การวิเคราะห์ผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพาราในประเทศไทย อย่างมีประสิทธิภาพด้วยตัวแบบ GEE และ LMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่รวมอยู่ด้วย

An Efficient Analysis of Cassava and Rubber Yields in Thailand Using GEE and LMM with Spatial Effects

วัชรินทร์ แสงมา

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

การวิเคราะห์ผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพาราในประเทศไทย อย่างมีประสิทธิภาพด้วยตัวแบบ GEE และ LMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่รวมอยู่ด้วย

An Efficient Analysis of Cassava and Rubber Yields in Thailand Using GEE and LMM with Spatial Effects

วัชรินทร์ แสงมา

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อเรื่อง : การวิเคราะห์ผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพาราในประเทศไทยอย่างมีประสิทธิภาพด้วยตัวแบบ GEE และ LMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่รวมอยู่ด้วย

ผู้วิจัย : วัชรินทร์ แสงมา

พ.ศ. : 2560

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ เพื่อนำเสนอตัวแบบมีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกับสภาพความเป็นจริงของข้อมูล สำหรับประมาณค่าผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพาราที่มีการเก็บอย่างต่อเนื่อง และเพื่อหาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา ตัวแบบที่นำเสนอคือ GEE และตัวแบบผสมเชิงเส้น (Linear Mixed Model หรือ LMM) ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่เป็นแบบ Conditional Autoregressive Model (CAR) ตัวแปรตามคือ ปริมาณผลผลิตยางพาราและผลิตมันสำปะหลัง ในแต่ละเดือน ของทุกจังหวัดของประเทศไทย ปัจจัยที่นำมาพิจารณาได้แก่ ปริมาณฝน อุณหภูมิเฉลี่ย และภาค ผลการศึกษาพบว่า เมื่อใช้ตัวแบบ GEE และ GLMM ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตยางพาราและมันสัมปะหลัง คือ ปริมาณฝน อุณหภูมิเฉลี่ย และภาค ทั้ง GEE และ GLMM เหมาะสมกับข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน GEE ใช้สำหรับอธิบายอิทธิพลของปัจจัยที่มีต่อผลผลิตของทุกจังหวัด ในขณะที่ LMM ใช้อธิบายอิทธิพลของปัจจัยที่มีต่อผลผลิตของแต่ละจังหวัด

คำสำคัญ: ตัวแบบผสมเชิงเส้น (LMM), ผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา, แผนที่ผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา , อิทธิพลเชิงพื้นที่แบบ Conditional autoregressive model (CAR), การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่

Title : An Efficient Analysis of Cassava and Rubber Yields in Thailand Using GEE and LMM with Spatial Effects
Researcher : Watcharin Sangma
Year : 2017

Abstract

The objectives of this research are to propose an efficient and proper model that fits the cassava and rubber yields data. A generalized estimating equation (GEE) and a linear mixed model (LMM) with spatial correlation following the conditional autoregressive model (CAR) were adopted. The dependent variables are the cassava and rubber yields collected each month in every province of Thailand. The factors considered are rainfall, averaged temperatures, and regions. The results from GEE and LMM show that the factors influencing on the cassava and rubber yields are rainfall, averaged temperature, and region. Both GEE and LMM fit the correlated data. The GEE is used to explain the influence of factors on the yields in all provinces while the LMM is used to explain the influence of factors on the yields in each province.

Keywords: Linear Mixed Model (LMM), Casava and rubber yiellds, Maps fo , Conditional autoregressive model (CAR) spatial effects , spatial analysis.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพาราในประเทศไทยอย่างมีประสิทธิภาพด้วยตัวแบบ GEE และ LMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่รวมอยู่ด้วย สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยการสนับสนุนและความช่วยเหลือจากหลายท่าน 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	3
1.5 สมมติฐานของงานวิจัย	4
1.6 กรอบแนวความคิดในการวิจัย	4
1.7 คำสำคัญของการวิจัย	4
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.9 นิยามศัพท์เฉพาะ	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	7
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	16
3.1 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล	16
3.2 ขอบเขตของการวิจัย	16
3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	17
3.4 สถานที่ทำวิจัย	21
3.5 ระยะเวลาในการทำวิจัย	21
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	22
4.1 ลักษณะทั่วไปของข้อมูลผลผลิตยางพาราและมันสำปะหลัง	22
4.2 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตยางพารา ในประเทศไทยด้วยตัวแบบ GEE	27

สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตยางพาราในประเทศไทยด้วยตัวแบบ LMM	29
4.4 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตมันสำปะหลังในประเทศไทยด้วยตัวแบบ GEE	38
4.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตมันสำปะหลังในประเทศไทยด้วยตัวแบบ LMM	39
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	47
5.1 สรุปผลการวิจัย	47
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	49
5.3 ข้อเสนอแนะ	51
บรรณานุกรม	52
ภาคผนวก	56
ประวัติย่อผู้วิจัย	83

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลผลิตยางพารา (หน่วย : ตัน)	24
2	ผลผลิตมันสำปะหลัง (หน่วย : ตัน)	26
3	ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตยางพาราในประเทศไทยด้วยตัวแบบ GEE	28
4	ค่าประมาณขนาดอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตยางพาราจากตัวแบบ LMM	30
5	ค่าประมาณผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อปี ในจังหวัดที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 100,000 ตัน	31
6	อิทธิพลเชิงพื้นที่ของแต่ละจังหวัดที่มีต่อผลผลิตยางพารา ในประเทศไทย	36
7	ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตมันสำปะหลังในประเทศไทย ด้วยตัวแบบ GEE	38
8	ค่าประมาณขนาดอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตมันสำปะหลัง จากตัวแบบ LMM	40
9	ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง เฉลี่ยต่อปี ในจังหวัดที่มีค่าเฉลี่ย สูงกว่า 1,000,000 ตัน	41
10	อิทธิพลเชิงพื้นที่ของแต่ละจังหวัดที่มีต่อผลผลิตมันสำปะหลังในประเทศไทย	45

ตารางภาคผนวกที่

1	ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา (ตัน)	56

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มันสำปะหลังเป็นสินค้าเกษตรที่มีความสำคัญชนิดหนึ่งของโลก ซึ่งมีปริมาณการผลิตกว่า 200 ล้านตันต่อปี โดยการผลผลิตมีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง มันสำปะหลังมีแหล่งเพาะปลูกในแถบอเมริกาใต้ แอฟริกา และเอเชีย สำหรับประเทศไทยมันสำปะหลังนับเป็นพืชเศรษฐกิจเชิงพาณิชย์ที่สำคัญ มีปริมาณการผลิตมากกว่า 20 ล้านตันในแต่ละปี โดยใช้ภายในประเทศคิดเป็นร้อยละ 30 ส่วนที่เหลือส่งออกไปยังตลาดโลก โดยประเทศไทยเป็นผู้ส่งอกมันสำปะหลังและมีผลผลิตอยู่ในอันดับต้นๆของโลกมาอย่างต่อเนื่อง ผลผลิตมันสำปะหลัง ปี 2557 เริ่มออกสู่ตลาดตั้งแต่เดือนตุลาคม 2556 – กันยายน 2557 คาดว่ามีพื้นที่เก็บเกี่ยว 7.96 ล้านไร่ และมีผลผลิตประมาณ 28.60 ล้านตัน เมื่อเทียบกับปี 2556 ที่มีพื้นที่เก็บเกี่ยว 8.14 ล้านไร่ และมีผลผลิต 28.28 ล้านตัน และยังพบว่าพื้นที่เก็บเกี่ยวมีการลดลงร้อยละ 2.21 แต่ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.13 (สานักงานคณะกรรมการกำกับการซื้อขายสินค้าเกษตรล่วงหน้า) ซึ่งผลผลิตมันสำปะหลังของไทยบางช่วงก็ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของโรงแป้งและลานมัน และบางช่วงเกินต่อความต้องการของตลาด อีกทั้งยังมีประเทศจีน ซึ่งเป็นคู่ค้าที่สำคัญที่ยังมีความต้องการใช้มันเส้นและแป้งมันอย่างต่อเนื่องและมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอีก

ส่วนยางพาราจัดเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทยที่สำคัญอีกตัวหนึ่ง โดยภาคใต้มีศักยภาพในการปลูกยางพาราสูงสุด โดยในปี 2555 ภาคใต้มีเนื้อที่กรีดยางทั้ง สิ้น 9.9 ล้านไร่ (หรือคิดเป็นร้อยละ 72 ของเนื้อที่กรีดทั้งประเทศ) และผลผลิตทั้งสิ้น 2.7 ล้านตัน (หรือคิดเป็นร้อยละ 75 ของผลผลิตทั้งหมด) ทั้งนี้ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร คาดว่าในปี 2556 ภาคใต้จะมีเนื้อที่กรีดยางเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.3 และผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.7 เนื่องจากปริมาณน้ำฝนเอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโต (ปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ย 2,000-2,700 มิลลิเมตร) (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2556) จากข้อมูลเบื้องต้นผู้วิจัยจึงสนใจการวิเคราะห์ผลผลิตมันสำปะหลังที่แม่นยำในอนาคตเพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตที่เหมาะสมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่อไป

สำหรับข้อมูลผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพาราที่จัดเก็บอย่างต่อเนื่องทุกๆ ปี ถูกนำมาเผยแพร่ผ่านเว็บไซต์ของ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร และกรมวิชาการการเกษตร กระทรวงเกษตร

และสหกรณ์ (2559) การเผยแพร่นั้นใช้สถิติพรรณนาได้แก่ การนำเสนอในรูปตาราง กราฟ ค่าและร้อยละ ข้อมูลดังกล่าวจะมีประโยชน์มากขึ้นถ้าได้มีการวิเคราะห์เชิงลึกด้วยตัวแบบทางคณิตศาสตร์และทางสถิติ 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 กำหนดให้ ความสัมพันธ์มีค่าคงที่ Autoregressive กำหนดให้ความสัมพันธ์มีค่าลดลงเมื่อเวลาผ่านไป และ Unstructured สมมติให้ความสัมพันธ์ของข้อมูลแต่ละคู่ไม่มีรูปแบบสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามของแต่ละหน่วยตัวอย่างของตัวแบบ 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 เช่นตัวแปรที่แสดงความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ข้องข้อมูล 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

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นเนื่องจากยังไม่การนำหลักการสร้างตัวแบบ GEE และ LMM มาใช้กับข้อมูลผลผลิตมันสำปะหลังที่มีการเก็บอย่างต่อเนื่องมาก่อน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาและพัฒนาตัวแบบการวิเคราะห์ผลผลิตมันสำปะหลังที่แม่นยำเพื่อใช้ในการวางแผนต่อไปในประเทศไทยด้วยตัวแบบ GEE และLMM โดยมีตัวอย่าง ปัจจัยเบื้องต้นที่นำมาพิจารณาได้แก่ ปริมาณฝน อุณหภูมิเฉลี่ย ภาค (กลาง เหนือ ตะวันออกเฉียงเหนือ ใต้ ตะวันออก และตะวันตก) ก่อนและยังมีปัจจัยอื่นๆที่กำลังศึกษาอีกด้วย หลังจากนั้นนำตัวแบบที่ได้ทั้งสองมาเปรียบเทียบกัน และกับตัวแบบที่นิยมให้กันในปัจจุบันอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างตัวแบบที่เหมาะสม สำหรับประมาณค่าผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพาราที่มีการเก็บอย่างต่อเนื่องที่มีประสิทธิภาพกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด

1.2.2 เพื่อหาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตมันสำปะหลังและยางพารา

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร คือ ผลผลิตมันสำปะหลังและยางพารา รายปี ทุกจังหวัด ของประเทศไทย

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผลผลิตมันสำปะหลังและยางพารา รายปี ทุกจังหวัด ของประเทศไทย ปี 2550-2559

ตัวแปรต้น ปริมาณฝน อุณหภูมิเฉลี่ย และภาค

ตัวแปรตามคือ ผลผลิตมันสำปะหลังและยางพารา รายปี ทุกจังหวัด ของประเทศไทย

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1) เก็บข้อมูลที่ข้อมูลที่ใช้ศึกษาเป็นข้อมูล รายปี ระดับจังหวัด ในประเทศไทย จำนวน 15 ปี คือ ปี 2545-2559 ตัวแปรตามคือผลผลิตมันสำปะหลัง ได้จาก กรมวิชาการเกษตร

ตัวแปรต้นเบื้องต้น คือ ปริมาณฝน อุณหภูมิ และ ภาค ปริมาณฝนและอุณหภูมิ ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2558) และอื่นๆซึ่งอยู่ในระหว่างการศึกษาแหล่งข้อมูล

2) สรุปผลการวิจัย และเขียนรายงานการวิจัยและจัดทำรูปเล่มรวมถึงเผยแพร่ผลที่ได้ของการวิจัยในการประชุมวิชาการหรือตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับชาติ หรือนานาชาติขึ้นไป

1.5 สมมติฐานของการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัยคือ ปริมาณฝน อุณหภูมิเฉลี่ย และภาค มีอิทธิพลต่อผลผลิตมันสำปะหลังและยางพารา

1.6 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

สร้างตัวแบบที่เหมาะสม สำหรับประมาณค่าผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพาราที่มีการเก็บอย่างต่อเนื่องที่มีประสิทธิภาพกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุดโดยการจำลองสถานการณ์เขียนโปรแกรมคณิตศาสตร์ และOptimization ในโปรแกรม OpenBugs Matlab Mapleและใน R2OpenBugs สำหรับการสร้างแผนที่จะแสดงผลผลิตด้วยโปรแกรมกราฟฟิก เพื่อให้ได้ตัวแบบที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพครบถ้วน

1.7 คำสำคัญของการวิจัย

ตัวแบบผสมเชิงเส้น (LMM), ผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา, แผนที่ผลผลิตมันสำปะหลังและยางพารา , อิทธิพลเชิงพื้นที่แบบ Conditional autoregressive model (CAR), การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่

1.8ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้ตัวแบบที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลข้อมูลผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพาราที่มีการเก็บอย่างต่อเนื่องซึ่งสามารถใช้หลักการวิเคราะห์ขั้นสูงกับตัวแบบที่มีความซับซ้อนที่ตรงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด
2) ทราบสาเหตุที่มีอิทธิพลเกี่ยวข้องกับผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา
3) ผู้บริหาร และ เกษตรกร สามารถนำผลการศึกษาวิจัย ไปใช้ประกอบการวางแผนตัดสินใจ ในการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา
4) นำหลักของการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ ไปประยุกต์ใช้กับการวิเคราะห์ผลผลิตพืชไร่ชนิดอื่นๆ ได้
5) ใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาตัวแบบต่อไป

1.9 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

ผลผลิตมันสำปะหลังและยางพารา ในประเทศไทย หมายถึงผลผลิตมันสำปะหลังและยางพารา ในประเทศไทย

มันสำปะหลังและยางพารา คือมันสำปะหลังและยางพารา ที่ทำในระหว่างเดือนเมษายนจนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นฤดูการทำนาปรกติ

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

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

ภาคกลาง คือพื้นที่ 21 จังหวัดต่อไปนี้ 1. กำแพงเพชร 2. ชัยนาท 3. นครนายก 4. นครปฐม 5. นครสวรรค์ 6. นนทบุรี 7. ปทุมธานี 8. พระนครศรีอยุธยา 9. พิจิตร 10. พิษณุโลก 11.

เพชรบูรณ์ 12. ลพบุรี 13. สมุทรปราการ 14. สมุทรสงคราม 15. สมุทรสาคร 16. สิงห์บุรี 17. สุโขทัย 18. สุพรรณบุรี 19. สระบุรี 20. อ่างทอง 21. อุทัยธานี 22. กรุงเทพมหานคร

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

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

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

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. ทฤษฎีและหลักการพื้นฐานที่ใช้ในการพัฒนา และออกแบบการทดลองของตัวแบบ Generalized Estimating Equations (GEE)

GEE เป็นตัวแบบที่ใช้สำหรับตัวแปรตามที่ค่าสังเกตมีความสัมพันธ์กัน มีลักษณะดังนี้ กำหนดให้ $Y_{ij}, j=1,...,n_i \quad i=1,...,M$ แทนค่าสังเกตของหน่วยศึกษาที่ i ในครั้งที่ j ให้ N แทนจำนวนค่าสังเกตทั้งหมด $N=\sum_{i=1}^{K} n_i$

Y_{ij} มีความสัมพันธ์กับตัวแปรต้น $\mathbf{X}_{ij}=(X_{ij.0}, X_{ij.1},..., X_{ij.p})^T$ และพารามิเตอร์ $\boldsymbol{\beta}_i=(b_0, b_1,..., b_p)^T$ ตามรูปแบบของ link function ต่อไปนี้

Identity link: $g(a)=a$

Natural log link: $g(a)=\log(a)$

Logit link: $g(a)=\log(a/(1-a))$

ความสัมพันธ์ของ Y_{ij} กับ $\mathbf{X}_{ij}=(X_{ij.0}, X_{ij.1},..., X_{ij.p})^T$ เขียนได้ดังนี้ $g(E(Y_{ij}\mid \mathbf{x}_{ij}))=\mathbf{x}_{ij}{}^T\boldsymbol{\beta}$ และเรียกความสัมพันธ์นี้ว่า Marginal regression model

Covariance Matrix ของ $\mathbf{Y}_i=(Y_{i1},...,Y_{ij})^T$ คือ $\mathbf{V}_i=\phi\mathbf{A}_i^{1/2}\mathbf{R}(\rho)\mathbf{A}_i^{1/2}$

เมื่อ ϕ คือ Dispersion parameter $\mathbf{A}_i$ คือ Diagonal matrix of a variance function และ $\mathbf{R}(\rho)$ คือ Correlation matrix แสดง รูปแบบความสัมพันธ์ของข้อมูลของ $\mathbf{Y}_i=(Y_{i1},...,Y_{ij})^T$ ซึ่งมีหลาย

รูปแบบต่อไปนี้

Exchangeable มีโครงสร้างความสัมพันธ์คือ

$$\mathbf{R}(\rho)=\begin{bmatrix} 1 & \rho & \cdots & \rho \\ \rho & 1 & \cdots & \rho \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho & \rho & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

First-order autoregressive model มีโครงสร้างดังนี้

$$\mathbf{R}(\rho)=\begin{bmatrix} 1 & \rho & \cdots & \rho^{j-1} \\ \rho & 1 & \cdots & \rho^{j-2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho^{j-1} & \rho^{j-2} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

Unstructured correlation มีโครงสร้างดังนี้

$$\mathbf{R}(\rho)=\begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} & \cdots & \rho_{1j} \\ \rho_{21} & 1 & \cdots & \rho_{2j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{j1} & \rho_{j2} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

หลักการประมาณค่าพารามิเตอร์ $\boldsymbol{\beta}$ ใช้วิธีการวนซ้ำเชิงตัวเลขในการหาคำตอบของ Score function ของ

$\boldsymbol{\beta}$ ซึ่งแทนด้วย $U(\boldsymbol{\beta})=\sum \mathbf{D}_i^{T}\mathbf{V}_i^{-1}(\mathbf{Y}_i-\boldsymbol{\mu}_i)=\mathbf{0}$ โดยที่ $\mathbf{D}_i=\dfrac{\partial \mu_{ij}}{\partial \beta_k}, k=1,2,...,p$

1) กำหนดรูปแบบของ $\mathbf{R}(\rho)$ คำนวณค่า $\mathbf{V}_i$ และ $\mathbf{b}$ ซึ่งเป็นค่าประมาณของ $\boldsymbol{\beta}$
2) คำนวณค่าคลาดเคลื่อน $r_{ij}=Y_{ij}-\mu_{ij}$
3) คำนวณค่า $\mathbf{V}_i$ ขึ้นมาใหม่จากค่าความคลาดเคลื่อน r_{ij} ในข้อ 2)
4) คำนวณค่า $\mathbf{b}$ ขึ้นมาใหม่จากค่าจาก $\mathbf{V}_i$ ที่ได้จากข้อ 3)
5) ทำซ้ำข้อ 2) – 4) จนกระทั่ง $\mathbf{b}$ ลู่เข้า (Convergence) หาค่าคงที่
6) ตัวแบบที่ใช้คือ GEE ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้
7) ให้ Y_{ij} แทนผลผลิตในจังหวัดที่ i ปีที่ j เมื่อ $i=1,...,76$ และ $j=1,...,10$
8) $X_{ij.1}$ แทน ปริมาณฝน (มม.) ในจังหวัดที่ i ปีที่ j
9) $X_{ij.2}$ แทน อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) ในจังหวัดที่ i ปีที่ j

10) $X_{i.3}$ แทน จังหวัดที่ i อยู่ภาคเหนือ

11) $X_{i.4}$ แทน จังหวัดที่ i อยู่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

12) $X_{i.5}$ แทน แทน จังหวัดที่ i อยู่ภาคใต้

13) $X_{i.6}$ แทน แทน จังหวัดที่ i อยู่ภาคตะวันออก

14) $X_{i.7}$ แทน แทน จังหวัดที่ i อยู่ภาคตะวันตก

15) β_0 คือ Intercept และ $\beta_1,...,\beta_7$ คือค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของปริมาณฝน อุณหภูมิเฉลี่ย พื้นที่ป่าไม้ รายได้ครัวเรือน ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ ภาคตะวันออก ภาคตะวันตก ฤดูกาลช่วง เดือนพฤศจิกายน-มกราคม พฤษภาคม-กรกฎาคม และสิงหาคม-ตุลาคม ตามลำดับ

16) กำหนดรูปแบบความสัมพันธ์ของข้อมูลในหน่วยตัวอย่างเดียวกันที่เกิดจากการวัดซ้ำ เป็นแบบ First-order autoregressive model เนื่องจากข้อมูลผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกรายปีมีลักษณะเป็นข้อมูลอนุกรมเวลา

17) ความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นกับตัวแปรตามอยู่ในรูป

$$\mu_{ij} = \beta_0 + \beta_1 X_{ij.1} + \beta_2 X_{ij.2} + \beta_3 X_{i.3} + \beta_4 X_{i.4} + \beta_5 X_{i.5} + \beta_6 X_{i.6} + \beta_7 X_{i.7}$$

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

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

$$\mu_{ij} = \beta_0 + \beta_1(\text{Rain}) + \beta_2(\text{Temp}) + \beta_2(\text{Region}) + \mathrm{b_i} + \phi_i$$

$$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3 \sim N(0, 1.0E06),\ \mathrm{b_i} \sim N(0, \tau_b{}^2),$$

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

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

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

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

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

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

ค่าคาดหวังคือ $E(y_{ij}|\mathbf{b})=\mu_{ij}$ 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 $\mathbf{\Phi} = (\phi_1, ..., \phi_m)^T$ แทนเวกเตอร์ของตัวแปรสุ่มที่มีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามพื้นที่ ซึ่งมีอิธิพลต่อตัวแปรตาม Y_i ซึ่งวัดค่าในแต่ละพื้นที่ $i,\ i = 1, ..., m$ การแจกแจงของการแจกแจงแบบมีเงื่อนไข $\phi_i \mid \mathbf{\Phi}_{(-i)}$ นิยามดังนี้

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

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 นั่นคือเงื่อนไข $\frac{a_{ij}}{\tau_i{}^2} = \frac{a_{ji}}{\tau_j{}^2}$ 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).

3. 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 กำหนดให้

ความสัมพันธ์มีค่าลดลงเมื่อเวลาผ่านไป และ Unstructured สมมติให้ความสัมพันธ์ของข้อมูลแต่ละคู่ไม่มีรูปแบบ สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามของแต่ละหน่วยตัวอย่างของตัวแบบ GEE มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากัน จึงเป็นการอธิบายขนาดอิทธิพลของปัจจัยในลักษณะภาพรวมของประชากร เรียกตัวแบบนี้ว่า Population-averaged model

นลินี ประทุม (2550) ได้ศึกษาถึงภาวะทั่วไปและวิเคราะห์ความเคลื่อนไหวมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง เพื่อศึกษาภาวการณ์ส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำาปะหลัง และวิเคราะห์ความเคลื่อนไหวของมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังในอดีต และนำไปพยากรณ์มูลค่าการส่งออกในอนาคต โดยวิธีการศึกษาเชิงพรรณนา อาศัยข้อมูลจากเอกสารทางวิชาการ และใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาในช่วงปีพ.ศ. 2540-2549 มาท้าการวิเคราะห์พยากรณ์มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง เป็นการศึกษาที่ใช้เครื่องมือทฤษฎีการวิเคราะห์อนุกรมเวลา(Time Series Analysis)ซึ่งใช้วิธีเดียวกันกับการศึกษาถึงแนวโน้มการส่งออกยางพาราของประเทศไทยซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิ(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) แต่วิธีปรับเรียบเอ็กโปเนนเชียลโดยวิธี 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 ประเภท คือ 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

ทองคำ พิลากรณ์, สมจิต โยธะคง และสุนันท์ สีสังข์ (2555) ได้ทำการศึกษา (1)สภาพพื้นฐานทางสังคมและเศรษฐกิจ (2)ความรู้พื้นฐานแหล่งความรู้และระดับความรู้เกี่ยวกับการผลิตมันสำปะหลัง (3)ความต้องการการพัฒนาเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่หลังนา (4)หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความต้องการการพัฒนาการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่หลังนา (5)ปัญหาข้อเสนอแนะ ผลการวิจัยพบว่า (1)เกษตรกรมากกว่าครึ่งหนึ่งเป็นผู้หญิง (2)เกษตรกรมีความรู้ในการผลิตมันสำปะหลังในระดับมาก (3)เกษตรกรมีความต้องการพัฒนาในระดับมาก (4)สภาพทางสังคม สภาพทางเศรษฐกิจ และความรู้บางประการมีความสัมพันธ์กับการพัฒนา (5)ปัญหาที่สำคัญ คือ แหล่งน้ำ ปุ๋ยอินทรีย์ แมลงศัตรูพืช

สุวลักษณ์ อะมะวัลย์ (2555) ศึกษาผลของปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของมันสำปะหลัง ผลการทดลองพบว่า การใช้และไม่ใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ ไม่ทำให้ ความสูง น้ำหนักใบ น้ำหนักเหง้า ผลผลิตหัวสด เปอร์เซ็นต์แป้ง ผลผลิตแป้ง เปอร์เซ็นต์มันแห้ง ผลผลิตมันแห้ง มีความแตกต่างกันทางสถิต

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพาราในประเทศไทยอย่างมีประสิทธิภาพด้วยตัวแบบ GEE และ LMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่รวมอยู่ด้วยในครั้งนี้ มีวิธีดำเนินการในแต่ละข้อต่อไปนี้

3.1 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล
3.2 ขอบเขตของการวิจัย
3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา เป็นข้อมูลระดับ ปี 2559 ประกอบด้วยผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา รายปี ทุกจังหวัด ของประเทศไทย ปี 2556 เก็บรวบรวมจาก สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) ปริมาณฝน และอุณหภูมิ รวบรวมจากกรมอุตุนิยมวิทยา (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2557) กระทรวงกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

3.2 ขอบเขตการวิจัย

3.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา รายปี ทุก ของประเทศไทย

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา รายปี ทุก ของประเทศไทย ปี 2556

3.2.2 ตัวแปรสำหรับการวิจัย

ตัวแปรต้น ปริมาณฝน อุณหภูมิเฉลี่ย และภาค

ตัวแปรตามคือ ผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา รายปี 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 วิเคราะห์ผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา

3.3.2.1 การวิเคราะห์ลักษณะทั่วไปของข้อมูลที่ใช้ศึกษา ใช้ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.3.2.2 การประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง และวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตมันสำปะหลัง ใช้ตัวแบบ LMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่ ประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีการของเบย์ รายละเอียดตัวแบบแสดงดังต่อไปนี้

$$y_{ij} \mid \mathbf{b} \sim N(\mu_{ij}, \sigma^2) \; i = 1,...,45 \; j = 1,...,9$$

$$\mu_{ij} = \beta_1 + \beta_2 * rain_{ij} + \beta_3 * temp_{ij} + \beta_4 * north + \beta_5 * northeast + \beta_6 * south + \beta_7 * east + \beta_8 * west + \beta_9 * k + b_{1i} + b_{2ij} + v_i$$

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

$$\beta_1, \beta, \beta_3 \cdots, \beta_9 \sim N(0, 10000)$$

$$b_{1i} \sim N(0, \tau_{b1}{}^2)$$
$$b_{2ij} \sim N(0, \tau_{b2}{}^2)$$

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

การประมาณค่าพารามิเตอร์ ใช้การประมาณแบบเบย์ โดยการเขียนโปรแกรมใน OpenBUGS และ R ซึ่งใช้ Gibbs sampling MCMC ในการประมาณค่าพารามิเตอร์

3.3.2.3 การประมาณผลผลิตยางพารา และวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตยางพารา ใช้ตัวแบบ LMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่ ประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีการของเบย์ รายละเอียดตัวแบบแสดงดังต่อไปนี้

$$y_{ij} \mid \mathbf{b} \sim N(\mu_{ij}, \sigma^2) \; i = 1, ..., 50 \;\; j = 1, ..., 9$$

$$\mu_{ij} = \beta_1 + \beta_2 * rain_{ij} + \beta_3 * temp_{ij} + \beta_4 * north + \beta_5 * northeast + \beta_6 * south + \beta_7 * east + \beta_8 * west + \beta_9 * k + b_{1i} + b_{2ij} + v_i$$

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

$$\beta_1, \beta, \beta_3 \cdots, \beta_9 \sim N(0, 10000)$$

$$b_{1i} \sim N(0, \tau_{b1}^{\,2})$$
$$b_{2ij} \sim N(0, \tau_{b2}^{\,2})$$

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

การประมาณค่าพารามิเตอร์ ใช้การประมาณแบบเบย์ โดยการเขียนโปรแกรมใน OpenBUGS และ R ซึ่งใช้ Gibbs sampling MCMC ในการประมาณค่าพารามิเตอร์

3.4 สถานที่ใช้ในการทำวิจัย

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งตั้งอยู่ที่ศูนย์พระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.5 ระยะเวลาในการวิจัย

เริ่มตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2559 สิ้นสุดการวิจัย 30 กันยายน 2560

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพาราในประเทศไทยอย่างมีประสิทธิภาพด้วยตัวแบบ GEE และ LMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่รวมอยู่ด้วย มีจุดประสงค์ เพื่อสร้างตัวแบบที่เหมาะสม สำหรับประมาณค่าผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพาราที่มีการเก็บอย่างต่อเนื่องที่มีประสิทธิภาพกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด และเพื่อหาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตมันสำปะหลังและยางพารา ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลทุติยภูมิ ผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา รายปี ทุกจังหวัดของประเทศไทย 2550-2559 รวบรวมจาก สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และข้อมูล ปริมาณฝน และอุณหภูมิ รวบรวมจากกรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงได้ดังรายละเอียดในแต่ละข้อต่อไปนี้

4.1 ลักษณะทั่วไปของข้อมูลผลผลิตยางพาราและมันสำปะหลัง

4.2 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตยางพาราในประเทศไทยด้วยตัวแบบ GEE

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตยางพาราในประเทศไทยด้วยตัวแบบ LMM

4.3.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตยางพาราด้วยตัวแบบ LMM

4.3.2 ค่าประมาณผลผลิตยางพาราด้วยตัวแบบ LMM

4.3.3 ค่าประมาณอิทธิพลเชิงพื้นที่ที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตยางพาราด้วยตัวแบบ LMM

4.4 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตมันสำปะหลังในประเทศไทยด้วยตัวแบบ GEE

4.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตมันสำปะหลังในประเทศไทยด้วยตัวแบบ LMM

4.5.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตมันสำปะหลังด้วยตัวแบบ LMM

4.5.2 ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลังด้วยตัวแบบ LMM

4.5.3 ค่าประมาณอิทธิพลเชิงพื้นที่ที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตมันสำปะหลังด้วยตัวแบบ LMM

4.1 ลักษณะทั่วไปของข้อมูลผลผลิตยางพาราและมันสำปะหลัง

ลักษณะทั่วไปของข้อมูลผลผลิตยางพาราและมันสำปะหลังแสดงในตารางที่ 1 และที่ 2 ตามลำดับ

จากตารางที่ 1 ผลผลิตยางพาราเรียงลำดับจากมากไปน้อย 10 อันดับแรก คือ สุราษฎร์ธานี (475,051.33) สงขลา (393,894.33) นครศรีธรรมราช (342,159.11) ตรัง (328,600.56) ยะลา (252,339.00) นราธิวาส (230,049.00) พังงา (154,378.11) พัทลุง (143,606.44) กระบี่ (138,642.00) ระยอง (135,092.67) ตามลำดับ

จากตารางที่ 2 ผลผลิตมันสำปะหลังเรียงลำดับจากมากไปน้อย 10 อันดับแรก คือ นครราชสีมา (6,023,831.33) กำแพงเพชร (2,071,006.17) ชัยภูมิ (1,361,139.11) สระแก้ว (1,286,453.22) กาญจนบุรี (1,228,839.10) ชลบุรี (1,111,850.30) นครสวรรค์ (1,052,350.52) ฉะเชิงเทรา (1,025,136.93) กาฬสินธุ์ (842,799.78) จันทบุรี (821,929.84) ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ผลผลิตยางพารา (หน่วย : ตัน)

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
สุราษฎร์ธานี	475,051.33	81,447.60
สงขลา	393,894.33	72,993.46
นครศรีธรรมราช	342,159.11	71,506.77
ตรัง	328,600.56	11,657.15
ยะลา	252,339.00	26,638.49
นราธิวาส	230,049.00	22,752.26
พังงา	154,378.11	13,034.86
พัทลุง	143,606.44	21,625.26
กระบี่	138,642.00	9,586.56
ระยอง	135,092.67	7,865.34
ชุมพร	118,588.22	19,688.44
จันทบุรี	107,446.22	36,442.82
สตูล	71,354.22	10,423.72
ปัตตานี	65,170.67	5,566.04
ตราด	52,507.11	11,034.17
ชลบุรี	38,404.67	7,775.80
หนองคาย	36,439.56	12,862.71
ระนอง	31,798.56	11,382.98
อุดรธานี	27,356.89	18,803.21
เลย	26,083.33	18,265.49
อุบลราชธานี	24,288.11	23,564.05
ภูเก็ต	22,537.56	3,601.90
ฉะเชิงเทรา	21,664.44	6,707.95
บุรีรัมย์	21,502.22	6,974.13
ศรีสะเกษ	20,209.78	12,490.54
นครพนม	16,438.78	12,418.02

ตารางที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
เชียงราย	15,195.11	20,401.94
ประจวบคีรีขันธ์	14,424.89	5,490.90
มุกดาหาร	13,452.89	9,956.11
สกลนคร	13,260.56	12,604.00
กาญจนบุรี	12,512.22	6,376.65
สุรินทร์	10,514.11	3,704.00
กาฬสินธุ์	8,586.44	5,982.46
ยโสธร	5,695.00	3,253.34
พะเยา	4,833.33	6,645.59
ขอนแก่น	4,428.67	3,912.92
หนองบัวลำภู	4,096.78	2,773.63
สระแก้ว	4,033.33	2,403.73
ร้อยเอ็ด	3,376.22	1,547.10
ชัยภูมิ	3,302.89	2,807.92
พิษณุโลก	3,254.22	3,825.17
กำแพงเพชร	2,556.22	3,273.12
อำนาจเจริญ	2,278.78	2,003.86
น่าน	2,088.22	2,587.10
นครราชสีมา	1,778.22	1,296.02
อุทัยธานี	1,417.44	1,229.74
เพชรบูรณ์	1,317.22	1,784.19
ปราจีนบุรี	1,101.67	818.63
ราชบุรี	862.11	765.43
มหาสารคาม	413.00	86.87
Total	68,607.65	113,039.70

ตารางที่ 2 ผลผลิตมันสำปะหลัง (หน่วย : ตัน)

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
นครราชสีมา	6,023,831.33	770,532.25
กำแพงเพชร	2,071,006.17	472,743.30
ชัยภูมิ	1,361,139.11	245,149.83
สระแก้ว	1,286,453.22	191,068.08
กาญจนบุรี	1,228,839.10	304,357.71
ชลบุรี	1,111,850.30	72,171.86
นครสวรรค์	1,052,350.52	213,582.44
ฉะเชิงเทรา	1,025,136.93	110,141.85
กาฬสินธุ์	842,799.78	164,349.26
จันทบุรี	821,929.84	154,979.42
อุบลราชธานี	813,544.56	437,111.28
บุรีรัมย์	764,246.33	124,398.71
เลย	755,993.33	284,680.43
อุดรธานี	733,404.56	186,730.57
ขอนแก่น	676,071.32	69,154.38
อุทัยธานี	603,014.92	140,688.12
ลพบุรี	600,200.89	181,004.21
พิษณุโลก	580,759.41	40,364.35
ปราจีนบุรี	539,432.00	36,805.26
ระยอง	464,544.78	328,943.33
เพชรบูรณ์	406,585.06	264,797.60
มุกดาหาร	386,513.33	90,301.95
ศรีสะเกษ	354,563.62	113,776.65
มหาสารคาม	330,763.96	53,087.94
สกลนคร	288,224.56	90,127.46
ราชบุรี	261,118.11	43,514.33

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ตาก	237,182.11	221,424.42
ยโสธร	224,041.89	58,280.32
ชัยนาท	217,766.78	38,225.87
ร้อยเอ็ด	213,252.56	102,506.72
สุรินทร์	185,386.44	66,639.14
หนองบัวลำภู	169,963.61	39,461.06
อำนาจเจริญ	140,254.83	37,188.71
สุพรรณบุรี	116,933.56	16,966.76
สระบุรี	107,696.22	21,841.03
นครพนม	99,074.67	68,787.91
เชียงราย	97,413.56	82,238.99
สุโขทัย	96,440.56	83,059.52
หนองคาย	92,875.78	32,930.90
อุตรดิตถ์	65,553.78	30,373.14
พิจิตร	39,353.78	32,377.88
ลำปาง	34,508.56	38,337.30
แพร่	24,249.44	24,919.56
พะเยา	19,554.78	11,853.67
เพชรบุรี	7,755.22	4,829.09
Total	612,746.11	950,124.42

4.2 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตยางพาราในประเทศไทยด้วยตัวแบบ GEE

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตยางพาราในประเทศไทยด้วยตัวแบบ GEE

Parameter Estimates

Parameter	B	Std. Error	95% Wald Confidence Interval		Hypothesis Test		
			Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.
(Intercept)	16234.276	7913.8027	723.508	31745.045	4.208	1	.040
rain	-4.213	3.5404	-11.152	2.726	1.416	1	.234
temp	-317.800	315.2688	-935.715	300.116	1.016	1	.313
north	8680.582	5358.8492	-1822.569	19183.734	2.624	1	.105
northeast	12355.251	2893.9170	6683.277	18027.224	18.228	1	.000
south	208546.165	41160.0177	127874.013	289218.317	25.672	1	.000
east	52691.441	18856.5045	15733.372	89649.511	7.808	1	.005
west	7599.884	4041.8410	-321.979	15521.747	3.536	1	.060
(Scale)	6156914956.768						

Dependent Variable: rubber

Model: (Intercept), rain, temp, north, northeast, south, east, west

จากตารางที่ 3 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตยางพารา คือ ปริมาณฝน อุณหภูมิเฉลี่ย ภาคเหนือ ภาคอีสาน ภาคใต้ ภาคตะวันตกออก ภาคตะวันตก เมื่อภาคกลางเป็นภาคที่ใช้อ้างอิง (Reference region)

ถ้าปริมาณฝน เพิ่มขึ้น 1 มม ผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อปีจะลดลง 4.21 ตัน ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ย เพิ่มขึ้น 1 เซลเซียส ผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อปีจะลดลง 317.80 ตัน ที่อยู่ภาคเหนือ มีผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อปีมากกว่า ภาคกลาง 8,680.58 ตัน ที่อยู่ภาคอีสาน มีผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อปีน้อยกว่า ภาคกลาง 12,355.25 ตัน ที่อยู่ภาคใต้ มีผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อปีสูงกว่าภาคกลาง 208,546.17 ตัน ที่อยู่ภาคตะวันออก มีผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อปี สูงกว่าภาคกลาง 52,691.44 ตัน และ ที่อยู่ภาคตะวันตก มีผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อปี สูงกว่าภาคกลาง 7,599.88 ตัน

เมื่อเรียงตามลำดับค่าประมาณอิทธิพลของภาคที่มีต่อผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อปีจากมากไปน้อย เรียงได้ดังนี้ ภาคใต้ ภาคตะวันออก ภาคอีสาน ภาคเหนือ ภาคตะวันตก และภาคกลาง ตามลำดับ

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตยางพาราในประเทศไทยด้วยตัวแบบ LMM

4.3.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตยางพาราด้วยตัวแบบ LMM

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตยางพารา ใช้ตัวแบบ LMM ที่มีตัวความสัมพันธ์เชิงพื้นที่รวมอยู่ด้วย ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4

ค่าประมาณขนาดอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อปีแสดงในตารางที่ 4

จากตารางที่ 4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตยางพารา คือ ปริมาณฝน อุณหภูมิเฉลี่ย ภาคเหนือ ภาคอีสาน ภาคใต้ ภาคตะวันตกออก ภาคตะวันตก เมื่อภาคกลางเป็นภาคที่ใช้อ้างอิง (Reference region)

ถ้าปริมาณฝน เพิ่มขึ้น 1 มม ผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อปีจะเพิ่มขึ้น 1.63 ตัน ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ย เพิ่มขึ้น 1 เซลเซียส ผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อปีจะเพิ่มขึ้น 0.92 ตัน ที่อยู่ภาคเหนือ มีผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อปีมากกว่า ภาคกลาง 65.91 ตัน ที่อยู่ภาคอีสาน มีผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อปีน้อยกว่า ภาคกลาง 70.44 ตัน ที่อยู่ภาคใต้ มีผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อปีสูงกว่าภาคกลาง 29.09 ตัน ที่อยู่ภาคตะวันออก มีผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อปี สูงกว่าภาคกลาง 48.50 ตัน และ ที่อยู่ภาคตะวันตก มีผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อปี สูงกว่าภาคกลาง 16.75 ตัน

เมื่อเรียงตามลำดับค่าประมาณอิทธิพลของภาคที่มีต่อผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อปีจากมากไปน้อย เรียงได้ดังนี้ ภาคเหนือ ภาคตะวันออก ภาคตะวันใต้ ภาคตะวันตก ภาคกลาง และภาคอีสาน ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ค่าประมาณขนาดอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตยางพาราจากตัวแบบ LMM

ปัจจัย	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
β_1(Intercept)	8.20	33.84	-75.22	73.69
β_2 (ปริมาณฝน)	1.63	0.05	1.55	1.71
β_3 (อุณหภูมิเฉลี่ย)	0.92	6.03	-7.27	5.73
β_4 (ภาคเหนือ)	65.91	72.68	-133.20	156.60
β_5 (ภาคอีสาน)	-70.44	48.23	-124.40	62.88
β_6 (ภาคใต้)	29.09	55.62	-150.50	125.50
β_7 (ภาคตะวันออก)	48.50	62.55	-94.10	115.30
β_8 (ภาคตะวันตก)	16.75	53.43	-111.90	125.20
ภาคกลาง (ภาคอ้างอิง)	.	.	.	.
β_9 (แนวโน้ม)	201.30	19.58	155.70	227.70

4.3.2 ค่าประมาณผลผลิตยางพาราด้วยตัวแบบ LMM

ค่าประมาณ ผลผลิตยางพารา เฉลี่ยแต่ละปี ในจังหวัดที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 100,000 ตัน แสดงในตารางที่ 5 ค่าประมาณผลผลิตยางพารา แต่ละปี ในทุกจังหวัดแสดงในตารางภาคผนวกที่ 1

จากตารางที่ 5 พบว่า จังหวัดที่มีค่าประมาณผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อปีสูง 10 อันดับแรก เรียงลำดับจากมากสุดถึงน้อยสุด ดังนี้ สุราษฎร์ธานี ปี2556 (588,200) สุราษฎร์ธานี ปี 2557 (582,000) สุราษฎร์ธานี ปี2555 (574,200) สงขลา ปี2556 (493,300) สงขลา ปี2557 (490,800) สงขลาปี 2555 (477,000) สุราษฎร์ธานี ปี2550 (447,100) นครศรีธรรมราช ปี2556 (440,400) นครศรีธรรมราช ปี2557 (439,500) สุราษฎร์ธานี ปี2549 (437,200) ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ค่าประมาณผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อปี ในจังหวัดที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 100,000 ตัน

จังหวัด	ปี	ผลผลิตยางพารา (ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
สุราษฎร์ธานี	2556	588,200	230.0	588,000	588,300
สุราษฎร์ธานี	2557	582,000	223.6	581,800	582,200
สุราษฎร์ธานี	2555	574,200	212.1	574,000	574,400
สงขลา	2556	493,300	221.6	493,100	493,500
สงขลา	2557	490,800	218.5	490,600	490,900
สงขลา	2555	477,000	214.7	476,800	477,200
สุราษฎร์ธานี	2550	447,100	212.6	447,000	447,300
นครศรีธรรมราช	2556	440,400	223.4	440,200	440,500
นครศรีธรรมราช	2557	439,500	222.4	439,300	439,700
สุราษฎร์ธานี	2549	437,200	218.5	437,000	437,400
นครศรีธรรมราช	2555	429,200	219.5	429,000	429,300
สุราษฎร์ธานี	2552	428,200	203.9	428,000	428,400
สุราษฎร์ธานี	2553	419,800	199.8	419,600	420,000
สุราษฎร์ธานี	2554	404,400	238.0	404,300	404,600
สุราษฎร์ธานี	2551	394,300	222.4	394,100	394,500
สงขลา	2552	366,600	216.4	366,500	366,800
สงขลา	2551	366,300	218.8	366,200	366,500
สงขลา	2550	364,000	208.6	363,900	364,200
สงขลา	2549	357,000	218.1	356,800	357,200
ตรัง	2557	340,900	204.1	340,800	341,100
ตรัง	2556	340,100	205.0	339,900	340,200
ตรัง	2550	336,200	198.5	336,000	336,400
ตรัง	2549	334,800	222.9	334,700	335,000
ตรัง	2552	333,900	206.9	333,700	334,000
สงขลา	2553	324,900	211.7	324,700	325,100

ตารางที่ 5 (ต่อ)

จังหวัด	ปี	ผลผลิตยางพารา (ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
ตรัง	2555	324,100	208.2	323,900	324,200
ตรัง	2551	323,000	212.8	322,800	323,100
ตรัง	2553	319,100	202.1	318,900	319,200
นครศรีธรรมราช	2549	314,500	219.7	314,300	314,600
นครศรีธรรมราช	2550	307,500	218.6	307,400	307,700
ตรัง	2554	305,400	219.6	305,300	305,600
สงขลา	2554	305,000	229.3	304,800	305,200
นครศรีธรรมราช	2552	293,100	221.1	293,000	293,300
ยะลา	2556	291,200	210.0	291,000	291,400
นครศรีธรรมราช	2553	289,400	214.3	289,200	289,500
นครศรีธรรมราช	2554	285,300	216.0	285,200	285,500
ยะลา	2557	284,700	204.7	284,500	284,800
นครศรีธรรมราช	2551	280,500	210.7	280,400	280,700
ยะลา	2555	275,300	214.8	275,100	275,500
นราธิวาส	2552	255,400	222.0	255,200	255,500
นราธิวาส	2553	254,500	217.9	254,400	254,700
ยะลา	2552	253,500	207.8	253,300	253,600
ยะลา	2553	250,500	207.9	250,400	250,700
นราธิวาส	2551	249,700	205.7	249,500	249,800
ยะลา	2554	242,800	203.6	242,700	243,000
นราธิวาส	2550	238,100	203.7	237,900	238,200
นราธิวาส	2554	236,800	230.8	236,600	237,000
ยะลา	2551	233,800	207.9	233,600	233,900
นราธิวาส	2549	227,100	212.5	227,000	227,300
ยะลา	2550	222,200	216.7	222,100	222,400
ยะลา	2549	217,000	213.0	216,900	217,200

ตารางที่ 5 (ต่อ)

จังหวัด	ปี	ผลผลิตยางพารา (ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
นราธิวาส	2556	210,500	205.2	210,400	210,700
นราธิวาส	2557	206,600	216.4	206,400	206,700
นราธิวาส	2555	191,800	222.3	191,600	192,000
พัทลุง	2556	173,500	214.0	173,300	173,700
พัทลุง	2557	171,600	218.6	171,400	171,700
พังงา	2556	171,100	208.4	170,900	171,300
พังงา	2557	170,300	209.8	170,100	170,500
พังงา	2549	163,100	213.8	163,000	163,300
พังงา	2555	163,000	223.1	162,800	163,100
พัทลุง	2555	161,800	208.6	161,700	162,000
จันทบุรี	2557	158,600	205.0	158,500	158,800
จันทบุรี	2556	156,400	225.3	156,200	156,600
พังงา	2550	154,700	218.5	154,600	154,900
จันทบุรี	2555	151,800	206.0	151,700	152,000
กระบี่	2556	151,100	204.4	150,900	151,300
กระบี่	2557	151,100	215.5	151,000	151,300
ระยอง	2552	148,600	210.1	148,500	148,800
พังงา	2552	147,300	228.6	147,100	147,400
ชุมพร	2557	146,800	211.4	146,700	147,000
ชุมพร	2556	145,800	216.7	145,600	146,000
กระบี่	2555	145,400	201.9	145,200	145,500
พัทลุง	2550	142,200	210.4	142,100	142,400
ชุมพร	2555	141,100	204.7	140,900	141,200
พังงา	2553	140,600	218.1	140,400	140,800
พัทลุง	2552	140,600	216.5	140,400	140,700
พังงา	2554	140,100	197.4	140,000	140,300

ตารางที่ 5 (ต่อ)

จังหวัด	ปี	ผลผลิตยางพารา (ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
พัทลุง	2551	140,000	230.0	139,900	140,200
ระยอง	2554	139,300	207.8	139,100	139,400
พังงา	2551	139,200	207.7	139,000	139,300
กระบี่	2552	138,400	216.5	138,300	138,600
ระยอง	2553	137,400	223.0	137,200	137,600
ระยอง	2557	137,200	221.3	137,000	137,300
กระบี่	2551	136,700	210.1	136,500	136,900
กระบี่	2550	136,300	213.4	136,100	136,500
ระยอง	2556	136,100	216.2	135,900	136,300
ระยอง	2551	135,800	211.2	135,700	136,000
กระบี่	2549	135,600	212.9	135,400	135,700
ระยอง	2555	134,400	211.9	134,200	134,600
กระบี่	2553	132,400	203.5	132,200	132,600
พัทลุง	2549	129,300	219.6	129,100	129,500
ระยอง	2550	126,200	201.1	126,100	126,400
พัทลุง	2553	121,900	200.0	121,800	122,100
ระยอง	2549	120,800	223.8	120,700	121,000
กระบี่	2554	120,700	217.1	120,600	120,900
พัทลุง	2554	111,500	205.5	111,300	111,700
ชุมพร	2550	109,400	218.1	109,300	109,600
ชุมพร	2552	107,800	222.3	107,600	107,900
ชุมพร	2554	106,000	207.2	105,800	106,100
ชุมพร	2553	105,600	216.5	105,400	105,800
ชุมพร	2551	103,100	219.2	102,900	103,200
ชุมพร	2549	101,700	215.2	101,600	101,900

4.3.3 ค่าประมาณอิทธิพลเชิงพื้นที่ที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตยางพาราด้วยตัวแบบ LMM

อิทธิพลเชิงพื้นที่ของแต่ละจังหวัดที่มีผลผลิตยางพารา ในประเทศไทย แสดงใน ตารางที่ 6

จากตารางที่ 6 พบว่า อิทธิพลเชิงพื้นที่ของจังหวัดที่มีต่อผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อปี ในประเทศไทยสูงสุด 11 อันดับแรก เรียงลำดับจากมากสุดถึงน้อยสุด คือ ชุมพร (0.06) สุพรรณบุรี (0.06) กรุงเทพมหานคร (0.06) นครศรีธรรมราช (0.05) ประจวบ (0.05) ภูเก็ต (0.05) สตูล (0.05) พระนครศรีอยุธยา (0.05) นครปฐม (0.05) ระนอง (0.05) พิษณุโลก (0.05) ตามลำดับ

ตารางที่ 6 อิทธิพลเชิงพื้นที่ของแต่ละจังหวัดที่มีต่อผลผลิตยางพารา ในประเทศไทย

จังหวัด	อิทธิพลเชิงพื้นที่			
	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credibel Interval	
กระบี่	141,800	21.5	141,800	141,900
ชุมพร	141,800	21.6	141,800	141,900
ตรัง	141,800	21.5	141,800	141,900
นครศรีธรรมราช	141,800	21.5	141,800	141,900
นราธิวาส	141,800	22.0	141,800	141,900
ประจวบคีรีขันธ์	141,800	22.0	141,800	141,900
ปัตตานี	141,800	21.8	141,800	141,900
พังงา	141,800	21.5	141,800	141,900
พัทลุง	141,800	21.5	141,800	141,900
ภูเก็ต	141,800	21.6	141,800	141,900
ยะลา	141,800	21.8	141,800	141,900
ระนอง	141,800	21.6	141,800	141,900
สงขลา	141,800	21.6	141,800	141,900
สตูล	141,800	21.5	141,800	141,900
สุราษฎร์ธานี	141,800	21.5	141,800	141,900
กาฬสินธุ์	- 51,900	13.1	- 51,930	- 51,880
กำแพงเพชร	- 51,900	13.6	- 51,930	- 51,880
ขอนแก่น	- 51,900	13.0	- 51,930	- 51,880
จันทบุรี	- 51,900	13.2	- 51,930	- 51,880
ฉะเชิงเทรา	- 51,900	13.2	- 51,930	- 51,880
ชลบุรี	- 51,900	13.4	- 51,930	- 51,880
ชัยภูมิ	- 51,900	13.0	- 51,930	- 51,880
ตราด	- 51,900	13.8	- 51,930	- 51,880
นครพนม	- 51,900	13.3	- 51,930	- 51,880
นครราชสีมา	- 51,900	13.1	- 51,930	- 51,880
บุรีรัมย์	- 51,900	13.1	- 51,930	- 51,880

ตารางที่ 6 (ต่อ)

จังหวัด	อิทธิพลเชิงพื้นที่			
	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credibel Interval	
ปราจีนบุรี	- 51,900	13.2	- 51,930	- 51,880
พิษณุโลก	- 51,900	13.2	- 51,930	- 51,880
เพชรบูรณ์	- 51,900	13.0	- 51,930	- 51,880
มหาสารคาม	- 51,900	13.1	- 51,930	- 51,880
มุกดาหาร	- 51,900	13.1	- 51,930	- 51,880
ยโสธร	- 51,900	13.2	- 51,930	- 51,880
ร้อยเอ็ด	- 51,900	13.2	- 51,930	- 51,880
ระยอง	- 51,900	13.5	- 51,930	- 51,880
เลย	- 51,900	13.1	- 51,930	- 51,880
ศรีสะเกษ	- 51,900	13.3	- 51,930	- 51,880
สกลนคร	- 51,900	13.1	- 51,930	- 51,880
สระแก้ว	- 51,900	13.1	- 51,930	- 51,880
สุรินทร์	- 51,900	13.2	- 51,930	- 51,880
หนองคาย	- 51,900	13.2	- 51,930	- 51,880
หนองบัวลำภู	- 51,900	13.3	- 51,930	- 51,880
อำนาจเจริญ	- 51,900	13.3	- 51,930	- 51,880
อุดรธานี	- 51,900	13.1	- 51,930	- 51,880
อุบลราชธานี	- 51,900	13.3	- 51,930	- 51,880
เชียงราย	- 84,880	84.0	- 84,960	- 84,630
น่าน	- 84,880	84.3	- 84,960	- 84,630
พะเยา	- 84,880	84.2	- 84,960	- 84,630
กาญจนบุรี	- 122,700	42.5	- 122,800	- 122,600
ราชบุรี	- 122,700	42.5	- 122,800	- 122,600
อุทัยธานี	- 122,700	42.8	- 122,800	- 122,600

4.4 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตมันสำปะหลังในประเทศไทยด้วยตัวแบบ GEE

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตมันสำปะหลังในประเทศไทยด้วยตัวแบบ GEE

Parameter Estimates

Parameter	B	Std. Error	95% Wald Confidence Interval		Hypothesis Test		
			Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.
(Intercept)	954097.763	257685.4672	449043.528	1459151.998	13.709	1	.000
rain	-115.323	36.3562	-186.580	-44.066	10.062	1	.002
temp	-9993.353	3886.3790	-17610.516	-2376.190	6.612	1	.010
north	-510025.908	177511.1495	-857941.368	-162110.449	8.255	1	.004
northeast	279458.406	359046.4256	-424259.657	983176.469	.606	1	.436
south	0[a]	.	.	.	.	.	.
east	432167.262	207240.0023	25984.321	838350.203	4.349	1	.037
west	-78096.289	307652.7618	-681084.622	524892.044	.064	1	.800
(Scale)	847543381741.733						

Dependent Variable: casava

Model: (Intercept), rain, temp, north, northeast, south, east, west

a. Set to zero because this parameter is redundant.

จากตารางที่ 7 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตมันสำปะหลัง คือ ปริมาณฝน อุณหภูมิเฉลี่ย ภาคเหนือ ภาคอีสาน ภาคใต้ ภาคตะวันตกออก ภาคตะวันตก เมื่อภาคกลางเป็นภาคที่ใช้อ้างอิง (Reference region)

ถ้าปริมาณฝน เพิ่มขึ้น 1 มม ผลผลิตมันสำปะหลัง เฉลี่ยต่อปีจะลดลง 115.32 ตัน ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ย เพิ่มขึ้น 1 เซลเซียส ผลผลิตสำปะหลัง เฉลี่ยต่อปีจะลดลง 9,993.35 ตัน ที่อยู่ภาคเหนือ มีผลผลิตมันสำปะหลัง เฉลี่ยต่อปีน้อยกว่า ภาคกลาง 510,025.90 ตัน ที่อยู่ภาคอีสาน มีผลผลิตมันสำปะหลัง เฉลี่ยต่อปีมากกว่า ภาคกลาง 279,458.40 ที่อยู่ภาคตะวันออก มีผลผลิตมันสำปะหลังเฉลี่ยต่อปี มากกว่าภาคกลาง 432,167.26 ตัน และ ที่อยู่ภาคตะวันตก มีผลผลิตมันสำปะหลังเฉลี่ยต่อปี น้อยกว่าภาคกลาง 78,096.29 ตัน สำหรับภาคใต้ไม่มีผลผลิตมันสำปะหลัง

เมื่อเรียงตามลำดับค่าประมาณอิทธิพลของภาคที่มีต่อผลผลิตมันสำปะหลัง เฉลี่ยต่อปีจากมากไปน้อย เรียงได้ดังนี้ ภาคตะวันออก ภาคอีสาน ภาคกลาง ภาคตะวันตก ภาคเหนือ และภาคใต้ ตามลำดับ

4.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตมันสำปะหลังในประเทศไทยด้วยตัวแบบ LMM

4.5.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตมันสำปะหลังด้วยตัวแบบ LMM

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตมันสำปะหลัง ใช้ตัวแบบ LMM ที่มีตัวความสัมพันธ์เชิงพื้นที่รวมอยู่ด้วย ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 8

ค่าประมาณขนาดอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตมันสำปะหลัง เฉลี่ยต่อปีแสดงในตารางที่ 8

จากตารางที่ 8 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตมันสำปะหลัง คือ ปริมาณฝน อุณหภูมิเฉลี่ย ภาคเหนือ ภาคอีสาน ภาคใต้ ภาคตะวันตกออก ภาคตะวันตก เมื่อภาคกลางเป็นภาคที่ใช้อ้างอิง (Reference region)

ถ้าปริมาณฝน เพิ่มขึ้น 1 มม ผลผลิตมันสำปะหลัง เฉลี่ยต่อปีจะลดลง 80.43 ตัน ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ย เพิ่มขึ้น 1 เซลเซียส ผลผลิตสำปะหลัง เฉลี่ยต่อปีจะเพิ่มขึ้น 5.43 ตัน ที่อยู่ภาคเหนือ มีผลผลิตมันสำปะหลัง เฉลี่ยต่อปีน้อยกว่า ภาคกลาง 0.63 ตัน ที่อยู่ภาคอีสาน มีผลผลิตมันสำปะหลัง เฉลี่ยต่อปีน้อยกว่า ภาคกลาง 0.48 ตัน ที่อยู่ภาคใต้ มีผลผลิตมันสำปะหลัง เฉลี่ยต่อปีสูงกว่าภาคกลาง 0.91 ตัน ที่อยู่ภาคตะวันออก มีผลผลิตมันสำปะหลังเฉลี่ยต่อปี น้อยกว่าภาคกลาง 1.32 ตัน และ ที่อยู่ภาคตะวันตก มีผลผลิตมันสำปะหลังเฉลี่ยต่อปี สูงกว่าภาคกลาง 0.56 ตัน

เมื่อเรียงตามลำดับค่าประมาณอิทธิพลของภาคที่มีต่อผลผลิตมันสำปะหลัง เฉลี่ยต่อปีจากมากไปน้อย เรียงได้ดังนี้ ภาคใต้ ภาคตะวันตก ภาคกลาง ภาคอีสาน ภาคเหนือ และภาคตะวันออก ตามลำดับ

ตารางที่ 8 ค่าประมาณขนาดอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตมันสำปะหลังจากตัวแบบ LMM

ปัจจัย	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
β_1(Intercept)	0.14	100.20	-195.10	195.40
β_2(ปริมาณฝน)	-80.48	35.85	-151.90	-10.35
β_3(อุณหภูมิเฉลี่ย)	5.45	99.50	-186.20	202.40
β_4(ภาคเหนือ)	-0.63	99.73	-195.90	193.90
β_5(ภาคอีสาน)	-0.48	100.40	-198.00	198.40
β_6(ภาคใต้)	0.91	99.39	-194.60	195.00
β_7(ภาคตะวันออก)	-1.32	100.10	-197.30	193.70
β_8(ภาคตะวันตก)	0.56	99.51	-194.40	194.70
ภาคกลาง (ภาคอ้างอิง)	.	.	.	.
β_9(แนวโน้ม)	10.10	99.75	-184.30	206.50

4.5.2 ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลังด้วยตัวแบบ LMM

ค่าประมาณ ผลผลิตมันสำปะหลัง เฉลี่ยแต่ละปี ในจังหวัดที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 1,000,000 ตัน แสดงในตารางที่ 9 ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง แต่ละปี ในทุกจังหวัด แสดงในตารางภาคผนวกที่ 1

จากตารางที่ 9 พบว่า จังหวัดที่มีค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง เฉลี่ยต่อปีสูง 10 อันดับแรก เรียงลำดับจากมากสุดถึงน้อยสุด ดังนี้ นครราชสีมา ปี2556 (6,023,000) นครราชสีมา ปี2554 (6,019,000) นครราชสีมา ปี2549 (6,007,000) นครราชสีมา ปี2557 (6,007,000) นครราชสีมา ปี 2551 (6,004,000) นครราชสีมา ปี2553 (6,004,000) นครราชสีมา ปี2555 (5,996,000) นครราชสีมา ปี2550 (5,991,000) นครราชสีมา ปี2552 (5,990,000) กำแพงเพชร ปี2557 (2,098,000) ตามลำดับ

ตารางที่ 9 ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง เฉลี่ยต่อปี ในจังหวัดที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 1,000,000 ตัน

จังหวัด	ปี	ผลผลิตมันสำปะหลัง (ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
นครราชสีมา	2556	6,023,000	66,490	5,891,000	6,153,000
นครราชสีมา	2554	6,019,000	66,250	5,888,000	6,148,000
นครราชสีมา	2549	6,007,000	65,840	5,877,000	6,135,000
นครราชสีมา	2557	6,007,000	65,850	5,877,000	6,136,000
นครราชสีมา	2551	6,004,000	65,810	5,874,000	6,133,000
นครราชสีมา	2553	6,004,000	65,800	5,874,000	6,133,000
นครราชสีมา	2555	5,996,000	65,830	5,867,000	6,126,000
นครราชสีมา	2550	5,991,000	65,970	5,862,000	6,120,000
นครราชสีมา	2552	5,990,000	65,980	5,861,000	6,120,000
กำแพงเพชร	2557	2,098,000	67,380	1,965,000	2,229,000
กำแพงเพชร	2551	2,081,000	66,190	1,951,000	2,211,000
กำแพงเพชร	2554	2,076,000	65,980	1,947,000	2,206,000
กำแพงเพชร	2556	2,072,000	65,860	1,944,000	2,202,000
กำแพงเพชร	2549	2,061,000	65,810	1,931,000	2,190,000
กำแพงเพชร	2555	2,053,000	66,020	1,923,000	2,182,000
กำแพงเพชร	2552	2,047,000	66,230	1,917,000	2,177,000
กำแพงเพชร	2553	2,047,000	66,230	1,917,000	2,176,000
กำแพงเพชร	2550	2,038,000	66,820	1,907,000	2,169,000
ชัยภูมิ	2556	1,395,000	68,270	1,261,000	1,529,000
ชัยภูมิ	2557	1,385,000	67,320	1,253,000	1,518,000
ชัยภูมิ	2554	1,372,000	66,430	1,242,000	1,503,000
ชัยภูมิ	2553	1,356,000	66,010	1,226,000	1,487,000
ชัยภูมิ	2555	1,351,000	66,050	1,222,000	1,482,000
ชัยภูมิ	2549	1,350,000	66,050	1,221,000	1,481,000
ชัยภูมิ	2551	1,338,000	66,500	1,207,000	1,469,000

ตารางที่ 9 (ต่อ)

จังหวัด	ปี	ผลผลิตมันสำปะหลัง (ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
ชัยภูมิ	2552	1,337,000	66,510	1,207,000	1,468,000
ชัยภูมิ	2550	1,322,000	67,690	1,189,000	1,456,000
สระแก้ว	2557	1,316,000	67,390	1,183,000	1,447,000
สระแก้ว	2554	1,287,000	65,800	1,159,000	1,415,000
สระแก้ว	2551	1,286,000	65,780	1,158,000	1,413,000
สระแก้ว	2549	1,285,000	65,780	1,157,000	1,412,000
สระแก้ว	2552	1,284,000	65,770	1,156,000	1,412,000
สระแก้ว	2553	1,280,000	65,800	1,151,000	1,407,000
สระแก้ว	2556	1,280,000	65,800	1,151,000	1,407,000
สระแก้ว	2550	1,278,000	65,810	1,150,000	1,405,000
สระแก้ว	2555	1,249,000	67,560	1,116,000	1,381,000
กาญจนบุรี	2556	1,247,000	66,370	1,115,000	1,375,000
กาญจนบุรี	2557	1,235,000	65,830	1,106,000	1,362,000
กาญจนบุรี	2553	1,227,000	65,660	1,097,000	1,354,000
กาญจนบุรี	2549	1,225,000	65,650	1,095,000	1,351,000
กาญจนบุรี	2554	1,225,000	65,650	1,095,000	1,352,000
กาญจนบุรี	2555	1,225,000	65,650	1,095,000	1,352,000
กาญจนบุรี	2552	1,223,000	65,650	1,093,000	1,350,000
กาญจนบุรี	2550	1,206,000	66,160	1,076,000	1,335,000
กาญจนบุรี	2551	1,206,000	66,180	1,076,000	1,335,000
ชลบุรี	2557	1,133,000	66,850	1,002,000	1,265,000
ชลบุรี	2556	1,125,000	66,390	994,900	1,255,000
ชลบุรี	2549	1,119,000	66,170	989,300	1,248,000
ชลบุรี	2553	1,116,000	66,110	986,800	1,244,000
ชลบุรี	2550	1,112,000	66,050	983,000	1,241,000
ชลบุรี	2551	1,111,000	66,040	981,600	1,239,000

ตารางที่ 9 (ต่อ)

จังหวัด	ปี	ผลผลิตมันสำปะหลัง (ตัน)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
ชลบุรี	2552	1,093,000	66,490	962,200	1,222,000
ชลบุรี	2554	1,093,000	66,480	962,900	1,223,000
นครสวรรค์	2557	1,086,000	67,970	952,400	1,218,000
ชลบุรี	2555	1,069,000	68,490	935,000	1,203,000
นครสวรรค์	2556	1,068,000	66,610	937,900	1,198,000
นครสวรรค์	2554	1,064,000	66,390	934,100	1,194,000
นครสวรรค์	2555	1,063,000	66,370	933,300	1,193,000
นครสวรรค์	2549	1,052,000	66,100	922,400	1,182,000
ฉะเชิงเทรา	2557	1,047,000	66,420	916,200	1,177,000
ฉะเชิงเทรา	2556	1,039,000	65,830	908,800	1,168,000
นครสวรรค์	2551	1,034,000	66,500	902,700	1,164,000
ฉะเชิงเทรา	2549	1,033,000	65,550	904,000	1,161,000
ฉะเชิงเทรา	2553	1,030,000	65,450	901,100	1,158,000
นครสวรรค์	2550	1,028,000	66,830	896,400	1,158,000
ฉะเชิงเทรา	2550	1,026,000	65,350	897,100	1,153,000
ฉะเชิงเทรา	2551	1,024,000	65,320	895,900	1,152,000
นครสวรรค์	2553	1,023,000	67,190	891,000	1,154,000
นครสวรรค์	2552	1,021,000	67,370	888,400	1,153,000
ฉะเชิงเทรา	2552	1,006,000	65,550	877,100	1,134,000
ฉะเชิงเทรา	2554	1,006,000	65,530	877,500	1,135,000

4.5.3 ค่าประมาณอิทธิพลเชิงพื้นที่ที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตมันสำปะหลังด้วยตัวแบบ LMM

อิทธิพลเชิงพื้นที่ของแต่ละจังหวัดที่มีผลผลิตมันสำปะหลังในประเทศไทย แสดงในตารางที่ 10

จากตารางที่ 10 พบว่า อิทธิพลเชิงพื้นที่ของจังหวัดที่มีต่อผลผลิตมันสำปะหลัง เฉลี่ยต่อปีในประเทศไทยสูงสุด 10 อันดับแรก เรียงลำดับจากมากสุดถึงน้อยสุด คือ เพชรบุรี (376.5) ราชบุรี (356.7) กาญจนบุรี (147.8) เชียงราย (116.8) พะเยา (115.5) ลำปาง (103.9) สุพรรณบุรี (84.0) สกลนคร (52.1) แพร่ (44.0) ชัยนาท (41.8) ตามลำดับ

ตารางที่ 10 อิทธิพลเชิงพื้นที่ของแต่ละจังหวัดที่มีต่อผลผลิตมันสำปะหลังในประเทศไทย

จังหวัด	อิทธิพลเชิงพื้นที่			
	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credibel Interval	
เพชรบุรี	376.5	10490	-4645	5666
ราชบุรี	356.7	8278	-3692	4492
กาญจนบุรี	147.8	4862	-2470	2703
เชียงราย	116.8	6838	-3298	3557
พะเยา	115.5	5718	-3057	3224
ลำปาง	103.9	4666	-2314	2567
สุพรรณบุรี	84.0	5650	-2702	2887
สกลนคร	52.1	4823	-2247	1912
แพร่	44.0	5306	-2409	2801
ชัยนาท	41.8	5525	-2627	2804
อุทัยธานี	39.0	4440	-2301	2298
ชัยภูมิ	36.0	3929	-1915	1996
ตาก	31.9	3840	-2007	1970
นครพนม	23.4	7328	-3057	2731
หนองคาย	20.7	4660	-2475	2122
นครสวรรค์	18.6	3361	-1692	1773
สุโขทัย	16.6	4211	-2045	2169
ลพบุรี	9.9	4030	-1779	1834
เพชรบูรณ์	8.4	2674	-1519	1488
อุดรธานี	7.5	3969	-1998	1728
สระบุรี	-9.7	5449	-2623	2742
นครราชสีมา	-11.0	3609	-1672	1743
เลย	-12.4	3418	-1731	1653
พิจิตร	-16.8	3960	-1980	2112
มุกดาหาร	-20.7	4383	-2300	1903
ขอนแก่น	-23.0	3318	-1483	1383

ตารางที่ 10 (ต่อ)

จังหวัด	อิทธิพลเชิงพื้นที่			
	ค่าเฉลี่ย	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	95% Credibel Interval	
กำแพงเพชร	-26.9	4195	-1953	2071
บุรีรัมย์	-27.6	4053	-1896	1810
หนองบัวลำภู	-38.3	5021	-2361	2119
ยโสธร	-44.0	4834	-2413	2309
พิษณุโลก	-46.9	3428	-1754	1873
กาฬสินธุ์	-50.6	3817	-2051	1624
สระแก้ว	-51.4	4418	-2259	2292
สุรินทร์	-56.4	4553	-2323	2268
ร้อยเอ็ด	-68.1	3956	-2206	2002
ศรีสะเกษ	-78.7	4769	-2483	2390
อุตรดิตถ์	-80.6	5609	-2551	2699
มหาสารคาม	-84.4	3854	-2144	1904
ปราจีนบุรี	-89.4	5150	-2576	2495
อุบลราชธานี	-98.5	5682	-2796	2880
อำนาจเจริญ	-118.2	5418	-2874	2619
ฉะเชิงเทรา	-126.3	5364	-2968	2738
ชลบุรี	-142.5	6764	-3483	3279
จันทบุรี	-163.8	6151	-3186	2914
ระยอง	-164.9	7554	-3871	3733

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพาราในประเทศไทยอย่างมีประสิทธิภาพด้วยตัวแบบ GEE และ LMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่รวมอยู่ด้วยในครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบที่เหมาะสม สำหรับประมาณค่าผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพาราที่มีการเก็บอย่างต่อเนื่องที่มีประสิทธิภาพกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด และเพื่อหาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา ตัวแปรตามคือ ผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา รายปี ทุกจังหวัดของประเทศไทย สมมติให้มีการแจกแจงแบบปกติ ปัจจัยที่นำมาศึกษาคือ ปริมาณฝน อุณหภูมิเฉลี่ย และภาค ผลการศึกษานี้มีประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้องกับเรื่องสำปะหลัง และยางพารา ทั้งผู้บริหาร และเกษตรกร และนำไปใช้ประกอบการวางแผนตัดสินใจ ในการปลูกสำปะหลัง และยางพารา และเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา

5.1 สรุปผลการวิจัย

ลักษณะของข้อมูลโดยทั่วไปของผลผลิตยางพาราเรียงลำดับจากมากไปน้อย 10 อันดับแรก คือ สุราษฎร์ธานี สงขลา นครศรีธรรมราช ตรัง ยะลา นราธิวาส พังงา พัทลุง กระบี่ ระยอง ตามลำดับ ลักษณะของข้อมูลโดยทั่วไปของผลผลิตมันสำปะหลังเรียงลำดับจากมากไปน้อย 10 อันดับแรก คือ นครราชสีมา กำแพงเพชร ชัยภูมิ สระแก้ว กาญจนบุรี ชลบุรี นครสวรรค์ ฉะเชิงเทรา กาฬสินธุ์ จันทบุรี ตามลำดับ

ในส่วนของผลผลิตยางพาราตามตัวแบบ GEE นั้น ถ้าปริมาณฝน เพิ่มขึ้น 1 มม ผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อปีจะลดลง 4.21 ตัน ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ย เพิ่มขึ้น 1 เซลเซียส ผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อปีจะลดลง 317.80 ตัน จังหวัดที่อยู่ภาคเหนือ มีผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อปีมากกว่า ภาคกลาง 8,680.58 ตัน จังหวัดที่อยู่ภาคอีสาน มีผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อปีน้อยกว่า ภาคกลาง 12,355.25 ตัน จังหวัดที่อยู่ภาคใต้ มีผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อปีสูงกว่าภาคกลาง 208,546.17 ตัน จังหวัดที่อยู่ภาคตะวันออก มีผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อปี สูงกว่าภาคกลาง 52,691.44 ตัน และ จังหวัดที่อยู่ภาคตะวันตก มีผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อปี สูงกว่าภาคกลาง 7,599.88 ตัน และเมื่อเรียงตามลำดับ

ค่าประมาณอิทธิพลของภาคที่มีต่อผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อปีจากมากไปน้อย เรียงได้ดังนี้ ภาคใต้ ภาคตะวันออก ภาคอีสาน ภาคเหนือ ภาคตะวันตก และภาคกลาง ตามลำดับ

ในส่วนของผลผลิตยางพาราตามตัวแบบ LMM ถ้าปริมาณฝน เพิ่มขึ้น 1 มม ผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อเดือนจะเพิ่มขึ้น 1.63 ตัน ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ย เพิ่มขึ้น 1 เซลเซียส ผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อเดือนจะเพิ่มขึ้น 0.92 ตัน จังหวัดที่อยู่ภาคเหนือ มีผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อเดือนมากกว่า ภาคกลาง 65.91 ตัน จังหวัดที่อยู่ภาคอีสาน มีผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อเดือนน้อยกว่า ภาคกลาง 70.44 ตัน จังหวัดที่อยู่ภาคใต้ มีผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อเดือนสูงกว่าภาคกลาง 29.09 ตัน จังหวัดที่อยู่ภาคตะวันออก มีผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อเดือน สูงกว่าภาคกลาง 48.50 ตัน และ จังหวัดที่อยู่ภาคตะวันตก มีผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อเดือน สูงกว่าภาคกลาง 16.75 ตัน และเมื่อเรียงตามลำดับค่าประมาณอิทธิพลของภาคที่มีต่อผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อเดือนจากมากไปน้อย เรียงได้ดังนี้ ภาคเหนือ ภาคตะวันออก ภาคตะวันใต้ ภาคตะวันตก ภาคกลาง และภาคอีสาน ตามลำดับ

จังหวัดที่มีค่าประมาณผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อปีสูง 10 อันดับแรกตามตัวแบบ LMM เรียงลำดับจากมากสุดถึงน้อยสุด ดังนี้ สุราษฎร์ธานี ปี2556 (588,200) สุราษฎร์ธานี ปี2557 (582,000) สุราษฎร์ธานี ปี2555 (574,200) สงขลา ปี2556 (493,300) สงขลา ปี2557 (490,800) สงขลาปี 2555 (477,000) สุราษฎร์ธานี ปี2550 (447,100) นครศรีธรรมราช ปี2556 (440,400) นครศรีธรรมราช ปี2557 (439,500) สุราษฎร์ธานี ปี2549 (437,200) ตามลำดับ

ต่อมาจะเป็นในส่วนของผลผลิตมันสำปะหลังตามตัวแบบ GEE ถ้าปริมาณฝน เพิ่มขึ้น 1 มม ผลผลิตมันสำปะหลัง เฉลี่ยต่อปีจะลดลง 115.32 ตัน ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ย เพิ่มขึ้น 1 เซลเซียส ผลผลิตสำปะหลัง เฉลี่ยต่อปีจะลดลง 9,993.35 ตัน จังหวัดที่อยู่ภาคเหนือ มีผลผลิตมันสำปะหลัง เฉลี่ยต่อปีน้อยกว่า ภาคกลาง 510,025.90 ตัน จังหวัดที่อยู่ภาคอีสาน มีผลผลิตมันสำปะหลัง เฉลี่ยต่อปีมากกว่า ภาคกลาง 279,458.40 จังหวัดที่อยู่ภาคตะวันออก มีผลผลิตมันสำปะหลังเฉลี่ยต่อปีมากกว่าภาคกลาง 432,167.26 ตัน และ จังหวัดที่อยู่ภาคตะวันตก มีผลผลิตมันสำปะหลังเฉลี่ยต่อปีน้อยกว่าภาคกลาง 78,096.29 ตัน สำหรับภาคใต้ไม่มีผลผลิตมันสำปะหลังและเมื่อเรียงตามลำดับค่าประมาณอิทธิพลของภาคที่มีต่อผลผลิตมันสำปะหลัง เฉลี่ยต่อปีจากมากไปน้อย เรียงได้ดังนี้ ภาคตะวันออก ภาคอีสาน ภาคกลาง ภาคตะวันตก ภาคเหนือ และภาคใต้ ตามลำดับ

ในส่วนของผลผลิตมันสำปะหลังตามตัวแบบ LMM ถ้าปริมาณฝน เพิ่มขึ้น 1 มม ผลผลิตมันสำปะหลัง เฉลี่ยต่อปีจะลดลง 80.43 ตัน ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ย เพิ่มขึ้น 1 เซลเซียส ผลผลิตสำปะหลัง

เฉลี่ยต่อปีจะเพิ่มขึ้น 5.43 ตัน จังหวัดที่อยู่ภาคเหนือ มีผลผลิตมันสำปะหลัง เฉลี่ยต่อปีน้อยกว่า ภาคกลาง 0.63 ตัน จังหวัดที่อยู่ภาคอีสาน มีผลผลิตมันสำปะหลัง เฉลี่ยต่อปีน้อยกว่า ภาคกลาง 0.48 ตัน ที่อยู่ภาคใต้ มีผลผลิตมันสำปะหลัง เฉลี่ยต่อปีสูงกว่าภาคกลาง 0.91 ตัน จังหวัดที่อยู่ภาคตะวันออก มีผลผลิตมันสำปะหลังเฉลี่ยต่อปี น้อยกว่าภาคกลาง 1.32 ตัน และ จังหวัดที่อยู่ภาคตะวันตก มีผลผลิตมันสำปะหลังเฉลี่ยต่อปี สูงกว่าภาคกลาง 0.56 ตัน และเมื่อเรียงตามลำดับค่าประมาณอิทธิพลของภาคที่มีต่อผลผลิตมันสำปะหลัง เฉลี่ยต่อปีจากมากไปน้อย เรียงได้ดังนี้ ภาคใต้ ภาคตะวันตก ภาคกลาง ภาคอีสาน ภาคเหนือ และภาคตะวันออก ตามลำดับ

จังหวัดที่มีค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง เฉลี่ยต่อปีสูง 10 อันดับแรกตามตัวแบบ LMM เรียงลำดับจากมากสุดถึงน้อยสุด ดังนี้ นครราชสีมา ปี2556 (6,023,000) นครราชสีมา ปี2554 (6,019,000) นครราชสีมา ปี2549 (6,007,000) นครราชสีมา ปี2557 (6,007,000) นครราชสีมา ปี 2551 (6,004,000) นครราชสีมา ปี2553 (6,004,000) นครราชสีมา ปี2555 (5,996,000) นครราชสีมา ปี2550 (5,991,000) นครราชสีมา ปี2552 (5,990,000) กำแพงเพชร ปี2557 (2,098,000) ตามลำดับ

5.2 อภิปรายผล

ตัวแบบ Generalized linear mixed model (GLMM) เป็นตัวแบบที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นที่มีได้มากกว่า 1 ตัวกับตัวแปรตาม และยอมให้ข้อมูลของตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันได้ ใช้วิเคราะห์ข้อมูลที่มีการวัดซ้ำ ที่มีเทอมที่เป็นอิทธิพลสุ่ม (Random effect) อยู่ในตัวแบบด้วย ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในสมการของแต่ละหน่วยตัวอย่างแตกต่างกัน เป็นการอธิบายขนาดอิทธิพลของปัจจัยในลักษณะเฉพาะตัวของแต่ละหน่วยตัวอย่าง จึงจัดตัวแบบนี้อยู่ในประเภท Subject-specific model

ตัวแบบ GEE นำเสนอโดย Liang and Zeger (1986) ต่างจากตัวแบบ GLMM ที่ไม่มีเทอมที่เป็นอิทธิพลสุ่ม (Random effect) อยู่ เป็นตัวแบบที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นที่มีได้มากกว่า 1 ตัวกับตัวแปรตาม โดยไม่มีข้อสมมติ (Assumption) ว่า ข้อมูลของตัวแปรตามต้องเป็นอิสระกัน นั่นคือยอมให้ข้อมูลของตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งเกิดขึ้นได้เมื่อมีการเก็บข้อมูลซ้ำในหน่วยตัวอย่างเดียวกัน ตัวแปรตามเป็นได้ทั้งแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามของแต่ละหน่วยตัวอย่างมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย

เท่ากัน เป็นการอธิบายขนาดอิทธิพลของปัจจัยในลักษณะภาพรวมของประชากร จึงจัดตัวแบบนี้อยู่ในประเภท Population-averaged model

การประมาณค่าแบบเบย์ปัจจุบันได้รับความนิยมมากยิ่งขึ้น เนื่องจากสามารถแก้ปัญหาได้ตั้งแต่ปัญหาแบบง่าย จนถึงปัญหาที่ซับซ้อนที่ไม่สามารถใช้การประมาณค่าแบบวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum likelihood) การประมาณค่าแบบเบย์ พิจารณาว่าพารามิเตอร์คือตัวแปรสุ่มที่เกิดขึ้นภายใต้รูปแบบการแจกแจงใดๆ โดยเรียกรูปแบบความน่าจะเป็นดังกล่าวว่ารูปแบบความน่าจะเป็นเบื้องต้น (Prior distribution) ซึ่งเป็นรูปแบบความน่าจะเป็นที่ขึ้นอยู่กับความเชื่อของผู้ทำการศึกษาเป็นเบื้องต้น จากนั้นจึงทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตัวอย่างจำนวนหนึ่ง แล้วจึงนำสาระจากข้อมูลที่ได้รับซึ่งโดยแท้จริงแล้วก็คือ ความน่าจะเป็นร่วมของการเกิดขึ้นของชุดข้อมูลตัวอย่างมาทำการปรับปรุงรูปแบบความน่าจะเป็นขั้นต้นที่ได้กำหนดขึ้นในตอนแรก ซึ่งผลที่ได้รับคือรูปแบบความน่าจะเป็นที่ทำการปรับแล้ว เรียกว่า การแจกแจง โพสทีเรีย (Posterior distribution) ของพารามิเตอร์ที่สนใจ จากนั้นจึงนำค่าคาดหวังของพารามิเตอร์ภายใต้รูปแบบความน่าจะเป็นที่ปรับแล้วมาใช้เป็นตัวประมาณแบบเบย์

ในภาพรวม ยางพารามีผลผลิตเฉลี่ยในแต่ละจังหวัดสูงสุดในภาคใต้ รองลงมาคือ ภาคตะวันออก ภาคอีสาน ภาคเหนือ ภาคตะวันตก และภาคกลาง ตามลำดับ ภาคใต้ตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้นมีภาคใต้ มีสภาพแวดล้อมเหมาะสมกับการปลูกยางพารามากกว่าภาคอื่นๆ ในประเทศไทย เช่น ดิน ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ความเร็วลม และต้นยางพาราในภาคใต้เปิดกรีดได้เร็วกว่าภาคอื่นๆ ประมาณ 6 เดือน ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วการให้ผลผลิตยางพาราของภาคใต้ให้ผลผลิตมากสุด ทั้งนี้พบว่าการให้ผลผลิตของต้นยางพาราไม่ว่าผลผลิตน้ำยางและหรือเนื้อไม้ขึ้นอยู่กับ 3 ประการ คือ พันธุ์ยาง ความเหมาะสมของพื้นที่ และการจัดการสวนยางพารา เพราะฉะนั้นในการปลูกสร้างสวนยางพารา นอกจากจะพิจารณาเลือกพันธุ์ยาง และการจัดการสวนยางพาราที่ถูกต้องแล้ว ยังต้องพิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกยางพาราด้วย (วิกิพีเดีย, 2559)

ในภาพรวม มันสำปะหลังมีผลผลิตเฉลี่ยในแต่ละจังหสัดสูงสุดในภาคตะวันออก รองลงมาคือ ภาคอีสาน ภาคกลาง ภาคตะวันตก ภาคเหนือ และภาคใต้ ตามลำดับ สภาพแวดล้อมที่เหมาะกับการปลูกมันสำปะหลังคือ มีความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 200 เมตร ไม่มีน้ำท่วมขัง ดินร่วน ดินร่วนปนทราย หรือดินทราย มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง มีอินทรียวัตถุไม่ต่ำกว่า 1.0 เปอร์เซ็นต์ มีการระบายน้ำดีและถ่ายเทอากาศดี ระดับหน้าดินลึกไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตรมีค่าความเป็นกรดด่าง

ระหว่าง 5.5 – 7.5 (ชยพร แอคะรัจน์, 2558) จะเห็นว่าภาคตะวันออกมีสภาพเหมาะสมกับการปลูกมันสำปะหลัง

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

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2559)

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

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

ชยพร แอคะรัจน์. 2558. มันสำปะหลัง.https://www.gotoknow.org/posts/425188

ทองคำ พิลากรณ์, สมจิต โยธะคง และสุนันท์ สีสังข์. 2555. ความต้องการการพัฒนาการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่หลังนาของเกษตรกรในอำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม. การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ครั้งที่2.

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

นลินีประทุม. 2550. สถานการณ์มันสำปะหลังโลกและภายในประเทศและวิเคราะห์ความเคลื่อนไหวของมูลค่าส่งออกมันส าปะหลังของไทย.รายงายแบบฝึกหัดการวิจัยคณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

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

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

วิกิพีเดีย. 2559. ยางพาราในประเทศไทย. https://th.wikipedia.org

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. ข้าว . 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.

สุวลักษณ์ อะมะวัลย์. 2555. ผลของปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของมันสำปะหลัง. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม. สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2556

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.

Congdon, P. 2006. Bayesian Statistical Modelling. 2nd ed. John Wiley & Sons, NY.

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, K.Y. 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.

Mishra, A.K. and V.R. Desai. 2005. Drought forecasting using stochastic models. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, 19: 326–339.

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 ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา (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 ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา (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 ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา (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 ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา (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 ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา (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 ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา (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 ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา (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 ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา (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 ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา (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 ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา (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 ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา (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 ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา (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 ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา (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 ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา (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 ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา (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 ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา (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 ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา (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 ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา (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 ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา (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 ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา (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 ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา (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 ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา (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 ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา (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 ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา (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 ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา (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 ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา (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 ค่าประมาณผลผลิตมันสำปะหลัง และยางพารา (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

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล: นางสาววัชรินทร์ แสงมา

(Miss Watcharin Sangma)

ตำแหน่ง: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

การศึกษา: อส.บ. เทคโนโลยีขนถ่ายวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

วศ.ม.วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอม

เกล้าพระนครเหนือ