณตั้งแต่เทือกเขาตอนกลางไปทางตะวันออกถึงฝั่งทะเลอ่าวไทย จำแนกได้เป็น 2 ตอน คือ ตั้งแต่อำเภอเมืองนครศรีธรรมราชลงไปทางใต้ เป็นที่ราบที่มีความกว้างจากบริเวณเทือกเขาตอนกลางไปถึงชายฝั่งทะเลระยะทางประมาณ 95 กิโลเมตร มีแม่น้ำลำคลอง

ที่มีต้นน้ำเกิดจากบริเวณเทือกเขาตอนกลางไหลลงสู่อ่าวไทยหลายสาย นับเป็นที่ราบซึ่งมีค่าทางเศรษฐกิจของจังหวัด ลำน้ำสำคัญ ได้แก่ แม่น้ำปากพนังและมีคลองสายเล็กในเขตอำเภอเมืองนครศรีธรรมราชอีกหลายสาย เช่น คลองปากพญาและคลองท้ายวัง เป็นต้น อีกบริเวณหนึ่ง คือ ตั้งแต่อำเภอท่าศาลาขึ้นไปทางทิศเหนือเป็นบริเวณฝั่งแคบ ๆ ไม่เกิน 15 กิโลเมตร อำเภอที่อยู่ในเขตที่ราบด้านนี้ คืออำเภอขนอม อำเภอสิชล อำเภอท่าศาลา อำเภอเมืองนครศรีธรรมราช อำเภอปากพนัง อำเภอเชียรใหญ่ อำเภอหัวไทร และอำเภอชะอวด

3. **บริเวณที่ราบด้านตะวันตก**

ได้แก่บริเวณที่ราบระหว่างเทือกเขานครศรีธรรมราช และเทือกเขาบรรทัด จึงมีลักษณะเป็นเนินเขาอยู่เป็นแห่ง ๆ อำเภอที่อยู่บริเวณที่ราบด้านนี้ คืออำเภอพิปูน อำเภอทุ่งใหญ่ อำเภอฉวาง อำเภอนาบอน อำเภอบางขัน อำเภอถ้ำพรรณรา และอำเภอทุ่งสง ลำน้ำสำคัญได้แก่ ต้นน้ำของแม่น้ำตาปี ไหลผ่านอำเภอพิปูน อำเภอฉวาง และอำเภอทุ่งใหญ่ นอกจากนี้ยังมีลำน้ำที่เป็นต้นน้ำของแม่น้ำตรังอีกด้วย คือน้ำตกโยง และคลองวังหีบ ซึ่งไหลผ่านอำเภอทุ่งสง ไปยังอำเภอห้วยยอด จังหวัดตรัง และออกทะเลอันดามันที่อำเภอกันตัง

2.2 ลักษณะภูมิอากาศ

ลักษณะภูมิอากาศของนครศรีธรรมราช ตามรายงานของสำนักงานจังหวัดนครศรีธรรมราช (2552) จากสภาพที่ตั้งใกล้เส้นศูนย์สูตร มีภูเขาและเป็นคาบสมุทรทั้งสองด้าน กล่าวคือด้านตะวันออกเป็นทะเลจีนใต้ มหาสมุทรแปซิฟิก ด้านตะวันตกเป็นทะเลอันดามัน มหาสมุทรอินเดีย ทำให้นครศรีธรรมราชได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมจากมหาสมุทรอินเดียและพายุหมุนเขตร้อนจากทะเลจีนใต้สลับกัน ดังนี้

1. ลมมรสุม ในแต่ละปีจังหวัดนครศรีธรรมราชจะได้รับอิทธิพลของลมมรสุม ดังนี้

1) ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ลมนี้มีทิศทางพัดผ่านมหาสมุทรอินเดียและทะเลอันดามันเข้าสู่ประเทศไทยบริเวณชายฝั่งตะวันตกจึงมีฝนตกชุก ในส่วนของจังหวัดนครศรีธรรมราชนั้น เนื่องจากมีเทือกเขาทางตะวันตกและตอนกลางเป็นแนวกั้นทิศทางลม ทำให้ฝนตกไม่มากนัก อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จะอยู่ในช่วงประมาณเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม

2) ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ลมนี้พัดผ่านอ่าวไทยเข้าสู่ภาคใต้ ทำให้เกิดฝนตกชุกในจังหวัดนครศรีธรรมราช เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดตั้งอยู่ในด้านรับลมของ

เทือกเขา อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จะทำให้ฝนตกมากในช่วงประมาณเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม

2. พายุหมุนเขตร้อน เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อลักษณะอากาศของจังหวัดนครศรีธรรมราช กล่าวคือ พายุหมุนเขตร้อนเป็นระบบความกดอากาศต่ำที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 2 องศาละติจูด ก่อตัวขึ้นเหนือน่านน้ำในเขตร้อนระหว่างละติจูดประมาณ 5-20 องศาเหนือ โดยไม่มีระบบแนวปะทะเข้ามาเกี่ยวข้องและมีการหมุนเวียนชัดเจน ซึ่งตามข้อตกลงระหว่างประเทศ ได้แบ่งชนิดของพายุหมุนเขตร้อนตามความรุนแรง ดังต่อไปนี้

1) พายุดีเปรสชั่น เป็นพายุหมุนเขตร้อนที่มีความเร็วสูงสุดใกล้ศูนย์กลางที่ผิวพื้น ไม่เกิน 34 นอต (63 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) ใช้สัญลักษณ์ D

2) พายุโซนร้อน เป็นพายุหมุนเขตร้อนที่มีความเร็วลมสูงสุดใกล้ศูนย์กลางที่ผิวพื้น ตั้งแต่ระหว่าง 34-63 นอต (63-117 กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

3) พายุไต้ฝุ่น เป็นพายุหมุนเขตร้อนที่มีความเร็วสูงสุดใกล้ศูนย์กลางที่ผิวพื้น ตั้งแต่ 64 นอต (8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) ขึ้นไป

สำหรับฤดูกาลของจังหวัดนครศรีธรรมราช มี 2 ฤดู คือฤดูร้อน อยู่ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ - เมษายน มีอากาศร้อนตลอดฤดูกาล และฤดูฝน ซึ่งแบ่งเป็น 2 ช่วง ได้แก่ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม – ตุลาคม เป็นช่วงที่รับอิทธิพลมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ แต่เนื่องจากมีเทือกเขานครศรีธรรมราชที่สูงชัน เป็นแนวกั้นทิศทางลม จึงมีฝนตกไม่มากนัก บริเวณที่ฝนตกในช่วงนี้ คือพื้นที่ทางตะวันตกของเทือกเขา เช่น อำเภอทุ่งสง อำเภอทุ่งใหญ่ อำเภอพิปูน เป็นต้น และตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน – มกราคมเป็นช่วงที่ได้รับอิทธิพลลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ช่วงนี้มีฝนตกหนาแน่น เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ตั้งอยู่ด้านรับลม ทำให้เกิดอุทกภัยเป็นประจำทุกปี

3. การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศต่อการพัฒนาในรอบปีของมังคุด

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงลักษณะอากาศเฉลี่ย (average weather) ในพื้นที่หนึ่ง ลักษณะอากาศเฉลี่ย หมายความรวมถึงลักษณะทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับอากาศ เช่น อุณหภูมิ ฝน ลม เป็นต้น ในความหมายตามกรอบของอนุสัญญาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ FCCC (Framework Convention on Climate Change) และในคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) ได้ให้ความหมายว่า การเปลี่ยนแปลง

ภูมิอากาศ คือ ความแปรปรวนของอากาศอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลายาวนาน อันเป็นผลทางตรงหรือทางอ้อมจากความผันแปรตามธรรมชาติ หรือกิจกรรมของมนุษย์ ที่ทำให้องค์ประกอบของบรรยากาศเปลี่ยนแปลงไป (วนิดา สุขสุวรรณ, 2550) หรือ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป็นลักษณะอากาศที่มีการเบี่ยงเบนไปจากค่าปกติในทิศทางใดทิศทางหนึ่งติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน (อำนาจ ชิดไธสง, 2552) สำหรับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของประเทศไทยมีสัญญาณที่บ่งบอกถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น นั่นคือความรุนแรงของภัยธรรมชาติที่เพิ่มมากขึ้น ความผันแปรของอุณหภูมิ และฝนของประเทศไทย ซึ่งข้อมูลตรวจวัดจากสถานีอุตุนิยมวิทยา บ่งชี้ว่าอุณหภูมิในประเทศไทยในรอบ 55 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ.2498-2552) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (ระดับความเชื่อมั่นมากกว่า 99%) โดยค่าเฉลี่ยรายปีของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ยและอุณหภูมิต่ำสุดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 0.86 0.95 และ 1.45 ตามลำดับ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของไทย (0.95 องศาเซลเซียส) มีอัตราที่สูงกว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลก (0.69 องศาเซลเซียส) ส่วนอุณหภูมิผิวน้ำเฉลี่ยในอ่าวไทยและทะเลอันดามันในรอบ 50 ปี (พ.ศ.2510-2549) มีแนวโน้มสูงขึ้นประมาณ 0.1 องศาเซลเซียส ต่อทศวรรษ และการศึกษาล่าสุดโดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียมระหว่างปี พ.ศ. 2546-2551 พบว่า อัตราการเพิ่มขึ้นของน้ำทะเลเฉลี่ยในอ่าวไทยมีค่าอยู่ระหว่าง 3-5 มิลลิเมตรต่อปี (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2554) การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีผลกระทบต่อการผลิตทางด้านการเกษตร โดยอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นจะมีผลกระทบต่อรูปแบบการผลิตทางทางตรงและทางอ้อม โดยผลกระทบทางตรงที่เกิดขึ้นคือ พืชบางชนิดเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดีที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง ในขณะที่พืชบางชนิดอาจจะได้รับความเสียหายที่อุณหภูมิสูง ส่วนผลกระทบทางอ้อมที่เกิดขึ้น ได้แก่ การแพร่กระจายของแมลงและศัตรูพืช การเพิ่มขึ้นของวัชพืช ความไม่สมดุลระหว่างแหล่งน้ำและความต้องการใช้น้ำ เป็นต้น (Bosello and Zhang, 2005; Aydinalp and Cresser, 2008) ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงรูปแบบในแง่ของความถี่และความหนาแน่นของปริมาณฝนก็ส่งผลกระทบกับพื้นที่เพาะปลูกด้วย โดยบางพื้นที่อาจประสบกับอุทกภัยทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของหน้าดินและสูญเสียความชุ่มชื้นของดิน และบางพื้นที่ประสบกับปัญหาภัยแล้งที่เกิดขึ้นรุนแรงและยาวนาน (Bosello and Zhang, 2005: Aydinalp and Cresser, 2008) ในขณะที่การศึกษาอิทธิพลของสภาวะโลกร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของการพัฒนาในรอบปีของมังคุดในจังหวัดสงขลา ของสายัณห์ สดุดี (2550) พบว่าแนวโน้มของอุณหภูมิต่ำสุดและอุณหภูมิสูงสุดมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยที่อุณหภูมิสูงสุดจะเพิ่มขึ้นประมาณ 1 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิต่ำสุดจะเพิ่มขึ้นประมาณ 0.5 องศาเซลเซียส และในรอบ 30 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2523-2553) แนวโน้มของปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย และ

อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย ในระยะเวลา 30 ปี ของจังหวัดพัทลุงมีค่าสูงขึ้น แต่จำนวนวันฝนตกมีแนวโน้มลดลง (สายัณห์ สดุดีและคณะ, 2553; Apiratikorn *et al.*, 2012) เช่นเดียวกับ Boonklong และคณะ (2006) รายงานว่าอุณหภูมิต่ำสุดในภาคตะวันออกมีแนวโน้มสูงขึ้น

ปัจจัยทางสภาพอากาศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นมังคุด คือ สภาพอากาศแบบร้อนชื้น ฝนตกชุก ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่าร้อยละ 80 มีการกระจายของปริมาณน้ำฝน 1,270 มิลลิเมตรต่อปี (Yaacob and Tindall, 1995) มังคุดเป็นไม้ผลที่ต้องการอุณหภูมิที่เหมาะสมในช่วง 25-30 องศาเซลเซียส ซึ่งยุวดี มานะเกษม (2538ก) พบว่า มังคุดที่ปลูกที่ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรีหรือบริเวณใกล้เคียง สามารถชักนำให้เกิดตาดอกได้เมื่ออุณหภูมิต่ำสุดเท่ากับ 21 องศาเซลเซียส และมังคุดต้องการความแห้งแล้งในช่วงระยะเวลาก่อนออกดอกของมังคุด เพื่อทำให้มีการสะสมอาหารไว้ที่ลำต้น โดยลดการเจริญเติบโตทางลำต้น ใบ และราก (พรรณี พูลเกิด, 2550) ซึ่ง Yaacob และ Tindall (1995) รายงานว่ามังคุดต้องการช่วงแล้งประมาณ 15-30 วันในการกระตุ้นให้มังคุดออกดอก ในขณะที่อัมพิกา ปุนนจิต และคณะ (2545) กล่าวว่า มังคุดเป็นพืชที่มีระบบรากลึก (60-90 เซนติเมตรจากผิวดิน) มักนิยมปลูกในที่ลุ่ม ดินเนื้อละเอียด การอุ้มน้ำสูง ดังนั้นจึงต้องใช้เวลานานกว่าจะเกิดความเครียดจากการขาดน้ำ โดยเฉลี่ยแล้วจะอยู่ระหว่าง 21-30 วัน หลังจากฝนหยุดตกครั้งสุดท้าย สอดคล้องกับ Apiratikorn และคณะ (2012) พบว่า ในปี 2551-2553 มังคุดในจังหวัดพัทลุงต้องการช่วงแล้งประมาณ 21 วัน ในการชักนำการออกดอกของมังคุด แต่ในปัจจุบันสภาพภูมิอากาศมีความแปรปรวนและมีการเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละปี โดยเฉพาะปริมาณน้ำฝนและรูปแบบการกระจายของฝนเปลี่ยนไป นอกจากนี้ยังมีภาวะความแห้งแล้งที่มาเร็วและยาวนานขึ้น และภาวะน้ำท่วมรุนแรง ซึ่งส่งผลกระทบต่อการพัฒนาในรอบปีของมังคุด โดยปกติมังคุดในภาคตะวันออกและภาคใต้ฝั่งตะวันตก จะออกดอกระหว่างเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ ส่วนภาคใต้ฝั่งตะวันออกจะออกดอกระหว่างเดือนมีนาคมถึงเมษายน โดยบางจังหวัดทางฝั่งตะวันออกของภาคใต้ เช่นชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช ปัตตานี นราธิวาส ได้รับผลกระทบจากสภาวะแห้งแล้งประมาณเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ แต่จังหวัดที่อยู่ทางฝั่งตะวันตกของภาคใต้ จะได้รับผลจากสภาวะขาดน้ำ ประมาณเดือนธันวาคม ทำให้การออกดอกติดผลมังคุดทางฝั่งตะวันตกเกิดขึ้นเร็วกว่า และมังคุดที่อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา มีการออกดอกในช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน 2532 (สายัณห์ สดุดี, 2533) และ ณรงค์ ภัทรปิยะพันธุ์ (2538) พบว่า สภาพแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และการคายระเหยของน้ำในอำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในปี 2533 และ 2534 ในช่วงเดียวกันมีลักษณะใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม

มีปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุด และการคายระเหยของน้ำใกล้เคียงกันมาก และมังคุดมีการออกดอกในช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน ในขณะที่สายัณห์ สดุดี และคณะ (2553) พบว่ามังคุดในอำเภอฉวาง อำเภอทุ่งสง อำเภอชะอวด และอำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช มีการออกดอกในฤดูกาลช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน และเก็บเกี่ยวช่วงเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม 2552 อำเภอศรีบรรพตและอำเภอศรีนครินทร์ จังหวัดพัทลุง มีการออกดอกในฤดูกาลช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนเมษายนและเก็บเกี่ยวช่วงเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม 2552 จังหวัดตรังมีการออกดอกในฤดูกาลช่วงเดือนมีนาคม และเก็บเกี่ยวในเดือนกรกฎาคม จังหวัดสงขลา มีการออกดอกในฤดูกาลช่วงเดือนมีนาคม และเก็บเกี่ยวในเดือนกรกฎาคม และจังหวัดสตูลมีการออกดอกในช่วงเดือนกุมภาพันธ์และเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนมิถุนายน ส่วนการออกดอกนอกฤดูกาลของจังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่ามีการออกดอกในอำเภอลานสกา อำเภอชะอวด และอำเภอท่าศาลา ซึ่งมีช่วงการออกดอกในช่วงเดือนสิงหาคมและเก็บเกี่ยวในช่วงเดือน มกราคมถึงกุมภาพันธ์ และในปี 2551-2552 มังคุดในจังหวัดนครศรีธรรมราช และพัทลุง มีการออกดอกนอกฤดูกาล โดยในปี 2552 การทิ้งช่วงกลางปีของฝนเริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายน ซึ่งเร็วกว่าปี 2551 ส่งผลให้มังคุดในจังหวัดพัทลุงออกดอกนอกฤดูกาลเร็วกว่าปกติ คือเริ่มตั้งแต่เดือนสิงหาคม ในระหว่างปี 2551-2553 มังคุดในจังหวัดพัทลุง มีการออกดอกในฤดูกาลช่วงเดือนมีนาคม และเก็บเกี่ยวช่วงเดือนปลายเดือนมิถุนายน 2551 ออกดอกนอกฤดูกาลช่วงเดือนกันยายน และเก็บเกี่ยวช่วงเดือนธันวาคม 2551 เนื่องจากมีช่วงแล้งเกิดขึ้นช่วงเดือนมีนาคม และช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน ส่วนในปี 2552 มีช่วงแล้งเกิดขึ้น 2 ครั้ง ช่วงแรกเป็นช่วงสั้น ๆ เกิดขึ้นช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเกิดขึ้นเร็วกว่าปี 2551 และช่วงที่ 2 เป็นช่วงยาวตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึงเดือนกันยายน มังคุดจึงมีการออกดอกในฤดูกาลช่วงเดือนกุมภาพันธ์และเก็บเกี่ยวช่วงต้นเดือนมิถุนายน ออกดอกนอกฤดูกาลช่วงเดือนกรกฎาคม และเก็บเกี่ยวช่วงเดือนพฤศจิกายน ขณะที่ปี 2553 เกิดระยะเวลาแห้งแล้งยาวนานตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนกันยายน มังคุดมีการออกดอกในฤดูกาลช่วงเดือนเมษายน และเก็บเกี่ยวช่วงเดือนสิงหาคม (Apiratikorn *et al.*, 2012)

4. แบบจำลองการพัฒนาในรอบปีของไม้ผล

การศึกษาการพัฒนาในรอบปีของไม้ผล เป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากจะทำให้รู้ถึงลักษณะนิสัยของไม้ผล ความต้องการน้ำและธาตุอาหารในแต่ละช่วงของ

การเจริญเติบโต ทำให้เกษตรกรสามารถดูแลและจัดการสวนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และได้ผลผลิตที่มีคุณภาพตามที่ตลาดต้องการ การจำลองรูปแบบการพัฒนาในรอบปีของไม้ผลโดยการนำข้อมูลการพัฒนาในรอบปีของไม้ผล มาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลสภาพภูมิอากาศ จะทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพภูมิอากาศกับการพัฒนาในรอบปีของไม้ผล รวมถึงสามารถคาดการณ์ถึงช่วงเวลาเริ่มต้นของการพัฒนาในรอบปีแต่ละช่วง และสามารถเปรียบเทียบกับข้อมูลในอดีตเพื่อวิเคราะห์แนวโน้มในอนาคตได้ Atkins และ Morgan (1990) ได้สร้างแบบจำลองเพื่อคาดการณ์ช่วงวันที่ดอกบานเต็มที่ของไม้ผลภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศนิวซีแลนด์ โดยแบบจำลองถูกสร้างขึ้นภายใต้สภาพภูมิอากาศ 3 รูปแบบ คือ 1) อุณหภูมิต่ำสุดรายวันและอุณหภูมิสูงสุดรายวันเพิ่มขึ้น 1.5 องศาเซลเซียส 2) อุณหภูมิต่ำสุดรายวันไม่มีการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิสูงสุดรายวันเพิ่มขึ้น 3 องศาเซลเซียส และ 3) ในฤดูร้อน อุณหภูมิต่ำสุดรายวันและอุณหภูมิสูงสุดรายวันเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส ในฤดูหนาว อุณหภูมิต่ำสุดรายวันและอุณหภูมิสูงสุดรายวันเพิ่มขึ้น 2 องศาเซลเซียส พบว่าแบบจำลองภายใต้สภาพภูมิอากาศทั้งหมดมีผลทำให้ช่วงวันที่ดอกบานเต็มที่ของไม้ผลล่าช้าออกไป จะเห็นว่าอุณหภูมิจะมีผลกระทบต่อการพัฒนาของไม้ผล เช่นเดียวกับในมะกอก ซึ่ง Motisi และคณะ (2008) ศึกษาการพัฒนาในรอบปีของมะกอกได้แก่ ช่วงการทำลายการพักตัวของตาดอก การเริ่มผลิดอก การบานเต็มที่ของดอก และสร้างแบบจำลองผลของอุณหภูมิที่มีต่อการพัฒนาในรอบปีของมะกอก พบว่า อุณหภูมิส่งผลกระทบโดยตรงต่อการพัฒนาในรอบปีของมะกอกและยังส่งผลต่อปริมาณผลผลิตอีกด้วย โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดที่ใช้ในแบบจำลองคือ 12 องศาเซลเซียส ในการคาดการณ์ช่วงเริ่มต้นการพัฒนาของมะกอกทุกช่วงที่ศึกษา

นอกจากการสร้างแบบจำลองเพื่อศึกษาการพัฒนาในรอบปีของไม้ผลแล้ว การสร้างแบบจำลองเพื่อประมาณการผลผลิตที่จะออกสู่ตลาดไม่ว่าจะเป็นผลผลิตในฤดูกาลหรือนอกฤดูกาลจะเป็นสิ่งสำคัญและเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์สำหรับเกษตรกร ผู้รับซื้อผลผลิต ผู้จัดจำหน่าย หน่วยงานภาครัฐ และหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง ในการนำข้อมูลมาใช้ในการกำหนดนโยบายและวางแผนบริหารจัดการผลผลิต โดยในส่วนของเกษตรกรสามารถนำข้อมูลมาใช้เพื่อวางแผนการเก็บเกี่ยว การเก็บรักษา และการกระจายผลผลิต ในขณะที่หน่วยงานภาครัฐและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องสามารถใช้ข้อมูลจากการพยากรณ์ประกอบการตัดสินใจในการกำหนดนโยบายเกี่ยวกับการเก็บรักษาผลผลิต การกระจายผลผลิต การจัดหาตลาดเพื่อรองรับผลผลิต การกำหนดราคา เป็นต้น (Lobell *et al.*, 2006) ซึ่งสภาพภูมิอากาศเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อผลผลิตการเกษตรและเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเกษตรมากที่สุด (ทรงศักดิ์ จุนถิระพงศ์, 2539; จิรสรณ์ สันติสิริสมบูรณ์,

2555) ในการศึกษาและสร้างแบบจำลองเพื่อประมาณการปริมาณผลผลิตจึงต้องศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อปริมาณผลผลิต เช่น การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการปล่อยละอองเกสรกับอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนรายเดือน และสร้างแบบจำลองในการพยากรณ์ผลผลิตโอลีฟ (Galán *et al.*, 2004) การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิสูงสุด และปริมาณน้ำฝน กับจำนวนผลส้มบนต้น และสร้างแบบจำลองเพื่อพยากรณ์ผลผลิตส้มพันธุ์ Valencia และ Hamlin (Pasqua *et al.*, 2007) และยังมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพภูมิอากาศกับปริมาณผลผลิตเพื่อสร้างแบบจำลองในการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตในไม้ผลชนิดอื่นอีกด้วย เช่น สตรอเบอรี่ (Døving, 2004) พลัม (Rumayor-Rodriguez, 1995; Døving, 2009) แอปเปิล (Kaack and Lindhard Pedersen, 2010) บลูเบอรี่ (Salvo *et al.*, 2012) เป็นต้น

ส่วนการศึกษาในไม้ผลเมืองร้อนนั้น ยุวดี มานะเกษม (2538ก, 2538ข) ซึ่งศึกษาการเปลี่ยนแปลงยอดอ่อนกับอิทธิพลของสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อการออกดอกของมังคุดและเงาะ โดยได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมได้แก่ อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิสูงสุด ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด ปริมาณน้ำฝน และช่วงความยาวของวันกับการชักนำให้เกิดตาดอกด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) พบว่าอุณหภูมิต่ำสุด ความยาวของวัน และปริมาณน้ำฝน มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การชักนำให้เกิดตาดอกของมังคุด โดยที่ถ้าอุณหภูมิต่ำสุดเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์การชักนำให้เกิดตาดอกจะลดลง ถ้าความยาวของวันเพิ่มขึ้น การชักนำให้เกิดตาดอกจะเพิ่มขึ้น แต่ถ้าปริมาณฝนตกมากขึ้น การชักนำให้เกิดตาดอกจะลดลง เช่นเดียวกับที่เกิดในเงาะ และอุณหภูมิต่ำสุดจะมีอิทธิพลต่อการชักนำให้เกิดตาดอกของมังคุดมากกว่าสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ซึ่งอุณหภูมิต่ำสุดที่จะชักนำให้เกิดตาดอกในมังคุดได้ประมาณ 21 องศาเซลเซียส โดยเมื่ออุณหภูมิต่ำสุดเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส จะทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์การชักนำให้เกิดตาดอกลดลง 10.5 เปอร์เซ็นต์ และเมื่ออุณหภูมิต่ำสุดลดลง 1 องศาเซลเซียส จะทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์การชักนำให้เกิดตาดอกเพิ่มขึ้น 10.5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่อุณหภูมิต่ำสุดที่จะชักนำให้เกิดตาดอกในเงาะประมาณ 23 องศาเซลเซียส โดยเมื่ออุณหภูมิต่ำสุดเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส จะทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์การชักนำให้เกิดตาดอกลดลง 6.7 เปอร์เซ็นต์ และเมื่ออุณหภูมิต่ำสุดลดลง 1 องศาเซลเซียส จะทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์การชักนำให้เกิดตาดอกเพิ่มขึ้น 6.7 เปอร์เซ็นต์

5. **ตัวแบบการถดถอยปัวซง** (Poisson Regression Model)

การวิเคราะห์การถดถอยปัวซงเป็นการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ โดยตัวแปรตามเป็นตัวแปรไม่ต่อเนื่องที่มีการแจกแจงแบบปัวซง ส่วนตัวแปรอิสระเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพหรือเชิงปริมาณ (ชูเกียรติ ผุดพรมราช, 2547)

สมมติให้ $Y_i \sim \text{Poisson}(l_i), i = 1, \ldots, n$ ให้ Y_i , i = 1,...,n เป็นตัวแปรตามที่มีค่าเป็นจำนวนนับ มีการแจกแจงแบบ Poisson มีค่าเฉลี่ยเท่ากับค่าความแปรปรวน เท่ากับ m_i นั่นคือ $Y_i : \text{Poisson}(m_i)$ การแจกแจงความน่าจะเป็นของ Y_i เขียนได้ดังนี้

$$P(Y_i = y_i; m_i) = \frac{e^{-m_i} m_i^{y_i}}{y_i!}, y_i = 0,1,2, \ldots$$

และ $E(Y_i) = Var(Y_i) = m_i$

ให้ $X_i = (X_{i0}, X_{i1}, \ldots, X_{ip})^T, i = 1, \ldots, n$ เป็นตัวแปรต้นที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับ Y_i รูปแบบความสัมพันธ์ที่ใช้กันอย่างกว้างขวางคือ canonical link ที่มีรูปแบบเป็น natural log function

ให้ $\beta_i = (b_0, b_1, \ldots, b_p)^T$ เป็นพารามิเตอร์ เขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$E(Y_i) = m_i = e^{x_i{}^T \beta}$$

สามารถประมาณค่าของ β ได้โดยใช้วิธีการของ maximum likelihood และแก้สมการหาคำตอบโดยใช้ numerical iterative method (McCullagh and Nelder, 1989 อ้างใน พิษณุ ทองขาว และคณะ, 2557)

6. Hierarchical Bayesian models

ให้ $Y_1, Y_2, \ldots, Y_n$ เป็นตัวอย่างสุ่มขนาด n มี distribution เป็น $f(y|\theta)$ โดยที่ θ เป็นค่าของตัวแปรสุ่ม ø และ ø มี distribution เป็น $g(\theta)$

$X_1, X_2, \ldots, X_p$ เป็นตัวแปรร่วม (covariate)

Likelihood function คือ $f(y_1, y_2, \ldots, y_n|\theta) = \prod_{i=1}^{n} f(y_i|\theta)$

เรียก $g(\theta)$ ว่า Prior distribution

Posterior distribution คือ $f(\theta|y_1, y_2, \ldots, y_n) = \frac{\prod_{i=1}^{n} f(y_i|\theta) g(\theta)}{\int \prod_{i=1}^{n} f(y_i|\theta) g(\theta) d\theta}$

เรียก $\int \prod_{i=1}^{n} f(y_i|\theta)g(\theta)\,d\theta$ ว่า Prior predictive distribution

จะเห็นว่า $f(\theta|y_1, y_2, \dots, y_n) \propto \prod_{i=1}^{n} f(y_i|\theta)g(\theta)$

สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ใน Posterior distribution คือการหาค่าของพารามิเตอร์แบบจุด (point estimate) ที่ทำให้ Posterior distribution มีค่าสูงสุด ถ้า Posterior distribution มีมิติ (dimension) ขนาดใหญ่ จะทำให้มีค่า local maximum จำนวนมาก ในอดีตการหาจุดที่ทำให้ Posterior distribution มีค่าสูงสุดอาจจะเป็นไปไม่ได้เลย จนกระทั่งค้นพบวิธีการของ Monte Carlo สำหรับการประมาณค่า ซึ่งมีหลักการ คือ ถ้าต้องการรู้ค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงใด ก็จะใช้การสุ่มตัวอย่างจากการแจกแจงนั้นซ้ำกันหลาย ๆ ครั้ง แล้วดูผลที่เกิดขึ้นในการสุ่มตัวอย่างแต่ละครั้ง เช่น ถ้าต้องการคำนวณค่า Posterior expected value ซึ่งต้องคำนวณจากสูตรต่อไปนี้

$$E(\theta|y_1, y_2, \dots, y_n) = \int \theta f(\theta|y_1, y_2, \dots, y_n)d\theta$$

เมื่อสร้างลำดับการสุ่มตัวอย่างแบบสุ่มจำนวน G ครั้ง กำหนดให้เป็น $\theta^{(1)}, \theta^{(2)}, \dots, \theta^{(G)}$ จาก $f(\theta|y_1, y_2, \dots, y_n)$ ก็จะสามารประมาณค่า Posterior expected value ได้จากสูตร

$$E(\theta|y_1, y_2, \dots, y_n) = \int \theta f(\theta|y_1, y_2, \dots, y_n)d\theta \approx \frac{1}{G}\sum_{g=1}^{G} \theta^{(g)}$$

ความถูกต้องของค่าประมาณขึ้นอยู่กับ Algorithms ที่ใช้สำหรับสุ่มตัวอย่างและจำนวนครั้งของการสุ่ม Algorithm ที่ใช้แก้ปัญหาในงานของเบย์ที่ใช้กันมากคือ Gibbs Sampling algorithms และ Metropolis-Hastings algorithms ซึ่ง Algorithms ทั้ง 2 ประเภทนี้เป็นวิธีการของ Markov Chain Monte Carlo (MCMC) คือ ลำดับของการสุ่มตัวอย่าง $\theta^{(1)}, \theta^{(2)}, \dots, \theta^{(G)}$ เป็นอิสระกัน และครั้งที่ $\theta^{(G+1)}$ ของการสุ่มตัวอย่างขึ้นอยู่กับการสุ่มตัวอย่างครั้งก่อนหน้านั้น $\theta^{(G)}$ เท่านั้น (Condon, 2006; อ้างใน พิษณุ ทองขาวและคณะ, 2557)

จำนวนครั้งของการสุ่มขึ้นอยู่กับการลู่เข้าหาการแจกแจงใดการแจกแจงหนึ่งของ MCMC (Convergence of MCMC) ซึ่งพิจารณาได้จาก Trace Plots, History Plots, Kernel density plots และ Autocorrelation Plots โดยที่ Trace Plots และ History Plots ต้องมีลักษณะเป็นแนวเส้นตรง ไม่มีลักษณะของแนวโน้ม Kernel density plots ต้องเป็นโค้งเรียบไม่สูง ๆ ต่ำ ๆ และ Autocorrelation Plots และ Autocorrelation ต้องลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อจำนวน Lag เพิ่มขึ้นคือไม่ควรเกิน Lag ที่ 50 (Casella and George, 1992; อ้างใน พิษณุ ทองขาวและคณะ, 2557)

7. โปรแกรม Visual Basic.NET

Microsoft Visual Studio 2013 เป็นเครื่องมือในการพัฒนาแอพพลิเคชันของไมโครซอฟท์ ที่ช่วยให้สามารถพัฒนาแอพพลิเคชันสำหรับใช้งานในองค์กรได้เอง มีเครื่องมือต่าง ๆ ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ลดเวลาในการพัฒนา สามารถตรวจสอบและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างง่ายดาย ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาแอพพลิเคชันด้วยคนเพียงคนเดียว หรือการพัฒนาแอพพลิเคชันเป็นทีม ครอบคลุมการทำงานตั้งแต่ช่วงเริ่มต้นออกแบบ พัฒนา ทดสอบ ตลอดจนถึงการนำไปใช้งาน และการตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของแอพพลิเคชันแบบครบวงจร เพื่อให้ได้แอพพลิเคชันที่ใช้งานได้จริงตรงตามความต้องการ และรองรับการดำเนินธุรกิจขององค์กรอย่างเต็มประสิทธิภาพ ซึ่ง Microsoft Visual Studio 2013 เป็นชุดโปรแกรมที่นำไปใช้เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาต่าง ๆ เช่น ภาษา Visual Basic ภาษา C ภาษา C++ และภาษา C# เป็นต้น โดยบริษัทไมโครซอฟท์ได้เปิดให้นักพัฒนาและบุคคลทั่วไปสามารถดาวน์โหลดโปรแกรม Microsoft Visual Studio 2013 ไปใช้สำหรับการพัฒนาโปรแกรมบนแพลตฟอร์มต่าง ๆ ได้ฟรี ("Welcome to Visual Studio 2013", 2016)

Visual Basic .NET หรือ VB.net เป็นเครื่องมือหนึ่งใน Microsoft Visual Studio ที่ใช้เขียนโปรแกรมเพื่อสร้างแอพพลิเคชันเพื่อใช้งานบน Windows รวมทั้งโปรแกรมที่ทำงานร่วมกับอินเทอร์เน็ตผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งพีซี และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ที่สามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้ เช่น โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต ตู้เย็น เป็นต้น ซึ่ง VB.net ถือเป็นเครื่องมือที่เหมาะกับการสร้างแอพพลิเคชันที่เน้นการติดต่อกับผู้ใช้งานบ่อย ๆ ต้องการความยืดหยุ่นในการแก้ไขสูง เช่น แอพพลิเคชันด้านฐานข้อมูล และเว็บเพจด้วย ASP (สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร, 2545) ในอดีตนักเขียนโปรแกรมหรือโปรแกรมเมอร์จะพัฒนาซอฟต์แวร์จากการเขียนโปรแกรมล้วน ๆ ซึ่งเป็นเรื่องที่ยุ่งยากและซับซ้อนมาก แต่ยุคใหม่ของการพัฒนาซอฟต์แวร์มีเครื่องมือต่าง ๆ ที่ช่วยให้การพัฒนาทำได้ง่ายขึ้น รวดเร็วขึ้น โดยเครื่องมือเหล่านี้ถูกเรียกว่า Visual Programming และเครื่องมือที่ได้รับความนิยมของโปรแกรมเมอร์ ได้แก่ Visual Basic, Visual C++, Delphi, Visual Foxpro, PowerBuilder เป็นต้น ผลลัพธ์ที่ได้จากการพัฒนาซอฟต์แวร์ในการใช้งาน Visual Programming มักเรียกรวม ๆ ว่าแอพพลิเคชัน ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ มากมาย (จะกระจายอยู่ในไฟล์ต่าง ๆ) และโค้ดโปรแกรมที่เขียนขึ้นนั้นเป็นส่วนหนึ่งของแอพพลิเคชันเท่านั้น การพัฒนาแอพพลิเคชันภายใต้แนวคิดของเทคโนโลยี .NET สามารถเขียนโปรแกรมด้วยภาษา

อะไรก็ได้ที่สนับสนุน .NET แล้วนำไปใช้งานกับระบบคอมพิวเตอร์ใด ๆ ก็ได้ที่สนับสนุน .NET (สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร, 2545)

ความสามารถของ VB.net มีมากมาย เนื่องจาก VB.net ได้รับการพัฒนาขึ้นมาหลายด้าน จึงทำให้ความสามารถของ VB.net ถูกเพิ่มเติมเข้าไปด้วย ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. VB.net เป็น OOP 100% ภาษา VB.net ได้รับการพัฒนาจาก Visual Basic 6.0 ให้เป็นภาษาเขียนโปรแกรมแบบ Object Oriented Programming เต็มตัว ทำให้มีโครงสร้างการเขียนโปรแกรมที่ดีขึ้นกว่าเดิม

2. แชร์ความสามารถกับภาษาอื่น เนื่องจากอยู่ภายใต้แนวคิด .NET ทำให้ภาษาเขียนโปรแกรมต่าง ๆ ที่รองรับ .NET สามารถแชร์ความสามารถร่วมกัน นั่นคือแชร์ไลบรารีซึ่งกันและกันได้ เช่นสามารถเขียนโปรแกรมด้วย VB.net แต่สามารถใช้คลาสไลบรารีของ C++.NET ได้ หรือสร้างไลบรารีด้วย VB.net แล้วเรียกใช้จากภาษาใดก็ได้

3. จัดการหน่วยความจำได้ดีมาก เนื่องจากใน VB.net นั้น ความสามารถด้านการจัดการหน่วยความจำถูกโอนไปให้ตัวภาษาจัดการ

4. หน้าตาเครื่องมือเหมือนกัน สำหรับ Visual Studio .NET นั้น หน้าตาทุกเครื่องมือเหมือนกันหมดทั้ง VB.net Visual C++.NET และ Visual C#.NETทำให้ง่ายต่อการเรียนรู้ในการใช้งานในครั้งเดียว เพียงแต่เขียนโปรแกรมจัดการคนละภาษาตามความถนัด

5. สนับสนุนการสร้างเกมและมัลติมีเดีย

6. การสร้างแอพพลิเคชันแบบ Console ซึ่ง Console ก็คือแอพพลิเคชันที่เน้นรับคำสั่ง และแสดงผลโต้ตอบกับผู้ใช้งานในรูปข้อความ เช่นเดียวกับแอพพลิเคชันที่รันบน Dos ซึ่ง Visual Basic เวอร์ชันเดิม ๆ ไม่สามารถทำได้

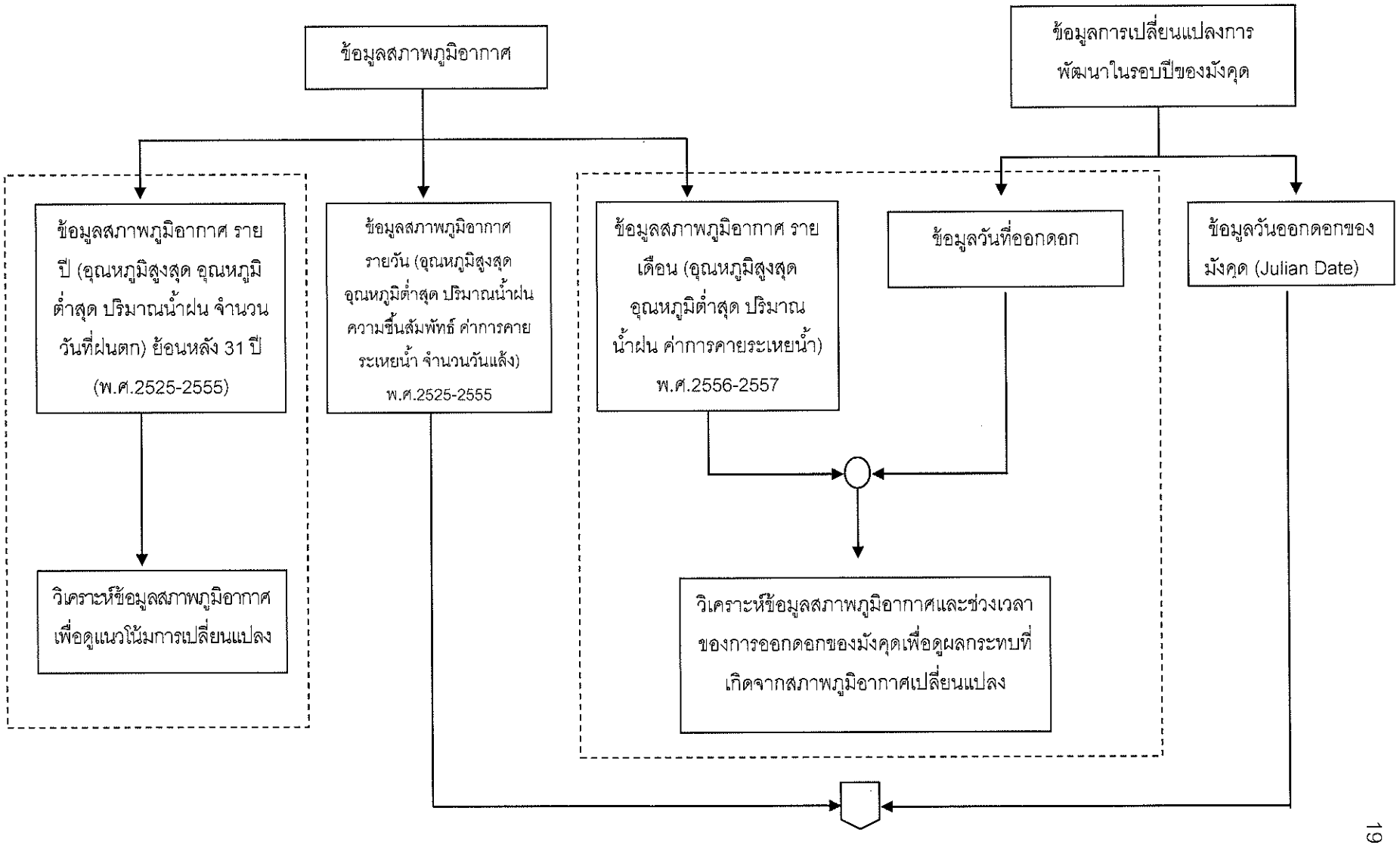
7. รองรับ ADO.NET

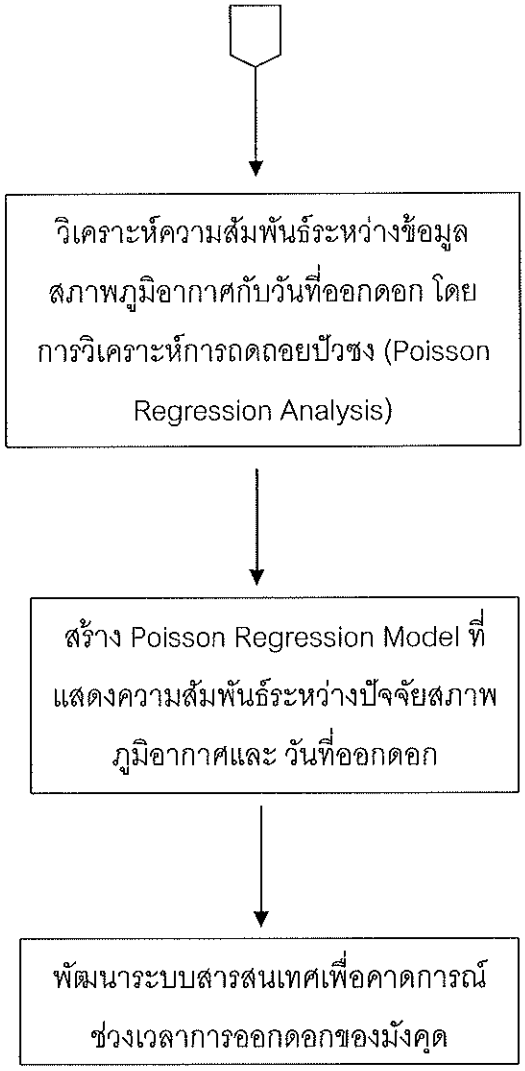
8. สร้างเว็บเพจด้วย ASP.NET เนื่องจากเว็บเพจที่สร้างด้วย ASP นั้นเป็นรูปแบบที่ได้รับความนิยมสูง แต่มีปัญหาในการพัฒนาให้สอดคล้องกับเทคโนโลยี .NET ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนา ASP.NET ขึ้นมา เพื่อช่วยให้นักพัฒนาเว็บเพจสามารถสร้างเว็บแอพพลิเคชันที่ทำงานได้รวดเร็ว และติดต่อฐานข้อมูลได้ดีกว่าเดิม

9. สร้าง XML Web Service เป็นการสร้างแอพพลิเคชันบนอินเทอร์เน็ตรูปแบบใหม่ที่เรียกว่า เว็บเซอร์วิส (Web Service) ซึ่งมี XML เป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันอย่างอิสระโดยไม่ต้องสนใจแหล่งข้อมูล เว็บเซอร์วิสทำให้ไม่ต้องสนใจว่าจะเข้าใช้งานอินเทอร์เน็ต

ในรูปแบบไหน (ไม่ว่าจะเป็นพีซี โทรศัพท์มือถือ หรือตู้เย็น) แต่สามารถเข้าใช้งานแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้

10. Mobile Application เป็นการใช้ VB.net เพื่อสร้างแอพพลิเคชันสำหรับอุปกรณ์ไร้สาย คือ โทรศัพท์มือถือ และ Pocket PC ซึ่งสามารถเขียนโค้ดเพียงครั้งเดียวแล้วนำไปทำงานที่อุปกรณ์ตัวใดก็ได้ (สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร, 2545)


ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ
ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงการพัฒนาในรอบปีของมังคุด
ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ รายปี (อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่ฝนตก) ย้อนหลัง 31 ปี (พ.ศ.2525-2555)
ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ รายวัน (อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ค่าการคายระเหยน้ำ จำนวนวันแล้ง) พ.ศ.2525-2555
ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ รายเดือน (อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน ค่าการคายระเหยน้ำ) พ.ศ.2556-2557
ข้อมูลวันที่ออกดอก
ข้อมูลวันออกดอกของมังคุด (Julian Date)
วิเคราะห์ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ เพื่อดูแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง
วิเคราะห์ข้อมูลสภาพภูมิอากาศและช่วงเวลาของการออกดอกของมังคุดเพื่อดูผลกระทบที่เกิดจากสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดการวิจัย

สำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ทรัพยากรการเรียนรู้คุณหญิงหลง ธรรมเกษร วิสุทธางกูร

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงที่มีผลต่อการพัฒนาในรอบปีของดอกมังคุดในจังหวัดนครศรีธรรมราช
2. เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อคาดการณ์ช่วงเวลาการออกดอกของมังคุดด้วยภาษา Visual Basic.NET บนระบบปฏิบัติการ Windows

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของจังหวัดนครศรีธรรมราช
2. ทราบถึงผลกระทบของสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงต่อการพัฒนาในรอบปีของดอกมังคุดในจังหวัดนครศรีธรรมราช
3. ระบบสารสนเทศเพื่อคาดการณ์ช่วงเวลาการออกดอกของมังคุด

บทที่ 2

วิธีดำเนินการวิจัย

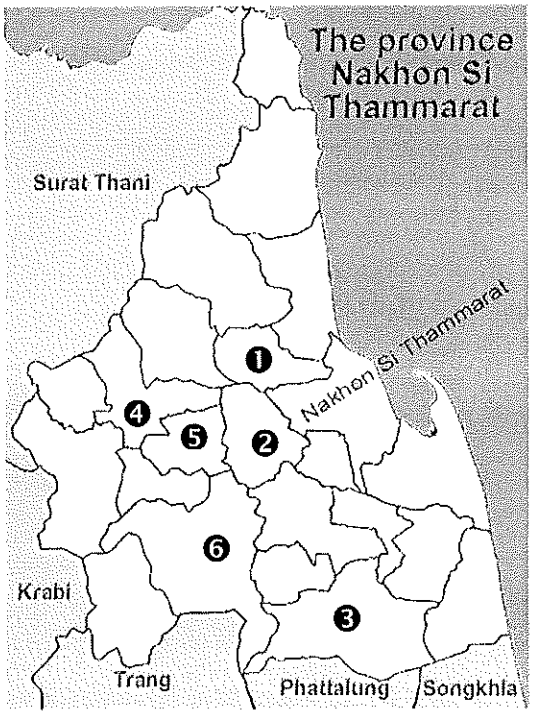
วัสดุที่ใช้ในการศึกษา

1. คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ (Personal Computer)
2. คอมพิวเตอร์พกพา (Notebook)
3. เครื่องพิมพ์ (Printer)
4. โปรแกรม R, OpenBUGS และ R2OpenBUGS
5. โปรแกรม Microsoft Visual Studio 2013 Community

วิธีการศึกษา

1. พื้นที่ที่ใช้ในการศึกษา

พื้นที่ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวันที่มังคุดออกดอก เป็นสวนมังคุดที่อยู่ใน 6 อำเภอ ของ จ.นครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นพื้นที่ที่อยู่รอบเทือกเขาหลวง ได้แก่ อ.พรหมคีรี อ.ลานสกา อ.ชะอวด อ.ฉวาง อ.ช้างกลาง และ อ.ทุ่งสง โดยคัดเลือกจากโครงการการวิจัยและพัฒนาระบบการผลิตมังคุดใน จ.นครศรีธรรมราช เลือกต้นมังคุดที่มีอายุระหว่าง 15-30 ปี ระยะปลูก 8x8 เมตร หรือ 10x10 เมตร และมีการดูแลจัดการสวนตามระบบ GAP



ภาพที่ 3 พื้นที่ที่ใช้ศึกษา ❶ : อ.พรหมคีรี ❷ : อ.ลานสกา ❸ : อ.ชะอวด ❹ : อ.ฉวาง ❺ : อ.ช้างกลาง ❻ : อ.ทุ่งสง

ที่มา : http://www.magic-thailand.com/nakhon-si-thammarat-province.php

2. ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ

ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ประกอบด้วยข้อมูลปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่ฝนตก อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิสูงสุด ความชื้นสัมพัทธ์ และค่าการคายระเหยน้ำ เป็นข้อมูลทุติยภูมิรายวัน ระหว่างปี พ.ศ. 2525-2557 เก็บรวบรวมจากสถานีอุตุนิยมวิทยานครศรีธรรมราช สถานีอุตุนิยมวิทยานครศรีธรรมราช (ฉวาง) ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคใต้ และกรมอุตุนิยมวิทยา

3. ข้อมูลวันที่มังคุดออกดอก

การเก็บข้อมูลวันที่มังคุดออกดอก เป็นการเก็บข้อมูลการออกดอกทั้งในฤดูกาลและนอกฤดูกาล ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543-2557 เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์แนวโน้มของวันที่ออกดอก และเพื่อใช้ในการสร้างตัวแบบการคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอก แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

3.1 ข้อมูลการออกดอกย้อนหลัง ระหว่างปี พ.ศ. 2543-2555 เป็นข้อมูลที่เก็บรวบรวมโดยการสัมภาษณ์เกษตรกรโดยตรง ข้อมูลจากการบันทึกของเกษตรกร ข้อมูลจากวิทยานิพนธ์ และข้อมูลจากกรมวิชาการเกษตร

3.2 ข้อมูลการออกดอกระหว่างเดือนมกราคม 2556 ถึงเดือนธันวาคม 2557 เป็นข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากสวนมังคุดในพื้นที่ที่ใช้ในการศึกษา จำนวน 24 สวน โดยเริ่มจดบันทึกข้อมูลเมื่อสังเกตพบการออกดอกของมังคุด 10-15 % และจดบันทึกตั้งแต่การออกดอกรุ่นแรก

4. การศึกษาสภาพภูมิอากาศของจังหวัดนครศรีธรรมราช

1. เก็บรวบรวมข้อมูลสภาพอากาศของจังหวัดนครศรีธรรมราช จากสถานีอุตุนิยมวิทยานครศรีธรรมราช และข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา ประกอบด้วยปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่ฝนตก อุณหภูมิต่ำสุด และอุณหภูมิสูงสุด เป็นข้อมูลทุติยภูมิรายวัน ระหว่างปี พ.ศ. 2525-2555

2. นำข้อมูลที่รวบรวมได้มาสรุปเป็นข้อมูลรายปี ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรวมรายปี ข้อมูลจำนวนวันที่ฝนตกรายปี ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายปี และข้อมูลอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายปี

3. เขียนกราฟและวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่ฝนตก อุณหภูมิต่ำสุด และอุณหภูมิสูงสุด ของจังหวัดนครศรีธรรมราช ระหว่างปี พ.ศ. 2525-2555 โดยแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรงของอุณหภูมิและฝน ถูกประเมินด้วยวิธี Kendall's tau-based slope estimator (Aguilar et al., 2005; Zhang et al., 2005 อ้างใน อัศมน ลิ่มสกุล, 2559) ซึ่งเป็นสถิติแบบ non-parametric ที่มีคุณสมบัติทนทานต่อค่าผิดปกติ (outlier) และสามารถจัดการกับข้อมูลที่มีการกระจายตัวไม่สมมาตร (non-normal distribution) ได้ดี โดยระดับความเชื่อมั่นทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง ได้ถูกประเมินด้วยวิธี Kendall test

5. การศึกษาสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงที่มีผลต่อการพัฒนาในรอบปีของดอกมังคุดในจังหวัดนครศรีธรรมราช

1. เก็บรวบรวมข้อมูลสภาพอากาศของจังหวัดนครศรีธรรมราช จากสถานีอุตุนิยมวิทยานครศรีธรรมราช (ครอบคลุมพื้นที่ อ.พรหมคีรี อ.ลานสกา) สถานีอุตุนิยมวิทยานครศรีธรรมราช (ฉวาง) (ครอบคลุมพื้นที่ อ.ฉวาง อ.ทุ่งสง อ.ช้างกลาง) และศูนย์อุทกวิทยาและ

บริหารน้ำภาคใต้ (ครอบคลุมพื้นที่ อ.ชะอวด) ประกอบด้วยปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิสูงสุด และค่าการคายระเหยน้ำ เป็นข้อมูลรายวัน ตั้งแต่ปี 2525 – 2555

2. เก็บรวบรวมข้อมูลวันที่มังคุดออกดอก ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 – 2555 โดยการสัมภาษณ์เกษตรกรโดยตรง ข้อมูลจากการบันทึกของเกษตรกร ข้อมูลจากวิทยานิพนธ์ และข้อมูลจากกรมวิชาการเกษตร

3. แปลงค่าวันที่ออกดอกเป็นวันจูเลียน (Julian Day : ลำดับของวันในปี โดยเริ่มนับจากวันที่ 1 มกราคม)

4. เขียนกราฟและวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูลวันที่มังคุดออกดอก ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 – 2555 โดยแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรงของวันที่มังคุดออกดอก ถูกประเมินด้วยวิธี Kendall's tau-based slope estimator (Aguilar et al., 2005; Zhang et al., 2005 อ้างใน อัศมน ลิ่มสกุล, 2559) ซึ่งเป็นสถิติแบบ non-parametric ที่มีคุณสมบัติทนทานต่อค่าผิดปกติ (outlier) และสามารถจัดการกับข้อมูลที่มีการกระจายตัวไม่สมมาตร (non-normal distribution) ได้ดี โดยระดับความเชื่อมั่นทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง ได้ถูกประเมินด้วยวิธี Kendall test

6. การศึกษาปัจจัยสภาพภูมิอากาศที่มีอิทธิพลต่อวันที่มังคุดออกดอก

การศึกษาปัจจัยสภาพภูมิอากาศที่มีอิทธิพลต่อวันที่มังคุดออกดอก มีตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา คือ ตัวแปรต้น ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ และช่วงระยะเวลาแล้งก่อนที่มังคุดจะออกดอก (วัน) และตัวแปรตาม ได้แก่ วันที่มังคุดออกดอก การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพภูมิอากาศ และวันที่มังคุดออกดอก ใช้ตัวแบบการถดถอยป๊วซง มีขั้นตอนดังนี้

1. เก็บรวบรวมข้อมูลวันที่มังคุดออกดอก ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 – 2555 โดยการสัมภาษณ์เกษตรกรโดยตรง ข้อมูลจากการบันทึกของเกษตรกร ข้อมูลจากวิทยานิพนธ์ และข้อมูลจากกรมวิชาการเกษตร จากสวนมังคุดในพื้นที่ที่ใช้ในการศึกษา

2. พิจารณาเลือกข้อมูลที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อวันที่ออกดอก เพื่อนำไปพัฒนาโมเดลเพื่อคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอก

3. เก็บรวบรวมข้อมูลสภาพอากาศของจังหวัดนครศรีธรรมราช จากสถานีอุตุนิยมวิทยานครศรีธรรมราช (ครอบคลุมพื้นที่ อ.พรหมคีรี อ.ลานสกา) สถานีอุตุนิยมวิทยานครศรีธรรมราช (ฉวาง) (ครอบคลุมพื้นที่ อ.ฉวาง อ.ทุ่งสง อ.ช้างกลาง) และศูนย์อุทกวิทยาและ

บริหารน้ำภาคใต้ (ครอบคลุมพื้นที่ อ.ชะอวด) ประกอบด้วยปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิสูงสุด และค่าการคายระเหยน้ำ เป็นข้อมูลรายวัน ตั้งแต่ปี 2525 – 2556

4. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการคายระเหยน้ำกับปริมาณน้ำฝนของแต่ละปี (พ.ศ.2543 - 2556) เพื่อคำนวณจำนวนวันแล้งก่อนมังคุดออกดอก ซึ่งข้อมูลวันที่มังคุดออกดอกเป็นข้อมูลของการผลิตมังคุดนอกฤดูกาล และการคำนวณหาวันแล้งพิจารณาจากวันแรกของเดือนที่มีค่าการคายระเหยน้ำมากกว่าค่าปริมาณน้ำฝน นับเป็นวันที่ 1 และนับสะสมไปเรื่อย ๆ จนถึงวันที่มังคุดออกดอก

5. แปลงค่าวันที่ออกดอกเป็นวันจูเลียน (Julian Day : ลำดับของวันในปี โดยเริ่มนับจากวันที่ 1 มกราคม)

6. คำนวณข้อมูลปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย และค่าการคายระเหยน้ำ ตั้งแต่วันแรกที่มีค่าการคายระเหยน้ำมากกว่าค่าปริมาณน้ำฝนจนถึงวันที่มังคุดออกดอก

7. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลสภาพภูมิอากาศกับวันที่ออกดอก โดยการวิเคราะห์การถดถอยปัวซง (Poisson Regression Analysis)

7.1 สร้างแบบจำลองการวิเคราะห์ ดังสมการ (1)

$$\log(\mu) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_5 x_5 \qquad (1)$$

โดยที่ β_0 = ค่าของจุดที่เส้นตรงตัดกับแกน μ

β_1 = ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของ x_1

β_2 = ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของ x_2

β_3 = ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของ x_3

β_4 = ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของ x_4

β_5 = ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของ x_5

$\log(\mu)$ = ค่าเฉลี่ยวันที่ออกดอก

x_1 = ปริมาณน้ำฝน

x_2 = อุณหภูมิสูงสุด

x_3 = อุณหภูมิต่ำสุด

x_4 = ความชื้นสัมพัทธ์

x_5 = จำนวนวันแล้งก่อนมังคุดออกดอก

และค่าพารามิเตอร์ $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ และ β_5 มีการแจกแจงแบบ

normal(N ~ 0.00, 0.000001) คือ mean = 0 , variance = 0.000001

7.2 คำนวณหาค่าประมาณของพารามิเตอร์แต่ละตัวด้วยวิธีการของเบย์และวิธีเชิงตัวเลขแบบ Markov Chain Monte Carlo (MCMC) ที่ใช้การสุ่มตัวอย่างแบบกิบส์ (Gibbs Sampling) โดยการเขียนโปรแกรมใน OpenBUGS และประมวลผลใน R ด้วยแพกเกจ R2OpenBUGS

7.3 ตรวจสอบการลู่เข้าของ MCMC โดยพิจารณาจาก History Plots, Kernel Density Plots และ Autocorrelation Plots

7.4 วัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยใช้ค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error : MAE) ซึ่งสามารถคำนวณค่า MAE ได้จากสูตร (2)

$$\text{MAE} = \frac{\sum_{i=1}^{n}|e_i - a_i|}{n} \qquad (2)$$

โดยที่ e_i คือ ค่าที่พยากรณ์ได้

a_i คือ ค่าข้อมูลจริง

n คือ จำนวนข้อมูล

7. การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอก

การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอก ใช้ตัวแบบการถดถอยปัวซงที่ได้จากการวิเคราะห์ในข้อที่ 6 มาพัฒนาเป็นระบบสารสนเทศเพื่อคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอก โดยมีขั้นตอนดังนี้

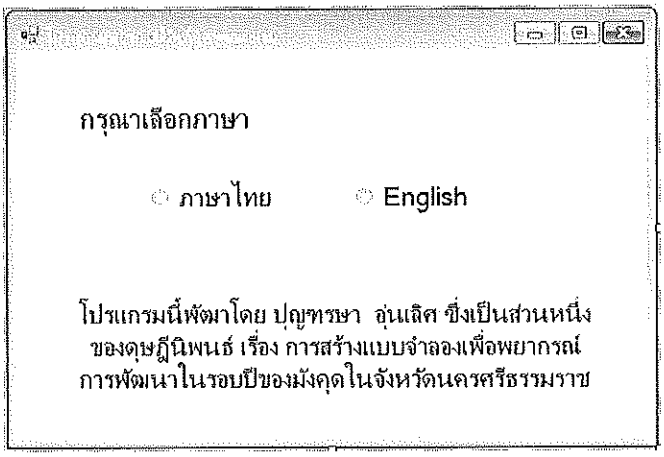
1. ออกแบบส่วนของข้อมูลนำเข้า

ข้อมูลนำเข้า หมายถึงข้อมูลที่ต้องป้อนเข้าสู่ระบบเพื่อให้ระบบประมวลผล ในที่นี้ ข้อมูลนำเข้าได้แก่ ปีที่ต้องการคาดการณ์ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ และจำนวนวันแล้งก่อนที่มังคุดจะออกดอก

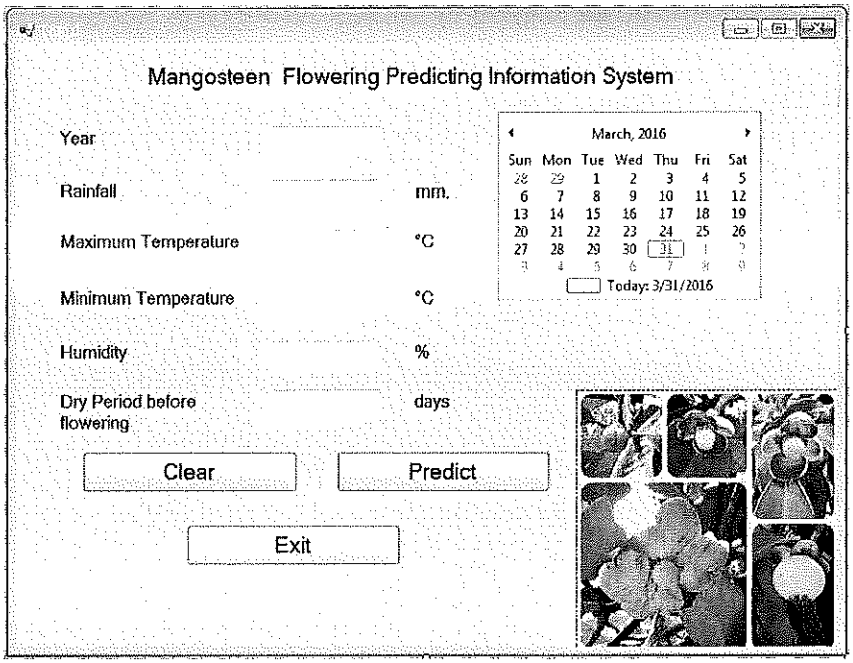
2. ออกแบบส่วนของผลลัพธ์

ผลลัพธ์ หมายถึงผลที่ได้หลังจากป้อนข้อมูลเข้าสู่ระบบและผ่านการประมวลผลของระบบ ในที่นี้ ผลลัพธ์ได้แก่ วันที่มังคุดออกดอก ซึ่งแสดงผล

ในรูปแบบของปฏิทิน และส่วนการแสดงผลลัพธ์ ออกแบบให้เลือกได้ว่าต้องการแสดงผลเป็นภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษ



ภาพที่ 4 หน้าจอให้เลือกภาษาที่ใช้ในการแสดงผล



ภาพที่ 5 หน้าจอผลลัพธ์ของระบบสารสนเทศเพื่อคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอก

3. ออกแบบส่วนกระบวนการทำงาน

การทำงานของระบบ มีขั้นตอนดังนี้

3.1 เริ่มต้น

3.2 ผู้ใช้งานเลือกภาษาที่ใช้ในการแสดงผล

3.3 ผู้ใช้ป้อนข้อมูล ปีที่ต้องการคาดการณ์ (ต้องเป็นตัวเลขจำนวนบวกเท่านั้น)

3.3.1 ถ้าผู้ใช้ป้อนข้อมูลไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด ระบบจะแสดงข้อความแจ้งข้อผิดพลาด และให้ผู้ใช้กลับไปรับค่าข้อมูลใหม่

3.3.2 ถ้าผู้ใช้ป้อนข้อมูลถูกต้องตามเงื่อนไข ระบบจะให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลตัวถัดไป

3.4 ผู้ใช้ป้อนข้อมูล ปริมาณน้ำฝน (ต้องเป็นตัวเลขจำนวนบวกเท่านั้น)

3.4.1 ถ้าผู้ใช้ป้อนข้อมูลไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด ระบบจะแสดงข้อความแจ้งข้อผิดพลาด และให้ผู้ใช้กลับไปรับค่าข้อมูลใหม่

3.4.2 ถ้าผู้ใช้ป้อนข้อมูลถูกต้องตามเงื่อนไข ระบบจะให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลตัวถัดไป

3.5 ผู้ใช้ป้อนข้อมูล อุณหภูมิสูงสุด (ต้องเป็นตัวเลขจำนวนบวกเท่านั้น)

3.5.1 ถ้าผู้ใช้ป้อนข้อมูลไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด ระบบจะแสดงข้อความแจ้งข้อผิดพลาด และให้ผู้ใช้กลับไปรับค่าข้อมูลใหม่

3.5.2 ถ้าผู้ใช้ป้อนข้อมูลถูกต้องตามเงื่อนไข ระบบจะให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลตัวถัดไป

3.6 ผู้ใช้ป้อนข้อมูล อุณหภูมิต่ำสุด (ต้องเป็นตัวเลขจำนวนบวกเท่านั้น)

3.6.1 ถ้าผู้ใช้ป้อนข้อมูลไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด ระบบจะแสดงข้อความแจ้งข้อผิดพลาด และให้ผู้ใช้กลับไปรับค่าข้อมูลใหม่

3.6.2 ถ้าผู้ใช้ป้อนข้อมูลถูกต้องตามเงื่อนไข ระบบจะให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลตัวถัดไป

3.7 ผู้ใช้ป้อนข้อมูล ความชื้นสัมพัทธ์ (ต้องเป็นตัวเลขจำนวนบวกเท่านั้น)

3.7.1 ถ้าผู้ใช้ป้อนข้อมูลไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด ระบบจะแสดงข้อความแจ้งข้อผิดพลาด และให้ผู้ใช้กลับไปรับค่าข้อมูลใหม่

3.7.2 ถ้าผู้ใช้ป้อนข้อมูลถูกต้องตามเงื่อนไข ระบบจะให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลตัวถัดไป

3.8 ผู้ใช้ป้อนข้อมูล จำนวนวันแล้งก่อนมังคุดออกดอก (ต้องเป็นตัวเลขจำนวนบวกเท่านั้น)

3.8.1 ถ้าผู้ใช้ป้อนข้อมูลไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด ระบบจะแสดงข้อความแจ้งข้อผิดพลาด และให้ผู้ใช้กลับไปรับค่าข้อมูลใหม่

3.8.2 ถ้าผู้ใช้ป้อนข้อมูลถูกต้องตามเงื่อนไข ระบบจะให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลตัวถัดไป

3.9 คลิกปุ่ม ทำนายค่า ระบบจะประมวลผลเพื่อคำนวณหาผลลัพธ์จากสมการ logY = 10.85 + (0.0001 * rainfall) + (-0.0564 * maxT) + (-0.0634 * minT) + (-0.0232 * humid) + 0.0003 * dry

โดยที่ ตัวแปร logY คือ ค่าเฉลี่ยของวันที่มังคุดออกดอก

ตัวแปร rainfall คือ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน

ตัวแปร maxT คือ ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด

ตัวแปร minT คือ ข้อมูลอุณหภูมิต่ำสุด

ตัวแปร humid คือ ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์

ตัวแปร dry คือ ข้อมูลจำนวนวันแล้งก่อนที่มังคุดจะออกดอก

<u>หมายเหตุ</u> ตัวแปรทั้งหมด เป็นตัวแปรที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

3.10 คำนวณหาค่าของ y จากสมการ

y = exp(logY)

โดยที่ exp คือ ฟังก์ชันเอ็กซ์โปเนนเชียล

3.11 แปลงค่าของ y (อยู่ในรูปของ Julian date) ให้เป็นข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบวันที่และแสดงผลบนปฏิทิน

3.12 จบการทำงาน

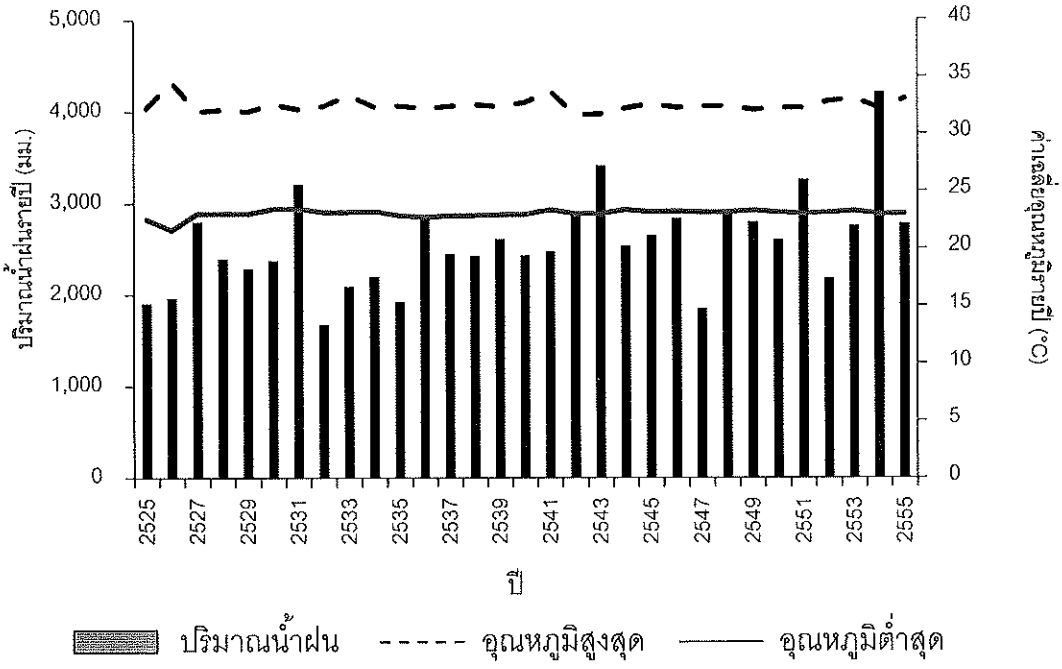
บทที่ 3

ผล

1. ผลการศึกษาสภาพภูมิอากาศในจังหวัดนครศรีธรรมราช

1.1 ปริมาณน้ำฝน

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครศรีธรรมราช ระหว่างปี พ.ศ. 2525-2555 พบว่า ปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครศรีธรรมราชมีความแปรปรวน โดยมีปริมาณน้ำฝนสูงและต่ำสลับกัน มีบางปีที่ปริมาณน้ำฝนมีค่ามากกว่า 3,000 มิลลิเมตร เช่นในปี พ.ศ. 2531, 2543 และ 2554 ทำให้จังหวัดนครศรีธรรมราชเกิดอุทกภัยครั้งใหญ่ ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน รวมถึงผลผลิตทางการเกษตร ในช่วง 31 ปี (ระหว่างปี พ.ศ. 2525-2555) ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 2,570.24 มิลลิเมตร ส่วนปริมาณน้ำฝนรายปีมีค่าต่ำสุด เท่ากับ 1,677.70 มิลลิเมตร ในปี พ.ศ. 2532 และปี พ.ศ. 2554 ปริมาณน้ำฝนรายปีมีค่าสูงสุด เท่ากับ 4,201.60 มิลลิเมตร (ภาพที่ 6) เมื่อวิเคราะห์แนวโน้มของปริมาณน้ำฝนรายปีในรอบ 31 ปี พบว่า ปริมาณน้ำฝนรายปีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 6 สภาพภูมิอากาศ ปริมาณฝน อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดของจังหวัดนครศรีธรรมราช ระหว่างปี พ.ศ. 2525-2555

1.2 อุณหภูมิสูงสุด

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดในจังหวัดนครศรีธรรมราช ระหว่างปี พ.ศ. 2525-2555 พบว่า ค่าเฉลี่ยรายปีของอุณหภูมิสูงสุดในแต่ละปีมีค่าที่ใกล้เคียงกัน โดยในรอบ 31 ปี อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายปีมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายปีมีค่าต่ำสุด เท่ากับ 31.7 องศาเซลเซียส ในปี พ.ศ. 2542 และปี พ.ศ. 2526 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายปีมีค่าสูงสุด เท่ากับ 34.6 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 6) เมื่อวิเคราะห์แนวโน้มของอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายปีในรอบ 31 ปี ไม่พบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายปี (ภาพที่ 8)

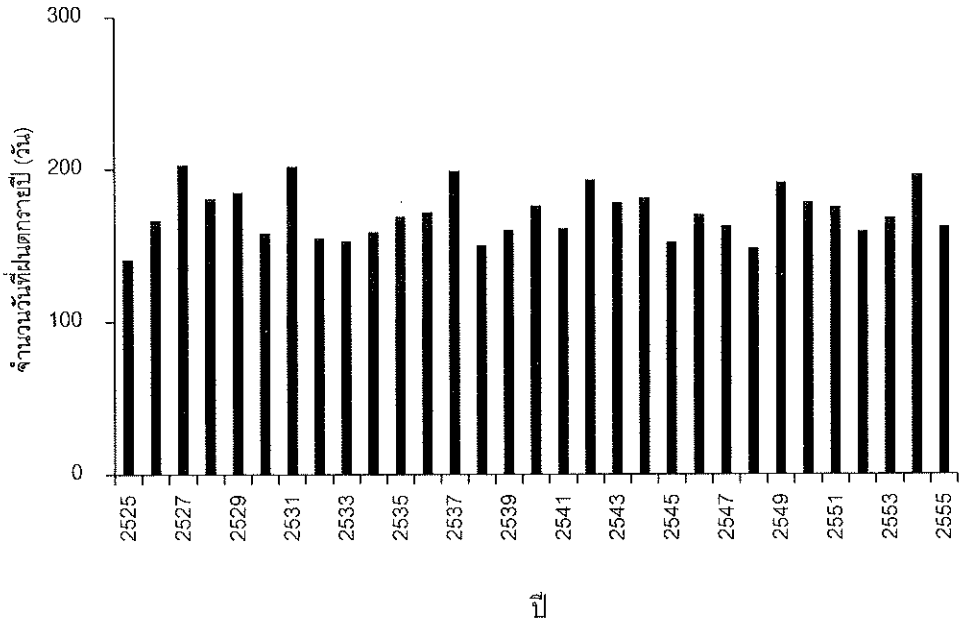
1.3 อุณหภูมิต่ำสุด

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลอุณหภูมิต่ำสุดในจังหวัดนครศรีธรรมราช ระหว่างปี พ.ศ. 2525-2555 พบว่า ค่าเฉลี่ยรายปีของอุณหภูมิต่ำสุดในแต่ละปีมีค่าที่ใกล้เคียงกัน โดยในรอบ 31 ปี อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายปีมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.1 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายปีมีค่าต่ำสุด เท่ากับ 21.6 องศาเซลเซียสในปี พ.ศ. 2526 และปี พ.ศ. 2530 อุณหภูมิ

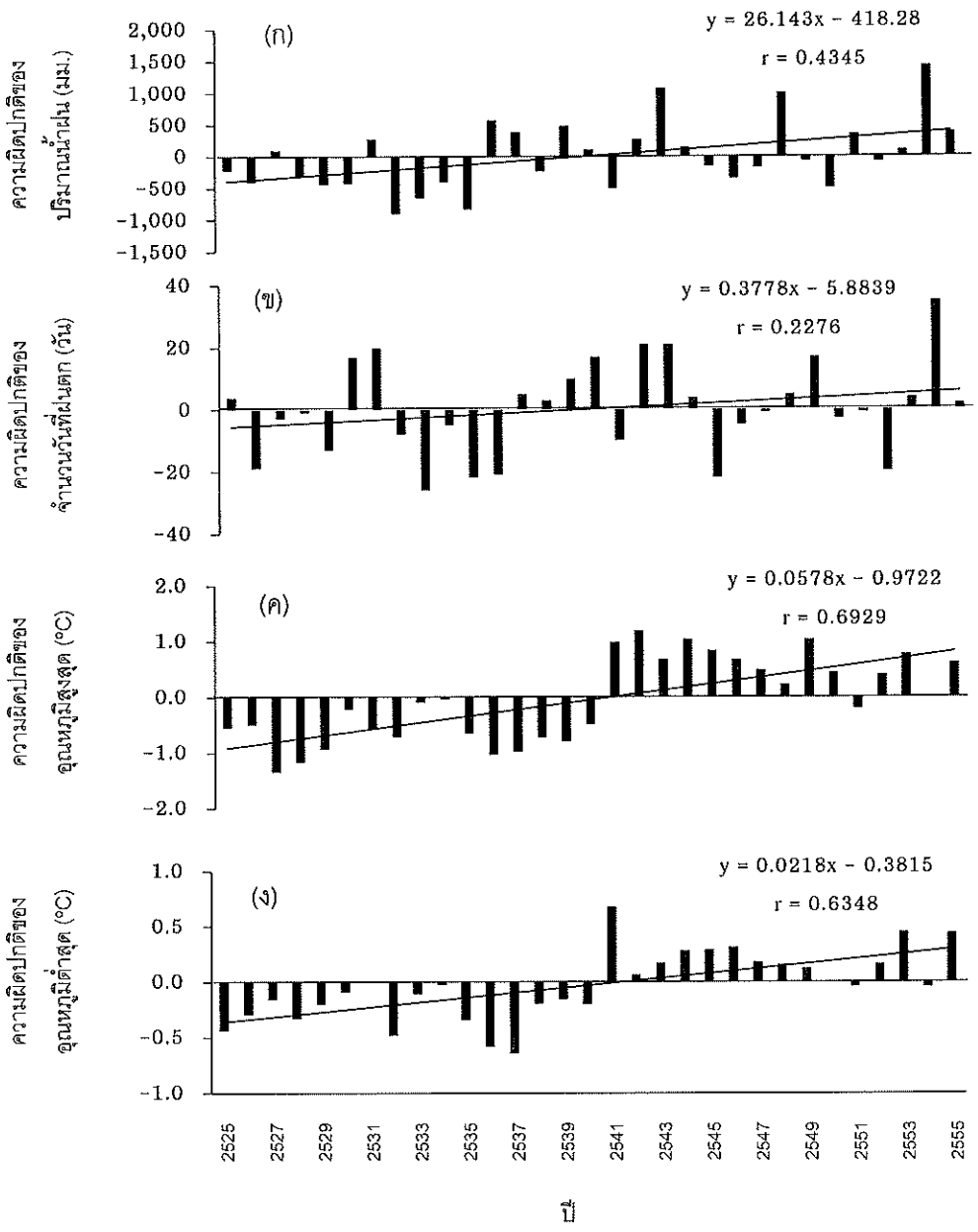
ต่ำสุดเฉลี่ยรายปีมีค่าสูงสุด เท่ากับ 23.5 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 6) เมื่อวิเคราะห์แนวโน้มของอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายปีในรอบ 31 ปี ไม่พบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายปี (ภาพที่ 8)

1.4 **จำนวนวันที่ฝนตก**

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนวันที่ฝนตกในจังหวัดนครศรีธรรมราช ระหว่างปี พ.ศ. 2525-2555 พบว่า ในแต่ละปีจำนวนวันที่ฝนตกมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก โดยในช่วง 31 ปี จำนวนวันที่ฝนตกรายปีเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 171 วัน ส่วนจำนวนวันที่ฝนตกรายปีมีค่าต่ำสุด เท่ากับ 141 วัน ในปี พ.ศ. 2525 และปี พ.ศ. 2527 จำนวนวันที่ฝนตกรายปีมีค่าสูงสุดเท่ากับ 203 วัน (ภาพที่ 7) เมื่อวิเคราะห์แนวโน้มของจำนวนวันที่ฝนตกรายปีในรอบ 31 ปี ไม่พบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของจำนวนวันที่ฝนตก (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 7 จำนวนวันที่ฝนตกรายปี ระหว่างปี พ.ศ. 2525-2555 ของจังหวัดนครศรีธรรมราช



ภาพที่ 8 Annual anomalies ของ (ก) ปริมาณน้ำฝน (ข) จำนวนวันที่ฝนตก (ค) อุณหภูมิสูงสุด และ (ง) อุณหภูมิต่ำสุด ระหว่างปีพ.ศ. 2525 – 2555 ของจังหวัดนครศรีธรรมราช

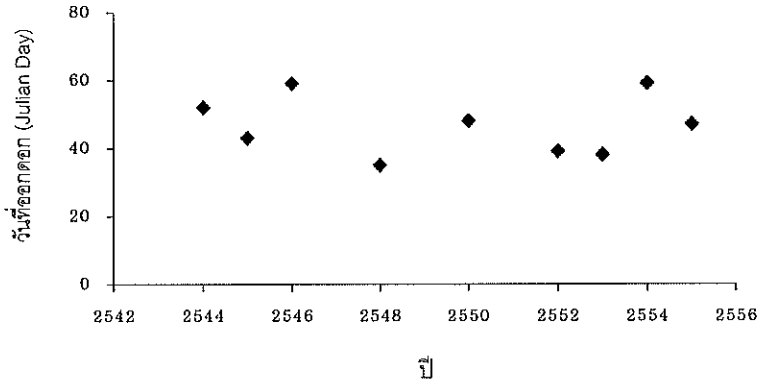
2. ผลการศึกษาสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงที่มีผลต่อการออกดอกของมังคุดในจังหวัดนครศรีธรรมราช

2.1 การออกดอกในฤดูกาลของมังคุดในจังหวัดนครศรีธรรมราช

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลวันที่มังคุดออกดอก (ในฤดูกาล) ของสวนมังคุดใน อ.ลานสกา อ.พรหมคีรี อ.ทุ่งสง อ.ฉวาง อ.ช้างกลาง และ อ.ชะอวด ซึ่งรวบรวมวันที่มังคุดออกดอกระหว่างปี พ.ศ. 2544-2555 พบว่าในแต่ละปีมังคุดมีการออกดอกในช่วงเวลาที่ไล่เลี่ยกัน คือในเดือนกุมภาพันธ์ของทุกปี (ตารางที่ 1) และการเก็บรวบรวมข้อมูลวันที่มังคุดออกดอก (ในฤดูกาล) ไม่สามารถเก็บรวบรวมได้ทุกปี (ระหว่างปี พ.ศ. 2544-2555) ดังนั้นจึงไม่สามารถแสดงแนวโน้มของวันที่มังคุดออกดอก (ในฤดูกาล) ได้

ตารางที่ 1 วันที่มังคุดออกดอก (ในฤดูกาล)

ปี พ.ศ.	วันที่มังคุดออกดอก (ในฤดูกาล)
2544	21 กุมภาพันธ์ 2544
2545	12 กุมภาพันธ์ 2545
2546	28 กุมภาพันธ์ 2546
2548	4 กุมภาพันธ์ 2548
2550	17 กุมภาพันธ์ 2550
2552	8 กุมภาพันธ์ 2552
2553	7 กุมภาพันธ์ 2553
2554	28 กุมภาพันธ์ 2554
2555	16 กุมภาพันธ์ 2555



ภาพที่ 9 วันที่มังคุดออกดอก (ในฤดูกาล) ช่วงปี พ.ศ. 2543-2556

2.2 การออกดอกนอกฤดูกาลของมังคุดในจังหวัดนครศรีธรรมราช

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน และค่าการคายระเหยน้ำ ของ อ.ชะอวด จ.นครศรีธรรมราช ระหว่างปี พ.ศ. 2543-2556 เพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาแล้งและช่วงที่มังคุดออกดอก (ภาพที่ 10 และภาพที่ 11) และ เก็บรวบรวมข้อมูลวันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล) ของสวนมังคุดใน อ.ชะอวด จ.นครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นอำเภอที่สามารถผลิตมังคุดนอกฤดูกาลได้ และเกษตรกรเจ้าของสวนมีการจดบันทึกข้อมูลวันที่มังคุดออกดอกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543-2556 ได้สมบูรณ์ พบว่าในแต่ละปีมังคุดมีการออกดอกในช่วงเวลาที่ไม่ตรงกัน (ตารางที่ 2) ในปี พ.ศ. 2543 มังคุดออกดอกวันที่ 3 สิงหาคม เนื่องจากมีฝนตกต่อเนื่องและฝนทิ้งช่วงระหว่างเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม ปี พ.ศ. 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2553 และ 2555 มังคุดมีการออกดอกในช่วงเวลาไล่เลี่ยกัน เนื่องจากฝนเริ่มทิ้งช่วงตั้งแต่เดือนเมษายน ปี 2550-2552 มังคุดมีการออกดอกช่วงเดือนสิงหาคม และปี พ.ศ. 2556 มังคุดมีการออกดอกช่วงเดือนกันยายน เมื่อนำข้อมูลวันที่ออกดอกมาเขียนกราฟและวิเคราะห์แนวโน้ม พบว่า มังคุดมีแนวโน้มออกดอกล่าช้าจากเดิม 5.10 วันต่อปีอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (ภาพที่ 9)

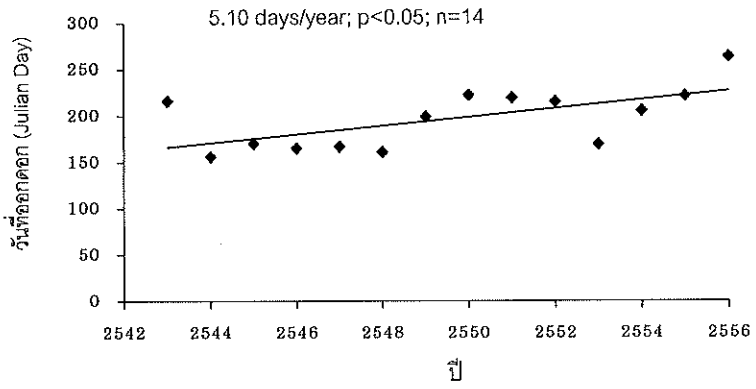
ตารางที่ 2 ข้อมูลวันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล)

ปี พ.ศ.	วันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล)
2543	3 สิงหาคม 2543
2544	5 มิถุนายน 2544
2545	19 มิถุนายน 2545
2546	14 มิถุนายน 2546
2547	15 มิถุนายน 2547
2548	10 มิถุนายน 2548
2549	18 กรกฎาคม 2549
2550	10 สิงหาคม 2550
2551	6 สิงหาคม 2551
2552	3 สิงหาคม 2552

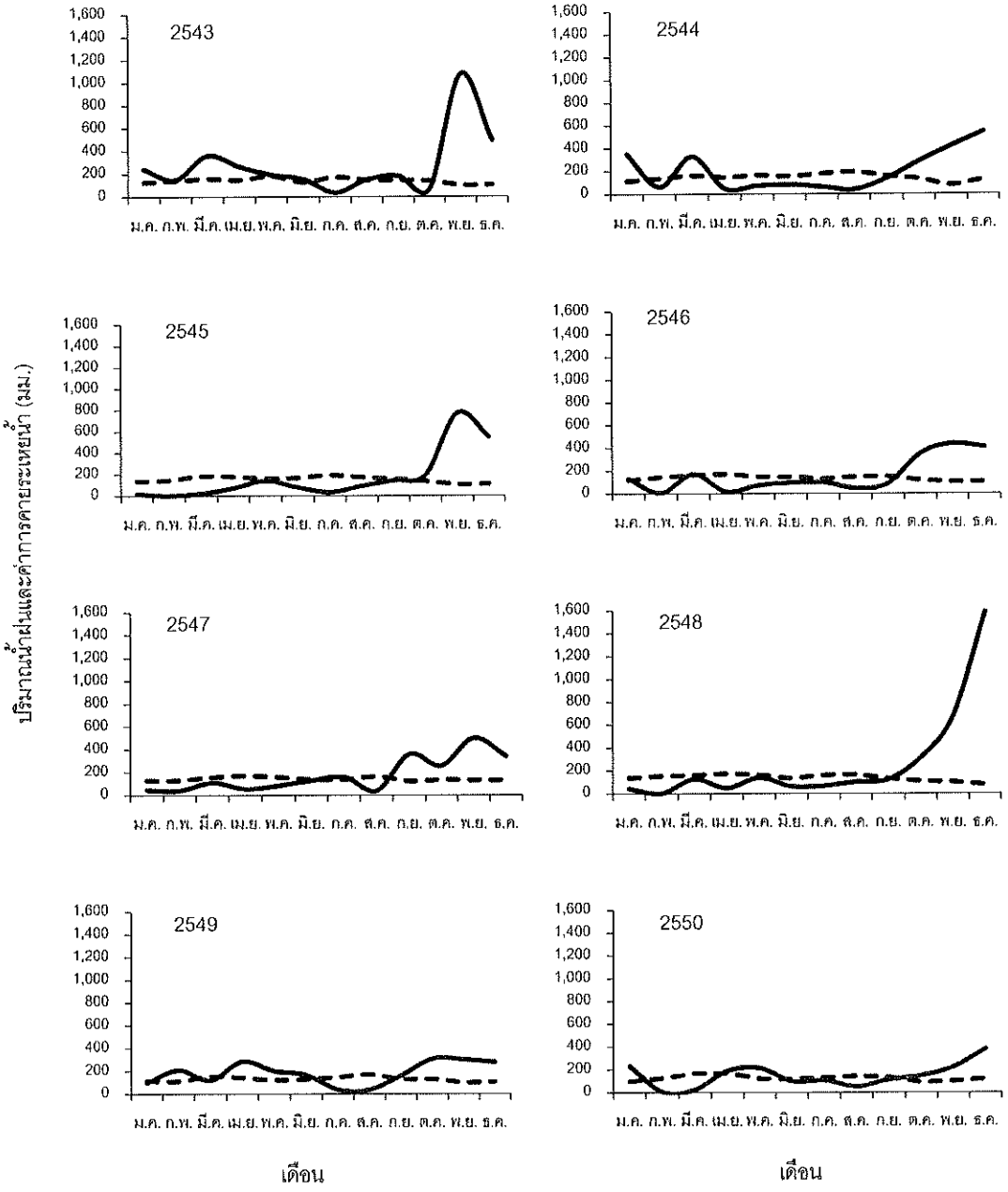
ตารางที่ 2 (ต่อ) ข้อมูลวันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล)

ปี พ.ศ.	วันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล)
2553	18 มิถุนายน 2553
2554	4 กรกฎาคม 2554
2555	2 มิถุนายน 2555
2556	20 กันยายน 2556

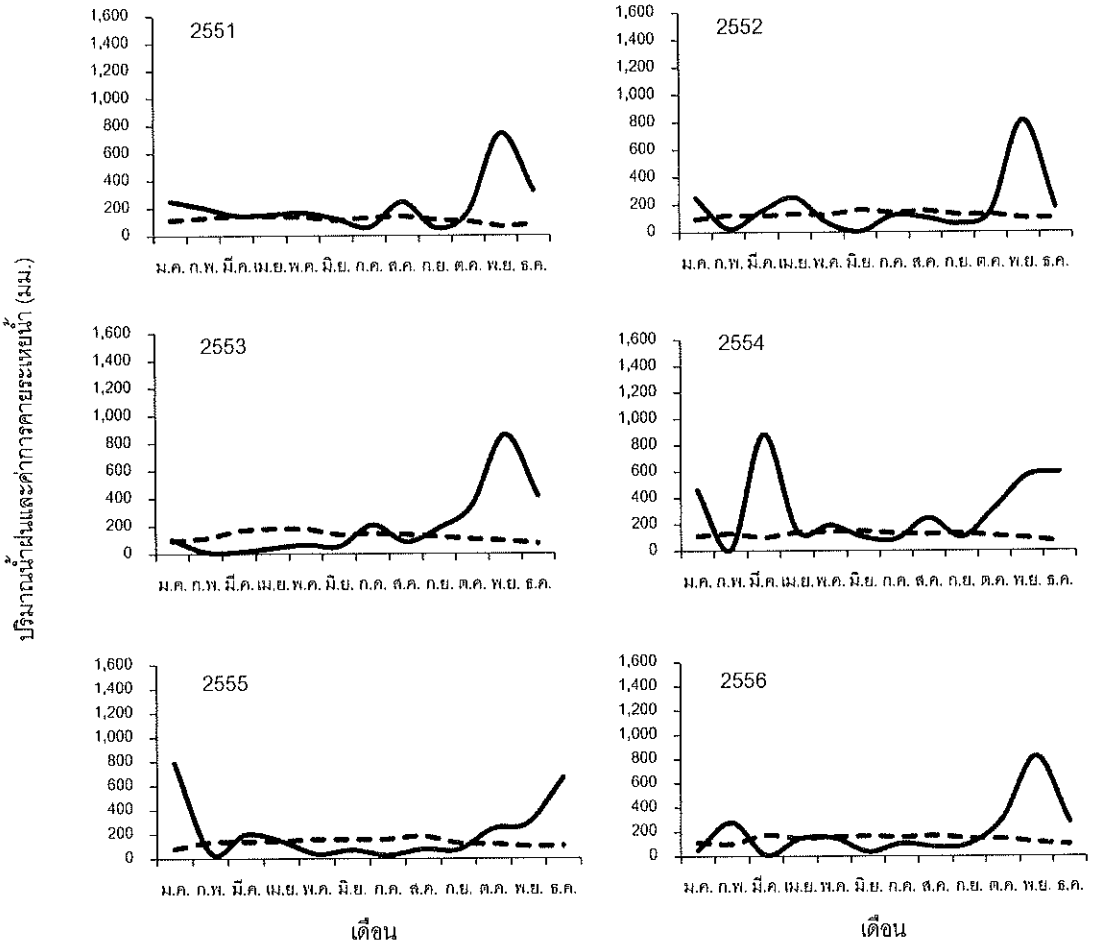
ที่มา : อรุณ บุญวงศ์ (2556)



ภาพที่ 10 แนวโน้มวันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล) ช่วงปี พ.ศ. 2543-2556



ภาพที่ 11 ปริมาณน้ำฝนและค่าการคายระเหยน้ำระหว่างปี พ.ศ. 2543-2550 ของ อ.ชะอวด จ.นครศรีธรรมราช



ภาพที่ 11 (ต่อ) ปริมาณน้ำฝนและค่าการคายระเหยน้ำระหว่างปี พ.ศ. 2551-2556 ของ อ.ชะอวด จ.นครศรีธรรมราช

3. ผลการศึกษาการสร้างแบบจำลองเพื่อพยากรณ์วันที่ออกดอกของมังคุดในจังหวัดนครศรีธรรมราช

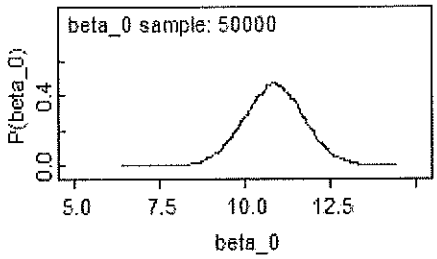
จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างวันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล) กับปัจจัยสภาพภูมิอากาศ ซึ่งประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ และช่วงแล้งก่อนการออกดอกของมังคุด โดยใช้ตัวแบบการถดถอยปัวซง ที่ตัวแปรตามมีการแจกแจงแบบปัวซง และใช้วิธีการของเบย์ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ซึ่งมีลักษณะดังนี้

3.1 การตรวจสอบความลู่เข้าของ MCMC ของพารามิเตอร์แต่ละตัว

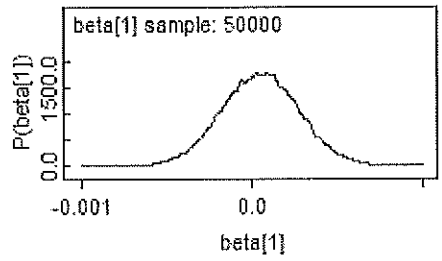
ผลการตรวจสอบความลู่เข้าของ MCMC โดยพิจารณาจากกราฟของ Kernel Density, History และ Autocorrelation พบว่า MCMC ลู่เข้าสู่การแจกแจงใดการแจกแจงหนึ่ง เมื่อมีการสุ่มตัวอย่างแบบกิบส์จำนวน 50,000 รอบ โดยตัด 10,000 รอบแรกทิ้ง

3.1.1 Kernel density plot

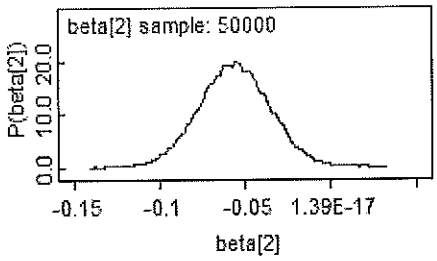
Kernel density ของพารามิเตอร์ $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ แสดงในภาพที่ 12 ถึง ภาพที่ 17 มีลักษณะเป็นโค้งเรียบไม่ขรุขระ หรือเป็นโค้งสองยอด แสดงให้เห็นว่า MCMC ลู่เข้าหาการแจกแจงใดการแจกแจงหนึ่ง



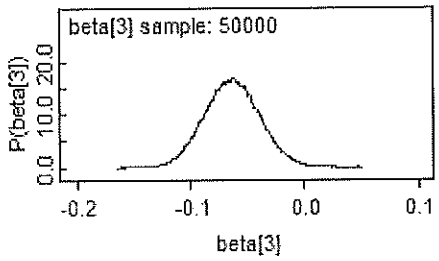
ภาพที่ 12 Kernel Density ของ $\boldsymbol{\beta_0}$



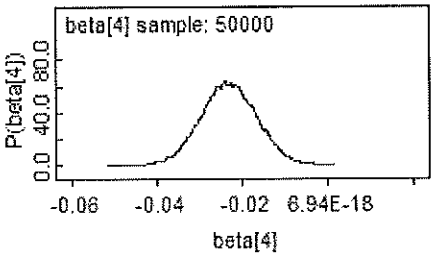
ภาพที่ 13 Kernel Density ของ $\boldsymbol{\beta_1}$



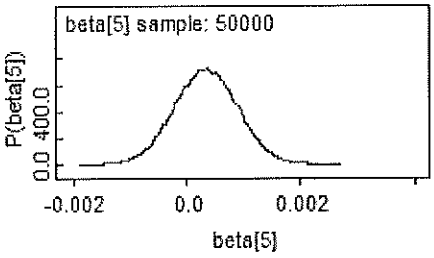
ภาพที่ 14 Kernel Density ของ β_2



ภาพที่ 15 Kernel Density ของ β_3



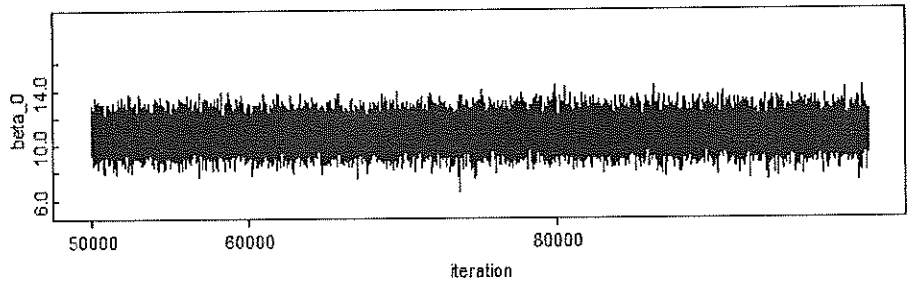
ภาพที่ 16 Kernel Density ของ β_4



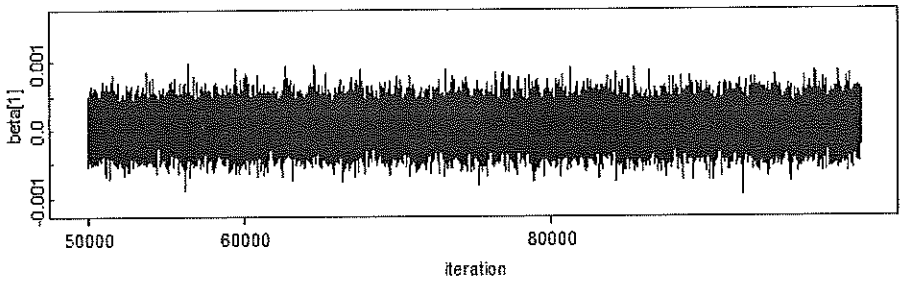
ภาพที่ 17 Kernel Density ของ β_5

3.1.2 History plot

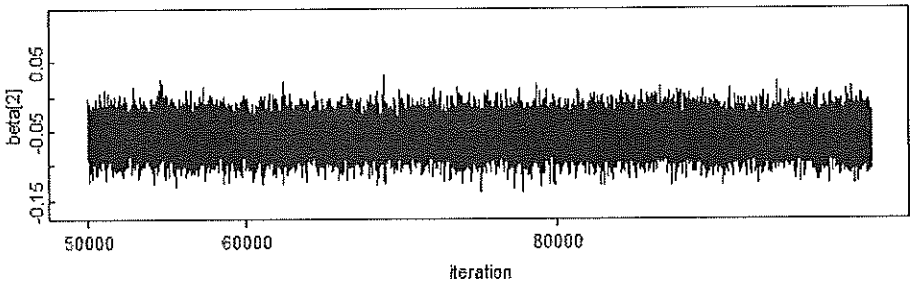
History plot ของพารามิเตอร์ $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ แสดงในภาพที่ 18 ถึง ภาพที่ 23 มีลักษณะเป็นแนวตรง แสดงให้เห็นว่า MCMC ลู่เข้าหาการแจกแจงใดการแจกแจงหนึ่ง



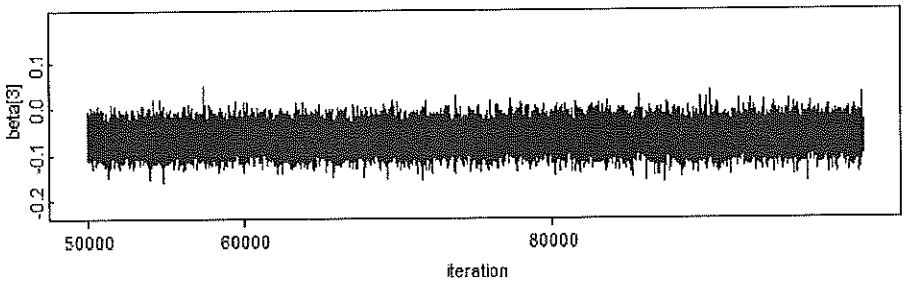
ภาพที่ 18 History plot ของ $\boldsymbol{\beta_0}$



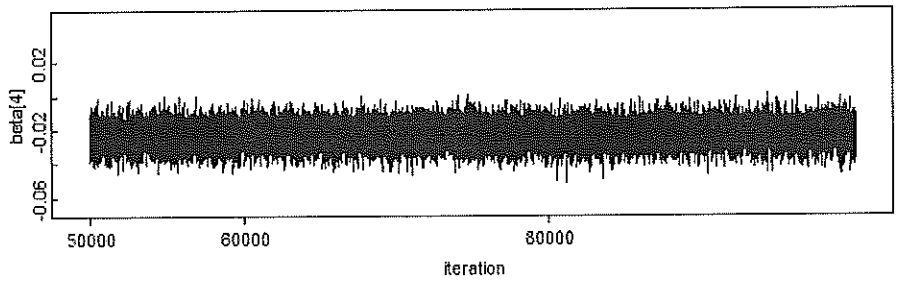
ภาพที่ 19 History plot ของ $\boldsymbol{\beta_1}$



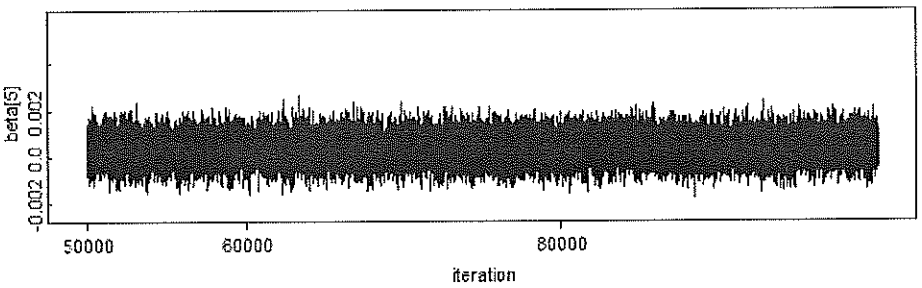
ภาพที่ 20 History plot ของ $\boldsymbol{\beta_2}$



ภาพที่ 21 History plot ของ $\boldsymbol{\beta_3}$



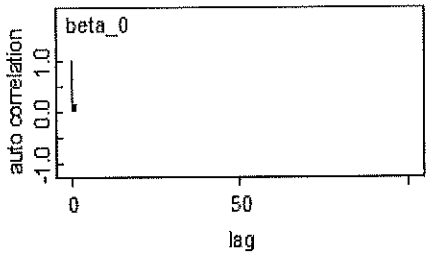
ภาพที่ 22 History plot ของ $\boldsymbol{\beta_4}$



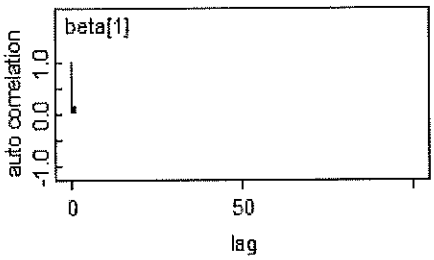
ภาพที่ 23 History plot ของ $\boldsymbol{\beta_5}$

3.1.3 Autocorrelation plot

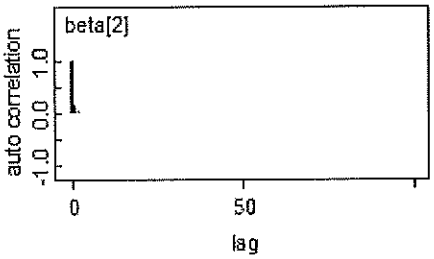
Autocorrelation plot ของพารามิเตอร์ $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ แสดงในภาพที่ 24 ถึง ภาพที่ 29 ซึ่ง Autocorrelation plot มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว และไม่มีความสัมพันธ์กันหลัง lag ที่ 2 แสดงให้เห็นว่าข้อมูลมีความสัมพันธ์กับข้อมูลก่อนหน้าไม่เกิน 2 ช่วงเวลา แต่ lag ที่ 1 กราฟสูงกว่า lag อื่น ดังนั้นจึงเลือก lag = 1 เพื่อนำไปใส่ในส่วนประกอบของแบบจำลอง



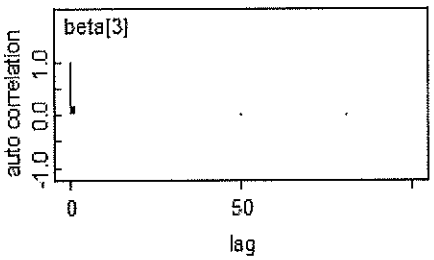
ภาพที่ 24 Autocorrelation plot ของ $\boldsymbol{\beta_0}$



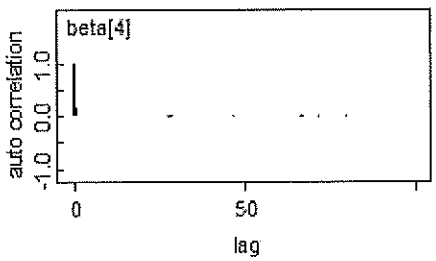
ภาพที่ 25 Autocorrelation plot ของ $\boldsymbol{\beta_1}$



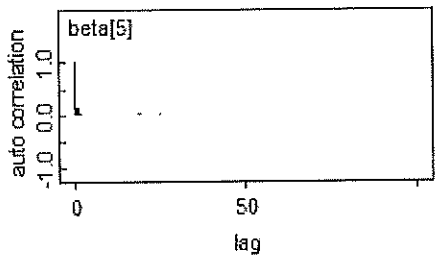
ภาพที่ 26 Autocorrelation plot ของ $\boldsymbol{\beta_2}$



ภาพที่ 27 Autocorrelation plot ของ $\boldsymbol{\beta_3}$



ภาพที่ 28 Autocorrelation plot ของ $\boldsymbol{\beta_4}$



ภาพที่ 29 Autocorrelation plot ของ β_5

3.2 ค่าประมาณขนาดอิทธิพลของปัจจัยสภาพภูมิอากาศ จากตัวแบบการถดถอยปัวซง

ค่าประมาณขนาดอิทธิพลของปัจจัยสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อวันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล) จากตัวแบบถดถอยปัวซง แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าประมาณขนาดอิทธิพลของปัจจัยสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อวันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล) จากตัวแบบการถดถอยปัวซง

ปัจจัย	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	97.5 % ช่วงความน่าเชื่อถือ	exp(ค่าเฉลี่ย)
ปริมาณน้ำฝน	0.0001	0.0002	0.0005	1.0001
อุณหภูมิสูงสุด	-0.0564	0.0204	-0.0164	0.9452
อุณหภูมิต่ำสุด	-0.0634	0.0238	-0.0167	0.9386
ความชื้นสัมพัทธ์	-0.0232	0.0064	-0.0108	0.9771
ช่วงแล้งก่อนการออกดอก	0.0003	0.0006	0.0014	1.0003

จากตารางที่ 3 พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อวันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล) ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ และช่วงแล้งก่อนการออกดอก เมื่อพิจารณาเฉพาะปริมาณน้ำฝน (ปัจจัยอื่น ๆ คงที่) เมื่อปริมาณน้ำฝนเปลี่ยนไป 1 หน่วย ค่าเฉลี่ยของจำนวนวันที่มังคุดออกดอกจะเปลี่ยนไป 1.0001 เท่า หรือเพิ่มขึ้น 0.01% เมื่อช่วงแล้งก่อนการออกดอกเปลี่ยนไป 1 หน่วย ค่าเฉลี่ยของวันที่มังคุดออกดอกจะเปลี่ยนไป 1.0003 เท่า หรือเพิ่มขึ้น 0.03% เมื่ออุณหภูมิสูงสุดเปลี่ยนไป 1 หน่วย ค่าเฉลี่ยของวันที่มังคุดออกดอกจะเปลี่ยนไป 0.9452 เท่า หรือลดลง 5.64% (เมื่อปัจจัยอื่นคงที่) เมื่ออุณหภูมิต่ำสุดเปลี่ยนไป 1

หน่วย ค่าเฉลี่ยของวันที่มังคุดออกดอกจะเปลี่ยนไป 0.9386 เท่า หรือลดลง 6.34% (เมื่อปัจจัยอื่นคงที่) เมื่อค่าความชื้นสัมพัทธ์เปลี่ยนไป 1 หน่วย ค่าเฉลี่ยของวันที่มังคุดออกดอกจะเปลี่ยนไป 0.9771 เท่า หรือลดลง 2.32% (เมื่อปัจจัยอื่นคงที่)

ตัวแบบการถดถอยปัวซง หรือตัวแบบการคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล) แสดงได้ดังสมการ

$$log(\mu) = 10.85 + 0.0001x_1 - 0.0564x_2 - 0.0634x_3 - 0.0232x_4 + 0.0003x_5 \quad (3)$$

เมื่อ μ คือ ค่าเฉลี่ยของวันที่มังคุดออกดอก

x_1 คือ ปริมาณน้ำฝน

x_2 คือ อุณหภูมิสูงสุด

x_3 คือ อุณหภูมิต่ำสุด

x_4 คือ ความชื้นสัมพัทธ์

x_5 คือ ช่วงแล้งก่อนการออกดอก

3.3 ค่าประมาณวันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล) จากตัวแบบถดถอยปัวซง

ค่าประมาณวันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล) ที่คำนวณได้จากตัวแบบถดถอยปัวซง และค่าจริงของวันที่มังคุดออกดอกที่ได้จากการเก็บข้อมูล แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าประมาณวันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล) จากตัวแบบถดถอยปัวซง

ข้อมูลที่	ค่าประมาณวันที่มังคุดออกดอกเฉลี่ย	ค่าจริงวันที่มังคุดออกดอก	ค่าสัมบูรณ์ของค่าผิดพลาด
1	196	205	9.0
2	197	221	24.0
3	196	205	9.0
4	199.3	206	6.7
5	223.1	219	4.1
6	186.1	181	5.1
7	201	179	22.0
8	223.1	219	4.1

ตารางที่ 4 (ต่อ) ค่าประมาณวันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล) จากตัวแบบถดถอยปัวซง

ข้อมูลที่	ค่าประมาณวันที่มังคุดออกดอกเฉลี่ย	ค่าจริงวันที่มังคุดออกดอก	ค่าสัมบูรณ์ของค่าผิดพลาด
9	186.1	181	5.1
10	201	179	22.0
11	198.7	216	17.3
12	180.2	156	24.2
13	187.6	170	17.6
14	166.1	165	1.1
15	168.5	167	1.5
16	169.7	161	8.7
17	207.7	199	8.7
18	203.2	222	18.8
19	194.3	219	24.7
20	194.8	215	20.2
21	189.9	169	20.9
22	227.8	205	22.8
23	189.6	221	31.4
24	198.7	216	17.3
25	180.2	156	24.2
26	187.6	170	17.6
27	166.1	165	1.1
28	168.5	167	1.5
29	169.7	161	8.7
30	207.7	199	8.7
31	203.2	222	18.8
32	194.3	219	24.7
33	194.8	215	20.2
34	189.9	169	20.9

ตารางที่ 4 (ต่อ) ค่าประมาณวันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล) จากตัวแบบถดถอยปัวซง

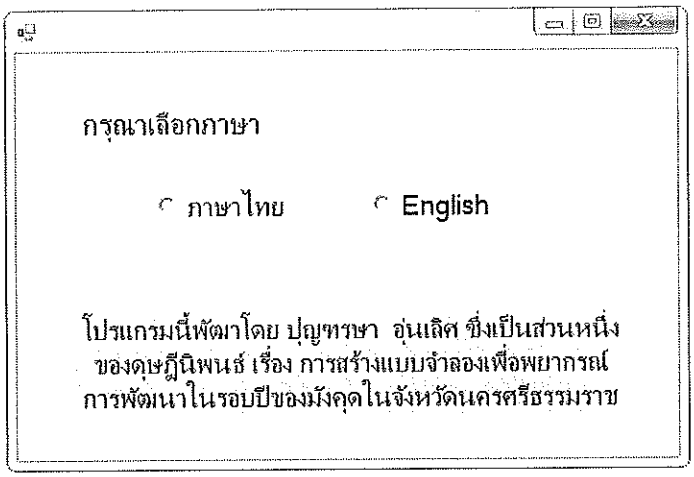
ข้อมูลที่	ค่าประมาณวันที่มังคุดออกดอกเฉลี่ย	ค่าจริงวันที่มังคุดออกดอก	ค่าสัมบูรณ์ของค่าผิดพลาด
35	227.8	205	22.8
36	189.6	221	31.4
	ค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าผิดพลาด (MAE)		15.2

จากตาราง พบว่า ค่าประมาณวันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล) ที่ได้จากตัวแบบการถดถอยปัวซง มีค่าแตกต่างจากค่าจริงของวันที่มังคุดออกดอกที่ได้จากการเก็บข้อมูล โดยค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าผิดพลาด (Mean Absolute Error : MAE) มีค่าเท่ากับ 15.2

4. ผลการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอกในจังหวัดนครศรีธรรมราช

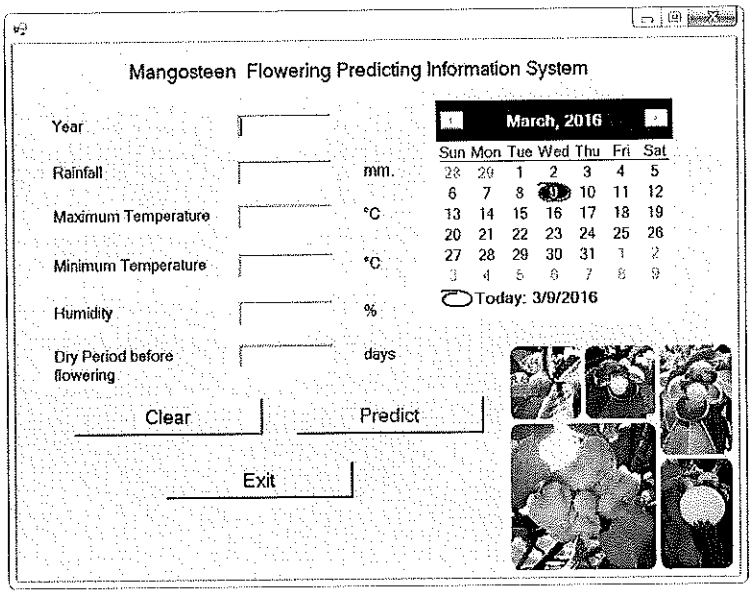
การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอกในจังหวัดนครศรีธรรมราช นำสมการพยากรณ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพภูมิอากาศและวันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล) มาใช้ในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอกในจังหวัดนครศรีธรรมราช ได้ผลลัพธ์ ดังนี้

1. หน้าจอหลักก่อนเข้าสู่ระบบสารสนเทศเพื่อการคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอกในจังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นการเลือกภาษาสำหรับการแสดงผลลัพธ์ ดังภาพที่ 30



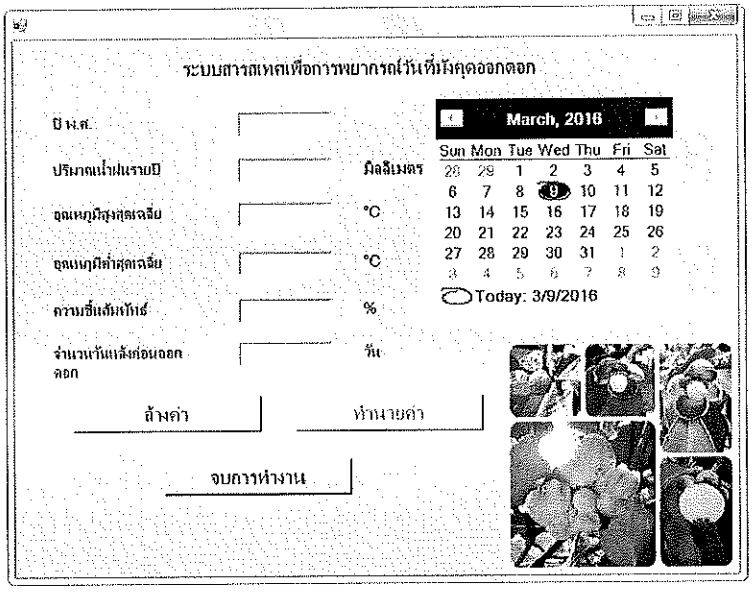
ภาพที่ 30 หน้าจอเลือกภาษาที่ต้องการแสดงผล

2. ถ้าเลือก ○ English จะแสดงผลหน้าจอเป็นภาษาอังกฤษ ดังภาพที่ 31



ภาพที่ 31 หน้าจอระบบสารสนเทศเพื่อคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอก (แสดงผลเป็นภาษาอังกฤษ)

ถ้าเลือก ○ ภาษาไทย จะแสดงผลหน้าจอเป็นภาษาไทย ดังภาพที่ 32

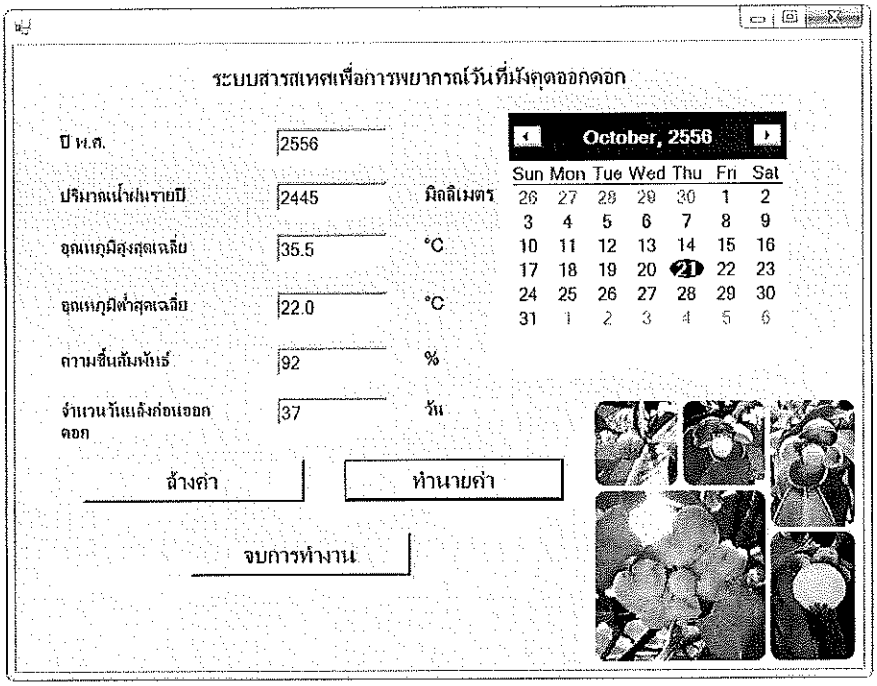


ภาพที่ 32 หน้าจอระบบสารสนเทศเพื่อคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอก (แสดงผลเป็นภาษาไทย)

3. การประมวลผลของระบบสารสนเทศเพื่อการคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอกในจังหวัดนครศรีธรรมราช ผู้ใช้งานจะต้องป้อนค่าของปี พ.ศ. ที่ต้องการคาดการณ์ ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปี อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และจำนวนวันแล้งก่อนมังคุดออกดอก

4. เมื่อป้อนข้อมูลครบทุกรายการแล้ว คลิกปุ่ม ทำนายค่า หรือ Predict

5. ระบบจะแสดงผลลัพธ์ ดังภาพที่ 33



ภาพที่ 33 ผลลัพธ์ของระบบสารสนเทศ

6. ปุ่ม ล้างค่า หรือ Clear ใช้สำหรับล้างค่าของข้อมูลทั้งหมดเมื่อต้องการแก้ไขการป้อนข้อมูล

7. ปุ่ม จบการทำงาน หรือ Exit ใช้สำหรับการจบการทำงานและออกจากโปรแกรม

บทที่ 4

วิจารณ์

1. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในจังหวัดนครศรีธรรมราช

จากการศึกษาเรื่องความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ชี้ให้เห็นว่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เป็นสาเหตุที่ทำให้โลกร้อนขึ้น (IPCC, 2007) ประเทศไทยเป็นอีกประเทศหนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเช่นกัน โดยข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยรายปีของอุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้น ระหว่างปีพ.ศ. 2548 ถึง 2552 (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2554) เช่นเดียวกับสภาพภูมิอากาศของจังหวัดนครศรีธรรมราชในช่วงระยะเวลา 31 ปี (ระหว่างปี พ.ศ. 2525-2555) ที่มีการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะปริมาณน้ำฝน ซึ่งบางปีมีปริมาณฝนตกสะสมทั้งปีมากกว่า 3,000 มิลลิเมตร ส่งผลให้เกิดอุทกภัยครั้งใหญ่ที่สร้างความเสียหายแก่ชีวิต ทรัพย์สิน และพืชผลทางเกษตร โดยเฉพาะปี พ.ศ. 2554 เกิดปัญหาน้ำท่วมและดินถล่มในพื้นที่ ต.เทพราช อ.สิชล และ ต.กรุงชิง อ.นบพิตำ ชาวบ้านถูกตัดขาดจากโลกภายนอก โครงสร้างพื้นฐาน เช่นถนน สะพาน ขำรุด เสียหายจำนวนมาก หลังจากนั้นเกิดน้ำท่วมหนักอีกครั้งช่วงปีใหม่ระหว่างวันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ. 2554 - 3 มกราคม พ.ศ. 2555 (ณรงค์ คงมาก และคณะ , 2555) ซึ่งอุทกภัยที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2554 ส่งผลให้เกิดความเสียหายอย่างหนักทั้งทางภาคการเกษตร อุตสาหกรรม เศรษฐกิจ สังคม และส่งผลกระทบเป็นลูกโซ่ไปยังภาคส่วนอื่นอีกเป็นจำนวนมาก ทั้งนี้ปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้เกิดอุทกภัยเป็นผลจากปรากฏการณ์ลานีญา ทำให้ฝนมาเร็วกว่าปกติและปริมาณฝนสะสมทั้งประเทศตั้งแต่เดือนมกราคม – ตุลาคม พ.ศ. 2554 สูงกว่าค่าเฉลี่ย 35% (ณรงค์ คงมาก และคณะ, 2555) ในขณะที่บางปีมีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 2,000 มิลลิเมตร ทำให้ประสบปัญหาภัยแล้ง ซึ่งส่งผลกระทบต่อพืชผลทางเกษตรเช่นกัน ไม่เฉพาะในจังหวัดนครศรีธรรมราชที่พบความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ Apiratikorn และคณะ (2012) พบว่าในจังหวัดพัทลุงมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และอุณหภูมิเฉลี่ย ส่วนจำนวนวันที่ฝนตกมีแนวโน้มลดลงในระหว่างปีพ.ศ. 2524-2553 นอกจากนี้

ปริมาณฝน จำนวนวันที่ฝนตก ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุด ใน อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ระหว่างปีพ.ศ. 2523-2555 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (Apiratikorn *et al.*, 2014) ในขณะที่ Boonklong และคณะ (2006) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในภาคตะวันออกและภาคใต้ของประเทศไทย พบว่าจำนวนวันที่ฝนตกและอุณหภูมิต่ำสุดในภาคตะวันออกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนภาคใต้ไม่พบแนวโน้มการเพิ่มขึ้นหรือลดลง

2. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อวันที่มังคุดออกดอก

การผลิตมังคุดใน จ.นครศรีธรรมราช แบ่งเป็นการผลิตมังคุดในฤดูกาล และการผลิตมังคุดนอกฤดูกาล โดยการผลิตมังคุดนอกฤดูกาลจะสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรได้มากกว่าการผลิตมังคุดในฤดูกาล ซึ่ง อ.ชะอวด จ.นครศรีธรรมราช เป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพในการผลิตมังคุดนอกฤดูกาล เนื่องจาก อ.ชะอวด ตั้งอยู่ในบริเวณที่ราบชายฝั่งด้านตะวันออกมีช่วงของฝนทิ้งช่วงเกิดขึ้น 2 ช่วง ทำให้เกษตรกรสามารถจัดการให้มังคุดออกดอกได้ แต่จากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงส่งผลให้วันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล) มีแนวโน้มเลื่อนออกไปจากเดิม 5.10 วันต่อปีอย่างมีนัยสำคัญ โดยอุณหภูมิเป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช (Cleland *et al.*, 2007) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อไม้ผลเมืองร้อนตั้งแต่การออกดอก การติดผล การพัฒนาของผล การเก็บเกี่ยว รวมถึงคุณภาพของผลผลิตด้วย (Dewi, 2009; ศิริพร วรกุลดำรงชัย และคณะ, 2553; Sthapit *et al.*, 2012) และการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีส่วนทำให้วันออกดอกของไม้ผลต่าง ๆ เลื่อนออกไปจากเดิม เช่น วันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล) ใน อ.ชะอวด จ.นครศรีธรรมราช นอกจากนี้ Georgiades และคณะ (2013) พบว่า *Leptospermum laevegatum* ออกดอกเร็วขึ้น เพราะอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้น เช่นเดียวกับพืชที่ปลูกในประเทศออสเตรเลียมีการออกดอกล่าช้า 0.9 วันต่อปี เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศระหว่างปีค.ศ. 1983-2006 (Keatley and Hudson, 2007) ในประเทศไทยมีการศึกษาเรื่องอิทธิพลของสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงที่มีต่อพัฒนาการในรอบปีของไม้ผลเมืองร้อน เช่น ลองกอง ที่ปลูกทางภาคใต้ของประเทศไทย พบว่าการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการกระจายของปริมาณน้ำฝนอาจส่งผลให้ลองกองมีการออกดอกนอกฤดูกาล (พรอุมา อุไรพันธ์, 2552) ส่วนมังคุดซึ่งเป็นไม้ผลเมืองร้อนที่ชอบอุณหภูมิร้อนชื้นนั้น Apiratikorn และคณะ (2012) พบว่า มังคุดในจังหวัดพัทลุง ไม่มีการออกดอกนอกฤดูกาลในปีพ.ศ. 2553 เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยการศึกษาของ Apiratikorn และคณะ (2014) ชี้ให้เห็นว่าการออกดอกของ

มังคุดและลองกองล่าช้ากว่าเดิมอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ Boonklong และคณะ (2006) ยังพบว่ามังคุดที่ปลูกในภาคใต้มีแนวโน้มที่จะออกดอกนอกฤดูกาลมากขึ้น

3. ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อวันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล)

จากการศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อวันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล) ในจังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการออกดอกของมังคุด ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ และช่วงแล้งก่อนที่มังคุดจะออกดอก โดยรูปแบบการกระจายตัวของปริมาณน้ำฝนส่งผลกระทบโดยตรงต่อการออกดอกของมังคุด และปัจจัยที่ส่งผลให้มังคุดออกดอก คือปริมาณน้ำฝนลดต่ำลงหรือฝนทิ้งช่วงในช่วงก่อนการออกดอกประมาณ 1-2 เดือน จะทำให้มังคุดเกิดการพักตัวในช่วงแล้งเพื่อสะสมอาหารสำหรับการพัฒนาดอกและผล และเป็นการกระตุ้นการออกดอก (สายัณห์ สดุดี และคณะ, 2553) ซึ่งมังคุดเป็นไม้ผลที่ต้องการช่วงแล้งระยะสั้น ๆ ก่อนออกดอกโดยประมาณ 15-30 วัน (ธีรวุฒิ ชุตินันทกุล, 2544; Sdoodee and Chiarawipa, 2005; Apiratikorn *et al.*, 2012; Yaacob and Tindall,1995) เช่นเดียวกับในประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งมีลักษณะภูมิอากาศใกล้เคียงกับภาคใต้ของประเทศไทย มีช่วงแล้งสั้น ๆ เกิดขึ้นระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม มังคุดจึงออกดอกช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ส่วนปี พ.ศ. 2553 มังคุดมีการออกดอกเดือนพฤษภาคม เนื่องจากช่วงแล้งเกิดขึ้นในเดือนเมษายน (Setiawan *et al.*, 2012) นอกจากนี้ไม้ผลเขตร้อน เช่น มะเฟือง เงาะ เป็นไม้ผลที่ต้องใช้เวลาของความเครียดน้ำก่อนการออกดอกเช่นเดียวกัน (Salakpetch *et al.*, 1990; Salakpetch *et al.*, 1992) การสร้างสภาวะเครียดน้ำให้กับมังคุดโดยการคลุมโคนต้นและทำให้มีน้ำท่วมขังในช่วงปลายฤดูฝนส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของมังคุดในแปลงทดลองของ จ.จันทบุรี (ชัยวัฒน์ มครเพศ และสุมิตร คุณเจตน์, 2554) เช่นเดียวกับ ธีรวุฒิ ชุตินันทกุล และคณะ (2552) รายงานว่า การจัดการสภาวะเครียดน้ำ โดยการให้น้ำแบบอิ่มตัว คือ ปล่อยน้ำขังในร่องต้นมังคุดที่ปลูกในสภาพสวนยกร่อง มีความชื้นดินคงที่อยู่ที่ 0 KPa และกรรมวิธีงดน้ำ สามารถชักนำให้มีการออกดอกเร็วกว่าการให้น้ำต่อเนื่องอย่างน้อย 1 สัปดาห์ การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการกระจายตัวของปริมาณน้ำฝนยังส่งผลกระทบต่อการออกดอกและปริมาณผลผลิตของเงาะด้วย ซึ่ง Magdalita and Saludes (2015) พบว่า ปริมาณผลผลิตเงาะในประเทศฟิลิปปินส์ ปี พ.ศ. 2551 ลดลงจากปริมาณ 152.2 กิโลกรัมต่อต้น เหลือ 8.6 กิโลกรัมต่อต้น ในปี พ.ศ. 2552 เนื่องจากมีฝนตกช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน 2552 และมีปริมาณน้ำฝน 127.3 มิลลิเมตร และ 334.4 มิลลิเมตร ตามลำดับ ทำให้เงาะมีการเจริญเติบโตทางลำต้นแทนการออกดอก ในขณะที่ปี พ.ศ.

2553 มีปริมาณน้ำฝนน้อยตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม ทำให้ต้นเงาะหยุดชะงักการเจริญเติบโตส่งผลให้ปริมาณผลผลิตยังคงลดลงเมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2551 ในขณะที่ Hariyono และคณะ (2013) รายงานว่าจำนวนวันแล้งมีความสัมพันธ์กับช่วงเวลาการเกิดตาดอกทุเรียนในพื้นที่เพาะปลูกเหนือระดับน้ำทะเลแต่ละระดับของประเทศอินโดนีเซียอย่างมีนัยสำคัญ

นอกจากรูปแบบการกระจายตัวของปริมาณน้ำฝนที่ส่งผลกระทบต่อวันที่มังคุดออกดอกแล้ว อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญอีกปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพัฒนาการในรอบปีของไม้ผลเขตร้อน เช่น มังคุด เงาะ ทุเรียน เป็นต้น โดยศิริพร วรกุลดำรงชัย และคณะ (2553) รายงานว่าถ้าอุณหภูมิลดลงอย่างต่อเนื่องประมาณ 3-5 วันในระหว่างการออกดอกของทุเรียน จะส่งผลให้ดอกทุเรียนร่วงได้ และถ้าอุณหภูมิลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ 1 สัปดาห์ถึง 1 เดือนในช่วงของการออกดอก จะส่งผลให้ดอกหยุดชะงักการเจริญเติบโตและไม่มีการบานของดอกเกิดขึ้น ส่วนมังคุดและเงาะนั้น พบว่า อุณหภูมิต่ำสุดที่สามารถชักนำให้เกิดตาดอกได้อยู่ที่ 21°C และ 23°C ตามลำดับ (ยุวดี มานะเกษม, 2538ก; ยุวดี มานะเกษม, 2538ข) และถ้าอุณหภูมิต่ำสุดเพิ่มขึ้น 1°C จะส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การออกดอกของมังคุดและเงาะลดลง 10.5% และ 6.7% ตามลำดับ (ยุวดี มานะเกษม, 2538ก; ยุวดี มานะเกษม, 2538ข) นอกจากนี้อุณหภูมิยังมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของไม้ผลชนิดอื่น ๆ อีกด้วย โดย Hariyono และคณะ (2013) พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ย ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุด และอุณหภูมิต่ำสุด มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกันกับการเกิดตาดอก และช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวผลผลิตทุเรียนของประเทศอินโดนีเซีย ในพื้นที่เพาะปลูกเหนือระดับน้ำทะเลแต่ละระดับ ในขณะที่อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นในฤดูหนาวจะส่งผลให้การออกดอกของส้มสายพันธุ์ Hamlin and Valencia ลดลง (Valiente and Albrigo, 2004)

4. การพัฒนาแบบจำลองเพื่อคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล) ในจังหวัดนครศรีธรรมราช

การพัฒนาแบบจำลองเพื่อคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล) ในจังหวัดนครศรีธรรมราช ใช้เฉพาะข้อมูลวันที่ออกดอกนอกฤดูกาล เนื่องจากข้อมูลมีความสมบูรณ์และมีความต่อเนื่องมากกว่าข้อมูลวันที่ออกดอกในฤดูกาล และใช้ตัวแบบการถดถอยปัวซงในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพภูมิอากาศ (ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ ช่วงแล้งก่อนการออกดอก) กับวันที่มังคุดออกดอก เนื่องจากตัวแปรตาม (วันที่มังคุดออกดอก) มีลักษณะเป็นจำนวนนับและมีการแจกแจงแบบปัวซง ประเมินความ

เหมาะสมของแบบจำลองเพื่อคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล) ด้วยค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าผิดพลาด (Mean Absolute Error : MAE) โดยแบบจำลองสามารถคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอกได้ และมีค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าผิดพลาดเท่ากับ 15.2 ซึ่งค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าผิดพลาดมีค่าสูง อาจเนื่องมาจากข้อมูลวันที่มังคุดออกดอกที่เก็บได้จากการรวบรวมเป็นข้อมูลย้อนหลังมีจำนวนไม่เพียงพอ โดยการศึกษาอิทธิพลของสภาพภูมิอากาศที่แปรปรวนหรือเปลี่ยนแปลงที่มีผลต่อพัฒนาการในรอบปีของพืชและสัตว์ ควรมีข้อมูลที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 30 ปี เช่น การศึกษาเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพภูมิอากาศที่มีอิทธิพลต่อการออกดอกของส้มในประเทศอิหร่าน ใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศและข้อมูลวันที่ออกดอกย้อนหลัง 51 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2503-2553 (Fitchett, 2013) การศึกษาอิทธิพลของสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงกับวันเริ่มต้นออกดอกของแอปเปิล ใช้ข้อมูลวันที่ออกดอกและข้อมูลสภาพภูมิอากาศ 46 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2504-2549 (Romanovskaja and Bakšiene, 2009) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และสร้างสมการเพื่อพยากรณ์ผลผลิตพลัม ใช้ข้อมูลปริมาณผลผลิตพลัมและข้อมูลสภาพภูมิอากาศ 41 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2505-2545 (Måge *et al.*, 2007) เป็นต้น

นอกจากจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์จะมีผลต่อความแม่นยำและความน่าเชื่อถือของแบบจำลองแล้ว ข้อมูลปัจจัยสภาพภูมิอากาศที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์อาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้แบบจำลองมีความแม่นยำและความน่าเชื่อถือน้อย เนื่องจากข้อมูลปัจจัยสภาพภูมิอากาศเป็นข้อมูลทุติยภูมิและเป็นข้อมูลภาพรวมของพื้นที่ไม่ใช่ข้อมูลที่เก็บเฉพาะในพื้นที่ที่ศึกษา ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ และอาจจะเกิดจากสภาพภูมิอากาศแปรปรวนซึ่งส่งผลให้วันที่ออกดอกมีแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงจากเดิม ทำให้ความแม่นยำของการคาดการณ์และความน่าเชื่อถือของตัวแบบที่เลือกใช้มีความน่าเชื่อถือน้อย ซึ่งยุวดี มานะเกษม (2538ก, 2538ข) ศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมกับการชักนำให้เกิดตาดอกมังคุดและเงาะ โดยใช้การวิเคราะห์ Multiple Regression วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเป็นข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากสถานีอุตุนิยมวิทยาที่อยู่ภายในบริเวณที่ศึกษา กับการชักนำให้เกิดตาดอกของมังคุดและเงาะ ได้สมการพยากรณ์ที่มีค่าอำนาจในการพยากรณ์ถึง 61% และ 68% ตามลำดับ ในการพัฒนาแบบจำลองในอนาคตควรมีการเก็บรวบรวมข้อมูลให้มากขึ้น มีการเก็บรวมรวมข้อมูลปัจจัยสภาพภูมิอากาศภายในพื้นที่ศึกษาโดยตรง เพิ่มส่วนประกอบอื่นในตัวแบบในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อวันที่มังคุดออกดอก เพื่อให้ได้ตัวแบบที่สามารถ

คาดการณ์วันที่ออกดอกได้ใกล้เคียงกับข้อมูลจริง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การนำแบบจำลองเพื่อคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล) ไปพัฒนาเป็นระบบสารสนเทศเพื่อคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอก เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานและเหมาะที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้ตรงตามวัตถุประสงค์และกลุ่มผู้ใช้งาน เนื่องจากการอ่านค่า การคำนวณ และแปลผลจากแบบจำลองทำได้ไม่ง่ายนัก ในขณะที่ระบบสารสนเทศสามารถแสดงผลลัพธ์ให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจได้ง่าย แต่ในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอก ในอนาคตควรพัฒนาให้มีการป้อนค่าปริยาย (default) ของข้อมูลปัจจัยสภาพภูมิอากาศในกรณีที่ผู้ใช้ไม่ได้ระบุค่าปัจจัยนั้น ๆ เข้าไป หรือพัฒนาให้มีการนำเข้า (import) ไฟล์ข้อมูลปัจจัยสภาพภูมิอากาศ เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งถ้าระบบสารสนเทศมีประสิทธิภาพและสามารถคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอกได้ใกล้เคียงกับข้อมูลจริง เกษตรกรหรือหน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องอาจใช้เป็นแนวทางในการจัดการดูแลสวนได้อย่างเหมาะสม โดยถ้าเกษตรกรสามารถคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอกได้ล่วงหน้า เมื่อเกิดสภาพอากาศแปรปรวนก่อนวันที่มังคุดจะออกดอก เช่นเกิดฝนตกช่วงก่อนที่มังคุดจะออกดอก เกษตรกรจะสามารถจัดการระบายน้ำออกจากสวนมังคุด เพื่อรักษาสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมและพร้อมสำหรับการออกดอกของมังคุดได้

ภาคใต้ของประเทศไทย เป็นแหล่งผลิตมังคุดที่สำคัญของประเทศ โดยจังหวัดนครศรีธรรมราชเป็นจังหวัดที่ผลิตมังคุดมากเป็นอันดับ 1 ของภาคใต้ มีการผลิตมังคุดทั้งในฤดูกาลและนอกฤดูกาล แต่การผลิตมังคุดนอกฤดูกาลจะสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรได้มากกว่ามังคุดในฤดูกาล โดยเฉพาะจังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพในการผลิตมังคุดนอกฤดูกาล แต่สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงมีผลต่อวันที่มังคุดออกดอก โดยมังคุดมีแนวโน้มที่จะออกดอกล่าช้ากว่าเดิม ตามปกติมังคุดนอกฤดูกาลจะออกดอกระหว่างเดือนมิถุนายนถึงกันยายน และสามารถเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงกุมภาพันธ์ ถ้ามังคุดมีการออกดอกเร็วขึ้นกว่าเดิม อาจจะทำให้ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วงของฤดูฝน เนื่องจากจังหวัดนครศรีธรรมราชเป็นจังหวัดที่อยู่ทางฝั่งตะวันออกของภาคใต้ จะได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่ทำให้เกิดฝนตกระหว่างเดือนตุลาคมถึงมกราคม ซึ่งจะส่งผลให้มังคุดเกิดอาการเนื้อแก้วยางไหล ทำให้ผลผลิตไม่มีคุณภาพและมีราคาตกต่ำไม่สามารถส่งออกได้ หากเกษตรกรตระหนักและเตรียมพร้อมในการรับมือกับสภาพภูมิอากาศแปรปรวน และมีระบบสารสนเทศที่มีประสิทธิภาพ ก็

จะสามารถวางแผนและจัดการดูแลสวนได้อย่างเหมาะสม ส่งผลให้สามารถผลิตผลผลิตที่มีคุณภาพสามารถส่งออกได้และเป็นการเพิ่มรายได้ที่มากขึ้นให้กับเกษตรกร

บทที่ 5

สรุป

สภาพภูมิอากาศของจังหวัดนครศรีธรรมราชในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2525-2555 ซึ่งศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และจำนวนวันที่ฝนตก พบว่า ในช่วง 31 ปี มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝน โดยปริมาณน้ำฝนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และจำนวนวันที่ฝนตก ไม่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝน ส่งผลกระทบต่อการออกดอกของมังคุด โดยเฉพาะมังคุดนอกฤดูกาล ซึ่งปกติมังคุดนอกฤดูกาลในจังหวัดนครศรีธรรมราช จะออกดอกช่วงเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม และสามารถเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงธันวาคม แต่บางปีมังคุดมีการออกดอกช่วงเดือนกันยายน และเก็บเกี่ยวช่วงเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ ซึ่งกระทบโดยตรงต่อคุณภาพของผลผลิตและรายได้ของเกษตรกร เนื่องจากการออกดอกที่ล่าช้านั้นเป็นการออกดอกช่วงปลายปีซึ่งตรงกับฤดูฝนของภาคใต้ ผลผลิตที่ได้ไม่มีคุณภาพและราคาตกต่ำ และการวิเคราะห์แนวโน้มของวันที่มังคุดออกดอก พบว่ามังคุดมีแนวโน้มที่จะออกดอกนอกฤดูกาลล่าช้าจากเดิม 5.10 วันต่อปี แต่การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝน ไม่มีผลกระทบต่อการออกดอกของมังคุดในฤดูกาล โดยมังคุดในฤดูกาลมีการออกดอกช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ไล่เลี่ยกับการออกดอกในฤดูกาลของมังคุดในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2555

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพภูมิอากาศกับวันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล) เพื่อพัฒนาแบบจำลองในการคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอก โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยปัวซองนั้น ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อวันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล) ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ และช่วงวันแล้งก่อนที่มังคุดออกดอก และสมการถดถอยสำหรับคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอก มีรูปแบบเป็น $log(\mu) = 10.85 + 0.0001x_1 - 0.0564x_2 - 0.0634x_3 - 0.0232x_4 + 0.0003x_5$ โดยที่ μ คือ ค่าเฉลี่ยของวันที่มังคุดออกดอก x_1 คือ ปริมาณน้ำฝน x_2 คือ อุณหภูมิสูงสุด x_3 คือ อุณหภูมิต่ำสุด x_4 คือ ความชื้นสัมพัทธ์ และ x_5 คือ ช่วงแล้งก่อนการออกดอก ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบกับข้อมูลโดยการคำนวณค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าผิดพลาด (Mean Absolute Error : MAE) ได้เท่ากับ 15.2

การนำแบบจำลองเพื่อคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอก (นอกฤดูกาล) ไปพัฒนาเป็นระบบสารสนเทศเพื่อคาดการณ์วันที่มังคุดออกดอก โดยใช้ภาษา VB.net ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานและเหมาะที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้ตรงตามวัตถุประสงค์และกลุ่มผู้ใช้งาน เนื่องจากการอ่านค่า การคำนวณ และแปลผลจากแบบจำลองทำได้ไม่ง่ายนัก ในขณะที่ระบบสารสนเทศสามารถแสดงผลลัพธ์ให้ผู้ใช้เห็นได้ชัดเจน และสามารถเข้าใจได้ง่าย แต่ในอนาคตอาจต้องมีการพัฒนาระบบต่อเพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพและเข้าถึงกลุ่มผู้ใช้งานมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2550. คู่มือการปฏิบัติเพื่อการเกษตรที่ดี GAP รายพืช : มังคุด [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://gap.doa.go.th/gap/acadamic.html. [เข้าถึงเมื่อ 6 เมษายน 2555]

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2552. ระบบข้อมูลทางวิชาการ : มังคุด [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://it.doa.go.th/vichakan/news.php?newsid=41. [เข้าถึงเมื่อ 6 มกราคม 2556]

กวี วรกวิน. 2547. แผนที่ความรู้ท้องถิ่นไทย ภาคใต้. กรุงเทพ ฯ : สำนักพิมพ์พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).

จิรสรณ์ สันติสิริสมบูรณ์. 2555. สภาวะอากาศเปลี่ยนแปลงกระทบผลผลิตการเกษตร ปัจจัยดันราคาอาหารพุ่ง [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.cckm.or.th/drupal/2012/05/186. [เข้าถึงเมื่อ 6 พฤศจิกายน 2555]

ชัยวัฒน์ มครเพศ และสุมิตร คุณเจตน์. 2554. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการ ศึกษาการออกดอกของมังคุดเมื่อกระตุ้นด้วยสภาวะเครียดน้ำ. กรุงเทพ ฯ :สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

ชูเกียรติ ผุดพรมราช. 2547. แนวคิดเชิงทฤษฎีการวิเคราะห์การถดถอยป๋วยและการประยุกต์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ณรงค์ ภัทรปิยะพันธุ์. 2538. การพัฒนาของมังคุดในรอบปีในจังหวัดนครศรีธรรมราช. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ณรงค์ คงมาก, ปกรณ์ ดิษฐกิจ, ศุภกร ชินวรรโณ และสายัณห์ สดุดี. 2555. การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภัยธรรมชาติในบริบทเชิงพื้นที่ ชุดโครงการพัฒนาความรู้และยุทธศาสตร์ความตกลงพหุภาคี ด้านสิ่งแวดล้อมและยุทธศาสตร์ลดโลกร้อน. กรุงเทพ ฯ : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

ทรงศักดิ์ จุนถิระพงศ์. 2539. อุตุนิยมวิทยาเกษตร. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

ธีระ วงษ์เจริญ. 2555. สภาพอากาศจันท์แปรปรวนกระทบผลผลิต "มังคุด" ราชินีแห่งผลไม้เสียหาย. ASTV ผู้จัดการออนไลน์.[ออนไลน์] 20 มีนาคม. เข้าถึงได้จาก http://www.manager.co.th/Local/ViewNews.aspx?NewsID=9550000035616. [เข้าถึงเมื่อ 6 เมษายน 2555]

ธีรวุฒิ ชุตินันทกุล. 2544. การป้องกันการเกิดเนื้อแก้ว และยางไหลภายในผลของมังคุดและเทคนิคการคัดแยก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ธีรวุฒิ ชุตินันทกุล, มาลัยพร เชื้อบัณฑิต และสุขจิตร์ จันทร์สาร. 2552. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการ การสร้างสภาวะเครียดน้ำเพื่อชักนำการออกดอกของมังคุดและลดความเสียหายของอาการเนื้อแก้วและยางไหลภายในผล. กรุงเทพ ฯ :สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

นพ ศักดิเศรษฐ์ และสมพร ณ นคร. 2545. มังคุด. กรุงเทพฯ : รำไทยเพรส.

พรรณี พูลเกิด. 2550. ผลของการจำกัดรากที่มีต่อขนาดทรงพุ่ม ผลผลิต และคุณภาพผลมังคุด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พรอุมา อุไรพันธ์. 2552. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อชีพลักษณ์ของลองกอง (*Lansium domesticum* Corr.) ในจังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พิษณุ ทองขาว, ศรีวิไล พวกน้อย และบรรพต ขุนจันทร์. 2557. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ การตรวจหาเครื่องจักรที่ผลิตสินค้าบกพร่องเพื่อวางแผนป้องกันและบำรุงรักษาโดยใช้ตัวแบบฮิดเดนมาร์คอฟ: กรณีศึกษา โรงงานผลิตเครื่องดื่ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

ยุวดี มานะเกษม. 2538ก. การเปลี่ยนแปลงของยอดอ่อนกับอิทธิพลของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อผลการออกดอกของมังคุด. วารสารเทคโนโลยีสุรนารี 2: 15-20.

ยุวดี มานะเกษม. 2538ข. การเปลี่ยนแปลงของยอดอ่อนกับอิทธิพลของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อผลการออกดอกของเงาะ. วารสารเทคโนโลยีสุรนารี 2: 81-87.

วนิดา สุขสุวรรณ. 2550. สภาวะโลกร้อนกับการผันแปรภูมิอากาศในประเทศไทย [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.tmd.go.th/info/globalwarming_climatechange.pdf. [เข้าถึงเมื่อ 15 ม.ค. 2555]

ศิริพร วรกุลดำรงชัย และคณะ. 2553. รายงานวิจัยเรื่องการศึกษารูปแบบการแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตทุเรียนในจังหวัดจันทบุรี. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.

ศิริพร วรกุลดำรงชัย. 2554. เตรียมตั้งรับการแปรปรวนสภาพภูมิอากาศ ตอน การผลิตมังคุด [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.kehakaset.com/index.php?option=com_content&view=article&id=467:2011-08-20-08-19-40&catid=38:information. [เข้าถึงเมื่อ 6 เมษายน 2555]

ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี. 2555. สถานการณ์การผลิตทุเรียน มังคุด และเงาะในภาคตะวันออก ปี 2555 [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://c.doa.go.th/hrc-cti/files/fruithot55.pdf. [เข้าถึงเมื่อ 6 เมษายน 2555]

ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคใต้. 2555. ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ. สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา. พัทลุง.

สถานีอุตุนิยมวิทยานครศรีธรรมราช. 2555. ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ. กรมอุตุนิยมวิทยา. นครศรีธรรมราช.

สถานีอุตุนิยมวิทยา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช. 2555. ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ. กรมอุตุนิยมวิทยา. นครศรีธรรมราช.

สถานีอุตุนิยมวิทยาอุทกฉวาง. 2555. ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ. กรมอุตุนิยมวิทยา. นครศรีธรรมราช.

สมนึก บุญเรือง. 2554. ผลผลิตเกษตรรุ่นอากาศแปรปรวน เงาะทุเรียนปรับตัวไม่ทัน-ชาวสวนกลุ้มต้นทุนเพิ่ม. ข่าวสด. เข้าถึงได้จาก http://www.khaosod.co.th/view_news.php?newsid=TUROd2NtOHdNVEl3TURNMU5BPT0=. [เข้าถึงเมื่อ 6 เมษายน 2555]

สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร. 2545. คู่มือการเขียนโปรแกรมและใช้งาน Visual Basic .NET ฉบับสมบูรณ์. นนทบุรี : อินโฟเพรส.

สายัณห์ สดุดี. 2533. อิทธิพลของฝนที่มีต่อผลผลิตมังคุดในภาคใต้. ว.สงขลานครินทร์. 12: 177-182.

สายัณห์ สดุดี. 2550. อิทธิพลของสภาวะโลกร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของการพัฒนาในรอบปีของมังคุดในจังหวัดสงขลา [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.scisoc.or.th/stt/33/sec_f/paper/stt33_F_F0005.pdf. [เข้าถึงเมื่อ 15 ม.ค. 2555]

สายัณห์ สดุดี และคณะ. 2553. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการ "การวิจัยแบบมีส่วนร่วมเพื่อพัฒนาการผลิตมังคุดเพื่อการส่งออกใน 5 จังหวัด (นครศรีธรรมราช ตรัง พัทลุง สงขลา และสตูล) ของภาคใต้". สงขลา : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

สายัณห์ สดุดี, ลดาวัลย์ เลิศเลอวงศ์ และอดิเรก รักคง. 2553. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ผลของสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตมังคุดนอกฤดูในจังหวัดพัทลุง. สงขลา : ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 2554. ข้อสรุปทางเทคนิค. ใน: รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1 พ.ศ.2554.

คณะทำงานกลุ่มที่ 1 องค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ [อัศมน ลิ่มสกุล, อำนาจ ชิดไธสง และกัณฑรีย์ บุญประกอบ (บรรณาธิการ)].

สำนักงานจังหวัดนครศรีธรรมราช. 2552. ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดนครศรีธรรมราช [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.nakhonsithammarat.go.th/web_52/geography.php. [เข้าถึงเมื่อ 3 มี.ค. 2555]

สำนักงานจังหวัดนครศรีธรรมราช. 2552. ลักษณะภูมิอากาศของจังหวัดนครศรีธรรมราช [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.nakhonsithammarat.go.th/web_52/air.php. [เข้าถึงเมื่อ 3 มี.ค. 2555]

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. สถิติการเกษตร. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กรุงเทพ ฯ.

อัมพิกา ปุ่นนจิต, เสริมสุข สลักเพ็ชร์ และสุขวัฒน์ จันทรปรรณิก. 2545. การผลิตมังคุดคุณภาพ (1). วารสารเคหการเกษตร. 26: 90-96

อัศมน ลิ่มสกุล. 2559. รายงานวิจัย สภาวะความรุนแรงสภาวะภูมิอากาศแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย.

อำนาจ ชิดไธสง. 2552. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย เล่มที่ 1 สภาพภูมิอากาศในอดีต. กรุงเทพ ฯ : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

Apiratikorn, S., Sdoodee, S., Lersierwong, L. and Rongsawat, S. 2012. The impact of climatic variability on phenological change, yield and fruit quality of mangosteen in Phatthalung province, Southern Thailand. Kasetsart J. (Nat. Sci.) 46: 1–9.

Apiratikorn, S., Sdoodee, S. and Limsakul, A. 2014. Climate-related changes in tropical-fruit flowering phases in Songkhla province, Southern Thailand. Res. J. App. Sci. Eng. Technol. 7: 3150-3158.

Atkins, T.A. and Morgan, E.R. 1990. Modelling the effects of possible climate change scenarios on the phenology of New Zealand fruit crops. Acta Hort. 276: 201-208.

Aydinalp, C. and Cresser, M.S. 2008. The effects of global climate change on agriculture. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 3: 672-676.

Boonklong, O., Jaroensutasinee, M. and Jaroensutasinee, K. 2006. Climate change Affecting mangosteen production In Thailand. Proceedings of the 5th WSEAS International Conference on Environment, Ecosystems and Development, Venice, Italy, November 20-22, 325-332.

Bosello, F. and Zhang, J. 2005. Assessing climate change impacts: Agriculture (Online). Available at http://www.feem.it/userfiles/attach/Publication/NDL2005/NDL2005-094.pdf. [accessed on 6 November 2012].

Cleland, E.E., Chuine, I., Menzel, A., Mooney, H.A. and Schwartz, M.D. 2007. Shifting plant phenology in response to global change. Trends Ecol. Evol. 22: 357-365.

Dewi, P.P. 2009. Climate change impacts on tropical agriculture and the potential of organic agriculture to overcome these impacts. Asian J. Food Agro-Ind. pp: 10-17.

Døving, A. 2004. Prediction of strawberry season and yield. Acta Hort. 654: 325-331.

Døving, A. 2009. Modelling plum (*Prunus domestica*) yield in Norway. European Journal of Horticultural Science 74: 254-259.

Fitchett, J.M. 2013. Phenological Response of Citrus Flowering to Climate Variability and

Change in IRAN: 1960-2010. M.Sc.Thesis, University of the Witwatersrand, Johannesburg.

Galán, C., Vázquez, L., García-Mozo, H. and Dominguez, E. 2004. Forecasting olive (*Olea europaea*) crop yield based on pollen emission. Field Crops Research 86: 43-51.

Georgiades, J., Schleicher, K., Waters, A. and Watkins, N. 2013. Forward shift in flowering periods of *Leptospermum laevegatum* due to rising temperatures caused by Climate Change. Cygnus 2: 29-37.

Hariyono, D., Ashari, S., Sulistyono, R. and Aini, N. 2013. The Study of Climate and Its Influence on the Flowering Period and the Plant's Age on Harvest Time of Durian Plantation (*Durio zibethinus* Murr.) on Different Level of Altitude Area. J. Agric. Food. Tech. 3(4): 7-12.

IPCC, 2007. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution Of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Jill, E.K. 1976. *Garcinia mangostana*- Mangosteen. In: Garner, R.J. (ed), The Propagation of Tropical Fruit Trees. Hort. Review No 4. pp.361-375. England : Commonwealth Agricultural Bureaux.

Kaack, K. and Lindhard Pedersen, H. 2010. Prediction of diameter, weight and quality of apple fruit (*Malus domestica* Borkh.) cv. 'Elstar' using climatic variables and their interactions. European Journal of Horticultural Science 75: 60-70.

Keatley, M.R. and Hudson, I.L. 2007. Shift in flowering dates of Australian plants related

to climate : 1983-2006. In: L. Oxley. and D. Kulasiri (Eds.). MODSIM 2007 International Congress on Modeling and Simulation. Modeling and Simulation Society of Australia and New Zealand, pp: 504-510.

Lobell, D.B., Cahill, K.N. and Field, C.B. 2006. Weather-based yield forecasts developed for 12 California crops. California Agriculture 60: 211-215.

Magdalita, P. M. and Saludes R.B. 2015. Influence of Changing Rainfall Patterns on the Yield of Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) and Selection of Genotypes in Known Drought-tolerant Fruit Species for Climate Change Adaptation. Science Diliman 27(1): 64-90.

Måge, F., Døving, A. and Vangdal, E. 2007. Prediction of Plum Yield in Ullensvang, Norway. Acta Hort. 734: 249-254.

Makhonpas, C. and Kunjet, S. 2015. Study on Flowering of Mangosteen Tree as Induced by Water Stress. In Management of land use systems for enhanced food security: conflicts, controversies and resolutions. Berlin, Germany, September 16-18, 2015.

Motisi, A., Fontana, G., Zerilli, V., Drango, A., Dimino, G. and Ferrigno, G. 2008. Development of an olive phenological model in relation to air temperature. Acta Hort. 803: 167-174.

Osman, M.B. and Milan, A.R. 2006. Mangosteen – *Garcinia mangostana*. England : Southampton Centre for Underutilised Crops, University of Southampton.

Pasqua, S., Mourão, F., Nunes, A., Cantuarias, T. and Durval, D. 2007.

Agrometeorological models for models for 'Valencia' and 'Hamlin' sweet oranges to estimate the number of fruits per plant. Sci. Agric. 64: 1-11.

Romanovskaja, D. and Bakšiene, E. 2009. Influence of climate warming on beginning of flowering of apple tree (*Malus domestica* Borkh.) in Lithuania. Agronomy Research. 7(1): 87-96.

Rumayor-Rodriguez, A. 1995. Multiple regression models for the analysis of potential cultivation areas for Japanese plums. Hort. Sciene 30: 605-610.

Salakpetch, S., Turner, D.W., Dell, B. 1990. The flowering of carambola (*Averrhoa carambola* L.) is more strongly influenced by cultivar and water stress than by diurnal temperature variation and photoperiod. Scientia Horticulturae 43: 83-94.

Salakpetch, S., Chandraparnik, S., Chumchit, W., Vorakuldamrongchai, S. 1992. Technology to produce quality rambutan (*Nephelium lappaceum* L.). Chanthaburi Horticultural Research Center, Department of Agriculture. Chanthaburi, Thailand. (in Thai).

Salvo, S., Muñoz, C., Ávila, J., Bustos, J., Ramírez-Valdivia, M., Silva, C. and Vivallo, G. 2012. An estimate of potential blueberry yield using regression models that relate the number of fruits to the number of flower buds and to climatic variables. Scientia Horticulturae 133: 56-63.

Sdoodee, S., and Chiarawipa, R. 2005. Regulating irrigation during pre-harvest to avoid the incidence of translucent flesh disorder and gamboge disorder of mangosteen fruits. Songklanakarin J. Sci. Technol. 27: 957-965.

Setiawan, E., Poerwanto, R., Fukuda, F. and Kubota, N. 2012. Meteorological Conditions

of Mangosteen Orchard in West Java, Indonesia and Seasonal Changes in C-N Ratio of Their Leaves as Affected by Sector (Position in Canopy) and Tree Age. Sci. Fac. Agr. Okayama Univ. 101: 39-47.

Sthapit, B.R., Ramanatha, R.V. and Sthapit, S.R. 2012. Tropical Fruit Tree Species and Climate Change. Bioversity International, New Delhi, India.

Valiente, J.I. and Albrigo, L.G. 2004. Flower Bud Induction of Sweet Orange Trees [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]: Effect of Low Temperatures, Crop Load, and Bud Age. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 129(2): 158-164.

Welcome to Visual Studio 2013 (Online). 2016. Available at https://msdn.microsoft.com /en-us/library/dd831853(v=vs.120).aspx. [accessed on 7 January 2016].

Yaacob, O. and Tindall, H.D. 1995. Mangosteen Cultivation. FAO, Rome, Italy.

ภาคผนวก

รหัสต้นฉบับ (Source code) ในการสร้างตัวแบบด้วยโปรแกรม OpenBUGS

```
model
        {
                for (i in 1 : 36) {



        y[i] ~ dpois(theta[i])

log(theta[i]) <- beta_0+beta[1]*rain[i]+beta[2] *maxtemp[i] + beta[3]*mintemp[i]
+ beta[4] *humid[i] + beta[5]*dry[i]



                }


beta_0~ dnorm(0,0.000001)
for (i in 1 : 5)
{
        beta[i]~ dnorm(0,0.000001)
}

        }

DATA
list(y = c(205,
221,
205,
206,
219,
181,
179,
219,
181,
179,
216,
156,
170,
165,
167,
161,
199,
222,
219,
215,
169,
```

```
205,
221,
216,
156,
170,
165,
167,
161,
199,
222,
219,
215,
169,
205,
221),


        rain =  c(127.9,
138.5,
127.9,
132.1,
141.0,
13.0,
102.4,
141.0,
13.0,
102.4,
76.8,
169.0,
213.2,
102.1,
225.8,
203.4,
26.6,
197.9,
58.6,
229.5,
147.2,
162.0,
176.0,
76.8,
169.0,
213.2,
102.1,
225.8,
203.4,
26.6,
```

```
197.9,
58.6,
229.5,
147.2,
162.0,
176),



        maxtemp =  c(34.0,
34.5,
34.0,
34.3,
33.8,
34.9,
34.3,
33.8,
34.9,
34.3,
35.1,
35.5,
35.5,
35.1,
35.1,
35.1,
33.6,
34.1,
34.1,
34.8,
34.9,
32.6,
34.7,
35.1,
35.5,
35.5,
35.1,
35.1,
35.1,
33.6,
34.1,
34.1,
34.8,
34.9,
32.6,
34.7),
```

```
        mintemp = c(23.7,
23.8,
23.7,
23.7,
22.5,
23.5,
23.4,
22.5,
23.5,
23.4,
24.2,
24.9,
24.6,
24.7,
24.6,
24.8,
24.7,
24.3,
23.6,
24.5,
24.6,
23.6,
24.8,
24.2,
24.9,
24.6,
24.7,
24.6,
24.8,
24.7,
24.3,
23.6,
24.5,
24.6,
23.6,
24.8),

          humid = c(94,
93,
94,
93,
92,
94,
93,
92,
94,
93,
```

```
89,
91,
90,
96,
96,
95,
89,
91,
94,
91,
92,
91,
91,
89,
91,
90,
96,
96,
95,
89,
91,
94,
91,
92,
91,
91),

dry = c(
53.0,
99.0,
53.0,
84.0,
36.0,
29.0,
57.0,
36.0,
29.0,
57.0,
33.0,
65.0,
49.0,
74.0,
75.0,
70.0,
17.0,
70.0,
36.0,
```

```
94.0,
137.0,
33.0,
62.0,
33.0,
65.0,
49.0,
74.0,
75.0,
70.0,
17.0,
70.0,
36.0,
94.0,
137.0,
33.0,
62),

D1 = c(
1,
1,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
```

```
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0),


D2=c(0,
0,
1,
1,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0
),
```

```
D3=c(0,
0,
0,
0,
1,
1,
1,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0),

D4=c(0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
1,
1,
1,
```

```
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0),

D5=c(0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
1,
1,
1,
1,
1,
1,
1,
1,
1,
1,
1,
```

```
1,
1,
1,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0,
0)
)

Initial
list(beta_0=0,beta = c(0,0,0,0,0))
```

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวปุญฑรษา อุ่นเลิศ

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5410630002

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2536
พัฒนบริหารศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติประยุกต์)	สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์	2539

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

- คณบดี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีภาคใต้

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

Ounlert, P., Sdoodee, S. (2015). The Effects of Climatic Variability on Mangosteen Flowering Date in Southern and Eastern of Thailand. Res. J. App. Sci. Eng. Technol., 11(6): 617-622. DOI: 10.19026/rjaset.11.2021