การวิเคราะห์อิทธิพลที่มีผลต่อผลผลิตพืชไร่ทางเศรษฐกิจที่สำคัญในพื้นที่เพาะปลูกเขตภาคกลางของประเทศไทยด้วยตัวแบบทางคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ

An Efficient Influence Analysis in Main Economical crop yields in Central Area of Thailand Using Mathematical Models

พิษณุ ทองขาว

กฤษฎา เหล็กดี

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อเรื่อง : การวิเคราะห์อิทธิพลที่มีผลต่อผลผลิตพืชไร่ทางเศรษฐกิจที่สำคัญในพื้นที่เพาะปลูกเขตภาคกลางของประเทศไทย ด้วยตัวแบบทางคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ

ผู้วิจัย : พิษณุ ทองขาว และ กฤษฎา เหล็กดี

พ.ศ. : 2560

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ เพื่อสร้างตัวแบบที่เหมาะสม และมีประสิทธิภาพ สำหรับวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อผลผลิตข้าว ข้าวโพด และอ้อย ที่มีการเก็บอย่างต่อเนื่อง และเพื่อหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าว ข้าวโพด และอ้อย โดยใช้ตัวแบบผสมเชิงเส้น(Linear Mixed Model หรือ LMM) ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่เป็นแบบ Conditional Autoregressive Model (CAR) ผลการศึกษาพบว่า ในส่วนของผลผลิตข้าวนั้น ถ้าปริมาณฝนในช่วงเก็บเกี่ยว เพิ่มขึ้น 1 มม ผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อปีจะลดลง 25.74 ตัน ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ย เพิ่มขึ้น 1 เซลเซียส ผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อปีจะลดลง 212.60 ตัน และ ผลผลิตข้าวมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นทุกปีๆ ละ 15.80 ตัน ในส่วนของผลผลิตอ้อย ถ้าปริมาณฝนในช่วงเก็บเกี่ยว เพิ่มขึ้น 1 มม ผลผลิตอ้อยเฉลี่ยต่อปีจะลดลง 51.35 ตัน ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 1 เซลเซียส ผลผลิตอ้อยเฉลี่ยต่อปีจะเพิ่มขึ้น 121.30 ตัน และ ผลผลิตข้าวมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นทุกปีๆ ละ 29.93 ตัน และในส่วนของผลผลิตข้าวโพด ถ้าปริมาณฝนในช่วงเก็บเกี่ยว เพิ่มขึ้น 1 มม ผลผลิตข้าวโพดเฉลี่ยต่อปีจะเพิ่มขึ้น 73.45 ตัน ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ย เพิ่มขึ้น 1 เซลเซียส ผลผลิตข้าวโพดเฉลี่ยต่อปีจะลดลง 40.44 ตัน และ ผลผลิตข้าวโพดมีแนวโน้มจะลดลงทุกปีๆ ละ 1.74 ตัน

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

Title : An Efficient Influence Analysis in Main Economical crop yields in Central Area of Thailand Using Mathematical Models
Researcher : Pitsanu Tongkhow and Krisada Lekdee
Year : 2017

Abstract

The objectives of this research are to propose an approate and efficient model for analyzing rice, corn, and sugar yields data. A linear mixed model (LMM) with spatial correlation following the conditional autoregressive model (CAR) was adopted. The results show that, for rice yields, if the amount of rainfall in a harvest season increases 1 mm, the yields will decease by 25.74 tons. if the temperature in the harvest season increases 1 Celsius, the yields will decease by 212.60 tons, and according to the trend, the yield will increase by 15.80 tons each year. For sugar cane yields, if the amount of rainfall in the harvest season increases 1 mm, the yields will decease by 51.35 tons. if the temperature in the harvest season increase 1 Celsius, the yields will incease by 121.30 tons, and according to the trend, the yield will increase by 29.93.80 tons each year. For corn yield, if the amount of rainfall in the havest season increases 1 mm, the yields will incease by 73.45 tons. if the temperature in he havest season increases 1 celsius, the yields will decease by 40.44 tons, and according to the trend, the yield will increase by 1.74 tons each year.

Keywords: Linear mixed model (LMM), Rice yields mapping, Rice yields, Conditional autoregressive model (CAR), Spatial data analysis

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์อิทธิพลที่มีผลต่อผลผลิตพืชไร่ทางเศรษฐกิจที่สำคัญ ในพื้นที่เพาะปลูกเขตภาคกลางของประเทศไทย ด้วยตัวแบบทางคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยการสนับสนุนและความช่วยเหลือจากหลายท่าน คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รศ. สุภัทรา โกไศยกานนท์ อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ผศ.ดร.วิโรจน์ ฤทธิ์ทอง คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ ดร.ประกอบ ชาติภุกต์ ผู้อำนวยการและเจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยและพัฒนาทุกท่านที่ให้การสนับสนุนการทำงานวิจัยของอาจารย์ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร มาตั้งแต่เริ่มต้น

ท้ายนี้คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้ทุนสนับสนุนจนกระทั่งงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย	4
1.5 สมมติฐานของการวิจัย	4
1.6 กรอบแนวความคิดในการวิจัย	4
1.7 คำสำคัญของการวิจัย	5
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.9 นิยามคำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	7
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	14
3.1 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล	14
3.2 ขอบเขตของการวิจัย	14
3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	15
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	21
4.1 ลักษณะทั่วไปของข้อมูลผลผลิตข้าว อ้อย และข้าวโพดในภาคกลางของประเทศไทย	22
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตข้าวในภาคกลางของประเทศไทย	25

สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตอ้อยในภาคกลางของประเทศไทย	31
4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตข้าวโพดในภาคกลางของประเทศไทย	36
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	42
5.1 สรุปผลการวิจัย	42
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	43
5.3 ข้อเสนอแนะ	45
บรรณานุกรม	46
ภาคผนวก	50
ประวัติผู้วิจัย	78

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลผลิตข้าว	23
2	ผลผลิตอ้อย	24
3	ผลผลิตข้าวโพด	25
4	ค่าประมาณขนาดอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตข้าวภาคกลาง	26
5	ค่าประมาณผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อปี ในจังหวัดที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 700,000 ตัน	27
6	อิทธิพลเชิงพื้นที่ของแต่ละจังหวัดที่มีต่อผลผลิตข้าวภาคกลางในประเทศไทย	30
7	ค่าประมาณขนาดอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตอ้อยภาคกลาง	31
8	ค่าประมาณผลผลิตอ้อยเฉลี่ยต่อปี ในจังหวัดที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 2,00,000 ตัน	33
9	อิทธิพลเชิงพื้นที่ของแต่ละจังหวัดที่มีต่อผลผลิตอ้อยภาคกลางในประเทศไทย	36
10	ค่าประมาณขนาดอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตข้าวโพดภาคกลาง	3
11	ค่าประมาณผลผลิตข้าวโพดเฉลี่ยต่อปี ในจังหวัดที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 50,000 ตัน	38
12	อิทธิพลเชิงพื้นที่ของแต่ละจังหวัดที่มีต่อผลผลิตข้าวโพดภาคกลางในประเทศไทย	41

ตารางภาคผนวกที่

1	ค่าประมาณผลผลิตข้าว (ตัน)	51

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พืชไร่ที่จัดเป็นพืชเศรษฐกิจนำรายได้มาสู่ประเทศไทยอย่างมาก เช่น ข้าว เป็นอาหาร อ้อย วัตถุดิบสำหรับผลิตน้ำตาลทราย, ข้าวโพด เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตอาหารสัตว์, มันสำปะหลัง เป็น วัตถุดิบในการผลิตแป้งและอาหารสัตว์ เป็นต้น เนื่องจากข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญชนิดหนึ่งของโลก ซึ่งประเทศไทยเป็นผู้ผลิตข้าวอันดับต้นๆ และมีการส่งออกข้าวมากที่สุดของโลกมาอย่างต่อเนื่องยาวนาน อีกทั้งยังเป็นสินค้าเกษตรที่มีการซื้อขายล่วงหน้าในตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย (AFET) ตั้งแต่ 26 สิงหาคม 2547 ถึงปัจจุบัน เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องไม่ว่าจะโดยตรงหรือโดยอ้อมสามารถเข้ามาใช้ประโยชน์ ไม่ว่าจะเป็นการซื้อขายล่วงหน้าเพื่อป้องกันความเสี่ยงด้านราคาหรือเพื่อการลงทุน ตลอดจนการนำข้อมูลราคาล่วงหน้าไปใช้วางแผนการผลิต การค้า และด้านอื่นๆ ทั้งในอุตสาหกรรมหลักและอุตสาหกรรมต่อเนื่อง (สำนักงานคณะกรรมการกำกับการซื้อขายสินค้าเกษตรล่วงหน้า) ผลผลิตข้าวโลกเพิ่มขึ้นจากปีก่อนร้อยละ2.0ขณะที่ผลผลิตข้าวไทยลดลงจากปีก่อนร้อยละ3.1 จากการลดพื้นที่ปลูกข้าวเนื่องจากเกษตรกรบางส่วนปรับเปลี่ยนไปปลูกพืชอื่นที่ให้ผลตอบแทนที่สูงกว่า ส่วนการส่งออก ข้าวไทยทั้งปริมาณและมูลค่าส่งออกเพิ่มขึ้นร้อยละ 65.9 และ 30.6 ตามลำดับ เนื่องจากราคาส่งออกข้าวของไทยใกล้เคียงกับประเทศคู่แข่ง ส่งผลให้นาเข้าข้าวจากไทยเพิ่มขึ้น สำหรับแนวโน้มปี 2558 คาดว่าผลผลิตจะลดลงจากปีก่อนจากการลดพื้นที่เพาะปลูกไปปลูกอ้อยเนื่องจากราคาและความน่าเชื่อถือของระบบจัดสรรอ้อยและนำตาล สำหรับราคาข้าวไทยคาดว่าจะใกล้เคียงกับปี 2557 เนื่องจากรัฐบาลไม่มีนโยบาย แทรกแซงราคา ส่งผลให้ราคาข้าวเป็นไปตามกลไกตลาด ส่วนอ้อยเป็นพืชพวกหญ้าชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากเมื่อพิจารณาในแง่ของผลผลิต เพราะอ้อยสามารถใช้ปัจจัยสำหรับการเจริญเติบโต เช่น แสงแดด น้ำ อากาศ และธาตุอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้อ้อยยังเป็นพืชที่ปลูกง่าย และเมื่อปลูกครั้งหนึ่งแล้ว สามารถเก็บเกี่ยวได้หลายครั้ง อ้อยชอบอากาศร้อนและชุ่มชื้น ดังนั้นประเทศที่ปลูกอ้อย ซึ่งมีประมาณ 70 ประเทศจึงอยู่ในแถบร้อนและชุ่มชื้นในระหว่างเส้นรุ้งที่ 35 องศาเหนือ และ 35 องศาใต้ รวมทั้งประเทศไทยด้วย ส่วนผลผลิตน้ำตาลโลกต่ำกว่าปีก่อนร้อยละ 1.5 แต่ราคาน้ำตาลทรายดิบในตลาดโลกยังคงลดลงต่อเนื่องจาก ปีก่อนร้อยละ 6.5 จากปัจจัยด้านปริมาณน้ำตาลที่ยังอยู่ในระดับสูง

ประกอบกับเศรษฐกิจโลกอยู่ในภาวะซบเซา สำหรับผลผลิตอ้อยไทยมี ทั้งสิ้น 103.7 ล้านตันเพิ่มขึ้นจากปีก่อนร้อยละ 3.6 ตามนโยบาย Zoning ที่จูงใจให้มาปลูกอ้อยเพิ่มขึ้นผลผลิตน้ำตาลเพิ่มขึ้นจากปีก่อน ร้อยละ 13.0ส่วนการส่งออกน าตาลไทยเพิ่มขึ้นทั้งปริมาณและมูลค่าร้อยละ 12.2 และร้อยละ 7.1 ตามลำดับ สำหรับแนวโน้มปี 2558 คาดว่าปริมาณอ้อยไทยจะใกล้เคียงปีก่อนเนื่องจากปัญหาภัยแล้งในปีก่อนที่จะส่งผลกระทบต่อผลผลิตอ้อยในฤดูการผลิตปี 2558 แม้ว่าจะมีการขยายพื้นที่ปลูกตามนโยบาย Zoning ก็ตามส่วนราคาน้ำตาลโลกคาดว่าจะปรับตัวดีขึ้นอย่างค่อยเป็นค่อยไป ตามความต้องการบริโภค ที่เพิ่มขึ้นมากแม้ว่าผลผลิตจะเพิ่มขึ้น โดยน้ำตาลโลกส่วนเกินมีแนวโน้มลดลงเหลือเพียง 0.5 ล้านตัน ด้วยเหตุผลข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจสร้างตัวแบบที่เหมาะสม สำหรับวิเคราะห์อิทธิพลต่างๆที่ส่งผลต่อผลผลิตข้าว และอ้อยที่มีการเก็บอย่างต่อเนื่องที่มีประสิทธิภาพกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด

การวิจัยจะมีการวิเคราะห์เชิงลึกต่างๆด้วยตัวแบบทางคณิตศาสตร์ และทางสถิติ เช่น สำหรับข้อมูลที่มีการวัดซ้ำที่มีการนำไปประยุกต์ใช้ กันมากคือ ตัวแบบ Generalized Estimating Equation (GEE) ซึ่งนำเสนอโดย Liang และ Zeger (1986) เป็นตัวแบบที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นที่มีได้มากกว่า 1 ตัว กับตัวแปรตามโดยไม่มีข้อสมมติ (Assumption) ว่า ข้อมูลต้องเป็นอิสระกัน ค่าของตัวแปรตามที่มีความสัมพันธ์กันเกิดขึ้นได้เมื่อมีการเก็บข้อมูลซ้ำในหน่วยตัวอย่างเดียวกัน ตัวแปรตามเป็นได้ทั้งแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง สำหรับโครงสร้างแบบ Independent สมมติให้ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่เกิดจากการวัดซ้ำมีค่าเป็นศูนย์ Exchangeable กำหนดให้ความสัมพันธ์มีค่าคงที่ Autoregressive กำหนดให้ความสัมพันธ์มีค่าลดลงเมื่อเวลาผ่านไป และ Unstructured สมมติให้ความสัมพันธ์ของข้อมูลแต่ละคู่ไม่มีรูปแบบ สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามของแต่ละหน่วยตัวอย่างของตัวแบบ GEE มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากัน จึงเป็นการอธิบายขนาดอิทธิพลของปัจจัยในลักษณะภาพรวมของประชากร เรียกตัวแบบนี้ว่า Population-averaged model วนิดา ลิ่มมั่น และลี่ลี อิงศรีสว่าง (2553) นำตัวแบบ GEE ไปใช้ในการหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดอุบัติเหตุจากการจราจรทางถนน รุ้งรวี อำนาจตระกูล และลี่ลี อิงศรีสว่าง (2553) นำตัวแบบ GEE ไปใช้พยากรณ์ประสิทธิภาพของหอทำน้ำเย็นชนิดลมดูดแบบไหลสวนทาง และกฤษฎา เหล็กดี และลี่ลี อิงศรีสว่าง (2553) นำตัวแบบ GEE ไปใช้วิเคราะห์ความเสี่ยงของการเกิดโรคมาลาเรีย สำหรับตัวแบบที่วิเคราะห์ข้อมูลประเภทนี้ที่เหมาะสมอีกตัวก็คือการนำความสัมพันธ์เชิงพื้นที่มาพิจารณาด้วยตัวแบบสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย มีรากฐานมาจากตัวแบบ ผสมเชิงเส้น (Linear Mixed Model หรือ LMM) ตัวแบบ LMM เป็นตัวแบบที่แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรตาม กับตัวแปรต้นซึ่งมีได้หลายตัว เป็นตัวแบบที่มีความยืดหยุ่นสูง สามารถเพิ่มตัวแปรบางประเภทเข้าไปในตัวแบบได้ง่าย เช่นตัวแปรที่แสดง

ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ข้องข้อมูล จึงประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ ซึ่งเกิดจากหลักความจริงที่ว่าสิ่งที่อยู่ใกล้กันย่อมมีความสัมพันธ์กันมากกว่าสิ่งที่อยู่ไกลกัน การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ GLMM มีหลายวิธี แต่วิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายเมื่อตัวแบบมีความซับซ้อน คือมีการเพิ่มตัวแปรที่แสดงความสัมพันธ์ทั้งเชิงพื้นที่และเชิงเวลาคือ การใช้วิธีการของเบย์ (Bayesian Method) สำหรับวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้วิธีการของเบย์นั้น จะกำหนดรูปแบบการแจกแจงของข้อมูล การแจกแจงของพารามิเตอร์ที่เป็นตัวแปรแปรสุ่ม การแจกแจงของพารามิเตอร์เรียกว่า Prior ผลคูณของการแจกแจงของข้อมูล กับ Prior เรียกว่า Posterior การประมาณค่าพารามิเตอร์ใน Posteriorที่ใช้กันอย่างแพร่หลายคือ การใช้หลักการของ Markov Chain Monte Carlo (MCMC)ที่ใช้การสุ่มตัวอย่างแบบ Gibbs sampling ตัวแบบ LMM และใช้วิธีการของเบย์ในการประมาณค่าพารามิเตอร์

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยสนใจนำหลักการสร้างตัวแบบจาก GEE และ LMM มาใช้กับข้อมูลผลผลิตข้าว และอ้อย และข้อมูลอิทธิพลต่างๆที่มีการเก็บอย่างต่อเนื่องมาก่อน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาและพัฒนาตัวแบบการวิเคราะห์อิทธิพลต่างๆที่ส่งผลต่อผลผลิตข้าว และอ้อยที่แม่นยำเพื่อใช้ในการวางแผนต่อไปในประเทศไทยด้วยตัวแบบ ทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดโดยมีตัวอย่าง ปัจจัยเบื้องต้นที่นำมาพิจารณาได้แก่ ปริมาณฝน อุณหภูมิเฉลี่ย ภาค (กลาง เหนือ ตะวันออกเฉียงเหนือ ใต้ ตะวันออก และตะวันตก) ก่อนและยังมีอิทธิพลอื่นๆที่กำลังศึกษาอีกด้วย หลังจากนั้นนำตัวแบบที่ได้เปรียบเทียบกันกับตัวแบบที่นิยมให้กันในปัจจุบันอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างตัวแบบที่เหมาะสม สำหรับวิเคราะห์อิทธิพลต่างๆพร้อมกันที่ส่งผลต่อผลผลิตข้าว ข้าวโพด และอ้อยที่มีการเก็บอย่างต่อเนื่องที่มีประสิทธิภาพกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด

1.2.2 เพื่อหาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าว ข้าวโพด และอ้อย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร คือ ผลผลิตข้าว ข้าวโพด และอ้อยรายเดือน ทุกจังหวัด ของประเทศไทย

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผลผลิตข้าว ข้าวโพด และอ้อยรายเดือน ทุกจังหวัด ของประเทศไทย ปี 2559

ตัวแปรต้น ปริมาณฝน อุณหภูมิเฉลี่ย และภาค

ตัวแปรตามคือ ผลผลิตข้าว ข้าวโพด และอ้อย รายเดือน ทุกจังหวัด ของประเทศไทย

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1. เก็บรวบรวมข้อมูลที่ข้อมูลที่ใช้ศึกษาเป็นข้อมูล รายเดือน ระดับจังหวัด ในประเทศไทย จำนวนมากกว่า 10 ปี คือประมาณตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545-2559 ตัวแปรตามคือผลผลิตข้าว ข้าวโพดและอ้อย ได้จาก กรมวิชาการเกษตร ตัวแปรต้นเบื้องต้น คือ ปริมาณฝน อุณหภูมิ และ ภาค ปริมาณฝนและอุณหภูมิ ได้จาก กรมอุตุนิยมวิทยา (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2558) และ ตัวแปรอื่นๆซึ่งอยู่ในระหว่างการศึกษาจากแหล่งข้อมูล

2. นำมาสร้างตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดและใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริง

3. วิเคราะห์ข้อมูล

4. สรุปผลการวิจัย และเขียนรายงานการวิจัยและจัดทำรูปเล่มรวมถึงเผยแพร่ผลที่ได้ของการวิจัย ในการประชุมวิชาการหรือตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับชาติ หรือนานาชาติขึ้นไป

1.5 สมมติฐานของการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัยคือ ปริมาณฝน อุณหภูมิเฉลี่ย และภาค มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าว ข้าวโพด และอ้อย

1.6 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

สร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับวิเคราะห์อิทธิพลที่มีผลต่อผลผลิตพืชไร่ทางเศรษฐกิจที่สำคัญในพื้นที่เพาะปลูกเขตภาคกลางของประเทศไทยโดยใช้การใช้หลักการของการจำลองสถานการณ์

1.7 คำสำคัญของการวิจัย

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

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ทราบอิทธิพลที่มีผลต่อผลผลิตพืชไร่ทางเศรษฐกิจที่สำคัญในพื้นที่เพาะปลูกเขตภาคกลางของประเทศไทยซึ่งได้แก่ข้าว ข้าวโพดและอ้อย

2) ได้ตัวแบบที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลที่มีผลต่อผลผลิตพืชไร่ที่มีการเก็บอย่างต่อเนื่องซึ่งสามารถใช้หลักการวิเคราะห์เชิงลึกขั้นสูงกับด้วยตัวแบบที่มีความซับซ้อนที่ตรงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด

3) ทราบสาเหตุที่มีอิทธิพลเกี่ยวข้องกับผลผลิตข้าว ข้าวโพดและอ้อย

4) ผู้บริหาร เกษตรกร ผู้ที่เกี่ยวข้อง สามารถนำผลการศึกษาวิจัย ไปใช้ประกอบการวางแผนตัดสินใจ ในการเพิ่มผลผลิตข้าว ข้าวโพดและอ้อยได้

5) นำหลักของการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ ไปประยุกต์ใช้กับการวิเคราะห์ผลผลิตพืชไร่ชนิดอื่นๆ ได้

6) ใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาตัวแบบต่อไป

1.9. นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

ผลผลิตข้าวในประเทศไทย หมายถึงผลผลิตข้าวนาปี ในประเทศไทย

ผลผลิตข้าวโพดในประเทศไทย หมายถึงผลผลิตข้าวโพด ในประเทศไทย

ผลผลิตอ้อยในประเทศไทย หมายถึงผลผลิตอ้อยในประเทศไทย

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

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. ทฤษฎีและหลักการพื้นฐานที่ใช้ในการพัฒนา และออกแบบการทดลองของตัวแบบ Linear mixed model (LMM) ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่รวมอยู่ด้วย มีรายละเอียดคร่าวๆ ดังนี้

$$y_{ij} \mid \mathbf{b} \sim N(\mu_{ij}, \sigma^2) \; i = 1,...,76 \; j = 1,...,10$$

$$\mu_{ij} = \beta_0 + \beta_1(\text{Rain}) + \beta_2(\text{Temp}) + \beta_2(\text{Region}) + \text{b}_\text{i} + \phi_i$$

$$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3 \sim N(0, 1.0E06), \; \text{b}_\text{i} \sim N(0, \tau_b{}^2),$$

$$\phi_i \mid \mathbf{\Phi}_{(-i)} \sim N\left(0, \frac{\tau_\phi{}^2}{w_{i+}}\right),$$

$$\text{var}(\mathbf{\Phi}) = (\mathbf{D}_w - \rho\mathbf{W})^{-1},$$

$$\rho \sim \text{Uniform}(0,1)$$

$$\tau_b{}^2, \sigma^2, \tau_\phi{}^2 \sim \text{IG}(0.5, 0.0005)$$

West et al (2007) อธิบายตัวแบบ LMM ไว้อย่างละเอียด ลักษณะที่สำคัญของ LMM มีดังนี้

ตัวแบบ LMMs เป็นตัวแบบที่มีจุดเริ่มต้นจากการแจกแจงแบบมีเงื่อนไขของเวกเตอร์ของตัวแปรตาม $\mathbf{y}$ เมื่อกำหนดค่าเวกเตอร์ของตัวแปรสุ่ม $\mathbf{b}$ ที่แสดงอิทธิพลเชิงสุ่มที่มีอิทธิพลต่อเวกเตอร์ของตัวแปร $\mathbf{y}$ แทนด้วย $\mathbf{y} \mid \mathbf{b}$ ให้ $i = 1,...,m$, $j = 1,...,n_i$ และ $y_{ij} \mid \mathbf{b} \overset{\text{iid}}{\sim} N(\mu_{ij}, \sigma^2)$

ค่าคาดหวังคือ $E(y_{ij} \mid \mathbf{b}) = \mu_{ij}$ และ

$$\mu_{ij} = \mathbf{x}_{ij}{}^T\boldsymbol{\beta} + \mathbf{z}_{ij}{}^T\mathbf{b},$$

เมื่อ $\mathbf{x}_{ij}{}^{T}$ คือสมาชิกในแถวที่ i ของเมตริกซ์ปัจจัยคงที่ (Fixed effects) $\boldsymbol{\beta}$ คือเวกเตอร์ของพารามิเตอร์ที่เป็นค่าคงที่ $\mathbf{z}_{ij}{}^{T}$ คือสมาชิกในแถวที่ i ของเมตริกซ์ปัจจัยเชิงสุ่ม (Radom effects) $\mathbf{b}$ คือเวกเตอร์ของพารามิเตอร์ที่เป็นตัวแปรสุ่ม μ_{ij} คือค่าคาดหวัง หรือค่าเฉลี่ยของการแจกแจงแบบมีเงื่อนไขของ $y_{ij}\,|\,\mathbf{b}$ เนื่องจาก $\mathbf{b}$ เป็นตัวแปรสุ่มจึงต้องกำหนดรูปแบบของการแจกแจงให้ $\mathbf{b}$ ด้วย โดยทั่วไปจะกำหนดการแจกแจงของ $\mathbf{b}$ เป็น

$$\mathbf{b} \sim \mathrm{N}(\mathbf{0}, \mathbf{B})$$

ค่าความแปรปรวนของ $y_{ij}\,|\,\mathbf{b}$ คือ $\mathrm{var}(y_{ij}\,|\,\mathbf{b}) = \sigma^2$ ซึ่งมีค่าคงที่

สำหรับตัวแบบ LMM เมื่อนำไปใช้กับข้อมูลที่มีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ สามารถเพิ่มตัวแปรที่แสดงอิทธิพลเชิงสุ่มทั้งสองแบบได้ดังนี้

$$\mu_{ij} = \mathbf{x}_{ij}{}^{T}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{z}_{ij}{}^{T}\mathbf{b} + \phi_i$$

เมื่อ ϕ_i แทนอิทธิพลเชิงพื้นที่

อิทธิพลเชิงพื้นที่ ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายคือ ตัวแบบของ Conditional autoregressive model (CAR) **อิทธิพลเชิงพื้นที่ โดยใช้ตัวแบบ CAR**

Banerjee et al. (2004) อธิบายรายละเอียดของตัวแบบ CAR ไว้ดังนี้

ให้ $\boldsymbol{\Phi} = (\phi_1, ..., \phi_m)^T$ แทนเวกเตอร์ของตัวแปรสุ่มที่มีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามพื้นที่ ซึ่งมีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม Y_i ซึ่งวัดค่าในแต่ละพื้นที่ $i,\ i = 1, ..., m$ การแจกแจงของการแจกแจงแบบมีเงื่อนไข $\phi_i\,|\,\boldsymbol{\Phi}_{(-i)}$ นิยามดังนี้

$$\phi_i\,|\,\boldsymbol{\Phi}_{(-i)} \sim N\left(\sum_{j=1}^{m} a_{ij}\phi_j, \tau_i{}^2\right) \text{ where } \phi_{(-i)} = \left\{\phi_j : j \neq i\right\},$$

τ^2 คือความแปรปรวนแบบมีเงื่อนไข a_{ij} คือค่าคงที่ที่แสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่ i และ j โดยที่ $a_{ii} = 0$ ให้ $\mathbf{A} = (a_{ij})$ and $\mathbf{M} = Diag(\tau_1{}^2, ..., \tau_m{}^2)$ โดย Brook's Lemma จะได้ การแจกแจงร่วมของ $(\phi_1, ..., \phi_m)$ ดังนี้

$$p(\mathbf{\Phi}) \propto \exp\left\{-\frac{1}{2}\mathbf{\Phi}^T\mathbf{M}^{-1}(\mathbf{I}-\mathbf{A})\mathbf{\Phi}\right\},$$

$$\text{var}(\mathbf{\Phi}) = (\mathbf{I}-\mathbf{A})^{-1}\mathbf{M}$$

$\mathbf{M}^{-1}(\mathbf{I}-\mathbf{A})$ ต้องเป็นเมตริกซ์สมมาตร $p(\mathbf{\Phi})$ จึงจะเป็น Probability distribution นั่นคือ เงื่อนไข $\frac{a_{ij}}{\tau_i^{\,2}} = \frac{a_{ji}}{\tau_j^{\,2}}$ ต้องเป็นจริง ซึ่งเงื่อนไขนี้จะเป็นจริงได้เมื่อ $a_{ij} = \frac{w_{ij}}{w_{i+}}$ และ $\tau_i^{\,2} = \frac{\tau^2}{w_{i+}}$ ดังนั้น การแจกแจงแจงของ $\phi_i \mid \mathbf{\Phi}_{(-i)}$ ที่เป็น Probability distribution จึงมีรูปแบบเป็น

$\phi_i \mid \mathbf{\Phi}_{(-i)} \sim N\left(\sum_{j=1}^{m}\frac{w_{ij}\phi_j}{w_{i+}}, \frac{\tau^2}{w_{i+}}\right)$ เรียกการแจกแจงนี้ว่าตัวแบบ CAR การแจกแจงร่วมของ $(\phi_1,...,\phi_m)$ คือ

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

$\mathbf{W} = (w_{ij})$ คือเมตริกซ์ ซึ่งเป็นค่าน้ำหนักแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ มีค่าดังนี้

$w_{ij} = 1$ถ้าพื้นที่นั้นอยู่ติดกัน และ ถ้าพื้นที่นั้นไม่ได้อยู่ติดกัน

$\mathbf{D}_w = Diag(w_{i+})$ เป็นเมตริกซ์แนวเส้นทแยงมุมหลัก ที่มีสมาชิกในแนวเส้นทแยงมุมหลัก (i,i) คือ $w_{i+} = \sum_j w_{ij}$

เนื่องจาก $(\mathbf{D}_w - \mathbf{W})$ เป็นเมตริซ์ที่ไม่มีอินเวอร์ส ดังนั้น $p(\mathbf{\Phi})$ จึงเป็นการแจกแจงที่เป็น Improper คือพื้นที่รวมใต้กราฟไม่เท่ากับ 1จึงเรียกตัวแบบ CAR นี้ว่า Improper CAR วิธีการแก้ไขเพื่อให้ $(\mathbf{D}_w - \mathbf{W})$ มีอินเวอร์ส คือเพิ่มพารามิเตอร์ ρ ใน $(\mathbf{D}_w - \mathbf{W})$ ดังนี้ $\text{var}(\mathbf{\Phi}) = (\mathbf{D}_w - \rho\mathbf{W})^{-1}$

การแจกแจงของ $\phi_i \mid \mathbf{\Phi}_{(-i)}$ มีรูปแบบใหม่ดังนี้ $\phi_i \mid \mathbf{\Phi}_{(-i)} \sim N\left(\rho\sum_{j=1}^{m}\frac{w_{ij}\phi_j}{w_{i+}}, \frac{\tau^2}{w_{i+}}\right)$.

เรียก ρ ว่า spatial parameter และเรียกรูปแบบการแจกแจงแบบนี้ว่าตัวแบบ Proper CAR

Clayton และ Keldor (1987)วิเคราะห์อัตราการเกิดโรค และสร้างแผนที่โรค โดยใช้ตัวแบบ GLMM ที่มีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของข้อมูลเป็นแบบCARและมีผู้นำตัวแบบของ Clayton และ Keldor (1987) ไปใช้อย่างกว้างขวาง อาทิ Tsutakawa (1988) และ Cressieและ Chan (1989)รวมทั้ง Cressie (1992).

วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์

สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ ใช้วิธีการของเบย์ โดยการเขียนโปรแกรมคณิตศาสตร์และOptimization ในโปรแกรม OpenBugs Matlab Mapleและใน R2OpenBugs สำหรับการสร้างแผนที่จะแสดงผลผลิตด้วยโปรแกรมกราฟฟิก เพื่อให้ได้ตัวแบบที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพครบถ้วน

2.2 ‘’งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Liang และ Zeger (1986) นำเสนอตัวแบบ Generalized Estimating Equation (GEE) เป็นตัวแบบที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นที่มีได้มากกว่า 1 ตัว กับตัวแปรตามโดยไม่มีข้อสมมติ (Assumption) ว่า ข้อมูลต้องเป็นอิสระกัน ค่าของตัวแปรตามที่มีความสัมพันธ์กันเกิดขึ้นได้เมื่อมีการเก็บข้อมูลซ้ำในหน่วยตัวอย่างเดียวกัน ตัวแปรตามเป็นได้ทั้งแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง สำหรับโครงสร้างแบบ Independent สมมติให้ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่เกิดจากการวัดซ้ำมีค่าเป็นศูนย์ Exchangeable กำหนดให้ ความสัมพันธ์มีค่าคงที่ Autoregressive กำหนดให้ความสัมพันธ์มีค่าลดลงเมื่อเวลาผ่านไป และ Unstructured สมมติให้ความสัมพันธ์ของข้อมูลแต่ละคู่ไม่มีรูปแบบ สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามของแต่ละหน่วยตัวอย่างของตัวแบบ GEE มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากัน จึงเป็นการอธิบายขนาดอิทธิพลของปัจจัยในลักษณะภาพรวมของประชากร เรียกตัวแบบนี้ว่า Population-averaged model

นลินี ประทุม (2550) ได้ศึกษาถึงภาวะทั่วไปและวิเคราะห์ความเคลื่อนไหวมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์มันส้าปะหลัง เพื่อศึกษาภาวการณ์ส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำาปะหลังและวิเคราะห์ความเคลื่อนไหวของมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังในอดีต และนำไปพยากรณ์มูลค่าการส่งออกในอนาคต โดยวิธีการศึกษาเชิงพรรณนา อาศัยข้อมูลจากเอกสารทางวิชาการ และใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาในช่วงปีพ.ศ. 2540-2549 มาท้าการวิเคราะห์พยากรณ์มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง เป็นการศึกษาที่ใช้เครื่องมือทฤษฎีการวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) ซึ่งใช้วิธี

เดียวกันกับการศึกษาถึงแนวโน้มการส่งออกยางพาราของประเทศไทยซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) ประเภทอนุกรมเวลา (Time series data)

วนิดา ลิ่มมั่น และลี่ลี อิงศรีสว่าง (2553) นำตัวแบบ GEE ไปใช้ในการหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดอุบัติเหตุจากการจราจรทางถนน

รุ้งรวี อำนาจตระกูล และลี่ลี อิงศรีสว่าง (2553) นำตัวแบบ GEE ไปใช้พยากรณ์ประสิทธิภาพของหอทำน้ำเย็นชนิดลมดูดแบบไหลสวนทาง

กฤษฎา เหล็กดี และลี่ลี อิงศรีสว่าง (2553) นำตัวแบบ GEE ไปใช้วิเคราะห์ความเสี่ยงของการเกิดโรคมาลาเรีย สำหรับตัวแบบที่วิเคราะห์ข้อมูลประเภทนี้ที่เหมาะสมอีกตัวก็คือการนำความสัมพันธ์เชิงพื้นที่มาพิจารณาด้วยตัวแบบสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมีรากฐานมาจากตัวแบบ ผสมเชิงเส้น (Linear Mixed Model หรือ LMM)

Iqbal และคณะ (2005) ใช้ตัวแบบ ARIMA พยากรณ์ผลผลิตและพื้นที่เพราะปลูกข้าวสารีในประเทศปากีสถานเพื่อใช้เป็นข้อมูลให้กับรัฐบาลในการกำหนดนโยบาย Mishra และ Desai (2005) ใช้ตัวแบบ SARIMA ในการพยากรณ์ภัยแล้ง (Drought) โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาเป็นค่าดัชนีมาตรฐานของหยาดน้ำที่ตกมาจากชั้นบรรยากาศ (Precipitation)สำหรับตัวแบบการพยากรณ์แบบ exponential smoothing นั้นมีการนำไปใช้อย่างแพร่หลายนั้น และมีการยืดขยายเป็น Simple exponential smoothing, Holt ,Holt-Winters และ double exponential smoothing

Kahforoushan, Zarif and Mashahir (2010) ศึกษาการพยากรณ์ผลผลิตทางด้านการเกษตร ซึ่งได้แก่ การปลูกพืช การเลี้ยงสัตว์ การประมง และการปลูกป่า โดยใช้วิธีการพยากรณ์ 4 วิธี ได้แก่ วิธีปรับเรียบเอ็กโปเนนเชียลโดยวิธี Holt-Winters แบบไม่มีฤดูกาล (Holt-Winters (no seasonal) Exponential Smooting Model) วิธีบอกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Model) วิธีโครงข่ายปราสาทเทียม (Artificial Neural Network Model) และ วิธีARIMA (ARIMA Model) และใช้ ค่า MAE MSE และMAPE เปรียบเทียบผลการพยากรณ์แต่ละวิธี ผลการศึกษาพบว่า วิธีโครงข่ายปราสาทเทียมเหมาะสมในการประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ (Learn Stage) วิธีบอกซ์-เจนกินส์เหมาะสมในการประเมินความถูกต้องในตัวแบบ (Model Validation) แต่วิธีปรับเรียบเอ็ก

โปเนนเชียลโดยวิธี Holt-Winters แบบไม่มีฤดูกาล ให้ค่า MAPE ต่ำสุดในการประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ (Model Fitting) และการประเมินความถูกต้องในตัวแบบ

MacDuffie et al. (1996) พบว่า ในโรงงานอุตสาหกรรมประกอบชิ้นส่วน มีหลายปัจจัยที่ส่งผลให้กระบวนการผลิต และคุณภาพสินค้า ลดลง ปัจจัยที่สำคัญได้แก่ คนงาน เครื่องจักร ตารางการผลิต การตรวจสอบคุณภาพชิ้นงาน รวมทั้ง การประสานงานกับผู้จำหน่ายวัตถุดิบ

Mendoza และ de Alba (2006) ศึกษาการวิธีทางกระบวนการสโตแคสติกสำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้วิธีเบย์ เมื่อมีข้อมูลจำนวนน้อย ค่าที่พยากรณ์เป็นค่าสะสมของตัวแปรต่อเนื่องที่เป็นค่าบวกโดยทราบค่าสะสมของข้อมูลมาส่วนหนึ่งแล้ว ตัวแบบที่ถูกนำเสนอเป็นการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่ารวมทั้งหมดกับค่ารวมมาแล้วบางส่วนของตัวแปรภายใต้อิทธิพลของฤดูกาลแบบคงที่ (stable seasonality) ผลการศึกษาพบว่าตัวแบบที่นำเสนอเหมาะสมเมื่อมีข้อมูลจำนวนน้อย และตัวแบบมาตรฐานทั่วไปไม่เหมาะสม

Sumer และคณะ (2009) ศึกษาการใช้ตัวแบบ ARIMA, SARIMA และ ตัวแบบการถดถอย (Regression Model)ที่มีฤดูกาล (Seasonal) เป็นตัวแปรซ่อนเร้น (Latent variable) ในการพยากรณ์ ปริมาณความต้องการกระแสไฟฟ้าพบว่าตัวแบการถดถอยที่มีฤดูกาลเป็นตัวแปรซ่อนเร้นพยากรณ์ได้แม่นยำกว่าARIMA และSARIMA

Yelland (2009) ใช้วิธีของเบย์ประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ state-space 3 ประเภทคือ Adjusted Gaussian Dynamic Linear Model (AG), Poisson Dynamic Log-Linear Model (PL) และGamma-Poisson Local Level Model (GP) รวมทั้ง ตัวแบบ Climatological Baseline Model (Cm) กับข้อมูลปริมาณความต้องการซื้อสินค้า พบว่า ตัวแบบ GP ดีที่สุด

อย่างไรก็ตาม ตัวแบบที่เสนอมานั้นเป็นเพียงความคิดเริ่มต้นจากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยต่างๆมา ดังนั้นยังต้องมีการเพิ่มเติม และปรับเปลี่ยนค่าต่างๆอีกมากมาย เช่น เพิ่มเติมค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญในตัวแบบอีกตามหลักทฤษฎีและงานวิจัยจากในและต่างประเทศ เพื่อให้งานวิจัยนี้ประสบผลสำฤทธิ์มากที่สุด

สมใจ ธานี (2556) ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจปลูกอ้อยของเกษตรกร อำเภอบางระจัน จังหวัดสิงห์บุรี ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ เกษตรกรในอำเภอบางระจัน จังหวัดสิงห์บุรี จ านวน 4,728 ครัวเรือน ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 370 ครัวเรือนจากการคำนวณด้วยวิธีการของทาโร่ยามาเน่ และใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi –stage sampling) การเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปลูกอ้อยทำโดยใช้แบบสอบถามซึ่งประกอบด้วยปัจจัยด้านเศรษฐกิจ ปัจจัยด้านเทคโนโลยี ปัจจัยด้านการเมือง และปัจจัยด้านวัฒนธรรม

อนุชา เหลาเคน (2557) ทดสอบอัตราการใช้ปุ๋ยที่ความเหมาะสมกับความต้องการของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 รวมทั้งการใช้ปุ๋ยให้เหมาะสมกับพื้นที่ในเขตพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม ดำเนินงานในแปลงเกษตรกรจังหวัดมหาสารคาม ระหว่างเดือน ตุลาคม 2554 ถึง กันยายน 2556 จำนวน 5 แปลง ได้แก่ แปลงที่ 1 อ.โกสุมพิสัย แปลงที่ 2 อ.กุดรัง แปลงที่ 3 อ.บรบือแปลงที่ 4 อ.นาเชือก และแปลงที่ 5 อ.ชื่นชม จากผลการทดลองพบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (ปุ๋ยเคมีผสมเกรด18-9-18) ให้ผลผลิตน้ำหนักสดอ้อย และผลผลิตน้ำตาล ทั้งในอ้อยปลูก อ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 มากที่สุด

รุ่งโรจน์ พิทักษ์ด่านธรรม (2554) ศึกษาปัจจัยที่สนับสนุนการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลังการทำ นาและปัญหาต่างๆในการปลูกข้าวโพดของเกษตรกรในอำ เภอเขาวง จังหวัดกาฬสินธุ์ ใช้แบบสัมภาษณ์ในการเก็บข้อมูล ผลการวิจัยพบว่าเกษตรกรผู้นำ ที่มีประสบการณ์ในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลังการทำนามาแล้วสองครั้งมีความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยีการปลูกข้าวโพดที่เหมาะสมในการผลิตครั้งที่สาม ปัญหาที่สำ คัญคือเกษตรกรขายผลผลิตข้าวโพดได้ในราคาต่ำ ส่วนการแบ่งพื้นที่ปลูกพืชผักสวนครัวนั้นเป็นทางเลือกเพื่ออยู่รอดสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลังการทำนาในวิสาหกิจชุมชน

เบ็ญจพร กุลนิตย์ และ สมพร นาสมพงษ์ (2560) ศึกษาการจัดการปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดหวาน เปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน 7 ตำรับ ได้แก่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย, 2) ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำทั่วไปสำหรับข้าวโพดของกรมส่งเสริมการเกษตร,3) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน, 4) ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ+ ซากจามจุรี 500 กก. /ไร่, 5) ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ+ซากจามจุรี 1,000 กก. /ไร่, 6) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน+ ซากจามจุรี 500 กก./ไร่ และ 7) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน+ซากจามจุรี 1,000 กก./ไร่

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์อิทธิพลที่มีผลต่อผลผลิตพืชไร่ทางเศรษฐกิจที่สำคัญในพื้นที่เพาะปลูกเขตภาคกลางของประเทศไทย ด้วยตัวแบบทางคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพในครั้งนี้ มีวิธีดำเนินการในแต่ละข้อต่อไปนี้

3.1 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล
3.2 ขอบเขตของการวิจัย
3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา เป็นข้อมูลระดับ ปี 2559 ประกอบด้วยผลผลิตข้าวรายปี ทุก ของประเทศไทย ปี 2556 เก็บรวบรวมจาก สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) ปริมาณฝน และอุณหภูมิ รวบรวมจากกรมอุตุนิยมวิทยา (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2557) กระทรวงกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

3.2 ขอบเขตการวิจัย

3.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ผลผลิตข้าวรายเดือน ทุก ของประเทศไทย

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผลผลิตข้าวรายเดือน ทุก ของประเทศไทย ปี 2556

3.2.2 ตัวแปรสำหรับการวิจัย

ตัวแปรต้น ปริมาณฝน อุณหภูมิเฉลี่ย และภาค

ตัวแปรตามคือ ผลผลิตข้าวรายเดือน ทุกจังหวัดของประเทศไทย

3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.3.1 ศึกษาหัวเรื่อง ต่อไปนี้

3.3.1.1 ข้าวไทย

3.3.1.2 ตัวแบบ LMM ซึ่งเป็นตัวแบบที่สามารถประยุกต์ใช้วิเคราะห์ข้อมูลที่ตัวแปรตามมีความสัมพันธ์พื้นที่ ตัวแปรตามมีค่าต่อเนื่อง จึงสมมติให้มีการแจกแจงแบบปกติ

3.3.1.3 ตัวแบบความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบ CAR

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 ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่ ประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีการของเบย์ รายละเอียดตัวแบบแสดงดังต่อไปนี้

$$y_{ij} \mid \mathbf{b} \sim N(\mu_{ij}, \sigma^2)\ i = 1,...,22\ \ j = 1,...,13$$

$$\mu_{ij} = \beta_1 + \beta_2 * rain_{ij} + \beta_3 * temp_{ij} + \beta_4 * k + b_{1i} + b_{2ij} + v_i$$

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

$$\beta_1, \beta, \beta_3, \beta_4 \sim N(0, 10000)$$

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

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

$${\tau_{b1}}^2, {\tau_{b2}}^2, {\tau_v}^2 \sim InvGamma(0.1, 0.1)$$

การประมาณค่าพารามิเตอร์ ใช้การประมาณแบบเบย์ โดยการเขียนโปรแกรมใน OpenBUGS และ R ซึ่งใช้ Gibbs sampling MCMC ในการประมาณค่าพารามิเตอร์

3.3.2.3 การประมาณผลผลิตอ้อย และวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตอ้อย ใช้ตัวแบบ LMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่ ประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีการของเบย์ รายละเอียดตัวแบบแสดงดังต่อไปนี้

$$y_{ij} \,|\, \mathbf{b} \sim N(\mu_{ij}, \sigma^2) \;\; i = 1,...,14 \;\; j = 1,...,12$$

$$\mu_{ij} = \beta_1 + \beta_2 * rain_{ij} + \beta_3 * temp_{ij} + \beta_4 * k + b_{1i} + b_{2ij} + v_i$$

v_i คืออิทธิพลเชิงพื้นที่ มีการแจกแจงแบบ CAR ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

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

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

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

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

$$\beta_1, \beta, \beta_3, \beta_4 \sim N(0, 10000)$$

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

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

$${\tau_{b1}}^2, {\tau_{b2}}^2, {\tau_v}^2 \sim InvGamma(0.1, 0.1)$$

การประมาณค่าพารามิเตอร์ ใช้การประมาณแบบเบย์ โดยการเขียนโปรแกรมใน OpenBUGS และ R ซึ่งใช้ Gibbs sampling MCMC ในการประมาณค่าพารามิเตอร์

3.3.2.4 การประมาณผลผลิตข้าวโพด และวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตข้าวโพด ใช้ตัวแบบ LMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่ ประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีการของเบย์ รายละเอียดตัวแบบแสดงดังต่อไปนี้

$$y_{ij} \,|\, \mathbf{b} \sim N(\mu_{ij}, \sigma^2) \;\; i = 1,...,9 \;\; j = 1,...,13$$

$$\mu_{ij} = \beta_1 + \beta_2 * rain_{ij} + \beta_3 * temp_{ij} + \beta_4 * k + b_{1i} + b_{2ij} + v_i$$

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

$$\beta_1, \beta, \beta_3, \beta_4 \sim N(0, 10000)$$

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

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

$$\tau_{b1}{}^2, \tau_{b2}{}^2, \tau_v{}^2 \sim InvGamma(0.1, 0.1)$$

การประมาณค่าพารามิเตอร์ ใช้การประมาณแบบเบย์ โดยการเขียนโปรแกรมใน OpenBUGS และ R ซึ่งใช้ Gibbs sampling MCMC ในการประมาณค่าพารามิเตอร์

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์อิทธิพลที่มีผลต่อผลผลิตพืชไร่ทางเศรษฐกิจที่สำคัญในพื้นที่เพาะปลูกเขตภาคกลางของประเทศไทยด้วยตัวแบบทางคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ ในครั้งนี้มีจุดประสงค์ เพื่อสร้างตัวแบบที่เหมาะสม สำหรับวิเคราะห์อิทธิพลต่างๆพร้อมกันที่ส่งผลต่อผลผลิตข้าว ข้าวโพด และอ้อยที่มีการเก็บอย่างต่อเนื่องที่มีประสิทธิภาพกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุดและเพื่อหาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าว ข้าวโพด และอ้อย

ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลทุติยภูมิ ผลผลิตข้าว อ้อย ข้าวโพด ของประเทศไทย ปี 2548 ถึง 2559 รวบรวมจาก สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และข้อมูล ปริมาณฝนและอุณหภูมิ รวบรวมจากกรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงได้ดังรายละเอียดในแต่ละข้อต่อไปนี้

4.1 ลักษณะทั่วไปของข้อมูลผลผลิตข้าว อ้อย และข้าวโพดในภาคกลางของประเทศไทย

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตข้าวในภาคกลางของประเทศไทย

- 4.2.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าว
- 4.2.2 ค่าประมาณผลผลิตข้าว
- 4.2.3 ค่าประมาณอิทธิพลเชิงพื้นที่ ที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าว

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตอ้อยในภาคกลางของประเทศไทย

- 4.3.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตอ้อย
- 4.3.2 ค่าประมาณผลผลิตอ้อย
- 4.3.3 ค่าประมาณอิทธิพลเชิงพื้นที่ที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตอ้อย

4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตข้าวโพดในภาคกลางของประเทศไทย

- 4.4.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าวโพด
- 4.4.2 ค่าประมาณผลผลิตข้าวโพด
- 4.4.3 ค่าประมาณอิทธิพลเชิงพื้นที่ที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าวโพด

4.1 ลักษณะทั่วไปของข้อมูลผลผลิตข้าว อ้อย และข้าวโพดในภาคกลางของประเทศไทย

ลักษณะทั่วไปของข้อมูลผลผลิตข้าว อ้อย และข้าวโพดแสดงในตารางที่ 1 ตารางที่ 2 และตารางที่ 3 ตามลำดับ

จากตารางที่ 1 ผลผลิตข้าวเรียงลำดับจากมากไปน้อย 10 อันดับแรก คือ นครสวรรค์ (1,224,062.38) พิจิตร (833,679.46) สุพรรณบุรี (802,910.31) พิษณุโลก (709,213.31) กำแพงเพชร (658,882.00) เพชรบูรณ์ (610,625.92) ชัยนาท (550,514.62) พระนครศรีอยุธยา (513,393.46) สุโขทัย (462,908.54) ลพบุรี (407,947.08)

จากตารางที่ 2 ผลผลิตอ้อยเรียงลำดับจากมากไปน้อย 10 อันดับแรก คือ ลพบุรี (6,360,560.33) พิจิตร (5,424,166.17) นครสวรรค์ (4,792,695.33) สระบุรี (3,121,571.75) สุโขทัย (2,801,949.33) อ่างทอง (2,412,315.50) ชัยนาท (1,766,494.92) พิษณุโลก (1,532,566.50) อุทัยธานี (1,316,720.25) กำแพงเพชร (947,364.33)

จากตารางที่ 3 ผลผลิตข้าวโพดเรียงลำดับจากมากไปน้อย 9 อันดับ คือ ชัยนาท (254,125.00) นครสวรรค์ (135,727.92) สุพรรณบุรี (125,782.15) กำแพงเพชร (124,238.62) พิจิตร (104,665.46) ลพบุรี (71,459.62) พิษณุโลก (11,549.15) สระบุรี (10,464.15) สุโขทัย (6,771.08)

ตารางที่ 1 ผลผลิตข้าว (หน่วย : ตัน)

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
นครสวรรค์	1,224,062.38	136,921.24
พิจิตร	833,679.46	148,720.27
สุพรรณบุรี	802,910.31	84,651.27
พิษณุโลก	709,213.31	101,931.41
กำแพงเพชร	658,882.00	121,590.75
เพชรบูรณ์	610,625.92	31,238.16
ชัยนาท	550,514.62	77,349.69
พระนครศรีอยุธยา	513,393.46	63,320.73
สุโขทัย	462,908.54	112,907.62
ลพบุรี	407,947.08	71,116.34
อุทัยธานี	290,189.62	46,223.91
นครปฐม	252,289.08	26,615.22
สิงห์บุรี	236,734.85	44,023.37
ปทุมธานี	225,047.69	17,659.94
นครนายก	218,317.54	15,126.61
อ่างทอง	215,848.69	26,085.28
สระบุรี	209,123.31	21,799.98
นนทบุรี	76,684.15	8,141.21
กรุงเทพฯ	76,514.00	12,224.48
สมุทรปราการ	26,933.46	4,381.72
สมุทรสาคร	9,922.31	2,013.27
สมุทรสงคราม	1,885.08	585.84
Total	391,528.49	318,812.07

ตารางที่ 2 ผลผลิตอ้อย (หน่วย : ตัน)

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ลพบุรี	6,360,560.33	1,711,946.45
พิจิตร	5,424,166.17	1,409,089.50
นครสวรรค์	4,792,695.33	1,149,378.77
สระบุรี	3,121,571.75	1,100,085.89
สุโขทัย	2,801,949.33	1,312,009.76
อ่างทอง	2,412,315.50	1,059,941.68
ชัยนาท	1,766,494.92	443,223.84
พิษณุโลก	1,532,566.50	313,478.45
อุทัยธานี	1,316,720.25	298,273.38
กำแพงเพชร	947,364.33	217,616.14
สุพรรณบุรี	549,481.58	316,089.78
เพชรบูรณ์	481,522.17	119,931.52
นครปฐม	451,559.42	204,573.52
สิงห์บุรี	171,488.83	44,641.12
Total	2,295,032.60	2,099,864.69

ตารางที่ 3 ผลผลิตข้าวโพด (หน่วย : ตัน)

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ชัยนาท	254,125.00	163,514.95
นครสวรรค์	135,727.92	71,589.16
สุพรรณบุรี	125,782.15	54,858.29
กำแพงเพชร	124,238.62	51,233.29
พิจิตร	104,665.46	182,551.84
ลพบุรี	71,459.62	12,795.79
พิษณุโลก	11,549.15	9,008.24
สระบุรี	10,464.15	4,554.01
สุโขทัย	6,771.08	4,772.07
Total	93,864.79	114,484.76

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตข้าวในภาคกลางของประเทศไทย

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าว ใช้ตัวแบบ LMM ที่มีตัวความสัมพันธ์เชิงพื้นที่รวมอยู่ด้วย ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4

4.2.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าว

ค่าประมาณขนาดอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อปีแสดงในตารางที่ 4

จากตารางที่ 4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าวภาคกลางคือ ปริมาณฝน อุณหภูมิเฉลี่ย โดยมีอิทธิพลของแนวโน้มร่วมด้วย

ถ้าปริมาณฝน เพิ่มขึ้น 1 มม ผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อปีจะลดลง 25.74 ตัน ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 1 เซลเซียส ผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อปีจะลดลง 212.60 ตัน และเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น 1 ปี ผลผลิตข้าวมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้น 15.80 ตัน

ตารางที่ 4 ค่าประมาณขนาดอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตข้าวภาคกลาง

ปัจจัย	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
β_1(Intercept)	27.01	42.93	-70.17	67.91
β_2(ปริมาณฝน)	-25.74	0.09	-25.79	-25.51
β_3(อุณหภูมิเฉลี่ย)	-212.60	1.64	-216.60	-211.10
β_4(แนวโน้ม)	15.80	5.52	-2.61	19.10

4.2.2 ค่าประมาณผลผลิตข้าว

ค่าประมาณ ผลผลิตข้าวเฉลี่ยแต่ละปี ในจังหวัดที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 700,000 ตัน แสดงในตารางที่ 5 ค่าประมาณผลผลิตข้าวแต่ละปี ในทุกจังหวัดแสดงในตารางภาคผนวกที่ 1

จากตารางที่ 5 พบว่า จังหวัดที่มีค่าประมาณผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อปีสูง 10 อันดับแรก เรียงลำดับจากมากสุดถึงน้อยสุด ดังนี้ นครสวรรค์ ปี2556 (1,416,000) นครสวรรค์ ปี2555 (1,406,000) นครสวรรค์ ปี2557 (1,355,000) นครสวรรค์ ปี2548 (1,276,000) นครสวรรค์ ปี2551 (1,274,000) นครสวรรค์ ปี2550 (1,258,000) นครสวรรค์ ปี2552 (1,221,000) นครสวรรค์ ปี2549 (1,195,000) นครสวรรค์ ปี2558 (1,193,000) นครสวรรค์ ปี2546 (1,152,000) ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ค่าประมาณผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อปี ในจังหวัดที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 700,000 ตัน

จังหวัด	ปี	ผลผลิตข้าว (ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
นครสวรรค์	2556	1,416,000	15.27	1,416,000	1,416,000
นครสวรรค์	2555	1,406,000	16.08	1,406,000	1,406,000
นครสวรรค์	2557	1,355,000	15.54	1,355,000	1,355,000
นครสวรรค์	2548	1,276,000	15.80	1,276,000	1,276,000
นครสวรรค์	2551	1,274,000	16.01	1,274,000	1,274,000
นครสวรรค์	2550	1,258,000	15.75	1,258,000	1,258,000
นครสวรรค์	2552	1,221,000	16.19	1,221,000	1,221,000
นครสวรรค์	2549	1,195,000	16.06	1,195,000	1,195,000
นครสวรรค์	2558	1,193,000	15.23	1,193,000	1,193,000
นครสวรรค์	2546	1,152,000	16.30	1,152,000	1,152,000
นครสวรรค์	2547	1,142,000	15.88	1,142,000	1,142,000
นครสวรรค์	2553	1,130,000	15.88	1,130,000	1,130,000
พิจิตร	2555	1,107,000	15.54	1,107,000	1,107,000
พิจิตร	2556	1,107,000	15.41	1,107,000	1,107,000
พิจิตร	2557	963,200	15.59	963,200	963,200
สุพรรณบุรี	2557	961,000	15.77	960,900	961,000
สุพรรณบุรี	2558	924,800	15.53	924,800	924,800
พิจิตร	2553	923,700	14.97	923,600	923,700
พิษณุโลก	2555	912,400	15.19	912,400	912,400
กำแพงเพชร	2555	895,800	15.43	895,800	895,800
นครสวรรค์	2554	894,000	15.63	894,000	894,000
กำแพงเพชร	2556	882,400	15.62	882,400	882,400
พิษณุโลก	2556	876,300	15.57	876,300	876,300
พิจิตร	2558	875,900	15.59	875,900	875,900
สุพรรณบุรี	2556	863,800	15.82	863,700	863,800

ตารางที่ 5 (ต่อ)

จังหวัด	ปี	ผลผลิตข้าว (ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
สุพรรณบุรี	2554	859,900	16.45	859,800	859,900
สุพรรณบุรี	2555	841,300	15.87	841,300	841,300
สุพรรณบุรี	2552	834,200	15.48	834,200	834,300
พิจิตร	2554	783,800	15.91	783,800	783,800
พิษณุโลก	2557	782,800	15.68	782,800	782,800
สุพรรณบุรี	2551	777,200	15.63	777,100	777,200
พิจิตร	2548	776,800	16.66	776,800	776,900
กำแพงเพชร	2557	768,600	15.72	768,600	768,700
พิษณุโลก	2553	764,100	16.04	764,100	764,100
สุพรรณบุรี	2546	754,600	16.05	754,600	754,600
สุพรรณบุรี	2550	750,900	14.93	750,900	750,900
สุพรรณบุรี	2548	748,400	16.33	748,400	748,400
พิจิตร	2547	741,000	15.11	741,000	741,000
พิจิตร	2550	724,000	15.52	724,000	724,000
พิจิตร	2549	723,600	15.81	723,600	723,600
พิจิตร	2546	721,600	15.42	721,600	721,600
สุพรรณบุรี	2547	721,500	15.30	721,500	721,500
พิษณุโลก	2558	715,200	16.22	715,200	715,300
พิษณุโลก	2554	714,000	15.80	714,000	714,000
สุพรรณบุรี	2549	713,700	15.09	713,700	713,700
กำแพงเพชร	2554	703,600	16.14	703,600	703,600
พิษณุโลก	2548	703,300	15.32	703,300	703,300

4.2.3 ค่าประมาณอิทธิพลเชิงพื้นที่ ที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าว

อิทธิพลเชิงพื้นที่ของแต่ละจังหวัดที่มีผลผลิตข้าวภาคกลางในประเทศไทย แสดงในตารางที่ 6

จากตารางที่ 6 พบว่า อิทธิพลเชิงพื้นที่ของจังหวัดที่มีต่อผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อปีในประเทศไทยสูงสุด 10 อันดับแรก เรียงลำดับจากมากสุดถึงน้อยสุด คือ กรุงเทพมหานคร (0.42) สมุทรสาคร (0.40) นนทบุรี (0.30) นครปฐม (0.27) ปทุมธานี (0.20) สระบุรี (0.14) อ่างทอง (0.12) สมุทรปราการ (0.10) พระนครศรีอยุธยา (0.09) นครนายก (0.08) ตามลำดับ

ตารางที่ 6 อิทธิพลเชิงพื้นที่ของแต่ละจังหวัดที่มีต่อผลผลิตข้าวภาคกลางในประเทศไทย

จังหวัด	อิทธิพลเชิงพื้นที่			
	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credibel Interval	
กรุงเทพมหานคร	0.42	5.03	-4.55	9.94
สมุทรสาคร	0.40	4.60	-5.00	9.15
นนทบุรี	0.30	3.94	-5.07	8.51
นครปฐม	0.27	4.07	-5.33	8.53
ปทุมธานี	0.20	4.50	-7.33	8.20
สระบุรี	0.14	4.10	-4.92	6.70
อ่างทอง	0.12	3.90	-6.54	6.32
สมุทรปราการ	0.10	8.03	-9.47	15.89
พระนครศรีอยุธยา	0.09	2.87	-4.51	4.63
นครนายก	0.08	6.40	-6.87	10.51
ลพบุรี	-0.01	3.28	-5.32	5.14
อุทัยธานี	-0.04	5.03	-7.46	5.13
สุโขทัย	-0.05	6.78	-9.43	10.16
สุพรรณบุรี	-0.06	3.29	-5.98	4.38
กำแพงเพชร	-0.11	5.27	-9.22	9.12
สมุทรสงคราม	-0.12	9.18	-15.55	15.69
สิงห์บุรี	-0.16	3.64	-7.24	4.29
พิจิตร	-0.23	5.18	-8.35	6.85
พิษณุโลก	-0.25	5.23	-8.26	7.21
นครสวรรค์	-0.27	3.46	-6.75	3.46
ชัยนาท	-0.36	3.86	-9.27	3.87
เพชรบูรณ์	-0.46	4.13	-9.32	4.14

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตอ้อยในภาคกลางของประเทศไทย

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตอ้อย ใช้ตัวแบบ LMM ที่มีตัวความสัมพันธ์เชิงพื้นที่รวมอยู่ด้วย ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 7

4.3.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตอ้อย

ค่าประมาณขนาดอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตอ้อยเฉลี่ยต่อปีแสดงในตารางที่ 7

จากตารางที่ 7 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตอ้อยภาคกลางคือ ปริมาณฝน อุณหภูมิเฉลี่ย โดยมีอิทธิพลของแนวโน้มร่วมด้วย

ถ้าปริมาณฝน เพิ่มขึ้น 1 มม ผลผลิตอ้อยเฉลี่ยต่อปีจะลดลง 51.35 ตัน ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 1 เซลเซียส ผลผลิตอ้อยเฉลี่ยต่อปีจะเพิ่มขึ้น 121.30 ตัน และเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น 1 ปี ผลผลิตข้าวมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้น 29.93 ตัน

ตารางที่ 7 ค่าประมาณขนาดอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตอ้อยภาคกลาง

ปัจจัย	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
β_1(Intercept)	50.09	54.04	-92.04	127.30
β_2(ปริมาณฝน)	-51.35	1.44	-52.59	-49.57
β_3(อุณหภูมิเฉลี่ย)	121.30	84.17	18.37	195.20
β_4(แนวโน้ม)	29.93	101.10	-98.63	122.30

4.3.2 ค่าประมาณผลผลิตอ้อย

ค่าประมาณ ผลผลิตอ้อยภาคกลางเฉลี่ยแต่ละปี ในจังหวัดที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 2,000,000 ตัน แสดงในตารางที่ 8

จากตารางที่ 8 พบว่า จังหวัดที่มีค่าประมาณผลผลิตอ้อยเฉลี่ยต่อปีสูง 10 อันดับแรก เรียงลำดับจากมากสุดถึงน้อยสุด ดังนี้ นครสวรรค์ ปี2556 (8,546,000) นครสวรรค์ ปี2558 (8,507,000) นครสวรรค์ ปี2557 (8,283,000) นครสวรรค์ ปี2555 (8,055,000) สุพรรณบุรี ปี2558 (7,259,000) สุพรรณบุรี ปี2557 (7,125,000) สุพรรณบุรี ปี2556 (7,094,000) นครสวรรค์ ปี2554 (6,955,000) สุพรรณบุรี ปี2547 (6,532,000) นครสวรรค์ ปี2553 (6,499,000) ตามลำดับ

ตารางที่ 8 ค่าประมาณผลผลิตอ้อยเฉลี่ยต่อปี ในจังหวัดที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 2,00,000 ตัน

จังหวัด	ปี	ผลผลิตอ้อย (ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
นครสวรรค์	2556	8,546,000	320.2	8,546,000	8,547,000
นครสวรรค์	2558	8,507,000	291.7	8,506,000	8,507,000
นครสวรรค์	2557	8,283,000	314.8	8,283,000	8,284,000
นครสวรรค์	2555	8,055,000	295.7	8,055,000	8,056,000
สุพรรณบุรี	2558	7,259,000	310.5	7,259,000	7,259,000
สุพรรณบุรี	2557	7,125,000	309.0	7,125,000	7,126,000
สุพรรณบุรี	2556	7,094,000	317.7	7,094,000	7,094,000
นครสวรรค์	2554	6,955,000	286.5	6,955,000	6,955,000
สุพรรณบุรี	2547	6,532,000	291.0	6,531,000	6,532,000
นครสวรรค์	2553	6,499,000	290.3	6,499,000	6,499,000
สุพรรณบุรี	2555	6,319,000	303.3	6,319,000	6,319,000
กำแพงเพชร	2558	6,231,000	291.4	6,231,000	6,231,000
นครสวรรค์	2552	6,177,000	294.8	6,177,000	6,178,000
กำแพงเพชร	2557	6,098,000	308.0	6,098,000	6,098,000
กำแพงเพชร	2556	5,970,000	295.8	5,970,000	5,970,000
สุพรรณบุรี	2548	5,840,000	305.4	5,839,000	5,840,000
นครสวรรค์	2551	5,687,000	300.1	5,686,000	5,687,000
กำแพงเพชร	2555	5,491,000	275.8	5,491,000	5,491,000
กำแพงเพชร	2552	5,115,000	278.6	5,115,000	5,115,000
กำแพงเพชร	2551	4,882,000	317.9	4,881,000	4,882,000
กำแพงเพชร	2553	4,826,000	290.8	4,826,000	4,827,000
กำแพงเพชร	2554	4,744,000	280.7	4,743,000	4,744,000
นครสวรรค์	2550	4,668,000	319.7	4,668,000	4,668,000
เพชรบูรณ์	2558	4,646,000	292.5	4,645,000	4,646,000
สุพรรณบุรี	2552	4,510,000	288.1	4,510,000	4,510,000

ตารางที่ 8 (ต่อ)

จังหวัด	ปี	ผลผลิตอ้อย (ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
เพชรบูรณ์	2557	4,485,000	299.5	4,485,000	4,486,000
นครสวรรค์	2549	4,442,000	309.2	4,442,000	4,443,000
สุพรรณบุรี	2553	4,421,000	295.3	4,420,000	4,421,000
ลพบุรี	2558	4,417,000	290.1	4,417,000	4,418,000
เพชรบูรณ์	2556	4,391,000	282.4	4,391,000	4,391,000
สุพรรณบุรี	2554	4,364,000	298.0	4,363,000	4,364,000
กำแพงเพชร	2547	4,342,000	316.4	4,342,000	4,342,000
ลพบุรี	2557	4,322,000	306.5	4,322,000	4,322,000
กำแพงเพชร	2548	4,310,000	304.6	4,310,000	4,310,000
สุพรรณบุรี	2551	4,290,000	308.7	4,290,000	4,290,000
นครสวรรค์	2547	4,281,000	307.5	4,281,000	4,282,000
ลพบุรี	2556	4,229,000	304.0	4,229,000	4,230,000
นครสวรรค์	2548	4,225,000	296.9	4,225,000	4,226,000
อุทัยธานี	2558	3,989,000	301.2	3,989,000	3,989,000
เพชรบูรณ์	2555	3,965,000	293.3	3,965,000	3,966,000
สุพรรณบุรี	2550	3,965,000	311.0	3,965,000	3,966,000
ลพบุรี	2555	3,861,000	305.3	3,861,000	3,861,000
อุทัยธานี	2557	3,831,000	289.5	3,830,000	3,831,000
อุทัยธานี	2556	3,809,000	293.1	3,809,000	3,809,000
ลพบุรี	2553	3,481,000	298.4	3,481,000	3,481,000
สุพรรณบุรี	2549	3,372,000	285.3	3,372,000	3,372,000
อุทัยธานี	2555	3,325,000	291.4	3,324,000	3,325,000
ลพบุรี	2554	3,295,000	298.1	3,295,000	3,295,000
ลพบุรี	2552	3,282,000	295.5	3,282,000	3,282,000
ลพบุรี	2551	3,025,000	299.1	3,025,000	3,026,000
กำแพงเพชร	2550	2,809,000	288.7	2,809,000	2,809,000

ตารางที่ 8 (ต่อ)

จังหวัด	ปี	ผลผลิตอ้อย (ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
เพชรบูรณ์	2554	2,767,000	305.7	2,767,000	2,767,000
เพชรบูรณ์	2553	2,735,000	284.3	2,735,000	2,735,000
ลพบุรี	2547	2,700,000	303.2	2,699,000	2,700,000
กำแพงเพชร	2549	2,695,000	306.2	2,695,000	2,695,000
เพชรบูรณ์	2552	2,611,000	303.9	2,611,000	2,611,000
ลพบุรี	2548	2,513,000	279.9	2,512,000	2,513,000
สุโขทัย	2558	2,446,000	310.9	2,446,000	2,446,000
อุทัยธานี	2554	2,446,000	283.3	2,445,000	2,446,000
สุโขทัย	2557	2,378,000	317.2	2,378,000	2,379,000
เพชรบูรณ์	2551	2,323,000	326.7	2,323,000	2,324,000
สุโขทัย	2556	2,299,000	336.8	2,299,000	2,299,000
เพชรบูรณ์	2548	2,223,000	293.0	2,223,000	2,224,000
สุโขทัย	2555	2,047,000	279.6	2,047,000	2,048,000
อุทัยธานี	2553	2,038,000	328.5	2,037,000	2,038,000
อุทัยธานี	2552	2,028,000	308.8	2,027,000	2,028,000

4.3.3 ค่าประมาณอิทธิพลเชิงพื้นที่ที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตอ้อย

อิทธิพลเชิงพื้นที่ของแต่ละจังหวัดที่มีผลผลิตอ้อยภาคกลางในประเทศไทย แสดงในตารางที่ 9

จากตารางที่ 9 พบว่า อิทธิพลเชิงพื้นที่ของจังหวัดที่มีต่อผลผลิตอ้อยเฉลี่ยต่อปีในประเทศไทยสูงสุด 10 อันดับแรก เรียงลำดับจากมากสุดถึงน้อยสุด คือ สุโขทัย (32.11) พิจิตร (23.96) พิษณุโลก (23.53) กำแพงเพชร (21.53) เพชรบูรณ์ (2.95) นครสวรรค์ (1.47) อุทัยธานี (-3.20) ลพบุรี (-7.11) อ่างทอง (-7.75) สิงห์บุรี (-9.87) ตามลำดับ

ตารางที่ 9 อิทธิพลเชิงพื้นที่ของแต่ละจังหวัดที่มีต่อผลผลิตอ้อยภาคกลางในประเทศไทย

จังหวัด	อิทธิพลเชิงพื้นที่			
	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credibel Interval	
สุโขทัย	32.11	313.20	-36.07	95.20
พิจิตร	23.96	242.80	-23.22	58.77
พิษณุโลก	23.53	230.70	-18.22	70.81
กำแพงเพชร	21.53	206.00	-20.56	71.37
เพชรบูรณ์	2.95	154.10	-32.71	21.66
นครสวรรค์	1.47	129.10	-18.21	15.06
อุทัยธานี	-3.20	171.90	-28.92	32.00
ลพบุรี	-7.11	138.60	-42.14	14.13
อ่างทอง	-7.75	142.90	-40.52	25.55
สิงห์บุรี	-9.87	132.70	-39.26	20.11
ชัยนาท	-11.00	180.50	-30.62	26.12
สุพรรณบุรี	-12.99	182.30	-39.08	27.57
นครปฐม	-22.29	322.20	-57.66	60.60
สระบุรี	-31.35	314.00	-77.39	26.27

4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตข้าวโพดในภาคกลางของประเทศไทย

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าวโพด ใช้ตัวแบบ LMM ที่มีตัวความสัมพันธ์เชิงพื้นที่รวมอยู่ด้วย ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 10

4.4.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าวโพด

ค่าประมาณขนาดอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตข้าวโพดเฉลี่ยต่อปีแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ค่าประมาณขนาดอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตข้าวโพดภาคกลาง

ปัจจัย	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
β_1(Intercept)	16.27	63.67	-139.50	143.10
β_2(ปริมาณฝน)	73.45	3.02	69.33	82.16
β_3(อุณหภูมิเฉลี่ย)	-40.44	44.74	-93.14	98.10
β_4(แนวโน้ม)	-1.74	98.40	-164.20	105.40

จากตารางที่ 10 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าวโพดคือ ปริมาณฝน อุณหภูมิเฉลี่ย โดยมีอิทธิพลของแนวโน้มร่วมด้วย

ถ้าปริมาณฝน เพิ่มขึ้น 1 มม ผลผลิตข้าวโพดเฉลี่ยต่อปีจะเพิ่มขึ้น 73.45 ตัน ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ย เพิ่มขึ้น 1 เซลเซียส ผลผลิตข้าวโพดเฉลี่ยต่อปีจะลดลง 40.44 ตัน และเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น 1 ปี ผลผลิตข้าวโพดมีแนวโน้มจะลดลง 1.74 ตัน

4.4.2 ค่าประมาณผลผลิตข้าวโพด

ค่าประมาณ ผลผลิตข้าวโพดภาคกลางเฉลี่ยแต่ละปี ในจังหวัดที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 50,000 ตัน แสดงในตารางที่ 11

จากตารางที่ 11 พบว่า จังหวัดที่มีค่าประมาณผลผลิตข้าวโพดเฉลี่ยต่อปีสูง 10 อันดับแรก เรียงลำดับจากมากสุดถึงน้อยสุด ดังนี้ พิจิตร ปี2554 (511,200) พิจิตร ปี2555 (476,400) ชัยนาท ปี 2555 (449,500) ชัยนาท ปี2554 (444,300) ชัยนาท ปี2553 (427,900) ชัยนาท ปี2552 (398,800) ชัยนาท ปี2546 (296,000) ชัยนาท ปี2548 (294,300) ชัยนาท ปี2549 (286,500) ชัยนาท ปี2551 (285,200) ตามลำดับ

ตารางที่ 11 ค่าประมาณผลผลิตข้าวโพดเฉลี่ยต่อปี ในจังหวัดที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 50,000 ตัน

จังหวัด	ปี	ผลผลิตข้าวโพด (ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
พิจิตร	2554	511,200	81,220	158,100	533,200
พิจิตร	2555	476,400	82,110	117,800	498,900
ชัยนาท	2555	449,500	48,110	243,900	463,300
ชัยนาท	2554	444,300	39,390	279,400	455,800
ชัยนาท	2553	427,900	35,500	278,500	438,500
ชัยนาท	2552	398,800	31,940	265,900	408,700
ชัยนาท	2546	296,000	17,330	230,000	303,400
ชัยนาท	2548	294,300	15,120	239,400	301,300
ชัยนาท	2549	286,500	14,240	237,200	293,100
ชัยนาท	2551	285,200	11,180	251,300	293,600
สุพรรณบุรี	2547	218,100	24,790	118,300	226,800
กำแพงเพชร	2555	211,200	24,990	109,200	219,700
สุพรรณบุรี	2546	210,300	17,510	143,700	217,400
นครสวรรค์	2554	192,000	12,220	153,800	200,800
นครสวรรค์	2555	186,100	17,210	120,500	193,000
สุพรรณบุรี	2548	178,700	10,850	150,900	189,300
นครสวรรค์	2549	174,200	13,220	128,400	181,700
นครสวรรค์	2552	172,900	11,490	140,000	181,400
นครสวรรค์	2553	171,000	9,945	146,800	183,300
นครสวรรค์	2551	168,800	10,850	141,500	179,100
นครสวรรค์	2547	166,100	15,580	109,200	173,100
นครสวรรค์	2550	161,800	11,840	125,300	170,500
นครสวรรค์	2548	160,100	11,380	126,200	168,400
นครสวรรค์	2546	158,300	12,520	118,700	166,200
กำแพงเพชร	2554	157,200	11,300	124,300	165,900

ตารางที่ 11 (ต่อ)

จังหวัด	ปี	ผลผลิตข้าวโพด (ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
สุพรรณบุรี	2549	154,100	11,210	122,600	162,700
กำแพงเพชร	2551	149,100	10,500	125,800	163,200
กำแพงเพชร	2548	145,400	13,910	96,720	152,300
กำแพงเพชร	2552	145,300	13,980	96,630	152,200
ชัยนาท	2547	145,200	17,830	138,200	212,500
กำแพงเพชร	2553	141,900	10,120	118,100	155,000
กำแพงเพชร	2549	140,100	12,600	99,240	147,100
ชัยนาท	2550	137,500	22,720	130,000	228,400
กำแพงเพชร	2546	135,200	13,520	89,320	141,800
สุพรรณบุรี	2552	131,800	11,070	101,200	141,400
สุพรรณบุรี	2550	126,000	9,954	106,000	139,500
สุพรรณบุรี	2551	122,100	10,210	108,600	144,100
สุพรรณบุรี	2553	120,400	10,190	108,700	144,200
กำแพงเพชร	2557	104,800	10,070	87,980	122,200
กำแพงเพชร	2556	104,600	10,740	93,380	133,300
กำแพงเพชร	2558	103,400	10,780	93,590	132,000
สุพรรณบุรี	2554	91,390	13,550	84,290	138,200
ลพบุรี	2546	87,300	10,860	56,270	96,090
ลพบุรี	2555	85,230	11,150	54,640	94,690
ลพบุรี	2547	82,560	11,390	49,910	90,860
ลพบุรี	2556	79,010	9,769	58,170	92,140
ลพบุรี	2554	78,170	9,854	62,020	96,410
สุพรรณบุรี	2556	77,590	16,540	70,560	139,100
ลพบุรี	2553	75,930	10,200	60,220	94,020
สุพรรณบุรี	2557	72,110	16,020	64,990	131,900
ลพบุรี	2548	71,900	10,260	55,780	91,160

ตารางที่ 11 (ต่อ)

จังหวัด	ปี	ผลผลิตข้าวโพด (ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
สุพรรณบุรี	2555	69,130	17,670	62,020	136,200
ลพบุรี	2551	68,150	11,380	59,550	102,900
สุพรรณบุรี	2558	67,270	17,090	60,390	131,400
ลพบุรี	2552	66,490	9,996	54,370	89,930
ลพบุรี	2557	66,380	9,980	43,200	77,980
ลพบุรี	2549	62,830	10,260	51,760	87,930
ลพบุรี	2550	61,330	10,160	41,220	74,260
พิจิตร	2546	53,350	12,380	46,070	94,000

4.4.3 ค่าประมาณอิทธิพลเชิงพื้นที่ที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าวโพด

อิทธิพลเชิงพื้นที่ของแต่ละจังหวัดที่มีผลผลิตข้าวโพดภาคกลางในประเทศไทย แสดงในตารางที่ 12

จากตารางที่ 12 พบว่า อิทธิพลเชิงพื้นที่ของจังหวัดที่มีต่อผลผลิตข้าวโพดภาคกลางเฉลี่ยต่อปีในประเทศไทยสูงสุด 9 อันดับแรก เรียงลำดับจากมากสุดถึงน้อยสุด คือ ชัยนาท (109,900) สุพรรณบุรี (79,660) นครสวรรค์ (48,090) พิจิตร (-2,065) กำแพงเพชร (-19,060) ลพบุรี (-31,260) สระบุรี (-37,190) สุโขทัย (-71,040) พิษณุโลก (-77,070) ตามลำดับ

ตารางที่ 12 อิทธิพลเชิงพื้นที่ของแต่ละจังหวัดที่มีต่อผลผลิตข้าวโพดภาคกลางในประเทศไทย

จังหวัด	อิทธิพลเชิงพื้นที่			
	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credibel Interval	
ชัยนาท	109,900	16,880	99,400	163,200
สุพรรณบุรี	79,660	11,260	44,820	91,270
นครสวรรค์	48,090	8,723	21,170	55,530
พิจิตร	-2,065	8,299	-17,620	19,750
กำแพงเพชร	-19,060	10,740	-26,120	18,400
ลพบุรี	-31,260	13,420	-37,970	18,160
สระบุรี	-37,190	14,480	-81,420	-23,030
สุโขทัย	-71,040	11,310	-109,900	-65,960
พิษณุโลก	-77,070	8,657	-104,100	-65,860

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์อิทธิพลที่มีผลต่อผลผลิตพืชไร่ทางเศรษฐกิจที่สำคัญในพื้นที่เพาะปลูกเขตภาคกลางของประเทศไทยด้วยตัวแบบทางคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ ในครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อ เพื่อสร้างตัวแบบที่เหมาะสม สำหรับวิเคราะห์อิทธิพลต่างๆพร้อมกันที่ส่งผลต่อผลผลิตข้าว ข้าวโพด และอ้อยที่มีการเก็บอย่างต่อเนื่องที่มีประสิทธิภาพกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด และเพื่อหาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าว ข้าวโพด และอ้อย

5.1 สรุปผลการวิจัย

ลักษณะข้อมูลโดยทั่วไปของผลผลิตข้าว อ้อย และข้าวโพดนั้น มีดังนี้ ผลผลิตข้าวเรียงลำดับจากมากไปน้อย 10 อันดับแรก คือ นครสวรรค์ (1,224,062.38) พิจิตร (833,679.46) สุพรรณบุรี (802,910.31) พิษณุโลก (709,213.31) กำแพงเพชร (658,882.00) เพชรบูรณ์ (610,625.92) ชัยนาท (550,514.62) พระนครศรีอยุธยา (513,393.46) สุโขทัย (462,908.54) ลพบุรี (407,947.08)

ผลผลิตอ้อยเรียงลำดับจากมากไปน้อย 10 อันดับแรก คือ ลพบุรี (6,360,560.33) พิจิตร (5,424,166.17) นครสวรรค์ (4,792,695.33) สระบุรี (3,121,571.75) สุโขทัย (2,801,949.33) อ่างทอง (2,412,315.50) ชัยนาท (1,766,494.92) พิษณุโลก (1,532,566.50) อุทัยธานี (1,316,720.25) กำแพงเพชร (947,364.33)

ผลผลิตข้าวโพดเรียงลำดับจากมากไปน้อย 9 อันดับ คือ ชัยนาท (254,125.00) นครสวรรค์ (135,727.92) สุพรรณบุรี (125,782.15) กำแพงเพชร (124,238.62) พิจิตร (104,665.46) ลพบุรี (71,459.62) พิษณุโลก (11,549.15) สระบุรี (10,464.15) สุโขทัย (6,771.08)

ในส่วนของผลผลิตข้าวนั้น ถ้าปริมาณฝน เพิ่มขึ้น 1 มม ผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อปีจะลดลง 25.74 ตัน ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ย เพิ่มขึ้น 1 เซลเซียส ผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อปีจะลดลง 212.60 ตัน และเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น 1 ปี ผลผลิตข้าวมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้น 15.80 ตัน

จังหวัดที่มีค่าประมาณผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อปีสูง 10 อันดับแรก เรียงลำดับจากมากสุดถึงน้อยสุด ดังนี้ นครสวรรค์ ปี2556 (1,416,000) นครสวรรค์ ปี2555 (1,406,000) นครสวรรค์ ปี2557 (1,355,000) นครสวรรค์ ปี2548 (1,276,000) นครสวรรค์ ปี2551 (1,274,000) นครสวรรค์ ปี2550 (1,258,000) นครสวรรค์ ปี2552 (1,221,000) นครสวรรค์ ปี2549 (1,195,000) นครสวรรค์ ปี2558 (1,193,000) นครสวรรค์ ปี2546 (1,152,000) ตามลำดับ

ถัดมาจะเป็นในส่วนของผลผลิตอ้อย ถ้าปริมาณฝน เพิ่มขึ้น 1 มม ผลผลิตอ้อยเฉลี่ยต่อปีจะลดลง 51.35 ตัน ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 1 เซลเซียส ผลผลิตอ้อยเฉลี่ยต่อปีจะเพิ่มขึ้น 121.30 ตัน และเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น 1 ปี ผลผลิตข้าวมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้น 29.93 ตัน

จังหวัดที่มีค่าประมาณผลผลิตอ้อยเฉลี่ยต่อปีสูง 10 อันดับแรก เรียงลำดับจากมากสุดถึงน้อยสุด ดังนี้ นครสวรรค์ ปี2556 (8,546,000) นครสวรรค์ ปี2558 (8,507,000) นครสวรรค์ ปี2557 (8,283,000) นครสวรรค์ ปี2555 (8,055,000) สุพรรณบุรี ปี2558 (7,259,000) สุพรรณบุรี ปี2557 (7,125,000) สุพรรณบุรี ปี2556 (7,094,000) นครสวรรค์ ปี2554 (6,955,000) สุพรรณบุรี ปี2547 (6,532,000) นครสวรรค์ ปี2553 (6,499,000) ตามลำดับ

สุดท้ายจะเป็นในส่วนของผลผลิตข้าวโพด ถ้าปริมาณฝน เพิ่มขึ้น 1 มม ผลผลิตข้าวโพดเฉลี่ยต่อปีจะเพิ่มขึ้น 73.45 ตัน ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ย เพิ่มขึ้น 1 เซลเซียส ผลผลิตข้าวโพดเฉลี่ยต่อปีจะลดลง 40.44 ตัน และเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น 1 ปี ผลผลิตข้าวโพดมีแนวโน้มจะลดลง 1.74 ตัน

จังหวัดที่มีค่าประมาณผลผลิตข้าวโพดเฉลี่ยต่อปีสูง 10 อันดับแรก เรียงลำดับจากมากสุดถึงน้อยสุด ดังนี้ พิจิตร ปี2554 (511,200) พิจิตร ปี2555 (476,400) ชัยนาท ปี2555 (449,500) ชัยนาท ปี2554 (444,300) ชัยนาท ปี2553 (427,900) ชัยนาท ปี2552 (398,800) ชัยนาท ปี2546 (296,000) ชัยนาท ปี2548 (294,300) ชัยนาท ปี2549 (286,500) ชัยนาท ปี2551 (285,200) ตามลำดับ

5.2 อภิปรายผล

ตัวแบบผสมเชิงเส้น (Linear Mixed Model หรือ LMM) ที่มีข้อมูลเชิงพื้นที่รวมอยู่ด้วย ที่นำเสนอในครั้งนี้ ใช้สำหรับข้อมูลผลผลิตข้าว มีความเหมาะสมกับข้อมูลผลผลิต ข้าว อ้อย ข้าวโพด เป็นอย่างยิ่ง เนื่องจาก ได้พิจารณาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของข้อมูลด้วย ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่เกิดขึ้นจากหลักความจริงที่ว่า สิ่งอยู่ใกล้กันจะมีความสัมพันธ์กันมากกว่าสิ่งที่อยู่ไกลกัน ปริมาณผลผลิตพืชไร่ทั้ง 3 ชนิด ในจังหวัดที่ติดกันหรือใกล้กัน ย่อมมีผลมาจากความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ด้วย

เมื่อใส่อิทธิพลเชิงพื้นที่ลงในตัวแบบ ทำให้ตัวแบบมีความซับซ้อนมากขึ้น การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีที่ใช้อยู่ทั่วไป เช่น Maximum Likelihood (ML) ไม่สามารถนำมาใช้ได้ วิธีการของเบย์และกระบวนการ Markov Chain Monte Carlo (MCMC) เป็นวิธีที่กำลังได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง สามารถใช้แก้ปัญหาได้กว้างขวาง 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 และแนวโน้ม มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าว อ้อย และข้าวโพด สำหรับข้าว ถ้าปริมาณฝน เพิ่มขึ้น ผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือนจะลดลง เป็นดังนี้เพราะว่า ภาคกลางเป็นที่ราบลุ่มปากแม่น้ำ มีแม่น้ำ และลำน้ำหลายสาย จึงเป็นแหล่งอู่ข้าวอู่น้ำของประเทศไทยและภาคกลางเป็นที่ที่ผลิตข้าวได้ดีที่สุด เพราะมีน้ำเพียงพอตลอดทั้งปี พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตชลประทาน ถ้าปริมาณฝนมีมากเกินไป จะทำให้ผลผลิตข้าวลดลงได้

สำหรับอ้อยซึ่งเป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่มีความสำคัญ นอกจากจะเป็นพืชอาหารและอุตสาหกรรมอื่นๆ แล้ว ยังมีศักยภาพสูงเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน โดยสามารถนำมาใช้ ในการผลิตเอทานอลได้ทั้งรูปน้ำอ้อยสด กากน้ำตาล และมวล ถ้าปริมาณฝนเพิ่มขึ้น ผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อเดือนจะลดลง เป็นดังนี้เพราะว่า พื้นที่ภาคกลางมีปริมาณน้ำเพียงพอแก่การปลูกอ้อย ถ้ามีปริมาณฝนเพิ่มเข้ามาอีก อาจจะทำให้ผลผลิตลดลงได้

สำหรับข้าวโพด ถ้าปริมาณฝน เพิ่มขึ้น ผลผลิตข้าวโพดเฉลี่ยต่อเดือนเพิ่มขึ้น เป็นดังนี้เพราะว่า การปลูกข้าวโพดส่วนใหญ่จะเจิญเติบโตได้ดีในช่วงฤดูฝน ในระยะเวลาของการเจริญเติบโต

ข้าวโพดต้องการน้ำเพียงเล็กน้อยแต่จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามอายุ และต้องการน้ำสูงสุดในช่วงออกดอก และ ช่วงระยะของการสร้างเมล็ดแล้วค่อย ๆ ลดลงอีก ดังนั้นถ้าขาดน้ำในช่วงออกดอก จะทำให้ผลผลิตลงมาก จึงต้องคาดคะเนวันปลูก เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้ข้าว โพดกระทบแล้งในช่วงออกดอก

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลระดับ ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จึงเป็นการแสดงให้เห็นภาพรวมระดับ ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจจะศึกษาในระดับพื้นที่ที่เล็กลง (Small area)

5.3.2 พิจารณาเพิ่มปัจจัยคงที่อื่นๆ เช่น ความอุดมสมบูรณ์ของดิน และปัจจัยเชิงสุ่ม (Random effects) อื่นๆ เช่น Autoregression

5.3.3 นำตัวแบบ ไปประยุกต์ใช้กับข้อมูลผลผลิตพืชไร่อื่นๆ หรือประเภทอื่นที่มีลักษณะเดียวกัน

บรรณานุกรม

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2557. ปริมาณฝนและอุณหภูมิ. http://www.tmd.go.th/index.php

กฤษฎา เหล็กดี, ลี่ลี อิงศรีสว่าง. 2553. ปัจจัยเสี่ยงของการเกิดโรคมาลาเรียในประเทศไทยโดยใช้ตัวแบบ Generalized Estimating Equation (GEE) และ Generalized Linear Mixed Model (GLMM). วารสารวิชาการสาธารณสุข. 19(3): 364-373.

เบ็ญจพร กุลนิตย์ และ สมพร นาสมพงษ์. 2560. การจัดการปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดหวาน.แก่นเกษตร 45 (1) : 133-142 (2560).

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

นลินีประทุม. 2550. สถานการณ์มันส าปะหลังโลกและภายในประเทศและวิเคราะห์ความเคลื่อนไหวของมูลค่าส่งออกมันส าปะหลังของไทย.รายงายแบบฝึกหัดการวิจัยคณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

รุ้งรวี อำนาจตระกูล, ลี่ลี อิงศรีสว่าง. 2553. การสร้างตัวแบบเพื่อพยากรณ์ประสิทธิภาพของหอทำน้ำเย็นชนิดลมดูดแบบไหลสวนทางด้วยวิธี GEE. วิทยาศาสตร์บูรพา. 17(1): 87-96.

รุ่งโรจน์ พิทักษ์ด่านธรรม, รักศักดิ์ เสริมศักดิ์, สุภาภรณ์ เลิศศิริ และคณะ. 2554. การอยู่รอดของเกษตรกรผู้นำ ในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลังการทำนาในพื้นที่ชลประทานโครงการพัฒนาลุ่มน้ำลำพะยังตอนบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอเขาวง จังหวัดกาฬสินธุ์. การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำ ปี 2554.

วนิดา ลิ่มมั่น, ลี่ลี อิงศรีสว่าง. 2553. การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดอุบัติเหตุจากการจราจรทางถนนโดยใช้ตัวแบบ Generalized Estimating Equations และ Generalized Linear Mixed Models. พระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 20(2): 311-321.

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.

สมใจ ธานี. 2556. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจปลูกอ้อยของเกษตรกรอำเภอบางระจัน จังหวัดสิงห์บุรี. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยปทุมธานี ปีที่5 ฉบับที่1 มกราคม – เมษายน 2556 : 149-162.

อนุชา เหลาเคน, นิพนธ์ ภาชนะวรรณ, สุชาติ คำอ่อน และคณะ. 2557. การทดสอบการใช้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3ที่ปลูกในเขตอาศัยน้ำฝน จังหวัดมหาสารคาม. แก่นเกษตร 42 ฉบับพิเศษ 2 : (2557).

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

Banerjee, S., B.P. Carlin, and A.E. Gelfand. 2004. Hierarchical Modeling and Analysis for Spatial Data. Chapman and Hall/CRC Press. FL.

Clayton, D. and J. Kaldor. 1987. Empirical Bayes estimates of age-standardized relative risks for use in disease mapping. Biometrics, 43: 671-681.

Cressie, N. 1992. Smoothing regional maps using empirical Bayes predictors. Geograph. Anal, 24: 75-95.

Cressie, N. and N.H. Chan. 1989. Spatial modeling of regional variables. J. Amer. Statist. Assoc, 84: 393-401.

Iqbal, N., K. Bakhsh, A. Maqbool, and A.S. Ahmad. 2005.Use of the ARIM Model for Forecasting What Area and Production in Pakistan. Journal of Agriculture & Social Sciences, 1(2): 120-122.

Kahforoushan, E., M. Zarif, and E.B. Mashahir. 2010. Prediction of added value of agricultural subsectionsusing artificial neural networks: Box-Jenkins and Holt-Winters methods. Journal of Development and Agricultural Economics, 2(4): 115-121.

Liang, KY. and SL. Zeger. 1986. Longitudinal data analysis using generalized linear models. Biometrika, 73: 13-22.

MacDuffie, J. P., K. Sethuraman, and M.L. Fisher. 1996. Product Variety and ManufacturingPerformance: Evidence from the International Automotive Assembly Plant Study. ManagementScience, 42(3): 350-369.

Mendoza, M. and E. de Alba. 2006. Forecasting an accumulated series based on partial accumulation II: A new Bayesian method for short series with seasonal patterns, International Journal of Forecasting, Issue, 4: 781-798.

Sumer, K.K., O. Goktas, and A. Hepsag. 2009.The application of seasonal latent variable in forecasting electricity demand as and alternative method. Energy Policy, 37(4): 1317-1322.

Tsutakawa, R.K. 1988. Mixed model for analysing geographic variability in mortality rates. J. Amer. Statist. Assoc, 83: 37-42.

West, B.T., K.B. Welch, and A.T. Galecki. 2007. Linear mixed models: A practical guide to using statistical software. Chapman & Hall/CRC, NY

Yelland, P. 2009. Bayesian forecasting for low-count time series using stat-space models: An empiricalevaluation for inventory management. International Journal of Production Economics, 118: 95-103.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าประมาณผลผลิตข้าว (ตัน)

จังหวัด	เดือน	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Crdible Interval	
เชียงใหม่	สิงหาคม	0.30	20.37	-27.66	32.22
เชียงใหม่	กันยายน	483.10	20.53	454.60	512
เชียงใหม่	ตุลาคม	20,430	20.50	20,400	20,460
เชียงใหม่	พฤศจิกายน	290,800	20.69	290,800	290,900
เชียงใหม่	ธันวาคม	9,200	20.49	9,169	9,230
เชียงใหม่	มกราคม	772.20	20.27	744.60	802.60
เชียงใหม่	กุมภาพันธ์	0.12	20.02	-27.96	31.24
เชียงใหม่	มีนาคม	-0.01	21	-29.78	28.83
เชียงใหม่	เมษายน	0.20	20.58	-28.30	31.10
เชียงราย	สิงหาคม	0.17	19.94	-27.63	32.47
เชียงราย	กันยายน	2,348	19.55	2,315	2,377
เชียงราย	ตุลาคม	59,110	20.69	59,080	59,140
เชียงราย	พฤศจิกายน	769,800	20.40	769,700	769,800
เชียงราย	ธันวาคม	7,210	20.17	7,183	7,241
เชียงราย	มกราคม	-0.31	20.11	-33.50	27.07
เชียงราย	กุมภาพันธ์	0.04	20.18	-26.94	30.57
เชียงราย	มีนาคม	0.09	21.02	-27.50	31.37
เชียงราย	เมษายน	-0.01	19.44	-29.96	29.93
ลำปาง	สิงหาคม	-0.15	21.03	-31.70	30.98
ลำปาง	กันยายน	-0.02	20.49	-29.12	29.06
ลำปาง	ตุลาคม	6,259	20.64	6,230	6,291
ลำปาง	พฤศจิกายน	232,500	20.70	232,500	232,500
ลำปาง	ธันวาคม	2,876	20.04	2,846	2,906
ลำปาง	มกราคม	-0.34	20.64	-31.33	27.79
ลำปาง	กุมภาพันธ์	-0.10	20.60	-30.39	28.91
ลำปาง	มีนาคม	-0.13	20.11	-30.07	31.35

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าประมาณผลผลิตข้าว (ตัน)

จังหวัด	เดือน	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Crdible Interval	
ลำปาง	เมษายน	-0.06	20.47	-30.64	28.23
ลำพูน	สิงหาคม	0.18	20.32	-25.86	32.49
ลำพูน	กันยายน	540	20.44	510.50	570.20
ลำพูน	ตุลาคม	0.06	20.60	-28.06	30.74
ลำพูน	พฤศจิกายน	69,540	20.36	69,520	69,570
ลำพูน	ธันวาคม	42	20.44	12.48	74.02
ลำพูน	มกราคม	-0.10	20.06	-30.58	27.71
ลำพูน	กุมภาพันธ์	-0.20	20.13	-29.54	27.84
ลำพูน	มีนาคม	0.05	20.55	-29.18	30.31
ลำพูน	เมษายน	0.11	20.41	-29.54	30.87
แม่ฮ่องสอน	สิงหาคม	-0.09	19.91	-32.02	28.32
แม่ฮ่องสอน	กันยายน	0.09	20.72	-28.09	28.58
แม่ฮ่องสอน	ตุลาคม	7,908	20.39	7,879	7,939
แม่ฮ่องสอน	พฤศจิกายน	58,360	20.56	58,330	58,390
แม่ฮ่องสอน	ธันวาคม	521.10	20.55	491	552.80
แม่ฮ่องสอน	มกราคม	0.04	19.96	-29.62	30.32
แม่ฮ่องสอน	กุมภาพันธ์	0.10	20.55	-28.92	31.30
แม่ฮ่องสอน	มีนาคม	0.22	20.82	-28.71	32.76
แม่ฮ่องสอน	เมษายน	0	21.39	-30.80	29.59
น่าน	สิงหาคม	0.37	19.98	-26.11	31.65
น่าน	กันยายน	-0.09	20.67	-28.96	28.39
น่าน	ตุลาคม	-0.23	19.64	-32.17	27.64
น่าน	พฤศจิกายน	111,900	20.05	111,800	111,900
น่าน	ธันวาคม	17,940	20.30	17,910	17,970
น่าน	มกราคม	0.07	20.06	-28.58	29.96
น่าน	กุมภาพันธ์	-0.15	20.54	-30.26	28.02

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าประมาณผลผลิตข้าว (ตัน)

จังหวัด	เดือน	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Crdible Interval	
น่าน	มีนาคม	-0.12	20.55	-29.11	30.58
น่าน	เมษายน	0.04	20.95	-30.68	29.59
พเยา	สิงหาคม	0.06	20.04	-27.33	29.85
พเยา	กันยายน	-0.14	20.23	-29.65	30.84
พเยา	ตุลาคม	745.10	20.86	715.20	775.80
พเยา	พฤศจิกายน	370,900	20.72	370,900	371,000
พเยา	ธันวาคม	1,044	20.23	1,014	1,076
พเยา	มกราคม	-0.16	20.39	-31.58	28.14
พเยา	กุมภาพันธ์	-0.01	20.05	-29.88	28.66
พเยา	มีนาคม	0.08	21.22	-28.70	30.46
พเยา	เมษายน	0.32	20.95	-26.51	31.54
แพร่	สิงหาคม	-0.09	20.15	-30.94	28.35
แพร่	กันยายน	-0.08	20.98	-32.11	28.73
แพร่	ตุลาคม	837.90	19.51	806.90	869.20
แพร่	พฤศจิกายน	176,900	20.47	176,800	176,900
แพร่	ธันวาคม	695.90	20.61	665.80	725.40
แพร่	มกราคม	-0.03	19.77	-27.63	28.89
แพร่	กุมภาพันธ์	-0.23	19.85	-31.25	27.72
แพร่	มีนาคม	0.09	19.52	-27.48	31.31
แพร่	เมษายน	0.06	19.87	-29.24	30
เพชรบูรณ์	สิงหาคม	20,060	19.80	20,030	20,090
เพชรบูรณ์	กันยายน	27,880	20.59	27,850	27,910
เพชรบูรณ์	ตุลาคม	62,240	20.53	62,210	62,260
เพชรบูรณ์	พฤศจิกายน	430,200	19.48	430,100	430,200
เพชรบูรณ์	ธันวาคม	50,070	19.79	50,040	50,100
เพชรบูรณ์	มกราคม	38,430	19.84	38,400	38,460

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าประมาณผลผลิตข้าว (ตัน)

จังหวัด	เดือน	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Crdible Interval	
เพชรบูรณ์	กุมภาพันธ์	18,110	20.95	18,090	18,150
เพชรบูรณ์	มีนาคม	0.06	20.04	-29.38	29.45
เพชรบูรณ์	เมษายน	0.17	21.74	-28.22	30
พิษณุโลก	สิงหาคม	146,600	20.19	146,600	146,700
พิษณุโลก	กันยายน	161,700	20.22	161,600	161,700
พิษณุโลก	ตุลาคม	287,500	21.01	287,500	287,500
พิษณุโลก	พฤศจิกายน	172,500	19.76	172,500	172,600
พิษณุโลก	ธันวาคม	102,900	20.88	102,900	103,000
พิษณุโลก	มกราคม	38,410	20.47	38,380	38,440
พิษณุโลก	กุมภาพันธ์	2,737	20.50	2,708	2,767
พิษณุโลก	มีนาคม	0.03	20.27	-30.33	30.61
พิษณุโลก	เมษายน	-0.07	20.30	-31.33	29.79
สุโขทัย	สิงหาคม	125,500	20.25	125,400	125,500
สุโขทัย	กันยายน	105,700	20.72	105,600	105,700
สุโขทัย	ตุลาคม	54,830	20.07	54,790	54,850
สุโขทัย	พฤศจิกายน	162,100	20.28	162,000	162,100
สุโขทัย	ธันวาคม	125,900	20.08	125,800	125,900
สุโขทัย	มกราคม	39,800	20.27	39,770	39,830
สุโขทัย	กุมภาพันธ์	39,800	20.20	39,770	39,830
สุโขทัย	มีนาคม	0.22	19.89	-27.01	31.65
สุโขทัย	เมษายน	-0.08	21.39	-28.55	28.06
ตาก	สิงหาคม	25.93	20.68	-5.06	55.38
ตาก	กันยายน	153.90	19.81	123.60	181.70
ตาก	ตุลาคม	13,170	19.42	13,150	13,200
ตาก	พฤศจิกายน	102,400	19.29	102,400	102,400
ตาก	ธันวาคม	12,610	20.25	12,580	12,640

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าประมาณผลผลิตข้าว (ตัน)

จังหวัด	เดือน	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Crdible Interval	
ตาก	มกราคม	153.90	19.92	123.90	183.10
ตาก	กุมภาพันธ์	0	20.44	-28.85	29.16
ตาก	มีนาคม	-0.14	20.32	-32.03	26.14
ตาก	เมษายน	-0.16	20.50	-31.94	28.43
อุตรดิตถ์	สิงหาคม	12,550	19.52	12,520	12,580
อุตรดิตถ์	กันยายน	6,195	20.71	6,167	6,226
อุตรดิตถ์	ตุลาคม	30,100	20.41	30,070	30,130
อุตรดิตถ์	พฤศจิกายน	282,700	20.43	282,600	282,700
อุตรดิตถ์	ธันวาคม	63,460	20.04	63,430	63,490
อุตรดิตถ์	มกราคม	2,144	20.40	2,115	2,175
อุตรดิตถ์	กุมภาพันธ์	0	20.27	-30.57	30.47
อุตรดิตถ์	มีนาคม	0.11	19.86	-28.10	30.42
อุตรดิตถ์	เมษายน	0.03	20.75	-32.47	29.73
กำแพงเพชร	สิงหาคม	161,700	19.69	161,700	161,700
กำแพงเพชร	กันยายน	180,600	20.28	180,600	180,600
กำแพงเพชร	ตุลาคม	158,000	20.16	158,000	158,000
กำแพงเพชร	พฤศจิกายน	199,200	19.37	199,200	199,200
กำแพงเพชร	ธันวาคม	128,500	20.61	128,500	128,600
กำแพงเพชร	มกราคม	52,220	20.24	52,190	52,250
กำแพงเพชร	กุมภาพันธ์	15,500	20.12	15,470	15,530
กำแพงเพชร	มีนาคม	-0.30	19.78	-31.60	26.77
กำแพงเพชร	เมษายน	0.15	19.79	-28.33	29.41
นครสวรรค์	สิงหาคม	231,000	19.02	230,900	231,000
นครสวรรค์	กันยายน	304,100	20.23	304,000	304,100
นครสวรรค์	ตุลาคม	182,500	20.24	182,400	182,500
นครสวรรค์	พฤศจิกายน	510,600	20.83	510,500	510,600

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าประมาณผลผลิตข้าว (ตัน)

จังหวัด	เดือน	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Crdible Interval	
นครสวรรค์	ธันวาคม	87,570	20.74	87,540	87,600
นครสวรรค์	มกราคม	88,700	19.61	88,670	88,730
นครสวรรค์	กุมภาพันธ์	1,406	20.20	1,378	1,436
นครสวรรค์	มีนาคม	-0.13	19.93	-31.60	27.72
นครสวรรค์	เมษายน	-0.27	20.71	-31.23	26.03
พิจิต	สิงหาคม	39,510	21.50	39,480	39,540
พิจิต	กันยายน	377,700	21.01	377,700	377,700
พิจิต	ตุลาคม	86,980	19.58	86,950	87,010
พิจิต	พฤศจิกายน	514,800	20.24	514,800	514,800
พิจิต	ธันวาคม	56,110	20.12	56,080	56,140
พิจิต	มกราคม	29,100	19.99	29,080	29,130
พิจิต	กุมภาพันธ์	2,435	20.26	2,406	2,467
พิจิต	มีนาคม	-0.01	20.31	-28.54	29.72
พิจิต	เมษายน	-0.09	20.36	-31.28	28.25
อุทัยธานี	สิงหาคม	74,430	20.63	74,410	74,460
อุทัยธานี	กันยายน	95,900	20.59	95,870	95,930
อุทัยธานี	ตุลาคม	48,310	20.63	48,280	48,340
อุทัยธานี	พฤศจิกายน	18,480	19.53	18,440	18,510
อุทัยธานี	ธันวาคม	58,570	21	58,540	58,600
อุทัยธานี	มกราคม	43,770	20.06	43,740	43,800
อุทัยธานี	กุมภาพันธ์	39,150	20.33	39,120	39,180
อุทัยธานี	มีนาคม	0.22	19.77	-27.15	32.40
อุทัยธานี	เมษายน	0.20	20.74	-27.76	30.69
กรุงเทพมหานคร	สิงหาคม	26,960	19.76	26,930	26,980
กรุงเทพมหานคร	กันยายน	43,430	19.84	43,400	43,450
กรุงเทพมหานคร	ตุลาคม	5,597	20.17	5,569	5,627

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าประมาณผลผลิตข้าว (ตัน)

จังหวัด	เดือน	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Crdible Interval	
กรุงเทพมหานคร	พฤศจิกายน	174.90	21.11	144.30	204.60
กรุงเทพมหานคร	ธันวาคม	207	19.46	178.40	236
กรุงเทพมหานคร	มกราคม	0.13	20.24	-29.30	30.76
กรุงเทพมหานคร	กุมภาพันธ์	0.10	20.78	-29.30	28.52
กรุงเทพมหานคร	มีนาคม	0.04	20.47	-30.37	30.52
กรุงเทพมหานคร	เมษายน	-0.05	20.74	-28.99	30.49
อ่างทอง	สิงหาคม	14,860	20.11	14,830	14,890
อ่างทอง	กันยายน	183,400	20.01	183,400	183,500
อ่างทอง	ตุลาคม	4,638	20.81	4,608	4,668
อ่างทอง	พฤศจิกายน	8,376	20.55	8,347	8,406
อ่างทอง	ธันวาคม	5,930	20.40	5,898	5,961
อ่างทอง	มกราคม	6,900	20.82	6,868	6,928
อ่างทอง	กุมภาพันธ์	6,623	19.62	6,595	6,654
อ่างทอง	มีนาคม	-0.04	19.96	-30.09	27.70
อ่างทอง	เมษายน	0	20.39	-31.40	28.20
นนทบุรี	สิงหาคม	15,980	20.03	15,960	16,010
นนทบุรี	กันยายน	64,840	20.97	64,810	64,870
นนทบุรี	ตุลาคม	4,749	20.39	4,718	4,776
นนทบุรี	พฤศจิกายน	0.03	19.49	-30.15	28.77
นนทบุรี	ธันวาคม	-0.06	20.26	-28.86	29.04
นนทบุรี	มกราคม	-0.04	21.06	-29.63	28.68
นนทบุรี	กุมภาพันธ์	-0.13	20.24	-29.05	29.47
นนทบุรี	มีนาคม	-0.07	20.01	-29.49	28.73
นนทบุรี	เมษายน	-0.05	19.29	-27.69	28.36
พระนครศรีอยุธยา	สิงหาคม	90,480	20.26	90,450	90,510
พระนครศรีอยุธยา	กันยายน	134,500	20.89	134,400	134,500

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าประมาณผลผลิตข้าว (ตัน)

จังหวัด	เดือน	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Crdible Interval	
พระนครศรีอยุธยา	ตุลาคม	149,900	20.48	149,800	149,900
พระนครศรีอยุธยา	พฤศจิกายน	90,420	20.24	90,390	90,450
พระนครศรีอยุธยา	ธันวาคม	52,730	19.75	52,710	52,770
พระนครศรีอยุธยา	มกราคม	98,680	20.34	98,650	98,710
พระนครศรีอยุธยา	กุมภาพันธ์	123.10	20.30	94.27	152.10
พระนครศรีอยุธยา	มีนาคม	0.04	20.51	-28.83	31.48
พระนครศรีอยุธยา	เมษายน	0.17	20.18	-28.74	28.80
ปทุมธานี	สิงหาคม	13,500	19.80	13,470	13,530
ปทุมธานี	กันยายน	187,500	21.30	187,500	187,500
ปทุมธานี	ตุลาคม	15,080	20.27	15,050	15,110
ปทุมธานี	พฤศจิกายน	1,052	19.90	1,024	1,080
ปทุมธานี	ธันวาคม	21,620	20.07	21,590	21,650
ปทุมธานี	มกราคม	11,750	20.29	11,720	11,780
ปทุมธานี	กุมภาพันธ์	-0.16	19.92	-29.75	27.08
ปทุมธานี	มีนาคม	0.08	20.31	-28.18	30.92
ปทุมธานี	เมษายน	0.10	20.28	-28.07	31.02
ชัยนาท	สิงหาคม	8,466	20.38	8,437	8,495
ชัยนาท	กันยายน	256,600	20.09	256,500	256,600
ชัยนาท	ตุลาคม	48,090	19.43	48,060	48,120
ชัยนาท	พฤศจิกายน	72,970	19.81	72,950	73,000
ชัยนาท	ธันวาคม	87,930	20.18	87,900	87,960
ชัยนาท	มกราคม	42,280	20.58	42,250	42,310
ชัยนาท	กุมภาพันธ์	3,064	20.51	3,033	3,094
ชัยนาท	มีนาคม	-0.33	20.20	-31.78	27.15
ชัยนาท	เมษายน	-0.20	20.70	-31.80	28.25
ลพบุรี	สิงหาคม	138,600	20.66	138,600	138,600

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าประมาณผลผลิตข้าว (ตัน)

จังหวัด	เดือน	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Crdible Interval	
ลพบุรี	กันยายน	29,910	19.89	29,880	29,940
ลพบุรี	ตุลาคม	14,820	20.58	14,790	14,840
ลพบุรี	พฤศจิกายน	169,600	20.29	169,600	169,600
ลพบุรี	ธันวาคม	28,940	21.16	28,910	28,970
ลพบุรี	มกราคม	3,472	19.80	3,443	3,502
ลพบุรี	กุมภาพันธ์	18,370	20.69	18,340	18,400
ลพบุรี	มีนาคม	0.12	19.87	-29.54	29.34
ลพบุรี	เมษายน	-0.22	20.49	-30.86	28.08
สระบุรี	สิงหาคม	4,340	19.67	4,313	4,371
สระบุรี	กันยายน	57,510	19.88	57,480	57,540
สระบุรี	ตุลาคม	38,910	20.49	38,880	38,940
สระบุรี	พฤศจิกายน	131,200	21.01	131,200	131,300
สระบุรี	ธันวาคม	10,230	20.26	10,200	10,260
สระบุรี	มกราคม	8,376	20.54	8,347	8,409
สระบุรี	กุมภาพันธ์	3,223	21.02	3,195	3,253
สระบุรี	มีนาคม	0.19	20.07	-27.33	31.32
สระบุรี	เมษายน	-0.07	21.16	-28.61	28.85
สิงห์บุรี	สิงหาคม	4,981	20.57	4,951	5,010
สิงห์บุรี	กันยายน	164,700	20.59	164,600	164,700
สิงห์บุรี	ตุลาคม	6,759	20.50	6,729	6,787
สิงห์บุรี	พฤศจิกายน	17,140	20.57	17,110	17,170
สิงห์บุรี	ธันวาคม	20,780	20.27	20,750	20,810
สิงห์บุรี	มกราคม	5,113	19.66	5,084	5,141
สิงห์บุรี	กุมภาพันธ์	0.22	20.43	-27.71	31.63
สิงห์บุรี	มีนาคม	0.08	19.95	-27.91	30.83
สิงห์บุรี	เมษายน	-0.12	20.62	-30.08	26.72

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าประมาณผลผลิตข้าว (ตัน)

จังหวัด	เดือน	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Crdible Interval	
กาญจนบุรี	สิงหาคม	0.26	19.39	-27.98	31.09
กาญจนบุรี	กันยายน	456.70	21.09	425.60	484.60
กาญจนบุรี	ตุลาคม	457	20.32	426.50	487.70
กาญจนบุรี	พฤศจิกายน	90,490	19.99	90,460	90,520
กาญจนบุรี	ธันวาคม	160,700	19.16	160,700	160,700
กาญจนบุรี	มกราคม	1,726	20.35	1,696	1,755
กาญจนบุรี	กุมภาพันธ์	-0.13	19.95	-30.34	29.35
กาญจนบุรี	มีนาคม	-0.18	20.77	-32.24	28.43
กาญจนบุรี	เมษายน	0.11	19.72	-28.02	29.02
นครปฐม	สิงหาคม	697.90	20.34	668.20	725.40
นครปฐม	กันยายน	46,330	20.90	46,300	46,360
นครปฐม	ตุลาคม	33,640	20.13	33,610	33,670
นครปฐม	พฤศจิกายน	134,900	21	134,900	135,000
นครปฐม	ธันวาคม	80,970	20.34	80,940	81,000
นครปฐม	มกราคม	5,885	21.20	5,855	5,916
นครปฐม	กุมภาพันธ์	910	19.97	879.90	941.50
นครปฐม	มีนาคม	0.19	20.98	-28.81	30.42
นครปฐม	เมษายน	0.02	20.17	-28.53	29.80
ราชบุรี	สิงหาคม	-0.11	19.73	-29.89	27.80
ราชบุรี	กันยายน	4,936	20.16	4,908	4,966
ราชบุรี	ตุลาคม	5,295	19.82	5,267	5,321
ราชบุรี	พฤศจิกายน	72,290	20.41	72,260	72,320
ราชบุรี	ธันวาคม	138,000	20.41	138,000	138,100
ราชบุรี	มกราคม	3,006	20.01	2,975	3,035
ราชบุรี	กุมภาพันธ์	784.90	20.56	754.20	814.30
ราชบุรี	มีนาคม	-0.11	20.29	-29.31	29.82

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าประมาณผลผลิตข้าว (ตัน)

จังหวัด	เดือน	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Crdible Interval	
ราชบุรี	เมษายน	0.11	20.50	-27.27	31.09
สุพรรณบุรี	สิงหาคม	96,240	20.74	96,210	96,270
สุพรรณบุรี	กันยายน	448,500	20.48	448,500	448,500
สุพรรณบุรี	ตุลาคม	97,500	19.97	97,480	97,530
สุพรรณบุรี	พฤศจิกายน	114,400	20.54	114,400	114,400
สุพรรณบุรี	ธันวาคม	31,460	19.81	31,440	31,500
สุพรรณบุรี	มกราคม	32,140	20.22	32,110	32,170
สุพรรณบุรี	กุมภาพันธ์	21,030	20.63	21,000	21,060
สุพรรณบุรี	มีนาคม	0.21	20.75	-27.13	30.51
สุพรรณบุรี	เมษายน	0	19.72	-28.79	30.88
เพชรบุรี	สิงหาคม	269	20.62	239.70	300
เพชรบุรี	กันยายน	4,500	20.91	4,467	4,529
เพชรบุรี	ตุลาคม	7,231	19.64	7,203	7,261
เพชรบุรี	พฤศจิกายน	66,040	20.46	66,020	66,070
เพชรบุรี	ธันวาคม	138,300	19.64	138,200	138,300
เพชรบุรี	มกราคม	7,567	20.43	7,535	7,594
เพชรบุรี	กุมภาพันธ์	-0.01	20.95	-29.18	28.68
เพชรบุรี	มีนาคม	-0.04	20.05	-29.83	28.44
เพชรบุรี	เมษายน	0.02	20.37	-28.48	29.38
ประจวบ	สิงหาคม	-0.38	20.13	-32.42	25.73
ประจวบ	กันยายน	-0.11	19.83	-29.77	28.84
ประจวบ	ตุลาคม	233.80	21.34	201.20	263.70
ประจวบ	พฤศจิกายน	12,870	20.64	12,840	12,900
ประจวบ	ธันวาคม	11,930	19.97	11,900	11,960
ประจวบ	มกราคม	74.61	20.72	40.74	102.30
ประจวบ	กุมภาพันธ์	0.08	20.64	-31.57	31.28

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าประมาณผลผลิตข้าว (ตัน)

จังหวัด	เดือน	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Crdible Interval	
ประจวบ	มีนาคม	0.03	20.03	-28.65	29.34
ประจวบ	เมษายน	-0.25	19.61	-31.63	28.86
สมุทรสาคร	สิงหาคม	478.90	20.46	447	509.20
สมุทรสาคร	กันยายน	2,399	19.48	2,368	2,429
สมุทรสาคร	ตุลาคม	419	19.48	390.70	450
สมุทรสาคร	พฤศจิกายน	4,513	20.61	4,483	4,544
สมุทรสาคร	ธันวาคม	430.20	20.41	402.70	460.80
สมุทรสาคร	มกราคม	1,344	20.56	1,319	1,375
สมุทรสาคร	กุมภาพันธ์	-0.15	19.99	-31.20	28.39
สมุทรสาคร	มีนาคม	0.06	20	-27.48	29.55
สมุทรสาคร	เมษายน	-0.05	20.45	-30.39	30.09
สมุทรสงคราม	สิงหาคม	-0.09	21.11	-30.70	29.81
สมุทรสงคราม	กันยายน	0.21	20.67	-28.73	30.50
สมุทรสงคราม	ตุลาคม	-0.15	20.78	-29.42	29.73
สมุทรสงคราม	พฤศจิกายน	-0.14	21	-31.05	28.10
สมุทรสงคราม	ธันวาคม	2,272	19.71	2,242	2,302
สมุทรสงคราม	มกราคม	0.09	19.98	-29.84	32.89
สมุทรสงคราม	กุมภาพันธ์	0.01	19.88	-30.39	27.60
สมุทรสงคราม	มีนาคม	0.35	21.19	-26.95	32.49
สมุทรสงคราม	เมษายน	0.18	20.86	-26.73	30.89
ฉะเชิงเทรา	สิงหาคม	137,000	20.66	136,900	137,000
ฉะเชิงเทรา	กันยายน	120,600	20.36	120,600	120,700
ฉะเชิงเทรา	ตุลาคม	21,570	19.93	21,540	21,600
ฉะเชิงเทรา	พฤศจิกายน	79,700	20.77	79,670	79,730
ฉะเชิงเทรา	ธันวาคม	82,180	21.08	82,150	82,210
ฉะเชิงเทรา	มกราคม	15,190	19.99	15,160	15,220

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าประมาณผลผลิตข้าว (ตัน)

จังหวัด	เดือน	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Crdible Interval	
ฉะเชิงเทรา	กุมภาพันธ์	2,065	21.12	2,033	2,094
ฉะเชิงเทรา	มีนาคม	550.90	19.46	522.70	578.20
ฉะเชิงเทรา	เมษายน	0.17	20.21	-27.39	32.40
นครนายก	สิงหาคม	66,680	20	66,650	66,710
นครนายก	กันยายน	73,150	20.45	73,120	73,170
นครนายก	ตุลาคม	9,665	20.37	9,634	9,692
นครนายก	พฤศจิกายน	44,640	20.58	44,610	44,670
นครนายก	ธันวาคม	57,840	19.63	57,810	57,870
นครนายก	มกราคม	5,232	21.01	5,200	5,262
นครนายก	กุมภาพันธ์	540.90	20.33	511.80	568.90
นครนายก	มีนาคม	0.06	20.38	-28.41	28.40
นครนายก	เมษายน	0.03	21.06	-30.69	27.92
ปราจีน	สิงหาคม	6,608	20.37	6,579	6,639
ปราจีน	กันยายน	43,870	19.89	43,840	43,900
ปราจีน	ตุลาคม	6,608	20.34	6,580	6,640
ปราจีน	พฤศจิกายน	24,940	19.46	24,910	24,970
ปราจีน	ธันวาคม	55,700	19.79	55,670	55,730
ปราจีน	มกราคม	31,720	20.46	31,690	31,750
ปราจีน	กุมภาพันธ์	0.07	20.75	-28.27	30.35
ปราจีน	มีนาคม	0.01	20.84	-29.93	28.37
ปราจีน	เมษายน	-0.10	20.86	-30.80	29.44
สระแก้ว	สิงหาคม	-0.04	19.76	-29.43	28.29
สระแก้ว	กันยายน	-0.04	20.49	-30.34	31.33
สระแก้ว	ตุลาคม	66.98	20.35	38.53	93.51
สระแก้ว	พฤศจิกายน	192,100	20.35	192,100	192,100
สระแก้ว	ธันวาคม	30,300	20.65	30,270	30,330

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าประมาณผลผลิตข้าว (ตัน)

จังหวัด	เดือน	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Crdible Interval	
สระแก้ว	มกราคม	0.11	19.73	-29.98	30.20
สระแก้ว	กุมภาพันธ์	-0.03	19.72	-29.84	28.53
สระแก้ว	มีนาคม	0.09	20.01	-28.46	29.88
สระแก้ว	เมษายน	0.28	20.10	-27.37	30.91
สมุทรปราการ	สิงหาคม	11,720	20.31	11,690	11,750
สมุทรปราการ	กันยายน	7,025	20.33	6,997	7,056
สมุทรปราการ	ตุลาคม	1,071	20.47	1,044	1,102
สมุทรปราการ	พฤศจิกายน	13,170	19.70	13,140	13,200
สมุทรปราการ	ธันวาคม	2,202	20.38	2,175	2,232
สมุทรปราการ	มกราคม	594.90	19.06	565.40	621.80
สมุทรปราการ	กุมภาพันธ์	256.10	20.60	225.90	286.50
สมุทรปราการ	มีนาคม	-0.10	20.16	-31.25	29.58
สมุทรปราการ	เมษายน	0.03	20.16	-28.65	28.67
จันทบุรี	สิงหาคม	-0.11	19.53	-29.51	29.35
จันทบุรี	กันยายน	0.18	20.37	-27.46	32.30
จันทบุรี	ตุลาคม	64.25	20.33	36.54	92.77
จันทบุรี	พฤศจิกายน	8,208	20.10	8,183	8,238
จันทบุรี	ธันวาคม	1,443	20.44	1,413	1,472
จันทบุรี	มกราคม	0.11	20.43	-30.15	32.63
จันทบุรี	กุมภาพันธ์	0.11	20.69	-29.49	30.66
จันทบุรี	มีนาคม	-0.03	20.25	-26.59	29.41
จันทบุรี	เมษายน	0.13	19.85	-29.48	29.61
ชลบุรี	สิงหาคม	12,440	19.97	12,410	12,470
ชลบุรี	กันยายน	2,649	20.50	2,623	2,681
ชลบุรี	ตุลาคม	1,643	20.94	1,612	1,673
ชลบุรี	พฤศจิกายน	14,970	21.04	14,940	15,000

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าประมาณผลผลิตข้าว (ตัน)

จังหวัด	เดือน	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Crdible Interval	
ชลบุรี	ธันวาคม	4,722	20.61	4,691	4,752
ชลบุรี	มกราคม	1,706	20.86	1,675	1,736
ชลบุรี	กุมภาพันธ์	993.90	20.14	963.90	1,023
ชลบุรี	มีนาคม	0.09	20.64	-28.87	31.69
ชลบุรี	เมษายน	0.03	20.34	-29.97	29.29
ระยอง	สิงหาคม	813.20	21.30	783.70	844.30
ระยอง	กันยายน	1,488	20.14	1,456	1,516
ระยอง	ตุลาคม	402.20	20	373.10	433.10
ระยอง	พฤศจิกายน	4,205	20.37	4,174	4,233
ระยอง	ธันวาคม	1,773	20.15	1,744	1,803
ระยอง	มกราคม	383	20.54	353	412.20
ระยอง	กุมภาพันธ์	0.01	20.09	-30.49	29.15
ระยอง	มีนาคม	0.24	21.30	-27.51	29.21
ระยอง	เมษายน	0.07	20.69	-28.81	32.01
ตราด	สิงหาคม	-0.19	19.76	-31.68	28.22
ตราด	กันยายน	525.70	20.74	493.40	553.90
ตราด	ตุลาคม	485	20.38	456.60	513.50
ตราด	พฤศจิกายน	7,653	20.64	7,624	7,682
ตราด	ธันวาคม	10.63	20.55	-20.48	37.64
ตราด	มกราคม	-0.17	20.71	-30.63	29.74
ตราด	กุมภาพันธ์	0.03	20.74	-26.36	30.05
ตราด	มีนาคม	-0.07	20.65	-31.94	28.12
ตราด	เมษายน	0.11	20.81	-28.36	30.50
เลย	สิงหาคม	0.05	20.47	-27.81	30.14
เลย	กันยายน	0.21	20.63	-27.72	30.83
เลย	ตุลาคม	0.14	20.36	-28.90	30.18

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าประมาณผลผลิตข้าว (ตัน)

จังหวัด	เดือน	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Crdible Interval	
เลย	พฤศจิกายน	165,200	19.92	165,100	165,200
เลย	ธันวาคม	-0.02	20.26	-29.19	31.34
เลย	มกราคม	0.02	20.74	-29.87	28.94
เลย	กุมภาพันธ์	0.19	20.11	-27.28	31.67
เลย	มีนาคม	0.06	20.34	-29.94	32.02
เลย	เมษายน	0.15	21.26	-30.18	31.17
หนองบัวลำภู	สิงหาคม	0.16	20.87	-27.77	30.54
หนองบัวลำภู	กันยายน	-0.04	20.90	-31.37	30.21
หนองบัวลำภู	ตุลาคม	880.10	20.06	851.20	910.80
หนองบัวลำภู	พฤศจิกายน	227,600	20.04	227,500	227,600
หนองบัวลำภู	ธันวาคม	3,079	19.55	3,050	3,109
หนองบัวลำภู	มกราคม	0.23	20.39	-27.35	31.27
หนองบัวลำภู	กุมภาพันธ์	0.21	20.11	-28.59	31.65
หนองบัวลำภู	มีนาคม	-0.01	19.97	-29.73	28.66
หนองบัวลำภู	เมษายน	-0.16	20.08	-29.90	28.47
หนองคาย	สิงหาคม	-0.11	20.16	-29.67	29.79
หนองคาย	กันยายน	0.12	20.18	-29.28	32.28
หนองคาย	ตุลาคม	-0.16	20.18	-31.38	30.66
หนองคาย	พฤศจิกายน	202,800	20.54	202,800	202,800
หนองคาย	ธันวาคม	446.90	20.39	417.90	477.80
หนองคาย	มกราคม	-0.05	20.43	-30.57	27.25
หนองคาย	กุมภาพันธ์	-0.14	19.95	-31.77	28.40
หนองคาย	มีนาคม	0.19	19.61	-27.57	31.28
หนองคาย	เมษายน	-0.06	20.51	-30.54	29.55
อุดรธานี	สิงหาคม	0.28	20.38	-27.52	32.75
อุดรธานี	กันยายน	-0.09	20.35	-28.44	29.64

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าประมาณผลผลิตข้าว (ตัน)

จังหวัด	เดือน	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Crdible Interval	
อุดรธานี	ตุลาคม	2,183	19.81	2,157	2,213
อุดรธานี	พฤศจิกายน	620,600	20.25	620,600	620,600
อุดรธานี	ธันวาคม	872.90	20.35	841.40	902.90
อุดรธานี	มกราคม	0.08	19.56	-29.37	30.08
อุดรธานี	กุมภาพันธ์	0.40	20.18	-27.62	32.75
อุดรธานี	มีนาคม	0.20	20.24	-27.84	30.78
อุดรธานี	เมษายน	-0.05	21.18	-30.12	29.69
กาฬสินธุ์	สิงหาคม	-0.04	19.40	-30.32	28.21
กาฬสินธุ์	กันยายน	0.04	21.17	-28.44	32.87
กาฬสินธุ์	ตุลาคม	0.09	21.11	-29.40	31.74
กาฬสินธุ์	พฤศจิกายน	469,700	20.62	469,600	469,700
กาฬสินธุ์	ธันวาคม	-0.03	20.18	-29.13	30.37
กาฬสินธุ์	มกราคม	0	21.47	-30.59	29.61
กาฬสินธุ์	กุมภาพันธ์	0.35	20.79	-27.82	33.93
กาฬสินธุ์	มีนาคม	-0.17	20.40	-30.43	29.16
กาฬสินธุ์	เมษายน	0.14	19.92	-27.44	29.74
มุกดาหาร	สิงหาคม	0.03	20.43	-30.70	29.24
มุกดาหาร	กันยายน	-0.05	20.61	-30	29.56
มุกดาหาร	ตุลาคม	-0.08	19.93	-29.01	31.05
มุกดาหาร	พฤศจิกายน	131,500	20.02	131,400	131,500
มุกดาหาร	ธันวาคม	3,426	20.22	3,397	3,455
มุกดาหาร	มกราคม	-0.11	20.96	-31.25	29.48
มุกดาหาร	กุมภาพันธ์	0.19	20.73	-29.11	33.59
มุกดาหาร	มีนาคม	-0.21	19.76	-29.91	27.38
มุกดาหาร	เมษายน	-0.08	20.50	-29.51	30.55
นครพนม	สิงหาคม	-0.13	20.34	-29.97	29.28

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าประมาณผลผลิตข้าว (ตัน)

จังหวัด	เดือน	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Crdible Interval	
นครพนม	กันยายน	0.12	20.84	-28.92	28.90
นครพนม	ตุลาคม	33,020	19.98	32,990	33,050
นครพนม	พฤศจิกายน	486,500	20.67	486,400	486,500
นครพนม	ธันวาคม	520	20.89	489.10	549.90
นครพนม	มกราคม	0.16	20.36	-28.87	29.26
นครพนม	กุมภาพันธ์	0.01	20.09	-28.83	29.72
นครพนม	มีนาคม	0.04	20.51	-30.33	30.73
นครพนม	เมษายน	0.06	19.88	-28.82	29.07
สกลนคร	สิงหาคม	-0.12	20.38	-28.89	27.72
สกลนคร	กันยายน	-0.04	20.18	-29.72	30.52
สกลนคร	ตุลาคม	11,250	20.27	11,220	11,280
สกลนคร	พฤศจิกายน	617,300	20.51	617,300	617,400
สกลนคร	ธันวาคม	0.13	20.86	-28.45	29.93
สกลนคร	มกราคม	-0.16	19.46	-32.50	29.37
สกลนคร	กุมภาพันธ์	0.17	20.07	-26.71	32.34
สกลนคร	มีนาคม	-0.01	20.83	-29.18	28.88
สกลนคร	เมษายน	-0.17	19.93	-29.93	29.30
ขอนแก่น	สิงหาคม	-0.06	20.80	-30.14	27.56
ขอนแก่น	กันยายน	-0.14	20.03	-29.49	28.77
ขอนแก่น	ตุลาคม	0	19.84	-29.84	28.78
ขอนแก่น	พฤศจิกายน	692,800	19.92	692,800	692,800
ขอนแก่น	ธันวาคม	13,420	20.20	13,390	13,450
ขอนแก่น	มกราคม	0.16	20.71	-26.92	30.68
ขอนแก่น	กุมภาพันธ์	0.16	19.91	-29.33	29.87
ขอนแก่น	มีนาคม	-0.33	19.98	-31.78	26.81
ขอนแก่น	เมษายน	-0.16	20.66	-31.52	28.63

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าประมาณผลผลิตข้าว (ตัน)

จังหวัด	เดือน	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Crdible Interval	
มหาสารคราม	สิงหาคม	0.10	20.13	-26.81	31.27
มหาสารคราม	กันยายน	0.15	19.81	-28.25	28.95
มหาสารคราม	ตุลาคม	202.80	20.25	172.50	232.80
มหาสารคราม	พฤศจิกายน	676,200	19.59	676,200	676,300
มหาสารคราม	ธันวาคม	813.10	20.08	783.40	842.50
มหาสารคราม	มกราคม	-0.18	21.66	-31.59	29.46
มหาสารคราม	กุมภาพันธ์	-0.07	19.93	-28.32	28.82
มหาสารคราม	มีนาคม	-0.28	20.64	-32.20	26.81
มหาสารคราม	เมษายน	0.09	21.07	-28.24	30.91
ร้อยเอ็ด	สิงหาคม	0.03	21.12	-31.01	27.85
ร้อยเอ็ด	กันยายน	0.22	20.40	-27.83	31.34
ร้อยเอ็ด	ตุลาคม	0.03	20.25	-28.65	28.54
ร้อยเอ็ด	พฤศจิกายน	852,800	19.68	852,800	852,900
ร้อยเอ็ด	ธันวาคม	4,372	19.95	4,343	4,403
ร้อยเอ็ด	มกราคม	-0.06	20.64	-33.39	30.22
ร้อยเอ็ด	กุมภาพันธ์	0.02	20.42	-29.32	30.22
ร้อยเอ็ด	มีนาคม	-0.17	20.03	-31.53	28.43
ร้อยเอ็ด	เมษายน	0.07	20.92	-30.11	29.39
บุรีรัมย์	สิงหาคม	0.05	19.90	-27.20	30.12
บุรีรัมย์	กันยายน	-0.06	21.17	-30.67	28.76
บุรีรัมย์	ตุลาคม	0.12	20.25	-28.80	30.80
บุรีรัมย์	พฤศจิกายน	939,400	20.23	939,400	939,500
บุรีรัมย์	ธันวาคม	56,830	20.15	56,800	56,860
บุรีรัมย์	มกราคม	698	21.22	667.40	728.80
บุรีรัมย์	กุมภาพันธ์	-0.08	20.83	-30.29	29.67
บุรีรัมย์	มีนาคม	0.14	20.90	-27.58	30.72

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าประมาณผลผลิตข้าว (ตัน)

จังหวัด	เดือน	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Crdible Interval	
บุรีรัมย์	เมษายน	0.11	20.74	-31.61	32.74
ชัยภูมิ	สิงหาคม	-0.19	20.43	-33.64	27.39
ชัยภูมิ	กันยายน	0.22	20.40	-27.46	30.39
ชัยภูมิ	ตุลาคม	0	20.29	-30.48	29.96
ชัยภูมิ	พฤศจิกายน	385,300	19.20	385,300	385,400
ชัยภูมิ	ธันวาคม	203,200	20.50	203,200	203,300
ชัยภูมิ	มกราคม	0.07	20.13	-27.67	30.11
ชัยภูมิ	กุมภาพันธ์	-0.01	19.96	-29.64	27.78
ชัยภูมิ	มีนาคม	-0.02	20.46	-29.40	29.62
ชัยภูมิ	เมษายน	0.15	20.74	-26.84	30.56
นครราชสีมา	สิงหาคม	0.18	19.55	-28.41	29.04
นครราชสีมา	กันยายน	0.19	19.79	-27.52	30.92
นครราชสีมา	ตุลาคม	642.20	21.36	614	673.80
นครราชสีมา	พฤศจิกายน	907,500	20.98	907,400	907,500
นครราชสีมา	ธันวาคม	156,900	21.17	156,900	156,900
นครราชสีมา	มกราคม	5,352	19.84	5,322	5,384
นครราชสีมา	กุมภาพันธ์	0.15	20.03	-27.22	29.44
นครราชสีมา	มีนาคม	0	20.07	-30.03	29.28
นครราชสีมา	เมษายน	0.19	20.30	-26.98	30.84
สุรินทร์	สิงหาคม	-0.26	20.96	-31.13	28.36
สุรินทร์	กันยายน	0.03	19.48	-29.39	28.61
สุรินทร์	ตุลาคม	3,828	20.68	3,800	3,861
สุรินทร์	พฤศจิกายน	1,070,000	20.30	1,070,000	1,070,000
สุรินทร์	ธันวาคม	20,120	20.87	20,090	20,150
สุรินทร์	มกราคม	0.09	20.15	-28.52	31.18
สุรินทร์	กุมภาพันธ์	0.13	21.23	-27.18	30.36

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าประมาณผลผลิตข้าว (ตัน)

จังหวัด	เดือน	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Crdible Interval	
สุรินทร์	มีนาคม	-0.27	20.14	-31.45	27.86
สุรินทร์	เมษายน	-0.01	20.53	-29.04	28.40
อำนาจเจริญ	สิงหาคม	-0.02	20.10	-29.96	28.43
อำนาจเจริญ	กันยายน	-0.09	20.63	-32.88	29.35
อำนาจเจริญ	ตุลาคม	-0.20	20.63	-31.94	29.37
อำนาจเจริญ	พฤศจิกายน	275,700	20.63	275,700	275,700
อำนาจเจริญ	ธันวาคม	941	20.50	913.20	970.30
อำนาจเจริญ	มกราคม	0.14	20.55	-27.85	32.01
อำนาจเจริญ	กุมภาพันธ์	-0.14	20.43	-32.26	27.94
อำนาจเจริญ	มีนาคม	-0.16	19.86	-31.56	26.73
อำนาจเจริญ	เมษายน	-0.24	20	-30.51	26.82
ศีรสะเกษ	สิงหาคม	-0.15	20.20	-31.12	29.44
ศีรสะเกษ	กันยายน	-0.09	20.41	-30.63	28.93
ศีรสะเกษ	ตุลาคม	-0.06	19.86	-29.91	28.96
ศีรสะเกษ	พฤศจิกายน	1,023,000	20.10	1,023,000	1,023,000
ศีรสะเกษ	ธันวาคม	55,110	20.32	55,080	55,140
ศีรสะเกษ	มกราคม	216	20.20	185.80	245.80
ศีรสะเกษ	กุมภาพันธ์	-0.06	20.77	-29.82	29.14
ศีรสะเกษ	มีนาคม	0.16	20.87	-30.26	30.90
ศีรสะเกษ	เมษายน	-0.04	20.17	-30.55	27.07
อุบลราชธานี	สิงหาคม	0.20	20.11	-26.81	30.18
อุบลราชธานี	กันยายน	0.06	21.24	-29.49	31.53
อุบลราชธานี	ตุลาคม	57,570	19.86	57,540	57,600
อุบลราชธานี	พฤศจิกายน	1,328,000	19.18	1,328,000	1,328,000
อุบลราชธานี	ธันวาคม	46,690	20.49	46,660	46,720
อุบลราชธานี	มกราคม	0.16	20.04	-30.69	33.06

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าประมาณผลผลิตข้าว (ตัน)

จังหวัด	เดือน	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Crdible Interval	
อุบลราชธานี	กุมภาพันธ์	-0.05	20.88	-30.54	29.98
อุบลราชธานี	มีนาคม	-0.14	20.31	-29.82	28.50
อุบลราชธานี	เมษายน	0.20	20.92	-31.48	31.35
ยโสธร	สิงหาคม	0.04	20.69	-29.19	29.63
ยโสธร	กันยายน	-0.22	20.15	-31.60	27.01
ยโสธร	ตุลาคม	0	20.02	-30.05	28.95
ยโสธร	พฤศจิกายน	392,700	20.60	392,600	392,700
ยโสธร	ธันวาคม	9,244	19.71	9,218	9,278
ยโสธร	มกราคม	-0.05	20.75	-30.81	29.12
ยโสธร	กุมภาพันธ์	0	20.36	-30.04	30.47
ยโสธร	มีนาคม	0.01	20.17	-28.83	29.73
ยโสธร	เมษายน	0.01	21.11	-30.14	31.82
ชุมพร	สิงหาคม	-0.38	20.53	-31.95	26.93
ชุมพร	กันยายน	0.03	20.29	-31.26	29.10
ชุมพร	ตุลาคม	0.11	19.77	-28.59	29.97
ชุมพร	พฤศจิกายน	306.20	20.63	276.20	337.20
ชุมพร	ธันวาคม	356	20.24	327.70	385.60
ชุมพร	มกราคม	1,419	20.34	1,390	1,449
ชุมพร	กุมภาพันธ์	417	20.77	388.20	449.10
ชุมพร	มีนาคม	0.10	21.50	-29.94	31.56
ชุมพร	เมษายน	0.17	20.32	-28.45	30.37
ระนอง	สิงหาคม	0.11	20.60	-28.15	29.12
ระนอง	กันยายน	0.17	19.64	-27.92	31.68
ระนอง	ตุลาคม	0.07	20.74	-28.59	31.82
ระนอง	พฤศจิกายน	4.17	20.40	-23.01	35.97
ระนอง	ธันวาคม	62.24	20.03	33.74	94

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าประมาณผลผลิตข้าว (ตัน)

จังหวัด	เดือน	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Crdible Interval	
ระนอง	มกราคม	189.80	20.44	158.60	219.30
ระนอง	กุมภาพันธ์	0.12	20.07	-26.77	30.72
ระนอง	มีนาคม	-0.08	20.19	-29.18	30.07
ระนอง	เมษายน	-0.15	20.17	-29.66	31.04
สุราษฎร์ธานี	สิงหาคม	-0.12	19.96	-30.69	28.76
สุราษฎร์ธานี	กันยายน	1,103	20.78	1,072	1,131
สุราษฎร์ธานี	ตุลาคม	642	20.54	612.70	671.90
สุราษฎร์ธานี	พฤศจิกายน	96.90	20.58	66.36	127.20
สุราษฎร์ธานี	ธันวาคม	105	20.39	74.67	135.50
สุราษฎร์ธานี	มกราคม	463.90	20.18	434.70	491.50
สุราษฎร์ธานี	กุมภาพันธ์	434.10	19.75	406.60	463.50
สุราษฎร์ธานี	มีนาคม	7.10	20.87	-24.18	37.55
สุราษฎร์ธานี	เมษายน	0.19	21.08	-27.72	30.34
นครศรีธรรมราช	สิงหาคม	0.10	20.90	-28.55	30.84
นครศรีธรรมราช	กันยายน	-0.05	21.21	-31.44	30.49
นครศรีธรรมราช	ตุลาคม	-0.03	20.56	-31.17	29.47
นครศรีธรรมราช	พฤศจิกายน	775.80	19.79	744.70	803.30
นครศรีธรรมราช	ธันวาคม	1,075	20.13	1,043	1,105
นครศรีธรรมราช	มกราคม	28,100	20.18	28,070	28,130
นครศรีธรรมราช	กุมภาพันธ์	46,250	19.81	46,220	46,280
นครศรีธรรมราช	มีนาคม	23,610	19.78	23,580	23,640
นครศรีธรรมราช	เมษายน	49,430	20.79	49,400	49,460
พัทลุง	สิงหาคม	0.09	20.65	-28.85	30.09
พัทลุง	กันยายน	0.18	21	-28.68	33.09
พัทลุง	ตุลาคม	-0.16	20.38	-30.50	29.57
พัทลุง	พฤศจิกายน	-0.07	20.81	-28.49	30.40

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าประมาณผลผลิตข้าว (ตัน)

จังหวัด	เดือน	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Crdible Interval	
พัทลุง	ธันวาคม	0.14	21	-29.68	31.48
พัทลุง	มกราคม	2,309	20.70	2,282	2,343
พัทลุง	กุมภาพันธ์	43,640	19.94	43,620	43,670
พัทลุง	มีนาคม	13,100	19.76	13,070	13,130
พัทลุง	เมษายน	452	19.73	421.90	479.90
ตรัง	สิงหาคม	0.09	21.02	-27.06	30.72
ตรัง	กันยายน	0.32	20.42	-26.95	31.11
ตรัง	ตุลาคม	0	19.91	-28.69	28.29
ตรัง	พฤศจิกายน	0.06	21.16	-28.47	31.56
ตรัง	ธันวาคม	-0.01	19.77	-28.66	28.47
ตรัง	มกราคม	979.90	20.66	951.50	1,010
ตรัง	กุมภาพันธ์	3,019	20.30	2,988	3,046
ตรัง	มีนาคม	1,047	20.44	1,021	1,078
ตรัง	เมษายน	-0.16	21.28	-31.73	28.60
กระบี่	สิงหาคม	0.02	20.35	-31.12	29.20
กระบี่	กันยายน	-0.07	19.99	-31.34	28.66
กระบี่	ตุลาคม	-0.10	20.51	-29.68	28.54
กระบี่	พฤศจิกายน	14.21	19.40	-14.55	45.28
กระบี่	ธันวาคม	519.90	20.14	488.80	548.80
กระบี่	มกราคม	535.30	20.06	506.60	567.30
กระบี่	กุมภาพันธ์	55.73	21.06	23.59	83.98
กระบี่	มีนาคม	0.05	20.08	-29.44	29.67
กระบี่	เมษายน	-0.01	20.94	-29.29	29.53
พังงา	สิงหาคม	-0.16	20.15	-31.63	29.57
พังงา	กันยายน	-0.01	20.25	-29.52	28.23
พังงา	ตุลาคม	0.03	19.87	-29.39	28.13

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าประมาณผลผลิตข้าว (ตัน)

จังหวัด	เดือน	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Crdible Interval	
พังงา	พฤศจิกายน	61.05	20.65	31.56	90.49
พังงา	ธันวาคม	71	20.05	42.24	100.60
พังงา	มกราคม	373.10	20.61	343.90	404
พังงา	กุมภาพันธ์	46.98	20.60	15.59	77.20
พังงา	มีนาคม	-0.11	20.29	-29.78	30.19
พังงา	เมษายน	-0.09	20.44	-29.94	30.94
ภูเก็ต	สิงหาคม	-0.16	20.49	-31.60	27.85
ภูเก็ต	กันยายน	0.03	20.49	-28.09	30.80
ภูเก็ต	ตุลาคม	0.03	21.15	-30.62	32
ภูเก็ต	พฤศจิกายน	0.07	19.98	-29.50	29.73
ภูเก็ต	ธันวาคม	34.18	19.83	6.87	64.12
ภูเก็ต	มกราคม	-0.05	19.96	-31.12	27.56
ภูเก็ต	กุมภาพันธ์	-0.18	19.75	-31.51	28.03
ภูเก็ต	มีนาคม	-0.02	19.75	-29.20	29.44
ภูเก็ต	เมษายน	0.10	20.63	-28.58	30.61
นราธิวาส	สิงหาคม	-0.12	19.99	-30.64	29.42
นราธิวาส	กันยายน	0.07	20.64	-28.48	29.95
นราธิวาส	ตุลาคม	0.03	19.82	-26.91	27.34
นราธิวาส	พฤศจิกายน	0.10	20.64	-30.30	29.74
นราธิวาส	ธันวาคม	0.10	20.02	-26.98	28.34
นราธิวาส	มกราคม	97.03	19.97	69.20	126.20
นราธิวาส	กุมภาพันธ์	76.97	20.39	48.06	107
นราธิวาส	มีนาคม	10,870	21.04	10,840	10,900
นราธิวาส	เมษายน	13,100	20.58	13,070	13,130
ปัตตานี	สิงหาคม	-0.34	20.43	-31.27	27.31
ปัตตานี	กันยายน	0.14	20.14	-28.90	31.16

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าประมาณผลผลิตข้าว (ตัน)

จังหวัด	เดือน	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Crdible Interval	
ปัตตานี	ตุลาคม	0.15	20.73	-28.86	30.35
ปัตตานี	พฤศจิกายน	0.06	20.07	-30.53	30.99
ปัตตานี	ธันวาคม	0.17	20.75	-28.78	30.95
ปัตตานี	มกราคม	120.90	20.53	90.79	151.10
ปัตตานี	กุมภาพันธ์	5,531	20.62	5,502	5,561
ปัตตานี	มีนาคม	27,610	20.26	27,580	27,640
ปัตตานี	เมษายน	7,232	20.06	7,204	7,263
ยะลา	สิงหาคม	0.13	20.21	-27.63	28.92
ยะลา	กันยายน	0.14	20.86	-29.15	33.28
ยะลา	ตุลาคม	0.17	20.78	-29.36	31.37
ยะลา	พฤศจิกายน	-0.07	20.59	-30.58	28.65
ยะลา	ธันวาคม	0.20	21.01	-28.81	32.82
ยะลา	มกราคม	8.96	20.54	-21.96	37.48
ยะลา	กุมภาพันธ์	11.15	20.07	-18.50	42.22
ยะลา	มีนาคม	713	20.41	682.40	741.90
ยะลา	เมษายน	6,515	19.96	6,485	6,543
สตูล	สิงหาคม	0.08	21.34	-30.67	29.56
สตูล	กันยายน	-0.11	21.08	-31.38	27.45
สตูล	ตุลาคม	-0.06	20.03	-30.92	29.37
สตูล	พฤศจิกายน	0.01	19.93	-29.24	28.31
สตูล	ธันวาคม	0.02	20.40	-28.79	29.62
สตูล	มกราคม	7,939	19.99	7,910	7,966
สตูล	กุมภาพันธ์	4,607	19.86	4,580	4,636
สตูล	มีนาคม	123	20.90	92.11	152.50
สตูล	เมษายน	8.02	19.92	-19.80	38.82
สงขลา	สิงหาคม	0.22	21.19	-29.52	30.63

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าประมาณผลผลิตข้าว (ตัน)

จังหวัด	เดือน	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Crdible Interval	
สงขลา	กันยายน	-0.07	20.20	-29.97	29.20
สงขลา	ตุลาคม	-0.27	20.80	-29.93	29.12
สงขลา	พฤศจิกายน	-0.29	19.94	-32.96	27.44
สงขลา	ธันวาคม	0.16	20.77	-27.26	28.91
สงขลา	มกราคม	7,620	20.19	7,591	7,648
สงขลา	กุมภาพันธ์	65,530	20.53	65,500	65,560
สงขลา	มีนาคม	41,870	20.69	41,840	41,900
สงขลา	เมษายน	13,700	20.13	13,660	13,730

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล: ดร. พิษณุ ทองขาว

(Dr. Pitsanu Tongkhow)

ตำแหน่ง: อาจารย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

การศึกษา: วศ.ด. (วิศวกรรมอุตสาหการ) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อ-สกุล: นายกฤษฎา เหล็กดี

(Mr. Krisada Lekdee)

ตำแหน่ง: อาจารย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ

การศึกษา: ปร.ด. (สถิติ) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์