

**การประมาณค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของการผลิตยางพาราใน
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ Estimation of Technical Efficiency on Natural Rubber
Production in Northeast Region¹**

ศุภวัจน์ รุ่งสุริยะวิบูลย์²

บทคัดย่อ

ในช่วง 2 ทศวรรษที่ผ่านมา ความต้องการใช้ยางพาราและราคายางมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากสภาพพื้นที่ๆเหมาะสมและต้นทุนการผลิตที่ต่ำ รัฐบาลได้สนับสนุนให้มีการขยายพื้นที่ปลูกยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อย่างไรก็ตาม ผลผลิตยางพาราต่อไร่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนืออยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าภูมิภาคอื่นๆ งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองเส้นพรมแดนการผลิตเชิงเส้นสุ่มเพื่อวัดค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของเกษตรกรจำนวน 450 ราย ครอบคลุมพื้นที่การผลิตยางพาราของภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้งตอนบน กลาง และล่าง และครอบคลุมยางในทุกช่วงอายุของปีการเพาะปลูก 2553 ผลการวิจัยพบว่าโดยเฉลี่ยแล้วเกษตรกรผู้ผลิตยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือทำการผลิตยางพาราเป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพ ซึ่งเกษตรกรสามารถเพิ่มผลผลิตยางพาราได้อีกประมาณ 33% จากปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต ณ ระดับปัจจุบัน โดยเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนและต้นยางที่มีอายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไปแสดงค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคสูงสุด จากผลการศึกษาพบว่าค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคที่วัดได้มีค่าแตกต่างกันในแต่ละตอนของภาคและแตกต่างกันตามอายุของต้นยาง ดังนั้น การกำหนดนโยบายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือไม่สามารถใช้นโยบายร่วมกัน (common policy) ของทั้งระดับภาคได้

คำสำคัญ: เส้นพรมแดนการผลิต ประสิทธิภาพเชิงเทคนิค ยางพารา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

¹ บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยที่ได้รับการสนับสนุนจากกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ประจำปี พ.ศ. 2553 ผู้เขียนขอขอบคุณคุณประนอม พิพิธกุล เศรษฐกรฝ่ายวิจัย สำนักเศรษฐกิจการเกษตรที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลภาคสนาม และสำนักงานบริหารการวิจัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนเงินทุนในการวิจัย รวมถึงเกษตรกรทุกท่านที่สละเวลาในการให้ข้อมูลสำหรับใช้ในงานวิจัยนี้ ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายที่ปรากฏในบทความนี้เป็นมุมมองของผู้เขียนแต่เพียงผู้เดียว

² รองศาสตราจารย์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (supawat@econ.tu.ac.th)

Abstract

In the past two decades, global rubber consumption and prices tend to rise continuously. Due to suitable land planted rubber and low production costs, government had launched a project to expand areas for growing rubber trees in the Northeast region. However, yield per area of rubber is lower than other regions. This study employs a stochastic production frontier model to measure technical efficiency on natural rubber production in the Northeast region. Cross-section data of 450 rubber tree farms in 2010 are used in this study. Data cover farms located in the upper, middle and lower parts of the Northeast region and all ranges of the age of rubber trees. The findings show that the average technical efficiency score is 0.667 implying that the rubber farms in this study, on average, could possibly increase output by 33% given the same level of inputs. Farms located in the upper part of the region and old rubber trees indicate high technical efficiency scores. The findings also indicate that there are large differences in terms of technical efficiency scores in different regions and the age of rubber trees. Hence, common policy cannot be applied to improve technical efficiency in the Northeast region.

Keyword: production frontier, technical efficiency, rubber, northeast region

1. บทนำ

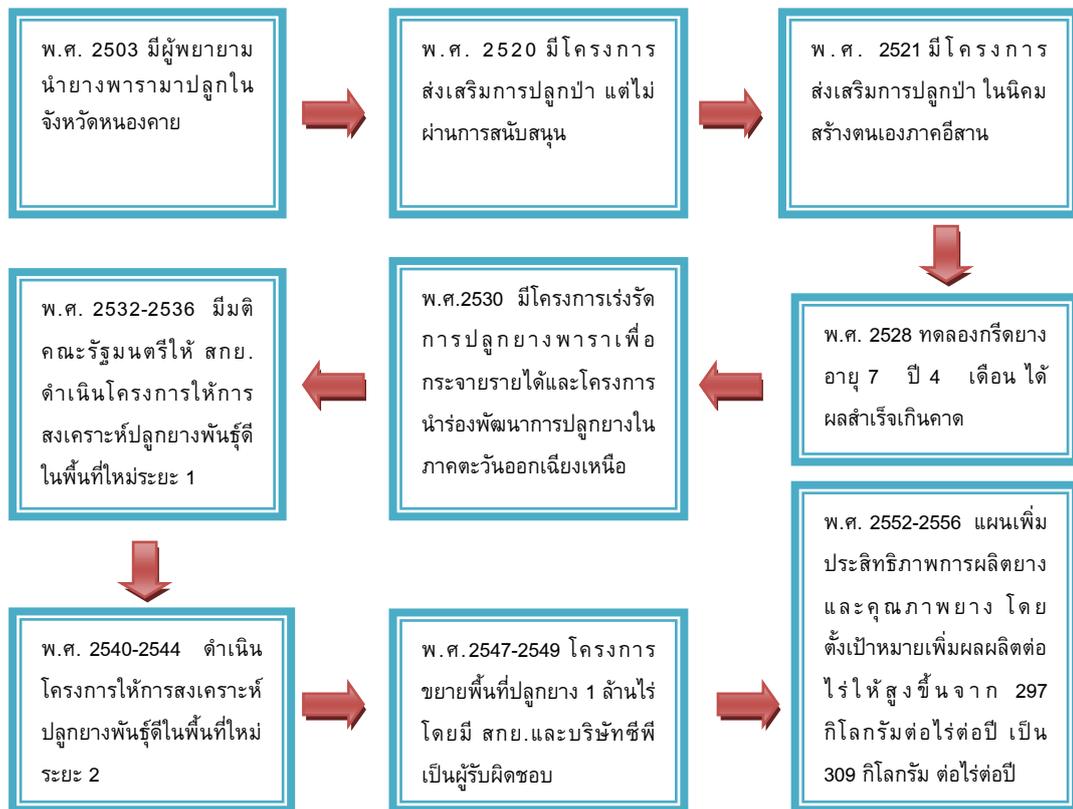
ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของโลกเนื่องจากสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตในอุตสาหกรรมต่างๆ ทำให้มีความต้องการในตลาดโลกเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องตามการขยายตัวของภาวะเศรษฐกิจโลก ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2531 – 2552 การใช้ยางธรรมชาติของโลกมีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 4.1 ต่อปี จากการคาดการณ์การใช้ยางธรรมชาติของโลกในอนาคตมีแนวโน้มที่จะขยายตัวต่อไปในอัตราไม่ต่ำกว่าร้อยละ 2 ซึ่งใกล้เคียงกับการเพิ่มขึ้นของประชากรโลกที่ขยายตัวในอัตราร้อยละ 2 – 3 ต่อปี (สถาบันวิจัยยาง, 2553)

นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 ประเทศไทยมีการผลิตและส่งออกยางพารามากที่สุดในโลก โดยในปี พ.ศ. 2552 ประเทศไทยสามารถผลิตยางธรรมชาติได้มากถึง 3.164 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2535 ที่มีปริมาณเพียง 1.531 ล้านตัน มากกว่าประเทศอินโดนีเซียที่สามารถผลิตยางธรรมชาติในปี พ.ศ. 2552 ได้ในปริมาณ 2.440 ล้านตัน และประเทศมาเลเซียที่ผลิตได้ในปริมาณ 0.856 ล้านตัน ในขณะที่ปริมาณการส่งออกยางธรรมชาติของไทยในปี พ.ศ. 2552 รวมทั้งสิ้น 2.73 ล้านตัน มากกว่าประเทศอินโดนีเซีย

ที่สามารถส่งออกยางธรรมชาติได้ 1.99 ล้านตัน และประเทศมาเลเซียที่มีปริมาณเพียง 0.70 ล้านตัน ในปัจจุบันประเทศไทยมีเกษตรกรประกอบอาชีพเพาะปลูกและผลิตยางพาราอยู่ประมาณ 5.5 ล้านคนคิดเป็นร้อยละ 10 ของประชากรทั้งหมด ซึ่งในจำนวนนี้ร้อยละ 92 เป็นเกษตรกรรายย่อยที่มีพื้นที่การเพาะปลูกประมาณ 12.5 ไร่ต่อครอบครัว จึงนับได้ว่าอุตสาหกรรมการผลิตยางพารามีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศเป็นอย่างมาก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรและสถาบันวิจัยยาง, 2553)

เพื่อเป็นการเพิ่มศักยภาพในด้านการแข่งขันและเพื่อให้ประเทศไทยเป็นผู้นำด้านการส่งออกยางธรรมชาติ รัฐบาลได้ตระหนักถึงความสำคัญและส่งเสริมให้เกษตรกรในประเทศปลูกยางพาราอย่างต่อเนื่อง ในอดีตที่ผ่านมากการปลูกยางพาราของไทยนิยมปลูกกันมากในภาคใต้ แต่อย่างไรก็ตาม อัตราการขยายตัวของพื้นที่ปลูกยางพาราในภาคใต้เริ่มลดลง เนื่องจากข้อจำกัดของพื้นที่และนโยบายการลดพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมต่อการปลูกยางพาราโดยให้เกษตรกรปลูกปาล์มน้ำมันและไม้ผลแทน รัฐบาลจึงได้มีนโยบายสนับสนุนให้มีการขยายพื้นที่ปลูกยางพาราแห่งใหม่เพิ่มขึ้นทั้งในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยได้ตั้งเป้าหมายว่าการผลิตยางพาราในประเทศไทยจะเพิ่มขึ้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ต่อปี โดยเฉพาะการขยายพื้นที่เพาะปลูกไปยังภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นภูมิภาคที่มีสภาพพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปลูกยางพารา และมีต้นทุนการผลิต เช่น ราคาที่ดินและค่าแรงงาน ต่ำกว่าภูมิภาคอื่นๆ

ภาพที่ 1 สรุปแผนการดำเนินงานริเริ่มโครงการปลูกยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การปลูกยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเริ่มต้นขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2503 และได้ดำเนินต่อมาจนกระทั่งในปี พ.ศ. 2532 คณะรัฐมนตรีในขณะนั้นมีมติมอบหมายให้สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง (สกย.) รับผิดชอบดำเนินการ “โครงการให้การสงเคราะห์ปลูกยางพันธุ์ดีในพื้นที่ใหม่” โดยแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ระยะแรก พ.ศ. 2532-2536 และระยะสอง พ.ศ. 2540-2544 ซึ่งระยะแรกนั้นมีอุปสรรคมากมายเนื่องจากเกษตรกรเกิดความไม่มั่นใจจากความล้มเหลวในโครงการต่างๆของรัฐบาลที่มีมาก่อนหน้านั้น จน สกย. ต้องเร่งทำความเข้าใจกับเกษตรกรนานนับเดือนจึงจะประสบผลสำเร็จ และตามมาด้วยโครงการ “ขยายเวลาการสงเคราะห์ปลูกยางพาราแก่ผู้ซึ่งไม่มีสวนยางมาก่อน” นอกจากนี้ในช่วงปี พ.ศ. 2547-49 เนื่องจากเกษตรกรโดยเฉพาะผู้ที่ปลูกกระเทียมและลำไยได้รับผลกระทบจากการเปิดเสรีทางการค้ากับจีนส่งผลทำให้สินค้าเกษตรทั้งสองมีราคาตกต่ำ รัฐบาลจึงได้ส่งเสริมให้เกษตรกรในพื้นที่ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือหันมาปลูกยางพาราพันธุ์ RM600 ทดแทนการปลูกกระเทียมและลำไย อย่างไรก็ตาม การจัดส่งกล้ายางที่บริษัทซีพีเป็นผู้รับผิดชอบมีปัญหา ทำให้ไม่สามารถผลิตกล้ายางได้ทันตามกำหนดเวลาและกล้ายางที่จะนำไปแจกจ่ายแก่เกษตรกรก็ไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐาน ในปัจจุบัน การผลิตยางพาราภาคตะวันออกเฉียงเหนืออยู่ภายใต้แผนการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพยาง โดยตั้งเป้าหมายเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้นจาก 260 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี เป็น 309 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี



ภาพที่ 1 แผนการดำเนินการโครงการปลูกยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ภายหลังจากที่ราคายางพาราเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่ปี 2545 เป็นต้นมา ส่งผลให้เกษตรกรโดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือขยายพื้นที่ปลูกยางพาราเพิ่มขึ้น จนทำให้ในช่วง 6 ปีที่ผ่านมา (ปี 2545 - 2550) มีอัตราการขยายตัวของพื้นที่ปลูกยางพาราเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 33.28 ต่อปี ในขณะที่ผลผลิตมีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นเพียงร้อยละ 12.19 เท่านั้น จากข้อมูลการสำรวจพื้นที่เพาะปลูกยางพาราจะพบว่า ผลผลิตยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 260 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งให้ผลผลิตน้อยกว่าการผลิตยางพาราในพื้นที่อื่นๆของประเทศ ในปัจจุบันยางพาราถือได้ว่าเป็นพืชเศรษฐกิจหนึ่งที่สำคัญแก่เกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากเกษตรกรสามารถทำการปลูกยางพาราควบคู่ไปกับพืชเศรษฐกิจอื่นๆเพื่อเป็นการเพิ่มรายได้ รัฐบาลจึงควรส่งเสริมให้เกษตรกรผู้ปลูกยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือสามารถทำการผลิตยางพาราให้ได้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้นและเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การศึกษาเพื่อวัดประสิทธิภาพการผลิตยางพาราของเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจึงเป็นหัวข้อที่น่าสนใจสำหรับนักวิจัย เนื่องจากค่าประสิทธิภาพที่วัดได้จากการศึกษาสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลสำคัญให้การกำหนดนโยบายของรัฐที่เหมาะสมเพื่อส่งเสริมให้การผลิตยางพาราให้ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีประสิทธิภาพเพิ่มสูงขึ้นและเกิดความยั่งยืน

ในแวดวงวรรณกรรม การวัดค่าประสิทธิภาพการผลิตของหน่วยผลิตสามารถทำได้โดยการใช้แบบจำลองเส้นพรมแดนเชิงเฟ้นสุ่ม (Stochastic Frontier Analysis: SFA) ที่นำเสนอขึ้นโดย Aigner, Lovell และ Schmidt ในปี ค.ศ. 1977 แบบจำลอง SFA จะใช้วิธีการทางเศรษฐมิติ (econometrics) ใน

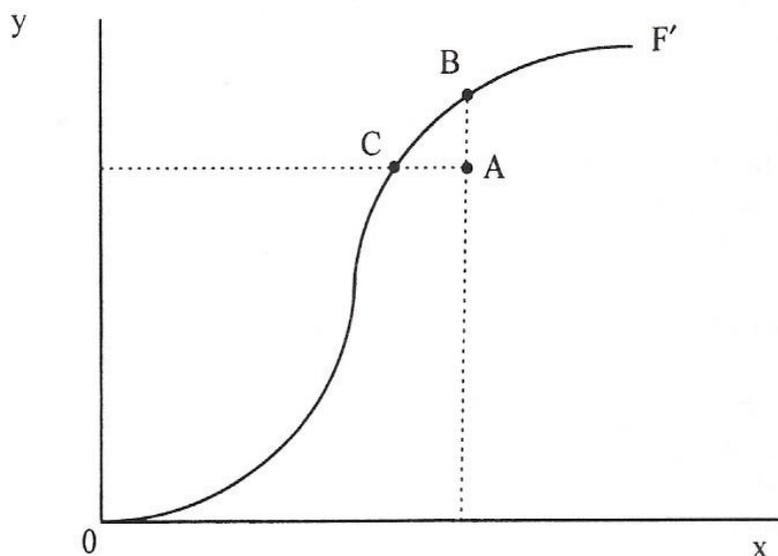
การประมาณเส้นพรมแดนการผลิต (production frontier) ซึ่งใช้เป็นเส้นที่แสดงถึงปริมาณของผลผลิตสูงสุดที่สามารถผลิตได้จากการใช้ปัจจัยการผลิตที่ระดับต่างๆภายใต้เทคโนโลยีที่มีอยู่ในขณะนั้น และวัดค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิค (technical efficiency) จากเส้นพรมแดนการผลิตที่ประมาณได้ ในทางปฏิบัติ แบบจำลอง SFA ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายเพื่อวัดค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคสำหรับการผลิตในภาคการเกษตรดังปรากฏในงานเขียนของ Huang และ Bagi (1984); Squires และ Tabor (1991); Coelli และ Battese (1996) Bozoglu และ Ceyhan (2007) Amos (2007) สำหรับงานวิจัยของไทยที่ประยุกต์ใช้แบบจำลอง SFA กับการผลิตในภาคการเกษตร เช่น นงนุช แซ่มเพชร (2546) วิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของการผลิตข้าวแบบอินทรีย์และแบบทั่วไปในจังหวัดยโสธร วันวิสาข์ คุณยศยิ่ง (2547) ได้ประมาณค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของโรงงานแปรรูปนมพร้อมดื่ม (พาสเจอร์ไรส์) ขนาดกลางและขนาดเล็กในประเทศไทย อติเทพ ชัชวาล (2548) วัดค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของเกษตรกรผู้ผลิตอ้อยในจังหวัดสุพรรณบุรีปีการเพาะปลูก 2547/48 สันติ ศรีสมบุญ (2551) ได้ทำการศึกษาค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของการผลิตข้าวแบบอินทรีย์และแบบใช้สารเคมีทางการเกษตรโดยใช้ข้อมูลในปีการเพาะปลูก 2548/2549 และจากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา ไม่ปรากฏงานเขียนที่ได้วัดค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของการผลิตยางพาราธรรมชาติในไทย และจากข้อเท็จจริงที่ปรากฏว่ารัฐบาลได้ให้การสนับสนุนและส่งเสริมให้ขยายพื้นที่การเพาะปลูกยางพาราของไทยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประกอบกับความต้องการใช้ยางพารามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญที่นำไปใช้เป็นวัตถุดิบในหลายๆอุตสาหกรรม ค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคที่วัดได้จากการศึกษานี้จะช่วยให้ผู้กำหนดนโยบายของรัฐสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมให้การผลิตยางพาราของไทยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อส่งเสริมให้อุตสาหกรรมการผลิตยางพาราของไทยสามารถเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับตลาดการผลิตยางพาราแหล่งอื่นๆของโลกได้

2. กรอบแนวคิดทฤษฎีการวัดประสิทธิภาพ

2.1 ความหมายของประสิทธิภาพเชิงเทคนิค

ในทฤษฎีการวัดสมรรถภาพของหน่วยผลิต ค่าประสิทธิภาพถูกนำมาใช้เพื่ออธิบายถึงผลการดำเนินการของหน่วยผลิตแต่ละรายในอุตสาหกรรม ค่าประสิทธิภาพของหน่วยผลิตที่วัดได้จากเส้นพรมแดนการผลิตจะหมายถึงค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิค (technical efficiency) ภาพที่ 2 แสดงถึงการวัดค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของหน่วยผลิต พิจารณากระบวนการผลิตหนึ่งที่ใช้ปัจจัยการผลิต (x) เพื่อผลิตสินค้า (y) เส้น OF' แสดงถึงปริมาณผลผลิตมากที่สุดที่สามารถผลิตได้จากการใช้ปัจจัยการผลิตที่ระดับต่างๆ เส้น OF' เรียกว่าเส้นพรมแดนการผลิต (production frontier) พิจารณาหน่วยผลิต 3 รายดังรูป หน่วยผลิต A ทำการผลิตอยู่ภายใต้เส้น OF' ในขณะที่หน่วยผลิต B และ C ทำการผลิตอยู่บนเส้น OF' จากรูปจะพบว่าหน่วยผลิต B และ C ทำการผลิตเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค (technical

efficiency) ในขณะที่หน่วยผลิต A ทำการผลิตเป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค (technical inefficiency) ประสิทธิภาพเชิงเทคนิคสามารถวัดได้จากการวัดอัตราส่วนของระยะทาง OA/OB นั่นคือ หน่วยผลิตสามารถผลิตสินค้าได้มากขึ้นจากการใช้ปัจจัยการผลิตในปริมาณที่เท่าเดิม การวัดประสิทธิภาพเชิงเทคนิคดังกล่าวเป็นการวัดโดยพิจารณาทางด้านผลผลิต (output orientation) นอกจากนี้ ประสิทธิภาพเชิงเทคนิคสามารถวัดได้จากการวัดอัตราส่วนของระยะทาง OC/OA นั่นคือ หน่วยผลิตสามารถลดการใช้ปัจจัยการผลิตลงได้โดยยังคงผลิตสินค้าได้ในปริมาณเท่าเดิม การวัดประสิทธิภาพเชิงเทคนิคดังกล่าวเป็นการวัดโดยพิจารณาทางด้านปัจจัยการผลิต (input orientation) ค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคที่พิจารณาจากด้านปัจจัยการผลิตและผลผลิตจะมีค่าอยู่ระหว่างศูนย์และหนึ่ง ถ้าค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคมีค่าเท่ากับหนึ่งแสดงว่าหน่วยผลิตมีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคอย่างสมบูรณ์ โดยทำการผลิตอยู่บนเส้นพรมแดนการผลิต แต่ถ้าหากค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคมีค่าต่ำกว่าหนึ่งแสดงว่าหน่วยผลิตทำการผลิตเป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค ตัวอย่างเช่น ประสิทธิภาพเชิงเทคนิคทางด้านผลผลิตมีค่าเท่ากับ 0.8 แสดงว่าหน่วยผลิตสามารถเพิ่มผลผลิตได้อีกร้อยละ 20 จากปริมาณปัจจัยการผลิตที่กำหนด หรือประสิทธิภาพเชิงเทคนิคทางด้านปัจจัยการผลิตมีค่าเท่ากับ 0.8 แสดงว่าหน่วยผลิตสามารถลดการใช้ปัจจัยการผลิตทุกชนิดลงได้อีกร้อยละ 20 โดยยังคงผลิตสินค้าได้ในปริมาณเท่าเดิม



ภาพที่ 2 ความหมายของค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิค

2.2 แบบจำลองการวิเคราะห์เส้นพรมแดนเชิงเฟ้นสุ่ม

พิจารณากระบวนการผลิตหนึ่งทีประกอบไปด้วยการใช้ปัจจัยการผลิต K ชนิดซึ่งแสดงด้วยเวกเตอร์ปัจจัยการผลิต $x \in \mathbb{R}_+^K$ เพื่อผลิตสินค้า 1 ชนิด นั่นคือ y

ในปี ค.ศ. 1977 Aigner, Lovell และ Schmidt ได้นำเสนอแบบจำลองการวิเคราะห์เส้นพรมแดนการผลิตเชิงเฟ้นสุ่มเพื่อวัดค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของหน่วยผลิตไว้ดังนี้

$$y_i = f(x_i; \beta) \exp(\varepsilon_i)$$

$$\varepsilon_i = v_i - u_i \tag{1}$$

โดยที่ i คือ ดัชนีของหน่วยผลิตรายที่ 1, ..., N

y_i คือ ผลผลิตของหน่วยผลิตรายที่ i

x_i คือ เวกเตอร์ของปัจจัยการผลิตของหน่วยผลิตรายที่ i

β คือ เวกเตอร์ของค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการประมาณค่าแบบจำลอง

v_i คือ ตัวแปรความผิดพลาดเชิงเฟ้นสุ่ม (random error) ซึ่งใช้เป็นตัวแทนในการอธิบายถึงปัจจัยสำหรับความผิดพลาดที่เกิดจากการวัดและปัจจัยความไม่แน่นอนที่ไม่สามารถทำการวัดได้ในกระบวนการผลิต อันได้แก่ ผลกระทบของสภาพดินฟ้าอากาศ การประท้วงของพนักงาน โชคชะตา เป็นต้น โดยทั่วไป v_i มีลักษณะเป็น iid (identically and independently distributed) ซึ่งจะมีค่าเป็นบวกหรือลบก็ได้ แต่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนคงที่ และเป็นอิสระโดยสิ้นเชิงกับ u_i นั่นคือ $v_i \sim N(0, \sigma_v^2)$

u_i คือ ตัวแปรความผิดพลาดเชิงเฟ้นสุ่มที่มีค่าเป็นบวกเท่านั้น ซึ่งเป็นตัวแปรความผิดพลาดที่ใช้อธิบายถึงค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิค (technical efficiency) ที่เกิดขึ้นในการผลิตของหน่วยผลิตในอุตสาหกรรมที่พิจารณา ค่า u_i จะสะท้อนถึงความสามารถในการผลิตของหน่วยผลิต กล่าวคือ ถ้าค่า u_i ยิ่งสูงแสดงว่าหน่วยผลิตมีความสามารถในการผลิตลดลง ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนรวม (ε_i) สูงขึ้น แต่ถ้าค่า u_i ต่ำ แสดงว่าหน่วยผลิตมีความสามารถในการผลิตสูงขึ้น และถ้าค่า $u_i = 0$ แสดงว่าหน่วยผลิตมีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคอย่างสมบูรณ์ โดยทั่วไป u_i มีค่าเฉลี่ยค่าการถดถอยเท่ากับ $z_i \delta$ และค่าความแปรปรวนคงที่ นั่นคือ $u_i \sim N(z_i \delta, \sigma_u^2)$ ³

Battese และ Coelli (1995) ได้กำหนดความสัมพันธ์ของสาเหตุการเกิดความด้อยประสิทธิภาพไว้ดังนี้

$$u_i = z_i \delta + w_i \tag{2}$$

โดยที่ z_i คือ เวกเตอร์ของตัวแปรที่อธิบายถึงการเกิดความด้อยประสิทธิภาพ

δ คือ เวกเตอร์ของค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการประมาณค่า

w_i คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่มีการกระจายตัวแบบอิสระโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนคงที่ นั่นคือ $w_i \sim N(0, \sigma_w^2)$

³ ในที่นี้กำหนดให้การกระจายตัวของ u_i เป็นแบบปกติตัดปลาย (truncated normal distribution) โดยมีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากับศูนย์ ซึ่งค่าเฉลี่ยของ u_i ถูกแสดงในรูปความสัมพันธ์ของตัวแปรด้อยประสิทธิภาพ $z_i \delta$

กำหนดให้ y^* คือ ผลผลิตที่เกิดจากการใช้ปัจจัยที่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคอย่างสมบูรณ์ ดังนั้น ค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิค (technical efficiency: TE) ของแต่ละหน่วยผลิต สามารถคำนวณได้จากความสัมพันธ์ ดังนี้

$$TE_i = \frac{y_i}{y^*} = \exp(u_i) = \exp(z_i\delta + w_i) \quad (3)$$

ค่า TE_i ที่วัดได้จากสมการ (3) จะหมายถึงค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคทางด้านผลผลิต (output-oriented technical efficiency) ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่างศูนย์และหนึ่ง สำหรับหน่วยผลิตที่มีค่า TE_i เท่ากับ 1 จะหมายถึงหน่วยผลิตนั้นทำการผลิตเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคโดยสมบูรณ์ในกระบวนการผลิต

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลองเส้นพรมแดนการผลิตเชิงเฟ้นสุ่มที่กำหนดในสมการ (1) และ (2) สามารถทำได้ด้วยวิธีการประมาณความเป็นไปได้สูงสุด (maximum likelihood estimation: MLE) โดยหลักพื้นฐานของวิธี MLE คือ การสร้างความสัมพันธ์ของฟังก์ชัน log-likelihood ของตัวแปร ซึ่งในที่นี้ได้แก่ ตัวแปร y_i ในสมการ (1) ดังนั้น การหาความสัมพันธ์ของฟังก์ชัน log-likelihood ของตัวแปร y_i มีขั้นตอนดังนี้⁴

ฟังก์ชันความหนาแน่น (density function) ของ v_i และ u_i สามารถแสดงได้ดังนี้

$$f(v) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_v} \exp\left\{-\frac{v^2}{2\sigma_v^2}\right\}, \quad -\infty < v < \infty \quad (4)$$

$$f(u) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}\sigma_w \Phi(z\delta/\sigma_w)} \exp\left\{-\frac{(u - z\delta)^2}{2\sigma_w^2}\right\}, \quad u \geq 0 \quad (5)$$

โดยที่ $\Phi(\cdot)$ คือ ฟังก์ชันการกระจายของ standard normal random variable

ภายใต้สมมติฐานของความเป็นอิสระต่อกัน และกำหนดให้ $\varepsilon = v - u$ ฟังก์ชันความหนาแน่นร่วม (joint density function) ของ u และ ε คือ

$$f(u, \varepsilon) = \frac{1}{2\pi\sigma_w\sigma_v\Phi(z\delta/\sigma_w)} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{(u - \mu^*)^2}{\sigma_w^*} + \frac{(\varepsilon + z\delta)^2}{(\sigma_v^2 + \sigma_w^2)}\right)\right\} \quad (6)$$

โดยที่ $\mu^* = \frac{\sigma_v^2 z\delta - \sigma_w^2 \varepsilon}{\sigma_v^2 + \sigma_w^2}$ และ $\sigma_w^{*2} = \frac{\sigma_w^2 \sigma_v^2}{\sigma_v^2 + \sigma_w^2}$

⁴ การได้มาของสมการที่ปรากฏในแบบจำลองเส้นพรมแดนเชิงเฟ้นสุ่มสามารถหาอ่านเพิ่มเติมได้จาก Kumbhakar and Lovell (2000)

ดังนั้น ฟังก์ชันความหนาแน่นส่วนเพิ่ม (marginal density function) ของ $\varepsilon = v - u$ สามารถถูกกำหนดโดยการอินทิเกรต u จาก $f(u, \varepsilon)$

$$f(\varepsilon) = \int_0^\alpha f(u, \varepsilon) du = \frac{\exp\left\{-\frac{1}{2}(\varepsilon + z\delta)^2 / (\sigma_v^2 + \sigma_w^2)\right\}}{\sqrt{2\pi}(\sigma_w^2 + \sigma_v^2)^{0.5} [\Phi(z\delta/\sigma_w) / \Phi(\mu^*/\sigma^*)]} \quad (7)$$

ฟังก์ชันความหนาแน่นของ u ภายใต้ ε คือ

$$f(u | \varepsilon) = \frac{\exp\left\{-\frac{1}{2}(u - \mu^*)^2 / \sigma^{*2}\right\}}{\sqrt{2\pi}\sigma^* \Phi(\mu^*/\sigma^*)}, \quad u \geq 0 \quad (8)$$

ค่าคาดหวังของ e^{-u} ภายใต้ ε คือ

$$E(e^{-u} | \varepsilon) = \exp\left(-\mu^* + \frac{1}{2}\sigma^{*2}\right) \left[\frac{\Phi(\mu^*/\sigma^*) - \sigma^*}{\Phi(\mu^*/\sigma^*)} \right] \quad (9)$$

ฟังก์ชันความหนาแน่น (density function) ของ y_i ในสมการ (1) สามารถแสดงได้ดังนี้

$$f(y_i) = \frac{\exp\left\{-\frac{1}{2}(y_i - x_i\beta + z_i\delta)^2 / (\sigma_v^2 + \sigma_w^2)\right\}}{\sqrt{2\pi}(\sigma_w^2 + \sigma_v^2)^{0.5} [\Phi(d_i) / \Phi(d_i^*)]} \quad (10)$$

โดยที่ $d_i = z_i\delta/\sigma_w$

$$d_i^* = \mu_i^*/\sigma^*$$

$$\mu_i^* = [\sigma_w^2 z_i \delta - \sigma_w^2 (y_i - x_i \beta)] / (\sigma_v^2 + \sigma_w^2)$$

ฟังก์ชัน log-likelihood สามารถแสดงได้ดังนี้

$$L^*(\theta^*; y) = -\frac{1}{2}N \left\{ \ln 2\pi + \ln(\sigma_w^2 + \sigma_v^2) \right\} - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \left[\frac{(y_i - x_i\beta + z_i\delta)^2}{\sigma_w^2 + \sigma_v^2} \right] - \sum_{i=1}^N [\ln \Phi(d_i) - \ln \Phi(d_i^*)] \quad (11)$$

โดยที่ $\theta^* = (\beta', \delta', \sigma_v^2, \sigma_w^2)'$

Battese และ Corra (1977) แสดงฟังก์ชัน log-likelihood ในรูปของ logarithm โดยกำหนดให้

ตัวแปร $\sigma_s^2 = \sigma_v^2 + \sigma_w^2$ และ $\gamma = \frac{\sigma_w^2}{\sigma_s^2}$ ซึ่งส่งผลให้ γ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

ดังนั้น ฟังก์ชัน log-likelihood สามารถแสดงได้ดังนี้

$$L(\theta^*; y) = -\frac{1}{2}N\{\ln 2\pi + \ln \sigma_s^2\} - \frac{1}{2}\sum_{i=1}^N \left[\frac{(y_i - x_i\beta + z_i\delta)^2}{\sigma_s^2} \right] - \sum_{i=1}^N [\ln \Phi(d_i) - \ln \Phi(d_i^*)] \quad (12)$$

$$\text{ที่ซึ่ง } d_i = \frac{z_i\delta}{(\gamma\sigma_s^2)^{0.5}}; \quad d_i^* = \mu_i^* / [\gamma(1-\gamma)\sigma_s^2]^{0.5}; \quad \mu_i^* = (1-\gamma)z_i\delta - \gamma(y_i - x_i\beta);$$

$$\sigma^* = [\gamma(1-\gamma)\sigma_s^2]^{0.5} \text{ และ } \theta^* = (\beta', \delta', \sigma_s^2, \gamma)'$$

ค่าพารามิเตอร์ $\theta^* = (\beta', \delta', \sigma_s^2, \gamma)'$ ที่ปรากฏในสมการฟังก์ชัน log-likelihood หรือสมการ (12) สามารถหาค่าได้จากเงื่อนไขลำดับที่หนึ่งโดยการหาอนุพันธ์ย่อยของฟังก์ชัน log-likelihood เทียบต่อค่าพารามิเตอร์ $\beta', \delta', \sigma_s^2, \gamma$ หรือในทางปฏิบัติสามารถหาได้โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ FRONTIER Version 4.1 ที่พัฒนาขึ้นโดย Coelli (1996) และค่าประมาณของประสิทธิภาพเชิงเทคนิคในสมการ (3) สามารถคำนวณหาได้ภายหลังจากที่ค่าพารามิเตอร์ $\theta^* = (\beta', \delta', \sigma_s^2, \gamma)'$ ในแบบจำลองเส้นพรมแดนการผลิตเชิงเส้นสัมพันธ์ถูกประมาณค่าไว้แล้ว

3. ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 การกำหนดแบบจำลอง

การประมาณค่าแบบจำลองเส้นพรมแดนการผลิตเชิงเส้นสัมพันธ์จำเป็นต้องเลือกรูปแบบของฟังก์ชันที่เหมาะสมให้แก่ตัวแทนของเทคโนโลยีการผลิตสำหรับกระบวนการผลิตที่พิจารณา รูปแบบของฟังก์ชันที่นิยมใช้ในทางปฏิบัติ ได้แก่ Cobb-Douglas หรือ Translog ซึ่งรูปแบบของฟังก์ชันที่เหมาะสมควรจะต้องมีคุณสมบัติความยืดหยุ่นเพียงพอต่อการกำหนดข้อจำกัดบางอย่างต่อโครงสร้างของเทคโนโลยีการผลิตโดยปราศจากการทำลายคุณสมบัติความโค้ง (curvature) และคุณสมบัติสมมาตร (symmetry) ของเทคโนโลยีการผลิต ข้อดีของ Cobb-Douglas คือ มีรูปแบบที่ง่ายไม่ซับซ้อน แต่ก็ขาดความยืดหยุ่นในการกำหนดคุณสมบัติของเทคโนโลยีการผลิต ในขณะที่ Translog มีรูปแบบที่ซับซ้อนกว่า แต่มีความยืดหยุ่นเพียงพอที่จะกำหนดคุณสมบัติของเทคโนโลยีการผลิต

งานวิจัยนี้ได้พิจารณากระบวนการผลิตยางพาราโดยกำหนดให้เกษตรกรแต่ละรายใช้ปัจจัยการผลิตจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ ที่ดิน (x_1) แรงงาน (x_2) ปุ๋ย (x_3) น้ำมันเชื้อเพลิง (x_4) และเครื่องจักร (x_5) ในการผลิตยางพารา และได้กำหนดตัวแปรหุ่น (D_1 และ D_2) เพื่อสะท้อนถึงการผลิตของเกษตรกรในแต่ละพื้นที่ โดยจะพิจารณาแบบจำลองเส้นพรมแดนการผลิตเชิงเส้นสัมพันธ์ภายใต้รูปแบบฟังก์ชันทั้ง Cobb-Douglas และ Translog

แบบจำลองเส้นพรมแดนการผลิตเชิงเส้นสัมพันธ์ภายใต้รูปแบบ Cobb-Douglas ที่เขียนในรูป logarithm สามารถแสดงได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \ln y_i = & \beta_0 + \beta_1 \ln x_1 + \beta_2 \ln x_2 + \beta_3 \ln x_3 + \beta_4 \ln x_4 + \beta_5 \ln x_5 \\ & + \beta_6 D_{1i} + \beta_7 D_{2i} + v_i - u_i \end{aligned} \quad (13)$$

แบบจำลองเส้นพรมแดนการผลิตเชิงเส้นสี่มุมภายใต้รูปแบบ Translog กำหนดได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \ln y_i = & \beta_0 + \beta_1 \ln x_1 + \beta_2 \ln x_2 + \beta_3 \ln x_3 + \beta_4 \ln x_4 + \beta_5 \ln x_5 \\ & + \frac{1}{2} \beta_{11} (\ln x_1)^2 + \beta_{12} \ln x_1 \ln x_2 + \beta_{13} \ln x_1 \ln x_3 + \beta_{14} \ln x_1 \ln x_4 + \beta_{15} \ln x_1 \ln x_5 \\ & + \frac{1}{2} \beta_{22} (\ln x_2)^2 + \beta_{23} \ln x_2 \ln x_3 + \beta_{24} \ln x_2 \ln x_4 + \beta_{25} \ln x_2 \ln x_5 \\ & + \frac{1}{2} \beta_{33} (\ln x_3)^2 + \beta_{34} \ln x_3 \ln x_4 + \beta_{35} \ln x_3 \ln x_5 \\ & + \frac{1}{2} \beta_{44} (\ln x_4)^2 + \beta_{45} \ln x_4 \ln x_5 \\ & + \frac{1}{2} \beta_{55} (\ln x_5)^2 + \beta_6 D_{1i} + \beta_7 D_{2i} + v_i - u_i \end{aligned} \quad (14)$$

ค่าสัมประสิทธิ์ลำดับหนึ่งของตัวแปรต่าง ๆ (β_1, \dots, β_5) ที่ประมาณได้จากแบบจำลองภายใต้รูปแบบฟังก์ชันทั้งสองสามารถอธิบายถึงความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อการใช้จ่ายการผลิตแต่ละชนิด ในขณะที่ผลรวมของค่าสัมประสิทธิ์ลำดับหนึ่งของตัวแปรอิสระยังสามารถอธิบายถึงระยะผลได้ต่อขนาดการผลิตซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจที่จะขยายขนาดการผลิต และการปรับสัดส่วนการใช้จ่ายการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

งานวิจัยนี้ได้กำหนดตัวแปรที่นำมาใช้อธิบายถึงความด้อยประสิทธิภาพในการผลิตยางพาราของเกษตรกรจำนวน 4 ปัจจัย⁵ ได้แก่ ระดับการศึกษา ประสบการณ์ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ดังนั้นสมการความด้อยประสิทธิภาพในการผลิตยางพาราสามารถกำหนดได้ดังนี้

$$u_i = \delta_0 + \delta_1 \text{Edu}_i + \delta_2 \text{Exp}_i + \delta_3 \text{Rain}_i + \delta_4 \text{Temp}_i + w_i \quad (15)$$

คำจำกัดความของแต่ละตัวแปรที่กำหนดในสมการเส้นพรมแดนการผลิตเชิงเส้นสี่มุมและสมการความด้อยประสิทธิภาพสามารถอธิบายได้ดังนี้

- 1) ผลผลิตยางพาราของเกษตรกรแต่ละราย (y_i) คำนวณในรูปของเนื้อยางแห้งที่ได้คิดเป็นกิโลกรัมจากผลผลิตยางใน 3 รูปแบบ ได้แก่ น้ำยางสด ยางแผ่นดิบ ยางก้อนถ้วย/เศษยาง ผลผลิตยางแต่ละประเภทถูกแปลงให้เป็นเนื้อยางแห้ง โดยสัดส่วนของยางแผ่นต่อผลผลิตยางในแต่ละชนิดอยู่ในอัตราร้อยละ 30 , 98 และ 50 ตามลำดับ มีหน่วยเป็น กิโลกรัม
- 2) ใช้จ่ายที่ดิน (x_1) คำนวณได้จากพื้นที่ใช้เพาะปลูกยางพารา มีหน่วยเป็น ไร่

⁵ ตัวแปรด้อยประสิทธิภาพหมายถึงตัวแปรที่แสดงถึงปัจจัยแวดล้อมต่างๆที่ไม่ใช่ปัจจัยการผลิตในกระบวนการผลิตที่ส่งผลทำให้ผู้ผลิตทำการผลิตสินค้าเป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค

- 3) ปัจจัยแรงงาน (x_2) คำนวณจากชั่วโมงการทำงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตยางพารา ประกอบไปด้วยการใช้แรงงานใน 3 กิจกรรมได้แก่ 1. การใส่ปุ๋ย 2. การฉีดยากำจัดวัชพืช-ศัตรูพืชและการตายหญ้า 3. กรีดและเก็บเกี่ยว มีหน่วยเป็น ชั่วโมง
- 4) ปัจจัยปุ๋ย (x_3) คำนวณจากมูลค่าการใช้ปุ๋ยที่ใช้ในกระบวนการผลิตยางพาราซึ่งประกอบไปด้วย ปุ๋ยคอก ปุ๋ยชีวภาพ และปุ๋ยเคมี มีหน่วยเป็น บาท
- 5) ปัจจัยน้ำมันเชื้อเพลิง (x_4) คำนวณจากปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในกระบวนการผลิตยางพารา มีหน่วยเป็น ลิตร
- 6) ปัจจัยทุน (x_5) คำนวณจากค่าเครื่องจักรหนักและเครื่องจักรเบาที่ใช้ในการผลิตยางพารา ซึ่งเครื่องจักรหนัก ได้แก่ รถอีแต่น มอเตอร์ไซค์ เครื่องตัดหญ้า เครื่องพ่นยา และเครื่องจักรเบาได้แก่ มีด ชุดร่อนน้ำยาง ถัง ชุดไฟ เป็นต้น โดยปัจจัยทุนของเครื่องจักรหนักหาได้จากค่าเสื่อมราคาของวัสดุทางการเกษตรที่ใช้ในการผลิตยาง ซึ่งคิดค่าเสื่อมราคาของอุปกรณ์วิธีเส้นตรงโดยมีอายุ 10 ปี มีหน่วยเป็น บาท
- 7) ตัวแปรหุ่นของจังหวัด (D_1 และ D_2) ตัวแปรหุ่นนี้จะใช้สะท้อนการผลิตในแต่ละพื้นที่เนื่องจากเกษตรกรในแต่ละจังหวัดในพื้นที่ที่ศึกษาอาจมีการใช้เทคโนโลยีการผลิตที่แตกต่างกัน
โดยที่ $D_1 = 1$ และ $D_2 = 0$ คือ เกษตรกรที่อยู่ในจังหวัดหนองคาย
 $D_1 = 0$ และ $D_2 = 1$ คือ เกษตรกรที่อยู่ในจังหวัดกาฬสินธุ์
 $D_1 = 0$ และ $D_2 = 0$ คือ เกษตรกรที่อยู่ในจังหวัดบุรีรัมย์
- 8) ระดับการศึกษาของเกษตรกร (Edu_i) มีหน่วยเป็น ปี
- 9) ประสบการณ์ของเกษตรกรในการปลูกยางพารา (Exp_i) มีหน่วยเป็น ปี
- 10) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีในพื้นที่ ($Rain_i$) มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร
- 11) ปริมาณอุณหภูมิเฉลี่ยต่อปีในพื้นที่ ($Temp_i$) มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส

3.2 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษานี้ได้ทำการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรผู้ปลูกยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือปีการเพาะปลูก 2553 จำนวน 450 ราย ครอบคลุมพื้นที่ 3 จังหวัด ได้แก่ หนองคาย ซึ่งเป็นจังหวัดตัวแทนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน กาฬสินธุ์ ซึ่งเป็นจังหวัดตัวแทนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางและบุรีรัมย์ ซึ่งเป็นจังหวัดตัวแทนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง จังหวัดละ 150 กลุ่มตัวอย่าง สำหรับเกณฑ์ในการคัดเลือกจังหวัดที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ กำหนดจากจังหวัดที่ให้พื้นที่การเพาะปลูกยางพารามากที่สุดในแต่ละกลุ่ม นอกจากนั้น กลุ่มตัวอย่างที่เก็บสำรวจยังแบ่งตามช่วงอายุของยางพาราโดยแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มๆละเท่ากัน ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ช่วงอายุ 7 – 12 ปี หรือเกษตรกรปลูกยางพาราในปี 2539 – 2544 กลุ่มที่ 2 ช่วงอายุ 13 – 17 ปี หรือ

เกษตรกรปลูกยางพาราในปี 2534 – 2538 และกลุ่มที่ 3 ช่วงอายุ 18 ปีขึ้นไป หรือเกษตรกรปลูกยางพาราก่อนปี 2533 จนถึงปี 2533

ตาราง 1 แสดงค่าสถิติเชิงพรรณนาของตัวแปรผลผลิต ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิด และตัวแปรต่อคุณภาพที่นำมาใช้ในการศึกษาของแต่ละจังหวัดและของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษา จากข้อมูลที่เก็บสำรวจของเกษตรกรที่ใช้ในการศึกษานี้พบว่า เกษตรกรในจังหวัดบุรีรัมย์มีผลผลิตยางพาราโดยเฉลี่ยสูง และมีการใช้ปัจจัยที่ดินและปุ๋ยสูงกว่าเกษตรกรในจังหวัดหนองคายและกาฬสินธุ์ ตามลำดับ ในขณะที่เกษตรกรในจังหวัดบุรีรัมย์มีการใช้ปัจจัยแรงงานและทุนโดยเฉลี่ยสูงกว่าเกษตรกรในจังหวัดกาฬสินธุ์และหนองคาย ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม จากข้อมูลในตารางที่ 1 พบว่าการผลิตยางพาราในจังหวัดหนองคายให้ค่าผลิตภาพแรงงานสูงกว่าเกษตรกรในจังหวัดกาฬสินธุ์และบุรีรัมย์ ค่าเฉลี่ยของระดับการศึกษาและประสบการณ์ในการปลูกยางพาราของเกษตรกรทั้ง 3 จังหวัดมีค่าเท่ากับ 5.8 และ 15.8 ปี ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิใน 3 จังหวัดมีค่าเท่ากับ 1,870.3 มิลลิเมตร และ 26.3 องศาเซลเซียส ตามลำดับ จังหวัดหนองคายมีค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนสูงกว่าจังหวัดอื่นๆ แต่ในขณะเดียวกันก็มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิต่ำกว่าจังหวัดอื่นๆ

ตาราง 1 ค่าสถิติเชิงพรรณนาของตัวแปรที่นำมาใช้ในการศึกษา

ตัวแปร (หน่วย)	หนองคาย	กาฬสินธุ์	บุรีรัมย์	รวม 3 จังหวัด
ผลผลิต (กิโลกรัม)	3,925.7	2,913.1	4,462.1	3,959.3
ที่ดิน (ไร่)	12.4	8.6	12.7	11.7
แรงงาน (ชั่วโมง)	1,070.1	1,218.4	1,242.7	1,184.7
ปุ๋ย (บาท)	26,331.8	17,326.7	31,790.6	26,958.7
น้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร)	47.9	149.0	136.2	112.1
ทุน (บาท)	8,667.8	9,886.0	13,500.7	11,234.4
การศึกษา (ปี)	5.2	6.5	5.9	5.8
ประสบการณ์ (ปี)	15.1	15.9	16.2	15.8
ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)	2,331.0	1,979.2	1,524.7	1,870.3
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	25.9	26.6	26.5	26.3

ที่มา: จากการคำนวณ

4. ผลการศึกษา

ข้อมูลการผลิตยางพาราที่ได้เก็บสำรวจรวบรวมจากเกษตรกรใน 3 จังหวัด จำนวน 450 ราย ในปีการเพาะปลูก 2553 ถูกนำมาสร้างเป็นตัวแปรผลผลิตและปัจจัยการผลิตตามคำจำกัดความของตัวแปรที่ได้กำหนดไว้ในหัวข้อ (3.1) ก่อนที่ตัวแปรต่างๆจะถูกนำไปประมาณค่าในแบบจำลอง ตัวแปรแต่ละตัวถูกนำมาเปลี่ยนรูปโดยการนำค่าตัวแปรของเกษตรกรแต่ละรายลบด้วยค่าเฉลี่ยของเกษตรกร การเปลี่ยนรูปตัวแปรดังกล่าวจะไม่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างของสมการเส้นพรมแดนการผลิตที่ต้องการประมาณค่า แต่ข้อดีคือ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่ประมาณค่าได้จากแบบจำลองจะถูกประเมิน ณ ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งสามารถนำไปแปรผลและเปรียบเทียบเป็นตัวแทนของหน่วยผลิตทุกรายที่อยู่ในกระบวนการผลิตที่พิจารณา

Battese และ Coelli (1995) ได้เสนอวิธีประมาณสมการเส้นพรมแดนการผลิตเชิงเฟ้นสุ่มและสมการด้อยประสิทธิภาพพร้อมๆกัน (simultaneously) ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาความเบี่ยงเบนทางสถิติของการประมาณค่าแบบสองขั้นตอน (two-stage estimation) โดยวิธีการประมาณค่าสมการพร้อมๆกันนี้สามารถทำได้โดยอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Frontier ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Frontier จะประมาณค่าพารามิเตอร์ของความแปรปรวน $\sigma_s^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$ และ $\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_s^2}$ โดย γ จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ

1 ถ้าค่า γ เป็นศูนย์แสดงว่าไม่มีความด้อยประสิทธิภาพในแบบจำลอง ในขณะที่ค่า $\gamma > 0$ แสดงว่าเกิดความด้อยประสิทธิภาพขึ้นในแบบจำลอง

การวิเคราะห์เริ่มต้นโดยการประมาณค่าแบบจำลองเส้นพรมแดนการผลิตเชิงเฟ้นสุ่มภายใต้รูปแบบ Cobb-Douglas และ Translog ตาราง 2 แสดงผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์แบบจำลองเส้นพรมแดนการผลิตเชิงเฟ้นสุ่มและความด้อยประสิทธิภาพภายใต้รูปแบบ Cobb-Douglas และ Translog จากผลการประมาณค่าที่แสดงในตารางที่ 2 พบว่าภายใต้รูปแบบ Cobb-Douglas γ มีค่าเท่ากับ 0.672 และภายใต้รูปแบบ Translog γ มีค่าเท่ากับ 0.893 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นมากกว่าร้อยละ 95 ค่าประมาณที่ได้สามารถอธิบายได้ว่าเกิดความไม่มีประสิทธิภาพขึ้นในการผลิตยางพารา ดังนั้น แบบจำลองการวิเคราะห์เส้นพรมแดนการผลิตเชิงเฟ้นสุ่มสามารถนำมาใช้อธิบายการผลิตยางพาราได้อย่างมีนัยสำคัญ

ดังนั้น การวิเคราะห์ขั้นต่อไปจะทำการทดสอบว่าปัจจัยแวดล้อมต่างๆมีผลต่อความด้อยประสิทธิภาพเชิงเทคนิคที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตยางพาราหรือไม่⁶ ซึ่งการทดสอบสามารถทำได้โดยใช้ likelihood ratio โดยการกำหนดสมมติฐานหลัก H_0 : ปัจจัยแวดล้อมต่างๆไม่มีผลต่อการอธิบายความไม่มีประสิทธิภาพในแบบจำลอง และสมมติฐานทางเลือก H_a : ปัจจัยแวดล้อมต่างๆมีผลต่อการ

⁶ การทดสอบทำได้โดยการประมาณสมการ (14) เพียงสมการเดียวเปรียบเทียบกับผลการประมาณที่ได้จากสมการที่ (14) ร่วมกับสมการ (15)

อธิบายความไม่มีประสิทธิภาพในแบบจำลอง ซึ่งค่าทดสอบสถิติ likelihood ratio $\lambda = -2[\ln L(H_0) - \ln L(H_a)]$ โดยที่ $\ln L(H_0)$ คือ ค่า logarithm ของค่าประมาณที่ได้จาก likelihood function ภายใต้สมมติฐาน H_0 และ $\ln L(H_a)$ คือ ค่า logarithm ของค่าประมาณที่ได้จาก likelihood function ภายใต้สมมติฐาน H_a ซึ่งค่าทดสอบสถิติมีการกระจายตัวแบบ chi-square และมี degree of freedom เท่ากับผลต่างของจำนวนพารามิเตอร์จากการประมาณค่าภายใต้ H_0 และ H_a จากผลการประมาณค่า Likelihood ratio ที่ได้จากแบบจำลองภายใต้รูปแบบ Cobb-Douglas มีค่า $\lambda = -2[97.47 - 108.217] = 21.47$ และการทดสอบภายใต้รูปแบบ Translog มีค่า $\lambda = -2[203.9 - 218.97] = 30.14$ ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าวิกฤต 9.24 ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และ degree of freedom เท่ากับ 5 ผลการทดสอบที่ได้สามารถปฏิเสธ H_0 ซึ่งสามารถยืนยันได้ว่าปัจจัยแวดล้อมต่างๆมีผลต่อการอธิบายความไม่มีประสิทธิภาพในการผลิตยางพาราของกลุ่มตัวอย่างที่พิจารณาภายใต้แบบจำลองทั้งสอง

ขั้นตอนต่อไปจะวิเคราะห์เพื่อทดสอบหารูปแบบฟังก์ชันระหว่าง Cobb-Douglas และ Translog รูปแบบใดมีความเหมาะสมมากกว่ากัน การทดสอบสามารถทำได้โดยใช้ likelihood ratio โดยการกำหนดสมมติฐานหลัก H_0 : รูปแบบ Cobb-Douglas ดีกว่า Translog และสมมติฐานทางเลือก H_a : รูปแบบ Translog ดีกว่า Cobb-Douglas ซึ่งค่าทดสอบสถิติ likelihood ratio มีการกระจายตัวแบบ chi-square และมี degree of freedom เท่ากับผลต่างของจำนวนพารามิเตอร์จากการประมาณค่าภายใต้ Cobb-Douglas และ Translog จากผลการประมาณค่า Likelihood ratio ที่ได้จากแบบจำลองภายใต้รูปแบบ Cobb-Douglas และ Translog โดย $\lambda = -2[108.21 - 218.97] = 221.52$ ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าวิกฤต 21.06 ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และ degree of freedom เท่ากับ 14 ผลการทดสอบที่ได้สามารถปฏิเสธ H_0 ซึ่งสามารถยืนยันได้ว่ารูปแบบ Translog มีความเหมาะสมมากกว่ารูปแบบ Cobb-Douglas ในการอธิบายค่าในแบบจำลอง ดังนั้น ผลการประมาณค่าของแบบจำลองภายใต้รูปแบบ Translog ที่ได้แสดงไว้ในตาราง 2 จะถูกนำไปใช้อธิบายโครงสร้างการผลิตยางพาราที่เกิดขึ้นและคำนวณค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของเกษตรกรผู้ปลูกยางพาราต่อไป

จากผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลองเส้นพรมแดนการผลิตเชิงเฟ้นสุ่มและความด้อยประสิทธิภาพภายใต้รูปแบบ Translog ที่แสดงไว้ในตารางที่ 2 พบว่า โดยทั่วไปค่าที่ประมาณได้ให้ผลทางสถิติเป็นที่น่าพอใจ โดยค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรทุกตัวที่อยู่ในสมการเส้นการผลิตเชิงเฟ้นสุ่มมีค่าเป็นบวก ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดสามารถอธิบายถึงค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อปัจจัยการผลิตแต่ละชนิด จากผลการศึกษาพบว่า ค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดมีค่าเป็นบวกและน้อยกว่าหนึ่งในทุกปัจจัยการผลิตซึ่งเป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้ โดยปัจจัยการผลิตทุกชนิดยกเว้น น้ำมันเชื้อเพลิง สามารถอธิบายปริมาณการผลิตยางพาราได้อย่างมีนัยสำคัญแตกต่างจากศูนย์ที่ระดับความเชื่อมั่นมากกว่าร้อยละ 95 นอกจากนั้น ผลการศึกษายังแสดงว่า

ที่ดินเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการผลิตยางพาราโดยมีค่าสัมประสิทธิ์หรือค่าความยืดหยุ่นของการใช้ปัจจัยการผลิตเท่ากับ 0.404 นั่นคือ หากกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆคงที่แล้ว หากขนาดพื้นที่เพาะปลูกเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 1 จะทำให้ผลผลิตยางพาราเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 0.404 ซึ่งผลที่ได้สามารถกล่าวได้ว่าการผลิตยางพารามีลักษณะที่พึ่งพาที่ดินเป็นปัจจัยหลัก (land intensive) นอกจากนี้ปัจจัยที่ดินแล้ว ปัจจัยปุ๋ย และแรงงานมีค่าความยืดหยุ่นต่อปัจจัยเท่ากับ 0.322 0.289 และ 0.214 ตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้สามารถอธิบายได้ว่า หากกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆคงที่แล้ว เมื่อเกษตรกรเพิ่มการใช้ปุ๋ย เครื่องจักร และแรงงาน อีกร้อยละ 1 จะทำให้ผลผลิตยางพาราเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.322 0.289 และ 0.214 ตามลำดับ ผลที่ได้จากการศึกษาในตาราง 2 แสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากปัจจัยน้ำมันเชื้อเพลิงมีค่าไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ และมีความยืดหยุ่นน้อยที่สุดเพื่อเทียบกับปัจจัยการผลิตชนิดอื่นๆ ซึ่งผลที่ได้สามารถอธิบายได้ว่า น้ำมันเชื้อเพลิงไม่ส่งผลต่อการผลิตยางพารา เนื่องจากเกษตรกรใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นปัจจัยรองในการผลิตยางพารา แต่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในการถางหญ้าเพื่อบำรุงรักษาพื้นที่การปลูกยางให้อยู่ในสภาพเหมาะสมเท่านั้น ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงการใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงจึงไม่ส่งผลโดยตรงต่อการผลิตยางพาราของเกษตรกร

นอกจากค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดที่ประมาณได้สามารถใช้อธิบายถึงค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อปัจจัยการผลิตแล้ว ผลรวมของค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยการผลิตทุกชนิดยังสามารถใช้อธิบายถึงระยะผลได้ต่อขนาดที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตยางพาราได้อีกด้วย จากตารางที่ 2 พบว่าผลรวมของค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยการผลิตทุกชนิดมีค่าเท่ากับ 1.360 (= 0.404+0.214+0.322+0.131+0.289) ซึ่งมีค่ามากกว่าหนึ่ง นั่นหมายถึง ถ้าการใช้ปัจจัยการผลิตทุกชนิดได้แก่ พื้นที่ แรงงาน ปุ๋ย น้ำมันเชื้อเพลิง และเครื่องจักร เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะส่งผลให้การผลิตยางพาราเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 1.360 ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าการผลิตยางพาราของเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือในพื้นที่ที่ศึกษาดำเนินการผลิตอยู่ในช่วงที่ระยะผลได้ต่อขนาดเพิ่มขึ้น (increasing returns to scale)

นอกจากค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดที่ประมาณได้ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรหุ่น D_1 และ D_2 จะสะท้อนถึงการผลิตยางพาราของจังหวัดหนองคายและกาฬสินธุ์ว่าจะส่งผลต่อการผลิตยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือหรือไม่ และถ้าหากค่า D_1 และ $D_2 = 0$ ค่าสัมประสิทธิ์ β_0 จะสะท้อนถึงการผลิตยางพาราของจังหวัดบุรีรัมย์ว่าจะส่งผลต่อการผลิตยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือหรือไม่ จากตารางที่ 2 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ D_1 มีค่าเท่ากับ 0.409 และมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ค่าสัมประสิทธิ์ D_2 มีค่าเท่ากับ 0.204 และมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ β_0 มีค่าเท่ากับ 0.343 และมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรที่อยู่ในจังหวัดหนองคายส่งผลต่อการผลิตยางพารามากกว่าเกษตรกรที่อยู่ในจังหวัดบุรีรัมย์และ

ภาพสินธุ์ ตามลำดับ จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจพบว่าผลผลิตยางของเกษตรกรในจังหวัดหนองคาย โดยเฉลี่ยมีค่าสูงกว่าเกษตรกรในจังหวัดภาพสินธุ์ถึงร้อยละ 26 ในขณะที่การใช้แรงงานโดยเฉลี่ยน้อยกว่าร้อยละ 14 ถึงแม้ว่าผลผลิตยางในจังหวัดบุรีรัมย์โดยเฉลี่ยจะสูงกว่าจังหวัดหนองคายและภาพสินธุ์ถึงร้อยละ 12 และ 35 ตามลำดับ แต่การใช้แรงงานของจังหวัดบุรีรัมย์โดยเฉลี่ยก็สูงกว่าจังหวัดหนองคายและภาพสินธุ์ถึงร้อยละ 14 และ 2 ตามลำดับ เช่นกัน นอกจากนี้ หากพิจารณาถึงปัจจัยแวดล้อมทางด้านภูมิอากาศพบว่าปริมาณน้ำฝนในจังหวัดหนองคายโดยเฉลี่ยสูงกว่าจังหวัดภาพสินธุ์และบุรีรัมย์ ตามลำดับ ในขณะที่มีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยต่ำกว่าจังหวัดบุรีรัมย์และภาพสินธุ์ ตามลำดับ

ตาราง 2 ยังได้แสดงถึงผลการประมาณค่าปัจจัยแวดล้อมต่างๆ ที่ส่งผลต่อความด้อยประสิทธิภาพเชิงเทคนิคในการผลิตยางพารา จากค่าสัมประสิทธิ์ที่ประมาณได้จากสมการความด้อยประสิทธิภาพจะพบว่า ถ้าเครื่องหมายของค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยแวดล้อมที่ประมาณได้มีค่าเป็นลบ แสดงว่าปัจจัยแวดล้อมดังกล่าวส่งผลทำให้เกิดความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคในการผลิตยางพาราลดลง ในทางตรงกันข้าม ถ้าเครื่องหมายของค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยแวดล้อมที่ประมาณได้มีค่าเป็นบวกแสดงว่าปัจจัยแวดล้อมดังกล่าวส่งผลทำให้เกิดความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคในการผลิตยางพาราเพิ่มขึ้น จากค่าที่ประมาณได้ในตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรประสบการณ์และปริมาณน้ำฝนมีค่าเป็นลบ และมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ผลที่ได้สามารถอธิบายได้ว่าหากเกษตรกรมีประสบการณ์ในการปลูกยางเพิ่มมากขึ้น และถ้าหากปริมาณน้ำฝนในพื้นที่โดยเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้น จะส่งผลทำให้ความไม่มีประสิทธิภาพในการผลิตยางพาราลดลง ในทางตรงกันข้าม ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรระดับการศึกษาและอุณหภูมิมีค่าเป็นบวก ผลที่ได้สามารถอธิบายได้ว่าหากเกษตรกรมีการศึกษาเพิ่มสูงขึ้น หรือถ้าหากอุณหภูมิในพื้นที่โดยเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้น จะส่งผลทำให้ความไม่มีประสิทธิภาพในการผลิตยางพาราเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าปัจจัยแวดล้อมทั้งสองให้ค่าที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่แตกต่างจากศูนย์

ตารางที่ 2 ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์แบบจำลองเส้นพรมแดนการผลิตเชิงพื้นที่และค่าสัมประสิทธิ์ประสิทธิภาพ

ตัวแปร		Cobb-Douglas	Translog
		ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าสัมประสิทธิ์
	สมการเส้นพรมแดนการผลิตเชิงพื้นที่		
ค่าคงที่	β_0	0.298 ^{***} (0.019)	0.343 ^{***} (0.034)
ที่ดิน	β_1	0.454 ^{***} (0.059)	0.404 ^{***} (0.065)
แรงงาน	β_2	0.249 ^{***} (0.038)	0.214 ^{***} (0.052)
ปุ๋ย	β_3	0.029 (0.027)	0.322 ^{***} (0.034)

น้ำมันเชื้อเพลิง	β_4	0.236 ^{***} (0.057)	0.131 (0.089)
ทุน	β_5	0.312 ^{**} (0.093)	0.289 ^{***} (0.072)
(ที่ดิน)x(ที่ดิน)	β_{11}		0.459 ^{***} (0.114)
(ที่ดิน)x(แรงงาน)	β_{12}		0.808 ^{**} (0.275)
(ที่ดิน)x(ปุ๋ย)	β_{13}		0.163 ^{***} (0.014)
(ที่ดิน)x(น้ำมันเชื้อเพลิง)	β_{14}		0.080 [*] (0.047)
(ที่ดิน)x(ทุน)	β_{15}		-0.068 ^{**} (0.029)
(แรงงาน)x(แรงงาน)	β_{22}		0.137 ^{***} (0.027)
(แรงงาน)x(ปุ๋ย)	β_{23}		-0.039 ^{***} (0.005)
(แรงงาน)x(น้ำมันเชื้อเพลิง)	β_{24}		-0.138 (0.106)
(แรงงาน)x(ทุน)	β_{25}		0.467 ^{**} (0.181)
(ปุ๋ย)x(ปุ๋ย)	β_{33}		0.052 (0.062)
(ปุ๋ย)x(น้ำมันเชื้อเพลิง)	β_{34}		0.444 ^{**} (0.143)
(ปุ๋ย)x(ทุน)	β_{35}		1.371 [*] (0.432)
(น้ำมันเชื้อเพลิง)x(น้ำมันเชื้อเพลิง)	β_{44}		-0.682 [*] (0.385)
(น้ำมันเชื้อเพลิง)x(ทุน)	β_{45}		0.549 [*] (0.211)
ตัวแปรหุ่น D_1	β_6	0.172 [*] (0.095)	0.409 ^{**} (0.111)
ตัวแปรหุ่น D_2	β_7	0.214 ^{**} (0.054)	0.204 [*] (0.115)
สมการความถ้อยประสิทธิภาพ			
ค่าคงที่	δ_0	-0.648 (0.543)	-0.248 [*] (0.154)
การศึกษา	δ_1	0.796 ^{**} (0.343)	0.086 (0.134)
ประสบการณ์	δ_2	-0.062 [*]	-0.162 ^{**}

		(0.031)	(0.061)
ปริมาณน้ำฝน	δ_3	-0.454	-0.385**
		(0.362)	(0.136)
อุณหภูมิ	δ_4	0.578	0.246
		(0.524)	(0.719)
	ค่าประมาณความแปรปรวน		
σ_s^2		0.112**	0.214**
		(0.035)	(0.071)
γ		0.672**	0.893**
		(0.203)	(0.312)
Log likelihood value		108.21	218.97

ที่มา: จากการคำนวณ

หมายเหตุ: *** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99; ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95; * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90; ค่าที่กำหนดในวงเล็บหมายถึงส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง 3 แสดงค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของการผลิตยางพาราแบ่งตามช่วงอายุของต้นยางพาราและแยกตามส่วนของภาค ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของการผลิตยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าเท่ากับ 0.675 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า โดยเฉลี่ยแล้วเกษตรกรผู้ผลิตยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือทำการผลิตยางพาราเป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพซึ่งเกษตรกรสามารถเพิ่มผลผลิตยางพาราได้อีกประมาณ 33% จากปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต ณ ระดับปัจจุบัน จากการวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของการผลิตยางพาราโดยแบ่งตามช่วงอายุของต้นยางพารา เป็นช่วงอายุ 7 – 12 ปี อายุ 13 – 17 ปี และ อายุ 18 ปีขึ้นไป พบว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนมีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคสูงสุด โดยมีค่าประสิทธิภาพการผลิตเชิงเทคนิคเท่ากับ 0.721 รองลงมา ได้แก่ ตอนกลาง และตอนล่าง โดยมีค่าประสิทธิภาพการผลิตเชิงเทคนิคเท่ากับ 0.676 และ 0.630 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาตามช่วงอายุที่ให้ผลผลิตของยางพาราพบว่า ทุกช่วงอายุของยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนมีค่าประสิทธิภาพการผลิตเชิงเทคนิคสูงกว่าตอนกลางและตอนล่าง และทุกช่วงอายุของยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางมีค่าประสิทธิภาพการผลิตเชิงเทคนิคสูงกว่าตอนล่าง สาเหตุที่สามารถอธิบายได้ว่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของเกษตรกรที่อยู่ในเขตตอนบนมีค่าสูงกว่าส่วนอื่นๆของภาค หากพิจารณาถึงปัจจัยแวดล้อมที่เอื้อต่อการผลิตยางพาราจะพบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนในเขตตอนบนสูงกว่าตอนกลางและตอนล่าง ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิของเขตตอนบนต่ำกว่าตอนล่าง ถึงแม้ว่าเกษตรกรในเขตตอนบนจะมีประสบการณ์ในการปลูกยางน้อยกว่าตอนกลางและตอนล่าง แต่จากข้อมูลที่สำรวจพบว่าการผลิตยางพาราในเขตตอนบนให้ค่าผลิตภาพแรงงานสูงกว่าตอนกลางและตอนล่าง นอกจากนี้ ผลการศึกษาที่แสดงไว้ในตารางที่ 2 พบว่าโดยเฉลี่ยเกษตรกรที่ปลูกต้นยางพาราในมีช่วงอายุ 18 ปีขึ้นไป จะให้ค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคสูงกว่าผู้ปลูกต้นยางพาราในช่วงอายุ 13-17 ปี และ 7-12 ปี ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของการผลิตยางพาราแบ่งตามช่วงอายุยางพาราและแยกตามราย
ตอนของภาค

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	อายุ 7-12 ปี	อายุ 13-17 ปี	อายุ 18 ปีขึ้นไป	ค่าเฉลี่ย
ตอนบน	0.706	0.714	0.742	0.721
ตอนกลาง	0.652	0.677	0.701	0.676
ตอนล่าง	0.65	0.626	0.614	0.63
ค่าเฉลี่ย	0.669	0.672	0.685	0.675

5. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองการวิเคราะห์เส้นพรมแดนการผลิตเชิงพื้นที่และค่าต่อประสิทธิภาพเพื่อทำการวัดค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของเกษตรกรผู้ปลูกยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แบบจำลองที่นำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้ยังสามารถใช้อธิบายถึงปัจจัยแวดล้อมต่างๆที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิตยางพาราของเกษตรกร งานวิจัยนี้ได้ทำการสำรวจเกษตรกรจำนวน 450 ราย ของปีการเพาะปลูก 2553 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่นำมาใช้ในการศึกษาคือเกษตรกรที่ปลูกยางพาราของภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้งตอนบน กลาง และล่าง และครอบคลุมต้นยางที่สามารถให้ผลผลิตน้ำยางได้ในทุกช่วงอายุ

ผลการศึกษานี้สรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของการผลิตยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าเท่ากับ 0.675 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า โดยเฉลี่ยแล้วเกษตรกรผู้ผลิตยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือทำการผลิตยางพาราเป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพ ซึ่งเกษตรกรสามารถเพิ่มผลผลิตยางพาราได้อีกประมาณ 33% จากปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต ณ ระดับปัจจุบัน ผลการวัดประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของการผลิตยางพาราแยกในแต่ละตอนของภาคตะวันออกเฉียงเหนืออยู่ในช่วงระหว่าง 0.630 ถึง 0.721 โดยภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนแสดงค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคสูงสุดในขณะที่ตอนล่างมีค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคต่ำสุด นอกจากนี้ ผลการวัดประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของการผลิตยางพาราแยกตามกลุ่มอายุของต้นยางอยู่ในช่วงระหว่าง 0.669 ถึง 0.685 โดยอายุต้นยางในช่วงตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไปแสดงค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคสูงสุดในขณะที่อายุต้นยางระหว่าง 7-12 ปี มีค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคต่ำสุด ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าความไม่มีประสิทธิภาพของการผลิตยางพาราพบว่า ประสิทธิภาพของเกษตรกรและปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มสูงขึ้น จะส่งผลทำให้ความไม่มีประสิทธิภาพในการผลิตยางพาราลดลง

จากผลการศึกษาพบว่าค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคที่วัดได้มีค่าแตกต่างกันในแต่ละตอนของภาคและอายุของกลุ่มยาง ดังนั้น การกำหนดนโยบายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตยางพาราในภาค

ตะวันออกเฉียงเหนือไม่สามารถใช้นโยบายร่วมกัน (common policy) ของทั้งระดับภาคได้ จากค่าความยืดหยุ่นที่วัดได้ ควรส่งเสริมให้เกษตรกรนำเทคโนโลยีมาใช้ในการผลิตยางพาราเพื่อเพิ่มผลผลิต ถึงแม้ว่าค่าความยืดหยุ่นของที่ดินสูงสุด แต่การเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกเป็นนโยบายในระยะยาวที่ต้องพิจารณา ส่วนค่าความยืดหยุ่นของปุ๋ยรองลงมา ดังนั้น ผลการศึกษานี้มีข้อเสนอแนะให้ภาครัฐส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอย่างถูกวิธีเพื่อเพิ่มผลผลิตยางพาราในระยะสั้น ผลการวัดค่าประสิทธิภาพที่ได้จากการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าเกษตรกรยังทำการผลิตยางพาราโดยใช้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดไม่เหมาะสมเพื่อเทียบกับผลผลิตที่ได้ ดังนั้น จึงควรมีการอบรม เพิ่มทักษะความรู้ให้เกษตรกรในการบริหารจัดการด้านการผลิต การใช้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดให้เหมาะสม รวมถึงส่งเสริมวิธีการกรีดยางที่ถูกต้องเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มากขึ้น

บรรณานุกรม

- นงนุช แซ่มเพชร. 2546. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของการผลิตข้าวแบบอินทรีย์และแบบทั่วไป: กรณีศึกษา อ.กุดชุม จ.ยโสธร. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- วันวิสาข์ คุณยศยิ่ง. 2548. การประเมินประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของโรงงานแปรรูปนมพร้อมดื่ม (พาสเจอร์ไรส์) ขนาดกลางและขนาดเล็กในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์เกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สถาบันวิจัยยาง. 2553. สถิติพื้นที่ปลูกยางของประเทศไทย. แหล่งที่มา: http://www.rubberthai.com/statistic/stat_index.htm (30 มิถุนายน 2554)
- สันติ ศรีสมบูรณ์. 2551. ประสิทธิภาพทางเทคนิคของการผลิตข้าวแบบอินทรีย์และแบบใช้สารเคมีทางการเกษตร. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. สืบค้นจากเว็บไซต์ วันที่ 30 มิถุนายน 2554. <http://www.oae.go.th/>
- อดิเทพ ชัชวาลย์. 2548. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตของเกษตรกรผู้ผลิตอ้อยในจังหวัดสุพรรณบุรี ปีการเพาะปลูก 2547/48. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์เกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Aigner, D. J.; C. A. K. Lovell; and P. Schmidt. 1977. "Formulation and estimation of stochastic frontier production models." *Journal of Econometrics* 6: 21-37.
- Amos, T.T. 2007. "An analysis of productivity and technical efficiency of smallholder cocoa farmers in Nigeria." *Journal of Social Science* 15, 2: 127 – 133.
- Battese, G. E. and T. J. Coelli. 1995. "A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data." *Empirical Economics* 20: 387-399.

- Bozoglu, M., and Ceyhan, V. 2007. "Measuring technical efficiency and exploring the inefficiency determinants of vegetable farms in Samsun province, Turkey" **Journal of Agricultural Systems** 94: 649–656.
- Coelli, Tim J. 1996. "A guide to frontier version 4.1: a computer program for stochastic frontier production and cost function estimation" **CEPA Working Papers** No.7/96, Department of Econometrics, University of New England.
- Coelli, T., and Battese, G. 1996. "Identification of factors which influence the technical inefficiency of Indian farmers." **Australian Journal of Agricultural Economics** 40, 2: 103–128.
- Huang, C.J., and Bagi, F.S. 1984. "Technical efficiency on individual farms in northwest India." **Southern Economic Journal** 51: 108-115.
- Kumbhakar, S. C. and C. A. K. Lovell. 2000. Stochastic frontier analysis. New York: Cambridge University Press.
- Squires, D. and Tabor, S. 1991. "Technical efficiency and future production gains in Indonesian agriculture." **The Developing Economies** 29: 258–270.