



## ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตยางพารา ในพื้นที่เขตภาคใต้ตอนล่าง ของประเทศไทย

### Impacts of Climate Change on Rubber Production in Lower Southern Thailand

ณฤทธิ์ ไทยบุรี<sup>1\*</sup>, นิโรจน์ สินณรงค์<sup>2</sup>, กฤตวิทย์ อัจฉริยะพานิชกุล<sup>2</sup>, เก นันทะเสน<sup>2</sup>  
Narid Thaiburi<sup>1\*</sup>, Nirote Sinnarong<sup>2</sup>, Kittawit Autchariyapanitkul<sup>2</sup>, Ke Nunthasen<sup>2</sup>

(Received: December 7, 2020; Revised: January 27, 2021; Accepted: February 23, 2021)

#### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตน้ำยางพารา โดยใช้แบบจำลอง และวิธีการประมาณค่ากำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปที่เป็นไปได้ โดยใช้ข้อมูล (panel data) ในพื้นที่ 5 จังหวัด ภาคใต้ตอนล่าง ตั้งแต่ปี 2532 ถึง 2562 ประเมินค่าสัมประสิทธิ์ของสมการเฉลี่ย ผลการวิเคราะห์พบว่า ความแปรปรวนของค่าความยืดหยุ่นของอุณหภูมิเฉลี่ย ความยืดหยุ่นของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ความแปรปรวนปริมาณน้ำฝน ส่งผลกระทบต่อผลผลิตยางพาราอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวได้ว่าหากปริมาณน้ำฝนเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วส่งผลกระทบเชิงลบต่อผลผลิตยางพาราลดลงร้อยละ 1.00 ทำให้ผลผลิตยางพาราลดลงร้อยละ 1.73 และหากอุณหภูมิเกิดการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.00 จะส่งผลกระทบต่อผลผลิตยางพาราลดลง ร้อยละ 1.56 จากการจำลองผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตยางพารา พบว่า ผลผลิตยางพาราได้รับผลกระทบจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้น

**คำสำคัญ:** การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน

<sup>1</sup>นักศึกษานิพนธ์เอก สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

<sup>1</sup>Ph.D. Student (Applied Economics), Faculty of Economics, Maejo University

<sup>2</sup>คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

<sup>2</sup>Faculty of Economics, Maejo University

\*Corresponding Author: thuwapol@hotmail.com



## Abstrac

The objective of this study were to analyze the impacts of climate change on the yield of rubber through model and Ordinary Least Square Method using panel data of 5 provinces in lower southern Thailand. From 1989 to 2019, the analysis showed that the variance of the average temperature elasticity, the elasticity of average rainfall and the rainfall variance resulted in production of yield of rubber with statistical significance. In other words, the level of rainfall changing too fast decreased the yield of rubber tree at 1.00% and resulted in reduction of rubber production at 1.73%. In addition, it was found that when the temperature increased at 1.00%, the yield of rubber dropped at 1.56%. From the model of effect of climate change on rubber production, the result showed that the rubber production received the impact from this situation.

**Keywords:** Climate Change, Temperature, Rainfall

## บทนำ

ในปัจจุบันระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ มีความเข้มข้น  $384 \mu\text{mol l}^{-1}$  (800 GT) ส่งผลกระทบทั่วไปทั้งโลก เกิดภาวะโลกร้อน เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ปัจจุบันคาดการณ์ว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มขึ้นเป็น 1,000 GT ในปี ค.ศ. 2050 จากการกระทำกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์เป็น สาเหตุหนึ่งที่สำคัญ การที่ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศเพิ่มขึ้น คาดการณ์ว่าใน ปี ค.ศ. 2100 อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้น มากกว่า 5 องศาเซลเซียส การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ย ทั่วโลกส่งผลให้ปริมาณฝนและความชื้นในดิน ลดลงร้อยละ 20 ต่อปี (Chinvanno, 2009) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ก่อให้เกิดภัยธรรมชาติที่มีความถี่และรุนแรงเพิ่มมากขึ้นส่งผลต่อภาคการเกษตร ผลผลิตพืช (Crop Model) มีความเสี่ยงต่อการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของผลผลิตทางการเกษตร

ภาคใต้ตอนล่าง ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญ มี เนื้อที่ปลูกรวม 7,041,036 ไร่ เนื้อที่กริด 5,307,559 ไร่ หรือหรือคิดเป็นร้อยละ 75.4 ของพื้นที่ ปลูกทั้งหมด พื้นที่ปลูกกระจายอยู่ในทุกจังหวัด ตั้งแต่ 421,176-2,062,626 ไร่ จังหวัดที่สำคัญ คือ สงขลา ร้อยละ 29.3 ยะลา ร้อยละ 15.0 นราธิวาส ร้อยละ 14.0 ส่วน สตูล และปัตตานี มีพื้นที่ปลูกร้อยละ 10 ของพื้นที่ปลูกทั้งหมด ถือเป็นพื้นที่ปลูกที่สำคัญของประเทศ และในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลายังเป็นตลาดกลางยางพาราที่เกิดขึ้นที่แรกในประเทศไทย โดยมีการใช้ราคาอ้างอิงในการจำหน่ายยางพาราทั่วประเทศ

จากการรายงานกรมอุตุนิยมวิทยา ประเทศไทยเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในหลายทศวรรษที่ผ่านมา (พ.ศ.2530-2560) ปริมาณน้ำฝนในแต่ละพื้นที่มีการเปลี่ยนแปลง ในบางพื้นที่ลดลง



และมีแนวโน้มอุณหภูมิสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญ และคาดการณ์ประเทศไทยจะมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นเฉลี่ย 2-3 องศาเซลเซียส ในช่วงศตวรรษที่ 21 เป็นต้นไป ปริมาณน้ำฝนจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัด กระทั่ง เกิดเหตุการณ์ความผิดปกติของสภาพอากาศและภัยธรรมชาติ (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007) จากการศึกษาของ (Kirk et al., 2009) ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศจะเกิดผลผลิตทางการเกษตร อาทิเช่น ข้าว ข้าวโพด มันสำปะหลัง และอ้อย และพืชเศรษฐกิจของประเทศ มีแนวโน้มผลผลิตลดลงจากเดิม ภายใต้อาณัติการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เกษตรกรไม่ทราบสิ่งที่เกิดขึ้น จากปัญหาความแปรปรวนของภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป เกษตรกรมีความเสี่ยงในการทำเกษตร

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศไทย มีการส่งออกธรรมชาติมากเป็นอันดับหนึ่งของโลก (Office of Agricultural Economics, 2019) ปริมาณการส่งออกยางธรรมชาติของไทยในครั้งแรก ปี 2560 อยู่ที่ 1,806,574.81 ตัน ลดลงเมื่อเทียบกับช่วงเวลาเดียวกันกับปีที่แล้ว ปริมาณ 1,895,561.97 ตัน ลดลงร้อยละ 4.69 พบว่าทั้งปีมี ปริมาณการส่งออกอยู่ที่ 3,661,026.30 ตัน ตลาดส่งออกหลักของไทย เป็นประเทศจีนเป็นหลักและตามมาด้วยสหรัฐอเมริกา มาเลเซีย ประเทศญี่ปุ่น และ เกาหลีใต้ ตามลำดับ มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์ยางรวมของไทยช่วง ครึ่งปีแรกของปี 2560 มีมูลค่า 3,557.68 ล้านดอลลาร์สหรัฐ มีขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 19.44 จากปี 2559

ยางเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของภาคใต้เป็นพืชที่อาศัยปัจจัยทางสภาพแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน ความสมบูรณ์ของดิน ต่อการเจริญเติบโตของต้น และส่งผลต่อผลผลิตยางพารา การเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของภูมิอากาศที่มีแนวโน้มที่มีความรุนแรงเพิ่มขึ้นในรูปแบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และตะวันออกเฉียงเหนือ ย่อมส่งผลกระทบต่อ สรีรวิทยาของต้นของยางพาราและผลผลิตยางที่อาจจะผันผวนและลดลงได้ (Pasakorn, & Weerasak, 2015) มีการรายงานผลกระทบของวาตภัย และอุทกภัยในภาคใต้ของประเทศไทยในเดือนพฤศจิกายน 2560 ได้สร้างความเสียหายต่อพื้นที่สวนยางพาราใน 8 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดนครศรีธรรมราช พัทลุง สุราษฎร์ธานี ตรัง สงขลา ชุมพร ปัตตานี ยะลา และสตูล รวมพื้นที่ประมาณ 145,988 ไร่ ส่งผลให้มีการ โคนล้มของต้นยางพาราในพื้นที่บริเวณกว้างและมีน้ำท่วมขัง นอกจากนี้ (Department of Disaster Prevention and Mitigation, 2019) ได้รายงานสถานการณ์ อุทกภัยทางภาคใต้ในช่วงเดือนมีนาคม 2559 ได้สร้างความเสียหายใน 10 จังหวัดภาคใต้ ได้แก่ จังหวัดนครศรีธรรมราช พัทลุง สุราษฎร์ธานี ตรัง ชุมพร สงขลา กระบี่ พังงา สตูล และนราธิวาส ครอบคลุม พื้นที่ด้านการเกษตรเสียหายประมาณ 1,049,634 ไร่ และเกิดความเสียหายต่อสวนยางพารารวม 50,000 ไร่ ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของภูมิอากาศต่อการผลิตยางพาราในภาคใต้



ดังนั้น ผู้วิจัยมองถึงความสำคัญที่จะศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตยางพาราในพื้นที่ เขตภาคใต้ตอนล่าง โดยใช้แบบจำลองทางเศรษฐมิติเพื่อนำไปสร้างแนวทางแผนการผลิตในอนาคต ต่อไป

### วัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตน้ำยางพาราในพื้นที่เขตภาคใต้ตอนล่าง ประเทศไทย

### วิธีการวิจัย

รวบรวมข้อมูล 3 ส่วน คือ

1) ข้อมูลสถิติผลผลิตยางพาราในพื้นที่ 5 จังหวัดภาคใต้ตอนล่าง ประกอบด้วย จังหวัดสตูล สงขลา ยะลา ปัตตานี นราธิวาส จากการรายงานแห่งประเทศไทย เป็นข้อมูลพาเนล (panel data) ระหว่าง ปี พ.ศ 2532 – 2562

2) ข้อมูลสภาพอากาศในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ข้อมูลสถิติอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน จากกรมอุตุนิยมวิทยา เป็นข้อมูลพาเนล (panel data) จำนวน 30 ปี ระหว่าง ปี พ.ศ 2532 – 2562

3) ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับสภาพการผลิตยางพารา ต่อ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป็นข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมเอกสารบทความวิชาการ รายงานการวิจัย หนังสือเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาประกอบการวิเคราะห์และสรุปผลการวิเคราะห์ ที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์ผลกระทบเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตยางพารา ใช้ข้อมูลการศึกษาเป็นข้อมูลพาเนล (panel data) โดยใช้แบบจำลอง panel model ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ 2 ขั้นตอนตามลำดับ (Just & Pope, 1979) ดังนี้

1. การทดสอบความนิ่งของข้อมูล (Stationary) ตามแนวทางของ (Mohammadi, 2015) โดยการทดสอบพาเนลยูนิตรูท (Panel Unit Root Test) ของตัวแปรที่ทำการศึกษา โดยวิธี Augmented Dickey-Fuller หากทำการทดสอบแล้วข้อมูลมีความนิ่ง จึงนำมาวิเคราะห์ ในขั้นตอนต่อไป

การทดสอบพาเนลยูนิตรูทเป็นการตรวจสอบข้อมูลของตัวแปรต่าง ๆ ที่จะนำมาศึกษาว่ามีความนิ่งของข้อมูลหรือไม่ (มีความนิ่ง (Stationary) หรือความไม่นิ่ง (Non-Stationary) เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงข้อมูลที่มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนไม่คงที่ในแต่ละช่วงเวลาที่แตกต่างกันโดยหากมียูนิตรูทแสดงว่าข้อมูลมีลักษณะที่ไม่นิ่งจะต้องทำการทดสอบในระดับผลต่างที่สูงขึ้น โดยการทดสอบพาเนลยูนิตรูทของตัวแปรที่ทำการศึกษา โดยวิธี Augmented Dickey – Fuller Unit Root Tests จากงานของ



Fisher – PP (Choi, 2001) เสนอสถิติทดสอบ Fisher-Type Tests โดยให้ค่า  $p$  – value เป็นผลรวมจากการทดสอบ ADF ของแต่ละหน่วย  $I$  ดังสมการ ต่อไปนี้

$$p_e^c = \frac{-2 \sum \ln p_e^c(i) - 2N}{\sqrt{4N}}$$

โดยที่  $N(0, 1)$  กำหนดให้  $p_e^c(i)$  คือ ค่า  $p$  – value ของการทดสอบ ADF ของแต่ละหน่วย  $i$

2. การวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อผลผลิตยางพารา นำข้อมูลที่มีความนิ่ง มาวิเคราะห์ ด้วยวิธี panel model ทั้งวิธี Fixed Effect Model และ Random Effect Model โดยการทดสอบ Hausman's Specification Test เพื่อว่าควรใช้วิธีใด ในการประมาณค่า โดยใช้รูปแบบความสัมพันธ์แบบสมการลอการิทึม (Double log) (Kim & Chavas, 2013)

การวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อผลผลิตยางพารา การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลพาแนล (panel data) เป็นข้อมูล ประกอบด้วย ตัวอย่างหลายตัวอย่างและตัวแปรอิสระต่าง ๆ ที่มาจากตัวอย่างเดียวกัน จุดเวลาเดียวกัน หลาย ๆ ช่วงเวลาติดต่อกัน เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรปัจจัยการผลิตแต่ละตัว การวิเคราะห์ข้อมูลในลักษณะนี้จึงมีความแตกต่างกันไป ดังนี้

ข้อมูลพาแนล (panel data) จะมีตัวแปร time invariant variable:  $a_i$  คือ ตัวแปรที่มีค่าคงที่เสมอไม่ว่าเวลาจะเปลี่ยนไปแค่ไหน และไม่สามารถวัดค่าได้ เพราะแฝงอยู่นอกสมการ อีกทั้งตัวอย่างที่แตกต่างกันอาจได้รับอิทธิพลจากตัวแปรนี้คนละตัวกัน ด้วยเหตุนี้  $a_i$  จึงกลายเป็น unobserved individual specific effect ที่แฝงอยู่กับสมการแล้วก่อให้เกิดปัญหา serial correlation และปัญหา Heteroskedasticity ตามมา จากปัญหาข้างต้นการวิเคราะห์ข้อมูลแบบพาแนลได้นำเสนอวิธีการจัดการตัวแปร time invariant variable:  $a_i$  ซึ่งสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

(1) **Random Effect Model** เป็นการวิเคราะห์ที่กำหนดให้  $a_i$  สามารถเข้ามามีผลกระทบต่อตัวแปรในสมการโดยใช้วิธี Feasible generalized least squares, (FGLS) เพื่อแก้ปัญหา serial correlation ซึ่ง Random Effect Model จะนำ  $a_i$  ไปรวมอยู่กับค่าความคลาดเคลื่อน  $U_{it}$  กลายเป็นค่าความคลาดเคลื่อนใหม่  $V_{it}$  การวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้จะมีข้อสมมติฐานสำคัญ คือ  $a_i$  ต้องไม่สัมพันธ์กับตัวแปรอิสระใดๆ ในสมการมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และมีความแปรปรวนเท่ากับ  $\sigma_a^2$  จากนั้นจะเปลี่ยนรูปของตัวแปรด้วยวิธี FGLS

(2) **Fixed Effect Model** เป็นการวิเคราะห์ที่ควบคุม  $a_i$  โดยการกำจัดอิทธิพลนี้ออกไปจากสมการไม่ให้มารบกวนการวิเคราะห์ ด้วยวิธี demean ที่มีสมมติฐานสำคัญคือ  $a_i$  ต้องมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระในสมการและต้องไม่สัมพันธ์กันเองหรือ  $\text{Cov}(a_i, a_j) = 0; i \neq j$  โดยวิธี demean จะแยกตัวแปรออกมาจากค่าความคลาดเคลื่อน  $V_{it}$  ก่อนกลายเป็น  $a_i + U_{it}$  หลังจากนั้นนำค่าตัวแปรของตัวอย่างลบด้วยค่าเฉลี่ยของตัวแปรของตัวอย่างนั้นๆ และบวกด้วยเวลาและตัวอย่างทั้งหมด วิธีการ Fixed Effect จะ



ให้ผลการศึกษาที่หมายความว่า ตัวอย่างมีพฤติกรรมคงที่ตลอดเวลาไม่ว่าจะมีอิทธิพลภายนอกมากระทบก็ไม่เปลี่ยนแปลงพฤติกรรม

เนื่องจากการประมาณการข้อมูลพาแนล สามารถประมาณได้ทั้ง 2 วิธี ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือเพื่อช่วยทดสอบว่าวิธีใดเหมาะสมกับแบบจำลองมากที่สุด ในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธี Hausman's Specification Test โดยมีสมการ ดังนี้

$$H = (\beta_{FE} - \beta_{RE})' [Var_{FE} - Var_{RE}]^{-1} (\beta_{FE} - \beta_{RE})$$

โดยที่  $\beta_{FE}$  คือ เวกเตอร์ของค่าสัมประสิทธิ์จาก Fixed Effect Model

$\beta_{RE}$  คือ เวกเตอร์ของค่าสัมประสิทธิ์จาก Random Effect Model

$Var_{FE}$  คือ เมทริกซ์ความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์จาก Fixed Effect Model

$Var_{RE}$  คือ เมทริกซ์ความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์จาก Random Effect Model

โดยมีสมมติฐาน คือ

$H_0 : Cov(\beta, X_{it}) = 0$  (การใช้ Random Effect Model มีความเหมาะสม)

$H_1 : Cov(\beta, X_{it}) \neq 0$  (การใช้ Fixed Effect Model มีความเหมาะสม)

แบบจำลอง Panel Model กำหนดแบบจำลองเชิงทฤษฎี (theoretical model) เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตยางพารา สามารถประยุกต์แนวคิดการสร้างแบบจำลองทางเศรษฐมิติสำหรับข้อมูลแบบพาแนล ซึ่งมีข้อดีในการคำนึงถึงผลกระทบของความแตกต่างเชิงพื้นที่ในจังหวัดต่าง ๆ และความแตกต่างของเวลาในช่วงการศึกษา โดยมีแบบจำลองการถดถอยข้อมูลพาแนล ดังสมการที่ (1)

$$\bar{Y}_{it} = \alpha + X_{it}^i \beta + u_{it} \quad (1)$$

โดยกำหนดแบบจำลองแบบค่าคลาดเคลื่อนทางเดียว (one-way error component model) ค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองจะเป็นดังสมการที่ (2)

$$u_{it} = u_i + v_{it} \quad (2)$$

โดยที่

$\bar{Y}_{it}$  คือ ผลผลิตยางพารา ของจังหวัดที่  $i$  ณ เวลา  $t$

$X_{it}^i$  คือ เวกเตอร์ของตัวแปรอธิบาย ของจังหวัดที่  $i$  ณ เวลา  $t$

$\beta$  คือ เวกเตอร์ของค่าสัมประสิทธิ์ที่ต้องประมาณค่าจากแบบจำลอง

$u_{it}$  คือ ค่าคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม (white noise residuals)



$u_i$  คือ ผลของความแตกต่างเชิงพื้นที่ที่ไม่สามารถสังเกตได้ (Unobservable individual-specific effect)

$V_{it}$  คือ ค่าคลาดเคลื่อนเชิงพื้นที่และเวลา (reminder error terms)

การวิเคราะห์การถดถอยเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตยางพารา กำหนดฟังก์ชัน การผลิต โดยให้  $y$  คือ ผลผลิตยางพารา ขึ้นอยู่กับปัจจัยการผลิต  $x$  ภายใต้สภาวะความเสี่ยง (risk) จากปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น สภาพอากาศ จากแนวคิดฟังก์ชันการผลิตของ Just & Pope (1979) กำหนดรูปแบบฟังก์ชันการผลิตแบบ Stochastic production function (SPF) หรือ  $y = f(x, v)$  เมื่อ  $x$  เป็นเวกเตอร์ของปัจจัยการผลิตทั่วไป เช่น ที่ดิน ทุน แรงงาน และ  $v$  เป็นเวกเตอร์ของปัจจัยการผลิตที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น สภาพอากาศในพื้นที่เพาะปลูก ทั้งนี้เพื่อนำปัจจัยเชิงสุ่มที่จะส่งผลกระทบต่อผลผลิต เช่น ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ความเข้มของแสง เข้ามาพิจารณาในแบบจำลองตามแนวความคิดของ (Battese, Rambaldi, & Wan, 1997) โดยปกติแล้วการวิเคราะห์ข้างต้นเป็นการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตเฉลี่ย ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ในโมเมนต์ที่หนึ่ง (first moment) หากต้องการวิเคราะห์ในโมเมนต์ที่สูงขึ้น สำหรับการวิเคราะห์ฟังก์ชันความแปรปรวนของผลผลิต สามารถประยุกต์แนวคิดแบบจำลองเชิงโมเมนต์ของฟังก์ชันการผลิต (moment-based specification of the SPF) ตามแบบของ (Antle, 1983)

กำหนดให้แบบจำลองเชิงโมเมนต์ของฟังก์ชันการผลิต  $y = (x, v)$  เป็นดังสมการที่ (3)

$$y(x, v) = f_1(x, \beta_1) + u \quad (3)$$

โดยที่  $f_1(x, \beta_1) \equiv E[y(x, v)]$  คือ ฟังก์ชันผลผลิตยางพาราเฉลี่ย

$u \equiv y(x, v) - f_1(x, \beta_1)$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อนแบบสุ่มที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์

ฟังก์ชันเชิงโมเมนต์ที่สองและโมเมนต์ที่สูงขึ้นของ  $y(x, v)$  กำหนดได้ตามสมการที่ (4)

$$E \{ [y(x, v) - f_1(x, \beta_1)]^m / x \} = f_m(x, \beta_m) \quad \text{สำหรับ } m = 2, 3 \quad (4)$$

เมื่อ  $m$  คือ ค่าโมเมนต์ของฟังก์ชัน  $y(x, v)$

วิธีการทางเศรษฐมิติสำหรับการประมาณค่าฟังก์ชันผลผลิตเฉลี่ยและฟังก์ชันในระดับโมเมนต์ที่สูงขึ้น โดยคำนึงถึงความแตกต่างเชิงพื้นที่และเวลา คือ วิธีการวิเคราะห์แบบจำลองการถดถอยสำหรับข้อมูลแบบพาแนล ตามแบบจำลองเชิงทฤษฎี ดังสมการที่ (5)

$$y_{it} = f(x_{itk}, \beta_k) + u_{it} = f_1(x_{itk}, \beta_{1k}) + f_2(x_{itk}, \beta_{2k})^{1/2} \cdot \varepsilon_{it} \quad (5)$$

โดยที่  $y_{it}$  คือ ผลผลิตยางพาราในพื้นที่จังหวัดที่  $i$  ณ ช่วงเวลา  $t$



$x_{itk}$  คือ เวกเตอร์ของตัวแปรอธิบาย ในพื้นที่จังหวัดที่  $i$  ณ ช่วงเวลา  $t$  จำนวน  $k$  ตัวแปร

$f_1(x_{itk}, \beta_{1k})$  คือ ฟังก์ชันผลผลิตยางพาราเฉลี่ย

$u_{it} = f_2(x_{itk}, \beta_{2k})^{1/2} \cdot \varepsilon_{it}$  คือ ฟังก์ชันความแปรปรวนของผลผลิตแบบมีค่าคลาดเคลื่อนไม่คงที่ (heteroskedastic disturbance) เมื่อ  $u_{it} = u_i + v_{it}$  ( $u_i$  คือ ค่าคลาดเคลื่อนที่ไม่สามารถสังเกตได้ในเชิงพื้นที่ และ  $v_{it}$  คือ ค่าคลาดเคลื่อนที่ไม่สามารถสังเกตได้ในเชิงพื้นที่และเวลา)

จะเห็นได้ว่าการวิเคราะห์ดังกล่าวสามารถอธิบายปัจจัยที่มีผลผลิตเฉลี่ย คือ ฟังก์ชัน  $f_1(x, \beta_1)$  และปัจจัยที่มีผลต่อความแปรปรวนของผลผลิตตามฟังก์ชัน  $f_2(x, \beta_2)$  สามารถประมาณค่าได้ด้วยวิธีกำลังสอง น้อยที่สุดแบบทั่วไปที่เป็นไป (Feasible Generalized Least Squares: FGLS) ภายใต้ภาวะความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนไม่คงที่ตามคิด (Cabas, Weersink, & Olale, 2010)

แบบจำลองในการศึกษาสมการค่าเฉลี่ย (Mean Function)

$$PARA_{it} = \alpha_1 + \beta_{11}AREA_{it} + \beta_{12}ATEM_{it} + \beta_{13}VTEM_{it} + \beta_{14}ARAIN_{it} + \beta_{15}VRAIN_{it} + \beta_{16}TT_{it} + \mu_{it}$$

โดยที่  $PARA_{it}$  คือ ผลผลิตยางพาราทั้งหมด/ปี (กิโลกรัม)

$AREA_{it}$  คือ พื้นที่ปลูกยางพารา (ไร่)

$ATEM_{it}$  คือ อุณหภูมิเฉลี่ย/ปี (องศาเซลเซียส)

$VTEM_{it}$  คือ ความแปรปรวนอุณหภูมิเพื่อวัดอิทธิพลของความผิดปกติของสภาพอากาศ

$ARAIN_{it}$  คือ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย/ปี (มิลลิเมตร)

$VRAIN_{it}$  คือ ความแปรปรวนปริมาณน้ำฝน เพื่อวัดอิทธิพลของความผิดปกติของอากาศ

$TT_{it}$  คือ ตัวแปรแนวโน้มเวลา

$\mu_{it}$  คือ ค่าคลาดเคลื่อนที่ไม่สามารถสังเกตได้  $i$  และ  $t$  คือ พื้นที่จังหวัด  $i$  ณ ช่วงเวลา  $t$

## ผลการวิจัย

การทดสอบพาแนลยูนิทรูท (Panel Unit Root Test) พบว่าข้อมูลยอมรับได้ทั้งหมดมีลักษณะหนึ่งของข้อมูลที่ระดับ ความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ผู้วิจัยสามารถยอมรับข้อมูลใช้ข้อมูลพาแนล (panel data) วิเคราะห์ด้วยวิธี Fixed Effects Model และ Random Effect Model ในการวิเคราะห์ได้

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบ Unit Root Test โดยวิธี ADF - Fisher Test พบว่ายอมรับได้ว่าข้อมูลที่ใช้มีลักษณะหนึ่งที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99 หรือระดับ Level I(0) ของตัวแปร ข้อมูลทุกตัวสามารถใช้ข้อมูลพาแนล (panel data) วิเคราะห์ ด้วยวิธี Fixed Effects Model และ Random Effect Model ในการวิเคราะห์ได้





ตารางที่ 1 ผลการทดสอบพาแนลยูนิทรูท ที่ระดับ Level หรือ I(0)

ผลการทดสอบความนิ่งของข้อมูลโดยวิธี	ระดับความนิ่ง	
Augmented Dickey-Fuller test (ADF Unit root test)	(Stationary)	
ตัวแปร	ค่าสถิติ	
PARA <sub>it</sub>	3.1615 <sup>**</sup>	I(0)
AREA <sub>it</sub>	3.2812 <sup>**</sup>	I(0)
ATEM <sub>it</sub>	14.6005 <sup>**</sup>	I(0)
VTEM <sub>it</sub>	51.7652 <sup>**</sup>	I(0)
ARAIN <sub>it</sub>	34.5124 <sup>**</sup>	I(0)
VRAIN <sub>it</sub>	42.9182 <sup>**</sup>	I(0)
TT <sub>it</sub>	3.8915 <sup>**</sup>	I(0)

หมายเหตุ: <sup>\*\*</sup> ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตารางที่ 2 ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันค่าเฉลี่ยของผลผลิตยางพาราในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง แบบ Fixed Effects Model และ Random Effect Model

ตัวแปร	แบบจำลอง	แบบจำลอง
	Fixed Effects Model	Random Effect Model
	ฟังก์ชันค่าเฉลี่ย (Mean Function)	ฟังก์ชันค่าเฉลี่ย (Mean Function)
lnAREA <sub>it</sub>	1.0245 (0.0101) <sup>**</sup>	1.0544 (0.0050) <sup>**</sup>
lnATEM <sub>it</sub>	-1.5645 (1.1061) <sup>*</sup>	-0.7823 (0.700) <sup>*</sup>
lnVTEM <sub>it</sub>	-0.0371 (0.0214) <sup>*</sup>	-0.0535 (0.0206) <sup>**</sup>
lnARAIN <sub>it</sub>	-1.7263 (1.1754) <sup>*</sup>	-1.7855 (1.7642) <sup>*</sup>
lnVRAIN <sub>it</sub>	-0.0125 (0.0234) <sup>*</sup>	-0.0045 (0.0201)
lnTT <sub>it</sub>	0.1384 (0.0198) <sup>*</sup>	0.0987 (0.0015) <sup>*</sup>



ตารางที่ 2 (ต่อ)

ตัวแปร	แบบจำลอง	แบบจำลอง
	Fixed Effects Model ฟังก์ชันค่าเฉลี่ย (Mean Function)	Random Effect Model ฟังก์ชันค่าเฉลี่ย (Mean Function)
Constant	4.2634 (3.9914)	1.0961 (2.424)
R-squared	0.9765	0.9760
Adjust R-squared	0.9764	0.9755
Prob (F-statistic)	0.0000	0.0000

หมายเหตุ ตัวเลขใน () หมายถึง Standard error \*ระดับนัยสำคัญ 0.05 \*\*ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบ Hausman's Specification Test

Test Summary	Chi-sq. Statistic	Probability
Hausman's Specification Test	25.56**	(0.0001)

หมายเหตุ ตัวเลขใน () คือ ค่า P-value \*\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

#### ผลการทดสอบ Hausman's Specification Test

การคาดประมาณแบบจำลอง Panel การศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็นสองการคาดประมาณด้วย Fixed Effect Model และ Random Effect Model ทำการเลือกวิธีที่เหมาะสมด้วยวิธี Hausman's Specification Test ตั้งสมมุติฐานตามแนวคิดของ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 ดังนี้

$H_0$  : การใช้ Random Effect Model มีประสิทธิภาพมากกว่า Fixed Effect Model

$H_1$  : การใช้ Fixed Effect Model มีประสิทธิภาพกว่า Random Effect Model

จากตารางที่ 3 รูปแบบของสมการให้อยู่ใน Double log และพิจารณาค่า P-value จากผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันค่าเฉลี่ยแบบ Fixed Effect Model และ Random Effect Model ค่าที่ได้ 0.0001 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 หมายความว่า การใช้ Fixed Effect Model มีประสิทธิภาพมากกว่า Random Effect Model ดังนั้นการศึกษานี้จึงเลือกใช้การวิเคราะห์แบบ Fixed Effect Model ใช้ในการเขียนสมการค่าเฉลี่ย (Mean Function) ดังนี้



$$\ln \text{PARA}_{it} = 4.2634 + 1.0245 \ln \text{AREA}_{it} - 1.5645 \ln \text{ATEM}_{it} - 0.0371 \ln \text{VTEM}_{it} - 1.7263 \ln \text{ARAIN}_{it} \\ (3.9914)(0.0101)** (1.1061)* (0.0214)* (1.1754)* - 0.0125 \ln \text{VRAIN}_{it} + 0.1384 \ln \text{TT}_{it} + (0.0234)*$$

$$R\text{-squared} = 0.9765$$

$$\text{Adjust } R\text{-squared} = 0.9764$$

$$\text{Prob (F-statistic)} = 0.00001$$

โดยที่ตัวเลขใน ( ) หมายถึง Standard error

## อภิปรายผล

1. ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันค่าเฉลี่ยของผลผลิตยางพาราในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง แบบจำลอง Fixed Effects Model และ Random Effect Model

ปัจจัย 6 อย่าง จากการประมาณค่าสมการผลผลิตยางพารา ได้แก่ พื้นที่เก็บเกี่ยว อุณหภูมิเฉลี่ย ความแปรปรวนอุณหภูมิเฉลี่ย ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ความแปรปรวนของน้ำฝนเฉลี่ยและแนวโน้มเวลา เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตยางพาราอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ปรับค่าแล้ว (Adjust Coefficient of Determination) มีค่าเท่ากับ 97.64 แสดงให้เห็นว่าผลผลิตยางพารา อธิบายได้ด้วยพื้นที่เก็บเกี่ยว อุณหภูมิเฉลี่ย ความแปรปรวนอุณหภูมิเฉลี่ย ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ความแปรปรวนของน้ำฝนเฉลี่ยและแนวโน้มเวลาประมาณร้อยละ 97.64 ส่วน ร้อยละ 2.36 เป็นผลที่เกิดจากปัจจัยอื่น ที่ไม่ได้นำมารวมในสมการ

การวิเคราะห์ความยืดหยุ่นของพื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตยางพาราในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง เท่ากับ 1.0245 อธิบายได้ดังนี้ พื้นที่การทำสวนยางที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 เมื่อกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่ ถ้าพื้นที่การทำสวนยางพาราเพิ่มขึ้น 1 หน่วย ผลผลิตยางพาราเพิ่มขึ้น 1.0245 บ่งบอกถึงพื้นที่สวนยางพารามีผลในทางเดียวกันกับผลผลิตยางพาราสอดคล้องกับทฤษฎีอุปทานสินค้าเกษตร

การวิเคราะห์ความยืดหยุ่นของพื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตยางพาราในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง เท่ากับ 1.0245 อธิบายได้ดังนี้ พื้นที่การทำสวนยางที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 กำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่ ส่งผลให้ผลผลิตยางพาราเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.0245 บ่งบอกถึงพื้นที่สวนยางพารามีผลในทางเดียวกันกับผลผลิตยางพาราสอดคล้องกับทฤษฎีอุปทานสินค้าเกษตร

การวิเคราะห์ความยืดหยุ่นของอุณหภูมิเฉลี่ยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ -1.5645 นั้นอธิบายได้ว่า ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 เมื่อกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่ ส่งผลให้ผลผลิตยางพาราลดลง 1.5645 เนื่องมาจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะส่งผลให้ใบร่วงเป็นผลเสียในการกรีดยางพารา สอดคล้องกับการศึกษาของ (Sayun & Buncha, 2015) อุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลต่อสรีระของต้นยาง ทำให้เกิดใบร่วงของต้นยางพารา



การวิเคราะห์ความยืดหยุ่นของความแปรปรวนของอุณหภูมิเฉลี่ย มีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ -0.0371 นั้นอธิบายได้ดังนี้ ความแปรปรวนของอุณหภูมิเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่ ส่งผลให้ผลผลิตยางพาราลดลงร้อยละ 0.0371 เนื่องมาจากความแปรปรวนอุณหภูมิเฉลี่ยที่สูงขึ้น หรือต่างจากค่าเฉลี่ย จะส่งผลให้ต่อผลผลิตยางพารา สอดคล้องกับการศึกษาของ (Sayun & Aunsamon, 2014) การเจริญเติบโตของยางพารา ขึ้นอยู่กับสภาพลมฟ้าอากาศ เป็นหลัก ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ ย่อมส่งผลกระทบต่อยางพาราในหลายมิติทั้งในด้าน สรีรวิทยา การเจริญเติบโต รวมไปถึงศักยภาพของผลผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ภาคใต้

การวิเคราะห์ความยืดหยุ่นของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย มีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ -1.7263 นั้นอธิบายได้ดังนี้ ปริมาณน้ำฝน ที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่ ส่งผลให้ผลผลิตยางพาราลดลงร้อยละ 1.7263 เนื่องมาจากปริมาณน้ำฝนที่สูงขึ้น จะส่งผลให้ผลผลิตยางพาราลดลง สอดคล้องกับการศึกษาของ (Department of Environmental Quality Promotion, 2016) ปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้น เกษตรกรไม่สามารถกรีดยางส่งผลต่อผลผลิตน้ำยางพาราที่จะได้

การวิเคราะห์ความยืดหยุ่นของความแปรปรวนปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย มีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ -0.0125 นั้นอธิบายได้ดังนี้ ความแปรปรวนปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่ ส่งผลให้ผลผลิตยางพาราลดลงร้อยละ 0.0125 เนื่องมาจากความแปรปรวนปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย เกิดการเปลี่ยนแปลงสูงขึ้น จะส่งผลให้ผลผลิตยางพาราลดลง สอดคล้องกับการศึกษาของ (Sayun & Buncha, 2015) ความแปรปรวนของน้ำฝนส่งผลให้ยางพาราเกิดโรค ทำให้ใบร่วง และเกิดรา ส่งผลต่อผลผลิตยางพาราโดยตรง

การวิเคราะห์ตัวแปรแนวโน้มเวลามีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.1384 นั้น อธิบายได้ดังนี้ เมื่อเวลาเป็นตัวแทนของการพัฒนาด้านเทคโนโลยีการผลิตที่เพิ่มขึ้น ร้อยละ 1 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่ ส่งผลให้ผลผลิตยางพาราลดลงร้อยละ 0.1384 แสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีการผลิตมีผลต่อระดับของผลผลิตยางพาราในทิศทางเดียวกันและมีส่วนสำคัญในการผลิต เช่น ทักษะการกรีดยางพารา ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ สอดคล้องกับการศึกษาของ (Sukontip, Supaporn, & Phaisan, 2014) ประสิทธิภาพการเข้าอบรมการกรีดยาง เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณผลผลิตยางพารา

## สรุป

ผลการศึกษา การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อผลผลิตยางพาราในพื้นที่ เขตภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทย ระหว่าง ปี 2532 – 2562 ระยะเวลา 30 ปีที่ผ่านมาเกิดผลกระทบจากสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่สูงขึ้น ปัจจัยปริมาณน้ำฝนที่เกิดความแปรปรวน และอุณหภูมิที่



เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ส่งผลต่อผลผลิตยางพาราในพื้นที่ลดลง แต่ด้วยปริมาณพื้นที่ที่มีการขยายพื้นที่การปลูกยางพารามากขึ้นจึงไม่เห็นถึงการลดลงของผลผลิตยางพารา ปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นหรือช่วงวันที่ฝนตกเพิ่มขึ้นส่งผลทั้งต้นยางพาราได้รับความชื้นและอาจเป็นโรคได้และส่งผลทางตรงเกษตรกรไม่สามารถกรีดยางพาราได้

#### ข้อเสนอแนะ

- 1) จากการวิจัยเกษตรกรควรตระหนักการรับรู้เรื่องการเปลี่ยนแปลงจากสภาพภูมิอากาศและเกิดการปรับตัวจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพื่อจะสามารถลดต้นทุนการผลิต
- 2) จากการวิจัยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการส่งเสริมและสร้างความเข้าใจให้เกษตรกรทราบถึงการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและหาวิธีการรับมือ ต่อไป
- 3) ในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการปรับตัวของเกษตรกรจากการเปลี่ยนแปลงจากสภาพภูมิอากาศ เพื่อเตรียมตัวรับการเปลี่ยนแปลงจากภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง ในปัจจุบัน

#### รายการอ้างอิง (References)

- Antle, J. (1983). Testing the Stochastic Structure of Production: A Flexible Moment-Based. *Journal of Business and Economic Statistics*, 1(3), 192-201.
- Battese, G., Rambaldi, A., & Wan, H. (1997). A Stochastic Frontier Production Function with Flexible Risk Properties. *Journal of Productivity Analysis*, 8, 269-280.
- Cabas,J., Weersink, A., & Olale,E. (2010) Crop Yield Response to Economic,Site and Climatic Variables. *Climate Change* 101: 559-616.
- Chinvanno, S. (2009) *Future Climate Projection for Thailand and Surrounding Countries: Climate change scenario of 21 st century*. The Fist China-Thailand Joint Seminaar on Climate Change Thailand Research Funf (TRF) and National Natural Science Foundation of China 23-24.
- Choi, I. (2001). Unit root tests for panel data. *Journal of International Money and Finance*, 2(20), 249-272.
- Department of Environmental Quality Promotion. (2016) *Impact of climate change on rubber in Thailand*. Retrieved October 9, 2020 from <http://www.oic.go.th/FILEWEB/CABINFO/CENTER3/DRAWER083/GENERAL/DATA0000>



- Department of Disaster Prevention and Mitigation. (2019) "Report of the disaster situation in 2019"  
Retrieved May 6, 2020 from <http://www.disaster.go.th/th/index.php>.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2007) *Climate Change 2007: Synthesis Report IPCC Fourth Assessment (AR4)*. Retrieved April 24, 2020 from [http://www.ipcc.ch,dld.go.th/splb\\_lbr/pubdoc2.htm](http://www.ipcc.ch,dld.go.th/splb_lbr/pubdoc2.htm)
- Just, R. E., & Pope, R., (1979). Production Function Estimation and Related Risk Considerations. *American Journal of Agricultural Economics*, 6(1), 276-284.
- Kirk, P., Wi-Nai, S., Somchai, P., Sukij, R., Sawaschai, K., Sompong, C., Dapun, K., (2009) *Impacts of Global Warming on Rice, Sugarcane, Cassava and Maize Production in Thailand*. The Thailand Research Fund. Retrieved April 24, 2020 From [https://elibrary.trf.or.th/project\\_content.asp?PJID=RDG5130007](https://elibrary.trf.or.th/project_content.asp?PJID=RDG5130007)
- Kim, K., & Chavas, J., (2013). Technological change and risk management: an application to the economics of corn production. *Agricultural economics*, 2(29), 125-142.
- Mohammadi, H., (2015) Application of Ordered Logit Model in Investigating the factors Affecting People's Income. *International Journal of Academic Research in Economics and Management Sciences*, 5, 2136-2148.
- Pasakorn T., & Weerasak K., (2015) *Adaptation to Climate Change of Rubber Tree Production in Upper Southern of Thailand* Retrieved October 15, 2020 from [https:// http://www.tnrr.in.th/?page=result\\_search&record\\_id=212446](https://http://www.tnrr.in.th/?page=result_search&record_id=212446).
- Office of Agricultural Economics. (2019). *Important agricultural product situations and trends 2019*. Retrieved November 5, 2020 from <http://www.oae.go.th/fruits/index.php/longan-data>
- Sayun, S., Aunsamon, L., (2014). Variability and climate change In the south of Thailand that affects the production of rubber *Journal of Agricultural Research*, 68(1), 50-65.
- Sayun, S., Buncha, S., (2015). *The Impact of Global Warming on Rubber Production in Songkhla Province (Phase II): Case Study of Rubber Smallholders' Adaptation*. The Thailand Research Fund. (In Thai)
- Sukontip V., Supaporn P., Phaisan K., (2014) Factors affecting production of Para rubber in Northeast Thailand. *Journal of Khon Kaen Agricultural Journal*, 42, 499-504.