# การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตข้าวของเกษตรกร อำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก ด้วยข้อมูล Panel Data ปีเพาะปลูก 2550, 2552 และ 2554

# An Efficiency Analysis of Rice Production of Wat Bot District Farmers Using Panel Data of the Crop Year 2007, 2009 and 2011

เทพติยา นิตยชาติ[1], มาฆะสิริ เชาวกุล[2] และ สัมพันธ์ เนตยานันท์[3]
คณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร มหาวิทยาลัยนเรศวร
Teptiya Nittayachat[1], Makasiri Chaowagul[2], and Sampan Nettayanun[3]
Faculty of Business, Economics and Communications, Naresuan University

**บทคัดย่อ**

ปัจจุบันผู้ปลูกข้าวยังคงประสบปัญหาภาวะยากจนอยู่จากการมีรายได้ต่ำ เนื่องจากหลากหลายปัจจัยและส่วนหนึ่งมาจากการใช้ปัจจัยการผลิตอย่างไม่เหมาะสม ด้วยปริมาณที่ส่งผลให้ต้นทุนสูงขึ้นและผลผลิตที่ได้รับไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพจากการใช้ปัจจัยการผลิตของเกษตรกร ด้วยข้อมูล Panel Data จากเกษตรกรครัวเรือนเดิมที่ปลูกข้าวในปีการผลิต 2550, 2552 และ 2554 แบ่งเป็น นาปี 495 ตัวอย่าง และนาปรังอีก 141 ตัวอย่าง โดยผลการศึกษาพบว่า สมการการผลิตข้าวทั้งการทำนาปีและการทำนาปรังที่มีตัวแปรตาม คือ ผลผลิตข้าว และตัวแปรอิสระ ได้แก่ ปริมาณปุ๋ยเคมีรวม ค่าใช้จ่ายสารเคมี ค่าใช้จ่ายการจ้างเครื่องจักร ค่าใช้จ่ายการจ้างแรงงาน และจำนวนแหล่งน้ำ ถูกประมาณการด้วยวิธี Random Effect ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากลุ่มเกษตรกรตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ปัจจัยการผลิตอยู่ตลอดเวลาจากปัจจัยทางด้านราคาเป็นสำคัญ และเมื่อวิเคราะห์ถึงค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตข้าวต่อไร่ต่อการใช้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดพบว่าทั้งการทำนาปีและนาปรังมีค่าความยืดหยุ่นแบบยืดหยุ่นน้อย ซึ่งชี้ว่าการเปลี่ยนแปลงระดับการใช้ปัจจัยการผลิตส่งผลต่อผลผลิตน้อยมาก

**คำสำคัญ:** 1) ประสิทธิภาพการผลิตข้าว 2) ความยืดหยุ่นของผลผลิตข้าว 3) ข้อมูลภาคตัดขวางตามเวลา

**Abstract**

Nowadays farmers still gain lower income because of an inappropriate use of inefficient production factors in quantity and behavior that have an effect on higher production cost and inefficient unit of output or rice. Thus, the purpose of this study was to study the production efficiency from several factors in producing rice, by Panel Data of the crop year 2007, 2009 and 2011, with 495 samples of farmers who grow rice in the wet season and 141 sample of those who grow rice in the dry season. The findings indicated that rice production function of both wet season and dry season that had rice yield as an dependent variable and as fertilizer, value of chemical input, employing machine and labor and water resources independent variables, were estimated by Random Effect Model. It was found that factors of production were changed year by year in the period studied explained by the external factors such as changes in input prices. Then the efficiency analysis of rice production using the elasticity of production showed both crops are inelastic. This implied that the output responds less to increase or decrease in the use of the input.

**Keywords:** 1) Efficiency of rice production 2) Elasticity of rice production 3) Panel Data

[1] นิสิตปริญญาโท หลักสูตรเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต (Graduate student, Department of Economics)
**Email:** nookwan_teptiya@hotmail.com
[2] รองศาสตราจารย์ อาจารย์ประจำภาควิชาเศรษฐศาสตร์ (Associate Professor, Department of Economics)
[3] อาจารย์ประจำภาควิชาบริหารธุรกิจ (Department of Business)

**บทนำ** (Introduction)

"การทำนา" ยังคงเป็นอาชีพหลักของคนไทยมาตั้งแต่อดีต และปัจจุบันอาชีพนี้ก็ยังคงประสบปัญหาภาวะยากจนอยู่ ดังนั้นการช่วยเหลือเกษตรกรเพื่อยกระดับความเป็นอยู่ให้ดีขึ้น จึงเป็นนโยบายหลักของทุกๆ รัฐบาล ไม่ว่าจะเป็นนโยบายการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต โครงการลดต้นทุนการผลิต และการแทรกแซงกลไกราคาต่างๆ รวมไปถึงการพัฒนาระบบชลประทานที่มีน้ำเป็นปัจจัยการผลิตสำคัญในการเพาะปลูกข้าว โดยโครงการเขื่อนแควน้อย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ หรือเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน ได้ถูกสร้างขึ้นเพื่อการจัดสรรทรัพยากรน้ำให้แก่เกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแควน้อยตอนล่าง เนื่องจากเป็นพื้นที่เกษตรกรรมที่ประสบปัญหาน้ำท่วมลึกในฤดูฝนและขาดแคลนแหล่งน้ำในฤดูแล้งเป็นประจำทุกปี ส่งผลให้เกษตรกรส่วนใหญ่มีรายได้ต่ำจากการทำนาได้เพียงครั้งเดียวในฤดูฝนและผลผลิตได้รับความเสียหายจากอุทกภัย

ในการสร้างเขื่อนแควน้อยบำรุงแดนได้มีการติดตามและประเมินผลสภาพเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนปฏิบัติการเพื่อแก้ไขและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแบบบูรณาการ เขื่อนแควน้อยฯ ที่ได้ติดตามในพื้นที่รับประโยชน์จากเขื่อนแควน้อยฯ โดยมีการเก็บข้อมูลจากครัวเรือนเดิมติดต่อกันเป็นระยะเวลา 3 ปีเพาะปลูก คือปี 2550, 2552 และ 2554 (panel data) เพื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นและผลกระทบจากการสร้างเขื่อนในขณะก่อสร้าง รวมไปถึงการใช้ประโยชน์จากน้ำและการใช้ปัจจัยการผลิตต่างๆ ในการเพาะปลูกข้าว

โดยข้อมูลจากรายงานการติดตามและประเมินผลสภาพเศรษฐกิจและสังคมฯ พบว่าเกษตรกรมีต้นทุนจากการปลูกข้าวทั้งการทำนาปีและนาปรังเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทุกปี และค่าใช้จ่ายนี้เพิ่มขึ้นในทุกปัจจัยการผลิต โดยมีสาเหตุสำคัญคือ ราคาปัจจัยการผลิตที่สูงขึ้น และเมื่อศึกษาถึงพฤติกรรมการใช้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดพบว่า เกษตรกรใช้ปัจจัยการผลิตในปริมาณที่มากเกินไป อาทิ เมล็ดพันธุ์ข้าว พบว่า เกษตรกรใช้เมล็ดพันธุ์เฉลี่ย 32 กิโลกรัมต่อไร่ในการทำนาปีและ 29 กิโลกรัมต่อไร่สำหรับการทำนาปรัง ซึ่งการใช้เมล็ดพันธุ์ที่มากเกินไปหรือมากกว่าที่กรมการข้าวแนะนำคือ 15-20 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการค้าข้าว, 2558) จะเป็นสาเหตุให้การใช้ปัจจัยการผลิตชนิดอื่นๆ เช่น ปุ๋ย สารเคมี และน้ำ ต้องเพิ่มขึ้นตามโดยไม่จำเป็น หรือแม้กระทั่งการใช้ปุ๋ยเคมีที่พบว่า เกษตรกรใช้ปุ๋ยเคมีเฉลี่ยทุกสูตรในการทำนาปีและนาปรัง เท่ากับ 52 และ 47 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยมีการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 หรือสูตร 16-20-0 ที่เกษตรกรนิยมใช้ในปริมาณเฉลี่ยของนาปีและนาปรังเท่ากับ 32.58 และ 26.56 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 หรือปุ๋ยสูตร 46-0-0 และ 30-0-0 (ปุ๋ยยูเรีย) ที่เกษตรกรนิยมใช้ในปริมาณเฉลี่ยของนาปีและนาปรังเท่ากับ 35.37 และ 36.50 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าที่กรมการข้าวแนะนำที่ไม่ควรมากกว่า 20-25 กิโลกรัมต่อไร่สำหรับการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 และควรอยู่ในอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ ในการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว, 2558) ฉะนั้นการใช้ในปริมาณที่มากเกินไปจะส่งผลให้เกษตรกรมีต้นทุนสูงขึ้นโดยไม่จำเป็น เพราะราคาปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตอย่างมีนัยสำคัญ (Srisompun and Isvilanonda, 2012, pp. 101-108) และอาจส่งผลให้ปัจจัยการผลิตไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตข้าวได้ (เฉลิมพงษ์ เรือนเย็น, 2550, หน้า 62) อีกทั้งสูตรปุ๋ยที่เกษตรกรใช้ในการปลูกข้าวนั้นมีมากถึง 20 สูตร ดังนั้นการใช้ปุ๋ยที่ถูกต้องตรงกับความต้องการของพืชและคุณภาพของดินจะช่วยลดต้นทุนในการปลูกพืชได้

นอกจากนั้น เมื่อพิจาณาถึงรายได้จากการขายข้าวกลับพบว่า เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นส่งผลให้กำไรเพิ่มขึ้นตามไปด้วย แต่รายได้เหล่านั้นมาจากการสนับสนุนราคาข้าวจากรัฐบาล ซึ่งปัจจุบันโครงการดังกล่าวได้ถูกยกเลิกไปเกษตรกรจึงไม่ได้รับการสนับสนุนอย่างเช่นเคย ประกอบกับต้นทุนการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้น และการใช้ปัจจัยการผลิตอย่างไม่เหมาะสม

ด้วยเหตุนี้จึงนำมาซึ่งการศึกษาถึงการวัดประสิทธิภาพการผลิตข้าวจากการใช้ปัจจัยการผลิตของเกษตรกรตัวอย่างเดิมที่ปลูกข้าวในปีการเพาะปลูก 2550, 2552 และ 2554 ในอำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตและเพื่อให้ได้รับผลผลิตที่มีประสิทธิภาพ

**วัตถุประสงค์** (Objective)

เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพการใช้ปัจจัยการผลิตในการผลิตข้าว และพฤติกรรมจากการใช้ปัจจัยการผลิต

**ขอบเขตของงานวิจัย** (Methods)

การศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดขอบเขตของการศึกษาเป็นในเฉพาะพื้นที่รับประโยชน์จากเขื่อนแควน้อยฯ อันได้แก่ ตำบลท้อแท้ ตำบลท่างาม และตำบลวัดโบสถ์ อำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก โดยอาศัยข้อมูลจากโครงการติดตามและประเมินผลสภาพเศรษฐกิจและสังคม โครงการเขื่อนแควน้อยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (เขื่อนแควน้อยบำรุงแดน) ของมหาวิทยาลัยนเรศวรร่วมกับชลประทาน ซึ่งคัดเลือกเฉพาะครัวเรือนเกษตรกรตัวอย่างที่ปลูกข้าวทั้งนาปีและนาปรัง ในปีเพาะปลูก 2550, 2552 และ 2554 (panel data)

**ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง** (Theory)

ทฤษฎีเศรษฐศาสตร์การผลิตทางการเกษตร (economic of agricultural production theory) คือ การนำแนวคิดและทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์จุลภาคมาประยุกต์ใช้กับการผลิตทางการเกษตร โดยเป็นการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งในการผลิตทางการเกษตรนั้นต้องอาศัยทรัพยากรหรือปัจจัยการผลิตหลายปัจจัย อาทิ ที่ดิน เมล็ดพันธุ์พืช แรงงานเครื่องจักร ปุ๋ย สารเคมี เป็นต้น มาผสมผสานกันอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิต ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและการใช้ปัจจัยการผลิตต่างๆ ที่เปลี่ยนแปลงไปจึงเรียกว่าฟังก์ชันการผลิต (production function)

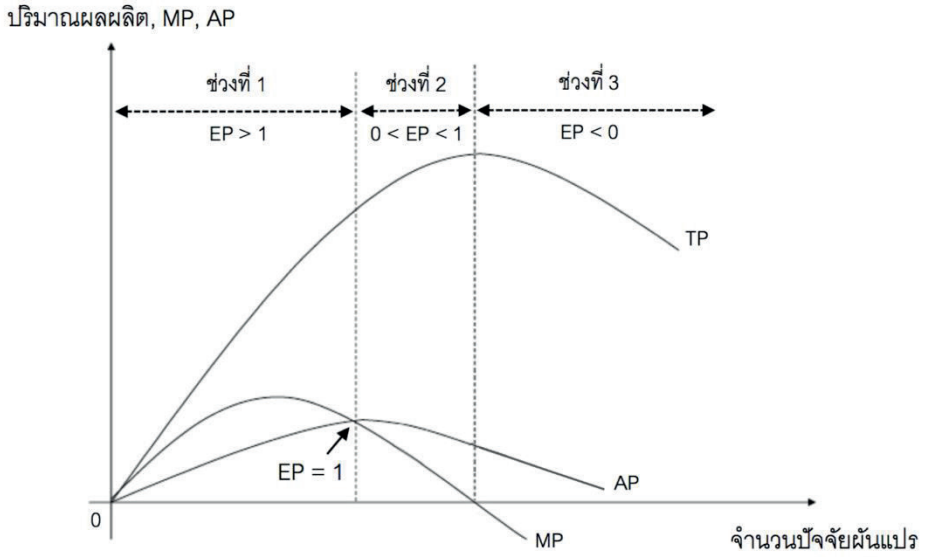
ในฟังก์ชันการผลิตมีทั้งระยะสั้นและระยะยาวขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการเปลี่ยนแปลงปัจจัยการผลิต สำหรับการผลิตข้าวนั้นใช้ระยะเวลาไม่นานระหว่างกระบวนการผลิตหรืออีกนัยหนึ่งคือ ใน 1 ฤดูการเพาะปลูกใช้ระยะเวลาเพียงไม่กี่เดือน ฉะนั้นการผลิตข้าวจึงจัดเป็นการผลิตระยะสั้น ที่สามารถอธิบายได้ด้วยกฎแห่งการลดน้อยถอยลงผลผลิตส่วนเพิ่ม (law of diminishing marginal product) ซึ่งเป็นการผสมปัจจัยการผลิตคงที่ร่วมกับปัจจัยแปรผัน โดยเพิ่มปัจจัยผันแปรชนิดหนึ่งขึ้นทีละหน่วย ในขณะที่ปัจจัยอื่นๆ คงที่ ในช่วงแรกผลผลิตทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นและเมื่อถึงจุดหนึ่งการเพิ่มขึ้นของผลผลิตรวมจะมีค่าลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงศูนย์และติดลบในที่สุด หลักการนี้จึงเป็นประโยชน์ต่อการปรับระดับการใช้ปัจจัยการผลิตให้เหมาะสม โดยกฎแห่งการลดน้อยถอยลงนี้สามารถแสดงถึงช่วงการผลิต (stages of production) ในภาพ 1 โดยแบ่งออกเป็น 3 ช่วง ดังต่อไปนี้ (David, 2012, pp. 13-37)

ช่วงที่ 1 ระดับการใช้ปัจจัยผันแปรจะเริ่มจาก 0 ผ่านจุดที่ผลผลิตเพิ่ม (MP) สูงที่สุดจนกระทั่งถึงจุดที่มีการใช้ปัจจัยการผลิตที่ระดับผลผลิตเพิ่มเท่ากับผลผลิตเฉลี่ย (MP = AP) ในช่วงนี้ถึงแม้จะเป็นช่วงที่ผลผลิตเพิ่มมีค่าสูงที่สุดหรือเป็นจุดสิ้นสุดของผลผลิตส่วนเพิ่ม (increasing marginal return) ที่แสดงถึงปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตที่ดีที่สุด ก่อนจะเริ่มการลดน้อยถอยลงของผลผลิตส่วนเพิ่ม (diminishing marginal return) แต่ผลผลิตเฉลี่ยและผลผลิตรวม (TP) นั้นยังคงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องอยู่ อีกทั้งหลังจากผลผลิตเพิ่มมีค่าสูงที่สุดแล้วก็ยังคงเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลง

ช่วงที่ 2 เริ่มจากจุดที่ผลผลิตเพิ่มเท่ากับผลผลิตเฉลี่ย (MP = AP) จากช่วงที่ 1 ไปจนถึงระดับที่ผลผลิตเพิ่มเท่ากับ 0 (MP = 0) ซึ่งเป็นจุดที่ได้ผลผลิตสูงที่สุดหรือผลผลิตรวมมีค่าสูงที่สุด ช่วงที่ 2 นี้เป็นช่วงที่มีการลดน้อยถอยลงตลอดช่วงการผลิต เนื่องจากผลผลิตเพิ่มและผลผลิตเฉลี่ยลดลงอย่างต่อเนื่อง แต่ผลผลิตรวมนั้นเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึงจุดที่สูงที่สุด

ช่วงที่ 3 เป็นช่วงที่ผลผลิตเฉลี่ยและผลผลิตเพิ่มลดต่ำลงมาจากช่วงที่ 2 โดยเริ่มจากจุดที่ผลผลิตเพิ่มเท่ากับ 0 (MP = 0) เรื่อยไปจนผลผลิตเพิ่มมีค่าเป็นลบ การใช้ปัจจัยการผลิตในช่วงนี้จะทำให้ผลผลิตรวมลดลงเรื่อยๆ

จากความสัมพันธ์ของ MP และ AP ในช่วงการผลิต สามารถนำมาพิจารณาค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อการใช้ปัจจัยการผลิตได้ $(\frac{\partial Q}{\partial X_i} \times \frac{X_i}{Q} = \frac{MP}{AP})$ ซึ่งใช้วัดระดับของการตอบสนองของผลผลิตจากการใช้ปัจจัยการผลิตที่สามารถเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจของเกษตรกรในการขยายการผลิต โดยค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตข้าวต่อการใช้ปัจจัยการผลิตนี้สามารถแสดงถึงประสิทธิภาพการใช้ปัจจัยการผลิต โดยวัดจากปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตโดยตรงในแต่ละชนิด




**ภาพ 1** ช่วงการผลิต (stages of production) (David, 2012)

แต่จากการทบทวนวรรณกรรมกลับพบว่าส่วนใหญ่การวัดประสิทธิภาพการผลิตข้าวจะใช้แบบจำลอง Cobb-Douglas ที่สามารถหาค่าความยืดหยุ่นได้เช่นเดียวกันและได้ค่าผลตอบแทนต่อขนาดการผลิต (return to scale) ตามมาด้วย อย่างไรก็ตามค่าความยืดหยุ่นที่ได้นั้นไม่สามารถบอกถึงช่วงของการผลิตและแบบจำลองนี้มีสมมติฐานเบื้องหลังคือค่าความยืดหยุ่นที่ได้นั้นคงที่ไม่ขึ้นอยู่กับระดับปริมาณของปัจจัยการผลิตและปริมาณผลผลิต ซึ่งขัดแย้งกับความเป็นจริงที่ไม่สามารถทราบได้ว่าค่าความยืดหยุ่นนั้นคงที่หรือไม่ ดังสมการ 1 (มังกร พรหมแสง, 2540, หน้า 21)

จาก $Y = AX_1^{b1}X_2^{b2}$ (1)

$$dy/dx_1 = Ab1X_1^{b1-1}X_2^{b2}$$

$$dy/dx_1 = \frac{b1Y}{X_1}$$

และ $dy/dx_2 = \frac{b2Y}{X_2}$

นั่นคือ $EP_{X_1} = \frac{b1Y}{X_1}.\frac{X_1}{Y} = b_1$

$$EP_{X_2} = \frac{b2Y}{X_2}.\frac{X_2}{Y} = b_2$$

กำหนดให้

$EP_{X_i}$ คือ ค่าความยืดหยุ่นการผลิตของปัจจัยการผลิต $X_i$

$Y$ คือ ผลผลิต

$X_1, X_2$ คือ ปัจจัยการผลิต

$A$ คือ ค่าคงที่ (intercept)

$b1, b2$ คือ ค่าความยืดหยุ่นหรือค่าสัมประสิทธิ์

และด้วยเหตุที่ค่าความยืดหยุ่นจากแบบจำลอง Cobb-Douglas นั้นมีลักษณะคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตและผลผลิต อีกทั้งยังไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงช่วงการผลิต และปัจจัยผันแปรมีค่าเท่ากับ 0 ไม่ได้ (David , 2012, pp. 171-175) ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้จึงเลือกใช้ค่าความยืดหยุ่นที่ได้จากแบบจำลอง Linear Regression มาเป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพการผลิตข้าวของครัวเรือนตัวอย่างจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดแทน

ทั้งนี้ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรปัจจัยการผลิตแต่ละตัวที่ได้จากแบบจำลอง Linear Regression นั้นสามารถบอกแค่ขนาดของผลกระทบที่มีต่อผลผลิตข้าว ซึ่งไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ เนื่องจากหน่วยของปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดนั้นแตกต่างกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องแปลงหน่วยให้เหมือนกันคืออยู่ในรูปของร้อยละ แล้วจึงนำค่าผลกระทบที่ได้นั้นมาเปรียบเทียบกัน ซึ่งเป็นหลักการของค่าความ

ยืดหยุ่นของผลผลิตข้าวต่อไร่ต่อการใช้ปัจจัยการผลิต (มาฆะสิริ เชาวกุล และดนัย พาหุยุทธ์, 2550, หน้า 197) ดังสมการ 2

$$EP_i = \frac{\%\Delta Q}{\%\Delta X_i} \qquad (2)$$

$$= \frac{(\Delta Q/Q)\times 100}{(\Delta X_i/X_i)\times 100}$$

$$= \frac{\partial Q}{\partial X_i} \times \frac{X_i}{Q}$$

โดยที่

$EP_i$ คือ ค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตข้าวต่อไร่ ต่อการใช้ปัจจัยการผลิต $i$

$Q$ คือ ผลผลิตข้าวต่อไร่ (กิโลกรัมต่อไร่)

$X_i$ คือ ปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต $i\,; i = 1,2, \ldots n$ (กิโลกรัมต่อไร่)

$\frac{\partial Q}{\partial X_i}$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรปัจจัยการผลิตแต่ละตัวในสมการการผลิตข้าว

โดยค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตข้าวต่อไร่ต่อการใช้ปัจจัยการผลิตที่ได้นั้นสามารถเชื่อมโยงไปถึงช่วงการผลิตในฟังก์ชันการผลิต ที่สามารถแสดงถึงประสิทธิภาพการใช้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิด ดังนี้ (สมการ 3)

$$EP_i = \frac{\partial Q}{\partial X_i} \times \frac{X_i}{Q} \qquad (3)$$

$$= MP_{X_i} \times \frac{1}{AP_{X_i}}$$

$$= \frac{MP_{X_i}}{AP_{X_i}}$$

และจากการวัดความยืดหยุ่นของผลผลิตข้าวต่อการใช้ปัจจัยการผลิตสามารถเชื่อมโยงไปถึงช่วงการผลิตได้ (ภาพ 1) ทำให้สามารถประเมินประสิทธิภาพการใช้ปัจจัยการผลิตได้ ดังนี้

ถ้าค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตข้าวต่อไร่ต่อการใช้ปัจจัยการผลิตมีค่ามากกว่า 1 นั่นคือ MP > AP หมายความว่า การเพิ่มปัจจัยการผลิตชนิดนั้นอีกร้อยละ 1.0 จะทำให้ผลผลิตข้าวต่อไร่เพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 1.0 หรือ ค่าความยืดหยุ่นนี้อยู่ในช่วงการผลิตช่วงที่ 1 ซึ่งชี้ว่า เกษตรกรควรเพิ่มปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต เพื่อให้ได้ปริมาณผลผลิตที่เพิ่มขึ้น

ถ้าค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตข้าวต่อไร่ต่อการใช้ปัจจัยการผลิตมีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 1.0 คือ MP = AP และ MP = 0 หมายความว่า การเพิ่มปัจจัยการผลิตชนิดนั้นอีกร้อยละ 1.0 จะทำให้ผลผลิตข้าวต่อไร่เพิ่มขึ้นน้อยกว่าร้อยละ 1.0 หรือ ค่าความยืดหยุ่นนี้อยู่ในช่วงการผลิตช่วงที่ 2

ถ้าความยืดหยุ่นของผลผลิตข้าวต่อไร่ต่อการใช้ปัจจัยการผลิตมีค่าเท่ากับ 1 หมายความว่า การเพิ่มปัจจัยการผลิตชนิดนั้นอีกร้อยละ 1 จะทำให้ผลผลิตข้าวต่อไปเพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 1 ซึ่งเป็นจุดการผลิตที่ดีที่สุดสำหรับการวัดความยืดหยุ่นของผลผลิตข้าวต่อไร่ต่อการใช้ปัจจัยการผลิต เกษตรกรจึงควรใช้ปัจจัยการผลิตในปริมาณเท่าเดิม

และถ้าค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตข้าวต่อไร่ต่อการใช้ปัจจัยการผลิตมีค่าน้อยกว่า 0 หรือ

MP < 0 หมายความว่า การเพิ่มปัจจัยการผลิตจะทำให้ผลผลิตข้าวต่อไร่ลดลง แสดงว่า ค่าความยืดหยุ่นนี้อยู่ในช่วงการผลิตช่วงที่ 3 ซึ่งสะท้อนว่าปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตเกินกว่าระดับที่เหมาะสม ควรลดปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต

**Panel Data Analysis**

เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลแบบpanel data คือ ข้อมูลที่ประกอบด้วยตัวอย่าง (entity หรือ individual) หลายตัวอย่างและตัวแปรอิสระต่างๆ ที่มาจากตัวอย่างเดียวกันและจุดเวลาเดียวกันหลายช่วงเวลาติดต่อกัน (Studenmund, 2011, pp. 526-527) ดังนั้นเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรปัจจัยการผลิตแต่ละตัว การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะนี้จึงแตกต่างไป ดังนี้

Panel data จะมีตัวแปร time invariant variable : $a_i$ คือ ตัวแปรที่มีค่าคงที่เสมอไม่ว่าเวลาจะเปลี่ยนไปแค่ไหนและไม่สามารถวัดค่าได้ เพราะแฝงอยู่นอกสมการ อีกทั้งตัวอย่างที่แตกต่างกันอาจได้รับอิทธิพลจากตัวแปรนี้คนละตัวกัน เช่น ในการปลูกข้าวนอกจากต้องใช้ทั้งเมล็ดพันธุ์ ปุ๋ย และสารเคมีแล้ว ยังพบอีกว่าเกษตรกรแต่ละคนมักมีความเชี่ยวชาญในการปลูกข้าวหรือมีความรู้ในการใช้ปุ๋ย

ไม่เท่ากันที่อาจส่งผลต่อผลผลิตได้ ซึ่งปัจจัยการผลิตต่างๆ นั้นสามารถวัดค่าได้เป็นกิโลกรัมหรือบาท เป็นต้น แต่ความเชี่ยวชาญส่วนบุคคลหรือความรู้ต่างๆ นั้นเป็นความสามารถเฉพาะตนที่ไม่สามารถประเมินออกมาเป็นหน่วยวัดได้ ด้วยเหตุนี้ $a_i$ จึงกลายเป็น unobserved individual specific effect ที่แฝงอยู่กับสมการแล้วก่อให้เกิดปัญหา serial correlation และ ปัญหา hetoroskadasticity ตามมา

จากปัญหาข้างต้นการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ panel data นี้จึงมีวิธีจัดการตัวแปร time invariant variable: $a_i$ ที่สามารถทำได้ 2 วิธี ดังต่อไปนี้

1. Random Effect Model

เป็นการวิเคราะห์ที่กำหนดให้ $a_i$ สามารถเข้ามามีผลกระทบต่อตัวแปรในสมการได้ โดยการใช้วิธี Feasible Generalized Least Squares (FGLS) เพื่อแก้ปัญหา serial correlation ซึ่ง random effect model นี้จะนำ $a_i$ ไปรวมอยู่กับค่าความคลาดเคลื่อน: $u_{it}$ กลายเป็นค่าความคลาดเคลื่อนใหม่: $V_{it}$ การวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้จะมีสมมติฐานสำคัญคือ $a_i$ ต้องไม่สัมพันธ์กับตัวแปรอิสระใดๆ ในสมการ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และมีความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma_a^2$ จากนั้นจะเปลี่ยนรูปของตัวแปรด้วยวิธี FGLS ดังนี้ (Andrews, et al., 2007, p. 410)

จาก $Y_{it} = \beta_i X_{it} + V_{it}$ (4)

เปลี่ยนรูปตัวแปร $X_{it}^* = X_{it} - \hat{\theta}_i \hat{X}_i$

กำหนดให้ $\hat{X}_i = \frac{1}{T_i}\sum_{t=1}^{M} X_{it}$

โดยที่ $T$ = จำนวนเวลาทั้งหมด

และ $\hat{\theta}_i = 1 - \sqrt{\frac{\hat{\sigma}_u^2}{T_i\hat{\sigma}_a^2+\hat{\sigma}_u^2}}$

โดย $\hat{\sigma}_a^2,\ \hat{\sigma}_u^2$ มาจากการประมาณค่าด้วย OLS

จะได้สมการใหม่ที่จะนำไปประมาณการ คือ

$$Y_{it}^* = \beta_0^* + \beta_i X_{it}^* + V_{it}^* \quad (5)$$

และมีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ ดังนี้ (Christopher, 2006, p. 228)

$$\hat{\beta}_{RE} = \left(\sum_{i=1}^{N} X_i^{*\prime}\,\Omega^{-1}X_i^*\right)^{-1}\left(\sum_{i=1}^{N} X_i^{*\prime}\,\Omega^{-1}Y_i^*\right)$$

วิธีการนี้จะให้ผลการศึกษาที่หมายความว่าพฤติกรรมของตัวอย่างเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาเนื่องจากมีอิทธิพลภายนอกเข้ามากระทบ

2. Fixed Effect Model

เป็นการวิเคราะห์ที่ควบคุม $a_i$ โดยการกำจัดอิทธิพลนี้ออกไปจากสมการไม่ให้มารบกวนการวิเคราะห์ ด้วยวิธี demean ที่มีสมมติฐานสำคัญคือ $a_i$ ต้องมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระในสมการและต้องไม่สัมพันธ์กันเองหรือ $Cov(a_i, a_j) = 0\ ;\ i \neq j$ โดยวิธี demean จะแยกตัวแปร $a_i$ ออกมาจากค่าความคลาดเคลื่อน $V_{it}$ ก่อน กลายเป็น $a_i + u_{it}$ หลังจากนั้นนำค่าตัวแปรของตัวอย่างลบด้วยค่าเฉลี่ยของตัวแปรของตัวอย่างนั้นๆ และบวกด้วยเวลาและตัวอย่างทั้งหมด ดังสมการ 6 และ 7 (Andrews, et al., 2007, p. 409)

จาก $Y_{it} = \beta_i X_{it} + a_i + u_{it}$ (6)

จะได้

$$Y_{it} - \bar{Y}_i + \bar{\bar{Y}} = \beta_i\left(X_{it} - \bar{X}_i + \bar{\bar{X}}\right) + (a_i - \bar{a}_i + \bar{\bar{a}}) + (u_{it} - \bar{u}_i + \bar{\bar{u}}) \quad (7)$$

โดยที่ $\bar{Y}_i = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{M} Y_{it}$, $\bar{X}_i = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{M} X_{it}$, $\bar{a}_i = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{M} a_i$, $\bar{u}_i = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{M} u_{it}$

$\bar{\bar{Y}} = \sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{M} Y_{it}/nT$ ; $\bar{\bar{X}} = \sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{M} X_{it}/nT$ ; $\bar{\bar{u}} = \sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{M} u_{it}/nT$

$n$ = จำนวนตัวอย่างทั้งหมด และ
$T$ = จำนวนเวลาทั้งหมด

จะได้สมการใหม่ที่ $a_i$ ถูกกำจัดออกไป คือ

$$\tilde{Y}_{it} = \beta_i \tilde{X}_{it} + \tilde{u}_{it} \quad (8)$$

และมีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ ดังนี้ (Badi, 2008, p. 14)

$$\hat{\beta}_{FE} = \left(\sum_{i=1}^{N} \tilde{X}_i'\tilde{X}_i\right)^{-1}\left(\sum_{i=1}^{N} \tilde{X}_i'\tilde{Y}_i\right)$$

ในวิธี fixed effect จะให้ผลการศึกษาที่หมายความว่า ตัวอย่างมีพฤติกรรมคงที่ตลอดเวลา ไม่ว่าจะมีอิทธิพลภายนอกมากระทบก็ไม่เปลี่ยนแปลงพฤติกรรม

เนื่องจากการประมาณการข้อมูล panel data นี้มีทั้งวิธี random effect และ fixed effect ฉะนั้นจึงต้องมีเครื่องมือเพื่อมาช่วยทดสอบว่าวิธีไหนเหมาะกับแบบจำลองมากที่สุด คือ การทดสอบด้วยวิธี Hausman Test (HT) โดยถ้าค่าของ HT ที่ได้มีค่ามากกว่าค่า percentile ที่ 1- $\alpha$ ต้องใช้การวิเคราะห์แบบ fixed effect แต่ถ้าค่าที่ได้มีค่าน้อยกว่า percentile ที่ 1- $\alpha$ จะต้องใช้วิธี random effect ดังนี้ (Baltagi, et al., 2007, pp. 416-419)
กำหนดให้

$$HT = (\beta_F - \beta_R)'(V_F - V_R)^{-1}(\beta_F - \beta_R) \quad (9)$$

โดยที่ $\beta_F$ คือเวคเตอร์ของค่าสัมประสิทธิ์จากการถดถอยด้วยวิธี fixed effect

$\beta_R$ คือ เวคเตอร์ของค่าสัมประสิทธิ์จากการถดถอยด้วยวิธี random effect

$V_F$ คือ เมทริกซ์ความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์จากการถดถอยด้วยวิธี fixed effect

$V_R$ คือ เมทริกซ์ความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์จากการถดถอยด้วยวิธี random effect

สมมติฐานคือ $H_0$: Random Effect Model
$H_1$: Fixed Effect Model

**ผลการศึกษา** (Results)

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์ถึงประสิทธิภาพการใช้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดของเกษตรกรตัวอย่าง โดยการประมาณการฟังก์ชันการผลิตข้าวตามข้อมูลแบบ panel data เพื่อหาสัมประสิทธิ์ แล้วนำไปคำนวณหาค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตข้าวต่อไร่ต่อการใช้ปัจจัยการผลิตที่จะแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการผลิตข้าวของเกษตรกร

ซึ่งผู้ศึกษาได้กำหนดให้กลุ่มตัวอย่างเป็นเกษตรกรครัวเรือนเดิมที่ปลูกข้าวในปีเพาะปลูก 2550, 2552 และ 2554 โดยแยกเป็นนาปี ปีละ 165 ตัวอย่าง รวมเป็น 495 ตัวอย่าง และนาปรังอีกปีละ 47 ตัวอย่าง รวมเป็น 141 ตัวอย่าง และตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา คือ ผลผลิตข้าวและปัจจัยผันแปร (variable inputs) สำคัญที่ใช้ในการปลูกข้าว ประกอบด้วย

1. ปริมาณเมล็ดพันธุ์ข้าว
2. ปริมาณปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 และ 30-0-0
3. ปริมาณปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0
4. ปริมาณปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15
5. ปริมาณปุ๋ยสูตรอื่นๆ
6. ปริมาณปุ๋ยเคมีรวม
7. ค่าใช้จ่ายสารเคมี ได้แก่ ยาฆ่าหญ้า ยากำจัดศัตรูพืช และฮอร์โมน
8. ค่าใช้จ่ายการจ้างเครื่องจักร เป็นค่าใช้จ่ายจากกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับปริมาณผลผลิตคือ การเตรียมดินและดูแลผลผลิต ได้แก่ ไถนา ปรับหน้าดิน หว่าน ใส่ปุ๋ย และใส่สารเคมี
9. ค่าใช้จ่ายการจ้างแรงงานคน เป็นค่าใช้จ่ายจากกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับปริมาณผลผลิตเช่นกัน คือ การเตรียมดินและดูแลผลผลิต ได้แก่ ไถนา ปรับหน้าดิน หว่าน ใส่ปุ๋ย และใส่สารเคมี
10. จำนวนแหล่งน้ำ

จากตัวแปรอิสระที่ใช้ในการศึกษาข้างต้นแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ปริมาณการใช้และค่าใช้จ่าย โดยผู้ศึกษาได้ใช้หน่วย กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับปริมาณการใช้เมล็ดพันธุ์และการใช้ปุ๋ยเคมี อีกลักษณะคือ ค่าใช้จ่าย ได้กำหนดให้เป็นหน่วยบาทต่อไร่ ทั้งนี้เนื่องจากสารเคมีที่เกษตรกรตัวอย่างใช้นั้นมีทั้งในรูปแบบเม็ด ผง และน้ำ อีกทั้งแต่ละยี่ห้อที่เกษตรกรใช้ยังมีความแตกต่างกัน ดังนั้นเพื่อให้สามารถนำมารวมกันได้และสะดวกต่อการหาตัวแทนมาวิเคราะห์การศึกษาครั้งนี้จึงใช้หน่วยเป็นบาทต่อไร่ ในส่วนของการจ้างงานก็เช่นเดียวกันที่การจ้างงานนั้นถูกนำไปใช้ในหลายกิจกรรม การใช้ค่าใช้จ่ายรวมจากการจ้างงานจึงเป็นตัวแทนที่ดีที่สุด อีกทั้งเพื่อแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพจากการใช้ปัจจัยการผลิตที่ชัดเจนยิ่งขึ้น การศึกษาครั้งนี้จึงจำแนกปัจจัยการผลิตออกเป็นชนิดต่างๆ โดยใช้หน่วยต่อไร่ เพื่อชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่ชัดเจนและสามารถนำไปแนะนำเกษตรกรได้ถึงการใช้ปัจจัยการผลิตในแต่ละชนิด ซึ่งชัดเจนกว่าการใช้ปัจจัยการผลิตในรูปแบบผลผลิตรวมหรือต้นทุนผลผลิตต่อฟาร์มที่จะรวมปัจจัยการผลิตทั้งหมด

**ตาราง 1** ค่าเฉลี่ยการใช้ปัจจัยการผลิตในการทำนาปีและนาปรัง

| ตัวแปร | การทำนาปี | | | การทำนาปรัง | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ค่าเฉลี่ย | ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน | จำนวนตัวอย่าง | ค่าเฉลี่ย | ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน | จำนวนตัวอย่าง |
| ผลผลิตข้าว | 600.11 | 204.49 | 495 | 570.38 | 180.93 | 141 |
| ปริมาณเมล็ดพันธุ์ | 31.12 | 26.42 | 484 | 27.99 | 10.03 | 140 |
| ปริมาณปุ๋ยสูตร 46-0-0 และ 30-0-0 | 27.44 | 24.99 | 384 | 31.06 | 22.71 | 120 |
| ปริมาณปุ๋ยสูตร 16-20-0 | 9.54 | 20.47 | 145 | 3.20 | 10.24 | 17 |
| ปริมาณปุ๋ยสูตร 15-15-15 | 3.47 | 11.12 | 60 | 3.00 | 9.71 | 17 |
| ปริมาณปุ๋ยสูตรอื่นๆ | 11.51 | 23.87 | 156 | 9.44 | 15.76 | 48 |
| ปริมาณปุ๋ยเคมีรวม | 51.85 | 32.31 | 495 | 46.89 | 23.09 | 141 |
| ค่าใช้จ่ายสารเคมี | 171.21 | 259.18 | 495 | 162.93 | 166.59 | 141 |
| ค่าใช้จ่ายการจ้างเครื่องจักร | 231.95 | 165.71 | 495 | 243.26 | 144.11 | 141 |
| ค่าใช้จ่ายการจ้างแรงงาน | 38.08 | 57.72 | 495 | 45.85 | 66.49 | 141 |
| จำนวนแหล่งน้ำ | 1.49 | 0.45 | 495 | 1.16 | 0.37 | 141 |

ที่มา: จากการคำนวณ

จากตาราง 1 ค่าเฉลี่ยของปัจจัยการผลิตแต่ละชนิด ทั้งการทำนาปีและการทำนาปรัง พบว่า ค่าเฉลี่ยการใช้ปัจจัยการผลิตของนาปีมากกว่าค่าเฉลี่ยของนาปรังในเกือบทุกๆ ปัจจัยการผลิต รวมทั้งปริมาณผลผลิตข้าวด้วย แต่ยกเว้นปริมาณการใช้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 และสูตร 30-0-0 หรือ ปุ๋ยยูเรีย ค่าใช้จ่ายการจ้างเครื่องจักรและค่าใช้จ่ายการจ้างแรงงานที่การทำนาปรังนั้นมีค่าเฉลี่ยมากกว่า ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรตัวอย่างมีการใช้ปัจจัยการผลิตในการทำนาปีมากกว่าการทำนาปรังในเกือบทุกปัจจัย นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาถึงปุ๋ยเคมีพบว่า เกษตรกรมีความนิยมในการเลือกใช้ปุ๋ยที่หลากหลาย ซึ่งสูตรปุ๋ยที่นิยมใช้มากที่สุด คือ ปุ๋ยสูตร 46-0-0 รองลงมา ได้แก่ สูตร 30-0-0 สูตร 16-20-0 และสูตร 15-15-15 ตามลำดับ โดยเกษตรกรตัวอย่างนิยมใช้ปุ๋ย 4 สูตรข้างต้นถึงประมาณร้อยละ 80 ของสูตรปุ๋ยทั้งหมดที่มีมากถึง 20 สูตรในการทำนาปี และมีประมาณ 12 สูตรที่เกษตรกรเลือกใช้ในการทำนาปรัง อีกทั้งยังพบอีกว่า เกษตรกรแต่ละคนมีการใช้ปุ๋ยที่หลากหลายสูตรและแตกต่างกันในแต่ละปี หากแยกสูตรปุ๋ยเพื่อนำมาประมาณการในสมการฟังก์ชันการผลิตจะทำให้จำนวนตัวอย่างหายไปจำนวนมาก อีกทั้งยังพบ missing value ด้วย ดังนั้นเพื่อให้ได้ผลการศึกษาที่ดีที่สุดการศึกษาครั้งนี้จึงใช้ปริมาณปุ๋ยรวม ที่หมายถึง ปริมาณปุ๋ยทุกสูตรที่เกษตรกรใช้ มาเป็นตัวแทนในการประมาณการฟังก์ชันการผลิตทั้งนาปีและนาปรัง

ในส่วนของแหล่งน้ำพบว่า ในการทำนาปีและการทำนาปรังมีค่าเฉลี่ยแหล่งน้ำที่ใกล้เคียงกัน โดยจำนวนแหล่งน้ำที่ใช้นั้นมีมากกว่า 1.0 แสดงว่าเกษตรกรตัวอย่างยังต้องพึ่งพิงแหล่งน้ำอื่นๆ อีกนอกจากน้ำฝนและคลองชลประทานเขื่อนแควน้อย ซึ่งเป็นแหล่งน้ำสำคัญในการทำนาปีและนาปรังตามลำดับ เพราะฉะนั้นผู้ศึกษาจึงกำหนดตัวแปรหุ่น (dummy variable) เพื่อแทนความเพียงพอของแหล่งน้ำเข้าไปในสมการฟังก์ชันการผลิต

นอกจากนั้น ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานก็เป็นอีกประเด็นหนึ่งที่พบว่า มีค่าค่อนข้างสูงในแต่ละปัจจัยการผลิตและมีหลายปัจจัยที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงกว่าค่าเฉลี่ย ทั้งนี้เป็นเพราะความแตกต่างระหว่างค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของปัจจัยการผลิตที่มีระยะห่างกันมาก ซึ่งความแตกต่างนี้สามารถอธิบายได้ด้วยปีการเพาะปลูกที่แตกต่างกันและอิทธิพลต่างๆ เช่น

โครงการรับจำนำข้าวเปลือก ราคาปัจจัยการผลิต เป็นต้น ที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการเพาะปลูกในปีนั้นๆ ด้วยเหตุนี้เองการศึกษาครั้งนี้จึงกำหนดตัวแปรหุ่น (dummy variable) อีกตัวแปรหนึ่งเพื่อใช้แทนปีเพาะปลูกต่างๆ

**การประมาณการฟังก์ชันการผลิตข้าว**

เนื่องด้วยการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาจากข้อมูลที่เป็นแบบ Panel Data ฉะนั้นในการประมาณการฟังก์ชันการผลิตข้าวจึงจำเป็นต้องวิเคราะห์ตามการเก็บข้อมูลที่แบ่งออกเป็น การวิเคราะห์แบบ fixed effect และ random effect ซึ่งสามารถหาผลกระทบของปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดต่อปริมาณผลผลิตข้าว โดยผู้ศึกษาจะทำการเลือกวิธีการวิเคราะห์ที่เหมาะสมด้วยวิธี Hausman Test โดยรูปแบบสมการที่ใช้ในการวิเคราะห์สำหรับการทำนาปีและการทำนาปรัง คือ

$$Q_{it} = \beta_0 + \beta_1 ferti_{it} + \beta_2 chem_{it} + \beta_3 mach_{it} + \beta_4 labor_{it} + \beta_5 water_{it} + \beta_6 Denough_{it} + \beta_7 Dyear_{it} + u_{it} \quad (10)$$

โดยที่ $Q$ คือ ผลผลิตข้าว (กิโลกรัมต่อไร่)

$ferti$ คือ ปริมาณปุ๋ยเคมีรวม (กิโลกรัมต่อไร่)

$chem$ คือ ค่าใช้จ่ายสารเคมี (บาทต่อไร่)

$mach$ คือ ค่าใช้จ่ายการจ้างเครื่องจักร (บาทต่อไร่)

$labor$ คือ ค่าใช้จ่ายการจ้างแรงงาน (บาทต่อไร่)

$water$ คือ จำนวนแหล่งน้ำ (แห่ง)

$Denough$ คือ ตัวแปรหุ่นแทนความเพียงพอของแหล่งน้ำที่เกษตรกรใช้ ($Denough = 1$ หมายถึง ปริมาณน้ำเพียงพอ และ $Denough = 0$ หมายถึง ปริมาณน้ำไม่เพียงพอ)

$Dyear$ คือ ตัวแปรหุ่นแทนปีเพาะปลูก $Dyear50 = 1$ หมายถึง ปีเพาะปลูก 2550 และ $Dyear50 = 0$ หมายถึง ปีเพาะปลูกอื่นๆ $Dyear52 = 1$ หมายถึง ปีเพาะปลูก 2552 และ $Dyear52 = 0$ หมายถึง ปีเพาะปลูกอื่นๆ

$u$ คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

$\beta_i$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์

$i = 1, 2, 3, \dots N$ คือ หน่วยสำรวจ

$t = 50, 52, 54$ คือ เวลาที่เก็บข้อมูล ได้แก่ ปีการผลิต 2550 2552 และ 2554 ตามลำดับ

จากสมการฟังก์ชันการผลิตข้าว (สมการ 10) จะพบว่า ตัวแปรปริมาณเมล็ดพันธุ์ข้าวนั้นถูกนำออกไปจากสมการ เนื่องจากปัญหาตัวแปรอิสระในสมการมีความสัมพันธ์กัน (multicollinearity) ด้วยการทดสอบ Correlation หรือการใช้เมล็ดพันธุ์ที่มากเกินไป มักเป็นสาเหตุให้การใช้ปัจจัยการผลิตชนิดอื่นๆ เช่น ปุ๋ย สารเคมี การจ้างงาน และน้ำ ต้องเพิ่มขึ้นตามไปด้วย อีกทั้งตัวแปรขาดหาย (missing values) จากการเก็บข้อมูลไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ที่จะทำให้จำนวนตัวอย่างนั้นลดลง ผู้ศึกษาจึงนำตัวแปรปริมาณเมล็ดพันธุ์ข้าวออกไปจากสมการและคงไว้ซึ่งตัวแปรอื่นๆ ที่มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ

จากตาราง 2 ในส่วนผลการประมาณการสมการการผลิตข้าวนาปีแสดงให้เห็นถึง ผลการทดสอบ Hausman Test ที่ให้ค่า Probability เท่ากับ 0.0855 ซึ่งมากกว่าค่า Chi-square (13.86) หมายความว่าสมการการผลิตข้าวนาปีนี้ควรถูกประมาณการด้วยวิธี random effect ซึ่งผลจากการประมาณการพบว่าสมการการผลิตข้าวนาปีมีค่า R-Square Overall เท่ากับ 0.0908 หรือตัวแปรอิสระทั้งหมดในสมการสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามหรือผลผลิตได้ร้อยละ 9.08 และมีค่า F-Statistics เท่ากับ 43.15 หรือหมายถึงตัวแปรอิสระทุกตัวในสมการมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามหรือผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เมื่อพิจารณาผลกระทบของปัจจัยการผลิตแต่ละตัวพบว่า ปริมาณปุ๋ยเคมีรวมมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.847 หมายความว่า ถ้ากำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่ ปริมาณปุ๋ยเคมีรวมเปลี่ยนแปลงไป 1 กิโลกรัมต่อไร่ จะทำให้ผลผลิตเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน 0.847 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และปัจจัยอื่นๆ อันได้แก่ ค่าใช้จ่ายสารเคมี ค่าใช้จ่ายการจ้างเครื่องจักร และค่าใช้จ่ายการจ้างแรงงาน มีค่าสัมประสิทธิ์ เท่ากับ 0.065 -0.066 และ -0.299 ตามลำดับ

**ตาราง 2** ผลการประมาณการจากสมการการผลิตข้าวนาปีและสมการการผลิตข้าวนาปรัง

| ตัวแปร | การทำนาปี | | การทำนาปรัง | |
|---|---|---|---|---|
| | coefficient | z-statistics | coefficient | z-statistics |
| ferti | 0.847 | 3.13** | -0.192 | -0.29NS |
| chem | 0.065 | 1.88NS | -0.040 | -0.40NS |
| mach | -0.066 | -1.08NS | -0.138 | -1.12NS |
| labor | -0.299 | -1.83NS | 0.204 | 0.84NS |
| water | 15.018 | 0.86NS | 1.441 | 0.04NS |
| Dyear50 | 1.336 | 0.06NS | -24.662 | -0.60NS |
| Dyear52 | -71.767 | -3.31** | -41.003 | -1.11NS |
| Denough | 29.876 | 1.47NS | 63.833 | 1.42NS |
| Constant | 551.110 | 13.18** | 576.994 | 6.71** |
| **R-square Overall** | 0.091 | | 0.0370 | |
| **F-Statistics** | 43.150 | | 4.85 | |
| **Prob (F-statistics)** | 0.000 | | 0.7733 | |
| **Hausman Test** | | | | |
| Prob>chi-square | 0.0855 | | 0.0908 | |
| Chi-square | (8)13.86 | | (7)12.31 | |

ที่มา : จากการคำนวณ

หมายเหตุ ** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
NS หมายถึง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ส่วนจำนวนแหล่งน้ำ พบว่า เป็นปัจจัยการผลิตที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตมากที่สุดในการทำนาปีด้วยค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 15.018 และความเพียงพอของแหล่งน้ำที่สะท้อนให้เห็นว่า ถ้าเกษตรกรมีแหล่งน้ำในการเพาะปลูกข้าวเพิ่มขึ้นจะทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นอีก 29.876 กิโลกรัมต่อไร่

นอกจากนั้น เมื่อพิจารณาถึงตัวแทนหุ่นที่ใช้แทนปีเพาะปลูกพบว่า ถ้าให้ปัจจัยการผลิตทุกตัวมีค่าเป็น 0 ในปีเพาะปลูก 2550 จะได้ผลผลิตเท่ากับ 552.445 กิโลกรัมต่อไร่ ปี 2552 เท่ากับ 479.342 กิโลกรัมต่อไร่ และปี 2554 ที่ได้ผลผลิตเท่ากับ 551.110 กิโลกรัมต่อไร่

อีกทางด้านหนึ่งการประมาณการสมการการผลิตข้าวนาปรัง จากผลการทดสอบด้วยวิธี Hausman Test พบว่าให้ค่า Probability เท่ากับ 0.0908 ซึ่งมากกว่าค่า Chi-square (12.31) หรือสมการการผลิตข้าวนาปรังนี้ควรประมาณการด้วยวิธี random effect เช่นเดียวกันกับนาปี โดยให้ผลการประมาณการที่มีค่า R-Square Overall เท่ากับ 0.0370 และมีค่า F-Statistics เท่ากับ 4.85

เมื่อพิจารณาผลกระทบของแต่ละตัวแปร ได้แก่ ปุ๋ยเคมีรวม ค่าใช้จ่ายสารเคมี ค่าใช้จ่ายการจ้างเครื่องจักร และค่าใช้จ่ายการจ้างแรงงาน พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์ เท่ากับ -0.192 -0.040 -0.138 และ 0.204 ตามลำดับ

นอกจากนั้น ในส่วนของแหล่งน้ำพบว่ามีอิทธิพลต่อผลผลิตของเกษตรกรตัวอย่างมากที่สุด เช่นเดียวกันกับนาปี ด้วยค่าสัมประสิทธิ์ที่เท่ากับ 1.441 และถ้าเกษตรกรมีแหล่งน้ำเพียงพอสำหรับการเพาะปลูกยิ่งทำให้ปริมาณผลผลิตนั้นเพิ่มขึ้น 63.833 กิโลกรัมต่อไร่

อีกทั้งในส่วนของตัวแปรหุ่นที่ใช้แทนปีเพาะปลูกพบว่า ถ้าให้ปัจจัยการผลิตทุกตัวมีค่าเป็น 0 การทำนาปรังในปี 2550 จะได้ผลผลิตเท่ากับ 552.332 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตในปี 2552 เท่ากับ 535.990 กิโลกรัมต่อไร่ และปี 2554 ที่เท่ากับ 576.994 กิโลกรัมต่อไร่

ทั้งนี้เมื่อคำนึงถึงเครื่องหมายหน้าค่าสัมฤทธิ์ของปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดจะพบว่า ในการทำนาปีมีค่าใช้จ่ายการจ้างเครื่องจักรและค่าใช้จ่ายการจ้างแรงงานเป็นตัวแปรที่มีเครื่องหมายเป็นลบส่วนนาปรัง ได้แก่ ปริมาณปุ๋ยรวม ค่าใช้จ่ายสารเคมีและค่าใช้จ่ายการจ้างเครื่องจักร ซึ่งไม่เป็นไปตามกฎการลดน้อยถอยลงของผลผลิตเพิ่มที่ควรจะเป็นบวกหรือไปในทิศทางเดียวกันกับผลผลิตตามความสัมพันธ์ระหว่าง MP กับ TP ในช่วงการผลิต ทั้งนี้เนื่องจากในการทำนาปรังนั้นเกษตรกรใช้ปุ๋ยรวมน้อยลงเรื่อยๆ โดยเลือกใช้ปุ๋ยสูตร 16-20-0 น้อยลง ซึ่งเป็นปุ๋ยสูตรที่มีประสิทธิภาพต่อผลผลิตมากกว่าสูตรอื่นๆ เพราะมีธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่ช่วยในการเติบโตของรากและออกดอกติดผลมากกว่า แต่หันมาใช้ปุ๋ยสูตร 30-0-0 กันมากขึ้น ในขณะที่ปริมาณผลผลิตต่อไร่ของนาปรังใกล้เคียงกันทุกปี จึงทำให้เครื่องหมายของค่าสัมประสิทธิ์นี้เป็นลบ

นอกจากนั้นตัวแปรที่ใช้ประมาณการสมการการผลิตบางตัวเป็นค่าใช้จ่ายที่มีหน่วยเป็น บาทต่อไร่ จึงมีผลของการเปลี่ยนแปลงด้านราคาของปัจจัยการผลิตชนิดนั้นๆ เข้ามาเกี่ยวข้องและอาจส่งผลทำให้เครื่องหมายหน้าค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้แตกต่างกันไป ทั้งสมการการผลิตข้าวในนาปีและสมการการผลิตข้าวนาปรัง

นอกจากเครื่องหมายหน้าค่าสัมประสิทธิ์แล้ว ผลประมาณการสมการการผลิตทั้งข้าวนาปีและข้าวนาปรังยังแสดงให้เห็นอีกว่า ตัวแปรอิสระเกือบทุกตัวล้วนไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเลย ยกเว้นปริมาณปุ๋ยรวมในการทำนาปี ทั้งนี้เนื่องจากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Random Effect นี้เป็นการแปลงรูปสมการที่อนุญาตให้อิทธิพลเฉพาะของตัวอย่าง (เช่น ความรู้ความชำนาญ เป็นต้น) สามารถเข้ามามีส่วนร่วมในสมการได้ ตัวแปรแต่ละตัวที่ถูกแปลงรูปเพื่อการวิเคราะห์จึงสูญเสียความเป็นตัวตนของตัวแปรนั้นๆ ไป จึงส่งผลให้ตัวแปรอิสระต่างๆ ในสมการเสี่ยงต่อการไม่มีนัยสำคัญทางสถิติได้ ผู้ศึกษาจึงให้ความสำคัญกับค่าสัมประสิทธิ์และเครื่องหมายกำกับหน้าค่าสัมประสิทธิ์มากกว่า เพราะจะต้องนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตข้าวต่อไร่ต่อการใช้ปัจจัยการผลิตเพื่อเปรียบเทียบผลกระทบต่อไป

**ประสิทธิภาพการผลิตข้าวในการทำนาปีและการทำนาปรัง**

จากผลประมาณการในสมการการผลิตข้าวที่ได้ทั้งการทำนาปีและนาปรังข้างต้นสามารถแสดงให้เห็นถึงขนาดของผลกระทบของปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดที่มีต่อผลผลิตข้าว แต่ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้นั้นไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้เนื่องจากหน่วยของปัจจัยการผลิตที่ต่างชนิดกัน คือ กิโลกรัมต่อไร่ และบาทต่อไร่ ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องแปลงหน่วยให้เหมือนกันโดยอยู่ในรูปของร้อยละ แล้วจึงนำค่าผลกระทบที่ได้มาเปรียบเทียบกัน ซึ่งเป็นหลักการของค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตข้าวต่อไร่ต่อการใช้ปัจจัยการผลิต ดังนี้ (สมการ 11)

$$EP_i = \frac{\%\Delta Q}{\%\Delta X_i} \qquad (11)$$

$$= \frac{(\Delta Q/Q)\times 100}{(\Delta X_i/X_i)\times 100}$$

$$= \frac{\partial Q}{\partial X_i} \times \frac{X_i}{Q}$$

โดยที่ $EP_i$ คือ ค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตข้าวต่อไร่ ต่อ การใช้ปัจจัยการผลิต $i$

$Q$ คือ ผลผลิตข้าวต่อไร่ (กิโลกรัมต่อไร่)

$X_i$ คือ ปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต $i\,; i = 1,2,\ldots n$ (กิโลกรัมต่อไร่)

$\frac{\partial Q}{\partial X_i}$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรปัจจัยการผลิตแต่ละตัวในสมการการผลิตข้าว

**ตาราง 3** ค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตข้าวต่อไร่ต่อการใช้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิด

| ปัจจัยการผลิต | ค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตข้าวต่อไร่ ต่อการใช้ปัจจัยการผลิต | |
|---|---|---|
| | การทำนาปี | การทำนาปรัง |
| ปริมาณปุ๋ยเคมีรวม | 0.073 | -0.016 |
| ค่าใช้จ่ายสารเคมี | 0.019 | -0.011 |
| ค่าใช้จ่ายการจ้างเครื่องจักร | -0.025 | -0.059 |
| ค่าใช้จ่ายการจ้างแรงงาน | -0.019 | 0.016 |
| จำนวนแหล่งน้ำ | 0.037 | 0.003 |

ที่มา : จากการคำนวณ

จากการคำนวณค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตข้าวต่อไร่ ต่อ การใช้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิด ที่ได้จากค่าเฉลี่ยของผลผลิตข้าวและค่าเฉลี่ยปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดในตาราง 1 พบว่า ค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตข้าวต่อการใช้ปุ๋ยเคมีรวม ค่าใช้จ่ายสารเคมี ค่าใช้จ่ายการจ้างเครื่องจักร ค่าใช้จ่ายการจ้างแรงงาน และจำนวนแหล่งน้ำในการทำนาปี เท่ากับ 0.073 0.019 -0.025 -0.019 และ 0.037 ตามลำดับ ส่วนการทำนาปรัง เท่ากับ -0.016 -0.011 -0.059 0.016 และ 0.003 ตามลำดับ (ตาราง 3) ซึ่งเป็นแบบยืดหยุ่นน้อย (inelastic) ทั้งสองฤดูการเพาะปลูก กล่าวคือ มีค่าความยืดหยุ่นอยู่ระหว่าง 0-1 หมายความว่า ถ้าเพิ่มหรือลดปัจจัยการผลิตชนิดนั้นอีกร้อยละ 1.0 จะทำให้ผลผลิตข้าวต่อไร่เพิ่มขึ้นหรือลดลงน้อยกว่าร้อยละ 1.0 ทั้งการทำนาปีและนาปรัง ซึ่งชี้ให้เห็นว่า การใช้ปัจจัยการผลิตของเกษตรกรส่งผลต่อปริมาณผลผลิตน้อยมาก

และจากผลการศึกษาในตาราง 3 พบว่า ค่าความยืดหยุ่นในการทำนาปี ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อผลผลิตมากที่สุด คือ ปุ๋ยเคมี ซึ่งถ้าเพิ่มการใช้ปุ๋ยเคมีขึ้นอีกร้อยละ 1.0 จากระดับค่าเฉลี่ยที่เป็นอยู่ จะทำให้ผลผลิตข้าวต่อไร่เพิ่มขึ้นเพียงร้อยละ 0.073 เท่านั้น และผลกระทบที่มีอิทธิพลรองลงมาได้แก่ จำนวนแหล่งน้ำ ค่าใช้จ่ายการจ้างเครื่องจักร และค่าใช้จ่ายการจ้างแรงงานกับค่าใช้จ่ายสารเคมีที่มีผลกระทบต่อผลผลิตข้าวเท่ากัน ตามลำดับ โดยในการทำปีนี้มีการใช้ปัจจัยการผลิตที่ส่งผลต่อผลผลิตในทิศทางตรงกันข้ามหรือทำให้ผลผลิตลดลง คือ ค่าใช้จ่ายการจ้างเครื่องจักรและค่าใช้จ่ายการจ้างแรงงาน

ส่วนการทำนาปรัง พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าวต่อไร่มากที่สุดกลับกลายเป็นค่าใช้จ่ายการจ้างเครื่องจักร เนื่องจากมีค่าความยืดหยุ่นเท่ากับ 0.059 และปัจจัยการผลิตที่มีผลกระทบต่อผลผลิตข้าวรองลงมาได้แก่ ปริมาณปุ๋ยเคมีรวมกับค่าใช้จ่ายการจ้างแรงงาน ค่าใช้จ่ายสารเคมี และจำนวนแหล่งน้ำ ตามลำดับ ซึ่งในการทำนาปรังนี้มีการใช้ปัจจัยการผลิตที่ส่งผลให้ผลผลิตลดลง คือ ปริมาณปุ๋ยเคมีรวม ค่าใช้จ่ายสารเคมี และค่าใช้จ่ายการจ้างเครื่องจักร

เมื่อนำค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตข้าวต่อไร่ต่อการใช้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดระหว่างการทำนาปีและการทำนาปรังมาเปรียบเทียบกันจะพบว่า ในการทำนาปีเกษตรกรตัวอย่างมีการใช้ปัจจัยการผลิตส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพมากกว่าการทำนาปรัง ยกเว้นค่าใช้จ่ายการจ้างเครื่องจักรที่นาปรังกลับมีประสิทธิภาพมากกว่า และเมื่อพิจารณาผลกระทบแต่ละชนิดพบว่า จำนวนแหล่งน้ำในการทำนาปรังนั้นแทบจะไม่มีอิทธิพลต่อผลผลิตเลย ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากในการทำนาปรังเกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 87.23 มีแหล่งน้ำเพียงแห่งเดียวในการเพาะปลูก โดยแหล่งน้ำที่นิยมใช้คือ คลองชลประทานเขื่อนแควน้อย ส่วนการทำนาปีนั้นเกษตรกรส่วนใหญ่พึ่งพาแหล่งน้ำมากขึ้น จากมีแหล่งน้ำเพียงแค่แห่งเดียวในปี 2552 มาเป็น 2 แห่งในปี 2554

ในด้านปุ๋ยเคมีพบว่า มีอิทธิพลกับผลผลิตข้าวนาปีมาก แต่กลับมีอิทธิพลน้อยมากกับการทำนาปรัง ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการนิยมเลือกใช้ปุ๋ยสูตรที่แตกต่างกัน ส่วนค่าใช้จ่ายการจ้างเครื่องจักรที่มีอิทธิพลเป็นอันดับแรกสำหรับการทำนาปรัง

อาจเป็นเพราะเกษตรกรเริ่มให้ความสำคัญกับการใช้เครื่องจักรในการทำนากันมากขึ้น โดยเฉพาะการไถนาปรับหน้าดิน หรือแม้กระทั่งการใช้เครื่องจักรเพื่อหว่านเมล็ดพันธุ์ ใส่ปุ๋ยเคมี และใส่สารเคมี เป็นต้น

**สรุปและอภิปรายผล** (Conclusion and Discussion)

ในการวิเคราะห์ถึงประสิทธิภาพทางเทคนิคจากการใช้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดของเกษตรกรตัวอย่างพบว่า ไม่ว่าจะเป็นการทำนาปีหรือนาปรัง เกษตรกรมีพฤติกรรมการใช้ปัจจัยการผลิตที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา (random effect) โดยมีการปรับตัวจากอิทธิพลสำคัญ คือ ราคาปัจจัยการผลิตที่ทำให้เกษตรกรปรับลดปริมาณการใช้ลง ได้แก่ ปุ๋ยเคมี และการจ้างแรงงานในการทำนาปี กับปุ๋ยเคมีและสารเคมีสำหรับการทำนาปรัง อีกทั้งยังทำให้เกษตรกรเพิ่มระดับการใช้ขึ้นเมื่อราคาปัจจัยการผลิตนั้นต่ำลง คือ การจ้างเครื่องจักรในการทำนาปี นอกจากนั้นยังมีบางปัจจัยการผลิตที่เกษตรกรตัวอย่างใช้ในปริมาณค่อนข้างคงที่ในขณะที่ราคาปัจจัยการผลิตนั้นสูงขึ้น ได้แก่ สารเคมีในการทำนาปี และการจ้างเครื่องจักรในการทำนาปรัง ซึ่งราคาปัจจัยการผลิตนั้นเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ต้นทุนการผลิตของเกษตรกรสูงขึ้น เกษตรกรจึงต้องมีการปรับตัวจากราคาปัจจัยการผลิตนี้

นอกจากนั้นยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่ทำให้เกษตรกรเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม คือ โครงการรับจำนำข้าวเปลือกที่ส่งผลให้เกษตรกรใช้ปัจจัยการผลิตมากเกินความจำเป็น เนื่องจากต้องการข้าวปริมาณมากที่สุดเพื่อเข้าร่วมโครงการ (มาฆะสิริ เชาวกุล, 2555) หรือแม้กระทั่งเทคโนโลยีที่ทำให้เกษตรกรหันมาใช้เครื่องจักรในการปลูกข้าวมากขึ้นเพื่อความรวดเร็วและสะดวกสบาย (Srisompun and Isvilanonda, 2012, pp. 101-108) อีกทั้งความรู้ ความชำนาญของเกษตรกรเอง ซึ่งทุกปัจจัยล้วนมีส่วนทำให้เกษตรกรเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการปลูกข้าวได้ทั้งสิ้น จึงทำให้ผลประมาณการสมการการผลิตข้าวทั้งนาปีและนาปรังออกมาเป็น Random Effect อย่างไรก็ตาม ถึงแม้เกษตรกรตัวอย่างจะมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้ปัจจัยการผลิตอยู่ตลอดเวลาทั้งการทำนาปีและนาปรัง แต่การเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้นั้นก็ยังคงอยู่ในระดับที่ส่งผลต่อปริมาณผลผลิตน้อยมาก เนื่องจากค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตข้าวต่อไร่ต่อการใช้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดของเกษตรกรตัวอย่างอยู่ระหว่าง 0-1 ซึ่งเป็นแบบยืดหยุ่นน้อย (inelastic) ทั้งการทำนาปีและนาปรัง โดยสามารถแสดงให้เห็นว่า เกษตรกรมีการใช้ปัจจัยการผลิตบางชนิดอยู่ในระดับที่ไม่ส่งผลให้ผลผลิตลดลง ซึ่งได้แก่ ปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี ค่าใช้จ่ายสารเคมี และจำนวนแหล่งน้ำในการทำนาปี และค่าใช้จ่ายการจ้างแรงงานและจำนวนแหล่งน้ำในการทำนาปรัง แต่ก็ยังมีอีกหลายปัจจัยการผลิตที่เกษตรกรตัวอย่างมีพฤติกรรมการใช้อยู่ในระดับที่ไม่เหมาะสมและส่งผลให้ผลผลิตลดลง ซึ่งได้แก่ ค่าใช้จ่ายการจ้างเครื่องจักรและการจ้างแรงงานในการทำนาปี และการใช้ปุ๋ยเคมี ค่าใช้จ่ายสารเคมี และค่าใช้จ่ายการจ้างเครื่องจักรในการทำนาปรัง

อย่างไรก็ตามหากเกษตรกรยังคงมีพฤติกรรมการใช้ปัจจัยการผลิตในลักษณะเช่นเดิมอยู่ก็จะไม่สามารถช่วยให้ผลผลิตข้าวต่อไร่เพิ่มขึ้นมาได้ ทั้งๆ ที่เกษตรกรสามารถจะได้รับผลผลิตที่มีประสิทธิภาพมากกว่านี้ได้ เพราะมีปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตที่มากเกินความจำเป็น โดยเฉพาะปุ๋ยเคมี หรือการใช้ปัจจัยการผลิตที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 เกษตรกรควรได้รับผลผลิตเพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 1 หรือเท่ากับร้อยละ 1

จากผลการวิเคราะห์โดยใช้ค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตข้าวต่อไร่ต่อการใช้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดสามารถบอกได้แค่ผลกระทบจากการใช้ปัจจัยการผลิตเท่านั้น และปัจจัยการผลิตที่เป็นค่าใช้จ่ายยังมีผลของราคาและปริมาณรวมอยู่ด้วยกัน ซึ่งการลดหรือเพิ่มค่าใช้จ่ายอาจส่งผลให้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นหรือลดลง แต่ยังไม่สามารถแนะนำได้ว่าควรจะลดหรือเพิ่มเพราะมีอิทธิพลของราคาอยู่ในตัวแปรนั้น อีกทั้งยังไม่สามารถสรุปได้ว่าการใช้ปัจจัยการผลิตชนิดต่างๆ เหล่านี้มีประสิทธิภาพหรือไม่ เพราะถ้าการเพิ่มปัจจัยการผลิตอาจทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น แต่ถ้าราคาปัจจัยการผลิตนั้นสูงเกินกว่าราคาขายข้าว หรือต้นทุนสูงกว่ารายได้ที่ได้รับ การเพิ่มปัจจัยการผลิตก็ย่อมไม่ส่งผลดี เป็นต้น ฉะนั้นในการวิเคราะห์ถึงประสิทธิภาพการใช้ปัจจัยการผลิตจึงต้องนำผลของราคาปัจจัยการผลิตและรายได้เข้ามาร่วมพิจารณาด้วย จึงจะสามารถสรุปได้อย่างชัดเจนว่า การเพิ่มหรือลดปัจจัยการผลิตนั้นคุ้มค่าหรือไม่ ซึ่งไม่ได้นำมาพิจารณาในบทความนี้

**กิตติกรรมประกาศ** (Acknowledgments)

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ รศ.ดร.มาฆะสิริ เชาวกุล ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และ ดร.สัมพันธ์ เนตยานันท์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่ามาเป็นที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำและชี้แนะแก้ไขข้อบกพร่องตลอดระยะเวลาในการจัดทำบทความฉบับนี้ จนทำให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์และทรงคุณค่า

**บรรณานุกรม** (Bibliography)

Andrews. et al. (2007). **Stata Statistical Software Release 10 Longitudinal/Panel Data.** Texas: College Station**.**

Badi H. Baltagi. (2008). **Econometric Analysis of Panel Data.** Chippenham: CPI Antony Rowe.

Baltagi B.H., et al. (2007). **Stata Statistical Software Release 10 Longitudinal/Panel Data.** Texas: College Station**.**

Bureau of Rice Research and Development. (n.d.). **Rice Knowledge Bank**. Retrieved May 4, 2015, from http://www.brrd.in.th/rkb/seed/index.php-file=content.php&id=13.htm#11.

Bureau of Rice Research and Development. (n.d.). **Rice Knowledge Bank**. Retrieved August 29, 2015, from http://www.brrd.in.th/rkb/management/index.phpfile=content.php&id=12.htm

Chaowagul, M. (2012). **The report of monitoring and evaluation of economic and social conditions of the Kwae Noi dam project in the fiscal year 2012,** Phitsanulok, Naresuan University associate with Royal Irrigation Department.

Chaowagul, M. and Phahuyut, D. (2007). Analysis of rice production efficiency in the beneficial area of the Kwae Noi dam project in the year 2005/2006. **Proceedings of 3rd Naresuan research conference: Successful of research utilization.** (Page 197). Naresuan University: Institute of Research and Development Administion.

Christopher F. Baum. (2006). **An Introduction to Modern Econometrics Using Stata.** Texas: College Station.

David L. Debertin. (2012). **Agricultural Production Economics**. (2nd Ed.). Retrieved June 11, 2015, from http://www.uky.edu/~deberti/agprod5.pdf.

Promsang, M. (1997). **A comparative study of rice productivity in Nongwai land consolidation, crop year 1994/95.** Master thesis, M.S.**,** Kasetsart University**,** Bangkok.

Ruanyen, C. (2007). **An analysis of rice production productivities in irrigated area lower-northern 2004/2005 crop year.** Master thesis, M.Econ., Naresuan University, Phitsanulok.

Srisompun, O. and Isvilanonda, S. (2012). Efficiency Change in Thailand Rice Production: Evidence from Panel Data Analysis. **Journal of Development and Agricultural Economics**, 4(4)**,** 101-108.

Studenmund A.H.. (2011). **Using Econometrics A Practical Guide Sixth Edition**. Bangkok: Pearson Education Indochina Ltd**.**