

Discussion Paper Series

ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิตของเกษตรกรชาวสวนยางใน
ประเทศไทย: ข้อค้นพบจากข้อมูลครัวเรือนเกษตรกร
พ.ศ. 2550-2563

ณัฐวิภา อมรรัตนานุเคราะห์
อ.ดร.ทีปกร จีระจิตติกุลชัย
ผศ.ดร.สิทธิศักดิ์ สีสานนท์

Discussion Paper No.73

27 มีนาคม 2566

คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิตของเกษตรกรชาวสวนยางในประเทศไทย:

ข้อค้นพบจากข้อมูลครัวเรือนเกษตรกร พ.ศ. 2550-2563

ณัฐวิภา อมรรัตนานุเคราะห์¹

อ.ดร.ทีปกร จิริฐิติกุลชัย²

ผศ.ดร.ลลิตีศักดิ์ ลีลพานนท์³

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาประสิทธิภาพเชิงเทคนิคในการเพาะปลูกยางพาราของเกษตรกรชาวสวนยางไทย เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตและประสิทธิภาพการผลิต โดยใช้แบบจำลองพรมแดนการผลิตเชิงสุ่ม หรือ Stochastic Production Frontier Model โดยคำนวณจากข้อมูลสำรวจภาวะเศรษฐกิจสังคมครัวเรือนและแรงงานเกษตร 14 ปี เชื่อมโยงกับข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่ประมวลผลเป็นค่าเฉลี่ยระดับตำบล

ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยการผลิตประเภทรายจ่ายทางเกษตรและขนาดพื้นที่ปลูกยางพารามีค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวกต่อปริมาณผลผลิตยางพาราด้วยระดับนัยสำคัญทางสถิติที่สูงมากทั้งในระดับภูมิภาคและระดับประเทศ ในขณะที่มูลค่าทรัพย์สินการเกษตรไม่มีผลต่อปริมาณผลผลิต และจำนวนแรงงานค่อนข้างมีผลน้อยมาก

ประสิทธิภาพการผลิตยางพาราเฉลี่ยของเกษตรกรในประเทศไทยสามารถเพิ่มได้อีก 33% โดยภาคตะวันออกเฉียงเหนือค่อนข้างมีประสิทธิภาพการผลิตยางพาราต่ำกว่าภาคอื่น ๆ โดยเฉพาะในกลุ่มเกษตรกรที่มีกำลังการผลิตค่อนข้างน้อย ยิ่งไปกว่านั้น หนี้สินด้านการเกษตรทำให้ประสิทธิภาพการผลิตลดลง

ข้อค้นพบจากงานวิจัยนี้น่าจะเป็นประโยชน์สำหรับข้อมูลในระดับนโยบายที่จะช่วยดำเนินมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพเพื่อทดแทนผลกระทบของนโยบายลดพื้นที่ปลูกยางพารา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รัฐควรส่งเสริมประสิทธิภาพการผลิตของเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีผลผลิตต่ำ ตลอดจนแก้ไขปัญหานี้สิน ซึ่งจะช่วยให้เกษตรกรชาวสวนยางสามารถมีรายได้เพิ่มมากขึ้นและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันด้านยางพาราตั้งแต่ระดับต้นน้ำของอุตสาหกรรมประเทศ

คำสำคัญ: เกษตรกรชาวสวนยาง, ประสิทธิภาพเชิงเทคนิค, เส้นพรมแดนการผลิต, ยางพารา

¹ นักศึกษาโครงการเศรษฐศาสตร์บัณฑิต คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ Email: natthavipha.a@st.econ.tu.ac.th

² อาจารย์ประจำคณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ Email: theepakorn@econ.tu.ac.th

³ อาจารย์ประจำคณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ Email: sittisak@econ.tu.ac.th

1. บทนำ

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญกับประเทศไทยมาอย่างยาวนาน โดยเฉพาะน้ำยางพาราที่สามารถนำไปแปรรูปเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้น้ำยางพารา เช่น แผ่นยางรมควีน ยางรถยนต์ ซึ่งสามารถสร้างรายได้ให้กับประเทศได้อย่างมหาศาลผ่านการแปรรูปภายในประเทศและส่งออกไปยังต่างประเทศ โดยมูลค่าส่งออกยางพารา รวมในปี 2021 อยู่ที่ 175,978 ล้านบาท

สภาพแวดล้อมของการปลูกยางพาราเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตยางพารา เพราะถ้าหากสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกับแหล่งกำเนิดและเหมาะสมต่อการปลูกยางพารามากก็จะส่งผลให้ผลผลิตยางพารามากขึ้นโดยมีปัจจัยที่สำคัญ ได้แก่ อุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน กรมวิชาการเกษตร (2546) ระบุว่า เนื่องจากยางพาราเป็นพืชที่อาศัยแหล่งน้ำจากน้ำฝนเป็นหลักในการเจริญเติบโต พื้นที่การเพาะปลูกยางพาราที่มีสภาพแวดล้อมที่ถูกต้องและเหมาะสมต่อการปลูกยางพาราในด้านแหล่งน้ำ คือ พื้นที่การเพาะปลูกที่มีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 1400 มิลลิเมตร/ปี อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 24 – 27 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปีไม่น้อยกว่า 65 - 90% ซึ่งการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์นั้นจะขึ้นอยู่กับปริมาณและการกระจายตัวของน้ำฝนและทำให้ค่าดัชนีภูมิอากาศที่เหมาะสมกับยางพาราเพิ่มขึ้น

นอกจากนี้ หากพิจารณาการเพาะปลูกยางพาราของเกษตรกรชาวสวนยางเป็นฟังก์ชันการผลิต (production function) เราจะพบว่า ตัวแปรผลลัพธ์ของฟังก์ชันการผลิต คือ ปริมาณผลผลิตยางพารา และ ตัวแปรปัจจัยการผลิต คือ ค่าใช้จ่ายจากปัจจัยการผลิตประเภทต่าง ๆ เช่น จำนวนแรงงาน และ ขนาดพื้นที่เพาะปลูกยางพารา การศึกษาการวัดประสิทธิภาพการผลิตของเกษตรกรชาวสวนยางเป็นประเด็นที่มีความสำคัญในเชิงนโยบายเพราะค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคและปัจจัยที่กำหนดประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลสำคัญในการกำหนดนโยบายของรัฐบาลที่เหมาะสมเพื่อส่งเสริมให้การเพาะปลูกยางพาราของเกษตรกรชาวสวนยางสามารถมีประสิทธิภาพเพิ่มสูงขึ้น ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน และเป็นการส่งเสริมการพัฒนาสวนยางพาราที่ยั่งยืน

การวัดค่าประสิทธิภาพการผลิตของหน่วยผลิตสามารถทำได้โดยการใช้แบบจำลองเส้นพรมแดนเชิงสุ่ม (Stochastic Frontier Analysis: SFA) โดย Aigner, Lovell, and Schmidt (1977); Meeusen and van den Broeck (1977); และ Battese and Coelli (1995) เป็นวิธีการวิเคราะห์ความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคในการผลิตโดยใช้วิธีการประมาณความเป็นไปได้สูงสุด (Maximum Likelihood Estimation: MLE) ซึ่งได้รับการนำไปใช้อย่างแพร่หลายในการวัดค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคสำหรับการผลิตในภาคการเกษตร

จากการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องสำหรับงานวิจัยในประเทศไทยเกี่ยวกับปริมาณผลผลิตยางพาราที่ประยุกต์ใช้แบบจำลองเส้นพรมแดนเชิงสุ่ม (Stochastic Frontier Analysis: SFA) ได้แก่ เนตินัย พระไตรยะ (2551), ศุภวัจน รุ่งสุริยะวิบูลย์ (2555), Pongchompou and Chantanop (2558), Kittilertpaisan et al. (2559), และ วีรณัฐ วิจิตร และ คณะ (2562) เป็นต้น

เนตินัย พระไตรยะ (2551) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการผลิตยางพาราในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดน่าน พะเยา และเชียงราย ปีการเพาะปลูก พ.ศ. 2549 พบว่า จำนวนเดือนที่กรีดยางในรอบปี ปริมาณการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และแรงงานที่ใช้ดูแล เป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปริมาณผลผลิต โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณผลผลิต แสดงว่า ปัจจัยตัวแปรดังกล่าวส่งผลกระทบต่อผลผลิตยางพารา หรือเมื่อปัจจัยอื่น ๆ คงที่แล้ว การใช้ปัจจัยเหล่านี้เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ผลผลิตยางพาราโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ส่วนการใช้สารเคมีหรือยาปราบศัตรูพืช และโรคของต้นยางพารา มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับปริมาณผลผลิตยางพารา แสดงว่า ปัจจัยตัวแปรดังกล่าวส่งผลกระทบต่อผลผลิตยางพารา หรือเมื่อปัจจัยอื่น ๆ คงที่แล้ว การใช้ปัจจัยเหล่านี้เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ผลผลิตยางพาราโดยเฉลี่ยลดลง สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ของสมการความไม่มีประสิทธิภาพ พบว่า แรงงานที่ใช้ในการดูแลยางพารามีค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบ แสดงว่า แรงงานช่วยลดความด้อยประสิทธิภาพในการผลิตยางพารา ในทางกลับกัน ระดับการศึกษา ประสบการณ์ในการดูแล และขนาดของพื้นที่มีค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวก แสดงว่า ปัจจัยดังกล่าวส่งผลกระทบต่อความด้อยประสิทธิภาพในการผลิตเพิ่มขึ้น

ศุภวัจน รุ่งสุริยะวิบูลย์ (2555) ได้ศึกษาการวัดค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของเกษตรกรผู้ปลูกยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จากการสำรวจเกษตรกรจำนวน 450 ราย ของปีการเพาะปลูก พ.ศ. 2553 พบว่า เกษตรกรผู้ผลิตยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือสามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้อีก 33% ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรประสบการณ์เท่ากับ -0.062 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรปริมาณน้ำฝนเท่ากับ -0.454 กล่าวคือ เมื่อเกษตรกรมีประสบการณ์หรือปริมาณน้ำฝนในพื้นที่โดยเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้นจะส่งผลทำให้ความไม่มีประสิทธิภาพในการผลิตยางพาราลดลง ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรระดับการศึกษามีค่าเท่ากับ 0.796 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอุณหภูมิเท่ากับ 0.578 สามารถอธิบายได้ว่าหากเกษตรกรมีการศึกษาหรืออุณหภูมิโดยเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้นจะส่งผลทำให้ความไม่มีประสิทธิภาพในการผลิตยางพาราเพิ่มขึ้น

Pongchompou, S. and Chantanop (2558) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการผลิตของเกษตรกรยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น หนองคาย อุดรธานี ขอนแก่น และ บุรีรัมย์ โดยเก็บข้อมูลจำนวน 300 ครัวเรือน ตัวอย่าง พบว่าประสิทธิภาพการผลิตอยู่ที่ 57% โดยปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ได้แก่ อายุ

การศึกษา และ เพศของเกษตรกร ตลอดจนอายุของต้นยาง Pongchompu, S. and Chantanop (2558) ยังค้นพบว่า ต้นทุนด้านแรงงานมีมูลค่าสูง และส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิตของการเพาะปลูกยางพารา

ในขณะที่ Kittilertpaisan et al. (2559) ได้ศึกษาวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางเทคนิคของเกษตรกรรายย่อยในจังหวัดสกลนคร จำนวน 375 คน พบว่า แบบจำลองมีปัจจัยการผลิตได้แก่ อายุการปลูก ปุ๋ย แรงงาน พื้นที่การกรีดยาง และพื้นที่การเพาะปลูกที่มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ยกเว้นปุ๋ย ประสิทธิภาพทางเทคนิคเฉลี่ยของสินค้ายางพาราจังหวัดสกลนครเท่ากับ 0.69 หรือ 69% โดยปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพทางเทคนิค คือ อายุของยางพาราและประสบการณ์การฝึกอบรมมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน หรือมีค่าสัมประสิทธิ์มีค่าเป็นบวกในทางตรงข้าม เพศ (ผู้ชาย =1) และการศึกษาของเกษตรกรรายย่อยมีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามหรือมีค่าสัมประสิทธิ์มีค่าเป็นลบ

นอกจากนี้ วีรณช วิจิตร และ คณะ (2562) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างอายุประชากรภาคเกษตรและประสิทธิภาพการผลิตพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูล 400 ตัวอย่าง ซึ่งใช้ข้อมูลการผลิตข้าวและยางพาราในปีการผลิต 2554/2555, 2555/2556 และ 2556/2557 จากสำมะโนประชากรครัวเรือนเกษตรกร แบ่งช่วงอายุของเกษตรกรเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงอายุ 20-59 ปี และช่วงอายุ 60 ขึ้นไป พบว่า การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของเกษตรกรช่วงอายุ 20-59 ปี สูงกว่า เกษตรกรช่วงอายุ 60 ขึ้นไป กล่าวคือเมื่ออายุเกษตรกรเพิ่มสูงขึ้นจะส่งผลให้ประสิทธิภาพการผลิตยางพาราลดลง เนื่องจากการปลูกยางพารายังไม่สามารถนำเทคโนโลยีและเครื่องจักรเข้ามาช่วยในการเพาะปลูกได้มากนัก อีกทั้งยางพาราเป็นพืชที่ใช้เวลาในการเก็บเกี่ยวผลผลิตนานหลายปี จึงทำให้อายุเกษตรกรเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิตยางพารา

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ได้ศึกษาของประเทศไทย ยังไม่ปรากฏงานวิจัยที่ได้ศึกษาประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของการผลิตยางพาราของเกษตรกรชาวสวนยางทั้งประเทศไทย งานวิจัยนี้จึงนำเสนอการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองการวิเคราะห์เส้นพรมแดนการผลิตเชิงสุ่ม (Stochastic Production Frontier) โดยใช้ข้อมูลสำรวจภาวะเศรษฐกิจสังคมครัวเรือนและแรงงานเกษตร จากกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ซึ่งเป็นข้อมูลภาคตัดขวาง (cross section) ที่เก็บรวบรวมในแต่ละปีเพาะปลูกจากครัวเรือนเกษตรกรที่เพาะปลูกยางพาราครอบคลุมทั้งประเทศ ตั้งแต่ปีเพาะปลูก พ.ศ. 2549/2550 ถึง 2562/2563 รวมจำนวน 14 ปี เพื่อศึกษาค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของการผลิตยางพาราโดยเกษตรกรชาวสวนยางทั้งประเทศไทยและจำแนกตามภูมิภาค

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาว่า ปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตยางพารา และมีผลกระทบต่อผลผลิตยางพาราในขนาดและทิศทางใด อีกทั้งยังศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพทางเทคนิคของการผลิตยางพารา เพื่อช่วยเป็นข้อมูลสำหรับข้อเสนอแนะเชิงนโยบายที่จะช่วยส่งเสริมให้การผลิตยางพาราของเกษตรกรไทยให้มีรายได้มากขึ้น และสามารถแข่งขันการผลิตยางพารากับเกษตรกรในประเทศอื่นได้มากขึ้น

2. กรอบแนวคิดทฤษฎีการวัดประสิทธิภาพ

แบบจำลองการวิเคราะห์เส้นพรมแดนการผลิตเชิงสุ่ม (Stochastic Production Frontier) โดย Aigner, Lovell, and Schmidt (1977); Meeusen and van den Broeck (1977); และ Battese and Coelli (1995) เพื่อใช้ประเมินฟังก์ชันการผลิตทางเศรษฐศาสตร์ โดยมีระดับการผลิตที่เป็นไปได้สูงสุด หมายถึง การผลิตที่มีประสิทธิภาพอย่างเต็มที่ ณ แต่ละระดับของปัจจัยการผลิตในเชิงทฤษฎี แต่ในความเป็นจริงจะมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ทำให้ไม่สามารถผลิตยางพาราได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดได้

ส่วนต่างของระดับการผลิตที่เป็นไปได้สูงสุดบนเส้นพรมแดนและระดับการผลิตที่เกิดขึ้นจริง คือ ความไม่มีประสิทธิภาพของการผลิต ซึ่งสามารถแสดงถึงโอกาสที่จะสามารถเพิ่มระดับการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นได้อีกด้วย

วิธีการประมาณความเป็นไปได้สูงสุด (Maximum Likelihood Estimation: MLE) สามารถแยกความคลาดเคลื่อนได้ 2 ส่วน คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ไม่สามารถควบคุมได้ และค่าความคลาดเคลื่อนที่สามารถควบคุมได้ ซึ่งแสดงถึงความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค วิธีนี้ทำให้สามารถวัดประสิทธิภาพการผลิตของเกษตรกรเมื่อเทียบกับการผลิตที่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคอย่างสมบูรณ์หรือระดับของประสิทธิภาพสูงสุดได้

เราสามารถพิจารณาแบบจำลองการวิเคราะห์เส้นพรมแดนการผลิตเชิงสุ่ม ดังนี้

$$y_i = \alpha + \beta x_i + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

$$\varepsilon_i = v_i - u_i \quad (2)$$

โดยที่ y_i คือ ผลผลิตของหน่วยการผลิตหรือครัวเรือนรายที่ i

α คือ ค่าคงที่

β คือ เวกเตอร์ของค่าสัมประสิทธิ์

x_i คือ เวกเตอร์ของปัจจัยการผลิตของหน่วยการผลิตหรือครัวเรือนรายที่ i

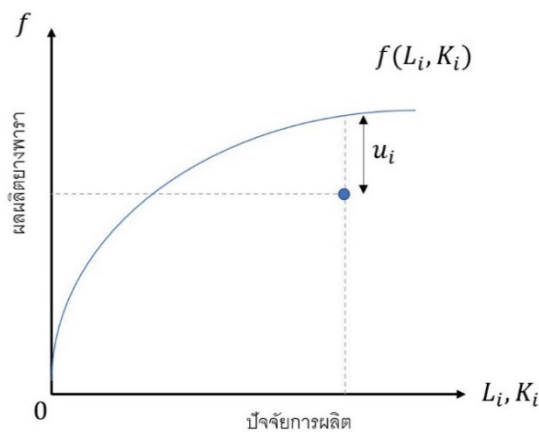
v_i คือ ตัวแปรความผิดพลาดเชิงสุ่ม (stochastic error term) หรือ ค่าความคลาดเคลื่อน (disturbance) ที่ไม่สามารถควบคุมได้ ซึ่งสามารถมีค่าเป็นบวกหรือเป็นลบก็ได้ โดยเป็นตัววัดความผิดพลาดจากความไม่แน่นอนในการผลิต มีการกระจายตัวแบบปกติ ค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ หรือความแปรปรวนคงที่ และเป็นอิสระจาก u_i กล่าวคือ $v_i \sim N(0, \sigma_v^2)$ และ $Cov(u_i, v_i) = 0$

u_i คือ ตัวแปรความผิดพลาดเชิงสุ่ม (stochastic error term) หรือค่าความคลาดเคลื่อน (disturbance) ที่สามารถควบคุมได้ โดยจะมีค่าเป็นบวกเท่านั้น และมีการกระจายแบบครึ่งปกติ ซึ่งเรียกว่า half-normal กล่าวคือ $u_i \sim N^+(0, \sigma_u^2)$ แสดงถึงความมีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค (Technical Efficiency) ดังนั้น $-u_i$ จึงแสดงถึงความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคหรือความด้อยประสิทธิภาพ (Technical Inefficiency)

i คือ ดัชนีของหน่วยผลิตหรือเกษตรกร รายที่ $1, 2, \dots, n$

โดยสรุป เราสามารถแยกความคลาดเคลื่อนได้ 2 ส่วน คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ไม่สามารถควบคุมได้ และที่สามารถควบคุมได้แสดงถึงความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค ซึ่งเป็นการวัดประสิทธิภาพการผลิตของเกษตรกรเมื่อเทียบกับการผลิตที่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคอย่างสมบูรณ์หรือสูงสุด

ภาพที่ 1 แสดงให้เห็นฟังก์ชันการผลิตทางเศรษฐศาสตร์ โดยมี f แสดงเส้นพรมแดนการผลิต (production frontier) ซึ่งก็คือ ระดับการผลิตที่เป็นไปได้สูงสุด แต่ในความเป็นจริง อาจจะมีระดับการผลิตที่จุดสีฟ้า หรือ ระดับการผลิตที่จะเรียกว่า y_i ณ ระดับของปัจจัยการผลิตใด ๆ โดยส่วนต่างระหว่าง ระดับการผลิตที่เป็นไปได้สูงสุด และระดับการผลิตที่เกิดขึ้นจริง คือ ความคลาดเคลื่อน (disturbance term) แสดงความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค ซึ่งสามารถวัดด้วยระดับ u_i



ภาพที่ 1 ฟังก์ชันการผลิตทางพารา โดยวิธีเส้นพรมแดนการผลิตเชิงสุ่ม

การวิเคราะห์แบบจำลองเส้นพรมแดนการผลิตเชิงสุ่มซึ่งแสดงความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค (Technical inefficiency) โดย Battese and Coelli (1995) ได้แสดงความสัมพันธ์ของความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค ไว้ดังนี้

$$u_i = z_i\delta + w_i \quad (3)$$

โดยที่ z_i คือ เวกเตอร์ของปัจจัยภายนอกที่อธิบายความไม่มีประสิทธิภาพ

δ คือ เวกเตอร์ของค่าสัมประสิทธิ์จากการประมาณค่าของแบบจำลอง

w_i คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค โดย $w_i \sim N(0, \sigma_w^2)$ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนมีค่าคงที่

ค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิค (Technical Efficiency: TE) สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$TE = \frac{y_i}{y^*} = \exp(-u_i) \quad (4)$$

โดยที่ ค่าของ TE จะมีค่าอยู่ระหว่างศูนย์ถึงหนึ่ง และ y^* คือ ผลผลิตที่เกิดจากการมีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคอย่างสมบูรณ์ (TE = 1) คือ การผลิตที่อยู่บนเส้นพรมแดนการผลิต หรือ ระดับการผลิตที่เป็นไปได้สูงสุด ณ แต่ละระดับของปัจจัยการผลิต

3. ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 การกำหนดแบบจำลอง

งานวิจัยนี้ใช้แบบจำลองการวิเคราะห์เส้นพรมแดนการผลิตเชิงสุ่ม (Stochastic Production Frontier หรือ SPF model) สำหรับครัวเรือนเกษตรกรที่การเพาะปลูกยางพาราในประเทศไทยในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงเทคนิคในการผลิตด้วยระเบียบวิธีทางเศรษฐมิติที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิต คือ ปริมาณการผลิตยางพารา และ ปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ปัจจัยแรงงาน ปัจจัยทุน เป็นต้น ตลอดจนควบคุมปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจจะมีผลต่อปริมาณผลผลิต เช่น อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ลักษณะของครัวเรือน การเข้าถึงชลประทาน และลักษณะของแหล่งน้ำที่ใช้ในการเพาะปลูก เป็นต้น ภายใต้รูปแบบของฟังก์ชัน Cobb-Douglas ที่มีรูปแบบง่ายและไม่ซับซ้อนมากนัก ทำให้เหมาะแก่การเปรียบเทียบระหว่างแบบจำลอง อีกทั้งยังสามารถแสดงถึงผลได้ต่อขนาด (Economies of scale) ของปัจจัยการผลิตด้วย

แบบจำลองเส้นพรมแดนการผลิตเชิงสุ่มสำหรับปริมาณการผลิตยางพาราของครัวเรือนเกษตรกรไทยที่ใช้เป็นแบบจำลองมาตรฐานรูปแบบ Cobb-Douglas ในรูปของ logarithm สามารถแสดงได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \ln y_i = & \beta_0 + \beta_1 \ln x_1 + \beta_2 \ln x_2 + \beta_3 \ln x_3 + \beta_4 \ln x_4 \\
 & + \beta_5 \text{HeadFemale} + \beta_6 \text{HeadElder} + \beta_7 \text{HeadEducSec} \\
 & + \beta_8 \text{RainWaterSource} + \beta_9 \text{NatureWaterSource} \\
 & + \beta_{10} \text{IrrigatedLand} + \beta_{11} \text{MonoCrop} + \beta_{12} \text{Temperature} \\
 & + \beta_{13} \text{Temperature}^2 + \beta_{14} \text{Precipitation} + \beta_{15} \text{Precipitation}^2 \\
 & + \sum_{\text{year}=2008}^{2020} \beta_{\text{year}} \times I(\text{year}) + \sum_m \beta_{\text{region}_m} \times I(\text{region}_m) + v_i \\
 & - u_i
 \end{aligned} \tag{5}$$

โดยที่ β คือ ค่าสัมประสิทธิ์ (coefficients) ของตัวแปรปัจจัยการผลิต (input variables) ต่าง ๆ หรือตัวแปรควบคุม (control variables) เป็นค่าที่ได้จากการประมาณค่าแบบจำลอง สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของแต่ละตัวแปรที่มีต่อตัวแปรผลลัพธ์ คือ ปริมาณผลผลิตยางพาราของครัวเรือน โดยแสดงได้ว่า มีความสัมพันธ์ในทิศทางใดและมีขนาดของความสัมพันธ์ที่มีต่อปริมาณการผลิตอย่างไร อันจะเป็นประโยชน์ทางการตัดสินใจว่าจะปรับสัดส่วนปัจจัยการผลิตหรือตัวแปรควบคุมต่าง ๆ ให้เพิ่มขึ้นหรือลดลงเพื่อให้ปริมาณผลผลิตยางพาราสูงที่สุด โดยการประมาณค่าพารามิเตอร์ จะใช้วิธีการประมาณความเป็นไปได้สูงสุด (Maximum Likelihood Estimation: MLE)

รายละเอียดของตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา สามารถแสดงตามตารางที่ 1 ซึ่งมีรายละเอียดความหมายของตัวแปรที่ใช้ในการประมาณค่าผลผลิตยางพารา โดยตัวแปรผลลัพธ์ (output) คือ ตัวแปรของปริมาณผลผลิตยางพารา (กิโลกรัม) และมีตัวแปรปัจจัยการผลิต (inputs) จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ 1. ค่าใช้จ่ายในการทำการเกษตร 2. ที่ดิน คือ พื้นที่ปลูกยางพารา มีหน่วยเป็นไร่ 3. มูลค่าสินทรัพย์ทางการเกษตร ปีฐาน คือ 2019 และ 4. จำนวนแรงงาน

ตารางที่ 1. ความหมายของตัวแปรในการประมาณค่าแบบจำลอง Stochastic Production Frontier

ตัวแปร	ความหมาย
y	ปริมาณผลผลิตยางพารา (กิโลกรัม)
x_1	ค่าใช้จ่ายในการทำการเกษตร ปีฐาน คือ 2019 (บาท)

ตัวแปร	ความหมาย
x_2	พื้นที่ปลูกยางพารา (ไร่)
x_3	มูลค่าสินทรัพย์ทางการเกษตร ปีฐาน คือ 2019 (บาท)
x_4	จำนวนแรงงาน (คน)
<i>HeadFemale</i>	เพศของหัวหน้าครัวเรือน (ผู้หญิง =1)
<i>HeadElder</i>	อายุของหัวหน้าครัวเรือน (อายุมากกว่า 65 ปี =1)
<i>HeadEducSec</i>	ระดับการศึกษาของหัวหน้าครัวเรือน (สำเร็จการศึกษาสูงกว่ามัธยมต้น =1)
<i>RainWaterSource</i>	แหล่งน้ำหลัก (น้ำฝน=1)
<i>NatureWaterSource</i>	แหล่งน้ำหลัก (สูบจากแหล่งน้ำธรรมชาติ =1)
<i>IrrigatedLand</i>	สัดส่วนที่ดินที่เข้าถึงชลประทาน (%)
<i>MonoCrop</i>	ทำเกษตรผสมผสาน (ปลูกยางพาราเพียงอย่างเดียว =1)
<i>Temperature</i>	อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี (องศาเซลเซียส)
<i>Temperature²</i>	อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี ในรูปกำลังสอง (องศาเซลเซียสกำลังสอง)
<i>Precipitation</i>	ปริมาณน้ำฝนรวมรายปี (มิลลิเมตร)
<i>Precipitation²</i>	ปริมาณน้ำฝนรวมรายปี ในรูปกำลังสอง (มิลลิเมตรกำลังสอง)
<i>Year</i>	ปี เป็นตัวแปรควบคุม ตั้งแต่ปี 2007 ถึง 2020
<i>Province</i>	จังหวัด เป็นตัวแปรควบคุม (ใช้ในสมการรายภูมิภาค)
<i>Region</i>	ภูมิภาค เป็นตัวแปรควบคุม (ใช้ในสมการประเทศไทย)

ผลจากการประมาณค่า u_i จากสมการข้างต้นสามารถนำมาวิเคราะห์ปัจจัยที่สามารถอธิบายความด้อยประสิทธิภาพในการผลิตหรือเพาะปลูกยางพาราของเกษตรกรได้ด้วยสมการกำหนดความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคในการผลิตยางพารา ซึ่งวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความไม่มีประสิทธิภาพ โดย Kumbhakar, Ghosh, and McGuckin (1991) และ Huang and Liu (1994) ใช้รูปแบบฟังก์ชันการถดถอยเชิงเส้น ดังนี้

$$u_i = \delta_0 + \delta_1 debt_{agri} + \delta_2 water_{rain} + \delta_3 irrigated + \delta_4 land_{planted} + \delta_5 land_{planted}^2 + \delta_6 MonoCrop + \delta_7 head_{educ_{prim}} + w_i \quad (6)$$

โดยมีตัวแปรอธิบายที่ใช้ในแบบจำลองขั้นสุดท้ายเพื่อวิเคราะห์ความไม่มีประสิทธิภาพ ได้แก่ หนี้สินด้านการเกษตร แหล่งน้ำ ขนาดที่ดิน การปลูกพืชเชิงเดี่ยว และ หัวหน้าครัวเรือนสำเร็จการศึกษาระดับประถมหรือสูงกว่า เป็นต้น

ทั้งนี้ การคำนวณค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard errors) ของพารามิเตอร์ที่ประมาณค่าได้เพื่อใช้ในการทดสอบสมมติฐานสำหรับการประเมินนัยสำคัญทางสถิติจะใช้ heteroskedasticity-robust variance-covariance matrix สำหรับทั้งสมการ (5) และ (6)

3.2 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลครัวเรือนเกษตรกรชาวสวนยางที่ใช้ในงานวิจัยนี้มาจาก สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งเป็นข้อมูลสำรวจภาวะเศรษฐกิจสังคมครัวเรือนและแรงงานเกษตร ตั้งแต่ปีเพาะปลูก พ.ศ. 2549/50 ถึง 2562/63 (หรือ ช่วงปี ค.ศ. 2007 ถึง 2020) เป็นจำนวนทั้งสิ้น 14 ปี เป็นข้อมูลแบบภาคตัดขวางเชื่อมโยงระดับตำบลร่วมกับข้อมูลอากาศประเภท reanalysis data จากฐานข้อมูล ERA5 โดยหน่วยงาน European Center for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)

ข้อมูล historical reanalysis data ในงานวิจัยนี้เป็นข้อมูลสภาพอากาศที่ค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงระดับความละเอียด 0.1 องศา หรือ ประมาณ 9 ตารางกิโลเมตร แล้วคำนวณเฉลี่ยเป็นรายตำบล มีค่าความถี่ของข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ยรายปี โดยเลือกระยะเวลาช่วงเริ่มต้นและสิ้นสุดของแต่ละปี ตรงกับช่วงเวลาปีเพาะปลูกของการสำรวจกลุ่มตัวอย่างครัวเรือนสำหรับข้อมูลสำรวจภาวะเศรษฐกิจสังคมครัวเรือนและแรงงานเกษตรของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (Prommawin et al., 2022)

โครงการสำรวจข้อมูลสำรวจภาวะเศรษฐกิจสังคมครัวเรือนและแรงงานเกษตรดังกล่าวเก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะครัวเรือนโดยละเอียด ประกอบด้วยรายได้ของครัวเรือนจากทุกแหล่งรวมถึงรายการกิจกรรมการเกษตรอื่น ๆ ทั้งการปลูกพืชชนิดต่าง ๆ การใช้ปุ๋ย การเก็บเกี่ยวผลผลิต การปุ๋ยสัตว์ การประมง และการถือครองที่ดิน เป็นต้น

ข้อมูลครัวเรือนเกษตรกรที่เพาะปลูกยางพารา มีครอบคลุมทุกภูมิภาคทั่วประเทศไทย อย่างไรก็ตาม ภาคเหนือมีข้อมูลจากการสำรวจเพียง 308 ครัวเรือน ดังนั้น เราจึงไม่นำภาคเหนือมาพิจารณาไปด้วย ทำให้ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาระดับประเทศทั้งหมด มีจำนวนทั้งสิ้น 9,175 ครัวเรือน ครอบคลุม 3 ภูมิภาคของประเทศไทย ได้แก่ ภาคกลาง ภาคอีสาน และภาคใต้

เมื่อพิจารณาพื้นที่ภาคใต้ งานวิจัยนี้ได้แบ่งพื้นที่สภาพทางอุทกนิยมิวิทยา โดยศูนย์ติดตามและแก้ไขปัญหาภัยพิบัติด้านการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ แบ่งเป็น ก. ภาคใต้ฝั่งตะวันออก หรือภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย และ ข. ภาคใต้ฝั่งตะวันตก หรือภาคใต้ฝั่งอันดามัน ซึ่งเหมาะสมกับการพิจารณาปริมาณเพาะปลูกยางพาราตามผลกระทบของปริมาณน้ำฝน เพราะภาคใต้ฝั่งตะวันออกจะมีปริมาณฝนตกชุกมากกว่าภาคใต้ฝั่งตะวันตก

ตารางที่ 2 แสดงค่าสถิติเชิงพรรณนาของตัวแปรผลผลิตยางพารา ปัจจัยการผลิตทั้ง 4 ชนิด และตัวแปรอื่นที่ใช้ในการศึกษา พบว่าปริมาณผลผลิตยางพาราของครัวเรือนเกษตรกรเฉลี่ยเท่ากับ 5,002.72 กิโลกรัม อุณหภูมิเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 26.08 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนรวมเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 1,208.83 มิลลิเมตร พื้นที่ปลูกยางพารามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.88 ไร่ โดยมีความแตกต่างของพื้นที่ปลูกยางพาราที่มากที่สุดและที่น้อยที่สุดอยู่ถึง 399.5 ไร่ เกษตรกรที่ปลูกยางพาราใช้แหล่งน้ำหลักที่มาจากน้ำฝนมากที่สุดถึง 93% และใช้แหล่งน้ำหลักจากการสูบน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติเพียง 6% เท่านั้น และ สัดส่วนที่ดินที่เข้าถึงชลประทานค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7%

ตารางที่ 2. ค่าสถิติเชิงพรรณนาของตัวแปรผลผลิตยางพาราของทุกภาคของประเทศไทย

ตัวแปร	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
Panel A: ปริมาณผลผลิตและรายได้					
ปริมาณผลผลิตยางพารา (กิโลกรัม)	9,388	5,002.72	17,730.50	1.00	1,522,800
Panel B: ปัจจัยการผลิต					
จำนวนแรงงาน (คน)	9,388	2.24	1.00	1.00	8.00
ค่าใช้จ่ายในการทำการเกษตร (บาท)	9,388	62,413	119,194	59.74	3,847,832

ตัวแปร	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
มูลค่าสินทรัพย์ทางการเกษตร ปีฐาน คือ 2019 (บาท)	9,388	82,447	433,112	12.03	30,218,702
Panel C: สภาพอากาศประจำปี					
อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี (องศาเซลเซียส)	9,292	26.08	0.72	22.44	28.11
อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี ในรูปกำลังสอง (องศาเซลเซียส กำลังสอง)	9,292	680.55	37.26	503.59	790.06
ปริมาณน้ำฝนรวมรายปี (มิลลิเมตร)	9,292	1,210.82	343.19	483.73	2,668.94
ปริมาณน้ำฝนรวมรายปี ในรูปกำลังสอง (มิลลิเมตร กำลังสอง)	9,292	1,583,857	895,608	233,993	7,123,241
Panel D: ลักษณะครัวเรือน					
เพศของหัวหน้าครัวเรือน (ผู้หญิง =1)	9,388	21%	40%	0%	100%
อายุของหัวหน้าครัวเรือน (อายุมากกว่า 65 ปี =1)	9,388	23%	42%	0%	100%
ระดับการศึกษาของหัวหน้าครัวเรือน (สำเร็จ การศึกษาสูงกว่ามัธยมต้น =1)	9,388	32%	47%	0%	100%
สมาชิก (สมาชิก ธ.ก.ส./สหกรณ์ = 1)	9,388	45%	50%	0%	100%
Panel E: ลักษณะพื้นที่					
พื้นที่ปลูกยางพารา (ไร่)	9,388	16.86	16.91	0.50	400.00
แหล่งน้ำหลัก (น้ำฝน=1)	9,284	93%	25%	0%	100%
แหล่งน้ำหลัก (สูบน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ=1)	9,284	6%	23%	0%	100%
สัดส่วนที่ดินที่เข้าถึงชลประทาน	9,290	7%	23%	0%	100%
ปลูกยางพาราเพียงอย่างเดียว (อาจทำปศุสัตว์หรือ ประมงด้วย)	9,377	36%	48%	0%	100%

ที่มา: จากการคำนวณ และหน่วยของจำนวนคือ ครัวเรือน

4. ผลการศึกษา

ข้อมูลของการผลิตยางพาราครอบคลุมทั้งประเทศไทย ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ตั้งแต่ปี 2007 ถึงปี 2020 ถูกนำมาสร้างตัวแปรปริมาณผลผลิตยางพาราและปัจจัยการผลิต รวมทั้งปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อ

ผลผลิตยางพารา โดยคำจำกัดความของตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 อันจะเป็นประโยชน์ทางด้านการตัดสินใจว่าจะปรับสัดส่วนปัจจัยการผลิตหรือตัวแปรควบคุมต่าง ๆ ให้เพิ่มขึ้นหรือลดลงเพื่อให้ปริมาณผลผลิตยางพาราสูงที่สุด

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการทดสอบความแกร่งทางสถิติ (Robustness) คือ การควบคุมตัวแปรที่เกี่ยวข้องเพื่อยืนยันผลการคำนวณหลัก โดยแบ่งแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาออกเป็น 5 แบบจำลอง ซึ่งแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3 โดยตัวแปรทางด้านสภาพอากาศ มีตัวแปรคือ อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี อุณหภูมิเฉลี่ยรายปีในรูปกำลังสอง ปริมาณน้ำฝนรวมรายปี ปริมาณน้ำฝนรวมรายปีในรูปกำลังสอง ตัวแปรควบคุมทางด้านลักษณะของคร้วเรือน ได้แก่ เพศของหัวหน้าคร้วเรือน (ผู้หญิง =1) อายุของหัวหน้าคร้วเรือน (อายุมากกว่า 65 ปี =1) และระดับการศึกษาของหัวหน้าคร้วเรือน (สำเร็จการศึกษาสูงกว่ามัธยมต้น =1) ตลอดจนตัวแปรควบคุมด้านลักษณะพื้นที่ของการปลูกยางพารา มีตัวแปรดังต่อไปนี้ พื้นที่ปลูกยางพารา ทำเกษตรผสมผสาน (ปลูกยางพาราเพียงอย่างเดียว =1) แหล่งน้ำหลัก (น้ำฝน =1) และแหล่งน้ำหลัก (สูบน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ =1)

ตารางที่ 3. ตัวแปรควบคุม (control variables)

ตัวแปรควบคุมในแบบจำลอง	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
สภาพอากาศ		✓			✓
ลักษณะของคร้วเรือน			✓		✓
ลักษณะพื้นที่ของการปลูกยางพารา				✓	✓

หมายเหตุ: เครื่องหมาย ✓ แสดงถึงการกำหนดตัวแปรควบคุมแต่ละประเภทในแบบจำลอง โดยมีตัวแปรทางซ้ายมือ หรือ ตัวแปรตาม คือ \ln (ปริมาณผลผลิตยางพารา)

เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรนั้นมีค่าเป็นลบ แสดงว่าปัจจัยตัวแปรดังกล่าวส่งผลกระทบต่อผลผลิตยางพารา หรือเมื่อปัจจัยอื่น ๆ คงที่ หากมีการใช้ปัจจัยนี้เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ผลผลิตยางพาราโดยเฉลี่ยลดลง ในทางกลับกัน เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรนั้นมีค่าเป็นบวก แสดงว่า ปัจจัยตัวแปรดังกล่าวส่งผลกระทบต่อ

ผลผลิตยางพารา เมื่อปัจจัยอื่น ๆ คงที่ หากปัจจัยนั้นเปลี่ยนแปลงไปจะส่งผลให้ผลผลิตยางพาราเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันด้วย

จากผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลองเส้นพรมแดนการผลิตเชิงสุ่มและความด้อยประสิทธิภาพของผลผลิตยางพารา ในรูปแบบของ Cobb-Douglas ในรูปของ logarithm ดังแสดงในตารางที่ 4 พบว่า ค่าประมาณที่ได้อยู่ในเกณฑ์ที่เป็นที่น่าพอใจในแง่ของ robustness และ ความสมเหตุสมผลของทิศทางค่าสัมประสิทธิ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรค่าใช้จ่ายในการทำการเกษตร และพื้นที่ปลูกลายพารา นั้นมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99.9% หรือนัยสำคัญระดับสูงมากทั้งในระดับประเทศและรายภูมิภาค

จากผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์แบบจำลองเส้นพรมแดนการผลิตเชิงสุ่มของผลผลิตยางพารา ตามตารางที่ 4 พบว่าในระดับประเทศไทย ปัจจัยการผลิตทั้ง 4 ชนิดมีค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวก ในแบบจำลองที่ 1 ปัจจัยการผลิตชนิด ค่าใช้จ่ายในการทำการเกษตรเปลี่ยนแปลง 1% ทำให้ผลผลิตยางพาราโดยเฉลี่ยเปลี่ยนแปลง 6.9% ในทิศทางเดียวกัน เมื่อปัจจัยอื่น ๆ คงที่ และค่าสัมประสิทธิ์หรือค่าความยืดหยุ่นของการใช้ปัจจัยการผลิตชนิด พื้นที่การปลูกลายพาราเท่ากับ 0.683 กล่าวคือ เมื่อปัจจัยอื่น ๆ คงที่แล้ว พื้นที่ของการปลูกลายพาราเปลี่ยนแปลงร้อยละ 1 ทำให้ผลผลิตยางพาราโดยเฉลี่ยเปลี่ยนแปลง 68.3% ในทิศทางเดียวกัน โดย ในภาคกลางมีสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรของจำนวนคนในครัวเรือนที่ทำการเกษตรเพียงอย่างเดียวเป็นลบ หรือมีทิศทางตรงกันข้ามกับผลผลิตยางพารา ซึ่งให้ผลแตกต่างจากภาคอื่น ๆ และในภาคใต้ฝั่งตะวันตกมีสัมประสิทธิ์ของตัวแปรของมูลค่าสินทรัพย์ทางการเกษตรเป็นลบ หรือให้ผลในทิศทางตรงกันข้ามกับผลผลิตยางพารา ซึ่งให้ผลแตกต่างจากภาคอื่น ๆ เช่นเดียวกัน โดยไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4. ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์แบบจำลองเส้นพรมแดนการผลิตเชิงสุ่มของผลผลิตยางพารา

ตัวแปรตาม: ln (ปริมาณผลผลิตยางพารา)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
ประเทศไทย					
ln (ค่าใช้จ่ายในการทำการเกษตร ปีฐาน คือ 2019)	0.069*** (0.0001)	0.070*** (0.0001)	0.070*** (0.0001)	0.071*** (0.0001)	0.074*** (0.0001)
ln (พื้นที่ปลูกยางพารา)	0.683*** (0.0001)	0.681*** (0.0001)	0.681*** (0.0001)	0.683*** (0.0001)	0.678*** (0.0001)
ln (มูลค่าสินทรัพย์ทางการเกษตร ปีฐาน คือ 2019)	0.009 (0.064)	0.009 (0.065)	0.007 (0.134)	0.008 (0.082)	0.007 (0.144)
ln (จำนวนแรงงาน)	0.031 (0.058)	0.027 (0.095)	0.034* (0.041)	0.034* (0.036)	0.034* (0.042)
ภาคกลาง					
ln (ค่าใช้จ่ายในการทำการเกษตร ปีฐาน คือ 2019)	0.115*** (0.0001)	0.110*** (0.0001)	0.113*** (0.0001)	0.125*** (0.0001)	0.120*** (0.0001)
ln (พื้นที่ปลูกยางพารา)	0.680*** (0.0001)	0.684*** (0.0001)	0.683*** (0.0001)	0.665*** (0.0001)	0.673*** (0.0001)
ln (มูลค่าสินทรัพย์ทางการเกษตร ปีฐาน คือ 2019)	0.001 (0.939)	0.001 (0.947)	-0.001 (0.978)	0.008 (0.659)	0.006 (0.756)
ln (จำนวนแรงงาน)	-0.020 (0.718)	-0.026 (0.646)	-0.029 (0.600)	-0.012 (0.838)	-0.026 (0.637)

ตัวแปรตาม: ln (ปริมาณผลผลิตยางพารา)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ					
ln (ค่าใช้จ่ายในการทำการเกษตร ปีฐาน คือ 2019)	0.096*** (0.0001)	0.096*** (0.0001)	0.097*** (0.0001)	0.110*** (0.0001)	0.111*** (0.0001)
ln (พื้นที่ปลูกยางพารา)	0.681*** (0.0001)	0.676*** (0.0001)	0.680*** (0.0001)	0.669*** (0.0001)	0.663*** (0.0001)
ln (มูลค่าสินทรัพย์ทางการเกษตร ปีฐาน คือ 2019)	0.013 (0.166)	0.014 (0.144)	0.012 (0.196)	0.017 (0.072)	0.017 (0.078)
ln (จำนวนแรงงาน)	0.030 (0.335)	0.029 (0.357)	0.037 (0.240)	0.037 (0.233)	0.044 (0.166)
ภาคใต้ฝั่งตะวันออก					
ln (ค่าใช้จ่ายในการทำการเกษตร ปีฐาน คือ 2019)	0.067*** (0.0001)	0.068*** (0.0001)	0.068*** (0.0001)	0.071*** (0.0001)	0.073*** (0.0001)
ln (พื้นที่ปลูกยางพารา)	0.691*** (0.0001)	0.686*** (0.0001)	0.689*** (0.0001)	0.688*** (0.0001)	0.682*** (0.0001)
ln (มูลค่าสินทรัพย์ทางการเกษตร ปีฐาน คือ 2019)	0.002 (0.763)	0.002 (0.707)	0.001 (0.850)	0.002 (0.758)	0.002 (0.804)
ln (จำนวนแรงงาน)	0.042 (0.060)	0.042 (0.063)	0.039 (0.092)	0.049* (0.027)	0.045* (0.048)

ตัวแปรตาม: ln (ปริมาณผลผลิตยางพารา)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
ภาคใต้ฝั่งตะวันตก					
ln (ค่าใช้จ่ายในการทำการเกษตร ปีฐาน คือ 2019)	0.079*** (0.0001)	0.083*** (0.001)	0.079*** (0.001)	0.082*** (0.001)	0.086*** (0.001)
ln (พื้นที่ปลูกยางพารา)	0.629*** (0.0001)	0.628*** (0.0001)	0.626*** (0.0001)	0.627*** (0.0001)	0.623*** (0.0001)
ln (มูลค่าสินทรัพย์ทางการเกษตร ปีฐาน คือ 2019)	-0.007 (0.511)	-0.007 (0.544)	-0.009 (0.430)	-0.008 (0.490)	-0.009 (0.419)
ln (จำนวนแรงงาน)	0.048 (0.146)	0.056 (0.089)	0.049 (0.146)	0.052 (0.116)	0.061 (0.069)

หมายเหตุ: ค่า p -value แสดงได้สัมพันธ์ที่ประมาณค่าได้ โดยที่ * คือ $p < 0.05$, ** คือ $p < 0.01$, และ *** คือ $p < 0.001$ โดยแบบจำลอง (1)-(5) มีตัวแปรควบคุมตามรายละเอียดในตารางที่ 3

จากผลการศึกษาซึ่งแสดงในภาคผนวก พบว่าตัวแปรปริมาณน้ำฝนมีค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบและตัวแปรปริมาณน้ำฝนในรูปแบบกำลังสองมีค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวก แต่ตัวแปรทั้งสองไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงถึงเมื่อปัจจัยอื่น ๆ คงที่แล้วการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำฝนจะไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตยางพารา ซึ่งผลค่าสัมประสิทธิ์ของปริมาณน้ำฝนสอดคล้องกับผลการศึกษาของศุภวัฒน์ รุ่งสุริยะวิบูลย์ (2555) ว่าตัวแปรปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นจะไม่ส่งผลให้เกิดความต้อยประสิทธิภาพเชิงเทคนิคในการผลิตยางพาราหรือไม่ทำให้ผลผลิตยางพาราลดลง แต่ขัดแย้งกับผลการศึกษาของเนตินัย พระไตรยะ (2551) ที่ว่าน้ำฝนมีปริมาณเพิ่มขึ้นจะส่งผลกระทบต่อผลผลิตยางพาราในทิศทางตรงข้ามหรือทำให้ปริมาณผลผลิตยางพาราลดลง

ผลการศึกษาในภาคผนวกแสดงผลของอุณหภูมิว่ามีค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวกและอุณหภูมิในรูปแบบกำลังสองมีค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบ แสดงถึงการมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันจนถึงช่วงอุณหภูมิประมาณ 26 องศาเซลเซียสแล้วความสัมพันธ์จะเป็นไปในทิศทางตรงข้าม นั่นคือ เมื่อปัจจัยอื่น ๆ คงที่แล้ว ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 26 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นจะส่งผลกระทบต่อผลผลิตยางพาราในทิศทางเดียวกันหรือทำให้ปริมาณผลผลิตยางพาราเพิ่มขึ้น แต่เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 26 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นจะส่งผลกระทบต่อผลผลิต

ยางพาราในทิศทางตรงกันข้ามหรือทำให้ปริมาณผลผลิตยางพาราลดลง ซึ่งผลค่าสัมประสิทธิ์ขัดแย้งกับผลการศึกษาของศุภวัจน รุ่งสุริยะวิบูลย์ (2555)

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ว่าด้วยตัวแปรอายุของเกษตรกร ให้ผลว่า อายุของเกษตรกรมีสัมประสิทธิ์เป็นลบเมื่อปัจจัยอื่น ๆ คงที่ กล่าวคือ เกษตรกรที่มีอายุมากกว่า 65 ปีผลผลิตยางพาราโดยเฉลี่ยต่ำกว่าเกษตรกรที่มีอายุน้อยกว่า 65 ปี ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับผลการศึกษาของวีรณัฐ วิจิตร และ คณะ (2562) ว่าเมื่ออายุของเกษตรกรที่มีอายุมากกว่า 60 ปีให้ผลผลิตยางพาราโดยเฉลี่ยต่ำกว่าเกษตรกรที่มีอายุ 20-59 ปี

การศึกษาในครั้งนี้ว่าด้วยตัวแปรของเพศ แสดงผลว่าเพศของหัวหน้าครัวเรือนที่เป็นเพศหญิงมีสัมประสิทธิ์เป็นลบ แสดงถึงเมื่อปัจจัยอื่น ๆ คงที่ ปริมาณผลผลิตยางพาราโดยเฉลี่ยครัวเรือนที่มีหัวหน้าครัวเรือนเป็นเพศหญิงจะต่ำกว่าครัวเรือนที่มีหัวหน้าครัวเรือนเป็นเพศชาย ซึ่งขัดแย้งกับผลการศึกษาของ Jitti Kittilertpaisan, Kallaya Kittilertpaisan และ Phakhaphon Khatiwat (2559) ว่าเพศของเกษตรกร (เพศชาย =1) มีสัมประสิทธิ์เป็นลบ แสดงถึงเมื่อปัจจัยอื่น ๆ คงที่ ปริมาณผลผลิตยางพาราโดยเฉลี่ยของเกษตรกรเพศชายจะต่ำกว่าเพศหญิง

ผลการศึกษาในครั้งนี้แสดงผลของตัวแปรระดับการศึกษาว่า ระดับการศึกษาของหัวหน้าครัวเรือน (สำเร็จการศึกษาสูงกว่ามัธยมต้น =1) มีค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวก หมายถึงเมื่อปัจจัยอื่น ๆ คงที่แล้ว ครัวเรือนที่มีหัวหน้าครัวเรือนสำเร็จการศึกษาสูงกว่ามัธยมต้นจะมีผลผลิตยางพาราโดยเฉลี่ยสูงกว่าครัวเรือนที่มีหัวหน้าครัวเรือนสำเร็จการศึกษาต่ำกว่ามัธยมต้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Jitti Kittilertpaisan, Kallaya Kittilertpaisan และ Phakhaphon Khatiwat (2559) แต่ขัดแย้งกับผลการศึกษาของเนตินัย พระไตรยะ (2551) และของศุภวัจน รุ่งสุริยะวิบูลย์ (2555)

ประสิทธิภาพการผลิตของประเทศไทยและรายภูมิภาค

แบบจำลองเส้นพรมแดนการผลิตเชิงสุ่มของประเทศไทยสามารถนำมาคำนวณประสิทธิภาพเชิงเทคนิค หรือ TE ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่างศูนย์ถึงหนึ่ง ทำให้ประเมินได้ว่า การเพาะปลูกยางพาราของเกษตรกรไทย มีประสิทธิภาพเพียงใด และสามารถเปรียบเทียบในระดับภูมิภาคได้โดยใช้เส้นพรมแดนการผลิตเชิงสุ่มของประเทศไทยเป็นเกณฑ์เปรียบเทียบ

ผลการคำนวณแสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของประเทศไทยอยู่ที่ 66% โดยมีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 72% และประสิทธิภาพการผลิตยางพาราเฉลี่ยทั้งหมดของประเทศไทยและแต่ละภาคอยู่ในเกณฑ์ที่สูงมาก ซึ่งส่วนใหญ่ให้ผลที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน แต่ในเปอร์เซ็นต์ที่ 1 และที่ 5 มีประสิทธิภาพการผลิตยางพาราของภาคตะวันออกเฉียงเหนือค่อนข้างแตกต่างกับภาคอื่น ๆ อยู่เล็กน้อย โดยเปอร์เซ็นต์ที่ 99 ของภาคกลางมีประสิทธิภาพสูงที่สุดถึง 99% รองลงมาคือภาคใต้ฝั่งตะวันออกซึ่งมีประสิทธิภาพระดับ 98.8% และประสิทธิภาพการผลิตยางพาราโดยเฉลี่ยของประเทศไทยอยู่ที่ 98.8% หากพิจารณาเป็นรายภูมิภาคโดย

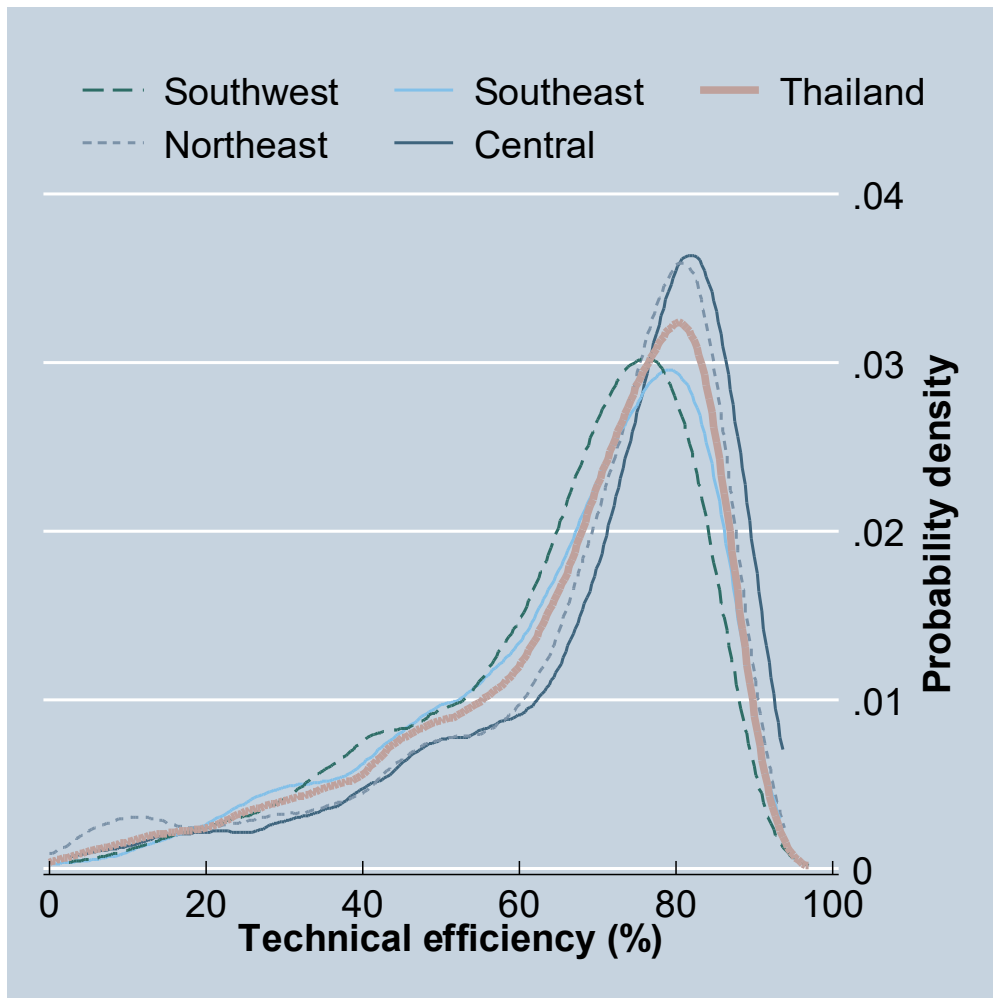
เรียงลำดับตามระดับประสิทธิภาพเชิงเทคนิค จะพบว่าภูมิภาคที่มีประสิทธิภาพสูงสุด คือ ภาคกลาง รองลงมา คือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ฝั่งตะวันออก และภาคใต้ฝั่งตะวันตก ตามลำดับ

ตารางที่ 5. ค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิค (Technical Efficiency) ของการผลิตยางพาราของเกษตรกรไทย

	ประเทศไทย	ภาค			
		กลาง	ตะวันออกเฉียงเหนือ	ใต้ฝั่งตะวันออก	ใต้ฝั่งตะวันตก
จำนวนครัวเรือน	9,169	873	2,539	4,078	1,679
ค่าเฉลี่ย	66.3%	70.2%	67.1%	65.7%	64.7%
SD	18.9%	18.6%	20.2%	18.4%	17.6%
เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 1	9.3%	9.6%	5.5%	13.4%	13.5%
เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5	26.3%	29.2%	20.0%	26.9%	28.2%
เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10	37.9%	42.7%	36.4%	37.3%	38.0%
เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25	56.8%	61.8%	58.8%	55.3%	55.1%
เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50	72.1%	76.6%	74.1%	70.8%	69.6%
เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75	80.4%	83.4%	81.4%	79.7%	77.9%
เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90	85.0%	87.0%	85.4%	84.7%	83.1%
เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95	87.1%	89.0%	87.3%	87.0%	85.1%
เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99	90.1%	92.0%	89.7%	90.1%	88.3%

ลักษณะการกระจายของประสิทธิภาพเชิงเทคนิคเป็นรายภูมิภาคเปรียบเทียบกับประเทศไทยสามารถแสดงรูปการกระจายของข้อมูลโดยใช้ kernel density estimate ดังภาพที่ 2 ซึ่งพบว่า ครุว์เรือนเกษตรกรที่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคต่ำมักจะอยู่ในภาคใต้ฝั่งตะวันออกและภาคใต้ฝั่งตะวันตก

ภาพที่ 2. ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น (probability density function)



ที่มา: ประมาณการโดยใช้วิธี kernel function แบบ Epanechnikov

ปัจจัยที่มีผลต่อความไม่มีประสิทธิภาพในการผลิต

ค่าประมาณของความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคในการผลิตของเกษตรกรที่เพาะปลูกยางพารา หรือ \hat{u}_i สามารถนำมาวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความไม่มีประสิทธิภาพได้โดยใช้สมการถดถอยที่ประมาณค่าด้วยวิธี Ordinary Least Squares (OLS) ด้วยปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความด้อยประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของผลผลิต

ยางพารา เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ที่ประมาณได้จากสมการความด้อยประสิทธิภาพ หากค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณได้มีค่าเป็นลบ แสดงถึงปัจจัยนั้นจะไม่ส่งผลกระทบต่อเกิดความด้อยประสิทธิภาพเชิงเทคนิคในการผลิตยางพาราหรือหมายถึงการเพิ่มขึ้นของปัจจัยนั้นส่งผลให้ผลผลิตยางพาราเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ในทางตรงข้าม หากค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณได้มีค่าเป็นบวก แสดงถึงปัจจัยนั้นจะส่งผลกระทบต่อเกิดความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคในการผลิตยางพารา

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความด้อยประสิทธิภาพในการผลิตยางพาราของประเทศไทยได้ถูกแสดงไว้ในตารางที่ 6 จากการศึกษาพบว่า การมีหนี้สินด้านการเกษตร ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวก ส่งผลต่อการลดลงของประสิทธิภาพทางเทคนิค (หรือมีความสัมพันธ์ต่อความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคต่อการปลูกยางพาราเพิ่มสูงขึ้น) และมีระดับนัยสำคัญทางสถิติทางสถิติที่ระดับ 99% หรือมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับสูง อย่างไรก็ตาม การปลูกยางพาราเพียงอย่างเดียว และระดับการศึกษาของหัวหน้าครัวเรือนมีค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบ แสดงถึงว่าปัจจัยเหล่านี้มีผลทำให้ประสิทธิภาพเชิงเทคนิคเพิ่มสูงขึ้น

ตารางที่ 6. ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ปัจจัยที่มีผลต่อความไม่มีประสิทธิภาพในการผลิตระดับประเทศ

ตัวแปรตาม: ความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค (U_i)	(1)	(2)	(3)	(4)
หนี้สินด้านการเกษตร (มีหนี้สิน=1)	0.023** (0.005)	0.024** (0.003)		
แหล่งน้ำหลัก (น้ำฝน=1)	-0.025 (0.097)	-0.027 (0.081)	-0.025 (0.094)	-0.027 (0.079)
สัดส่วนของที่ดินที่ใช้ในการเกษตรที่เข้าถึงชลประทาน (%)	0.001 (0.930)	0.002 (0.900)	-0.0001 (0.997)	0.0001 (0.977)
พื้นที่ปลูกยางพารา (ไร่)	0.0001 (0.697)	0.0001 (0.721)	0.0001 (0.529)	0.0001 (0.543)
พื้นที่ปลูกยางพารา (ไร่) ในรูปกำลังสอง	-0.0001 (0.133)	-0.0001 (0.150)	-0.0001 (0.067)	-0.0001 (0.075)

ตัวแปรตาม: ความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค (U_i)	(1)	(2)	(3)	(4)
ปลูกยางพาราเพียงอย่างเดียว	-0.045*** (0.0001)	-0.046*** (0.0001)	-0.048*** (0.0001)	-0.049*** (0.0001)
ระดับการศึกษาของหัวหน้าครัวเรือน (สำเร็จการศึกษาระดับประถมหรือสูงกว่า =1)		-0.024** (0.003)		-0.023** (0.004)

หมายเหตุ: ค่า p -value แสดงได้ค่าประมาณสัมประสิทธิ์โดยที่ * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, และ *** $p < 0.001$

ที่มา: ตารางผนวกที่ 6. ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ปัจจัยที่มีผลต่อความไม่มีประสิทธิภาพในการผลิต (ประเทศไทย)

5. สรุปผลการวิจัยและอภิปราย

งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองการวิเคราะห์เส้นพรมแดนการผลิตเชิงสุ่ม (Stochastic Production Frontier หรือ SPF model) สำหรับครัวเรือนเกษตรกรที่การเพาะปลูกยางพาราในประเทศไทยและรายภูมิภาค โดยใช้ข้อมูลสำรวจภาวะเศรษฐกิจสังคมครัวเรือนและแรงงานเกษตรของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เป็นครัวเรือนเกษตรกรที่เพาะปลูกยางพาราทั้งประเทศจำนวน 9,175 ครัวเรือน สามารถจำแนกเป็นภาคกลาง 875 ครัวเรือน ภาคอีสาน 2,539 ครัวเรือน ภาคใต้ฝั่งตะวันออก 4,080 ครัวเรือน และภาคใต้ฝั่งตะวันตก 1,681 ครัวเรือน ช่วงปีเพาะปลูก พ.ศ. 2549/50 ถึง 2562/63 ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เชื่อมโยงรายตำบลกับข้อมูลสภาพภูมิอากาศประเภท reanalysis data จากฐานข้อมูล ERA5 เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงเทคนิคในการผลิตยางพาราของทั้งประเทศไทย

เมื่อวิเคราะห์ตามรายภูมิภาคและระดับประเทศ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยการผลิตประเภทรายจ่ายทางเกษตรและพื้นที่ปลูกยางพารามีค่าเป็นบวก กล่าวคือ เป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตยางพาราในทิศทางเดียวกัน โดยมีระดับนัยสำคัญระดับสูงมาก ในขณะที่มูลค่าทรัพย์สินการเกษตรไม่มีผลต่อปริมาณผลผลิตเมื่อกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่ และจำนวนแรงงานค่อนข้างมีผลน้อยมากต่อปริมาณผลผลิตยางพารา

เมื่อพิจารณาด้านตัวแปรทางสภาพอากาศ ปริมาณผลผลิตของประเทศไทย ตลอดทั้งภาคกลาง ภาคอีสาน และภาคใต้ฝั่งตะวันออก ต่างได้รับผลจากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณน้ำฝนไม่มีผลต่อปริมาณการผลิต ยกเว้นในภาคใต้ฝั่งตะวันออกที่ปริมาณน้ำฝนมีผลในทิศทางบวกเล็กน้อย

งานวิจัยนี้ยังพบว่า เพศของหัวหน้าครัวเรือนไม่มีผลต่อปริมาณผลผลิต แต่ครัวเรือนเกษตรกรที่หัวหน้าครัวเรือนมีอายุเพิ่มสูงขึ้นมีแนวโน้มที่ปริมาณผลผลิตจะลดลง นอกจากนี้ยังพบด้วยว่า ตัวแปรด้านแหล่งน้ำมีผลที่

แตกต่างกันหลากหลายตามแต่ละภูมิภาค ในขณะที่สัดส่วนที่ดินที่มีระบบชลประทานไม่มีผลต่อปริมาณผลผลิต และการปลูกสวนยางพาราเพียงอย่างเดียว จะช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิตได้สำหรับเกษตรกรชาวสวนยางในภาคอีสาน

ผลการวัดความด้อยประสิทธิภาพในการผลิตยางพาราแสดงให้เห็นว่า ประเทศไทยยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้อีกประมาณ 33% จากประสิทธิภาพเชิงเทคนิคสูงสุด ณ เส้นพรมแดนการผลิต โดยภาคตะวันออกเฉียงเหนือค่อนข้างมีประสิทธิภาพการผลิตยางพาราต่ำกว่าภาคอื่น ๆ โดยเฉพาะในกลุ่มเกษตรกรที่มีกำลังการผลิตค่อนข้างน้อย ยิ่งไปกว่านั้น หนี้สินด้านการเกษตรก่อให้เกิดความด้อยประสิทธิภาพในการผลิตยางพาราเพิ่มสูงขึ้น

ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีข้อเสนอแนะตามหลักฐานเชิงประจักษ์ว่า

1. รัฐบาลควรจำเป็นต้องดำเนินมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตยางพาราให้มากขึ้น อย่างน้อยเพื่อทดแทนผลกระทบของนโยบายลดพื้นที่ปลูกยางพารา เพราะข้อค้นพบเชิงประจักษ์แสดงให้เห็นว่า การเพิ่มขนาดพื้นที่เพาะปลูกมีผลสำคัญต่อการเพิ่มปริมาณผลผลิตยางพารา
2. รัฐบาลควรดำเนินนโยบายการประกันรายได้ของเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือแบบมุ่งเป้าโดยเร่งด่วน เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตยางพาราให้ใกล้เคียงกับภาคอื่น ๆ มากขึ้น
3. ข้อมูลทางสถิติแสดงให้เห็นว่า เมื่อรัฐบาลดำเนินนโยบายช่วยให้หนี้สินของเกษตรกรลดลง จะส่งผลให้ประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยในการผลิตเพิ่มขึ้น

ข้อเสนอแนะข้างต้นนี้เป็นข้อเสนอเพื่อให้การผลิตยางพารามีประสิทธิภาพเพิ่มสูงขึ้น ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมยางพาราของประเทศตั้งแต่ต้นน้ำ และเป็นการส่งเสริมการพัฒนาสวนยางพารายั่งยืนเพื่อความมั่นคงทางเศรษฐกิจของเกษตรกรที่เพาะปลูกยางพารา

บรรณานุกรม

- Aigner, D., Lovell, C.K. and Schmidt, P., 1977. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of econometrics*, 6(1), pp.21-37.
- Battese, G.E. and Coelli, T.J., 1995. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. *Empirical economics*, 20, pp.325-332.
- Huang, C.J. and Liu, J.T., 1994. Estimation of a non-neutral stochastic frontier production function. *Journal of productivity analysis*, 5(2), pp.171-180.

- Kittilertpaisan, J., Kittilertpaisan, K. and Khatiwat, P., 2016. Technical efficiency of rubber farmers' in Changwat Sakon Nakhon: Stochastic frontier analysis. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 6(6), pp.138-141.
- Kumbhakar, S.C., Ghosh, S. and McGuckin, J.T., 1991. A generalized production frontier approach for estimating determinants of inefficiency in US dairy farms. *Journal of Business & Economic Statistics*, 9(3), pp.279-286.
- Meeusen, W. and van Den Broeck, J., 1977. Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. *International economic review*, pp.435-444.
- Poungchompu, S. and Chantanop, S., 2015. Factor affecting technical efficiency of smallholder rubber farming in Northeast Thailand. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 10(2), pp.83-90.
- Prommawin, B., Svavasut, N., Tanpraphan, S., Saengavut, V., Jithitikulchai, T., Attavanich, W. and McCarl, B.A., 2022. Impacts of Climate Change and Agricultural Diversification on Agricultural Production Value of Thai Farm Households (No. 184). Puey Ungphakorn Institute for Economic Research.
- เนตินัย พระไตรยะ. (2551). การศึกษาประสิทธิภาพการผลิตยางพาราในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย โดยวิธีเส้นพรมแดนการผลิตเชิงเส้นสุ่ม. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- วีรณัฐ วิจิตร และ คณະ. (2562). การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างอายุประชากรภาคเกษตรและประสิทธิภาพการผลิตพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย. *วารสารเศรษฐศาสตร์และนโยบายสาธารณะ*. 10 (19): 1-17
- ศุภวัฒน์ รุ่งสุริยะวิบูลย์. (2555). การประมาณค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของการผลิตยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. *วารสารเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*. 15(2): กรกฎาคม - ธันวาคม 2554

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์แบบจำลองเส้นพรมแดนการผลิตเชิงสุ่มของผลผลิตยางพารา

(ประเทศไทย)

ตัวแปรตาม: ln (ปริมาณผลผลิตยางพารา)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
ln (ค่าใช้จ่ายในการทำการเกษตร ปีฐาน คือ 2019)	0.069*** (0.0001)	0.070*** (0.0001)	0.070*** (0.0001)	0.071*** (0.0001)	0.074*** (0.0001)
ln (พื้นที่ปลูกยางพารา)	0.683*** (0.0001)	0.681*** (0.0001)	0.681*** (0.0001)	0.683*** (0.0001)	0.678*** (0.0001)
ln (มูลค่าสินทรัพย์ทางการเกษตร ปีฐาน คือ 2019)	0.009 (0.064)	0.009 (0.065)	0.007 (0.134)	0.008 (0.082)	0.007 (0.144)
ln (จำนวนแรงงาน)	0.031 (0.058)	0.027 (0.095)	0.034* (0.041)	0.034* (0.036)	0.034* (0.042)
อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี (องศาเซลเซียส)		1.296* (0.013)			1.343** (0.009)
อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี ในรูปกำลังสอง		-0.025*			-0.026**

(องศาเซลเซียสกำลังสอง)	(0.013)	(0.010)
ปริมาณน้ำฝนรวมรายปี	-0.0001	-0.0001
(มิลลิเมตร)	(0.474)	(0.493)
ปริมาณน้ำฝนรวมรายปี ในรูปกำลังสอง	0.0001	0.0001
(มิลลิเมตรกำลังสอง)	(0.109)	(0.127)
เพศของหัวหน้าครัวเรือน (ผู้หญิง =1)	-0.033	-0.033
	(0.057)	(0.056)
อายุของหัวหน้าครัวเรือน	-0.045**	-0.042*
(อายุมากกว่า 65 ปี =1)	(0.006)	(0.012)
ระดับการศึกษาของหัวหน้าครัวเรือน	0.027	0.027
(สำเร็จการศึกษาสูงกว่ามัธยมต้น =1)	(0.061)	(0.065)
แหล่งน้ำหลัก (น้ำฝน =1)		-0.129**
		(0.001)
แหล่งน้ำหลัก (สูบน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ		
=1)		-0.058
		(0.002)
		-0.055

				(0.105)	(0.126)
สัดส่วนที่ดินที่เข้าถึงชลประทาน			0.012	0.013	
			(0.763)	(0.742)	
ทำเกษตรผสมผสาน			0.004	0.011	
(ปลูกยางพาราเพียงอย่างเดียว =1)			(0.781)	(0.472)	
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (เปรียบเทียบกับ					
ภาคกลาง)	-0.050	-0.016	-0.054	-0.040	-0.009
	(0.101)	(0.682)	(0.082)	(0.208)	(0.829)
ภาคใต้ฝั่งตะวันออก (เปรียบเทียบกับภาค					
กลาง)	-0.187***	-0.186***	-0.192***	-0.188***	-0.190***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
ภาคใต้ฝั่งตะวันตก (เปรียบเทียบกับภาค					
กลาง)	-0.302***	-0.314***	-0.306***	-0.299***	-0.315***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
ปี 2008 (เปรียบเทียบกับ 2007)	-0.104*	-0.126**	-0.103*	-0.095*	-0.116*
	(0.022)	(0.007)	(0.022)	(0.034)	(0.012)

ปี 2009 (เปรียบเทียบกับ 2007)	-0.059	-0.076	-0.061	-0.049	-0.066
	(0.126)	(0.051)	(0.116)	(0.205)	(0.089)
ปี 2010 (เปรียบเทียบกับ 2007)	-0.082	-0.059	-0.084	-0.077	-0.057
	(0.071)	(0.187)	(0.065)	(0.090)	(0.206)
ปี 2011 (เปรียบเทียบกับ 2007)	-0.200***	-0.264***	-0.201***	-0.188***	-0.249***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
ปี 2012 (เปรียบเทียบกับ 2007)	-0.167***	-0.182***	-0.168***	-0.156***	-0.172***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
ปี 2013 (เปรียบเทียบกับ 2007)	-0.091*	-0.080	-0.088*	-0.085*	-0.072
	(0.036)	(0.064)	(0.045)	(0.049)	(0.094)
ปี 2014 (เปรียบเทียบกับ 2007)	-0.029	-0.010	-0.027	-0.021	-0.002
	(0.477)	(0.816)	(0.507)	(0.600)	(0.970)
ปี 2015 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.016	0.028	0.019	0.024	0.039
	(0.698)	(0.485)	(0.634)	(0.550)	(0.334)
ปี 2016 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.130**	0.156***	0.131**	0.134***	0.161***

	(0.001)	(0.0001)	(0.001)	(0.001)	(0.0001)
ปี 2017 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.057	0.038	0.061	0.058	0.045
	(0.133)	(0.328)	(0.104)	(0.116)	(0.239)
ปี 2018 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.172***	0.166***	0.178***	0.179***	0.178***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
ปี 2019 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.117**	0.133***	0.120**	0.122**	0.140***
	(0.003)	(0.001)	(0.002)	(0.002)	(0.0001)
ปี 2020 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.143***	0.178***	0.148***	0.150***	0.187***
	(0.001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
ค่าคงที่	6.099***	-10.684	6.112***	6.190***	-11.210
	(0.0001)	(0.108)	(0.0001)	(0.0001)	(0.090)
Usigma					
ค่าคงที่	-1.623***	-1.633***	-1.627***	-1.614***	-1.627***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
Vsigma					

ค่าคงที่	-1.313***	-1.313***	-1.314***	-1.322***	-1.322***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)

จำนวนครัวเรือน	9175	9175	9175	9175	9175
----------------	------	------	------	------	------

หมายเหตุ: ค่า p -value แสดงได้ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ โดยที่ * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, และ *** $p < 0.001$

ตารางผนวกที่ 2 ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์แบบจำลองเส้นพรมแดนการผลิตเชิงสุ่มของผลผลิตยางพารา

(ภาคกลาง)

ตัวแปรตาม: ln (ปริมาณผลผลิตยางพารา)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
ln (ค่าใช้จ่ายในการทำการเกษตร ปีฐาน คือ					
2019)	0.115***	0.110***	0.113***	0.125***	0.120***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
ln (พื้นที่ปลูกยางพารา)					
	0.680***	0.684***	0.683***	0.665***	0.673***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
ln (มูลค่าสินทรัพย์ทางการเกษตร ปีฐาน คือ					
2019)	0.001	0.001	-0.001	0.008	0.006
	(0.939)	(0.947)	(0.978)	(0.659)	(0.756)
ln (จำนวนแรงงาน)					
	-0.020	-0.026	-0.029	-0.012	-0.026
	(0.718)	(0.646)	(0.600)	(0.838)	(0.637)
อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี					
		3.978*			3.985*
(องศาเซลเซียส)		(0.038)			(0.031)
อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี ในรูปกำลังสอง					
		-0.076*			-0.076*

(องศาเซลเซียสกำลังสอง)	(0.040)	(0.033)
ปริมาณน้ำฝนรวมรายปี	-0.001	-0.001
(มิลลิเมตร)	(0.185)	(0.195)
ปริมาณน้ำฝนรวมรายปี ในรูปกำลังสอง	0.0001	0.0001
(มิลลิเมตรกำลังสอง)	(0.333)	(0.334)
เพศของหัวหน้าครัวเรือน (ผู้หญิง =1)	-0.085	-0.097
	(0.185)	(0.123)
อายุของหัวหน้าครัวเรือน (อายุมากกว่า 65 ปี =1)	-0.053	-0.049
	(0.333)	(0.375)
ระดับการศึกษาของหัวหน้าครัวเรือน	-0.0001	-0.0001
(สำเร็จการศึกษาสูงกว่ามัธยมต้น =1)	(0.998)	(0.996)
แหล่งน้ำหลัก (น้ำฝน=1)		-0.011
		(0.932)
แหล่งน้ำหลัก (สูบน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ=1)		-0.179
		-0.181*

				(0.053)	(0.042)
สัดส่วนที่ดินที่เข้าถึงชลประทาน			0.107	0.119	
			(0.511)	(0.456)	
ทำเกษตรผสมผสาน			0.054	0.057	
(ปลูกยางพาราเพียงอย่างเดียว =1)			(0.362)	(0.334)	
นนทบุรี (เปรียบเทียบกับ สระบุรี)	-0.918***	-1.073***	-0.898***	-0.739***	-0.885**
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.002)
ปราจีนบุรี (เปรียบเทียบกับ สระบุรี)	-0.493*	-0.619*	-0.470*	-0.562*	-0.671*
	(0.040)	(0.014)	(0.044)	(0.033)	(0.014)
ฉะเชิงเทรา (เปรียบเทียบกับ สระบุรี)	-0.251	-0.335	-0.198	-0.320	-0.357
	(0.270)	(0.147)	(0.401)	(0.167)	(0.141)
สระแก้ว (เปรียบเทียบกับ สระบุรี)	-0.953***	-1.044***	-0.921***	-0.988***	-1.052***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
จันทบุรี (เปรียบเทียบกับ สระบุรี)	-0.284*	-0.266*	-0.237	-0.282*	-0.221
	(0.023)	(0.044)	(0.083)	(0.024)	(0.119)

ตราด (เปรียบเทียบกับ สระบุรี)	-0.362**	-0.224	-0.319*	-0.357**	-0.181
	(0.003)	(0.152)	(0.018)	(0.004)	(0.283)
ระยอง (เปรียบเทียบกับ สระบุรี)	-0.217	-0.258*	-0.163	-0.244*	-0.237
	(0.064)	(0.044)	(0.223)	(0.046)	(0.105)
ชลบุรี (เปรียบเทียบกับ สระบุรี)	-0.211	-0.305*	-0.179	-0.251	-0.318*
	(0.109)	(0.032)	(0.204)	(0.070)	(0.040)
สมุทรปราการ (เปรียบเทียบกับ สระบุรี)	0.225	0.059	0.341	0.212	0.163
	(0.324)	(0.843)	(0.168)	(0.362)	(0.610)
กาญจนบุรี (เปรียบเทียบกับ สระบุรี)	-0.759**	-0.464	-0.716**	-0.796**	-0.443
	(0.003)	(0.151)	(0.005)	(0.001)	(0.172)
ราชบุรี (เปรียบเทียบกับ สระบุรี)	-0.777***	-0.966***	-0.688***	-0.806***	-0.905***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
เพชรบุรี (เปรียบเทียบกับ สระบุรี)	-0.628***	-0.870**	-0.608***	-0.635***	-0.871**
	(0.0001)	(0.002)	(0.0001)	(0.0001)	(0.002)
ประจวบคีรีขันธ์ (เปรียบเทียบกับ สระบุรี)	-0.310	-0.378*	-0.256	-0.338	-0.351

	(0.076)	(0.035)	(0.154)	(0.061)	(0.066)
ปี 2008 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.049	0.020	0.057	0.038	0.019
	(0.727)	(0.884)	(0.686)	(0.782)	(0.894)
ปี 2009 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.153	0.157	0.153	0.166	0.175
	(0.231)	(0.251)	(0.235)	(0.194)	(0.208)
ปี 2010 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.199	0.164	0.212	0.213	0.188
	(0.270)	(0.369)	(0.241)	(0.232)	(0.293)
ปี 2011 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.199	0.239	0.206	0.196	0.245
	(0.310)	(0.225)	(0.300)	(0.317)	(0.217)
ปี 2012 (เปรียบเทียบกับ 2007)	-0.007	-0.030	-0.008	0.011	-0.013
	(0.963)	(0.846)	(0.958)	(0.945)	(0.933)
ปี 2013 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.468**	0.483**	0.467**	0.452**	0.466**
	(0.004)	(0.002)	(0.004)	(0.005)	(0.003)
ปี 2014 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.292	0.302	0.298	0.294	0.316
	(0.107)	(0.117)	(0.103)	(0.107)	(0.104)

ปี 2015 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.403*	0.371*	0.423**	0.412**	0.403*
	(0.010)	(0.020)	(0.007)	(0.009)	(0.011)
ปี 2016 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.112	0.045	0.111	0.125	0.054
	(0.438)	(0.767)	(0.444)	(0.397)	(0.726)
ปี 2017 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.285*	0.299*	0.290*	0.308*	0.326*
	(0.043)	(0.033)	(0.040)	(0.027)	(0.018)
ปี 2018 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.348*	0.359**	0.361**	0.366**	0.391**
	(0.010)	(0.009)	(0.008)	(0.006)	(0.004)
ปี 2019 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.423**	0.431**	0.433**	0.423**	0.435**
	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)
ปี 2020 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.207	0.106	0.223	0.246	0.158
	(0.165)	(0.509)	(0.139)	(0.092)	(0.321)
ค่าคงที่	5.794***	-45.500	5.803***	5.643***	-45.845
	(0.0001)	(0.066)	(0.0001)	(0.0001)	(0.055)

Usigma

ค่าคงที่	-1.476***	-1.443***	-1.471***	-1.521***	-1.482***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)

Vsigma

ค่าคงที่	-0.990***	-1.018***	-0.998***	-0.979***	-1.015***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)

จำนวนครัวเรือน	875	875	875	875	875
----------------	-----	-----	-----	-----	-----

หมายเหตุ: ค่า p -value แสดงได้ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ โดยที่ * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, และ *** $p < 0.001$

ตารางผนวกที่ 3 ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์แบบจำลองเส้นพรมแดนการผลิตเชิงสุ่มของผลผลิตยางพารา

(ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)

ตัวแปรตาม: ln (ปริมาณผลผลิตยางพารา)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
ln (ค่าใช้จ่ายในการทำการเกษตร ปีฐาน คือ 2019)	0.096*** (0.0001)	0.096*** (0.0001)	0.097*** (0.0001)	0.110*** (0.0001)	0.111*** (0.0001)
ln (พื้นที่ปลูกยางพารา)	0.681*** (0.0001)	0.676*** (0.0001)	0.680*** (0.0001)	0.669*** (0.0001)	0.663*** (0.0001)
ln (มูลค่าสินทรัพย์ทางการเกษตร ปีฐาน คือ 2019)	0.013 (0.166)	0.014 (0.144)	0.012 (0.196)	0.017 (0.072)	0.017 (0.078)
ln (จำนวนแรงงาน)	0.030 (0.335)	0.029 (0.357)	0.037 (0.240)	0.037 (0.233)	0.044 (0.166)
อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี (องศาเซลเซียส)		2.493* (0.013)			2.501* (0.012)
อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี ในรูปกำลังสอง (องศาเซลเซียสกำลังสอง)		-0.049* (0.013)			-0.049* (0.012)
ปริมาณน้ำฝนทั้งหมดรายปี		0.0001			0.0001

(มิลลิเมตร)	(0.786)	(0.738)
ปริมาณน้ำฝนทั้งหมดรายปี ในรูปกำลังสอง	-0.0001	-0.0001
(มิลลิเมตรกำลังสอง)	(0.892)	(0.787)
เพศของหัวหน้าครัวเรือน (ผู้หญิง =1)	-0.024	-0.033
	(0.471)	(0.312)
อายุของหัวหน้าครัวเรือน	-0.050	-0.053
(อายุมากกว่า 65 ปี =1)	(0.169)	(0.138)
ระดับการศึกษาของหัวหน้าครัวเรือน	0.017	0.022
(สำเร็จการศึกษาสูงกว่ามัธยมต้น =1)	(0.591)	(0.487)
แหล่งน้ำหลัก (น้ำฝน=1)		0.302*
		(0.029)
แหล่งน้ำหลัก (สูบน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ=1)		-0.196**
		(0.010)
สัดส่วนที่ดินที่เข้าถึงชลประทาน		-0.018
		(0.892)
		(0.893)

ทำเกษตรผสมผสาน				0.163***	0.161***
(ปลูกยางพาราเพียงอย่างเดียว =1)				(0.001)	(0.001)
หนองบัวลำภู (เปรียบเทียบกับ เลย)	-0.186	-0.177	-0.181	-0.184	-0.172
	(0.073)	(0.096)	(0.081)	(0.072)	(0.101)
อุดรธานี (เปรียบเทียบกับ เลย)	0.013	0.023	0.018	0.003	0.015
	(0.834)	(0.752)	(0.780)	(0.966)	(0.840)
หนองคาย (เปรียบเทียบกับ เลย)	0.110*	0.099	0.113*	0.105	0.099
	(0.043)	(0.203)	(0.038)	(0.053)	(0.206)
สกลนคร (เปรียบเทียบกับ เลย)	-0.023	-0.018	-0.021	-0.002	0.003
	(0.680)	(0.814)	(0.715)	(0.966)	(0.965)
นครพนม (เปรียบเทียบกับ เลย)	0.147*	0.113	0.151*	0.151*	0.123
	(0.013)	(0.208)	(0.011)	(0.010)	(0.171)
มุกดาหาร (เปรียบเทียบกับ เลย)	-0.096	-0.107	-0.098	-0.084	-0.099
	(0.161)	(0.180)	(0.154)	(0.218)	(0.217)
ยโสธร (เปรียบเทียบกับ เลย)	-0.186	-0.135	-0.185	-0.188	-0.140

	(0.085)	(0.270)	(0.087)	(0.082)	(0.251)
อำนาจเจริญ (เปรียบเทียบกับ เลย)	-0.339*	-0.312	-0.352*	-0.325*	-0.317
	(0.027)	(0.058)	(0.021)	(0.033)	(0.051)
อุบลราชธานี (เปรียบเทียบกับ เลย)	-0.042	0.007	-0.043	-0.044	0.001
	(0.507)	(0.944)	(0.501)	(0.488)	(0.989)
ศรีสะเกษ (เปรียบเทียบกับ เลย)	0.113	0.155	0.110	0.119	0.156
	(0.079)	(0.083)	(0.085)	(0.066)	(0.084)
สุรินทร์ (เปรียบเทียบกับ เลย)	0.049	0.130	0.049	0.063	0.141
	(0.574)	(0.237)	(0.567)	(0.470)	(0.203)
บุรีรัมย์ (เปรียบเทียบกับ เลย)	0.057	0.160	0.058	0.045	0.142
	(0.514)	(0.158)	(0.513)	(0.610)	(0.211)
มหาสารคาม (เปรียบเทียบกับ เลย)	-0.817***	-0.632**	-0.837***	-0.836***	-0.679***
	(0.0001)	(0.002)	(0.0001)	(0.0001)	(0.001)
ร้อยเอ็ด (เปรียบเทียบกับ เลย)	-0.371*	-0.312	-0.366*	-0.362*	-0.303
	(0.029)	(0.079)	(0.031)	(0.030)	(0.084)

ภาพสินธุ์ (เปรียบเทียบกับ เลย)	-0.054	-0.025	-0.052	-0.050	-0.024
	(0.602)	(0.822)	(0.610)	(0.629)	(0.825)
ขอนแก่น (เปรียบเทียบกับ เลย)	0.223	0.274	0.230	0.238	0.294
	(0.533)	(0.446)	(0.519)	(0.503)	(0.408)
ชัยภูมิ (เปรียบเทียบกับ เลย)	0.145	0.124	0.157	0.165	0.159
	(0.450)	(0.524)	(0.426)	(0.390)	(0.423)
นครราชสีมา (เปรียบเทียบกับ เลย)	0.045	0.023	0.037	0.011	-0.022
	(0.802)	(0.904)	(0.838)	(0.952)	(0.911)
บึงกาฬ (เปรียบเทียบกับ เลย)	0.145**	0.107	0.142**	0.131**	0.093
	(0.001)	(0.179)	(0.002)	(0.004)	(0.244)
ปี 2008 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.223	0.204	0.225	0.212	0.196
	(0.133)	(0.177)	(0.127)	(0.148)	(0.184)
ปี 2009 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.083	0.051	0.087	0.070	0.046
	(0.407)	(0.618)	(0.386)	(0.487)	(0.658)
ปี 2010 (เปรียบเทียบกับ 2007)	-0.056	-0.037	-0.057	-0.045	-0.026

	(0.745)	(0.833)	(0.739)	(0.789)	(0.875)
ปี 2011 (เปรียบเทียบกับ 2007)	-0.724***	-0.734***	-0.720***	-0.720***	-0.723***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
ปี 2012 (เปรียบเทียบกับ 2007)	-0.074	-0.085	-0.067	-0.060	-0.059
	(0.532)	(0.488)	(0.570)	(0.615)	(0.629)
ปี 2013 (เปรียบเทียบกับ 2007)	-0.158	-0.106	-0.152	-0.142	-0.086
	(0.089)	(0.266)	(0.103)	(0.124)	(0.364)
ปี 2014 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.180*	0.172	0.183*	0.192*	0.191*
	(0.037)	(0.058)	(0.033)	(0.026)	(0.035)
ปี 2015 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.359***	0.380***	0.364***	0.383***	0.408***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
ปี 2016 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.450***	0.531***	0.455***	0.471***	0.552***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
ปี 2017 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.398***	0.410***	0.405***	0.411***	0.432***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)

ปี 2018 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.586***	0.577***	0.595***	0.609***	0.611***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
ปี 2019 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.574***	0.652***	0.578***	0.591***	0.671***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
ปี 2020 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.497***	0.575***	0.503***	0.505***	0.586***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
ค่าคงที่	5.502***	-26.053*	5.498***	5.014***	-26.707*
	(0.0001)	(0.040)	(0.0001)	(0.0001)	(0.034)
Usigma					
ค่าคงที่	-1.024***	-1.038***	-1.027***	-1.033***	-1.050***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
Vsigma					
ค่าคงที่	-1.358***	-1.353***	-1.358***	-1.369***	-1.364***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
จำนวนครัวเรือน	2539	2539	2539	2539	2539

หมายเหตุ: ค่า p -value แสดงได้ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ โดยที่ * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, และ *** $p < 0.001$

ตารางผนวกที่ 4 ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์แบบจำลองเส้นพรมแดนการผลิตเชิงสุ่มของผลผลิตยางพารา

(ภาคใต้ฝั่งตะวันออก)

ตัวแปรตาม: ln (ปริมาณผลผลิตยางพารา)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
ln (ค่าใช้จ่ายในการทำการเกษตร ปีฐาน คือ 2019)	0.067*** (0.0001)	0.068*** (0.0001)	0.068*** (0.0001)	0.071*** (0.0001)	0.073*** (0.0001)
ln (พื้นที่ปลูกยางพารา)	0.691*** (0.0001)	0.686*** (0.0001)	0.689*** (0.0001)	0.688*** (0.0001)	0.682*** (0.0001)
ln (มูลค่าสินทรัพย์ทางการเกษตร ปีฐาน คือ 2019)	0.002 (0.763)	0.002 (0.707)	0.001 (0.850)	0.002 (0.758)	0.002 (0.804)
ln (จำนวนแรงงาน)	0.042 (0.060)	0.042 (0.063)	0.039 (0.092)	0.049* (0.027)	0.045* (0.048)
อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี (องศาเซลเซียส)		3.043*** (0.0001)			3.061*** (0.0001)
อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี ในรูปกำลังสอง (องศาเซลเซียสกำลังสอง)		-0.060*** (0.0001)			-0.060*** (0.0001)
ปริมาณน้ำฝนรวมรายปี		-0.001***			-0.001***

(มิลลิเมตร)	(0.0001)	(0.0001)
ปริมาณน้ำฝนรวมรายปี ในรูปกำลังสอง	0.0001***	0.0001***
(มิลลิเมตรกำลังสอง)	(0.0001)	(0.0001)
เพศของหัวหน้าครัวเรือน (ผู้หญิง =1)	-0.041 (0.087)	-0.039 (0.104)
อายุของหัวหน้าครัวเรือน (อายุมากกว่า 65 ปี =1)	-0.020 (0.387)	-0.019 (0.406)
ระดับการศึกษาของหัวหน้าครัวเรือน (สำเร็จการศึกษาสูงกว่ามัธยมต้น =1)	-0.002 (0.934)	0.001 (0.962)
แหล่งน้ำหลัก (น้ำฝน=1)		-0.131** (0.004)
		-0.129** (0.005)
แหล่งน้ำหลัก (สูบน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ=1)		0.024 (0.585)
		0.024 (0.587)
สัดส่วนที่ดินที่เข้าถึงชลประทาน		0.010 (0.822)
		0.010 (0.822)

ทำเกษตรผสมผสาน				0.029	0.025
(ปลูกยางพาราเพียงอย่างเดียว =1)				(0.135)	(0.206)
สุราษฎร์ธานี (เปรียบเทียบกับ ชุมพร)	0.056	0.072	0.056	0.050	0.066
	(0.193)	(0.101)	(0.196)	(0.251)	(0.133)
นครศรีธรรมราช (เปรียบเทียบกับ ชุมพร)	-0.052	-0.034	-0.050	-0.059	-0.040
	(0.215)	(0.417)	(0.227)	(0.157)	(0.348)
พัทลุง (เปรียบเทียบกับ ชุมพร)	-0.146**	-0.100*	-0.146**	-0.142**	-0.097*
	(0.002)	(0.038)	(0.002)	(0.002)	(0.045)
สงขลา (เปรียบเทียบกับ ชุมพร)	-0.091*	-0.049	-0.092*	-0.085*	-0.044
	(0.033)	(0.279)	(0.032)	(0.045)	(0.324)
ปัตตานี (เปรียบเทียบกับ ชุมพร)	0.045	0.090	0.032	0.038	0.069
	(0.473)	(0.160)	(0.614)	(0.548)	(0.294)
ยะลา (เปรียบเทียบกับ ชุมพร)	0.241*	0.255*	0.237*	0.209	0.216
	(0.034)	(0.023)	(0.038)	(0.063)	(0.052)
นราธิวาส (เปรียบเทียบกับ ชุมพร)	0.424***	0.421***	0.419***	0.420***	0.416***

	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
ปี 2008 (เปรียบเทียบกับ 2007)	-0.168**	-0.137*	-0.166**	-0.159**	-0.126*
	(0.003)	(0.020)	(0.003)	(0.005)	(0.031)
ปี 2009 (เปรียบเทียบกับ 2007)	-0.165***	-0.156***	-0.163***	-0.156***	-0.145**
	(0.0001)	(0.001)	(0.0001)	(0.001)	(0.002)
ปี 2010 (เปรียบเทียบกับ 2007)	-0.230***	-0.239***	-0.228***	-0.229***	-0.235***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
ปี 2011 (เปรียบเทียบกับ 2007)	-0.310***	-0.296***	-0.307***	-0.301***	-0.279***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
ปี 2012 (เปรียบเทียบกับ 2007)	-0.257***	-0.226***	-0.255***	-0.244***	-0.212***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
ปี 2013 (เปรียบเทียบกับ 2007)	-0.072	-0.065	-0.068	-0.073	-0.062
	(0.165)	(0.201)	(0.192)	(0.153)	(0.220)
ปี 2014 (เปรียบเทียบกับ 2007)	-0.057	-0.155**	-0.054	-0.053	-0.145*
	(0.241)	(0.007)	(0.270)	(0.273)	(0.011)

ปี 2015 (เปรียบเทียบกับ 2007)	-0.125**	-0.139**	-0.121*	-0.127**	-0.136**
	(0.008)	(0.004)	(0.011)	(0.007)	(0.004)
ปี 2016 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.073	0.099	0.075	0.055	0.085
	(0.164)	(0.056)	(0.149)	(0.290)	(0.103)
ปี 2017 (เปรียบเทียบกับ 2007)	-0.035	0.030	-0.030	-0.049	0.022
	(0.455)	(0.560)	(0.523)	(0.285)	(0.673)
ปี 2018 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.069	0.108	0.075	0.073	0.117*
	(0.204)	(0.051)	(0.170)	(0.176)	(0.032)
ปี 2019 (เปรียบเทียบกับ 2007)	-0.115*	-0.089	-0.110*	-0.118*	-0.087
	(0.030)	(0.091)	(0.038)	(0.025)	(0.099)
ปี 2020 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.044	0.007	0.051	0.048	0.019
	(0.427)	(0.901)	(0.361)	(0.383)	(0.743)
		-			-
ค่าคงที่	5.967***	31.710**	5.981***	6.032***	31.892**
	(0.0001)	(0.003)	(0.0001)	(0.0001)	(0.003)

Usigma

ค่าคงที่	-2.294***	-2.293***	-2.298***	-2.278***	-2.282***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)

Vsigma

ค่าคงที่	-1.409***	-1.417***	-1.409***	-1.422***	-1.429***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)

จำนวนครัวเรือน	4080	4080	4080	4080	4080
----------------	------	------	------	------	------

หมายเหตุ: ค่า p -value แสดงได้ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ โดยที่ * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, และ *** $p < 0.001$

ตารางผนวกที่ 5 ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์แบบจำลองเส้นพรมแดนการผลิตเชิงสุ่มของผลผลิตยางพารา

(ภาคใต้ฝั่งตะวันตก)

ตัวแปรตาม: ln (ปริมาณผลผลิตยางพารา)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
ln (ค่าใช้จ่ายในการทำการเกษตร	0.079***	0.083***	0.079***	0.082***	0.086***
ปีฐาน คือ 2019)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
ln (พื้นที่ปลูกยางพารา)	0.629***	0.628***	0.626***	0.627***	0.623***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
ln (มูลค่าสินทรัพย์ทางการเกษตร	-0.007	-0.007	-0.009	-0.008	-0.009
ปีฐาน คือ 2019)	(0.511)	(0.544)	(0.430)	(0.490)	(0.419)
ln (จำนวนแรงงาน)	0.048	0.056	0.049	0.052	0.061
	(0.146)	(0.089)	(0.146)	(0.116)	(0.069)
อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี		-1.919			-1.669
(องศาเซลเซียส)		(0.221)			(0.291)
อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี ในรูปกำลังสอง		0.039			0.034
(องศาเซลเซียสกำลังสอง)		(0.201)			(0.267)
ปริมาณน้ำฝนรวมรายปี		-0.0001			-0.0001

(มิลลิเมตร)	(0.779)	(0.631)
ปริมาณน้ำฝนรวมรายปี ในรูปกำลังสอง	0.0001	0.0001
(มิลลิเมตรกำลังสอง)	(0.708)	(0.574)
เพศของหัวหน้าครัวเรือน (ผู้หญิง =1)	-0.044	-0.040
	(0.234)	(0.282)
อายุของหัวหน้าครัวเรือน	-0.010	-0.011
(อายุมากกว่า 65 ปี =1)	(0.756)	(0.726)
ระดับการศึกษาของหัวหน้าครัวเรือน	0.055	0.058*
(สำเร็จการศึกษาสูงกว่ามัธยมต้น =1)	(0.057)	(0.044)
แหล่งน้ำหลัก (น้ำฝน=1)		-0.019
		(0.803)
แหล่งน้ำหลัก (สูบน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ=1)		0.082
		(0.363)
สัดส่วนที่ดินที่เข้าถึงชลประทาน		0.070
		(0.332)

ทำเกษตรผสมผสาน				0.024	0.016
(ปลูกยางพาราเพียงอย่างเดียว =1)				(0.399)	(0.582)
พังงา (เปรียบเทียบกับ ระนอง)	0.115*	0.062	0.109*	0.112*	0.051
	(0.024)	(0.261)	(0.033)	(0.027)	(0.357)
ภูเก็ต (เปรียบเทียบกับ ระนอง)	0.250***	0.092	0.251***	0.254***	0.091
	(0.0001)	(0.321)	(0.0001)	(0.0001)	(0.326)
กระบี่ (เปรียบเทียบกับ ระนอง)	0.137**	0.075	0.130**	0.144**	0.070
	(0.005)	(0.171)	(0.008)	(0.003)	(0.196)
ตรัง (เปรียบเทียบกับ ระนอง)	-0.008	-0.046	-0.012	-0.006	-0.054
	(0.864)	(0.418)	(0.795)	(0.896)	(0.345)
สตูล (เปรียบเทียบกับ ระนอง)	0.0001	-0.050	-0.015	0.005	-0.065
	(0.994)	(0.349)	(0.750)	(0.913)	(0.229)
ปี 2008 (เปรียบเทียบกับ 2007)	-0.149	-0.144	-0.155	-0.139	-0.134
	(0.061)	(0.119)	(0.051)	(0.094)	(0.161)
ปี 2009 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.025	0.039	0.021	0.037	0.048

	(0.751)	(0.629)	(0.788)	(0.656)	(0.569)
ปี 2010 (เปรียบเทียบกับ 2007)	-0.018	-0.062	-0.024	-0.004	-0.057
	(0.836)	(0.465)	(0.776)	(0.968)	(0.526)
ปี 2011 (เปรียบเทียบกับ 2007)	-0.055	-0.067	-0.061	-0.044	-0.060
	(0.537)	(0.570)	(0.489)	(0.634)	(0.622)
ปี 2012 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.070	0.070	0.071	0.076	0.081
	(0.380)	(0.429)	(0.376)	(0.354)	(0.370)
ปี 2013 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.072	0.050	0.068	0.077	0.051
	(0.440)	(0.585)	(0.461)	(0.421)	(0.591)
ปี 2014 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.082	0.078	0.074	0.086	0.070
	(0.323)	(0.351)	(0.368)	(0.311)	(0.414)
ปี 2015 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.025	-0.006	0.021	0.037	0.001
	(0.782)	(0.948)	(0.809)	(0.689)	(0.993)
ปี 2016 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.284**	0.210*	0.271**	0.290**	0.199*
	(0.002)	(0.021)	(0.003)	(0.002)	(0.032)

ปี 2017 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.098	0.065	0.097	0.107	0.076
	(0.232)	(0.519)	(0.231)	(0.207)	(0.462)
ปี 2018 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.113	0.092	0.113	0.115	0.097
	(0.157)	(0.302)	(0.155)	(0.157)	(0.288)
ปี 2019 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.107	0.048	0.101	0.116	0.052
	(0.187)	(0.561)	(0.210)	(0.161)	(0.535)
ปี 2020 (เปรียบเทียบกับ 2007)	0.194*	0.123	0.194*	0.200*	0.119
	(0.028)	(0.205)	(0.027)	(0.026)	(0.220)
ค่าคงที่	5.744***	29.665	5.760***	5.705***	26.492
	(0.0001)	(0.143)	(0.0001)	(0.0001)	(0.195)
Usigma					
ค่าคงที่	-2.321***	-2.333***	-2.337***	-2.320***	-2.349***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
Vsigma					
ค่าคงที่	-1.521***	-1.524***	-1.519***	-1.524***	-1.525***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)

จำนวนครัวเรือน	1681	1681	1681	1681	1681
----------------	------	------	------	------	------

หมายเหตุ: ค่า p -value แสดงได้ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ โดยที่ * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, และ *** $p < 0.001$

ตารางผนวกที่ 6 ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ปัจจัยที่มีผลต่อความไม่มีประสิทธิภาพในการผลิต

(ประเทศไทย)

ตัวแปรตาม: ความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค	(1)	(2)	(3)	(4)
หนี้สินด้านการเกษตร (มีหนี้สิน=1)	0.023**	0.024**		
	(0.005)	(0.003)		
แหล่งน้ำหลัก (น้ำฝน=1)	-0.025	-0.027	-0.025	-0.027
	(0.097)	(0.081)	(0.094)	(0.079)
สัดส่วนของที่ดินที่ใช้ในการเกษตรที่เข้าถึง				
ชลประทาน (%)	0.001	0.002	-0.0001	0.0001
	(0.930)	(0.900)	(0.997)	(0.977)
พื้นที่ปลูกยางพารา (ไร่)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	(0.697)	(0.721)	(0.529)	(0.543)
พื้นที่ปลูกยางพารา (ไร่) ในรูปกำลังสอง	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
	(0.133)	(0.150)	(0.067)	(0.075)
ปลูกยางพาราเพียงอย่างเดียว	0.045***	0.046***	0.048***	0.049***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)

ระดับการศึกษาของหัวหน้าครัวเรือน		-0.024**		-0.023**
(สำเร็จการศึกษาระดับประถมหรือสูงกว่า=1)		(0.003)		(0.004)
ค่าคงที่	0.478***	0.492***	0.488***	0.502***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
จำนวนครัวเรือน	9170	9170	9170	9170
R-squared	0.005	0.006	0.004	0.005
adj. R-squared	0.005	0.005	0.004	0.005

หมายเหตุ: ค่า p -value แสดงได้ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ โดยที่ * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, และ *** $p < 0.001$

ตารางผนวกที่ 7 ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ปัจจัยที่มีผลต่อความไม่มีประสิทธิภาพในการผลิต

(ภาคกลาง)

ตัวแปรตาม: ความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค	(1)	(2)	(3)	(4)
หนี้สินด้านการเกษตร (มีหนี้สิน=1)	-0.017	-0.017		
	(0.516)	(0.525)		
แหล่งน้ำหลัก (น้ำฝน=1)	-0.086	-0.086	-0.084	-0.084
	(0.074)	(0.077)	(0.078)	(0.081)
สัดส่วนของที่ดินที่ใช้ในการเกษตรที่เข้าถึง				
ชลประทาน (%)	-0.054	-0.054	-0.055	-0.055
	(0.225)	(0.231)	(0.216)	(0.219)
พื้นที่ปลูกยางพารา (ไร่)	0.002	0.002	0.002	0.002
	(0.110)	(0.108)	(0.116)	(0.115)
พื้นที่ปลูกยางพารา (ไร่) ในรูปกำลังสอง	-0.0001*	-0.0001*	-0.0001*	-0.0001*
	(0.015)	(0.014)	(0.018)	(0.017)
ปลูกยางพาราเพียงอย่างเดียว	-0.061*	-0.061*	-0.059*	-0.059*
	(0.016)	(0.017)	(0.018)	(0.019)

ระดับการศึกษาของหัวหน้าครัวเรือน	0.0001			-0.001
(สำเร็จการศึกษาระดับประถมหรือสูงกว่า=1)	(0.988)			(0.971)
ค่าคงที่	0.566***	0.566***	0.557***	0.557***
จำนวนครัวเรือน	874	874	874	874
R-squared	0.018	0.018	0.017	0.017
adj. R-squared	0.011	0.010	0.012	0.011

หมายเหตุ: ค่า p -value แสดงได้ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ โดยที่ * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, และ *** $p < 0.001$

ตารางผนวกที่ 8 ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ปัจจัยที่มีผลต่อความไม่มีประสิทธิภาพในการผลิต

(ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)

ตัวแปรตาม: ความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค	(1)	(2)	(3)	(4)
หนี้สินด้านการเกษตร (มีหนี้สิน=1)	-0.008 (0.723)	-0.006 (0.798)		
แหล่งน้ำหลัก (น้ำฝน=1)	0.106* (0.021)	0.105* (0.022)	0.107* (0.020)	0.105* (0.022)
สัดส่วนของที่ดินที่ใช้ในการเกษตรที่เข้าถึง				
ชลประทาน (%)	0.029 (0.481)	0.029 (0.492)	0.029 (0.481)	0.029 (0.491)
พื้นที่ปลูกยางพารา (ไร่)	-0.007*** (0.0001)	-0.007*** (0.0001)	-0.007*** (0.0001)	-0.007*** (0.0001)
พื้นที่ปลูกยางพารา (ไร่) ในรูปกำลังสอง	0.0001*** (0.0001)	0.0001*** (0.0001)	0.0001*** (0.0001)	0.0001*** (0.0001)
ปลูกยางพาราเพียงอย่างเดียว	-0.109*** (0.0001)	-0.111*** (0.0001)	-0.108*** (0.0001)	-0.110*** (0.0001)

ระดับการศึกษาของหัวหน้าครัวเรือน		-0.049*		-0.049*
(สำเร็จการศึกษาระดับประถมหรือสูงกว่า=1)		(0.029)		(0.029)
ค่าคงที่	0.596***	0.621***	0.590***	0.617***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
จำนวนครัวเรือน	2539	2539	2539	2539
R-squared	0.013	0.015	0.013	0.015
adj. R-squared	0.011	0.012	0.011	0.013

หมายเหตุ: ค่า p -value แสดงได้ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ โดยที่ * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, และ *** $p < 0.001$

ตารางผนวกที่ 9 ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ปัจจัยที่มีผลต่อความไม่มีประสิทธิภาพในการผลิต

(ภาคใต้ฝั่งตะวันออก)

ตัวแปรตาม: ความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค	(1)	(2)	(3)	(4)
หนี้สินด้านการเกษตร (มีหนี้สิน=1)	0.005	0.005		
	(0.548)	(0.539)		
แหล่งน้ำหลัก (น้ำฝน=1)	-0.022	-0.022	-0.022	-0.023
	(0.107)	(0.105)	(0.103)	(0.101)
สัดส่วนของที่ดินที่ใช้ในการเกษตรที่เข้าถึง				
ชลประทาน	0.012	0.012	0.011	0.011
(%)	(0.255)	(0.254)	(0.259)	(0.258)
พื้นที่ปลูกยางพารา (ไร่)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	(0.870)	(0.872)	(0.821)	(0.821)
พื้นที่ปลูกยางพารา (ไร่) ในรูปกำลังสอง	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
	(0.598)	(0.601)	(0.561)	(0.562)
ปลูกยางพาราเพียงอย่างเดียว	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
	(0.830)	(0.816)	(0.826)	(0.813)

ระดับการศึกษาของหัวหน้าครัวเรือน		-0.002		-0.002
(สำเร็จการศึกษาระดับประถมหรือสูงกว่า=1)		(0.745)		(0.770)
ค่าคงที่	0.337***	0.338***	0.338***	0.340***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
จำนวนครัวเรือน	4078	4078	4078	4078
R-squared	0.002	0.002	0.001	0.001
adj. R-squared	0.0001	-0.0001	0.0001	-0.0001

หมายเหตุ: ค่า p -value แสดงได้ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ โดยที่ * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, และ *** $p < 0.001$

ตารางผนวกที่ 10 ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ปัจจัยที่มีผลต่อความไม่มีประสิทธิภาพในการผลิต

(ภาคใต้ฝั่งตะวันตก)

ตัวแปรตาม: ความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค	(1)	(2)	(3)	(4)
หนี้สินด้านการเกษตร (มีหนี้สิน=1)	-0.016	-0.015		
	(0.159)	(0.171)		
แหล่งน้ำหลัก (น้ำฝน=1)	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021
	(0.401)	(0.402)	(0.406)	(0.406)
สัดส่วนของที่ดินที่ใช้ในการเกษตรที่เข้าถึง				
ชลประทาน (%)	0.014	0.015	0.015	0.015
	(0.511)	(0.507)	(0.507)	(0.503)
พื้นที่ปลูกยางพารา (ไร่)	0.002**	0.002**	0.001**	0.001**
	(0.001)	(0.001)	(0.002)	(0.002)
พื้นที่ปลูกยางพารา (ไร่) ในรูปกำลังสอง	-0.0001***	-0.0001***	-0.0001***	-0.0001***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
ปลูกยางพาราเพียงอย่างเดียว	-0.004	-0.004	-0.002	-0.002
	(0.754)	(0.732)	(0.863)	(0.829)

ระดับการศึกษาของหัวหน้าครัวเรือน		-0.006		-0.007
(สำเร็จการศึกษาระดับประถมหรือสูงกว่า=1)		(0.556)		(0.499)
ค่าคงที่	0.312***	0.316***	0.307***	0.311***
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
จำนวนครัวเรือน	1680	1680	1680	1680
R-squared	0.008	0.009	0.007	0.008
adj. R-squared	0.005	0.004	0.004	0.004

หมายเหตุ: ค่า p -value แสดงได้ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ โดยที่ * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, และ *** $p < 0.001$