รายงานผลการวิจัย

การประมาณและการตรวจติดตามผลผลิตข้าวในประเทศไทย โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลตามยาวและเชิงพื้นที่

Estimation and Detection of Rice Yields in Thailand Using Spatial and Longitudinal Data Analysis

สุนีย์ สัมมาทัต

นิตยา บุญสิทธิ์

กฤษฎา เหล็กดี

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อเรื่อง : การประมาณและการตรวจติดตามผลผลิตข้าวในประเทศไทยโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลตามยาวและเชิงพื้นที่
ผู้วิจัย : สุนีย์ สัมมาทัต, นิตยา บุญสิทธิ์ และ กฤษฎา เหล็กดี
พ.ศ. : 2560

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ เพื่อนำเสนอตัวแบบสำหรับประมาณค่า และตรวจติดตามผลผลิตข้าวในประเทศไทย เพื่อหาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตข้าวในประเทศไทย เพื่อหาแนวโน้มของผลผลิตข้าว และเพื่อสร้างแผนที่ผลผลิตข้าว ในประเทศไทย ตัวแบบที่นำเสนอคือตัวแบบผสมเชิงเส้น (Linear Mixed Model หรือ LMM) ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่เป็นแบบ Conditional Autoregressive model (CAR) และอิทธิพลเชิงเวลาเป็นแบบ first-order linear autoregressive (AR(1)) ค่าประมาณผลผลิตเฉลี่ยในแต่ละเดือนที่ได้ ถูกนำไปใช้สร้างแผนที่ผลผลิตข้าวในประเทศไทย ตัวแปรตามคือ ปริมาณผลผลิตข้าวในแต่ละเดือน ทุกจังหวัดของประเทศไทย ปัจจัยที่นำมาพิจารณาได้แก่ ปริมาณฝน อุณหภูมิเฉลี่ย และภาค ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าวคือ ปริมาณฝน อุณหภูมิเฉลี่ย ภาคเหนือ ภาคอีสาน ภาคใต้ ภาคตะวันตกออก ภาคตะวันตก เมื่อภาคกลางเป็นภาคที่ใช้อ้างอิง (Reference region) รวมทั้งมีอิทธิพลของแนวโน้ม แผนที่แสดงผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือนในแต่ละจังหวัดของประเทศไทย สร้างจากค่าประมาณผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือน ช่วยให้ผู้อ่านเห็นได้ง่ายว่า ในแต่ละเดือนจังหวัดใดบ้างที่มีผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือนสูง และเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตได้โดยง่าย โดยดูจากความแตกต่างของสีในแต่ละจังหวัด

คำสำคัญ : ตัวแบบผสมเชิงเส้น (LMM), ผลผลิตข้าว, แผนที่ผลผลิตข้าว, อิทธิพลเชิงพื้นที่แบบ Conditional autoregressive model (CAR), การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่

Title : Estimation and Detection of Rice Yields in Thailand Using Spatial and Longitudinal Data Analysis
Researcher : Sunee Sammatat, Nitaya Boonsith and Krisada Lekdee
Year : 2017

Abstract

The objectives of this research are to propose a model for estimating and detecting rice yields in Thailand, to investigate the factors related to the rice yields, to find the trend, and to construct the maps of rice yields in Thailand. A linear mixed model (LMM) including the spatial effects which follow the conditional autoregressive model (CAR) and the time effects which follow the first-order linear autoregressive (AR(1)) model is proposed. The estimated rice yields are used to construct the rice yield maps in Thailand. The dependent variables are the rice yield in each month of each province. The factors considered are rainfall, average temperatures and regions. The results indicate that the factors enfluencing the rice yields are rainfall, average temperatures and regions (North, Northeast, South, East, West, Central region is a refrence region). The trend also effects the rice yields. The rice yeilds maps are easy for readers to identify which areas have high or low yields and easy to compare the yields among areas by looking at their different colors.

Keywords : Linear Mixed Model (LMM), Rice yields , Rice yields maps, Conditional autoregressive model (CAR) Sptial effects, Spatial data analysis

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง การประมาณและการตรวจติดตามผลผลิตข้าวในประเทศไทย โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลตามยาวและเชิงพื้นที่ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยการสนับสนุนและความช่วยเหลือจากหลายท่าน คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รศ. สุภัทรา โกไศยกานนท์ อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ดร.ไพศาล การถาง คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสถาบันวิจัยและพัฒนา ที่ให้การสนับสนุนการทำงานวิจัยของอาจารย์ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร มาตั้งแต่เริ่มต้น ขอขอบคุณ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ที่เผยแพร่ข้อมูล ที่ใช้ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยฉบับนี้

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย	3
1.5 สมมติฐานของการวิจัย	4
1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย	4
1.7 คำสำคัญของการวิจัย	4
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.9 นิยามคำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	7
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	14
3.1 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล	14
3.2 ขอบเขตของการวิจัย	14
3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	15
บทที่ 4 ผลการวิจัย	18
4.1 ลักษณะทั่วไปของข้อมูลที่ใช้ศึกษา	18
4.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าวในประเทศไทย	22

สารบัญ (ต่อ)

เนื้อหา **หน้า**

4.3 ค่าประมาณผลผลิตข้าวในประเทศไทย 29

4.4 ค่าประมาณอิทธิพลเชิงพื้นที่ 32

4.5 แผนที่ผลผลิตข้าวในแต่ละจังหวัดของประเทศไทย 36

บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 47

5.1 สรุปผลการวิจัย 47

5.2 อภิปรายผลการวิจัย 48

5.3 ข้อเสนอแนะ 50

บรรณานุกรม 51

ภาคผนวก 53

ประวัติผู้วิจัย 86

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1 ผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือนต่อจังหวัด 19
2 ค่าประมาณขนาดอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตข้าว 29
3 ค่าประมาณผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือน ในจังหวัดที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 100,000 ตัน 30
4 อิทธิพลเชิงพื้นที่ของแต่ละจังหวัดที่มีต่อผลผลิตข้าวในประเทศไทย 33

ตารางผนวกที่

1 ค่าประมาณผลผลิตข้าว 54

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	Trace Plot ของ β_1	22
2	Trace Plot ของ β_2	22
3	Trace Plot ของ β_3	23
4	Trace Plot ของ β_4	23
5	Trace Plot ของ β_5	23
6	Trace Plot ของ β_6	23
7	Trace Plot ของ β_7	24
8	Trace Plot ของ β_8	24
9	Trace Plot ของ β_9	24
10	Kernel Density Plot ของ β_1	25
11	Kernel Density Plot ของ β_2	25
12	Kernel Density Plot ของ β_3	25
13	Kernel Density Plot ของ β_4	26
14	Kernel Density Plot ของ β_5	26
15	Kernel Density Plot ของ β_6	26
16	Kernel Density Plot ของ β_7	27
17	Kernel Density Plot ของ β_8	27
18	Kernel Density Plot ของ β_9	27

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
19	ผลผลิตข้าวเดือนมกราคม	37
20	ผลผลิตข้าวเดือนกุมภาพันธ์	38
21	ผลผลิตข้าวเดือนมีนาคม	39
22	ผลผลิตข้าวเดือนเมษายน	40
23	ผลผลิตข้าวเดือนสิงหาคม	41
24	ผลผลิตข้าวเดือนกันยายน	42
25	ผลผลิตข้าวเดือนตุลาคม	43
26	ผลผลิตข้าวเดือนพฤศจิกายน	44
27	ผลผลิตข้าวเดือนธันวาคม	45

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ข้าวเป็นพืชหลักของประเทศไทย ผลิตได้เป็นอันดับที่ 5 ของโลก และส่งออกมากเป็นอันดับที่ 2 ของโลก ประเทศไทยวางแผนที่จะเพิ่มผลผลิตของข้าวโดยตั้งเป้าเพิ่มเนื้อที่เพาะปลูกอีก 500,000 เฮกตอร์จากที่มีอยู่ในปัจจุบัน 9.2 ล้านเฮกเตอร์ (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2557) ปริมาณผลผลิตข้าวแต่ละจังหวัดแตกต่างกัน การประมาณและการตรวจติดตามผลผลิตข้าว การหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าว การหาแนวโน้ม และการสร้างแผนที่แสดงผลผลิตข้าวจึงมีความสำคัญต่อ เกษตรกร ผู้บริหาร และผู้ที่เกี่ยวข้อง สำหรับใช้ในการวางแผนตัดสินใจ กำหนด เนื้อที่เพาะปลูก เพื่อให้ได้รับผลประโยชน์สูงสุด

ข้อมูลผลผลิตข้าวเป็นข้อมูลตามยาว (Longitudinal Data) หมายถึงข้อมูลที่เก็บจากหน่วยตัวอย่างที่ทำการศึกษาซ้ำกันหลายๆ ครั้ง ณ เวลาต่างๆ กัน ช่วยให้สามารถวัดการเปลี่ยนแปลงภายในหน่วยตัวอย่างได้เมื่อเวลาผ่านไป และเมื่อจัดเก็บตามพื้นที่ต่างๆ ข้อมูลนั้นจะมีความสัมพันธ์กันทั้งเชิงเวลาและเชิงพื้นที่ ข้อมูลประเภทนี้พบในงานวิจัยหลายสาขา เช่น ข้อมูลผลผิตพืชไร่ในด้านการเกษตร ข้อมูลผู้ป่วยโรคต่างๆ ในด้านสาธารณสุข ข้อมูลรายได้ครัวเรือนในทางเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น ในการวิเคราะห์ข้อมูลควรจะต้องพิจารณาทั้งความสัมพันธ์เชิงเวลาและความสัมพันธ์เชิงพื้นที่

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ รายงานข้อมูลผลผลิตด้านการเกษตรรายเดือน ทุกๆ ปี ในแต่ละจังหวัด จึงจัดเป็นข้อมูลตามยาว (Longitudinal Data) หมายถึงข้อมูลที่เก็บจากหน่วยตัวอย่างที่ทำการศึกษาซ้ำกันหลายๆ ครั้ง ณ เวลาต่างๆ กัน และข้อมูลที่มีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ด้วย เนื่องจาก จัดเก็บตามพื้นที่ต่างๆ กัน เช่นผลผลิตข้าว ยางพารา มันสำปะหลัง อ้อย รายงานส่วนใหญ่อยู่ในรูปตาราง หรือ แผนภูมิ แบบต่างๆ โดยใช้ข้อมูลดิบ ข้อมูลผลผลิตด้านการเกษตรที่รายงานนี้ สร้างแรงจูงใจให้ ผู้วิจัยค้นคว้าหาตัวแบบการวิเคราะห์ข้อมูลที่เหมาะสมสอดคล้องกับลักษณะของข้อมูลที่มีทั้งความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ และความสัมพันธ์เชิงเวลาที่เกิดจากการเก็บข้อมูลซ้ำ พบว่าตัวแบบที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลประเภทนี้ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายคือ ตัวแบบผสมเชิงเส้นวางนัยทั่วไป (Generalized Linear Mixed Model หรือ GLMM)

ตัวแบบผสมเชิงเส้นวางนัยทั่วไป (Generalized Linear Mixed Model หรือ GLMM) เป็นการยืดขยายของแบบผสมเชิงเส้น (Linear Mixed Model หรือ LMM) เพื่อให้ตัวแปรตามมีการแจกแจงแบบต่างๆ นอกเหนือไปจากการแจกแจงแบบปกติที่เป็นกรณีของตัวแบบ LMM เช่น ตัวแปรตามมีการแจกแจงแบบเบอร์นูลี ที่มีค่า 0 กับ 1 หรือมีการแจกแจงแบบปัวซง
เป็นตัวแบบที่มีความยืดหยุ่นสูง สามารถนำ ตัวแปรสุ่มที่แสดงอิทธิพลเชิงพื้นที่ และเชิงเวลา เข้ามาพิจารณาได้ สำหรับการประมาณพารามิเตอร์ในตัวแบบ GLMM นั้น เทคนิคต่างๆ เช่นเทคนิค Maximum likelihood พร้อมกับอัลกอริธึมเช่น EM, SAEM มักถูกนำมาใช้ใน GLMM [18] - [19] โดยเฉพาะเมื่อตัวแบบมีความซับซ้อนน้อย ภาระด้านการคำนวณค่อนข้างเล็ก
แต่เมื่อตัวแบบมีความซับซ้อนมาก เทคนิค Maximum likelihood ไม่สามารถนำมาใช้ได้ ความก้าวหน้าทางเทคโยโลยีคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันทำให้มีการใช้การประมาณค่าแบบเบย์กันอย่างแพร่หลาย การประมาณค่าแบบเบย์ กำหนดให้พารามิเตอร์ทั้งหมดมีความไม่แน่นอน และมีการใช้เทคนิค MCMC (Wakefield et al, 1994)

อิทธิพลเชิงพื้นที่ เป็นอิทธิพลแฝงที่อยู่ในข้อมูลที่จัดเก็บตามพื้นที่ต่างๆ เกิดจากแนวคิดที่ว่าสิ่งต่างๆ ที่อยู่ใกล้กันย่อมมีความสัมพันธ์กันมากกว่าสิ่งที่อยู่ไกลกัน ตัวแบบที่แสดงอิทธิพลเชิงพื้นที่ ที่ถูกนำไปใช้กันอย่างมากคือ การถดถอยอัตโนมัติแบบมีเงื่อนไข (Conditional Autoregressive Model หรือ CAR) ซึ่งถูกนำเสนอเป็นครั้งแรกโดย Basag (1974) สำหรับอิทธิพลเชิงเวลาเกิดขึ้นจากการวัดซ้ำภายในกลุ่ม มีหลายรูปแบบ ตัวอย่างเช่น First-order Autoregressive (AR(1)), Exchangeable และ Unstructured สำหรับ AR (1) นั้นเป็นกระบวนการที่กำหนดให้ค่าปัจจุบันขึ้นอยู่กับค่าก่อนหน้านี้ สำหรับ Exchangeable ความสัมพันธ์ระหว่างสองค่าสังเกตในหน่วยตัวอย่างเดียวกันจะเท่ากัน และ Unstructured ความสัมพันธ์ระหว่างสองค่าสังเกตในหน่วยตัวอย่างเดียวกันจะแตกต่างกัน

งานวิจัยฉบับนี้จะนำเสนอตัวแบบผสมเชิงเส้น (Linear Mixed Model หรือ LMM) ซึ่งเป็นกรณีเฉพาะของตัวแบบ GLMM เมื่อตัวแปรตาม หรือข้อมูลที่เก็บรวบรวมมีการแจกแจงแบบปกติ โดยใช้ตัวแบบ CAR สำหรับอธิบายอิทธิพลเชิงพื้นที่ และ AR(1) สำหรับอธิบายอิทธิพลเชิงเวลา ซึ่งเป็นตัวแบบที่ยังไม่มีการนำเสนอมาก่อนในประเทศไทย และประมาณค่าด้วยวิธีการของเบย์ สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตข้าวในประเทศไทย เพื่อประมาณและตรวจติดตามผลผลิตข้าว หาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าว หาแนวโน้ม และสร้างแผนที่แสดงผลผลิตข้าวในประเทศไทย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อนำเสนอตัวแบบสำหรับประมาณค่า และตรวจติดตาม ผลผลิตข้าวในประเทศไทย

1.2.2 เพื่อหาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตข้าวในประเทศไทย

1.2.3 เพื่อหาแนวโน้มของผลผลิตข้าว ในประเทศไทย

1.2.4 เพื่อสร้างแผนที่ผลผลิตข้าว ในประเทศไทย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร คือ ผลผลิตข้าวรายเดือน ทุกจังหวัด ของประเทศไทย

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผลผลิตข้าวรายเดือน ทุกจังหวัด ของประเทศไทย ปี 2559

ตัวแปรต้น ปริมาณฝน อุณหภูมิเฉลี่ย และภาค

ตัวแปรตามคือ ผลผลิตข้าวรายเดือน ทุกจังหวัด ของประเทศไทย

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

14.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผลผลิตข้าวปี 2559 เป็นข้อมูลรายเดือน รายจังหวัด เก็บรวบรวมจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ปริมาณฝน อุณหภูมิ รายเดือน รายจังหวัด เก็บรวบรวมจากกรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

ตัวแบบที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ ผลผลิตข้าวในการศึกษาครั้งนี้คือ LMM ที่มีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบ CAR และเชิงเวลา AR(1) รวมอยู่ด้วย การประมาณค่าพารามิเตอร์ใช้

วิธีการของเบย์ โดยเขียนโปรแกรมใน R และ OpenBUGS นำค่าประมาณที่ได้ ไปใช้สร้างแผนที่ผลผลิตข้าว ในประเทศไทย

1.5 สมมติฐานของการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัยคือ ปริมาณฝน อุณหภูมิเฉลี่ย และภาค มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าว

1.6 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

ข้อมูลตามยาวที่จัดเก็บในแต่ละพื้นที่จะมีความสัมพันธ์ทั้งเชิงพื้นที่และเชิงเวลาแอบแฝงอยู่ด้วย ดังนั้น ในการวิเคราห์ข้อมูลประเภทนี้จึงต้องพิจารณาความสัมพันธ์ทั้งสองแบบ ตัวแบบที่เหมาะสมกับข้อมูลประเภทนี้คือตัวแบบ GLMM ที่มีความสัมพันธ์เชิงเวลาและเชิงพื้นที่รวมอยู่ด้วย ตัวแปรต้นคือ ปริมาณฝน อุณหภูมิ ฤดูกาล และ ภาค ตัวแปรตามคือ ผลผลิตข้าว อิทธิพลเชิงสุ่มที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามคือ อิทธิพลเชิงพื้นที่ และอิทธิพลเชิงเวลา รูปแบบอิทธิพลเชิงพื้นที่คือ CAR และรูปแบบอิทธิพลเชิงเวลาคือ AR(1)

1.7 คำสำคัญ

ตัวแบบผสมเชิงเส้น (LMM), ผลผลิตข้าว, แผนที่ผลผลิตข้าว, อิทธิพลเชิงพื้นที่แบบ Conditional autoregressive model (CAR), การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.8.1 ได้ตัวแบบที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลที่มีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่และเชิงเวลารวมอยู่ด้วย ซึ่งตรงกับสภาพความเป็นจริงของข้อมูล

1.8.2 ทราบค่าประมาณผลผลิตข้าวในแต่ละเดือน ของทุกจังหวัด ในประเทศไทย

1.8.3 ทราบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าว

1.8.4 ได้แผนที่แสดงให้เห็นการกระจายของผลผลิตข้าวในแต่ละพื้นที่ว่ามีผลผลิตสูงหรือต่ำ

1.8.5 ผู้บริหาร และ เกษตรกร สามารถนำผลการศึกษา ในการใช้ประกอบการวางแผนตัดสินใจ ในการปลูกข้าว

1.8.6 ตัวแบบที่นำเสนอสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลผลิตพืชไร่ชนิดอื่นๆ ได้

1.8.7 ได้ตัวแบบ ที่ใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาตัวแบบต่อไป

1.9 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

ผลผลิตข้าวในประเทศไทย หมายถึงผลผลิตข้าวนาปี ในประเทศไทย

ข้าวนาปี คือข้าวที่ทำในระหว่างเดือนเมษายนจนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นฤดูการทำนาปรกติ

ภาคเหนือ คือพื้นที่ 9 จังหวัดต่อไปนี้ 1. เชียงราย 2. เชียงใหม่ 3. น่าน 4. พะเยา 5. แพร่ 6. แม่ฮ่องสอน 7. ลำปาง 8. ลำพูน 9. อุตรดิตถ์

ภาคอีสาน คือพื้นที่ 20 จังหวัดต่อไปนี้ 1. กาฬสินธุ์ 2. ขอนแก่น 3. ชัยภูมิ 4. นครพนม 5. นครราชสีมา 6. บึงกาฬ 7. บุรีรัมย์ 8. มหาสารคาม 9. มุกดาหาร 10. ยโสธร 11. ร้อยเอ็ด 12. เลย 13. สกลนคร 14. สุรินทร์ 15. ศรีสะเกษ 16. หนองคาย 17. หนองบัวลำภู 18. อุดรธานี 19. อุบลราชธานี 20. อำนาจเจริญ

ภาคกลาง คือพื้นที่ 21 จังหวัดต่อไปนี้ 1. กำแพงเพชร 2. ชัยนาท 3. นครนายก 4. นครปฐม 5. นครสวรรค์ 6. นนทบุรี 7. ปทุมธานี 8. พระนครศรีอยุธยา 9. พิจิตร 10. พิษณุโลก 11. เพชรบูรณ์ 12. ลพบุรี 13. สมุทรปราการ 14. สมุทรสงคราม 15. สมุทรสาคร 16. สิงห์บุรี 17. สุโขทัย 18. สุพรรณบุรี 19. สระบุรี 20. อ่างทอง 21. อุทัยธานี 22. กรุงเทพมหานคร

ภาคตะวันออก คือพื้นที่ 7 จังหวัดต่อไปนี้ 1. จันทบุรี 2. ฉะเชิงเทรา 3. ชลบุรี 4. ตราด 5. ปราจีนบุรี 6. ระยอง 7. สระแก้ว

ภาคตะวันตก คือพื้นที่ 5 จังหวัดต่อไปนี้ 1. กาญจนบุรี 2. ตาก 3. ประจวบคีรีขันธ์ 4. เพชรบุรี 5. ราชบุรี

ภาคใต้ คือ 14 จังหวัดต่อไปนี้ 1. กระบี่ 2. ชุมพร 3. ตรัง 4. นครศรีธรรมราช 5. นราธิวาส 6. ปัตตานี 7. พังงา 8. พัทลุง 9. ภูเก็ต 10. ระนอง 11. สตูล 12. สงขลา 13. สุราษฎร์ธานี 14. ยะลา

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินการวิจัยเรื่อง การประมาณและการตรวจติดตามผลผลิตข้าวในประเทศไทยโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลตามยาวและเชิงพื้นที่ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ข้อมูลตามยาว (Longitudinal Data)

2.1.2 ตัวแบบผสมเชิงเส้น (Linear mixed model หรือ LMM)

2.1.3 Conditional autoregressive model (CAR)

2.1.4 ตัวแบบเบย์ (Bayesian model)

2.1.5 ผลผลิตข้าวในประเทศไทย

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ข้อมูลตามยาว (Longitudinal Data)

ข้อมูลตามยาวหมายถึง ข้อมูลที่ได้จากหน่วยตัวอย่างที่มีการวัดซ้ำ ณ เวลาต่างๆ กัน ทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลตามเวลา เช่น ข้อมูลผลผลิตข้าวรายจังหวัดเก็บต่อเนื่องกันทุกเดือนเป็นเวลา 1 ปี ทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตในแต่ละเดือนของแต่ละจังหวัด ค่าของข้อมูลเป็นได้ทั้งค่าต่อเนื่อง และไม่ต่อเนื่อง เช่น มีค่าเป็น {0,1} หรือเป็นจำนวนนับ ซึ่งข้อมูลนี้จะสัมพันธ์กับการแจกแจงแบบปกติ แบบโลจิสติกส์ และปัวซง ตามลำดับ ข้อได้เปรียบของการวิเคราะห์ข้อมูลระยะยาวคือ ทำให้เห็นรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลของหน่วยตัวอย่าง เมื่อเวลาผ่านไป และทำให้สามารถหาปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรที่ศึกษาได้

2.1.2 ตัวแบบผสมเชิงเส้น (Linear Mixed Model หรือ LMM)

McCullouch and Searle (2001) อธิบายตัวแบบ LMM สรุปได้ดังนี้ ภายใต้เงื่อนไขการทราบค่าตัวแปรสุ่ม $\mathbf{b}_i$ สมมติให้ตัวแปร y_{it} , $i=1,...,m$ และ $t=1,...,n_i$ มีการแจกแจงแบบปกติ และเป็นอิสระกัน นั่นคือ $y_{it}\,|\,\mathbf{b}_i, v_i \sim \mathrm{N}(\mu_{it}, \sigma_{ij}{}^2)$ ตัวแบบ LMM ที่ตัวแปรตามมีการแจกแจงแบบปกติ นิยามดังนี้

$$\mu_{it} = \mathbf{x}_{it}{}^T\boldsymbol{\beta} + \mathbf{z}_{it}{}^T\mathbf{b}_i \tag{1}$$

เมื่อ $\mathrm{E}(y_{it}\,|\,\mathbf{b}_i, v_i) = \mu_{it}$, $\boldsymbol{\beta}$ คือเวกเตอร์ขนาด $p\times 1$ ของอิทธิพลคงที่ (Fixed effect) ที่สัมพันธ์กับตัวแปรร่วม (Covariates) $\mathbf{x}_{it}$, $\mathbf{b}_i$ คือเวกเตอร์ขนาด $q\times 1$ ของอิทธิพลเชิงสุ่ม (Random effect) สัมพันธ์กับตัวแปรร่วม $\mathbf{z}_{it}$ และ y_{it} คือค่าสังเกตที่เป็นจำนวนนับ โดยทั่วไปจะกำหนดให้ $\mathbf{b}_i \overset{\text{iid}}{\sim} \mathrm{N}(\mathbf{0}, \mathbf{D})$

2.1.3 Conditional Autoregressive Model (CAR)

Banerjee et al. (2004) อธิบายรูปแบบของ CAR ไว้ดังนี้

กำหนดให้ $\mathbf{v} = (v_1,...,v_m)^T$ เป็นเวกเตอร์ของอิทธิพลเชิงสุ่มที่เปลี่ยนแปลงไปตามพื้นที่ $i,\ i=1,...,m$. การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขของ v_i นิยามดังนี้

$$v_i\,|\,\mathbf{v}_{(-i)} \sim \mathrm{N}\left(\sum_{j=1}^{m} b_{ij}v_j, \tau_i{}^2\right) \tag{2}$$

เมื่อ $v_{(-i)} = \{v_j : j \neq i\}$ $\tau_i{}^2$ คือความแปรปรวนแบบมีเงื่อนไข b_{ij} คือค่าคงที่ โดยที่ $b_{ii}=0$ สำหรับ $i=1,...,m$ กำหนดให้ $\mathbf{B}=(b_{ij})$ และ $\mathbf{D}=\mathrm{diag}(\tau_1{}^2,...,\tau_m{}^2)$ โดย Brook's Lemma สามารถเขียนการแจกแจงร่วมของ v_i ทุกตัวได้ดังนี้

$$\mathbf{v} \sim N\left(\mathbf{0}, (\mathbf{I}-\mathbf{B})^{-1}\mathbf{D}\right) \tag{3}$$

หรือ

$$\mathrm{p}(\mathbf{v}) \propto \exp\left\{-\frac{1}{2}\mathbf{v}^T\mathbf{D}^{-1}(\mathbf{I}-\mathbf{B})\mathbf{v}\right\} \tag{4}$$

โดยที่ $\mathrm{E}(\mathbf{v}) = \mathbf{0}$ และ $\mathrm{var}(\mathbf{v}) = (\mathbf{I}-\mathbf{B})^{-1}\mathbf{D}$

$\mathbf{D}^{-1}(\mathbf{I}-\mathbf{B})$ ต้องเป็นเมตริกซ์สมมาตร และจะสมมาตรก็ต่อเมื่อ $\frac{b_{ij}}{\tau_i^{\,2}} = \frac{b_{ji}}{\tau_j^{\,2}}$ สำหรับทุกๆ i, j

ดังนั้นจึงกำหนดให้ $b_{ij} = \frac{w_{ij}}{w_{i+}}$ และ $\tau_i^{\,2} = \frac{\tau^2}{w_{i+}}$ จะได้

$$v_i \mid \mathbf{v}_{(-i)} \sim \mathrm{N}\left(\sum_{j=1}^{m}\frac{w_{ij}v_j}{w_{i+}}, \frac{\tau^2}{w_{i+}}\right) \tag{5}$$

โดย Brook's Lemma จะได้

$$\mathbf{v} \sim N\left(\mathbf{0}, \tau^2(\mathbf{D}_w - \mathbf{W})^{-1}\right) \tag{6}$$

หรือ

$$\mathrm{p}(\mathbf{v}) \propto \exp\left\{-\frac{1}{2\tau^2}\mathbf{v}^T(\mathbf{D}_w - \mathbf{W})\mathbf{v}\right\} \tag{7}$$

เมื่อ $\mathbf{W} = (w_{ij})$ คือเมตริกซ์แสดงน้ำหนักของแต่ละพื้นที่ นิยามดังนี้

w_{ij} = 1 ถ้าพื้นที่ i และ j อยู่ติดกัน โดยที่ $i \neq j$

w_{ij} = 0 ถ้า พื้นที่ i และ j ไม่ได้อยู่ติดกัน

$\mathbf{D}_w = \mathrm{diag}(w_{i+})$ เป็นเมตริกซ์ทแยงมุม ที่มีสมาชิกในแนวเส้นทแยงมุมหลัก (i,i) เท่ากับ $w_{i+} = \sum_j w_{ij}$

2.1.4 ตัวแบบเบย์ (Bayesian Model)

Jiang (2010) และ Congdon (2006) อธิบายวิธีการของเบย์สรุปได้ดังนี้

กำหนดให้ $\mathbf{y}=(y_1,...,y_m)^T$ เป็นเวกเตอร์ของค่าสังเกต และ $\boldsymbol{\theta}=(\theta_1,...,\theta_k)^T$ คือเวกเตอร์ของพารามิเตอร์ ให้ $\mathrm{f}(\mathbf{y}\,|\,\boldsymbol{\theta})$ แทน ฟังก์ชันความน่าจะเป็น (Probability density function) ของ $\mathbf{y}$ เมื่อกำหนดเงื่อนไขว่าทราบค่า $\boldsymbol{\theta}$ ซึ่งมีค่าเท่ากับไลค์ลิฮูด (Likelihood) ของพารามิเตอร์ $\boldsymbol{\theta}$ เมื่อกำหนดเงื่อนไขว่าทราบค่า $\mathbf{y}$ กำหนดให้ $\boldsymbol{\pi}(\boldsymbol{\theta})$ คือการแจกแจงเบื้องต้น (Prior Distribution) ของ $\boldsymbol{\theta}$ ตามกฎของเบย์ (Bayes' rule) จะได้ฟังก์ชันโพสทีเรีย (posterior Distribution) ดังนี้

$$\mathrm{p}(\boldsymbol{\theta}\,|\,\mathbf{y})=\frac{\mathrm{f}(\mathbf{y}\,|\,\boldsymbol{\theta})\boldsymbol{\pi}(\boldsymbol{\theta})}{m(\mathbf{y})} \tag{8}$$

เมื่อ $\mathrm{m}(\mathbf{y})=\int \mathrm{f}(\mathbf{y}\,|\,\boldsymbol{\theta})\boldsymbol{\pi}(\boldsymbol{\theta})\mathrm{d}\boldsymbol{\theta}$ ซึ่งมีค่าคงที่เนื่องจากค่าของ $\mathrm{m}(\mathbf{y})$ ไม่ขึ้นอยู่กับค่าพารามิเตอร์ ดังนั้นจึงสามารถเขียนฟังก์ชันโพสทีเรีย อยู่ในรูปการแปรผันตรงได้ดังนี้

$$\mathrm{p}(\boldsymbol{\theta}\,|\,\mathbf{y})\propto \mathrm{f}(\mathbf{y}\,|\,\boldsymbol{\theta})\boldsymbol{\pi}(\boldsymbol{\theta}) \tag{9}$$

สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ใน (9) นั้นต้องใช้วิธีการเชิงตัวเลข (Numerical Method) เนื่องจากปัญหาอินทริกรัลหลายมิติ ตัวอย่างการประมาณค่าพารามิเตอร์กรณีของ Univariate ค่าประมาณของ θ หาได้จาก ค่าเฉลี่ยของฟังก์ชันโพสทีเรีย (Posterior Mean) ดังนี้

$$\begin{aligned}\mathrm{E}(\theta\,|\,\mathbf{y})&=\int \theta\mathrm{p}(\theta\,|\,\mathbf{y})\mathrm{d}\theta\\&=\frac{\int \theta\mathrm{f}(\mathbf{y}\,|\,\theta)\boldsymbol{\pi}(\theta)\mathrm{d}\theta}{\mathrm{m}(\mathbf{y})}\end{aligned} \tag{10}$$

เมื่อ $\mathrm{m}(\mathbf{y})=\int \mathrm{f}(\mathbf{y}\,|\,\theta)\boldsymbol{\pi}(\theta)\mathrm{d}\theta$.

วิธีการเชิงตัวเลขที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในวิธีการของเบย์คือ การจำลองสถานการณ์ (simulation) แบบมาร์คอฟ เชน มอนต์ คาร์โล (Markov Chain Monte Carlo Method หรือ MCMC) ที่มีการสุ่มตัวอย่างแบบ Gibb Sampling ซึ่งเป็นวิธีที่สร้างลำดับการสุ่มตัวอย่างแบบสุ่มจำนวน G ครั้ง กำหนดให้เป็น $\theta^{(1)}, \theta^{(2)},..., \theta^{(G)}$ นำค่าที่ได้มาใช้ในการประมาณค่าคาดหวังของโพสทีเรีย (Posterior Expected Value) นั่น คือ

$$\mathrm{E}(\theta|\mathbf{y}) = \int_{\theta} \theta\, \mathrm{f}(\theta|\mathbf{y})\, \mathrm{d}\theta \approx \frac{1}{\mathrm{G}} \sum_{g=1}^{G} \theta^{(\mathrm{g})} \quad (11)$$

2.1.5 ผลผลิตข้าวในประเทศไทย

ปีเพาะปลูก 2555/56 ผลผลิตข้าวของประเทศไทย มีปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกรวม 38.0 ล้านตันข้าวเปลือก (ประกอบด้วย ข้าวนาปี ปีเพาะปลูก 2555/56 และข้าวนาปรัง ปี 2556) ลดลงจากปีก่อนร้อยละ 0.3 จากการลดพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปรังเนื่องจากปริมาณน้ำในเขื่อนขนาดใหญ่มีปริมาณน้อยกว่าปี 2555 กรมชลประทานจึงประกาศให้เกษตรกรงดการปลูกในบางพื้นที่ โดยส่งเสริมให้ปลูกพืชอื่นที่ใช้น้ำน้อยกว่าแทน เช่น ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และถั่วเหลือง เป็นต้น ขณะที่ผลผลิตข้าวนาปี มีปริมาณ 27.2 ล้านตันข้าวเปลือก เพิ่มขึ้นจากปีก่อนร้อยละ 5.3 ผลจากโครงการรับจำนำข้าวที่ราคาสูงกว่าราคาตลาดจูงใจให้เกษตรกรปลูกข้าวนาปีที่ให้ผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นสำหรับภาคอีสานมีปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกรวม13.1 ล้านตัน ลดลงร้อยละ 12.9 จากปีก่อน เป็นข้าวนาปี 12.3 ล้านตัน (ข้าวเจ้า 7.0 ล้านตัน เพิ่มขึ้นร้อยละ 5.2ข้าวเหนียว 5.3 ล้านตัน เพิ่มขึ้นร้อยละ 9.7) และข้าวนาปรัง 0.8 ล้านตัน ลดลงสูงถึงร้อยละ 49.0 จากปัญหาภัยแล้งและปริมาณน้ำมีไม่เพียงพอ ซึ่งส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของข้าว (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2557)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Rowhani et al. (2011) ศึกษาการผันแปรของภูมิอากาศที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตของ ข้าว ข้าวโพด และ ข้าวฟ่าง ในประเทศแทนซาเนีย โดยใช้ตัวแบบ LMM ที่มีความสัมพันธ์เชิงเวลาเป็นแบบ AR(1)พบว่าการผันแปรของอุณหภูมิ และปริมาณฝน ในช่วงฤดูเพาะปลูก ส่งผลให้ผลผลิต ข้าว ข้าวโพด และ ข้าวฟ่าง ลดลง

Kucharik and Serbin (2008) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศในปัจจุบันที่มีผลกระทบต่อผลผลิตถั่วเหลือง และข้าวโพดในรัฐ วิสคอนซิน สหรัฐอเมริกา โดยใช้ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) พบว่า อุณหภูมิที่สูงขึ้นในช่วงฤดูร้อนของการเพาะปลูก จะเกิดผลเสียต่อการปลูกข้าวโพด และถั่วเหลือง และจะยิ่งเสียหายมากยิ่งขึ้นหากเกิดภาวะภัยแล้งร่วมด้วย

Silva et al. (2013) ศึกษาการสร้างแผนที่ผลผลิตกาแฟอาหรับ และสารอาหารที่มีอยู่ในกาแฟ ในประเทศบลาซิล โดยใช้ตัวแบบเชิงภูมิศาสตร์ และหาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของสารอาหารใน

กาแฟ พบว่าสารอาหาร แคลเซียม สังกะสี และ โบรอน มีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ และผลผลิตการแฟมีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่เช่นเดียวกัน

Zacarias and Andersson (2011) ประยุกต์ใช้ตัวแบบ GLMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่และเชิงเวลารวมอยู่ด้วย สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลอุบัติการณ์โรคมาลาเรียในจังหวัดมาปูโต (Maputo) เมืองหลวงของประเทศโมซัมบิก (Mozambique)

Lekdee and Ingsrisawang (2013) ประยุกต์ใช้ตัวแบบ GLMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่แบบ CAR รวมอยู่ด้วยกับข้อมูลผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในประเทศไทย นำค่าประมาณความเสี่ยงของการเกิดโรคไปใช้สร้างแผนที่

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องพบว่า ตัวแบบที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลตามยาวและข้อมูลที่มีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ มีรากฐานมาจากตัวแบบ GLMM และในประเทศไทยยังไม่เคยมีการนำตัวแบบนี้มาวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตข้าวซึ่งเป็นพืชหลักของคนไทย และนำผลการวิเคราะห์มาใช้ประมาณและการตรวจติดตามผลผลิตข้าว หาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าว หาแนวโน้ม และสร้างแผนที่แสดงผลผลิตข้าวมาก่อน ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะประยุกต์ใช้ตัวแบบดังกล่าวมาใช้วิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตข้าวในการวิจัยครั้งนี้

อนันต์ พลธานี (2547) ศึกษาการใช้ปุ๋ยพืชสดในสภาพดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและปานกลางในนาหว่านพบว่า การปลูกถั่วเขียวพร้อมข้าว เมื่อถั่วเขียวเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะที่จะออกดอกและมีน้ำขังในนา ถั่วเขียวจะตาย กลายเป็นปุ๋พืชสด มีผลทำให้ผลผลิตข้าวสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีปฏิบัติแบบเดิม ส่วนนาดำ สภาพดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและปานกลาง พบว่าการปลูกโสนแอฟริกันและถั่วพุ่มก่อนปักดำข้าว แล้วไถกลบลงสู่ดินมีผลทำให้ผลผลิตข้าวสูงขึ้น

นิวัฒน์ นภีรงค์ และคณะ (2544) ทำการศึกษาประสิทธิภาพการผลิตข้าวหอมมะลิ พบว่ากรณีที่มีการกระจายของฝนไม่แน่นอน และมีฝนทิ้งช่วงมากกว่า 1 เดือนการใช้เครื่องปลูกแบบ row seeding ชนิดที่ฝังเมล็ดได้ลึกประมาณ 4-6 ซม ใต้ผิวดิน และวิธีหยอดเป็นหลุมจะทำให้ต้นข้าวมีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดได้ดีกว่าและให้ผลผลิตสูงกว่าวิธีหว่านข้าวแห้งและเครื่องปลูกชนิด 4 แถว ซึ่งฝังกลบเมล็ดได้เพียง 1-2 ซม

จากตัวอย่างงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น จะเห็นว่าตัวแบบผสมเชิงเส้นที่มีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่รวมอยู่ด้วย ยังไม่มีการนำมาประยุกต์ใช้กับข้อมูลผลผลิตข้าวในประเทศไทย ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่มาก่อน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำมาใช้วิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตข้าวในครั้งนี้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเรื่อง การประมาณและการตรวจติดตามผลผลิตข้าวในประเทศไทยโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลตามยาวและเชิงพื้นที่ในครั้งนี้ มีวิธีดำเนินการในแต่ละข้อต่อไปนี้

3.1 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล
3.2 ขอบเขตของการวิจัย
3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา เป็นข้อมูลรายเดือนระดับจังหวัด ปี 2559 ประกอบด้วยผลผลิตข้าว เก็บรวบรวมจาก สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) ปริมาณฝน และอุณหภูมิ รวบรวมจากกรมอุตุนิยมวิทยา (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2560) กระทรวงกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

3.2 ขอบเขตการวิจัย

3.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ผลผลิตข้าวรายเดือน ในทุกจังหวัดของประเทศไทย

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผลผลิตข้าวรายเดือน ในทุกจังหวัดของประเทศไทย ปี 2559

3.2.2 ตัวแปรสำหรับการวิจัย

ตัวแปรต้น ปริมาณฝน อุณหภูมิเฉลี่ย และภาค

ตัวแปรตามคือ ผลผลิตข้าวรายเดือน ทุกจังหวัดของประเทศไทย

3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.3.1 ศึกษาหัวเรื่อง ต่อไปนี้

3.3.1.1 ผลผลิตข้าวในประเทศไทยข้าวไทย

3.3.1.2 ข้อมูลตามยาว (Longitudinal Data)

3.3.1.3 ตัวแบบ LMM ซึ่งเป็นตัวแบบที่สามารถประยุกต์ใช้วิเคราะห์ข้อมูลที่ตัวแปรตามมีความสัมพันธ์พื้นที่ และเชิงเวลา ตัวแปรตามมีค่าต่อเนื่อง จึงสมมติให้มีการแจกแจงแบบปกติ

3.3.1.4 ตัวแบบความสัมพันธ์เชิงพื้นที่เป็นแบบ Conditional Autoregressive Model (CAR Model)

3.3.1.3 ตัวแบบความสัมพันธ์เชิงเวลาเป็นแบบ AR(1)

3.3.1.4 การประมาณค่าด้วยวิธีการของเบย์

3.3.1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ตัวแบบ LMM ที่มีอิทธิพลพื้นที่รวมอยู่ด้วย และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับข้าว

3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วิเคราะห์ลักษณะทั่วไปของข้อมูลจากที่ใช้ศึกษา วิเคราะห์ผลผลิตข้าว และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตข้าว

3.3.2.1 การวิเคราะห์ลักษณะทั่วไปของข้อมูลที่ใช้ศึกษา ใช้ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.3.2.2 การประมาณผลผลิตข้าว และวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตข้าว ใช้ตัวแบบ LMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่และเชิงเวลา ประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีการของเบย์ รายละเอียดตัวแบบแสดงดังต่อไปนี้

ตัวแบบที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ ผลผลิตข้าวในการศึกษาครั้งนี้คือ LMM ที่มีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบ CAR และเชิงเวลา AR(1) รวมอยู่ด้วย มีลักษณะดังนี้

สมมติให้ $y_{it} \mid \mathbf{b}_i, v_i \sim \mathrm{N}(\mu_{it}, \sigma^2)$ แทนผลผลิตข้าวในพื้นที่ $i,\ i = 1,...,76$ เวลา ณ เวลา $t = 1,...,9$ ตัวแบบ LMM ใน (1) สามารถยืดขยายให้มีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบ CAR ใน (3) รวมอยู่ด้วย มีรูปแบบดังนี้

$$\mu_{it} = \beta_1 + \beta_2 x_{1it} + \beta_3 x_{2it} + \beta_4 x_{3it} + \beta_5 x_{4it} + \beta_6 x_{5it} + \beta_7 x_{6it} + \beta_8 x_{7it} + \beta_9 t + b_{1i} + b_{2it} + v_i$$

เมื่อ $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7, \beta_8, \beta_9$ คือสัมประสิทธิ์การถดถอยของปัจจัย x_1 (ปริมาณฝน), x_2 (อุณหภูมิ), x_3 (ภาคเหนือ), x_4 (ภาคอีสาน) , x_5 (ภาคใต้) , x_6 (ภาคตะวันออก) , x_7 (ภาคตะวันตก) ตามลำดับ

v_i คืออิทธิพลเชิงสุ่ม ที่มีรูปแบบเป็น CAR และ u_{it} คือความสัมพันธ์เชิงเวลา มีรูปแบบเป็น AR(1) ภายใต้วิธีการของเบย์ ต้องการหนดการแจกแจงเบื้องต้น (Prior Distribution) เป็นแบบ Non-informative คือไม่มีผลต่อ Posterior ให้พารามิเตอร์แต่ละตัวดังนี้

ให้ $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7, \beta_8, \beta_9 \sim N(0, 10000)$ และ $\sigma^2 \sim Inv.Gamma(0.01, 0.01)$

การประมาณค่าพารามิเตอร์ใช้วิธีการของเบย์ โดยเขียนโปรแกรมใน OpenBUGS และ R นำค่าประมาณที่ได้ ไปใช้สร้างแผนที่ผลผลิตข้าว ในประเทศไทย

v_i คืออิทธิพลเชิงพื้นที่ มีการแจกแจงแบบ CAR ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

$$v_i \mid \mathbf{v}_{(-i)} \sim \mathrm{N}\left(\sum_{k=1}^{m} \frac{w_{ik} v_k}{w_{i+}}, \frac{\tau_v^{\,2}}{w_{i+}} \right)$$

และ

$$\mathbf{v} \sim \mathrm{N}\left(\mathbf{0}, \tau_v^{\,2}(\mathbf{D}_w - \mathbf{W})^{-1}\right)$$

หรือ

$$\mathrm{p}(\mathbf{v}) \propto \exp\left\{-\frac{1}{2\tau_v^{\,2}}\mathbf{v}^T(\mathbf{D}_w - \mathbf{W})\mathbf{v}\right\}$$

$\mathbf{W} = (w_{ik})$ คือเมตริกซ์แสดงน้ำหนักของแต่ละพื้นที่ นิยามดังนี้

w_{ij} = 1 ถ้าพื้นที่ i และ k อยู่ติดกัน โดยที่ $i \neq k$

w_{ij} = 0 ถ้า พื้นที่ i และ k ไม่ได้อยู่ติดกัน

$\mathbf{D}_w = \mathrm{diag}(w_{i+})$ เป็นเมตริซ์ทแยงมุม ที่มีสมาชิกในแนวเส้นทะแยงมุมหลัก (i,i) เท่ากับ $w_{i+} = \sum_k w_{ik}$

ภายใต้วิธีการของเบย์ กำหนดการแจกแจง Prior ให้เป็นแบบ Non-informative คือ Prior นั้นไม่มีผลต่อ Posterior ดังนี้

$$b_{1i} \sim N(0, \tau_{b1}^{\,2})$$

$$b_{2it} \sim N(0, \tau_{b2}^{\,2})$$

$$\tau_{b1}^{\,2}, \tau_{b2}^{\,2}, \tau_v^{\,2} \sim InvGamma(0.01, 0.01)$$

การประมาณค่าพารามิเตอร์ ใช้การประมาณแบบเบย์ โดยการเขียนโปรแกรมใน OpenBUGS และ R ซึ่งใช้ Gibbs sampling MCMC ในการประมาณค่าพารามิเตอร์

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยเรื่อง การประมาณและการตรวจติดตามผลผลิตข้าวในประเทศไทยโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลตามยาวและเชิงพื้นที่ในครั้งนี้ มีจุดประสงค์ เพื่อสร้างตัวแบบสำหรับประมาณค่า และตรวจติดตาม ผลผลิตข้าวในประเทศไทย เพื่อหาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตข้าวในประเทศไทย เพื่อหาแนวโน้มของผลผลิตข้าว ในประเทศไทย และ เพื่อสร้างแผนที่ผลผลิตข้าว ในประเทศไทย ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลทุติยภูมิ ผลผลิตข้าวรายเดือนทุกจังหวัด ของประเทศไทย 2559 รวบรวมจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และข้อมูล ปริมาณฝน และอุณหภูมิ รวบรวมจากกรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงได้ดังรายละเอียดในแต่ละข้อต่อไปนี้

4.1 ลักษณะทั่วไปของข้อมูลที่ใช้ศึกษา
4.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าว ในประเทศไทย
4.3 ค่าประมาณผลผลิตข้าว ในประเทศไทย
4.4 ค่าประมาณอิทธิพลเชิงพื้นที่
4.5 แผนที่ผลิตข้าวในแต่ละจังหวัดของประเทศไทย

4.1 ลักษณะทั่วไปของข้อมูลที่ใช้ศึกษา

ผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือนต่อจังหวัดปี 2559 แสดงในตารางที่ 1

จากตารางที่ 1 ที่มีผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือน สูงสุด 10 อันดับแรก เรียงลำดับจากค่ามากที่สุดไปยังค่าน้อยที่สุด คือ ยโสธร (137,678.89) นครสวรรค์ (132,543.89) อำนาจเจริญ (127,300.67) สุรินทร์ (120,748.33) ร้อยเอ็ด (120,078.89) อุบลราชธานี (115,905.22) บุรีรัมย์ (112,752.33) สุพรรณบุรี (102,753.33) พิจิต (97,322.78) มหาสารคราม (79,587.33) ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือนต่อจังหวัด

จังหวัด	ผลผลิตข้าว (ตัน)	
	เฉลี่ยต่อเดือน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ยโสธร	137,678.89	401,337.83
นครสวรรค์	132,543.89	166,587.77
อำนาจเจริญ	127,300.67	307,494.97
สุรินทร์	120,748.33	299,541.38
ร้อยเอ็ด	120,078.89	358,295.65
อุบลราชธานี	115,905.22	340,589.92
บุรีรัมย์	112,752.33	292,152.66
สุพรรณบุรี	102,753.33	99,015.36
พิจิต	97,322.78	149,214.35
มหาสารคราม	79,587.33	228,932.16
พิษณุโลก	79,471.89	110,883.16
กำแพงเพชร	75,977.89	75,924.59
ขอนแก่น	72,929.33	205,155.02
เชียงราย	72,620.89	202,299.17
อุดรธานี	68,222.67	168,539.89
สกลนคร	67,221.00	178,841.93
เพชรบูรณ์	61,170.11	113,531.74
กาฬสินธุ์	58,106.67	155,448.66
ชัยภูมิ	54,650.33	146,363.32
ชัยนาท	50,352.11	57,631.10
พระนครศรีอยุธยา	49,657.78	56,215.23
นครพนม	49,433.00	137,924.53
ชุมพร	48,756.56	144,012.59
สุโขทัย	46,047.44	51,457.54
ฉะเชิงเทรา	42,639.44	41,998.50
ศีรสะเกษ	35,206.33	102,554.23

ตารางที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	ผลผลิตข้าว (ตัน)	
	เฉลี่ยต่อเดือน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ลพบุรี	34,981.56	38,997.48
พะเยา	30,981.56	87,559.39
อุทัยธานี	30,330.67	44,736.21
เชียงใหม่	29,217.67	63,784.84
อุตรดิตถ์	27,118.78	41,781.81
นครปฐม	26,940.33	27,793.53
ปทุมธานี	24,843.00	18,798.28
กาญจนบุรี	24,808.44	58,171.99
หนองบัวลำภู	23,487.33	54,977.05
นครนายก	22,792.56	38,399.03
เพชรบุรี	22,736.33	41,325.64
อ่างทอง	22,199.00	26,328.77
ลำปาง	21,795.56	56,468.23
ราชบุรี	20,934.33	45,721.13
สระบุรี	20,889.89	24,783.21
มุกดาหาร	20,112.67	57,502.95
สิงห์บุรี	19,999.56	24,551.96
สระแก้ว	19,014.33	47,248.29
หนองคาย	18,447.00	50,249.85
ปราจีนบุรี	16,737.11	17,684.54
แพร่	16,167.22	37,168.57
นครศรีธรรมราช	14,317.67	15,409.79
เลย	13,531.89	34,906.62
สงขลา	11,866.78	23,417.84
น่าน	11,657.22	32,060.67

ตารางที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	ผลผลิตข้าว (ตัน)	
	เฉลี่ยต่อเดือน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ตาก	9,705.67	22,545.81
นนทบุรี	6,930.78	6,973.90
ลำพูน	6,885.67	19,386.27
แม่ฮ่องสอน	6,731.56	16,184.02
พัทลุง	6,293.78	11,672.04
กรุงเทพมหานคร	5,910.67	7,492.87
ชลบุรี	3,550.33	4,271.02
ปัตตานี	3,381.56	6,393.36
นราธิวาส	2,313.22	6,716.70
สมุทรปราการ	1,760.67	2,660.70
ประจวบคีรีขันธ์	1,231.22	1,467.91
สตูล	1,083.78	3,166.73
ยะลา	1,036.00	2,611.17
ระยอง	858.78	1,687.20
จันทบุรี	787.11	1,933.07
ตราด	723.44	1,829.25
สมุทรสาคร	623.33	719.54
ตรัง	527.56	1,052.97
สมุทรสงคราม	279.00	743.83
นครราชสีมา	257.67	370.71
กระบี่	228.22	403.33
ระนอง	206.00	345.01
พังงา	47.00	97.66
สุราษฎร์ธานี	41.22	78.92
ภูเก็ต	3.78	11.33

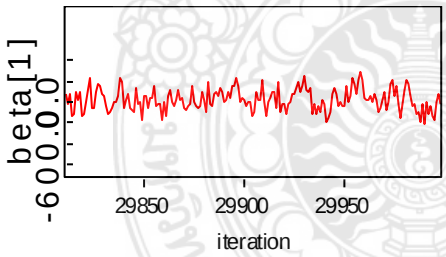
ตารางที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	ผลผลิตข้าว (ตัน)	
	เฉลี่ยต่อเดือน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
รวมทั้งประเทศ	35,347.92	75,297.19

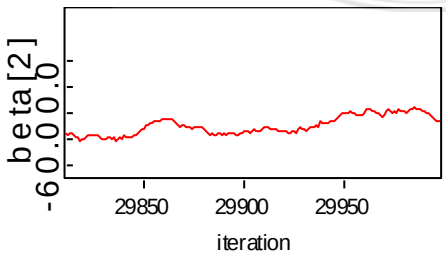
4.2. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าวในประเทศไทย

4.2.1 การลู่เข้าของ MCMC

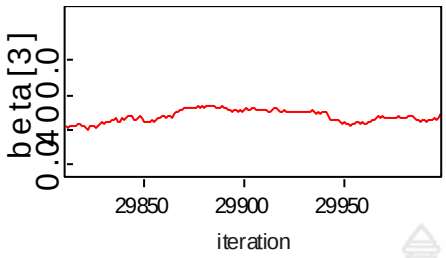
การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ LMM ด้วยวิธีการของเบย์ ที่ใช้การจำลองสถานการณ์แบบ MCMC นั้น จะต้องตรวจสอบการลู่เข้าสู่การแจงแจกใดการแจกแจงหนึ่งของพารามิเตอร์แต่ละตัว โดยพิจารณาจากกราฟของ Trace Plot และ Kernel Density Plot จากการจำลองสถานการณ์ MCMC 30000 รอบ โดยตัด 10000 รอบแรกทิ้ง ได้กราฟ Trace Plot ดังภาพที่ 1-8, Kernel Density Plot ดังภาพที่ 9-16



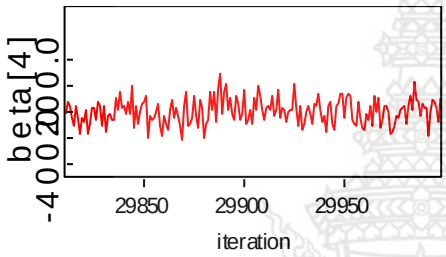
ภาพที่ 1 Trace Plot ของ β_1



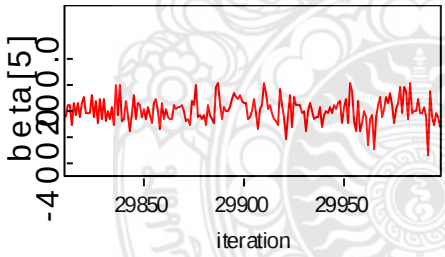
ภาพที่ 2 Trace Plot ของ β_2



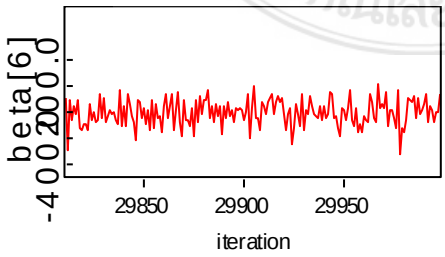
ภาพที่ 3 Trace Plot ของ β_3



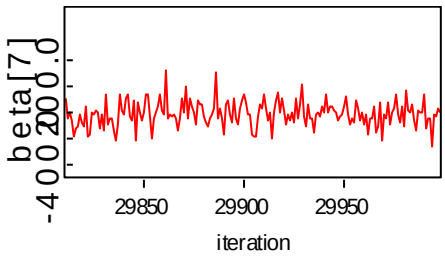
ภาพที่ 4 Trace Plot ของ β_4



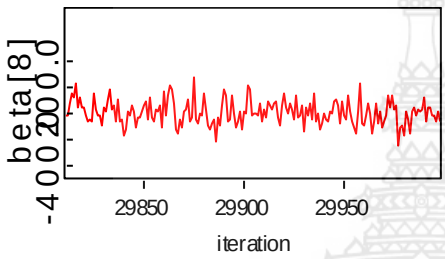
ภาพที่ 5 Trace Plot ของ β_5



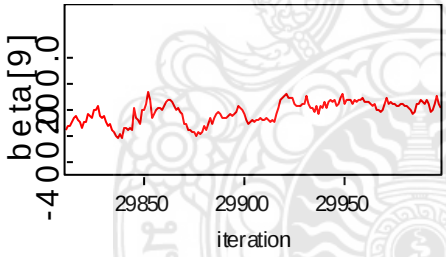
ภาพที่ 6 Trace Plot ของ β_6



ภาพที่ 7 Trace Plot ของ β_7

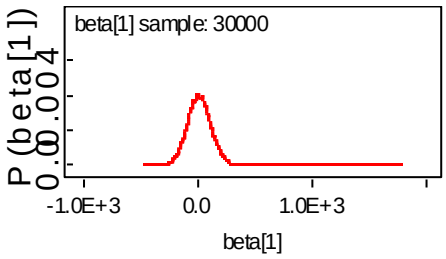


ภาพที่ 8 Trace Plot ของ β_8

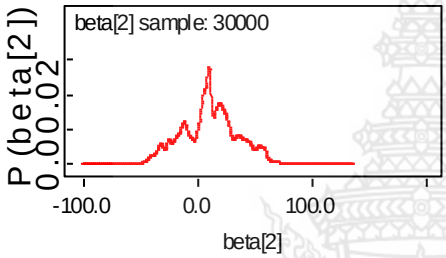


ภาพที่ 9 Trace Plot ของ β_9

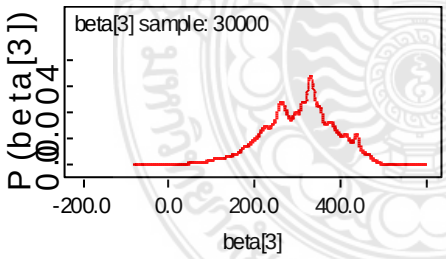
จากภาพที่ 1 ถึงภาพที่ 9 กราฟของ Trace Plot แกว่งขึ้นลง เป็นแนวเส้นตรง แสดงว่าพารามิเตอร์แต่ละตัวลู่เข้าหาการแจกแจงใดการแจกแจงหนึ่ง ทำให้หาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพารามิเตอร์แต่ละตัวนั้นได้



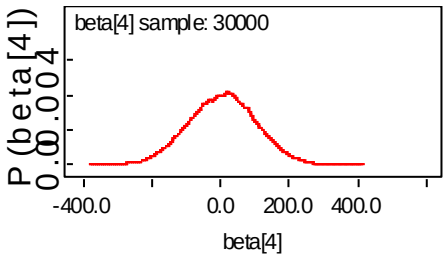
ภาพที่ 10 Kernel Density Plot ของ β_1



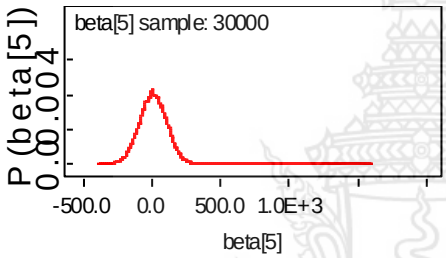
ภาพที่ 11 Kernel Density Plot ของ β_2



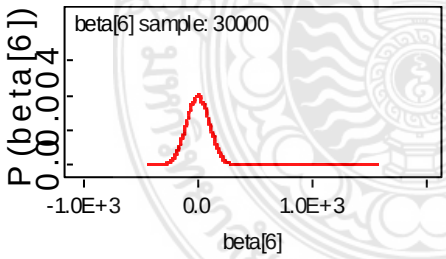
ภาพที่ 12 Kernel Density Plot ของ β_3



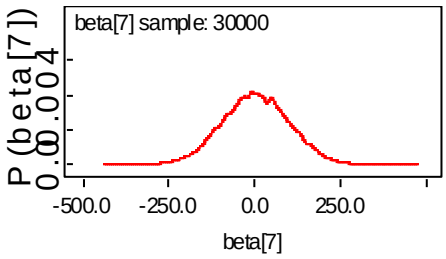
ภาพที่ 13 Kernel Density Plot ของ β_4



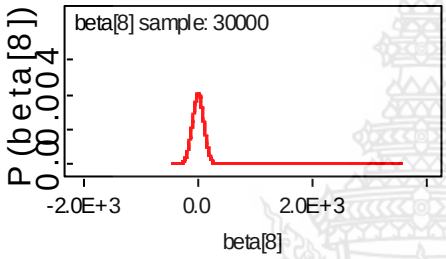
ภาพที่ 14 Kernel Density Plot ของ β_5



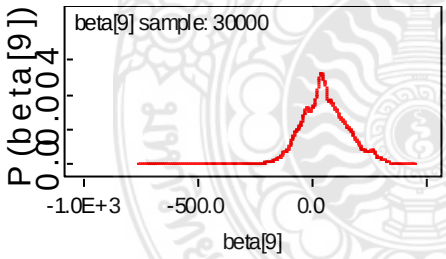
ภาพที่ 15 Kernel Density Plot ของ β_6



ภาพที่ 16 Kernel Density Plot ของ β_7



ภาพที่ 17 Kernel Density Plot ของ β_8



ภาพที่ 18 Kernel Density Plot ของ β_9

จากภาพที่ 10 ถึงภาพที่ 18 กราฟของ Kernel Density Plot เรียบ ไม่ขลุขละ แสดงว่า พารามิเตอร์แต่ละตัวลู่เข้าหาการแจกแจงใดการแจกแจงหนึ่ง ทำให้หาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพารามิเตอร์แต่ละตัวนั้นได้

4.2.2 ค่าประมาณขนาดอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตข้าว

ค่าประมาณขนาดอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือนแสดงในตารางที่ 2

จากตารางที่ 2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าวคือ ปริมาณฝน อุณหภูมิเฉลี่ย ภาคเหนือ ภาคอีสาน ภาคใต้ ภาคตะวันตกออก ภาคตะวันตก เมื่อภาคกลางเป็นภาคที่ใช้อ้างอิง (Reference region) รวมทั้งมีอิทธิพลของแนวโน้ม

ถ้าปริมาณฝน เพิ่มขึ้น 1 มม ผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือนจะเพิ่มขึ้น 5.80 ตัน ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ย เพิ่มขึ้น 1 เซลเซียส ผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือนจะเพิ่มขึ้น 311.50 ตัน ที่อยู่ภาคเหนือ มีผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือนสูงกว่ากว่า ภาคกลาง 4.69 ตัน ที่อยู่ภาคอีสาน มีผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือนสูงกว่าภาคกลาง 5.51 ตัน ที่อยู่ภาคใต้ มีผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือนน้อยกว่าภาคกลาง 1.22 ตัน ที่อยู่ภาคตะวันออก มีผลผลิตสูงกว่า ภาคกลาง 2.24 ตัน และ ที่อยู่ภาคตะวันตก มีผลผลิตน้อยกว่า ภาคกลาง 2.10 ตัน

เมื่อเรียงตามลำดับค่าประมาณอิทธิพลของภาคที่มีต่อผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือนจากมากไปน้อย เรียงได้ดังนี้ ภาคอีสาน ภาคเหนือ ภาคตะวันออก ภาคกลาง ภาคใต้ และภาคตะวันตก ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ค่าประมาณขนาดอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตข้าว

ปัจจัย	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
β_1(Intercept)	8.75	100.90	-187.70	211.70
β_2(ปริมาณฝน)	5.80	21.82	-36.26	50.70
β_3(อุณหภูมิเฉลี่ย)	311.50	79.82	133.30	449.90
β_4(ภาคเหนือ)	4.69	97.96	-186.40	194.50
β_5(ภาคอีสาน)	5.51	98.33	-187.00	198.30
β_6(ภาคใต้)	-1.22	100.30	-196.20	194.60
β_7(ภาคตะวันออก)	2.24	100.10	-193.90	199.60
β_8(ภาคตะวันตก)	-2.10	100.40	-200.30	192.60
ภาคกลาง (ภาคอ้างอิง)	.	.	.	.
β_9(แนวโน้ม)	62.75	99.49	-118.00	277.50

4.3 ค่าประมาณผลผลิตข้าวในประเทศไทย

ค่าประมาณ ผลผลิตข้าวเฉลี่ยแต่ละเดือน ในจังหวัดที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 100,000 ตัน แสดงในตารางที่ 3 ค่าประมาณผลผลิตข้าวแต่ละเดือน ในทุกจังหวัดแสดงในผนวกตารางที่ 1

จากตารางที่ 3 พบว่า จังหวัดที่มีค่าประมาณผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือนสูง 10 อันดับแรก เรียงลำดับจากมากสุดถึงน้อยสุด ดังนี้ ยโสธร เดือนพฤศจิกายน (1,205,000) ร้อยเอ็ด เดือนพฤศจิกายน (1,073,000) อุบลราชธานี เดือนพฤศจิกายน (1,022,000) อำนาจเจริญ เดือนพฤศจิกายน (932,600) สุรินทร์ เดือนพฤศจิกายน (903,600) บุรีรัมย์ เดือนพฤศจิกายน (881,300) มหาสารคราม เดือนพฤศจิกายน (688,100) ขอนแก่น เดือนพฤศจิกายน (617,500) เชียงราย เดือนพฤศจิกายน (610,000) สกลนคร เดือนพฤศจิกายน (539,500) ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ค่าประมาณผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือน ในจังหวัดที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 100,000 ตัน

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
ยโสธร	พฤศจิกายน	1,205,000	10,240	1,172,000	1,213,000
ร้อยเอ็ด	พฤศจิกายน	1,073,000	9,981	1,042,000	1,081,000
อุบลราชธานี	พฤศจิกายน	1,022,000	9,474	992,200	1,030,000
อำนาจเจริญ	พฤศจิกายน	932,600	8,915	906,300	940,700
สุรินทร์	พฤศจิกายน	903,600	8,618	878,000	911,500
บุรีรัมย์	พฤศจิกายน	881,300	8,867	853,900	889,400
มหาสารคราม	พฤศจิกายน	688,100	8,151	665,000	696,600
ขอนแก่น	พฤศจิกายน	617,500	7,541	597,100	625,800
เชียงราย	พฤศจิกายน	610,000	7,460	589,500	618,700
สกลนคร	พฤศจิกายน	539,500	7,135	520,400	548,000
อุดรธานี	พฤศจิกายน	508,700	6,998	489,500	517,600
นครสวรรค์	พฤศจิกายน	507,400	7,031	489,100	516,100
พิจิต	พฤศจิกายน	473,700	7,016	454,900	482,900
กาฬสินธุ์	พฤศจิกายน	468,800	6,965	450,300	477,700
ชัยภูมิ	พฤศจิกายน	441,400	6,818	423,900	450,700
ชุมพร	พฤศจิกายน	431,800	6,749	415,000	441,000
นครพนม	พฤศจิกายน	415,600	6,651	399,000	424,500
เพชรบูรณ์	พฤศจิกายน	356,300	6,522	339,800	365,500
พิษณุโลก	พฤศจิกายน	348,400	6,511	332,800	357,900
ศีรสะเกษ	พฤศจิกายน	307,800	6,392	291,900	317,600
นครสวรรค์	ธันวาคม	285,000	6,375	269,700	294,700

ตารางที่ 3 (ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
พะเยา	พฤศจิกายน	263,500	6,236	249,100	273,300
สุพรรณบุรี	ธันวาคม	254,700	6,422	239,200	264,700
สุพรรณบุรี	สิงหาคม	232,200	6,222	217,800	242,200
เชียงใหม่	พฤศจิกายน	194,200	6,236	180,400	204,600
กำแพงเพชร	ธันวาคม	193,200	6,221	178,800	203,200
สุพรรณบุรี	กันยายน	183,800	6,146	169,900	194,000
กำแพงเพชร	พฤศจิกายน	175,100	6,300	161,400	185,800
กาญจนบุรี	ธันวาคม	174,300	6,141	161,000	185,100
พระนครศรีอยุธยา	กันยายน	174,000	6,180	160,600	184,400
มุกดาหาร	พฤศจิกายน	172,900	6,155	159,200	183,000
ลำปาง	พฤศจิกายน	171,200	6,085	157,500	181,200
สุรินทร์	ธันวาคม	168,400	6,210	155,300	179,200
หนองบัวลำภู	พฤศจิกายน	163,600	6,164	150,100	174,000
อำนาจเจริญ	ธันวาคม	159,900	6,138	146,700	170,700
หนองคาย	พฤศจิกายน	151,800	6,104	138,900	162,600
ชัยนาท	กันยายน	148,900	6,156	136,100	159,800
พิจิตร	ธันวาคม	145,500	6,082	132,500	156,200
ชัยนาท	ธันวาคม	142,600	6,213	129,700	153,600
สระแก้ว	พฤศจิกายน	142,200	6,373	128,600	152,800
สุโขทัย	พฤศจิกายน	141,400	6,290	128,300	152,400
ราชบุรี	ธันวาคม	138,000	6,063	124,700	148,700

ตารางที่ 3 (ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
อุทัยธานี	ธันวาคม	133,100	6,052	120,300	144,300
ฉะเชิงเทรา	พฤศจิกายน	131,400	6,281	117,900	142,100
บุรีรัมย์	ธันวาคม	128,400	6,156	116,000	139,000
กำแพงเพชร	กันยาน	127,200	5,978	113,800	137,800
นครสวรรค์	มกราคม	125,700	6,130	112,700	136,800
เพชรบุรี	ธันวาคม	123,500	6,227	110,200	134,300
พิษณุโลก	ตุลาคม	123,000	6,209	110,400	133,500
นครนายก	ธันวาคม	120,500	5,985	107,800	131,100
อุตรดิตถ์	พฤศจิกายน	119,300	5,906	106,900	130,400
สุโขทัย	ธันวาคม	110,900	6,154	98,010	121,900
แพร่	พฤศจิกายน	110,100	6,312	96,730	121,000
ลพบุรี	ธันวาคม	109,300	6,207	95,960	119,900
นครสวรรค์	กันยาน	106,400	6,058	93,790	117,300
เลย	พฤศจิกายน	105,700	6,091	93,270	116,900
สุพรรณบุรี	พฤศจิกายน	101,200	5,943	88,890	112,200

4.4 ค่าประมาณอิทธิพลเชิงพื้นที่

อิทธิพลเชิงพื้นที่ของแต่ละจังหวัดที่มีผลผลิตข้าวในประเทศไทย แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 อิทธิพลเชิงพื้นที่ของแต่ละจังหวัดที่มีต่อผลผลิตข้าวในประเทศไทย

จังหวัด	อิทธิพลเชิงพื้นที่			
	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credibel Interval	
เพชรบุรี	28.09	400.20	-348.30	572.00
สุราษฎร์ธานี	27.13	366.30	-320.30	568.80
สระบุรี	26.65	395.80	-363.10	601.10
นครราชสีมา	26.62	370.10	-322.50	535.50
นครสวรรค์	25.48	346.30	-305.10	522.30
หนองคาย	25.44	364.70	-346.40	581.10
ฉะเชิงเทรา	24.66	348.50	-318.60	512.40
ปทุมธานี	21.67	322.10	-311.70	462.90
เชียงใหม่	19.70	304.90	-308.20	432.20
กาฬสินธุ์	17.68	303.50	-312.60	397.30
พัทลุง	16.76	285.00	-308.60	404.60
สมุทรสงคราม	15.05	298.90	-320.10	413.40
ตาก	13.50	276.30	-280.10	340.20
ชลบุรี	12.51	330.60	-399.00	469.00
ราชบุรี	6.23	238.40	-229.70	257.10
อำนาจเจริญ	2.43	163.80	-160.10	180.40
สระแก้ว	2.38	180.90	-169.90	205.80
ศรีสะเกษ	2.21	142.20	-133.70	162.30
นครพนม	1.20	122.60	-126.80	147.00
พิจิตร	1.05	256.30	-263.60	287.40
เชียงราย	1.02	117.40	-120.30	140.80
อ่างทอง	0.61	109.90	-121.50	133.90
สุรินทร์	0.55	164.40	-170.10	187.60
เพชรบูรณ์	-0.44	195.00	-223.50	227.10
นครปฐม	-0.72	130.40	-150.90	147.50
กรุงเทพฯ	-0.80	121.20	-138.80	145.80

ตารางที่ 4 (ต่อ)

จังหวัด	อิทธิพลเชิงพื้นที่			
	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credibel Interval	
พะเยา	-0.88	155.90	-188.40	194.10
อุบลราชธานี	-0.90	122.90	-141.10	147.80
ลพบุรี	-1.17	134.70	-138.60	138.90
พระนครศรีอยุธยา	-1.18	96.85	-127.00	125.60
สุพรรณบุรี	-1.36	134.00	-153.30	155.40
แพร่	-1.83	126.90	-141.90	145.90
ลำปาง	-2.13	111.30	-137.80	123.50
มุกดาหาร	-2.40	206.60	-223.10	248.80
นครศรีธรรมราช	-3.53	108.00	-133.00	115.90
พิษณุโลก	-3.54	134.60	-165.00	130.50
ประจวบคีรีขันธ์	-4.23	121.70	-154.30	134.40
ยโสธร	-4.24	131.20	-157.10	140.80
กาญจนบุรี	-4.40	132.30	-158.20	141.60
พังงา	-4.42	152.40	-192.90	164.30
ภูเก็ต	-4.82	149.20	-179.20	160.70
สตูล	-4.83	119.10	-145.50	121.10
น่าน	-4.98	111.80	-147.70	123.50
สุโขทัย	-5.07	134.10	-163.80	138.80
ชุมพร	-5.31	127.20	-153.20	127.90
สกลนคร	-5.54	116.60	-150.00	123.80
ชัยนาท	-5.57	108.40	-149.20	112.60
มหาสารคาม	-6.07	158.20	-196.90	155.50
ร้อยเอ็ด	-6.13	137.50	-163.40	126.40
เลย	-6.24	175.90	-217.60	164.90
อุทัยธานี	-6.30	117.40	-159.40	104.00
สมุทรปราการ	-6.30	126.90	-161.50	122.90
กำแพงเพชร	-6.94	155.50	-203.90	141.60

ตารางที่ 4 (ต่อ)

จังหวัด	อิทธิพลเชิงพื้นที่			
	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credibel Interval	
ขอนแก่น	-7.28	144.70	-183.90	126.30
จันทบุรี	-7.40	157.00	-193.30	145.50
ปราจีนบุรี	-7.53	131.20	-172.00	119.80
ตรัง	-7.69	165.10	-203.00	160.30
สมุทรสาคร	-7.79	163.70	-215.60	150.70
ปัตตานี	-7.96	150.40	-180.10	131.20
แม่ฮ่องสอน	-7.98	134.20	-195.90	121.70
อุตรดิตถ์	-8.06	173.90	-218.20	164.60
ระยอง	-8.19	157.40	-187.70	151.10
นครนายก	-8.41	145.40	-193.40	135.20
ชัยภูมิ	-8.43	156.30	-202.50	144.60
ลำพูน	-8.93	149.00	-188.40	125.80
กระบี่	-8.97	168.90	-206.40	145.50
ระนอง	-9.13	156.60	-187.30	120.10
นนทบุรี	-9.49	181.50	-240.00	162.80
สิงห์บุรี	-9.53	186.00	-213.00	165.60
สงขลา	-9.53	196.40	-244.30	185.80
ยะลา	-9.56	163.80	-211.90	144.20
ตราด	-10.04	165.20	-216.10	150.00
อุดรธานี	-10.10	157.70	-200.40	143.20
บุรีรัมย์	-10.68	179.90	-235.40	161.80
นราธิวาส	-11.12	203.80	-248.60	177.00
หนองบัวลำภู	-12.56	189.20	-252.40	155.00

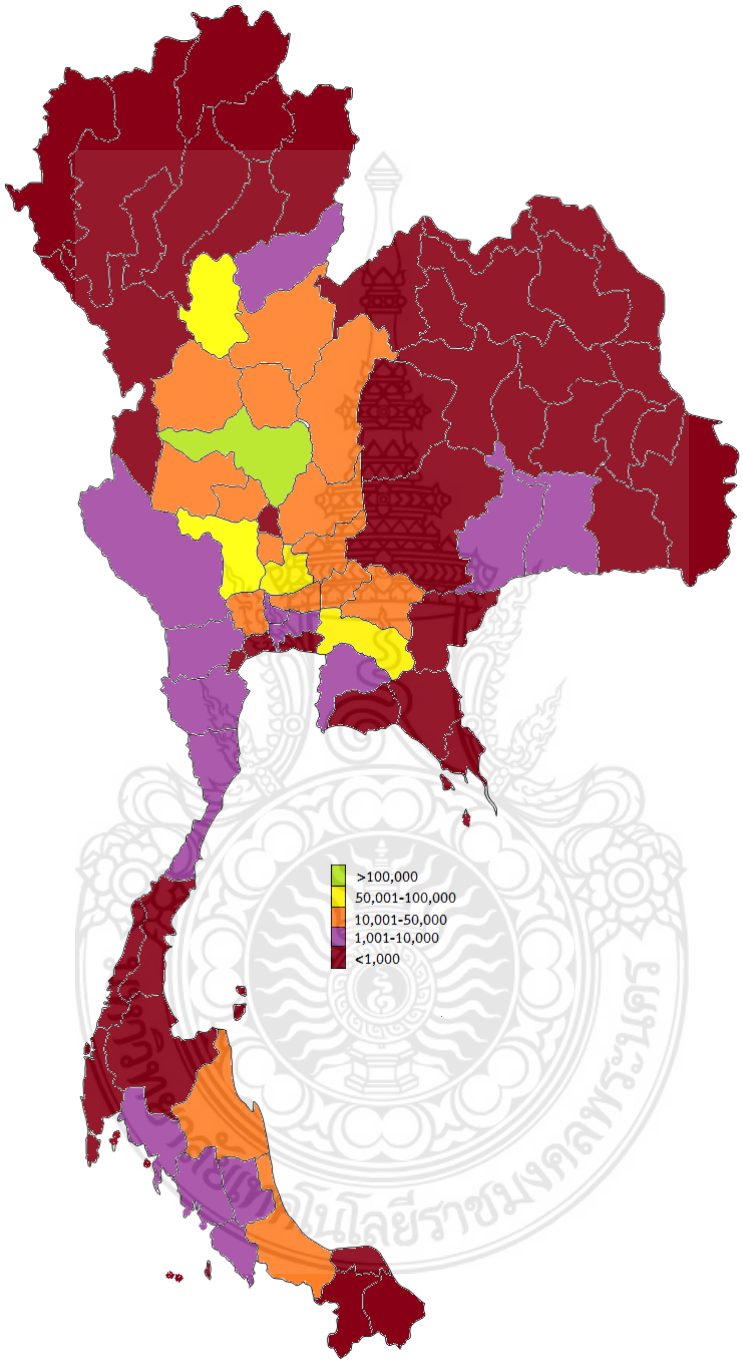
จากตารางที่ 4 พบว่า อิทธิพลเชิงพื้นที่ของจังหวัดที่มีต่อผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือนในประเทศไทยสูงสุด 10 อันดับแรก เรียงลำดับจากมากสุดถึงน้อยสุด คือ เพชรบุรี (28.09) สุราษฎร์ธานี (27.13) สระบุรี (26.65) นครราชสีมา (26.62) นครสวรรค์ (25.48) หนองคาย (25.44) ฉะเชิงเทรา (24.66) ปทุมธานี (21.67) เชียงใหม่ (19.70) กาฬสินธุ์ (17.68) ตามลำดับ

4.5 แผนที่ผลผลิตข้าวในแต่ละจังหวัดของประเทศไทย

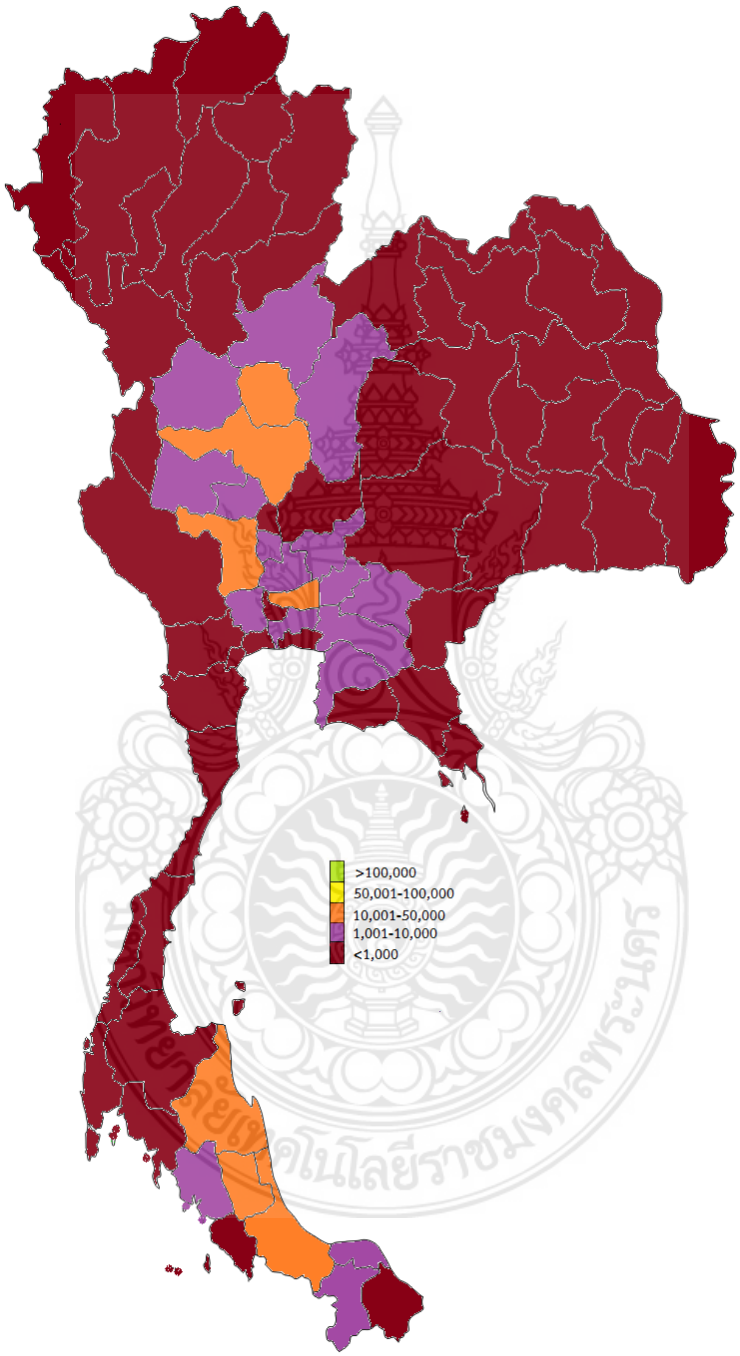
แผนที่แสดงผลผลิตข้าวในแต่ละจังหวัดของประเทศไทยแต่ละเดือน ปี 2559 แสดงดังภาพที่ 19-27 ตามลำดับดังนี้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

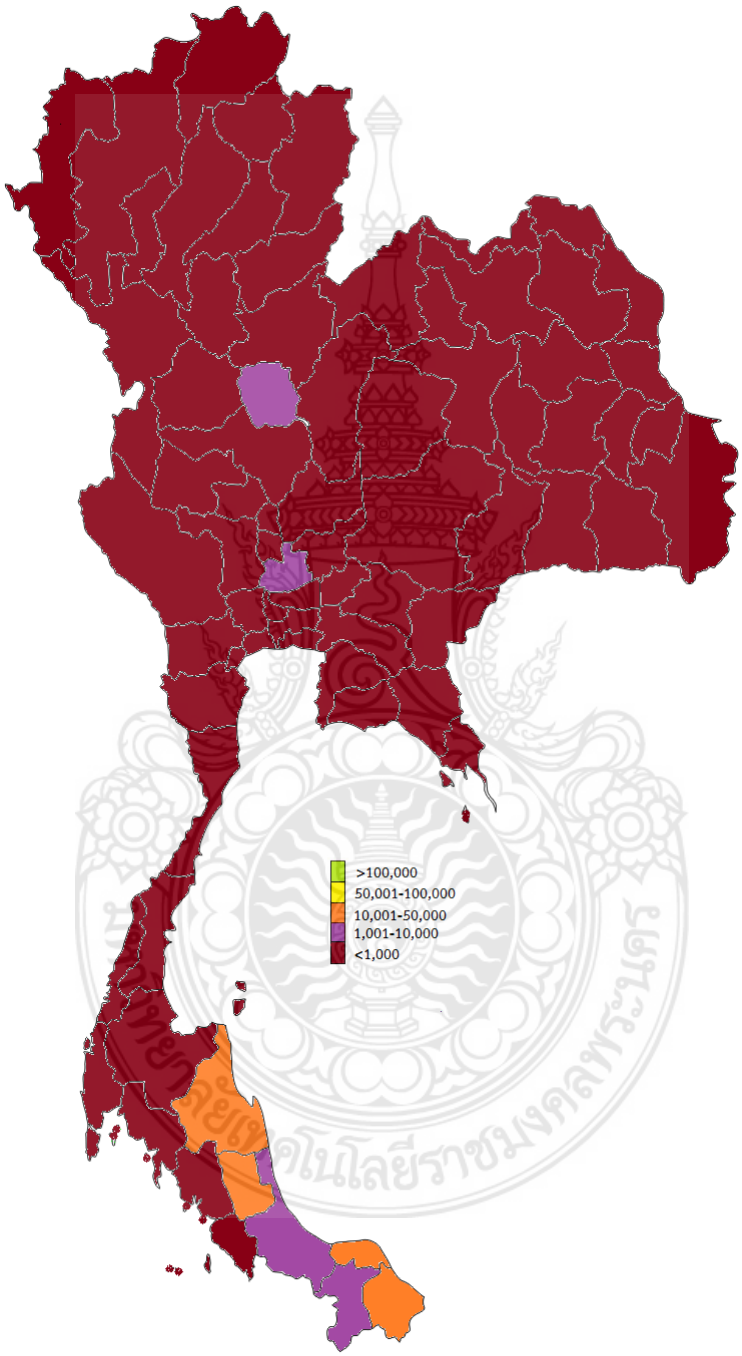
ภาพที่ 19 ผลผลิตข้าวเดือนมกราคม



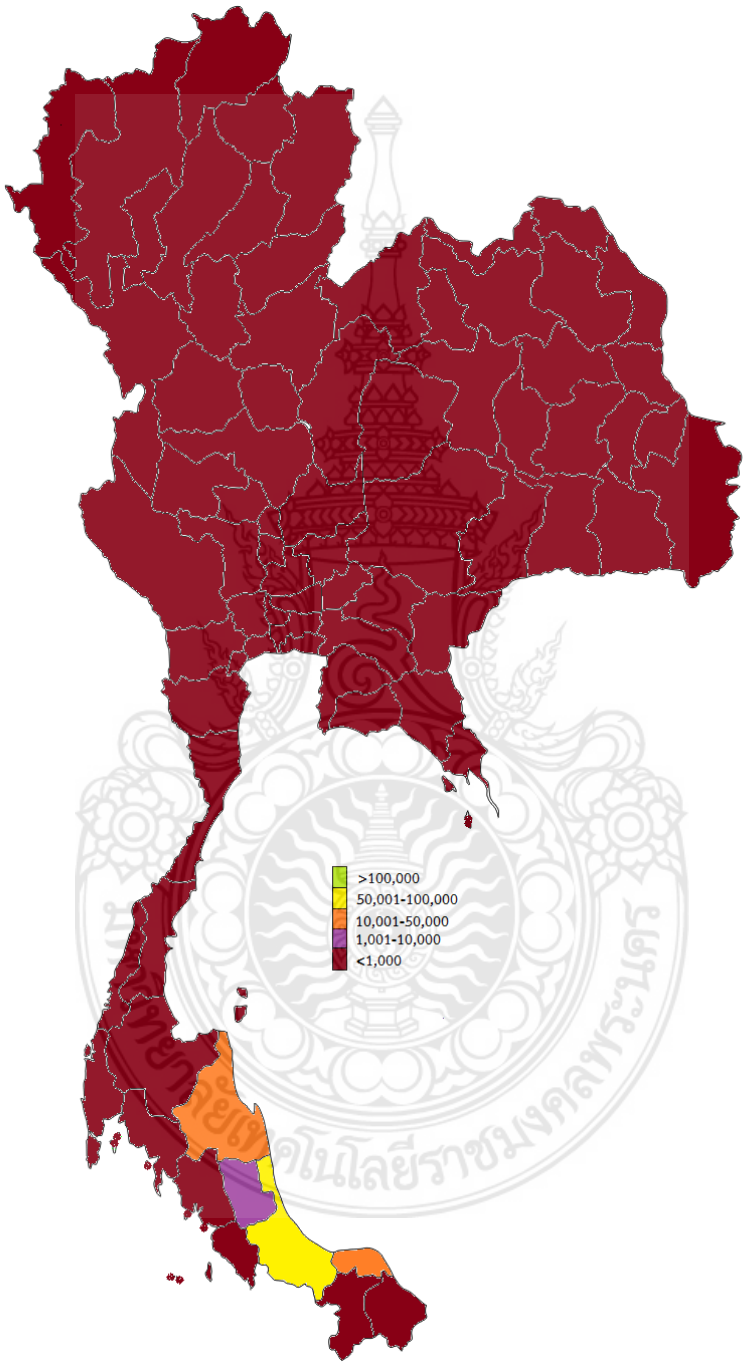
ภาพที่ 20 ผลผลิตข้าวเดือนกุมภาพันธ์



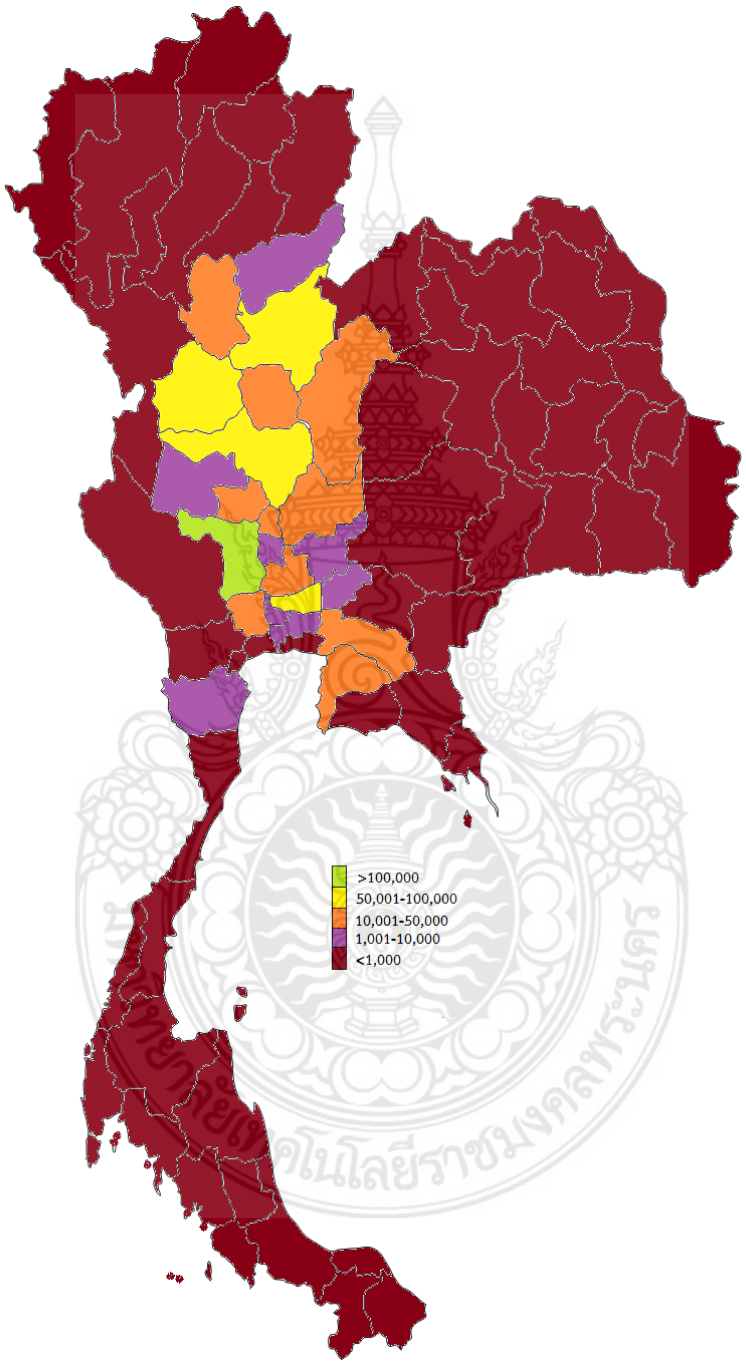
ภาพที่ 21 ผลผลิตข้าวเดือนมีนาคม



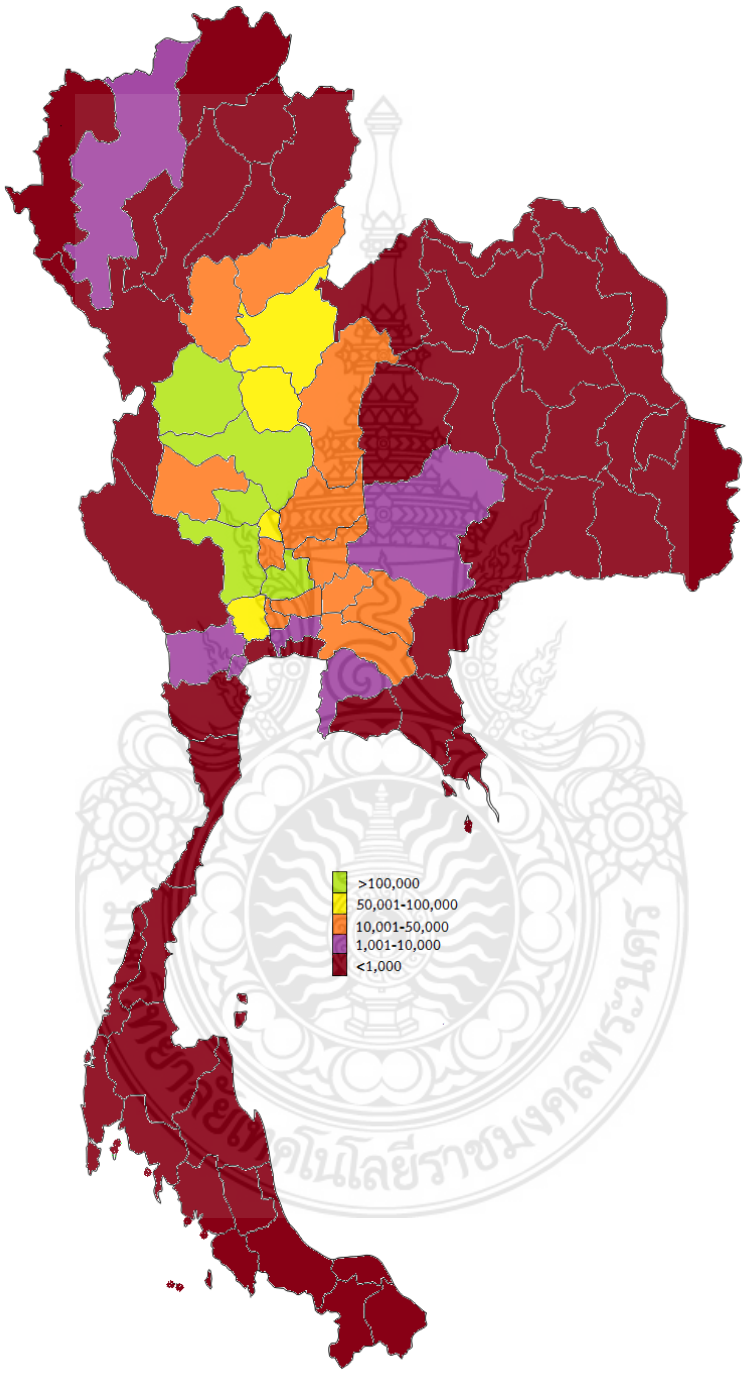
ภาพที่ 22 ผลผลิตข้าวเดือนเมษายน



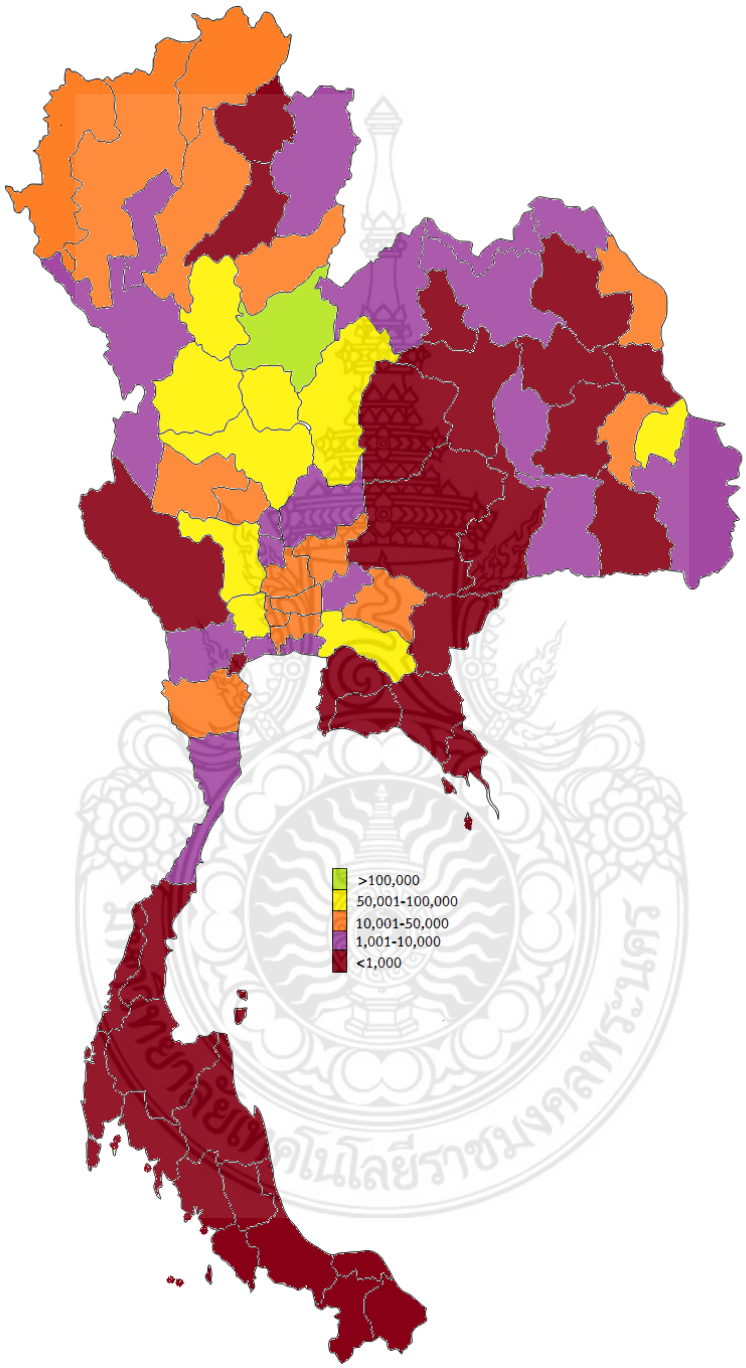
ภาพที่ 23 ผลผลิตข้าวเดือนสิงหาคม



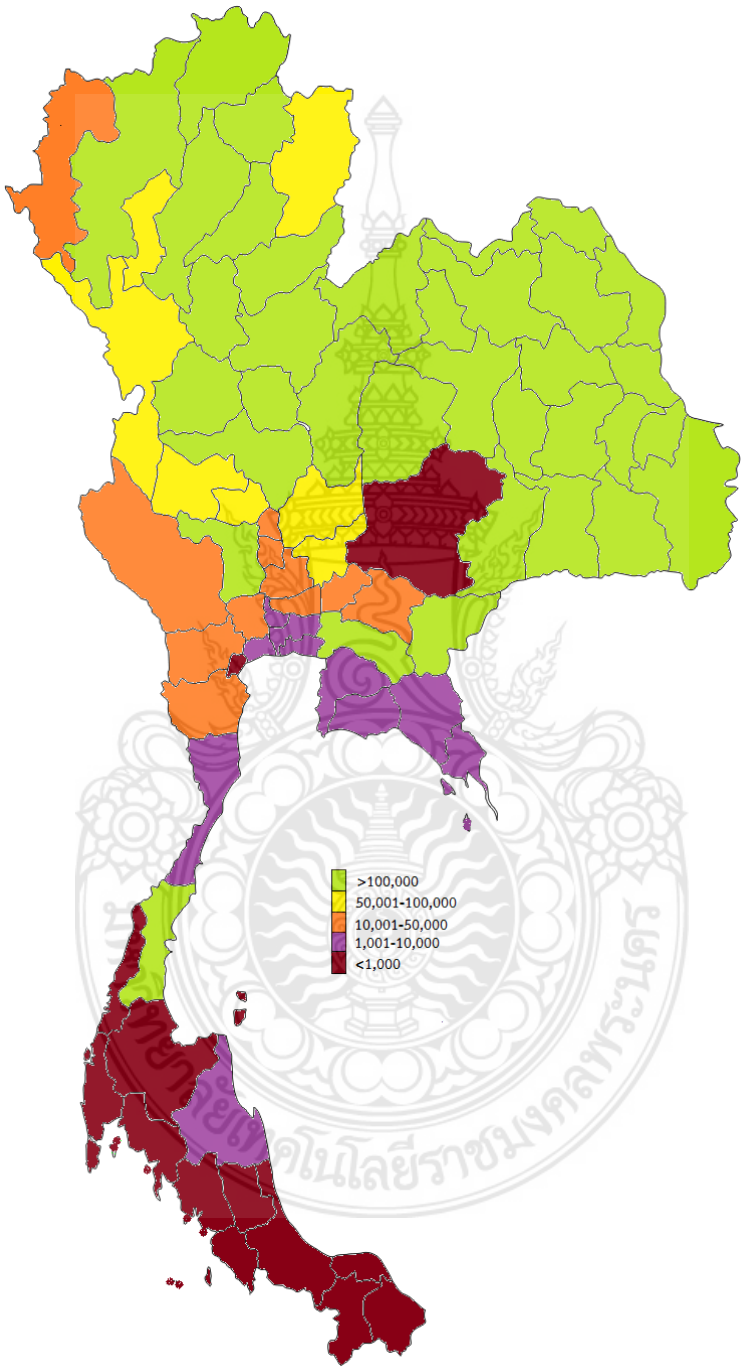
ภาพที่ 24 ผลผลิตข้าวเดือนกันยายน



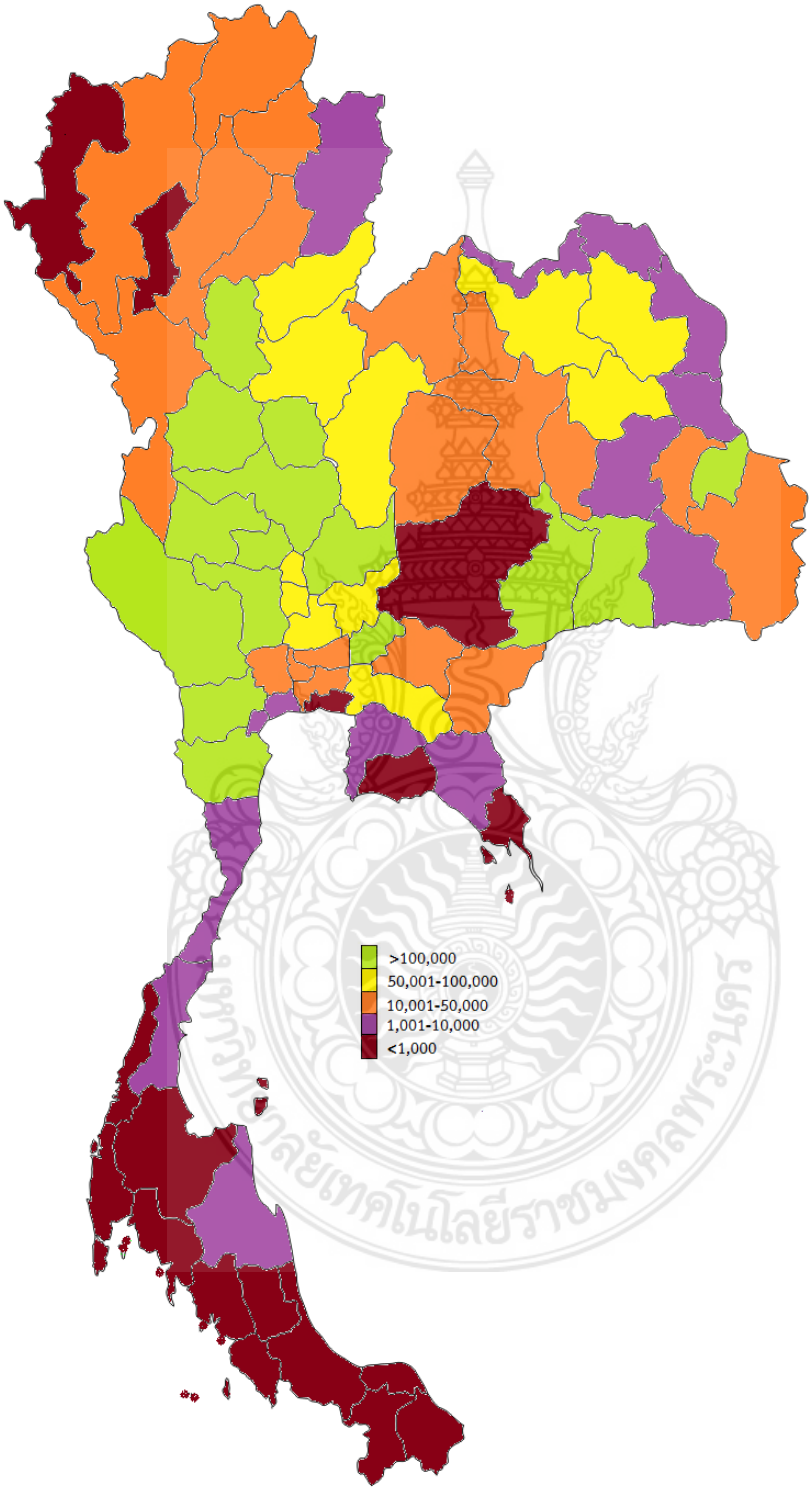
ภาพที่ 25 ผลผลิตข้าวเดือนตุลาคม



ภาพที่ 26 ผลผลิตข้าวเดือนพฤศจิกายน



ภาพที่ 27 ผลผลิตข้าวเดือนธันวาคม



จากภาพที่ 19-27 เห็นได้ง่ายว่า ในแต่ละเดือน จังหวัดใดบ้างที่มีผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือนสูง จังหวัดใดมีผลผลิตข้าวต่ำ สามารถเปรียบเทียบกันได้โดยง่าย โดยดูจากความแตกต่างของสีในแต่ละจังหวัด

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การประมาณและการตรวจติดตามผลผลิตข้าวในประเทศไทยโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลตามยาวและเชิงพื้นที่ มีจุดประสงค์เพื่อ เพื่อสร้างตัวแบบสำหรับประมาณค่า และตรวจติดตามผลผลิตข้าวในประเทศไทย เพื่อหาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตข้าวในประเทศไทย เพื่อหาแนวโน้มของผลผลิตข้าว ในประเทศไทย และเพื่อสร้างแผนที่ผลผลิตข้าว ในประเทศไทย ตัวแปรตามคือ ผลผลิตข้าวรายเดือน ทุกจังหวัดของประเทศไทย สมมติให้มีการแจกแจงแบบปกติ ปัจจัยที่นำมาศึกษาคือ ปริมาณฝน อุณหภูมิเฉลี่ย และภาค ผลการศึกษานี้มีประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้องกับเรื่องข้าว ทั้งผู้บริหาร และ เกษตรกร และนำไปใช้ประกอบการวางแผนตัดสินใจ ในการปลูกข้าว และเพิ่มผลผลิตข้าว

5.1 สรุปผลการวิจัย

ตัวอย่างที่ใช้ศึกษาในงานวิจัยนี้คือ ผลผลิตข้าวรายเดือน ยกเว้นเดือน พฤษภาคม มิถุนายน และกรกฎาคมในทุกจังหวัดของประเทศไทย ปี 2559 ผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือน มีค่าเฉลี่ย 35,347.92 ตันส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 75,297.19 ตัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตัวแบบ LMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่ รวมอยู่ด้วยพบว่า

ผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือน สูงสุด 10 อันดับแรก เรียงลำดับจากค่ามากที่สุดไปยังค่าน้อยที่สุด คือ ยโสธร (137,678.89) นครสวรรค์ (132,543.89) อำนาจเจริญ (127,300.67) สุรินทร์ (120,748.33) ร้อยเอ็ด (120,078.89) อุบลราชธานี (115,905.22) บุรีรัมย์ (112,752.33) สุพรรณบุรี (102,753.33) พิจิต (97,322.78) มหาสารคราม (79,587.33) ตามลำดับ

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าวคือ ปริมาณฝน อุณหภูมิเฉลี่ย ภาคเหนือ ภาคอีสาน ภาคใต้ ภาคตะวันตกออก ภาคตะวันตก เมื่อภาคกลางเป็นภาคที่ใช้อ้างอิง (Reference region) รวมทั้งมีอิทธิพลของแนวโน้ม

ถ้าปริมาณฝน เพิ่มขึ้น 1 มม ผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือนจะลดลง 5.83 ตัน ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 1 เซลเซียส ผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือนจะเพิ่มขึ้น 311.50 ตัน ที่อยู่ภาคเหนือ มีผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือนสูงกว่ากว่า ภาคกลาง 4.69 ตัน ที่อยู่ภาคอีสาน มีผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือนสูงกว่า ภาคกลาง 5.51 ตัน ที่อยู่ภาคใต้ มีผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือนน้อยกว่าภาคกลาง 1.22 ตัน ที่อยู่ภาคตะวันออก มีผลผลิตสูงกว่า ภาคกลาง 2.24 ตัน และ ที่อยู่ภาคตะวันตก มีผลผลิตน้อยกว่า ภาคกลาง 2.10 ตัน

เมื่อเรียงตามลำดับค่าประมาณอิทธิพลของภาคที่มีต่อผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือนจากมากไปน้อย เรียงได้ดังนี้ ภาคอีสาน ภาคเหนือ ภาคตะวันออก ภาคกลาง ภาคใต้ และภาคตะวันตก ตามลำดับ

จังหวัดที่มีค่าประมาณผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือนสูง 10 อันดับแรก เรียงลำดับจากมากสุดถึงน้อยสุด ดังนี้ ยโสธร เดือนพฤศจิกายน (1,205,000) ร้อยเอ็ด เดือนพฤศจิกายน (1,073,000) อุบลราชธานี เดือนพฤศจิกายน (1,022,000) อำนาจเจริญ เดือนพฤศจิกายน (932,600) สุรินทร์ เดือนพฤศจิกายน (903,600) บุรีรัมย์ เดือนพฤศจิกายน (881,300) มหาสารคราม เดือนพฤศจิกายน (688,100) ขอนแก่น เดือนพฤศจิกายน (617,500) เชียงราย เดือนพฤศจิกายน (610,000) สกลนคร เดือนพฤศจิกายน (539,500) ตามลำดับ

แผนที่แสดงผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือนในแต่ละจังหวัดของประเทศไทย สร้างจากค่าประมาณผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือน ช่วยให้ผู้อ่านเห็นได้ง่ายว่า ใดบ้างที่มีผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือนสูง จังหวัดใดมีผลผลิตข้าวต่ำ สามารถเปรียบเทียบกันได้โดยง่าย โดยดูจากความแตกต่างของสีในแต่ละจังหวัด

5.2 อภิปรายผล

ตัวแบบ LMM ที่มีข้อมูลเชิงพื้นที่รวมอยู่ด้วย ที่นำเสนอในครั้งนี้ ใช้สำหรับข้อมูลผลผลิตข้าวมีความเหมาะสมกับข้อมูลเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจาก ได้พิจารณาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของข้อมูลด้วย ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่เกิดขึ้นจากหลักความจริงที่ว่า สิ่งใดก็ตามที่อยู่ใกล้กันจะมีความสัมพันธ์กันมากกว่าสิ่งที่อยู่ไกลกัน ปริมาณผลผลิตข้าวในจังหวัดที่ติดกันหรือใกล้กัน ย่อมมีผลมาจากความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ด้วย

เมื่อใส่อิทธิพลเชิงพื้นที่ลงในตัวแบบ ทำให้ตัวแบบมีความซับซ้อนมากขึ้น การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีที่ใช้อยู่ทั่วไป เช่น Maximum Likelihood (ML) ไม่สามารถนำมาใช้ได้ จึงใช้วิธีการของเบย์และกระบวนการ Markov Chain Monte Carlo (MCMC) วิธีการของเบย์มีข้อดีหลายประการ ประการหนึ่งคือ ในการประมาณค่าพารามิเตอร์นั้น ได้คำตอบเลย ไม่ว่าตัวอย่างจะมีขนาดเล็กหรือใหญ่ ต่างจากวิธีการของ ML ที่ต้องการตัวอย่างขนาดใหญ่ กระบวนการ MCMC เป็นการสุ่มตัวอย่างโดยใช้คอมพิวเตอร์ ถึงแม้ว่าจะเราไม่ทราบรูปแบบของการแจกแจงความน่าจะเป็นของฟังก์ชัน เราก็สามารถการประมาณค่าพารามิเตอร์ เช่น ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ออกมาได้ โดยใช้การสุ่มค่าจำนวนจริงจากฟังก์ชันก์นั้นมาหลายๆ ค่า ซึ่งวิธีการสุ่มมีหลายวิธีเช่น การสุ่มแบบกิบบ์ (Gibb sampling) เป็นต้น

ผลการศึกษาพบว่าปัจจัย ปริมาณฝน และอุณหภูมิเฉลี่ย และภาค มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือน โดยที่ถ้าปริมาณฝน เพิ่มขึ้น มม ผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือนจะลดลง ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือนจะเพิ่มขึ้น ที่เป็นดังนี้เพราะว่า ถ้าปริมาณฝนมากในช่วงเดือนเก็บเกี่ยวจะทำให้ผลผลิตเสียหาย ตรงกันข้ามกับอุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิสูงในเดือนเก็บเกี่ยว จะทำผลผลิตไม่เสียหาย ได้ผลผลิตสูง

ปัจจัย ภาคเหนือ ภาคอีสาน ภาคใต้ ภาคตะวันตก ภาค มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือน และภาคกลาง ที่เป็นดังนี้เพราะว่า สภาพภูมิประเทศ ดินฟ้าอากาศ ในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทยแตกต่างกัน ตามสภาพภูมิประเทศ ดินฟ้าอากาศ มีการคิดค้นปรับปรุงกระบวนการทำนาให้เหมาะสม และถ่ายทอดองค์ความรู้สืบต่อมาจนถึงปัจจุบัน

ภาคเหนือ ทำการปลูกข้าวนาสวนในที่ราบระหว่างภูเขากันเป็นส่วนใหญ่ เพราะมีระดับน้ำในนาตื้นกว่า 80 เซนติเมตร และทำการปลูกข้าวไร่ในที่ดอน และที่สูงบนภูเขา เพราะไม่มีน้ำขังในพื้นที่ปลูก ภาคนี้มีความอุดมสมบูรณ์ของดินนา ดีกว่าภาคอื่นๆ ข้าวนาปีทำการเก็บเกี่ยวในระหว่างเดือนพฤศจิกายน และธันวาคม สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สภาพของพื้นนาในภาคนี้เป็นที่ราบ และมักจะแห้งแล้งในฤดูปลูกข้าวเสมอๆ ชาวนาทำการปลูกข้าวนาสวน ทางตอนเหนือของภาคปลูกข้าวเหนียวอายุเบา ส่วนทางตอนใต้ปลูกข้าวเจ้าอายุหนัก แถบริมฝั่งแม่น้ำโขง โดยเฉพาะในเขตอุบลราชธานี นครพนม และสกลนคร ความอุดมสมบูรณ์ของดินในภาคนี้เลวมาก บางแห่งก็เป็นดินเกลือ และมักจะมีความแห้งแล้งกว่าภาคอื่นๆ ภาคกลาง พื้นที่ทำนาในภาคนี้เป็นที่ราบลุ่ม ทำการปลูกข้าวเจ้ากันเป็นส่วนใหญ่ ชาวนาปลูกข้าวนาเมือง หรือข้าวขึ้นน้ำ นอกนั้นปลูกข้าวนาสวน และบางท้องที่ ซึ่งอยู่ในเขตชลประทาน ได้มีการทำนาปรังด้วย ความอุดมสมบูรณ์ของดินดีปานกลาง

ภาคใต้ สภาพพื้นที่ที่ปลูกข้าวในภาคใต้เป็นที่ราบริมทะเล และเป็นที่ราบระหว่างภูเขา ส่วนใหญ่ใช้น้ำฝนในการทำนา และฝนจะมาล่าช้ากว่าภาคอื่นๆ ด้วยเหตุนี้การทำนาในภาคใต้จึงล่าช้ากว่าภาคอื่น ชาวนาในภาคนี้ปลูกข้าวเจ้าในฤดูนาปีกันเป็นส่วนใหญ่ ภาคตะวันตก พื้นที่ของภาคตะวันตกพื้นที่ในภูมิภาคนี้ส่วนใหญ่เป็นภูเขาและหุบเขาแคบ ๆ ภาคตะวันออกมีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบสูงสลับกับภูเขาลูกเตี้ย ๆ มีชายฝั่งทะเลที่เรียบยาวและโค้งเว้า เกษตรกรส่วนใหญ่ ทำสวนผลไม้ เช่น ทุเรียน มังคุด สับปะรด เป็นต้น

ปริมาณผลผลิตข้าวมีแนวโน้มสูงขึ้น เนื่องจากมีการคัดเลือก ปรับปรุง พันธ์ข้าว ให้มีลักษณะเหมาะสมกับภูมิอากาศมากยิ่งขึ้น เช่นได้พันธ์ข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง ทำให้ได้ผลผลิตสูงขึ้น และการขยายตัวของเขตชลประทานส่งผลให้ปริมาณผลผลิตข้าวสูงขึ้น

แผนที่แสดงผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือนที่ใช้ความแตกต่างของสีแสดงปริมาณผลผลิตข้าวเฉลียต่อเดือน เป็นการเน้นให้เห็นพื้นที่ที่มีผลผลิตสูงให้ชัดเจน ดูง่ายยิ่งขึ้น และเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตในแต่ละพื้นได้ง่ายอีกด้วย แผนที่นี้มีประโยชน์ ในด้านการกำหนดพื้นที่ในการวางแผน ปลูกข้าว และเพิ่มผลผลิตข้าว

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลระดับจังหวัด ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จึงเป็นการแสดงให้เห็นภาพรวมระดับ ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจจะศึกษาในระดับพื้นที่ที่เล็กลง (Small area)

5.3.2 พิจารณาเพิ่มปัจจัยคงที่อื่นๆ เช่น ความอุดมสมบูรณ์ของดิน และปัจจัยเชิงสุ่ม (Random effects) อื่นๆ

5.3.3 นำตัวแบบ ไปประยุกต์ใช้กับข้อมูลผลผลิตพืชไร่อื่นๆ หรือประเภทอื่นที่มีลักษณะเดียวกัน

บรรณานุกรม

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2557. ข้อมูลปริมาณฝนและอุณหภูมิ. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา. แหล่งที่มา: http://www.tmd.go.th/services/services.php, 4 กุมภาพันธ์ 2558.

ธนาคารแห่งประเทศไทย. 2557. สถานการณ์สินค้าเกษตรสำคัญ ปี 2556 และแนวโน้มปี 2557. แหล่งที่มา: http://www.bot.or.th/Thai/EconomicConditions/Thai/Northeast/ commodities/ Doclib_CommodityYearly/Agricul%20Yearly%202556.pdf , 15 พฤษภาคม 2557.

นิวัฒน์ นภีรงค์, อานันท์ ผลวัฒนะ, สุชา สุทธายศ. 2544. ผลของการเตรียมดินโดยลดการไถพรวนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวนาหว่านน้ำตม. Annual research report year 1998, Bangkok (Thailand). 306-316.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร. แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=13577, 15 พฤษภาคม 2557.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. ข้าวนาปี. ข้อมูลการผลิตสินค้าการเกษตร. แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=13577, 4 กุมภาพันธ์ 2558.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. ข้าว. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2558. แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/download/document_tendency/journalofecon2558.pdf, 10 มีนาคม 2558.

อนันต์ พลธานี. 2547. การพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการตอซังข้าวคืนสู่ดิน เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในสภาพนาหว่าน. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Basag, J. 1974. Spatial interaction and the statistical analysis of lattice systems (with Discussion). Journal of the Royal Statistical Society Series B, 36: 192-236.

Jiang, J. 2010. Linear and Generalized Linear Mixed Models and Their Applications. Springer Series in Statistics, Springer, New York.

Kucharik, C.J. and S.P. Serbin. 2008. Impacts of recent climate change on Wisconsin corn and soybean yield trends. Environ. Res. Lett, 3: 1-10.

Lekdee, K. and L. Ingsrisawang, 2013. Generalized linear mixed models with spatial random effects for spatio-temporal data: an application to dengue fever mapping. J. Math. Stat, 9: 137-143.

McCulloch, C. E. and S.R. Searle. 2001. Generalized, Linear and Mixed Models. Wiley-Interscience, New York.

Rowhani, B., D.B. Lobell, M. Lindermanc, and N. Ramankuttya. 2011. Climate variability and crop production in Tanzania. Agricultural and Forest Meteorology, 151: 449–460.

Silva, S.A., J. S. S. Lima, and E. L. Bottega. 2013. Yield mapping of arabic coffee and their relationship with plant nutritional status. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 13(3): 556-564 .

Wakefield, J., A. Smith, A. Racine-Poon, and A. Gelfand. 1994. Bayesian analysis of linear and non-linear population models using the Gibbs sampler. Appl. Statist. 43: 201–222.

Zacarias, O.P. and M. Andersson. 2011. Spatial and temporal patterns of malaria incidence in Mozambique. Malaria Journal: 10-189.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ค่าประมาณผลผลิตข้าว

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
ยโสธร	พฤศจิกายน	1,205,000	10,240	1,172,000	1,213,000
ร้อยเอ็ด	พฤศจิกายน	1,073,000	9,981	1,042,000	1,081,000
อุบลราชธานี	พฤศจิกายน	1,022,000	9,474	992,200	1,030,000
อำนาจเจริญ	พฤศจิกายน	932,600	8,915	906,300	940,700
สุรินทร์	พฤศจิกายน	903,600	8,618	878,000	911,500
บุรีรัมย์	พฤศจิกายน	881,300	8,867	853,900	889,400
มหาสารคราม	พฤศจิกายน	688,100	8,151	665,000	696,600
ขอนแก่น	พฤศจิกายน	617,500	7,541	597,100	625,800
เชียงราย	พฤศจิกายน	610,000	7,460	589,500	618,700
สกลนคร	พฤศจิกายน	539,500	7,135	520,400	548,000
อุดรธานี	พฤศจิกายน	508,700	6,998	489,500	517,600
นครสวรรค์	พฤศจิกายน	507,400	7,031	489,100	516,100
พิจิต	พฤศจิกายน	473,700	7,016	454,900	482,900
กาฬสินธุ์	พฤศจิกายน	468,800	6,965	450,300	477,700
ชัยภูมิ	พฤศจิกายน	441,400	6,818	423,900	450,700
ชุมพร	พฤศจิกายน	431,800	6,749	415,000	441,000
นครพนม	พฤศจิกายน	415,600	6,651	399,000	424,500
เพชรบูรณ์	พฤศจิกายน	356,300	6,522	339,800	365,500
พิษณุโลก	พฤศจิกายน	348,400	6,511	332,800	357,900
ศีรสะเกษ	พฤศจิกายน	307,800	6,392	291,900	317,600
นครสวรรค์	ธันวาคม	285,000	6,375	269,700	294,700

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
พะเยา	พฤศจิกายน	263,500	6,236	249,100	273,300
สุพรรณบุรี	ธันวาคม	254,700	6,422	239,200	264,700
สุพรรณบุรี	สิงหาคม	232,200	6,222	217,800	242,200
เชียงใหม่	พฤศจิกายน	194,200	6,236	180,400	204,600
กำแพงเพชร	ธันวาคม	193,200	6,221	178,800	203,200
สุพรรณบุรี	กันยายน	183,800	6,146	169,900	194,000
กำแพงเพชร	พฤศจิกายน	175,100	6,300	161,400	185,800
กาญจนบุรี	ธันวาคม	174,300	6,141	161,000	185,100
พระนครศรีอยุธยา	กันยายน	174,000	6,180	160,600	184,400
มุกดาหาร	พฤศจิกายน	172,900	6,155	159,200	183,000
ลำปาง	พฤศจิกายน	171,200	6,085	157,500	181,200
สุรินทร์	ธันวาคม	168,400	6,210	155,300	179,200
หนองบัวลำภู	พฤศจิกายน	163,600	6,164	150,100	174,000
อำนาจเจริญ	ธันวาคม	159,900	6,138	146,700	170,700
หนองคาย	พฤศจิกายน	151,800	6,104	138,900	162,600
ชัยนาท	กันยายน	148,900	6,156	136,100	159,800
พิจิต	ธันวาคม	145,500	6,082	132,500	156,200
ชัยนาท	ธันวาคม	142,600	6,213	129,700	153,600
สระแก้ว	พฤศจิกายน	142,200	6,373	128,600	152,800
สุโขทัย	พฤศจิกายน	141,400	6,290	128,300	152,400
ราชบุรี	ธันวาคม	138,000	6,063	124,700	148,700
อุทัยธานี	ธันวาคม	133,100	6,052	120,300	144,300

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
ฉะเชิงเทรา	พฤศจิกายน	131,400	6,281	117,900	142,100
บุรีรัมย์	ธันวาคม	128,400	6,156	116,000	139,000
กำแพงเพชร	กันยายน	127,200	5,978	113,800	137,800
นครสวรรค์	มกราคม	125,700	6,130	112,700	136,800
เพชรบุรี	ธันวาคม	123,500	6,227	110,200	134,300
พิษณุโลก	ตุลาคม	123,000	6,209	110,400	133,500
นครนายก	ธันวาคม	120,500	5,985	107,800	131,100
อุตรดิตถ์	พฤศจิกายน	119,300	5,906	106,900	130,400
สุโขทัย	ธันวาคม	110,900	6,154	98,010	121,900
แพร่	พฤศจิกายน	110,100	6,312	96,730	121,000
ลพบุรี	ธันวาคม	109,300	6,207	95,960	119,900
นครสวรรค์	กันยายน	106,400	6,058	93,790	117,300
เลย	พฤศจิกายน	105,700	6,091	93,270	116,900
สุพรรณบุรี	พฤศจิกายน	101,200	5,943	88,890	112,200
น่าน	พฤศจิกายน	96,760	5,988	84,190	107,800
อุดรธานี	ธันวาคม	94,770	6,075	81,950	105,700
พิจิต	กันยายน	92,810	6,254	79,710	103,400
นครสวรรค์	สิงหาคม	90,110	6,054	77,600	101,400
พิษณุโลก	ธันวาคม	88,170	6,015	76,350	99,460
กำแพงเพชร	ตุลาคม	86,970	6,046	74,800	98,270
พระนครศรีอยุธยา	มกราคม	86,900	5,942	74,330	97,580
พิษณุโลก	สิงหาคม	84,040	6,129	71,500	95,370

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
ลพบุรี	พฤศจิกายน	79,870	6,076	66,940	90,960
สุพรรณบุรี	มกราคม	78,920	6,112	66,480	89,820
นครปฐม	กันยาน	78,760	6,290	66,340	89,700
อ่างทอง	ธันวาคม	78,390	6,186	66,030	89,910
พระนครศรีอยุธยา	ธันวาคม	76,040	5,961	63,620	87,060
อุตรดิตถ์	ธันวาคม	73,820	6,215	61,090	84,830
กำแพงเพชร	สิงหาคม	72,490	6,043	60,180	83,590
สงขลา	เมษายน	72,050	6,048	59,530	83,180
ตาก	พฤศจิกายน	68,080	6,179	55,610	78,780
พิจิต	ตุลาคม	67,560	5,947	55,720	78,290
เพชรบูรณ์	ตุลาคม	67,270	6,110	55,070	78,600
สระบุรี	ธันวาคม	67,190	6,018	55,050	78,620
อุทัยธานี	พฤศจิกายน	66,730	6,038	54,340	77,920
นครสวรรค์	ตุลาคม	65,210	6,044	52,550	76,650
สุโขทัย	มกราคม	64,570	5,961	51,830	75,270
ฉะเชิงเทรา	ธันวาคม	64,460	6,081	52,240	75,660
สกลนคร	ธันวาคม	63,160	6,088	50,900	74,670
ฉะเชิงเทรา	มกราคม	59,050	6,159	46,460	70,430
ลำพูน	พฤศจิกายน	58,420	6,024	46,360	69,350
สุพรรณบุรี	ตุลาคม	58,390	6,043	46,280	69,190
สิงห์บุรี	กันยาน	57,870	6,106	45,340	69,250
สระบุรี	พฤศจิกายน	56,320	5,950	44,300	67,300

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
ฉะเชิงเทรา	ตุลาคม	56,260	6,099	43,960	67,250
สิงห์บุรี	ธันวาคม	56,070	5,845	44,280	66,700
ชัยนาท	พฤศจิกายน	55,900	6,079	44,050	67,140
พิษณุโลก	กันยายน	54,800	6,122	43,170	66,310
ปทุมธานี	สิงหาคม	53,790	6,076	41,300	65,390
กาฬสินธุ์	ธันวาคม	52,430	6,055	40,080	63,900
เพชรบูรณ์	ธันวาคม	52,050	5,971	39,840	63,400
นครปฐม	ตุลาคม	50,480	5,987	38,440	62,140
อำนาจเจริญ	ตุลาคม	50,340	6,013	37,630	61,400
สุโขทัย	ตุลาคม	50,320	5,999	38,440	61,740
เพชรบุรี	พฤศจิกายน	49,300	6,186	37,060	60,530
ชัยภูมิ	ธันวาคม	49,230	6,054	36,890	60,720
แม่ฮ่องสอน	พฤศจิกายน	48,540	5,967	36,780	60,010
พิจิต	สิงหาคม	47,920	5,898	36,160	59,090
ลพบุรี	กันยายน	47,570	6,156	35,330	58,820
หนองบัวลำภู	ธันวาคม	47,270	6,134	35,290	58,820
พระนครศรีอยุธยา	ตุลาคม	46,780	6,039	34,480	59,010
ชัยนาท	สิงหาคม	46,480	6,053	34,330	57,880
กาญจนบุรี	พฤศจิกายน	45,730	6,109	33,710	57,420
ปราจีนบุรี	ธันวาคม	44,390	6,206	32,120	56,080
ปราจีนบุรี	พฤศจิกายน	43,390	6,142	30,810	55,320
นครปฐม	สิงหาคม	43,000	5,971	30,750	54,380

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
ลพบุรี	สิงหาคม	42,810	6,065	30,440	54,000
อ่างทอง	มกราคม	41,420	6,255	28,680	52,930
ปทุมธานี	พฤศจิกายน	41,380	6,084	28,960	52,670
อุทัยธานี	มกราคม	41,180	6,015	28,950	52,240
นครปฐม	พฤศจิกายน	40,940	5,952	29,460	52,330
สิงห์บุรี	สิงหาคม	40,850	6,138	28,730	52,140
อ่างทอง	กันยาน	39,440	5,995	27,500	51,520
ปทุมธานี	ธันวาคม	39,420	5,932	27,580	50,900
เชียงใหม่	ตุลาคม	39,220	6,084	26,860	50,270
ราชบุรี	พฤศจิกายน	38,450	6,089	26,120	50,080
ขอนแก่น	ธันวาคม	37,330	6,014	25,490	49,380
ฉะเชิงเทรา	กันยาน	37,140	5,992	25,040	48,460
นครนายก	พฤศจิกายน	35,730	6,127	23,920	47,620
เพชรบูรณ์	สิงหาคม	35,630	6,230	22,690	47,600
แพร่	ธันวาคม	35,130	5,971	23,230	46,970
พัทลุง	กุมภาพันธ์	34,900	6,052	22,620	46,850
นครศรีธรรมราช	เมษายน	34,310	6,045	22,620	45,900
ปทุมธานี	มกราคม	32,800	5,944	20,420	44,330
นครศรีธรรมราช	มีนาคม	31,740	5,994	19,840	43,500
ชัยนาท	มกราคม	30,670	6,063	18,770	42,460
นครศรีธรรมราช	กุมภาพันธ์	30,120	6,155	17,550	41,960
พิจิต	มกราคม	29,720	5,988	17,610	41,340

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
ฉะเชิงเทรา	สิงหาคม	29,230	6,298	17,230	40,930
สุโขทัย	สิงหาคม	28,440	6,203	16,410	40,600
สระแก้ว	ธันวาคม	28,190	5,993	16,580	39,760
เชียงใหม่	ธันวาคม	27,820	6,070	15,860	39,310
พระนครศรีอยุธยา	พฤศจิกายน	26,900	6,098	14,530	38,510
เชียงราย	ธันวาคม	25,960	5,807	13,890	37,310
พระนครศรีอยุธยา	สิงหาคม	25,860	5,989	14,000	37,560
ปทุมธานี	ตุลาคม	25,640	6,143	13,580	37,200
กำแพงเพชร	มกราคม	25,610	6,118	13,910	37,290
สระบุรี	กันยาน	25,090	6,056	13,480	36,850
นครพนม	ตุลาคม	24,600	6,023	12,660	36,270
นครศรีธรรมราช	มกราคม	24,400	6,192	12,470	36,100
อุตรดิตถ์	ตุลาคม	23,380	5,991	11,200	34,400
กรุงเทพมหานคร	ตุลาคม	23,210	6,151	11,400	35,060
ลพบุรี	มกราคม	23,050	6,101	11,390	34,590
ปราจีนบุรี	ตุลาคม	22,670	6,006	11,170	34,910
เพชรบุรี	ตุลาคม	22,380	6,048	10,280	33,850
เพชรบูรณ์	กันยาน	21,790	6,061	9,567	33,480
นนทบุรี	กันยาน	21,610	6,051	10,230	33,790
ปราจีนบุรี	มกราคม	20,830	6,026	8,730	32,390
นราธิวาส	มีนาคม	20,220	6,207	7,960	32,310
อ่างทอง	พฤศจิกายน	19,730	6,059	7,818	31,500

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
ชัยนาท	ตุลาคม	19,080	6,197	6,605	30,610
นครนายก	มกราคม	18,100	5,941	6,412	29,680
มหาสารคราม	ธันวาคม	17,520	5,958	5,492	29,270
สุโขทัย	กันยาน	17,010	6,089	5,439	28,710
นครปฐม	ธันวาคม	16,180	6,012	4,459	27,880
เชียงราย	ตุลาคม	16,090	6,088	4,331	27,720
ปทุมธานี	กุมภาพันธ์	15,980	5,954	4,297	27,530
ตาก	ธันวาคม	15,880	6,267	4,183	28,590
สระบุรี	ตุลาคม	15,860	6,108	4,184	27,900
ยโสธร	ธันวาคม	15,810	6,117	4,075	27,060
ยโสธร	ตุลาคม	15,520	6,125	3,634	27,590
ปัตตานี	มีนาคม	15,190	6,080	3,467	27,110
สงขลา	กุมภาพันธ์	14,670	6,040	2,756	26,620
พะเยา	ธันวาคม	14,630	5,943	2,558	25,970
ปทุมธานี	กันยาน	14,160	6,019	2,570	25,940
อุบลราชธานี	ธันวาคม	14,100	6,190	2,110	26,130
ปัตตานี	เมษายน	14,090	6,159	2,190	26,230
สระบุรี	มกราคม	14,000	6,103	1,379	26,090
นครนายก	กันยาน	13,930	6,023	2,049	25,690
อุทัยธานี	ตุลาคม	13,930	6,000	1,589	25,540
พัทลุง	มีนาคม	13,860	6,082	1,965	25,560
อุตรดิตถ์	กันยาน	13,840	6,018	2,252	25,540

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
ลำปาง	ตุลาคม	13,810	6,236	1,868	26,210
ปราจีนบุรี	กันยาน	13,790	6,218	1,368	26,200
ชลบุรี	สิงหาคม	13,680	6,242	2,182	25,530
สงขลา	มกราคม	13,430	6,090	1,717	25,680
พิจิต	กุมภาพันธ์	13,390	6,197	1,391	25,230
พิษณุโลก	มกราคม	13,350	6,041	1,340	25,750
สุพรรณบุรี	กุมภาพันธ์	13,330	5,939	1,587	24,770
เลย	ธันวาคม	12,860	6,199	876	24,950
สิงห์บุรี	พฤศจิกายน	12,060	6,158	-256	23,880
แม่ฮ่องสอน	ตุลาคม	11,570	6,278	-872	23,330
นนทบุรี	ธันวาคม	11,420	6,219	-540	23,310
กรุงเทพมหานคร	ธันวาคม	11,320	6,007	-569	22,940
นครปฐม	มกราคม	11,290	6,127	-558	22,890
อุทัยธานี	กันยาน	11,140	6,134	-706	22,950
เพชรบูรณ์	มกราคม	10,800	5,982	-701	22,180
ลำปาง	ธันวาคม	10,660	5,968	-927	22,530
นครสวรรค์	กุมภาพันธ์	10,310	6,090	-1,431	22,510
นนทบุรี	ตุลาคม	10,300	6,067	-1,232	22,320
ลพบุรี	ตุลาคม	9,714	5,997	-1,713	21,640
สตูล	มกราคม	9,545	6,126	-2,259	21,300
อ่างทอง	กุมภาพันธ์	9,100	6,125	-2,986	20,510
อุดรธานี	ตุลาคม	9,055	5,993	-3,090	20,710

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
หนองคาย	ธันวาคม	9,039	5,907	-3,129	20,640
มหาสารคราม	ตุลาคม	8,862	6,016	-3,087	20,570
ชัยนาท	กุมภาพันธ์	8,592	5,987	-3,014	20,930
พระนครศรีอยุธยา	กุมภาพันธ์	8,438	6,065	-3,919	20,060
ศีรสะเกษ	ธันวาคม	8,255	5,940	-3,235	19,780
ยะลา	มีนาคม	7,872	6,027	-3,807	19,320
มุกดาหาร	ธันวาคม	7,640	6,127	-4,324	19,230
นนทบุรี	พฤศจิกายน	7,501	6,085	-4,689	19,310
กรุงเทพมหานคร	พฤศจิกายน	7,490	5,964	-4,345	18,620
สมุทรปราการ	พฤศจิกายน	7,074	5,934	-4,078	18,660
สุรินทร์	ตุลาคม	7,071	6,208	-4,847	19,200
อุตรดิตถ์	สิงหาคม	6,910	6,177	-5,153	19,300
น่าน	ตุลาคม	6,909	6,090	-4,646	18,820
นครศรีธรรมราช	พฤศจิกายน	6,831	6,162	-4,816	18,420
สิงห์บุรี	มกราคม	6,696	6,037	-4,773	18,940
สงขลา	มีนาคม	6,465	6,035	-5,193	18,020
อุตรดิตถ์	มกราคม	6,322	6,007	-5,498	18,160
เพชรบุรี	มกราคม	6,277	6,040	-5,724	18,230
นครนายก	สิงหาคม	6,239	6,108	-5,295	18,800
นครนายก	ตุลาคม	6,141	5,941	-4,950	18,160
สิงห์บุรี	ตุลาคม	6,130	6,022	-5,760	18,110
ชุมพร	ธันวาคม	6,086	5,997	-5,371	17,950

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
นนทบุรี	มกราคม	6,004	6,087	-5,496	17,790
ชลบุรี	พฤศจิกายน	5,950	6,040	-6,003	17,450
จันทบุรี	พฤศจิกายน	5,892	5,977	-5,529	18,080
อ่างทอง	สิงหาคม	5,675	6,191	-6,614	17,840
สมุทรปราการ	กันยาน	5,615	6,103	-6,286	17,630
ตราด	พฤศจิกายน	5,471	6,019	-6,551	16,780
อ่างทอง	ตุลาคม	5,455	6,100	-6,451	17,440
เพชรบูรณ์	กุมภาพันธ์	5,363	6,035	-5,971	17,050
นนทบุรี	สิงหาคม	5,353	6,029	-6,763	17,720
ระยอง	พฤศจิกายน	5,328	6,070	-6,634	16,950
ฉะเชิงเทรา	กุมภาพันธ์	5,311	5,951	-6,436	17,060
สุรินทร์	มกราคม	5,205	6,204	-6,268	17,550
กรุงเทพมหานคร	กันยาน	5,181	6,005	-6,414	17,140
ร้อยเอ็ด	ธันวาคม	5,171	6,103	-6,778	17,090
ราชบุรี	มกราคม	5,163	5,993	-6,478	17,410
อุบลราชธานี	ตุลาคม	5,004	5,930	-6,810	16,740
สระบุรี	กุมภาพันธ์	4,862	5,976	-6,629	16,650
หนองคาย	ตุลาคม	4,770	6,110	-7,132	16,620
ปราจีนบุรี	กุมภาพันธ์	4,683	6,141	-7,558	16,480
ราชบุรี	ตุลาคม	4,473	6,112	-7,500	16,200
นครนายก	กุมภาพันธ์	4,337	5,873	-7,216	15,490
สระบุรี	สิงหาคม	4,299	6,005	-7,200	15,840

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
อุทัยธานี	สิงหาคม	3,972	6,234	-8,219	15,750
พัทลุง	มกราคม	3,948	6,061	-7,995	15,800
พัทลุง	เมษายน	3,876	5,957	-7,818	15,620
ประจวบคีรีขันธ์	ธันวาคม	3,843	6,219	-7,987	15,990
ชลบุรี	ธันวาคม	3,721	6,181	-7,924	15,970
นครพนม	ธันวาคม	3,639	6,065	-8,336	15,420
ชลบุรี	กันยายน	3,539	6,160	-8,236	15,270
ประจวบคีรีขันธ์	พฤศจิกายน	3,427	6,245	-8,464	15,410
กรุงเทพมหานคร	มกราคม	3,266	6,071	-8,748	15,080
พิจิต	มีนาคม	3,234	6,054	-8,668	15,060
ตรัง	กุมภาพันธ์	3,174	6,226	-8,835	14,560
เลย	ตุลาคม	2,949	6,015	-8,931	14,460
ชลบุรี	กุมภาพันธ์	2,824	6,161	-9,235	14,570
ลำพูน	ตุลาคม	2,751	6,189	-8,991	14,190
บุรีรัมย์	มกราคม	2,562	5,926	-8,812	14,410
สมุทรสงคราม	ธันวาคม	2,300	5,949	-9,457	14,080
อุทัยธานี	กุมภาพันธ์	2,270	6,071	-9,752	13,780
พิษณุโลก	กุมภาพันธ์	2,080	6,206	-9,989	13,580
ตาก	ตุลาคม	1,964	6,226	-10,140	14,280
ประจวบคีรีขันธ์	มกราคม	1,898	5,985	-9,715	13,920
เพชรบุรี	สิงหาคม	1,886	6,095	-9,947	13,720
ชลบุรี	มกราคม	1,797	6,037	-9,751	13,860

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
สมุทรสาคร	ธันวาคม	1,794	6,081	-9,970	14,230
กรุงเทพมหานคร	สิงหาคม	1,782	6,116	-10,440	13,660
กำแพงเพชร	กุมภาพันธ์	1,781	6,101	-10,180	13,770
สมุทรสาคร	พฤศจิกายน	1,664	5,894	-10,270	13,610
ราชบุรี	กันยายน	1,470	5,938	-10,220	13,720
นครปฐม	กุมภาพันธ์	1,449	6,009	-10,140	13,600
ยะลา	กุมภาพันธ์	1,422	6,141	-10,610	13,570
สมุทรปราการ	ตุลาคม	1,376	6,181	-10,840	13,240
สมุทรสาคร	ตุลาคม	1,346	5,896	-10,020	13,590
จันทบุรี	ธันวาคม	1,334	6,095	-10,170	13,480
นครศรีธรรมราช	ธันวาคม	1,210	6,255	-10,600	12,950
ปัตตานี	กุมภาพันธ์	1,208	5,982	-10,290	12,990
นครราชสีมา	กันยายน	1,149	6,103	-10,560	12,990
น่าน	ธันวาคม	1,137	5,953	-10,730	12,950
กาญจนบุรี	มกราคม	1,117	5,947	-9,910	12,940
เชียงใหม่	กันยายน	1,109	6,066	-10,220	13,010
พระนครศรีอยุธยา	มีนาคม	1,079	6,121	-10,940	13,550
ประจวบคีรีขันธ์	ตุลาคม	1,066	6,163	-10,760	13,320
ตรัง	มกราคม	1,034	6,131	-10,160	13,060
กระบี่	มกราคม	1,010	6,101	-10,720	12,970
กรุงเทพมหานคร	กุมภาพันธ์	1,006	6,183	-10,400	13,240
ตราด	ธันวาคม	957	6,019	-10,920	12,850

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
ระนอง	ธันวาคม	953	6,178	-10,780	13,080
กาญจนบุรี	สิงหาคม	945	6,008	-10,750	12,790
ลพบุรี	กุมภาพันธ์	934	5,898	-11,410	12,710
ระยอง	ตุลาคม	908	6,174	-10,850	13,260
ประจวบคีรีขันธ์	กันยาน	905	6,233	-10,750	13,100
สมุทรปราการ	ธันวาคม	891	6,104	-10,300	13,240
ตาก	มกราคม	890	5,842	-10,920	12,840
กาญจนบุรี	ตุลาคม	870	6,057	-10,540	13,040
กระบี่	ธันวาคม	833	6,036	-10,850	12,450
เพชรบุรี	กันยาน	830	5,991	-11,110	12,470
ปราจีนบุรี	สิงหาคม	822	6,233	-10,810	12,990
สุโขทัย	มีนาคม	807	5,948	-11,020	12,960
ลพบุรี	มีนาคม	799	6,007	-10,920	12,870
สกลนคร	ตุลาคม	777	6,149	-11,440	13,210
สมุทรปราการ	มกราคม	766	5,935	-10,870	12,310
ระนอง	มกราคม	717	6,089	-10,600	12,780
ลำพูน	ธันวาคม	670	6,095	-11,060	12,210
นราธิวาส	กุมภาพันธ์	587	6,039	-10,680	12,870
ระยอง	ธันวาคม	527	6,237	-11,710	12,250
นครราชสีมา	ตุลาคม	501	6,082	-11,420	12,240
ชลบุรี	ตุลาคม	499	6,062	-11,040	11,990
ตรัง	มีนาคม	482	6,102	-11,190	12,270

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
ระยอง	กันยาน	417	6,026	-10,850	12,500
ระยอง	สิงหาคม	410	5,987	-11,430	12,180
สมุทรสาคร	มกราคม	405	6,205	-11,440	12,110
ตาก	กันยาน	360	5,986	-11,910	12,090
พังงา	ธันวาคม	357	6,202	-11,400	12,980
สระแก้ว	มกราคม	345	6,066	-11,600	12,470
นนทบุรี	กุมภาพันธ์	345	6,103	-10,800	12,390
กาฬสินธุ์	ตุลาคม	329	6,039	-11,200	12,350
อ่างทอง	มีนาคม	327	6,048	-11,580	12,070
นครราชสีมา	มกราคม	306	5,936	-11,120	12,200
สมุทรสาคร	กุมภาพันธ์	276	6,036	-11,210	11,940
ราชบุรี	สิงหาคม	273	6,028	-11,140	11,760
ราชบุรี	กุมภาพันธ์	267	6,055	-11,440	12,960
ระนอง	พฤศจิกายน	265	6,040	-11,820	11,930
แม่ฮ่องสอน	ธันวาคม	243	6,132	-11,520	12,450
สตูล	กุมภาพันธ์	234	5,998	-11,370	11,610
สุราษฎร์ธานี	มกราคม	229	6,082	-11,740	12,160
นครราชสีมา	พฤศจิกายน	221	6,072	-11,480	12,260
สมุทรปราการ	สิงหาคม	218	6,166	-12,030	12,400
สมุทรสาคร	กันยาน	213	5,936	-11,200	12,010
ระยอง	กุมภาพันธ์	212	6,077	-11,740	11,900
สมุทรสาคร	สิงหาคม	203	6,166	-11,300	12,470

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
กระบี่	พฤศจิกายน	203	5,911	-10,710	11,570
สุโขทัย	กุมภาพันธ์	190	6,292	-12,320	12,190
นครราชสีมา	ธันวาคม	186	5,966	-11,170	12,240
ตรัง	ธันวาคม	180	6,135	-11,420	12,320
สิงห์บุรี	กุมภาพันธ์	164	5,988	-11,720	12,340
ประจวบคีรีขันธ์	สิงหาคม	164	6,267	-11,560	12,170
กรุงเทพมหานคร	เมษายน	147	6,016	-11,300	12,750
ประจวบคีรีขันธ์	กุมภาพันธ์	139	6,123	-11,480	12,250
สมุทรสงคราม	พฤศจิกายน	139	6,071	-11,870	11,920
ปัตตานี	กันยายน	132	6,073	-11,270	12,290
พังงา	พฤศจิกายน	131	6,048	-11,560	11,890
จันทบุรี	กันยายน	121	6,095	-11,160	12,630
ปัตตานี	ธันวาคม	112	6,080	-11,370	12,890
พังงา	สิงหาคม	109	6,079	-11,410	12,560
สมุทรสงคราม	มกราคม	108	6,041	-11,880	11,510
สุราษฎร์ธานี	ธันวาคม	108	6,071	-11,480	11,770
กาญจนบุรี	เมษายน	107	6,140	-11,380	12,530
ตรัง	เมษายน	107	5,981	-11,250	12,060
ร้อยเอ็ด	มีนาคม	106	6,206	-11,610	12,360
นครพนม	กุมภาพันธ์	106	6,110	-11,180	12,040
ยะลา	มกราคม	106	6,024	-11,120	12,320
หนองคาย	กันยายน	105	5,914	-10,860	12,330

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
ชุมพร	ตุลาคม	104	6,063	-11,440	12,530
ยะลา	พฤศจิกายน	104	6,168	-11,430	12,480
นราธิวาส	เมษายน	102	5,994	-12,110	11,470
ขอนแก่น	เมษายน	99	6,047	-11,030	12,110
พังงา	ตุลาคม	99	6,115	-11,480	12,410
เชียงใหม่	สิงหาคม	98	5,968	-11,480	12,290
กระบี่	เมษายน	97	6,171	-11,470	12,750
หนองคาย	สิงหาคม	96	6,065	-11,450	12,690
ชัยภูมิ	มีนาคม	96	6,149	-11,340	12,540
ชุมพร	กุมภาพันธ์	95	6,064	-11,540	12,550
ชุมพร	มกราคม	94	6,007	-11,380	12,860
นครพนม	เมษายน	94	6,050	-11,290	12,300
ปทุมธานี	เมษายน	94	6,025	-11,320	12,260
นครพนม	สิงหาคม	93	6,093	-11,100	12,880
ตรัง	ตุลาคม	92	6,134	-11,450	11,730
สมุทรสาคร	เมษายน	91	5,923	-11,150	11,790
ภูเก็ต	เมษายน	90	6,094	-11,260	12,090
นครศรีธรรมราช	สิงหาคม	89	6,099	-11,210	12,000
ระยอง	มกราคม	89	6,175	-11,560	11,700
นครปฐม	มีนาคม	86	5,958	-10,980	12,240
พระนครศรีอยุธยา	เมษายน	86	6,106	-11,620	12,190
อ่างทอง	เมษายน	86	6,129	-11,120	12,310

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
แม่ฮ่องสอน	เมษายน	86	6,137	-11,290	12,260
ระนอง	เมษายน	86	6,164	-11,270	11,950
ระยอง	มีนาคม	85	6,054	-11,620	12,070
หนองบัวลำภู	ตุลาคม	85	6,059	-11,410	12,600
สุราษฎร์ธานี	พฤศจิกายน	85	6,031	-11,610	12,180
ชัยภูมิ	สิงหาคม	84	6,182	-11,860	12,250
นครศรีธรรมราช	ตุลาคม	84	6,307	-11,790	12,430
ร้อยเอ็ด	ตุลาคม	82	5,956	-11,120	12,220
ระนอง	มีนาคม	81	6,044	-11,160	12,010
อุทัยธานี	มีนาคม	81	6,154	-11,830	12,420
ตาก	สิงหาคม	80	6,168	-11,560	12,110
สงขลา	ธันวาคม	80	6,253	-11,900	12,320
ศีรสะเกษ	สิงหาคม	79	5,989	-11,040	11,720
พัทลุง	ธันวาคม	79	6,144	-11,420	12,180
มหาสารคราม	มกราคม	78	6,141	-11,600	12,320
จันทบุรี	กุมภาพันธ์	78	6,118	-11,950	12,740
แม่ฮ่องสอน	กันยาน	78	6,009	-11,920	11,890
ขอนแก่น	ตุลาคม	76	5,994	-11,290	12,010
สมุทรสงคราม	สิงหาคม	76	6,031	-11,050	11,850
อำนาจเจริญ	สิงหาคม	75	5,901	-11,610	11,980
พัทลุง	พฤศจิกายน	74	6,080	-11,560	11,900
ตรัง	กันยาน	74	6,157	-11,740	12,520

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
ปัตตานี	ตุลาคม	73	6,000	-11,330	12,770
ตรัง	สิงหาคม	73	6,006	-11,410	12,420
สกลนคร	สิงหาคม	72	6,167	-11,640	12,110
อุบลราชธานี	มกราคม	72	6,116	-11,600	12,200
หนองคาย	เมษายน	72	6,118	-11,460	12,000
ตรัง	พฤศจิกายน	71	5,920	-11,090	11,870
ตราด	เมษายน	71	6,131	-11,490	12,730
จันทบุรี	เมษายน	71	6,120	-11,630	12,570
สระบุรี	มีนาคม	70	6,034	-11,680	12,170
กาฬสินธุ์	สิงหาคม	70	6,092	-11,200	12,270
มหาสารคราม	กุมภาพันธ์	69	6,014	-11,310	11,980
หนองบัวลำภู	เมษายน	69	6,054	-11,640	11,970
มหาสารคราม	กันยายน	67	6,213	-11,850	12,900
ประจวบคีรีขันธ์	เมษายน	66	6,054	-11,380	12,800
จันทบุรี	สิงหาคม	66	6,115	-11,530	11,810
ศีรสะเกษ	มกราคม	65	6,066	-11,310	12,270
พะเยา	สิงหาคม	65	6,140	-11,570	12,120
พังงา	กันยายน	64	5,988	-11,430	11,730
สตูล	ธันวาคม	64	6,043	-11,570	11,770
ระนอง	สิงหาคม	63	5,855	-11,420	12,000
ลำพูน	กุมภาพันธ์	63	6,150	-11,280	12,490
ปัตตานี	มกราคม	62	6,188	-11,350	12,710

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
ลำปาง	มกราคม	60	6,262	-11,660	11,950
นครสวรรค์	เมษายน	60	6,051	-11,610	12,590
ลำพูน	กันยาน	59	5,987	-11,650	11,650
สุรินทร์	สิงหาคม	58	6,024	-11,570	11,700
อุทัยธานี	เมษายน	58	6,126	-11,650	12,240
นนทบุรี	เมษายน	57	6,096	-11,690	11,990
นครศรีธรรมราช	กันยาน	55	5,849	-11,200	11,990
บุรีรัมย์	ตุลาคม	55	5,958	-11,260	11,780
นครสวรรค์	มีนาคม	55	5,979	-11,030	11,880
แพร่	กุมภาพันธ์	55	6,017	-11,690	12,190
ตราด	กันยาน	55	6,145	-11,880	12,670
สระบุรี	เมษายน	55	6,052	-11,620	12,060
สตูล	กันยาน	54	6,001	-11,560	12,160
แม่ฮ่องสอน	กุมภาพันธ์	54	6,127	-11,560	12,080
ยโสธร	มกราคม	53	6,098	-11,480	12,110
ลำปาง	กันยาน	53	6,086	-12,070	12,460
สุราษฎร์ธานี	ตุลาคม	53	6,060	-11,390	12,160
พังงา	กุมภาพันธ์	52	6,166	-11,350	12,070
อำนาจเจริญ	กุมภาพันธ์	52	6,047	-11,600	11,960
ตราด	กุมภาพันธ์	51	6,094	-11,810	12,000
สมุทรสงคราม	กันยาน	51	5,981	-11,780	12,080
มุกดาหาร	ตุลาคม	50	6,019	-11,400	11,830

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
กาญจนบุรี	กุมภาพันธ์	50	6,237	-11,450	12,130
นราธิวาส	พฤศจิกายน	50	6,053	-11,770	12,110
สกลนคร	เมษายน	49	5,863	-11,210	11,540
เลย	สิงหาคม	49	5,997	-11,660	11,750
กรุงเทพมหานคร	มีนาคม	49	6,069	-11,240	12,150
นครพนม	มกราคม	49	6,057	-11,540	11,740
ยโสธร	เมษายน	48	5,930	-11,380	11,920
พังงา	มกราคม	48	5,990	-11,360	12,050
ขอนแก่น	มีนาคม	48	5,998	-11,610	12,040
พะเยา	กุมภาพันธ์	46	5,869	-11,130	11,830
บุรีรัมย์	กุมภาพันธ์	46	5,938	-11,880	12,150
สตูล	มีนาคม	46	5,990	-11,730	12,110
สตูล	ตุลาคม	44	6,296	-12,220	12,170
จันทบุรี	มกราคม	44	6,219	-11,910	12,210
สกลนคร	กันยายน	43	6,028	-11,600	11,820
สิงห์บุรี	มีนาคม	43	5,883	-11,270	11,830
เลย	มกราคม	43	5,972	-11,090	11,580
อุบลราชธานี	กันยายน	43	6,207	-12,170	12,150
ขอนแก่น	สิงหาคม	43	5,944	-10,980	11,870
พัทลุง	สิงหาคม	42	5,903	-11,430	11,790
ลำปาง	กุมภาพันธ์	42	6,088	-11,700	12,110
กำแพงเพชร	เมษายน	42	6,142	-11,810	11,880

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
ตราด	มกราคม	41	6,029	-11,310	11,840
เพชรบุรี	มีนาคม	40	6,029	-11,930	11,870
แพร่	เมษายน	40	6,139	-11,660	11,750
ชัยภูมิ	เมษายน	40	5,970	-11,380	12,080
สุราษฎร์ธานี	เมษายน	39	6,021	-11,600	12,100
ศีรสะเกษ	มีนาคม	39	6,032	-11,660	12,130
ปัตตานี	สิงหาคม	39	6,005	-11,470	11,590
ลำพูน	มีนาคม	39	6,217	-11,490	12,240
นครราชสีมา	มีนาคม	38	5,972	-11,650	11,790
เชียงใหม่	กุมภาพันธ์	38	5,998	-11,220	11,540
สระแก้ว	ตุลาคม	38	6,017	-11,620	11,600
เชียงราย	มีนาคม	37	6,095	-11,330	11,980
ชลบุรี	มีนาคม	37	6,282	-11,970	12,180
นครพนม	กันยาน	37	6,006	-11,180	11,870
นนทบุรี	มีนาคม	37	5,967	-11,550	11,920
เชียงใหม่	เมษายน	36	6,099	-11,530	12,170
กำแพงเพชร	มีนาคม	36	6,026	-11,540	12,070
ตาก	กุมภาพันธ์	34	6,090	-11,770	12,560
พะเยา	กันยาน	34	6,032	-11,500	12,220
พะเยา	ตุลาคม	34	5,931	-11,250	11,930
ตราด	มีนาคม	34	6,064	-11,640	12,040
เลย	กันยาน	34	5,992	-11,040	11,640

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
เพชรบุรี	กุมภาพันธ์	34	6,068	-11,520	12,240
เชียงราย	มกราคม	34	6,049	-11,360	11,880
น่าน	กันยาน	34	6,028	-11,790	11,940
ร้อยเอ็ด	กันยาน	33	5,996	-11,940	11,860
มุกดาหาร	มีนาคม	33	6,252	-11,610	12,080
กระบี่	ตุลาคม	32	5,979	-11,440	11,990
เพชรบูรณ์	เมษายน	31	5,997	-11,540	12,500
ยะลา	เมษายน	30	5,985	-11,240	11,430
สุราษฎร์ธานี	กุมภาพันธ์	30	6,004	-11,460	11,900
ภูเก็ต	ธันวาคม	29	6,069	-11,740	11,700
กาญจนบุรี	มีนาคม	29	6,126	-11,800	11,880
ยโสธร	กุมภาพันธ์	29	6,073	-11,850	11,620
พัทลุง	กันยาน	28	6,095	-11,430	11,720
ศีรสะเกษ	เมษายน	28	6,209	-12,170	12,510
หนองคาย	มีนาคม	28	6,133	-12,030	11,980
มุกดาหาร	กันยาน	28	5,955	-11,790	11,550
อำนาจเจริญ	กันยาน	28	6,030	-11,740	11,730
กระบี่	กันยาน	28	6,053	-11,480	11,930
บุรีรัมย์	สิงหาคม	28	6,132	-11,680	12,000
สตูล	สิงหาคม	27	6,133	-12,210	11,900
ฉะเชิงเทรา	มีนาคม	26	6,044	-11,200	12,030
เชียงราย	เมษายน	26	6,110	-11,910	11,720

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
นครราชสีมา	สิงหาคม	26	6,168	-12,200	11,790
อุบลราชธานี	สิงหาคม	26	6,000	-11,590	12,250
ชัยภูมิ	กันยาน	26	5,988	-11,840	11,800
ร้อยเอ็ด	กุมภาพันธ์	25	6,040	-11,930	11,870
อุตรดิตถ์	เมษายน	24	6,185	-11,950	12,710
ศีรสะเกษ	กุมภาพันธ์	24	6,109	-11,780	11,850
สมุทรปราการ	มีนาคม	24	6,127	-12,120	12,480
สระแก้ว	มีนาคม	24	6,147	-12,070	12,100
เชียงใหม่	มีนาคม	24	5,928	-11,720	11,670
ศีรสะเกษ	กันยาน	23	6,034	-11,880	11,850
ขอนแก่น	กุมภาพันธ์	23	6,223	-11,680	12,530
หนองบัวลำภู	กันยาน	23	6,091	-11,980	12,060
อุตรดิตถ์	กุมภาพันธ์	23	6,226	-11,510	12,060
ชัยนาท	มีนาคม	23	6,069	-11,800	11,740
สุรินทร์	มีนาคม	21	5,970	-11,970	11,480
มุกดาหาร	เมษายน	20	6,153	-11,690	12,090
กาฬสินธุ์	กันยาน	20	5,990	-11,970	11,590
น่าน	กุมภาพันธ์	20	5,859	-11,280	11,680
ยโสธร	สิงหาคม	20	6,148	-11,810	12,090
กาญจนบุรี	กันยาน	19	6,035	-11,610	11,710
ปราจีนบุรี	มีนาคม	19	6,164	-11,580	12,310
อุดรธานี	กุมภาพันธ์	19	6,007	-11,710	11,540

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
กระบี่	สิงหาคม	19	5,937	-11,610	12,070
สกลนคร	มีนาคม	18	6,046	-12,260	11,520
ชลบุรี	เมษายน	18	5,973	-11,710	12,010
สุพรรณบุรี	เมษายน	17	6,236	-11,500	12,270
แพร่	มีนาคม	17	6,106	-11,740	11,950
จันทบุรี	ตุลาคม	17	6,162	-11,710	12,230
ภูเก็ต	กุมภาพันธ์	16	5,950	-11,160	11,580
อุบลราชธานี	กุมภาพันธ์	16	6,004	-11,400	11,530
พังงา	เมษายน	16	5,979	-11,790	12,250
แม่ฮ่องสอน	มกราคม	15	5,998	-11,730	11,900
เชียงราย	กันยาน	15	6,101	-11,620	11,570
ภูเก็ต	ตุลาคม	14	6,001	-11,760	11,820
บุรีรัมย์	มีนาคม	14	5,915	-11,690	11,940
นราธิวาส	สิงหาคม	14	6,033	-11,890	11,670
บุรีรัมย์	กันยาน	14	6,167	-11,830	12,400
ร้อยเอ็ด	มกราคม	13	6,125	-11,620	12,060
อำนาจเจริญ	เมษายน	13	6,141	-12,220	11,980
สุพรรณบุรี	มีนาคม	12	6,145	-11,990	12,350
น่าน	สิงหาคม	12	6,029	-11,830	11,560
นครราชสีมา	เมษายน	12	6,093	-11,690	12,070
ยะลา	ธันวาคม	11	6,024	-11,440	12,110
ฉะเชิงเทรา	เมษายน	11	6,176	-12,100	11,830

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
พังงา	มีนาคม	10	6,103	-11,590	12,160
ลพบุรี	เมษายน	10	6,172	-12,060	12,250
มหาสารคราม	เมษายน	10	6,051	-11,830	12,100
กาฬสินธุ์	เมษายน	9	6,116	-11,820	11,640
ร้อยเอ็ด	เมษายน	9	6,068	-12,270	11,620
ชัยภูมิ	มกราคม	8	5,978	-11,620	11,760
บุรีรัมย์	เมษายน	8	6,196	-11,550	12,040
อุดรธานี	กันยาน	7	6,023	-11,360	11,700
ชุมพร	มีนาคม	7	6,229	-12,140	11,840
ลำปาง	สิงหาคม	7	6,185	-12,090	12,040
สุราษฎร์ธานี	กันยาน	6	5,836	-11,700	11,660
พะเยา	เมษายน	5	6,136	-11,810	12,340
สมุทรสงคราม	กุมภาพันธ์	5	6,149	-11,870	11,730
ประจวบคีรีขันธ์	มีนาคม	5	6,165	-11,840	12,000
แพร่	กันยาน	5	6,150	-12,250	12,010
สุรินทร์	กันยาน	5	6,003	-11,520	12,200
หนองบัวลำภู	มีนาคม	4	6,137	-11,850	11,530
นราธิวาส	ธันวาคม	4	5,876	-11,860	11,700
ขอนแก่น	มกราคม	4	5,841	-11,530	11,230
สตูล	เมษายน	3	6,025	-11,460	11,990
มุกดาหาร	สิงหาคม	3	6,074	-11,490	11,700
ยะลา	กันยาน	2	6,035	-11,710	12,060

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
ศีรสะเกษ	ตุลาคม	2	6,148	-11,810	11,610
ตราด	ตุลาคม	1	5,996	-11,830	11,880
น่าน	มีนาคม	1	5,975	-12,060	11,900
ลำพูน	มกราคม	0	6,075	-12,250	11,800
สงขลา	สิงหาคม	-1	5,960	-11,470	11,500
สงขลา	ตุลาคม	-1	5,905	-11,630	11,510
ระยอง	เมษายน	-1	6,045	-11,660	12,000
ตราด	สิงหาคม	-2	6,197	-11,910	11,650
ชุมพร	เมษายน	-3	6,137	-11,900	12,300
เลย	กุมภาพันธ์	-4	6,249	-12,400	11,960
เลย	เมษายน	-4	6,064	-11,770	11,870
พะเยา	มีนาคม	-4	6,091	-11,680	11,610
สระแก้ว	เมษายน	-5	6,019	-11,990	11,740
อุดรธานี	มีนาคม	-6	6,110	-12,080	11,770
แพร่	มกราคม	-6	6,217	-12,170	11,690
สุโขทัย	เมษายน	-7	6,021	-11,930	11,620
นครพนม	มีนาคม	-7	6,103	-11,740	11,630
สตูล	พฤศจิกายน	-8	6,168	-11,760	11,620
สิงห์บุรี	เมษายน	-8	5,976	-11,510	11,730
นครนายก	เมษายน	-8	6,086	-11,850	11,770
มุกดาหาร	กุมภาพันธ์	-9	6,266	-11,720	11,850
สุรินทร์	เมษายน	-9	6,026	-11,440	11,490

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
นราธิวาส	ตุลาคม	-9	6,193	-12,100	11,660
น่าน	มกราคม	-10	6,066	-11,690	11,900
อุบลราชธานี	เมษายน	-10	6,161	-12,050	11,760
เพชรบูรณ์	มีนาคม	-10	6,157	-11,940	12,140
สระแก้ว	กันยาน	-10	6,008	-11,920	11,610
ชัยนาท	เมษายน	-12	6,146	-11,950	12,000
กาฬสินธุ์	มกราคม	-12	6,069	-11,490	11,600
สมุทรสาคร	มีนาคม	-12	6,099	-11,830	11,670
ราชบุรี	มีนาคม	-12	6,087	-12,030	11,510
แพร่	ตุลาคม	-13	6,048	-11,700	11,450
เชียงใหม่	มกราคม	-13	6,175	-12,070	12,200
สระแก้ว	กุมภาพันธ์	-13	5,877	-11,090	11,460
ภูเก็ต	กันยาน	-13	6,201	-12,120	11,720
สมุทรสงคราม	มีนาคม	-13	6,018	-11,570	11,390
สมุทรปราการ	กุมภาพันธ์	-13	6,076	-11,840	11,660
ยะลา	สิงหาคม	-14	5,983	-12,290	12,080
สมุทรสงคราม	ตุลาคม	-14	5,918	-11,700	11,980
ระนอง	กันยาน	-14	6,043	-11,560	11,660
ภูเก็ต	พฤศจิกายน	-14	6,095	-11,730	11,900
ระนอง	ตุลาคม	-15	6,054	-12,260	11,150
สงขลา	พฤศจิกายน	-15	6,097	-11,800	12,180
ปัตตานี	พฤศจิกายน	-16	6,063	-11,820	11,780

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
กาฬสินธุ์	มีนาคม	-17	6,121	-11,910	11,900
แม่ฮ่องสอน	สิงหาคม	-17	6,140	-11,960	11,460
เลย	มีนาคม	-17	6,007	-12,130	11,490
สงขลา	กันยาน	-18	6,054	-11,920	11,690
ปราจีนบุรี	เมษายน	-18	6,124	-11,850	11,700
ร้อยเอ็ด	สิงหาคม	-18	6,030	-11,840	11,820
แม่ฮ่องสอน	มีนาคม	-19	6,268	-11,840	11,710
ตาก	เมษายน	-21	6,115	-12,260	11,520
สกลนคร	มกราคม	-22	5,961	-11,820	11,740
ยโสธร	มีนาคม	-23	6,040	-12,080	11,710
พิษณุโลก	เมษายน	-23	6,116	-12,070	11,580
อุบลราชธานี	มีนาคม	-23	6,062	-12,170	11,310
มหาสารคราม	สิงหาคม	-24	6,219	-12,010	11,470
พัทลุง	ตุลาคม	-24	6,009	-11,760	11,380
ลำปาง	เมษายน	-25	6,088	-11,680	11,770
ปทุมธานี	มีนาคม	-27	6,105	-11,860	12,030
นราธิวาส	มกราคม	-27	6,083	-11,780	11,980
หนองบัวลำภู	มกราคม	-27	6,045	-12,200	11,890
เพชรบุรี	เมษายน	-27	6,001	-11,770	11,490
ราชบุรี	เมษายน	-27	6,214	-11,690	11,630
ยะลา	ตุลาคม	-28	6,214	-12,190	11,890
พิษณุโลก	มีนาคม	-28	6,119	-12,190	11,940

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
กาฬสินธุ์	กุมภาพันธ์	-28	6,133	-12,230	11,840
สระแก้ว	สิงหาคม	-30	6,011	-12,140	11,440
หนองบัวลำภู	กุมภาพันธ์	-30	6,127	-11,750	11,620
เชียงราย	กุมภาพันธ์	-30	6,263	-12,330	11,770
เชียงราย	สิงหาคม	-31	6,089	-12,130	11,670
มหาสารคราม	มีนาคม	-31	6,151	-11,700	11,250
ตาก	มีนาคม	-31	6,026	-11,970	11,710
สุราษฎร์ธานี	มีนาคม	-32	6,018	-11,910	11,970
ลำพูน	เมษายน	-33	6,244	-12,580	12,290
หนองบัวลำภู	สิงหาคม	-33	6,079	-11,860	11,860
พะเยา	มกราคม	-33	6,050	-11,640	11,400
นครปฐม	เมษายน	-34	6,092	-12,060	11,660
สกลนคร	กุมภาพันธ์	-34	6,158	-12,290	11,570
จันทบุรี	มีนาคม	-35	6,211	-12,210	11,760
แพร่	สิงหาคม	-36	5,945	-11,890	11,260
น่าน	เมษายน	-36	6,303	-11,970	11,380
ภูเก็ต	สิงหาคม	-38	6,056	-12,180	11,740
สุราษฎร์ธานี	สิงหาคม	-38	5,971	-11,900	11,210
นครราชสีมา	กุมภาพันธ์	-39	5,997	-11,780	10,960
อุดรธานี	สิงหาคม	-39	6,114	-12,220	11,140
หนองคาย	มกราคม	-40	5,898	-11,760	11,580
อำนาจเจริญ	มกราคม	-41	6,030	-11,910	11,510

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
ชัยภูมิ	ตุลาคม	-41	5,985	-11,810	11,810
ภูเก็ต	มกราคม	-41	6,070	-11,910	11,240
สมุทรสงคราม	เมษายน	-42	5,933	-11,540	11,270
ชุมพร	กันยาน	-42	5,994	-11,630	11,990
สมุทรปราการ	เมษายน	-43	6,311	-11,920	11,580
อุดรธานี	เมษายน	-43	5,999	-11,820	11,270
ภูเก็ต	มีนาคม	-43	6,056	-11,560	11,210
นราธิวาส	กันยาน	-44	6,139	-12,510	11,490
มุกดาหาร	มกราคม	-48	6,192	-11,800	11,850
พิจิต	เมษายน	-48	5,898	-11,800	11,480
อำนาจเจริญ	มีนาคม	-48	5,933	-12,270	11,860
ลำพูน	สิงหาคม	-50	6,148	-12,420	11,690
ขอนแก่น	กันยาน	-50	6,115	-12,130	11,720
สุรินทร์	กุมภาพันธ์	-51	6,150	-11,970	11,450
นครนายก	มีนาคม	-54	6,052	-11,570	11,400
ชัยภูมิ	กุมภาพันธ์	-67	6,019	-11,750	11,530
ชุมพร	สิงหาคม	-70	6,244	-12,260	11,760
กระบี่	กุมภาพันธ์	-74	6,100	-12,200	11,480
อุตรดิตถ์	มีนาคม	-74	5,959	-11,770	11,240
หนองคาย	กุมภาพันธ์	-75	6,240	-12,450	11,970
ยโสธร	กันยาน	-75	6,187	-12,110	11,590
กระบี่	มีนาคม	-77	6,115	-12,010	11,270

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ)

จังหวัด	เดือน	ผลผลิตข้าว(ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
ระนอง	กุมภาพันธ์	-80	6,067	-12,590	11,490
ลำปาง	มีนาคม	-91	5,889	-11,960	11,120
อุดรธานี	มกราคม	-111	5,997	-12,460	11,110

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล: ผศ. สุนีย์ สัมมาทัต
(Assist. Prof. Sunee Sammatat)
ตำแหน่ง: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
คณะวิทยาศาตร์และเทคโนโลยี
การศึกษา: วท.ม. (คณิตศาสตร์ประยุกต์) มหาวิทยาลัยมหิดล

ชื่อ-สกุล: ผศ. นิตยา บุญสิทธิ์
(Assist. Prof. Nitaya Boonsith)
ตำแหน่ง: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
คณะวิทยาศาตร์และเทคโนโลยี
การศึกษา: ค.ม. (คณิตศาสตร์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อ-สกุล: นายกฤษฎา เหล็กดี
(Mr. Krisada Lekdee)
ตำแหน่ง: อาจารย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
การศึกษา: ปร.ด. (สถิติ) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์