



การประเมินรูปแบบสมการการผลิตข้าวในประเทศไทย

สมหมาย อุดมวิฑิต* โครงการปริญญาเอก สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร
และทรัพยากร คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
สุวรรณา ประณีตวาทกุล ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ บทความนี้ประเมินหารูปแบบสมการการผลิตข้าวที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้วิเคราะห์หาระดับ
ประสิทธิภาพการใช้จ่ายการผลิต ในที่นี้พิจารณาปัจจัยปุ๋ยเคมีและสารเคมีกำจัดศัตรูพืช การศึกษาอาศัย
การตรวจเอกสารสมการการผลิตข้าวของประเทศไทยย้อนหลัง 20 ปี รวมจำนวน 41 สมการ และสำรวจ
ครัวเรือนเกษตรกรในภาคกลางและภาคเหนือ 94 ราย โดยเก็บข้อมูลของปีการเพาะปลูก 2542/43 2543/44
และ 2545/46 รวมจำนวน 282 ตัวอย่าง เพื่อใช้ศึกษาเชิงประจักษ์ การวิเคราะห์จำแนกรูปแบบสมการ
การผลิต โดยนำมาคำนวณหามูลค่าของผลิตภาพส่วนเพิ่มของปัจจัยการผลิต ณ ราคาปัจจุบัน และนำค่า
ที่ได้มาเปรียบเทียบกับราคาของปัจจัยการผลิตนั้น รวมถึงการหาระดับการใช้จ่ายการผลิตที่เป็นอยู่ ผลการ
ศึกษาพบว่าการใช้วิเคราะห์โดยใช้สมการการผลิตแบบ translog ที่รวมสมการควบคุมความเสียหาย (damage
control function) ไว้ด้วย จะมีความเหมาะสมที่สุดที่จะนำมาใช้ประเมินประสิทธิภาพ การใช้จ่ายการผลิต
การวิเคราะห์ตามแนวคิดดังกล่าวจะไม่ให้เกิดการประเมินประสิทธิภาพของการใช้จ่ายการผลิตสูง
เกินจริง จากการศึกษาเชิงประจักษ์ยืนยันว่า แนวทางการศึกษานี้สามารถนำมาใช้วิเคราะห์ได้อย่างเหมาะสม
ผลการศึกษาชี้ว่าการผลิตข้าวในประเทศไทยมีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากเกินไป จึงมีความจำเป็น
เร่งด่วนที่ต้องมีการกำหนดนโยบายและมาตรการควบคุมและลดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอย่างจริงจัง

คำสำคัญ: สมการการผลิต ประสิทธิภาพการผลิต สมการควบคุมความเสียหาย

* ติดต่อผู้เขียน: อ.สมหมาย อุดมวิฑิต ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ
10900 โทรศัพท์: 02 5613474 โทรสาร: 02 5613474 อีเมล: udomwitid@hotmail.com



An Assessment of the Rice Production Function for Thailand

*Sommai Udomwitid** Doctoral Program in Agricultural Economics, Graduate School, Kasetsart University

Suwanna Praneetvatakul Department of Agricultural and Resource Economics, Faculty of Economics, Kasetsart University

Abstract This paper assesses an appropriate production function approach for analyzing the efficient use of inputs in rice farming in Thailand. The farm inputs considered are fertilizer and pesticide. The paper reviews the rice production functions in Thailand in the past 20 years covering 41 functions. The farm-household survey of 94 respondents was also conducted in the Central and North of Thailand for 3 crop years, in 1999/00, 2000/01 and 2002/03. This provides a set of panel data of 282 samples to be used for the empirical analysis. The analysis is classified by the functional forms of the production functions. The present value of marginal product (VMP) of each function is calculated. The VMP is compared to the input price. Subsequently, the efficiency level of the input use can be identified. The actual level of input use is also evaluated. The results reveal that using the translog production function in consideration with the damage control function would be the most appropriate approach for assessing the efficient input uses in rice production in Thailand. This would help the analyst to avoid overestimating the efficiency of rice input. The empirical results confirm that the approach can be appropriately applied in the analysis. The results also show evidence of overuse of pesticides in Thai rice farming, which suggests an urgent need for policy and regulation to control and reduce the use of pesticide.

Keywords: production function, production efficiency, damage control function

* Corresponding author: Sommai Udomwitid (Lecturer and Ph.D. candidate) Department of Economics, Faculty of Economics, Kasetsart University, Jatujak, Bangkok, Thailand, 10900. Tel: (+66)25613474, Fax: (+66)25613474, E-mail: udomwitid@hotmail.com

บทนำ

การผลิตข้าวมีความสำคัญต่อประเทศไทยเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นในการผลิตเพื่อการบริโภคภายในประเทศ หรือการผลิตเพื่อการส่งออก พื้นที่เกษตรส่วนใหญ่ของประเทศไทยเป็นพื้นที่ปลูกข้าว ในปี พ.ศ. 2551 ประเทศไทยมีพื้นที่นาปีและนาปรังรวมกันประมาณ 70 ล้านไร่ ผลผลิตข้าวรวมเฉลี่ยประมาณ 32 ล้านตันข้าวเปลือกต่อปี คิดเป็นอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยร้อยละ 2 ต่อปี ในจำนวนนี้นำไปใช้บริโภค ทำพันธุ์อาหารสัตว์ และอุตสาหกรรมแปรรูปต่างๆ ภายในประเทศร้อยละ 52 และส่งออกร้อยละ 48 คิดเป็นมูลค่า 209,568 ล้านบาท นับว่ามีมูลค่าสูงจัดอยู่ในอันดับที่ 3 ของสินค้าภาคเกษตร และเป็นอันดับที่ 1 ของโลก โดยมีส่วนแบ่งการตลาดถึงร้อยละ 37 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552) องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติให้ความสำคัญกับประเทศไทยในฐานะเป็นผู้นำการส่งออกข้าวเพื่อป้อนพลเมืองโลกในอีก 20 ปีข้างหน้า

การวิเคราะห์สมการการผลิตข้าวมีมาอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลายาวนาน ส่วนใหญ่อาศัยฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb-Douglas เช่น Srianunrungruang (1989) พรณี นุกุลคาม (2534) นภาพร เขียวรัตน์ (2542) อาทิตย์ นุชนานนท์เทพ (2542) เฉลิมชัย เจริญนาถเพิ่มพูน (2543) วิไล สุภาจรรยา (2545) เป็นต้น อย่างไรก็ตามมีข้อสังเกตว่าการกำหนดรูปแบบสมการการผลิตข้าวแตกต่างกันไปตามพื้นที่ศึกษาที่มีบริบทและสิ่งแวดล้อมแตกต่างกัน เช่น ในงานของ กาญจนภรณ์ เจียวท่าไม้ (2535) วิเคราะห์สมการการผลิตโดยใช้ฟังก์ชันการผลิตแบบ translog หรือ Paneetvatakul, Kuwattanasiri, and Waibel (2003) วิเคราะห์สมการการผลิตอาศัยฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb-Douglas, exponential, Waibull, and logistics หรือ วัลยา ศรีวรวิทย์ (2547) วิเคราะห์สมการการผลิตโดยพิจารณาผลกระทบร่วมของปัจจัยการผลิต เป็นต้น การกำหนดรูปแบบสมการการผลิตที่แตกต่างกันนำไปสู่ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะในส่วนของการวิเคราะห์ถึงผลิตภาพส่วนเพิ่มของปัจจัยการผลิตชนิดต่างๆ ที่จะนำไปสู่การบ่งบอกถึงสถานะของการใช้ปัจจัยการผลิตว่ามีประสิทธิภาพในการผลิตหรือไม่ และจะนำไปสู่การกำหนดนโยบายที่แตกต่างกัน ผลการวิเคราะห์ที่คลาดเคลื่อนจึงอาจจะนำไปสู่การกำหนดนโยบายที่ผิดพลาดและก่อให้เกิดผลเสียต่อการพัฒนาการผลิตข้าวของประเทศไทยได้ ปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาใดที่สามารถให้ข้อสรุปได้ชัดเจนว่า สมการการผลิตรูปแบบใดมีความเหมาะสมสูงสุดที่จะสามารถนำมาวิเคราะห์การผลิตข้าวในประเทศไทย

บทความนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อทบทวนและประเมินผลการศึกษาทางด้านสมการการผลิตข้าวในอดีต โดยพิจารณาจากปัจจัยการผลิตที่สำคัญ ได้แก่ ปุ๋ยเคมี และสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ทั้งนี้เพื่อนำเสนอแนวคิดการวิเคราะห์ระดับประสิทธิภาพการใช้ปัจจัยการผลิตข้าว โดยพิจารณาจากรูปแบบสมการการผลิตและความมีเหตุผลสอดคล้องตามแนวคิดทางด้านเศรษฐศาสตร์ การศึกษาได้รวบรวมสมการการผลิตข้าวของประเทศไทยในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ.2529-2548) เพื่อคำนวณหามูลค่าผลิตภาพส่วนเพิ่มของปัจจัยการผลิต ณ ราคาปัจจุบัน และนำมาเปรียบเทียบกับราคาปัจจัยการผลิต ณ ปัจจุบัน แล้วประเมินหาสมการ

การผลิตที่มีความเหมาะสมตามแนวคิดทางด้านเศรษฐศาสตร์จากนั้นนำรูปแบบสมการที่เหมาะสมมาทดสอบ โดยการวิเคราะห์สมการการผลิตจากข้อมูลจริง ทั้งนี้พบว่างานศึกษาเท่าที่ผ่านมามีส่วนใหญ่มักเป็นการวิเคราะห์ในรูปแบบของสมการการผลิตแบบ Cobb-Douglas แต่ก็มีงานวิจัยส่วนหนึ่งใช้สมการการผลิตแบบ translog ถ้าหากพิจารณาเฉพาะปัจจัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ผลการวิเคราะห์ส่วนใหญ่ก็นำไปสู่ข้อเสนอแนะให้เพิ่มปริมาณการใช้สารเคมีให้มากขึ้น ข้อเสนอแนะนี้ดูเหมือนจะขัดกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ที่มีข้อสังเกตกันว่า การใช้สารเคมีน่าจะมากเกินไปและเหมาะสมและไม่ควรเพิ่มการใช้สารเคมีอีก นักวิชาการทางเศรษฐศาสตร์จึงตั้งข้อสงสัยว่า การกำหนดรูปแบบสมการการผลิตที่ใช้ในการวิเคราะห์ในงานส่วนใหญ่ที่ผ่านมามีผิดพลาด

นอกจากนี้ Lichtenberg and Zilberman (1986) ได้อธิบายว่าผลการศึกษาที่คลาดเคลื่อนอาจเกิดจากการพิจารณาบทบาทของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชผิดพลาดด้วย ซึ่งโดยทั่วไปมักพิจารณาในฐานะเป็นปัจจัยการผลิตที่ช่วยเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น (productive input) ส่งผลให้การประมาณค่าผลิตภาพส่วนเพิ่มสูงกว่าความเป็นจริง Lichtenberg and Zilberman จึงเสนอให้พิจารณาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในฐานะเป็นปัจจัยควบคุมความเสียหาย (damage control agent) ที่ช่วยลดความเสียหายของผลผลิตจากศัตรูพืช แนวทางนี้น่าจะทำให้ผลการวิเคราะห์สอดคล้องกับความเป็นจริงยิ่งขึ้น สำหรับการศึกษาในประเทศไทยพบว่า ดุลิต กู้วัฒนาศิริ (2544) Paneetvatakul *et al.* (2003) และ วลัยยา ศรีวรวิทย์ (2547) ได้นำแนวคิดนี้มาประยุกต์ร่วมในการวิเคราะห์สมการการผลิตแบบ Cobb-Douglas ผลการศึกษาเสนอแนะว่าควรลดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในการผลิตข้าว อย่างไรก็ตามในการศึกษาเหล่านี้ยังมิได้ประเมินความเหมาะสมของสมการการผลิตก่อนนำมาวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้ปัจจัยการผลิต หากแต่ยังคงใช้สมการการผลิตแบบ Cobb-Douglas ตามกระแสนิยม ในบทความนี้จะชี้ให้เห็นความจำเป็นที่จะต้องมีการประเมินรูปแบบสมการการผลิตที่เหมาะสมก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตข้าว โดยต่อไปจะอธิบายถึงกรอบแนวคิดของการศึกษา ตามด้วยวิธีการศึกษาและข้อมูลที่วิเคราะห์ผลการศึกษา สรุปและข้อเสนอแนะตามลำดับ

กรอบแนวคิด

การศึกษานี้จะอยู่ภายใต้กรอบแนวคิดทฤษฎีเศรษฐศาสตร์การผลิตสินค้าเกษตร ว่าด้วยเรื่อง การตัดสินใจของเกษตรกรในการใช้ปัจจัยการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพและก่อให้เกิดกำไรสูงสุด ในสภาพการผลิตจริงเกษตรกรมักใช้ปัจจัยการผลิตร่วมกันหลายชนิด การคำนวณผลิตภาพการผลิต (productivity) หรืออัตราส่วนของผลผลิตต่อปัจจัยการผลิต จึงควรใช้วิธีการพิจารณาปัจจัยการผลิตร่วมทุกชนิด (total factor productivity) มิใช่การศึกษาโดยคำนวณผลิตภาพอย่างง่ายของปัจจัยการผลิตทีละปัจจัย ซึ่งจัดเป็นการวัดผลิตภาพเพียงบางส่วน (partial measure of productivity)

สำหรับแนวคิดเรื่องประสิทธิภาพการผลิต เป็นการพิจารณาความสัมพันธ์ของปัจจัยการผลิตกับผลผลิตบนเส้นฟังก์ชันการผลิต โดยมีขอบเขตการผลิต (production frontier) เป็นเส้นแสดงผลผลิตสูงสุดที่จะได้รับการใช้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิด ซึ่งสะท้อนระดับเทคโนโลยีการผลิตของหน่วยการผลิต ณ เวลาปัจจุบัน ถ้าหน่วยการผลิตสามารถผลิตสินค้าบนเส้นขอบเขตการผลิต แสดงว่าการผลิตระดับนั้นมีประสิทธิภาพทางเทคนิค (technical efficiency) ถ้าระดับการผลิตอยู่ภายในเส้นขอบเขตการผลิต ระดับการผลิตนั้นจะไม่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ทุกๆ จุดบนเส้นขอบเขตการผลิตชี้ให้เห็นถึงขีดของความเป็นไปได้ในการผลิตจากปัจจัยการผลิตรวมทุกปัจจัยเพื่อให้ได้ผลผลิต ณ ระดับหนึ่ง (Coelli, Rao, and Battese, 2004)

เส้นความลาดชัน ณ จุดใดจุดหนึ่งบนฟังก์ชันขอบเขตการผลิต แสดงให้เห็นถึงผลิตภาพการผลิต ณ จุดใดจุดหนึ่งของการผลิต อย่างไรก็ตามจุดที่เกิดประสิทธิภาพการผลิตทางเทคนิคอาจเป็นจุดที่ยังสามารถเพิ่มผลิตภาพการผลิตให้เพิ่มขึ้นได้อีกเมื่อเกิดการประหยัดต่อขนาด (economies of scale) กล่าวคือเมื่อพิจารณาในระยะยาว การที่ฟังก์ชันขอบเขตการผลิตขยับสูงขึ้น จะเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการผลิต (technical change) ให้สูงขึ้น

ในการศึกษารั้วนี้วิเคราะห์ถึงประสิทธิภาพด้านการจัดสรรปัจจัยการผลิต (allocative efficiency) จัดเป็นการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตจากการใช้ปัจจัยการผลิตร่วมกันเพื่อก่อให้เกิดต้นทุนต่ำสุดหรือกำไรสูงสุด โดยในการศึกษาสมการการผลิตข้างนั้น จำเป็นต้องทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตต่างๆ กับผลผลิตเข้าตามความสัมพันธ์ในฟังก์ชันการผลิต (production function) ซึ่งมีรูปแบบทั่วไปดังสมการที่ 1 (บรรลุ พุฒิกิจ, ศานิต แก้วเอียน, และ เอื้อ สิริจินดา, 2549)

$$Q=f(Z_1,Z_2,Z_3,\dots,Z_n) \quad (1)$$

โดยที่ Q คือ จำนวนผลผลิตข้าวที่ได้รับ

Z_i คือ ปัจจัยการผลิตที่ใช้ผลิตข้าว โดยที่ i แสดงถึงชนิดของปัจจัยการผลิตที่พิจารณามีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n

จากสมการข้างต้น สามารถหาผลิตภาพส่วนเพิ่ม (marginal productivity) ของปัจจัยการผลิตต่างๆ ได้ดังนี้

$$\frac{\partial Q}{\partial Z_i} = \frac{\partial f(Z_1,Z_2,Z_3,\dots,Z_n)}{\partial Z_i} \quad (2)$$

นอกจากนี้ยังเป็นที่ยอมรับว่า ความสัมพันธ์ระหว่างการผลิตพืชเกษตร (รวมทั้งข้าว) และปัจจัยการผลิตต่างๆ ตามสมการที่ 1 จะอยู่ภายใต้กฎของผลได้ลดน้อยถอยลง (law of diminishing returns) จากกฎดังกล่าวทำให้สามารถจำแนกช่วงการผลิตข้าวได้ออกเป็น 3 ขั้น คือ ขั้นผลตอบแทนเพิ่มขึ้น (increasing returns) ขั้นผลตอบแทนลดน้อยถอยลง (diminishing returns) และขั้นผลตอบแทนลดลง (decreasing returns) ตามแนวคิดทางเศรษฐศาสตร์นั้น การผลิตในขั้นผลตอบแทนลดน้อยถอยลงเป็นขั้นการผลิตที่มี

เหตุผลทางเศรษฐกิจ เพราะเป็นช่วงที่มีการใช้ปัจจัยการผลิตร่วมกันอย่างเหมาะสมมากกว่าขั้นอื่นๆ และเมื่อต้องการวิเคราะห์ถึงระดับการใช้ปัจจัยการผลิตอย่างเหมาะสม จะต้องพิจารณาถึงมูลค่าของผลผลิตส่วนเพิ่ม (value of marginal product, VMP) เทียบกับต้นทุนเพิ่มของการใช้ปัจจัยการผลิต

การพิจารณาถึงระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่มีประสิทธิภาพนี้ กำหนดให้เกษตรกรมีวัตถุประสงค์เพื่อทำกำไรสูงสุดจากการผลิต ดังนั้นการที่เกษตรกรจะใช้ปัจจัยการผลิตจำนวนเท่าใด จะพิจารณาได้จากรายรับที่เกิดขึ้นจากการใช้ปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้นเปรียบเทียบกับต้นทุนการใช้ปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้น กล่าวคือ หากรายรับที่เกิดจากการใช้ปัจจัยการผลิตสูงกว่าต้นทุนการใช้ปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้น เกษตรกรก็ควรใช้ปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้น แต่หากรายรับเพิ่มต่ำกว่าต้นทุนเพิ่ม เกษตรกรควรใช้ปัจจัยการผลิตลดลง เหตุการณ์ทั้งสองจะเกิดขึ้นจนกระทั่งทำให้รายรับเพิ่มเท่ากับต้นทุนเพิ่มจากการใช้ปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้น ระดับการใช้ปัจจัยก็จะเข้าสู่ดุลยภาพที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงระดับการใช้ปัจจัยการผลิต ดังนั้นประสิทธิภาพของการใช้ปัจจัยการผลิตจะเกิดขึ้นสูงสุดเมื่อมีการใช้ปัจจัยการผลิตจนกระทั่งมูลค่าของผลิตภาพส่วนเพิ่มเท่ากับต้นทุนที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปัจจัยการผลิต ซึ่งเท่ากับราคาของปัจจัยการผลิต โดยมูลค่าของผลิตภาพส่วนเพิ่มนี้จะเท่ากับผลิตภาพส่วนเพิ่ม (marginal physical product, MPP) คูณด้วยราคาของผลผลิต แสดงได้ดังสมการที่ 3

$$VMP_{Z_i} = P_{Z_i} \text{ หรือ } MPP_{Z_i} \cdot P_Q = P_{Z_i} \quad (3)$$

โดยที่ VMP_{Z_i} คือ มูลค่าของผลิตภาพส่วนเพิ่มจากการใช้ปัจจัยการผลิต Z_i

MPP_{Z_i} คือ ผลิตภาพส่วนเพิ่มจากการใช้ปัจจัยการผลิต Z_i

P_Q คือ ราคาของข้าว

P_{Z_i} คือ ราคาของปัจจัยการผลิต Z_i

กรณีที่ตลาดข้าวและตลาดปัจจัยการผลิตเป็นตลาดแข่งขันสมบูรณ์ เมื่อราคาของเงินที่ลงทุนในการใช้ปัจจัยการผลิตมีค่าเท่ากับ 1 หน่วยทางการเงิน หรือเท่ากับ 1 บาท จะสามารถพิจารณาระดับของการใช้ปัจจัยการผลิตได้ดังนี้

ถ้า $VMP_{Z_i} < P_{Z_i}$ หรือ $VMP_{Z_i} / P_{Z_i} < 1$ แสดงว่า ระดับการใช้ปัจจัยการผลิต Z_i นั้นสูงกว่าระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่มีประสิทธิภาพที่ก่อให้เกิดกำไรสูงสุด ดังนั้นควรใช้ปัจจัยการผลิตนั้นลดลงแล้วจะทำให้เกษตรกรได้รับกำไรเพิ่มขึ้น

ถ้า $VMP_{Z_i} > P_{Z_i}$ หรือ $VMP_{Z_i} / P_{Z_i} > 1$ แสดงว่า ระดับการใช้ปัจจัยการผลิต Z_i นั้นต่ำกว่าระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่มีประสิทธิภาพที่ก่อให้เกิดกำไรสูงสุด ดังนั้นควรใช้ปัจจัยการผลิตนั้นเพิ่มขึ้นแล้วจะทำให้เกษตรกรได้รับกำไรเพิ่มขึ้น

ถ้า $VMP_{Z_i} = P_{Z_i}$ หรือ $VMP_{Z_i}/P_{Z_i} = 1$ แสดงว่า ระดับการใช้ปัจจัยการผลิต Z_i อยู่ในระดับที่มีประสิทธิภาพที่ทำให้เกษตรกรได้รับกำไรสูงสุด

การวิเคราะห์ถึงประสิทธิภาพการผลิตของปัจจัยการผลิตในที่นี้ พิจารณาถึงระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงสุดที่ก่อให้เกิดกำไรสูงสุดแก่เกษตรกร ณ ระดับที่มูลค่าของผลผลิตส่วนเพิ่มเท่ากับราคาปัจจัยการผลิต หรือ ณ ระดับที่ $VMP_{Z_i} = P_{Z_i}$ นั้นเอง ในที่นี้ยังพิจารณาถึงการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชเป็นปัจจัยควบคุมความเสียหายที่ใช้ร่วมกับปัจจัยการผลิตอื่นๆ ด้วย (Lichtenberg and Zilberman, 1986) ความเสียหายดังกล่าวอาจเกิดจากปัจจัยก่อให้เกิดความเสียหาย เช่น แมลง วัชพืช และแบคทีเรีย เป็นต้น ทั้งนี้ปัจจัยการผลิตประเภทควบคุมความเสียหายจะไม่มีส่วนช่วยเพิ่มผลผลิตโดยตรงเหมือนกับปัจจัยการผลิตทั่วไป แต่ช่วยลดความเสียหายของผลผลิตที่เกิดจากการทำลายของศัตรูพืช ในที่นี้จึงสามารถจำแนกปัจจัยการผลิตได้เป็น 2 ประเภท คือ ปัจจัยการผลิตทั่วไป (productive input) และปัจจัยการผลิตที่ใช้ควบคุมหรือป้องกันความเสียหาย (protective input) ฟังก์ชันการผลิตข้างจึงแสดงได้ดังสมการที่ 4

$$Q=f(Z,G(X)) \quad (4)$$

โดยในที่นี้ Q คือ ผลผลิตข้าวที่เกิดขึ้นจริง Z คือ ปัจจัยการผลิตทั่วไป และ X คือ ปัจจัยควบคุมความเสียหาย โดยกำหนดให้เป็นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช จากสมการที่ 4 ฟังก์ชันควบคุมความเสียหาย $G(X)$ มีคุณสมบัติของการกระจายความน่าจะเป็นแบบสะสม ในการทดสอบหารูปแบบสมการการผลิตที่เหมาะสมสามารถระบุรูปแบบสมการได้หลายรูปแบบ ในที่นี้จะพิจารณาการกระจายความน่าจะเป็น 4 รูปแบบ ได้แก่ Pareto distribution, exponential distribution, logistic distribution และ Weibull distribution

วิธีการศึกษา

การวิเคราะห์อาศัยข้อมูลจากการวิจัยเอกสาร (documentary research) เป็นหลัก เพื่อวิเคราะห์หาสมการการผลิตตามรูปแบบสมการที่เหมาะสม จากนั้นประมาณการสมการการผลิตในรูปแบบที่เหมาะสมนั้น โดยใช้ข้อมูลภาคสนามและเทคนิคการวิเคราะห์ two-stage least squares (2SLS) ในที่นี้พิจารณาเฉพาะปัจจัยปุ๋ยเคมีและสารเคมีกำจัดศัตรูพืช สำหรับขั้นตอนในการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

1) จำแนกสมการการผลิตข้าว โดยจำแนกสมการการผลิตออกตามรูปแบบสมการที่ใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อคัดแยกสมการการผลิตออกเป็นหมวดหมู่ให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบระหว่างรูปแบบสมการการผลิตที่เหมาะสมและสอดคล้องกับแนวคิดทางเศรษฐศาสตร์ต่อไป

2) คำนวณมูลค่าของผลิตภาพส่วนเพิ่มของปัจจัยการผลิตให้เป็นราคาปัจจุบัน ทั้งนี้เนื่องจากในการวิเคราะห์สมการการผลิตข้าวของไทยที่รวบรวมมาในการศึกษานี้มีระยะเวลาศึกษาแตกต่างกัน ส่งผลให้ราคาของปุ๋ยเคมีและสารเคมีกำจัดศัตรูพืชแตกต่างกันไปด้วย จึงต้องปรับมูลค่าของผลิตภาพ

ส่วนเพิ่มให้เป็นมูลค่าปัจจุบันและอยู่บนมาตรฐานราคาเดียวกัน ณ ปี พ.ศ.2548 โดยนำมูลค่าผลิตภาพส่วนเพิ่มมาปรับค่าโดยใช้ดัชนีราคาขายปลีกข้าว (ตารางที่ 1) เพื่อให้ได้มูลค่า ณ ปี พ.ศ.2548 กรณีที่ตัวอย่างที่คัดเลือกมาประเมินเป็นการศึกษาในรูปความสัมพันธ์ทางกายภาพ ก็จะปรับหน่วยปริมาณของตัวอย่างนั้นให้เป็นหน่วยมูลค่าเพื่อใช้เปรียบเทียบกันได้ โดยการนำค่าสัมประสิทธิ์หน้าปัจจัยปุ๋ยเคมีและสารเคมีกำจัดศัตรูพืช มาคำนวณหาผลิตภาพส่วนเพิ่มและคูณด้วยราคาของผลผลิตข้าวในปี พ.ศ.2548 (ตารางที่ 2) เพื่อให้ได้มูลค่าผลิตภาพส่วนเพิ่ม ณ ปี พ.ศ.2548 เช่นกัน

ตารางที่ 1 ข้อมูลดัชนีราคาข้าวและปัจจัยการผลิตข้าวที่สำคัญ ปี พ.ศ.2532-2548

ปี พ.ศ.	ดัชนีราคาข้าว	ดัชนีราคาปุ๋ยเคมี	ดัชนีราคาสารเคมีกำจัดศัตรูพืช
2532	86.27	76.66	83.19
2533	85.38	79.12	83.15
2534	85.81	81.25	82.92
2535	73.23	75.21	85.78
2536	87.03	74.24	90.97
2537	86.56	73.49	73.14
2538	109.82	91.42	82.92
2539	122.46	91.88	81.79
2540	147.80	94.05	100.07
2541	127.92	118.32	116.93
2542	107.86	104.62	90.94
2543	100.00	100.00	100.00
2544	105.93	105.21	100.36
2545	112.13	104.52	97.59
2546	115.99	109.23	95.60
2547	144.27	124.43	54.36
2548	148.02	149.60	60.12

ที่มา: คำนวณจากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

ตารางที่ 2 ข้อมูลราคาผลผลิตข้าว ปุ๋ยเคมี และสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ณ ปี พ.ศ.2548

รายการ	ปริมาณนำเข้า (ตัน)	มูลค่าการนำเข้า (ล้านบาท)	ราคา (บาท/กิโลกรัม)
ข้าว			
ข้าวเปลือกเจ้านาปี 5 %			6.66
ปุ๋ยเคมี (ราคาขายปลีกท้องถิ่น)			
21-0-0	268,125	1,435	7.46
46-0-0	1,428,417	15,552	12.35
16-20-0	224,205	1,817	9.49
16-16-8	16,120	127	9.84
15-15-15	208,366	2,200	11.91
13-13-21	52,724	576	11.96
อื่นๆ	1,118,348	11,569	10.35
รวมทั้งหมด	3,316,305	33,276	11.04
สารเคมีกำจัดศัตรูพืช			
สารกำจัดแมลง	18,529	3,322	179.29
สารป้องกันและกำจัดโรคพืช	9,052	1,716	189.57
สารกำจัดวัชพืช	48,841	5,806	118.88
อื่นๆ	3,744	516	137.82
รวมทั้งหมด	80,166	11,360	141.71

ที่มา: คำนวณจากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

3) เปรียบเทียบมูลค่าของผลผลิตภาพส่วนเพิ่มจากการใช้ปัจจัยการผลิตกับราคาของปัจจัยการผลิต โดยสมมติให้ตลาดของผลผลิตข้าวและตลาดของปัจจัยการผลิตเป็นตลาดแข่งขันสมบูรณ์ ดังนั้นสามารถนำเอามูลค่าของผลผลิตภาพส่วนเพิ่มจากการใช้ปัจจัยการผลิต ณ ปี พ.ศ.2548 นำมาเปรียบเทียบกับราคาของปัจจัยปุ๋ยเคมีและสารเคมีกำจัดศัตรูพืช เพื่อวิเคราะห์ว่าระดับการใช้ปัจจัยการผลิตมีประสิทธิภาพหรือไม่ การศึกษานี้ใช้ข้อมูลราคาปุ๋ยเคมีที่เป็นราคาขายปลีกในตลาดท้องถิ่นของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ส่วนราคาของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ใช้ข้อมูลปริมาณและมูลค่าการนำเข้าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมาคำนวณหาราคานำเข้า และใช้ราคานำเข้านี้เป็นค่าตัวแทน (proxy value) ที่นำมาใช้เปรียบเทียบ

4) วิเคราะห์ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตจำแนกตามรูปแบบสมการการผลิตข้าว ในที่นี้วิเคราะห์หารูปแบบสมการการผลิตข้าวที่เหมาะสมภายใต้กรอบแนวคิดการตัดสินใจเป็นไปอย่างสมเหตุสมผลตามหลักเศรษฐศาสตร์ โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบว่ารูปแบบสมการการผลิตใดที่ให้รายได้เพิ่มใกล้เคียงกับต้นทุนเพิ่มจากการใช้ปัจจัยการผลิต (ราคาปัจจัยการผลิต) มากที่สุด

5) **วิเคราะห์สมการการผลิตข้าว** จากรูปแบบสมการการผลิตที่เหมาะสมที่ได้ตามขั้นตอนที่ 4 จะนำมาคำนวณหามูลค่าผลิตภาพส่วนเพิ่มเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลจากสภาพจริงของการผลิตข้าว

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิเป็นหลัก ได้แก่ ผลการวิเคราะห์สมการการผลิตข้าวในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา คือ พ.ศ.2529-2548 รวมทั้งระดับราคาของปุ๋ยเคมีและสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในช่วงเวลาที่วิเคราะห์สมการการผลิตดังกล่าว โดยเก็บรวบรวมจากรายงานการวิจัย รายงานการศึกษา และเอกสารทางวิชาการจากหน่วยงานต่างๆ โดยเลือกมาเฉพาะสมการการผลิตที่มีปัจจัยปุ๋ยเคมีและสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเมื่อวิเคราะห์พบรูปแบบสมการการผลิตที่เหมาะสมแล้ว จึงนำรูปแบบดังกล่าวมาใช้ในการศึกษาเชิงประจักษ์ โดยใช้ข้อมูลลักษณะ panel data ของโครงการประเมินผลทางเศรษฐกิจและความยั่งยืนของการถ่ายทอดความรู้ตามกระบวนการโรงเรียนเกษตรกรในพระราชดำริ ปีการเพาะปลูก 2542/43 2543/44 และ 2545/46 เป็นข้อมูลจากการสำรวจครัวเรือนเกษตรกรที่ทำนาปีในเขตภาคกลางและภาคเหนือ จำนวน 94 ครัวเรือน ตลอด 3 ปีการเพาะปลูก ข้อมูลที่สำคัญได้จึงมีทั้งหมด 282 ตัวอย่าง

ผลการศึกษา

จากการรวบรวมข้อมูลสมการการผลิตที่มีปุ๋ยเคมีและสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเป็นปัจจัยการผลิตในช่วงระยะเวลา 20 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ.2529-2548) ซึ่งรวบรวมได้ทั้งหมด 84 กรณีศึกษา จาก 41 สมการการผลิต¹ พบว่ารูปแบบสมการการผลิตที่นิยมใช้ศึกษาการผลิตข้าวในประเทศไทยจำแนกได้เป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ สมการการผลิตแบบ Cobb-Douglas จำนวน 31 สมการ สมการการผลิตที่มีสมการควบคุมความเสียหาย จำนวน 8 สมการ และสมการการผลิตแบบ translog จำนวน 2 สมการ คิดเป็น ร้อยละ 75 70 และ 5 ตามลำดับ ทั้งนี้ผลการศึกษาสามารถสรุปได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่ ระดับการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตข้าว ระดับการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในการผลิตข้าว และการวิเคราะห์สมการการผลิตจากข้อมูลภาคสนาม

ระดับการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตข้าว

เมื่อพิจารณาเฉพาะสมการการผลิตข้าวที่นำปัจจัยปุ๋ยเคมีเข้ามาร่วมพิจารณา ในการศึกษาครั้งนี้มีการปรับมูลค่าของผลิตภาพส่วนเพิ่มจากการใช้ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้นให้อยู่ ณ ระดับราคาของ ปี พ.ศ.2548 (VMP_2) เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับต้นทุนเพิ่มจากการใช้ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น (P_2) แล้วพบว่าการใช้ปัจจัยปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 1 หน่วย ส่งผลให้มูลค่าของผลิตภาพส่วนเพิ่มของการผลิตข้าวเพิ่มขึ้นหรือลดลงก็ได้ โดยอยู่ในช่วงระหว่าง -3.83 บาท ถึง 91.06 บาท (ตารางที่ 3) ขณะที่ต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมีเท่ากับ 11.04 บาท/กิโลกรัม

¹ ในที่นี้จำแนกกรณีศึกษาตามชนิดตัวแปรปัจจัยการผลิต โดยในแต่ละสมการมีได้หลายปัจจัยการผลิต ดังนั้นจำนวนกรณีศึกษาจึงมีมากกว่าจำนวนสมการการผลิต

เมื่อพิจารณาถึงระดับประสิทธิภาพของการใช้ปัจจัยปุ๋ยเคมี จากงานวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่ามี 31 กรณีศึกษา (ร้อยละ 60.78) ที่พบว่ามีการใช้ปุ๋ยเคมีในระดับต่ำกว่าระดับการใช้ที่มีประสิทธิภาพ และ 20 กรณีศึกษา (ร้อยละ 39.22) พบว่ามีการใช้ปุ๋ยเคมีสูงกว่าระดับการใช้ที่มีประสิทธิภาพ ผลการศึกษาส่วนใหญ่จึงชี้ว่ามีการใช้ปัจจัยปุ๋ยเคมีน้อยเกินไปและการเสนอแนะให้ใช้ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าว

เมื่อพิจารณาจำแนกตามรูปแบบสมการการผลิตปรากฏว่า จากสมการการผลิตแบบ Cobb-Douglas จำนวน 35 กรณีศึกษา มีถึง 21 กรณีศึกษา (ร้อยละ 60.00) ที่พบว่ามีการใช้ปัจจัยปุ๋ยเคมีน้อยกว่าระดับที่มีประสิทธิภาพ ผลการศึกษาแนะนำให้เกษตรกรเพิ่มใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตข้าว สำหรับการศึกษที่ใช้สมการการผลิตแบบ translog ทั้ง 2 กรณีศึกษา กลับพบว่ามีการใช้ปัจจัยปุ๋ยเคมีสูงเกินไป สำหรับสมการการผลิตที่มีสมการควบคุมความเสียหาย 14 กรณี พบว่าการใช้ปัจจัยปุ๋ยเคมีต่ำกว่าระดับที่มีประสิทธิภาพ 10 กรณีศึกษา (ร้อยละ 71.43) และ 4 กรณีศึกษา พบว่าการใช้ปัจจัยการผลิตมากกว่าระดับที่มีประสิทธิภาพ (ร้อยละ 28.57) (ตารางที่ 3)

สำหรับการพิจารณาถึงรูปแบบสมการที่เหมาะสมและสอดคล้องกับแนวคิดทางเศรษฐศาสตร์ ณ ระดับการผลิตที่ให้อยู่ได้เพิ่มเท่ากับต้นทุนเพิ่มจากการใช้ปัจจัยปุ๋ยเคมีนั้น จะพิจารณาจากสัดส่วนระหว่าง VMP_Z/P_Z โดยถ้าหากค่าสัดส่วนดังกล่าวมีค่าเท่ากับ 1 จะแสดงถึงระดับการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพ จากภาพที่ 1 จะเห็นว่าผลจากสมการการผลิตแบบ Cobb-Douglas ชี้ว่าควรมีการเพิ่มการใช้ปัจจัยปุ๋ยเคมีมากขึ้น กลับกับผลการศึกษาจากรูปแบบสมการอื่นๆ ที่มักชี้ว่าควรลดการใช้ปุ๋ยเคมี สำหรับรูปแบบสมการ translog พบว่าค่าสัดส่วนดังกล่าวมีค่าเข้าใกล้ 1 มากที่สุด ผลวิเคราะห์ชี้ว่ารูปแบบสมการที่เหมาะสม คือ การพิจารณาปุ๋ยเคมีในฐานะที่เป็นปัจจัยการผลิตทั่วไปในสมการการผลิตในรูปแบบของ translog

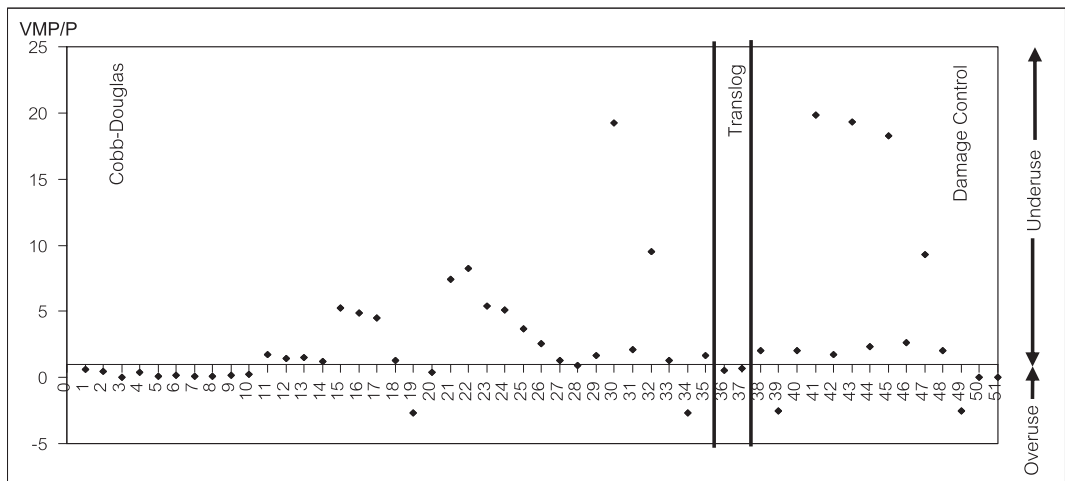
ตารางที่ 3 รวบรวมผลงานวิเคราะห์สมการการผลิตที่ได้ตีพิมพ์และไม่เคยตีพิมพ์เป็นการผลิต

ผู้ศึกษา	ปีที่ตีพิมพ์	จังหวัด	รูปแบบสมการ	กรณีศึกษา	MPP _z	VMP _z	VMP _z /P _z	ระดับการใช้ปัจจัยการผลิต
1) Sriarungruang (1989)	2525	สุพรรณบุรี	Cobb-Douglas	น้ำตาล	1.0440	6.9572	0.6303	มากเกินไป
	2531		Cobb-Douglas	นาหว้า	0.7220	4.8114	0.4359	มากเกินไป
2) พรณี นุศลคาม (2534)	2530	พิษณุโลก	Cobb-Douglas	ในเขตชลประทาน	0.0000	-0.0533	-0.0048	มากเกินไป
				นอกเขตชลประทาน	0.0006	3.9984	0.3622	มากเกินไป
3) กาญจนภรณ์ เจียวท่าไม้ (2535)	2534	สระบุรี	Translog	ข้าวพันธุ์แจ้เขย	0.9260	6.1709	0.5591	มากเกินไป
				ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105	1.1030	7.3504	0.6659	มากเกินไป
4) นภาพร เขวรัตน์ (2542)	2540	สุพรรณบุรี	Cobb-Douglas	นาหว้าน้ำตามแบบไทพรหมปกติ	0.2030	1.3528	0.1226	มากเกินไป
				นาหว้าน้ำตามแบบลดการไถพรวน	0.2081	1.3868	0.1256	มากเกินไป
2540 อุทัยธานี			Cobb-Douglas	นาหว้าน้ำตามแบบไทพรหมปกติ	0.1678	1.1182	0.1013	มากเกินไป
				นาหว้าน้ำตามแบบลดการไถพรวน	0.1142	0.7610	0.0689	มากเกินไป
				นาหว้าน้ำกรวยแบบไทพรหมปกติ	0.3209	2.1385	0.1937	มากเกินไป
				นาหว้าน้ำกรวยแบบลดการไถพรวน	0.3842	2.5603	0.2320	มากเกินไป
5) อภิตย์ นุชงามเทพ (2542)	2541	บุรีรัมย์	Cobb-Douglas	ข้าวนาดำ ของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ	2.8424	18.9418	1.7160	น้อยเกินไป
				ข้าวนาดำ ของเกษตรกรที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการ	2.3438	15.6191	1.4150	น้อยเกินไป
				ข้าวนาหว้า ของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ	2.5497	16.9912	1.5393	น้อยเกินไป
				ข้าวนาหว้า ของเกษตรกรที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการ	2.0266	13.5053	1.2235	น้อยเกินไป
6) เฉลิมชัย เจริญเศิณเพิ่มพูน (2543)	2540	ชัยภูมิ	Cobb-Douglas	เขตพื้นที่รับน้ำบ้านโนนโพธิ์	8.6616	57.7209	5.2293	น้อยเกินไป
				เขตพื้นที่รับน้ำโนนสะอาด	8.0881	53.8991	4.8830	น้อยเกินไป
				นอกเขตพื้นที่รับน้ำ	7.4944	49.9427	4.5246	น้อยเกินไป
7) ดุสิต กู้วัฒนา (2544)	2542	ภาคกลาง	Cobb-Douglas	ปุ๋ยยูเรีย	1.3544	1.8587	1.2999	น้อยเกินไป
				ปุ๋ย 16-20-0	-2.7892	-3.8277	-2.6769	มากเกินไป
			Exponential	ปุ๋ยยูเรีย	2.0828	2.8583	1.9990	น้อยเกินไป
				ปุ๋ย 16-20-0	-2.6650	-3.6572	-2.5577	มากเกินไป
8) ไสภณ ศรีบาง (2544)	2542	ยโสธร	Cobb-Douglas	การผลิตข้าวอินทรีย์	0.6786	4.5222	0.4097	มากเกินไป

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ผู้ศึกษา	ปีที่ศึกษา	จังหวัด	รูปแบบสมการ	กรณีศึกษา	MPP _z	VMP _z	VMP _z /P _z	ระดับการใช้ปัจจัยการผลิต
9) อภิชาติ ฅมยา (2544)	2542	ลพบุรี	Cobb-Douglas	เกษตรกรที่ใช้สารกำจัดวัชพืช	12.2686	81.7580	7.4070	น้อยเกินไป
	2545			เกษตรกรที่ไม่ใช้สารกำจัดวัชพืช	13.6651	91.0642	8.2501	น้อยเกินไป
10) จุฬารัตน์ ศรีสุขใจ (2545)	2543	ขอนแก่น	Cobb-Douglas	ใช้ปุ๋ยเคมี	1.1570	7.7102	5.3869	น้อยเกินไป
				ใช้ปุ๋ยพืชสดผสมปุ๋ยเคมี	1.0950	7.2971	5.0982	น้อยเกินไป
11) ยุธิดา บุญเกียรติ (2545)	2543	ปทุมธานี	Cobb-Douglas	ชาวพันธุ์ที่รวมการส่งเสริม	6.0400	40.2506	3.6465	น้อยเกินไป
				ชาวพันธุ์ที่รวมการไม่ส่งเสริม	4.2200	28.1221	2.5478	น้อยเกินไป
12) วิไล สุภาจุฑา (2545)	2543	ลพบุรี	Cobb-Douglas	เกษตรกรที่ใช้เมล็ดพันธุ์จากโครงการ	0.2800	1.8659	1.3036	น้อยเกินไป
				เกษตรกรที่ไม่ใช้เมล็ดพันธุ์จากโครงการ	0.2000	1.3328	0.9312	มากเกินไป
13) Paneetvatakul et al. (2003)	2542	ประเทศไทย	Cobb-Douglas	ไนโตรเจน	1.7192	2.3593	1.6500	น้อยเกินไป
				ฟอสฟอรัส	20.0323	27.4908	19.2260	น้อยเกินไป
			Exponential	ไนโตรเจน	2.0959	2.8763	2.0115	น้อยเกินไป
				ฟอสฟอรัส	20.6426	28.3283	19.8117	น้อยเกินไป
			Logistic	ไนโตรเจน	1.7779	2.4399	1.7063	น้อยเกินไป
				ฟอสฟอรัส	20.1460	27.6468	19.3351	น้อยเกินไป
			Weibull	ไนโตรเจน	2.4265	3.3299	2.3288	น้อยเกินไป
				ฟอสฟอรัส	19.0697	26.1698	18.3021	น้อยเกินไป
2543	ประเทศไทย		Cobb-Douglas	ไนโตรเจน	2.1312	3.1547	2.1088	น้อยเกินไป
				ฟอสฟอรัส	9.5860	14.1895	9.4850	น้อยเกินไป
			Exponential	ไนโตรเจน	2.6819	3.9698	2.6537	น้อยเกินไป
				ฟอสฟอรัส	9.3680	13.8668	9.2693	น้อยเกินไป
2542	ภาคกลาง		Cobb-Douglas	ปุ๋ยยูเรีย	1.3544	1.8587	1.2999	น้อยเกินไป
				ปุ๋ยสูตร 16-20-0	-2.7892	-3.8277	-2.6769	มากเกินไป
			Exponential	ปุ๋ยยูเรีย	2.0828	2.8583	1.9990	น้อยเกินไป
				ปุ๋ยสูตร 16-20-0	-2.6650	-3.6572	-2.5577	มากเกินไป
14) วัลยา ศรีวิทย์ (2547)	2545	ประเทศไทย	Cobb-Douglas	การผลิตข้าว	2.7050	18.0261	1.6331	น้อยเกินไป
			Exponential (non-interactive)	การผลิตข้าว	0.0074	0.0493	0.0045	มากเกินไป
			Exponential (interactive)	การผลิตข้าว	-0.0045	-0.0300	-0.0027	มากเกินไป

ที่มา: จากการรวบรวมและประมวลโดยผู้ศึกษา



ภาพที่ 1 ค่าสัดส่วนระหว่างมูลค่าผลิตภาพส่วนเพิ่มและต้นทุนเพิ่มจากการใช้ปัจจัยปุ๋ยเคมี จำแนกตามกรณีศึกษา

ผลการศึกษาดังที่ปรากฏข้างต้น ส่วนหนึ่งน่าจะเป็นผลมาจากคุณสมบัติของสมการการผลิตแบบ Cobb-Douglas ซึ่งมีแนวโน้มที่จะทำให้การประมาณค่าผลผลิตส่วนเพิ่มสูงกว่าความเป็นจริง ส่งผลให้การวิเคราะห์สมการการผลิตที่มีสมการควบคุมความเสียหายแต่ยังใช้รูปแบบสมการแบบ Cobb-Douglas ได้รับผลของคุณสมบัติดังกล่าวไปด้วย ในที่นี้จึงเห็นว่าสมการการผลิตแบบ translog น่าจะมีแนวโน้มเป็นรูปแบบสมการการผลิตที่เหมาะสมกว่า Cobb-Douglas ดังผลการศึกษาที่แสดงแล้ว อย่างไรก็ตามงานศึกษาที่ใช้ translog ยังมีอยู่น้อย ข้อสรุปนี้จึงยังคงเป็นประเด็นที่ควรได้ทดสอบต่อไปในอนาคตเมื่อมีผลงานวิจัยลักษณะนี้มากกว่าที่รวบรวมไว้ได้ในที่นี้

ระดับการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในการผลิตข้าว

เมื่อพิจารณาสมการการผลิตข้าวที่ได้คำนึงถึงปัจจัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเป็นปัจจัยที่สำคัญในการผลิตปรากฏว่า เมื่อปรับเป็นมูลค่าของผลิตภาพส่วนเพิ่มของการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ณ ราคา ปี พ.ศ.2548 (VMP_Z) เพื่อใช้เปรียบเทียบกับต้นทุนที่เพิ่มขึ้นจากการใช้สารเคมีเพิ่มขึ้น (P_Z) พบว่าการใช้ปัจจัยสารเคมีเพิ่มขึ้น 1 หน่วยจะส่งผลให้รายได้จากการผลิตข้าวมีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง การเพิ่มขึ้นหรือลดลงดังกล่าวอยู่ในช่วงระหว่าง -29.32 บาท ถึง 52.56 บาท (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 (ต่อ)

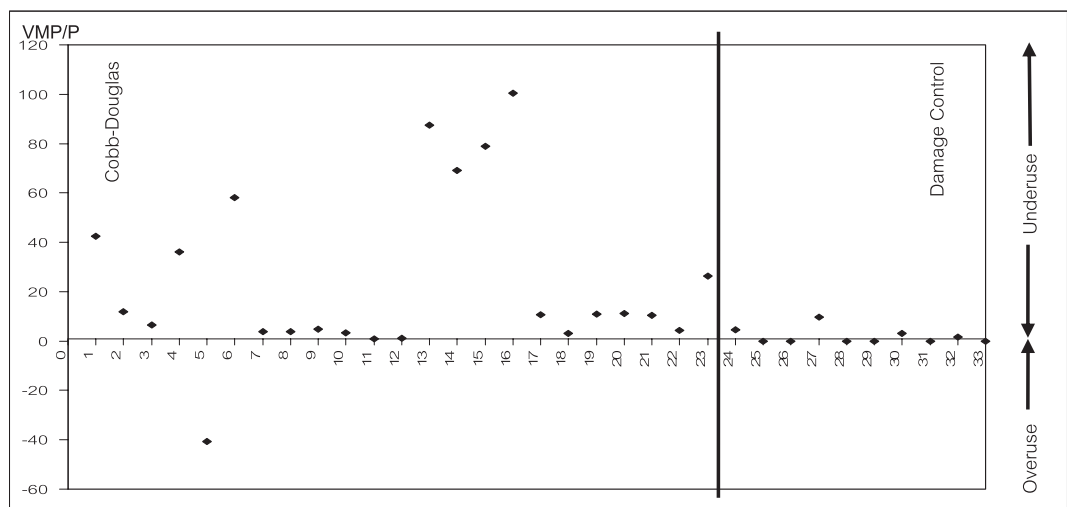
ผู้ศึกษา	ปีที่ศึกษา	จังหวัด	รูปแบบสมการ	กรณีศึกษา	MPP _z	VMP _z	VMP _z /P _z	ระดับการใช้ปัจจัยการผลิต
6) Paneetvatakul <i>et al.</i> (2003)	2542	ประเทศไทย	Cobb-Douglas	สารกำจัดศัตรูพืช	5.2409	7.1922	10.8788	น้อยเกินไป
			Exponential	สารกำจัดศัตรูพืช	0.0000	0.0000	0.0000	มากเกินไป
			Logistic	สารกำจัดศัตรูพืช	4.7239	6.4827	9.8057	น้อยเกินไป
			Weibull	สารกำจัดศัตรูพืช	0.0000	0.0000	0.0000	มากเกินไป
	2543	ประเทศไทย	Cobb-Douglas	สารกำจัดศัตรูพืช	4.5359	6.7142	11.1675	น้อยเกินไป
			Exponential	สารกำจัดศัตรูพืช	0.0000	0.0000	0.0000	มากเกินไป
	2542	ภาคกลาง	Cobb-Douglas	สารกำจัดวัชพืช	5.0491	6.9290	10.4807	น้อยเกินไป
				สารกำจัดวัชพืช	2.1392	2.9357	4.4405	น้อยเกินไป
				สารกำจัดแมลง	1.4996	2.0579	3.1128	น้อยเกินไป
			Exponential	สารกำจัดแมลง	0.0021	0.0029	0.0044	มากเกินไป
7) วลัยยา ศรีวรวิทย์ (2547)	2545	ประเทศไทย	Cobb-Douglas	การผลิตข้าว	2.4279	16.1795	26.2612	น้อยเกินไป
			Exponential (non-interactive)	การผลิตข้าว	0.1556	1.0369	1.6830	น้อยเกินไป
			Exponential (with interactive)	การผลิตข้าว	-0.0039	-0.0260	-0.0422	มากเกินไป

ที่มา: จากการรวบรวมและประมวลโดยผู้ศึกษา

เมื่อพิจารณาถึงระดับประสิทธิภาพของการใช้ปัจจัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช พบว่ามีจำนวน 26 กรณีศึกษา (ร้อยละ 78.79) ที่ระบุว่ามีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในระดับที่ต่ำกว่าระดับการใช้ที่มีประสิทธิภาพ ส่วนอีก 7 กรณี (ร้อยละ 21.21) ระบุว่ามีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในระดับที่สูงกว่าระดับการใช้ที่มีประสิทธิภาพ สะท้อนให้เห็นว่าผลการศึกษาล้วนส่วนใหญ่ที่ผ่านมา ชี้ว่าควรจะต้องมีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชเพิ่มขึ้นเพื่อให้การใช้ปัจจัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมีประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์มากยิ่งขึ้น

เมื่อพิจารณาจำแนกตามรูปแบบสมการการผลิตปรากฏว่า สมการผลิตแบบ Cobb-Douglas จากจำนวนทั้งหมด 23 กรณีศึกษา มีถึง 22 กรณี (ร้อยละ 95.65) ที่ระบุว่ามีการใช้ปัจจัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืชน้อยกว่าระดับที่มีประสิทธิภาพ ผลการศึกษาดังกล่าวชี้ว่าเกษตรกรควรใช้สารเคมีมากขึ้น แต่จากสมการการผลิตที่มีสมการควบคุมความเสียหายที่รวบรวมมา 10 กรณี พบว่ามีการใช้ปัจจัยสารเคมีมากกว่าระดับประสิทธิภาพจำนวน 6 กรณี (ร้อยละ 60.00) จะเห็นได้ว่าข้อสรุปส่วนใหญ่เป็นไปในทิศทางตรงกันข้ามกับการใช้สารเคมีเมื่อพิจารณาจากรูปแบบสมการที่แตกต่างกันข้างต้น

หากพิจารณาถึงสัดส่วนระหว่าง VMP_Z/P_Z โดยเมื่อนำค่าสัดส่วนมาแสดงดังภาพที่ 2 จะเห็นได้ว่ารูปแบบสมการที่มีแนวโน้มจะเป็นสมการที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์สมการการผลิตข้าวในประเทศ คือ สมการการผลิตที่พิจารณาสารเคมีเป็นปัจจัยควบคุมความเสียหาย เนื่องจากสัดส่วนดังกล่าวมีค่าแตกต่างจากระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับค่าจากสมการแบบ Cobb-Douglas ผลการศึกษายังสอดคล้องกับผลการศึกษาในสาขาวิชาอื่นๆ และสภาพความเป็นจริงที่เกิดขึ้น ที่พบว่าการปลูกข้าวในปัจจุบันของประเทศไทยมีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในระดับที่สูงเกินไป



ภาพที่ 2 ค่าสัดส่วนระหว่างมูลค่าผลิตภาพส่วนเพิ่มและต้นทุนเพิ่มจากการใช้ปัจจัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช จำแนกตามกรณีศึกษา

จากผลการศึกษาในทั้งสองกรณีของปัจจัยการผลิตชี้ว่าสมการแบบ translog น่าจะมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้วิเคราะห์สมการการผลิตข้าว โดยพิจารณาปุ๋ยเคมีในฐานะปัจจัยการผลิตโดยทั่วไปและสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเป็นปัจจัยควบคุมความเสียหาย นอกจากนี้สมการแบบ Cobb-Douglas มีข้อจำกัดในการหาค่าความยืดหยุ่นของปัจจัยการผลิต เพราะจะได้ค่าคงที่เสมอ ไม่ว่า ณ ระดับการผลิตใดก็ตาม และอยู่ภายใต้ข้อสมมติที่ไม่อนุญาตให้ปัจจัยการผลิตต่างๆ ที่พิจารณาในสมการเกิดการใช้ร่วมกัน ในกรณีเช่นนี้การใช้สมการแบบ translog สามารถยกข้อสมมตินี้ออกไปได้ จึงเป็นการแก้ข้อบกพร่องเรื่องนี้ของ Cobb-Douglas แนวคิดที่กล่าวมาน่าจะมีความเหมาะสมในการนำมาใช้เป็นแนวทางวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์การผลิตเพื่อให้แบบจำลองการวิเคราะห์และผลการศึกษาสอดคล้องและใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น

ผลการวิเคราะห์สมการการผลิตข้าวจากข้อมูลภาคสนาม

ในตอนนี้นักศึกษานำเสนอผลการใช้สมการแบบ translog และผนวกแนวคิดการใช้ปัจจัยควบคุมความเสียหาย โดยทดสอบกับข้อมูลจริงจากการสำรวจภาคสนาม เพื่อเป็นการยืนยันและตรวจสอบถึงความเหมาะสมของรูปแบบสมการดังกล่าว การวิเคราะห์สมการการผลิตใช้เทคนิคการวิเคราะห์ 2SLS โดยการประมาณสมการการผลิตควบคู่ไปกับสมการการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ตัวแปรอิสระคือ ปัจจัยการผลิตโดยทั่วไป ประกอบด้วย เมล็ดพันธุ์ (Seed: กิโลกรัม/ไร่) แรงงานที่ใช้ในการเพาะปลูก (Labour: วัน-แรงงาน/ไร่) ต้นทุนเชื้อเพลิง (Fuel Cost: บาท/ไร่) ปุ๋ยเคมี (Fertilizer: กิโลกรัม/ไร่) และปัจจัยควบคุมความเสียหาย ได้แก่ สารกำจัดศัตรูพืช (Pesticide: กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่) ดังสมการที่ (5)

$$\begin{aligned} \ln(\text{Yield}) = & \hat{\alpha} + \hat{\beta}_{01}\ln(\text{Seed}) + \hat{\beta}_{02}\ln(\text{Labour}) + \hat{\beta}_{03}\ln(\text{Fuel Cost}) \\ & + \hat{\beta}_{04}\ln(\text{Fertilizer}) + \hat{\beta}_{12}\ln(\text{Seed})\ln(\text{Labour}) \\ & + \hat{\beta}_{13}\ln(\text{Seed})\ln(\text{Fuel Cost}) + \hat{\beta}_{14}\ln(\text{Seed})\ln(\text{Fertilizer}) + \\ & + \hat{\beta}_{23}\ln(\text{Labour})\ln(\text{Fuel Cost}) + \hat{\beta}_{24}\ln(\text{Labour})\ln(\text{Fertilizer}) + \\ & + \hat{\beta}_{34}\ln(\text{Fuel Cost})\ln(\text{Fertilizer}) + \hat{\beta}_{11}\ln(\text{Seed})^2 + \hat{\beta}_{22}\ln(\text{Labour})^2 \\ & + \hat{\beta}_{33}\ln(\text{Fuel Cost})^2 + \hat{\beta}_{44}\ln(\text{Fertilizer})^2 + \ln(1 - \exp(-\hat{\lambda}\text{Pesticide})) \end{aligned} \quad (5)$$

จากข้อมูลสำรวจรวม 282 ตัวอย่าง เนื่องจากมีข้อมูลขาดหายบางส่วน ผลการศึกษาในที่นี้จึงมาจากการวิเคราะห์ข้อมูลเพียง 208 ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์สมการการผลิตข้าวของครัวเรือนภาคกลางและภาคเหนือของประเทศไทย ปีการผลิต 2542 ถึง 2546

ปัจจัยการผลิต	สมการการผลิตแบบ translog	
	สัมประสิทธิ์	S.E.
ค่าคงที่	-3.547	2.552
Productive inputs		
ln(Seed)	1.969**	0.821
ln(Labour)	-0.866	0.582
ln(Fuel cost)	0.865***	0.315
ln(Fertilizer)	2.663***	0.878
ln(Seed)*ln(Labour)	0.285*	0.151
ln(Seed)*ln(Fuel cost)	-0.114	0.081
ln(Seed)*ln(Fertilizer)	-0.087	0.194
ln(Labour)*ln(Fuel cost)	0.012	0.027
ln(Labour)*ln(Fertilizer)	-0.042	0.087
ln(Fuel cost)*ln(Fertilizer)	-0.121**	0.046
ln(Seed) ²	-0.218*	0.115
ln(Labour) ²	-0.011	0.036
ln(Fuel cost) ²	0.001	0.010
ln(Fertilizer) ²	-0.211**	0.086
Damage control agent		
Pesticide	0.020***	0.005
F	4.12***	
R-squared	0.243	
Adj R-squared	0.184	
RMSE	0.224	
N	208	

หมายเหตุ: * ** และ *** หมายถึง ตัวแปรมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 95 และ 99 ตามลำดับ
ที่มา: จากการวิเคราะห์ของผู้ศึกษา

ผลการศึกษานี้พบว่า ปัจจัยการผลิตโดยทั่วไป ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง และปุ๋ยเคมี ล้วนมีผลต่อปริมาณการผลิตข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ปัจจัยแรงงานกลับไม่มีนัยสำคัญ สิ่งที่น่าสังเกตคือ ตัวแปรเมล็ดพันธุ์และปุ๋ยเคมีที่ใส่ยกกำลังสองให้ค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ -0.218 และ -0.211 ตามลำดับ สะท้อนให้เห็นว่า แม้ว่าการใช้เมล็ดพันธุ์และปุ๋ยเคมีจะช่วยทำให้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้น แต่ถ้าหากใช้ปัจจัยทั้งสองในปริมาณที่มากเกินไปจะส่งผลทำให้ผลผลิตข้าวลดลงได้ ส่วนสารเคมี

กำจัดศัตรูพืชนั้นเป็นปัจจัยควบคุมความเสียหายที่ส่งผลต่อปริมาณการผลิตข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.020 กล่าวคือ การเพิ่มปริมาณการใช้สารกำจัดศัตรูพืชจะช่วยลดความเสียหายของผลผลิตข้าว

ผลการศึกษาเชิงประจักษ์ยังชี้ว่าชาวนาไทยควรลดการใช้สารกำจัดศัตรูพืชลง โดยพบว่ามูลค่าผลผลิตส่วนเพิ่มจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืชเท่ากับ 0.05 บาท/กรัมสารออกฤทธิ์ มีค่าน้อยกว่าต้นทุนต่อหน่วยซึ่งเท่ากับ 0.69 บาท/กรัมสารออกฤทธิ์ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์เชิงประจักษ์ถึงมูลค่าผลิตภาพส่วนเพิ่มของปัจจัยการผลิตโดยใช้ข้อมูลสำรวจภาคสนาม

ปัจจัยการผลิต	ราคาปัจจัยการผลิต	มูลค่าผลิตภาพส่วนเพิ่ม
เมล็ดพันธุ์ (บาท/กก.)	5.52	160.93
แรงงาน (บาท/วันแรงงาน)	6.29	71.03
ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง (บาท)	236.00	-34.31
ปุ๋ยเคมี (บาท/กก.)	1.00	0.04
สารกำจัดศัตรูพืช (บาท/กรัมสารออกฤทธิ์)	0.69	0.05

ที่มา: จากการวิเคราะห์ของผู้ศึกษา

ผลการวิเคราะห์เชิงประจักษ์สะท้อนให้เห็นว่า การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในการปลูกข้าวของประเทศไทยสูงกว่าระดับที่เหมาะสมในทางเศรษฐศาสตร์สอดคล้องกับการศึกษาในประเทศบางส่วนของดงกล่าวแล้วข้างต้น และยังพบว่าสอดคล้องกับงานวิจัยในต่างประเทศ เช่น Babcock, Lichtenberg, and Zilberman (1992), Carroasco-Tauber and Moffitt (1992), Lin *et al.* (1993), Chambers and Lichtenberg (1994), Carpentier and Weaver (1997), Lansink and Carpentier (2001) และ Zhengfei *et al.* (2005) ที่พบเช่นกันว่ามีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชปริมาณสูงในการผลิตแอปเปิ้ล มันฝรั่ง อ้อย หัวหอม และธัญพืชต่างๆ รวมทั้งในการปลูกข้าว

สรุปและข้อเสนอแนะ

ช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา ได้มีการพัฒนารูปแบบการวิเคราะห์สมการการผลิตข้าวของประเทศไทยมาอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การประยุกต์สมการ Cobb-Douglas ต่อมาเริ่มหันมาใช้สมการแบบ translog ปัจจุบันพัฒนาไปถึงการพิจารณาปัจจัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเป็นตัวแปรควบคุมความเสียหาย โดยประยุกต์เข้าร่วมในการวิเคราะห์สมการการผลิตด้วย ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับความเป็นจริงและลักษณะหน้าที่ของปัจจัยการผลิตมากยิ่งขึ้น

การศึกษาครั้งนี้ปรับค่าต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ให้อยู่บนมาตรฐานเดียวกัน ณ ปี พ.ศ.2548 โดยนำราคาปัจจัยหรือดัชนีราคามาใช้ปรับค่าของมูลค่าผลิตภาพส่วนเพิ่มและราคาปัจจัยการผลิต การศึกษาเน้น

การประเมินรูปแบบสมการการผลิตและระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่สำคัญ 2 ประเภท ได้แก่ ปัจจัยปุ๋ยเคมี และปัจจัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ผลการวิเคราะห์ทำให้ได้ข้อสรุปว่า ในกรณีการวิเคราะห์ปัจจัยปุ๋ยเคมี สมการการผลิตที่ให้ผลวิเคราะห์ในทิศทางสอดคล้องกับแนวคิดทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุด คือ รูปแบบสมการการผลิตแบบ translog และกรณีที่นำปัจจัยสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชมาร่วมวิเคราะห์ในสมการการผลิต รูปแบบสมการที่ควรจะเป็น คือ สมการการผลิตที่มีสมการควบคุมความเสียหาย อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ยังเป็นเพียงการประเมินความเหมาะสมในเบื้องต้น จำนวนกรณีศึกษาในรูปแบบสมการ translog จากงานศึกษาที่ผ่านมายังมีจำนวนน้อย แต่ผลการวิเคราะห์ยังพอชี้ให้เห็นได้ว่ารูปแบบสมการดังกล่าวมีแนวโน้มที่เหมาะสมสำหรับนำไปวิเคราะห์ผลผลิตภาพของปัจจัยการผลิตตามหลักทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ และชี้ให้เห็นจากในการวิเคราะห์เชิงประจักษ์ว่า การผลิตข้าวของเกษตรกรในประเทศไทยมีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในปริมาณที่สูงเกินกว่าระดับที่เหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาหลายชิ้นงานทั้งในประเทศไทยและในต่างประเทศ ประเทศไทยจึงควรได้ให้ความสำคัญอย่างเร่งด่วนในการกำหนดนโยบายและวางมาตรการเพื่อลดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชลง

เอกสารอ้างอิง

- กาญจนภรณ์ เจียวท่าไม้. 2535. การวิเคราะห์เศรษฐกิจการผลิตข้าวในปีในอำเภอเสนาห์ จังหวัดสระบุรี ปีการผลิต 2534/35. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จุฬารัตน์ ศรีสุขใส. 2545. การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจการผลิตข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 โดยใช้ปุ๋ยพืชสด ในท้องที่อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น ปีการเพาะปลูก 2543/44. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เฉลิมชัย เจริญนาถเพิ่มพูน. 2543. การวิเคราะห์เศรษฐกิจการผลิตข้าวในเขตและนอกเขตพื้นที่รับน้ำจากสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าในพื้นที่อำเภอคอนสวรรค์ จังหวัดชัยภูมิ ปีการเพาะปลูก 2540/41. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ดุสิต ภู่วัฒนาศิริ. 2544. การวิเคราะห์สมการการผลิตข้าวที่มีปัจจัยการผลิตประเภทควบคุมการสูญเสียของผลผลิต. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นภาพร เยาวรัตน์. 2542. การวิเคราะห์เปรียบเทียบเศรษฐกิจการผลิตของข้าวในการทำนาหว่านน้ำตมและนาหว่านสำรวยโดยวิธีไถพรวนปกติและลดการไถพรวน ปีการเพาะปลูก 2540/41. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บรรลุ พุฒิกกร, ศานิต แก้วเอียน, และ เอื้อ สิริจินดา. 2549. เศรษฐศาสตร์การผลิตทางการเกษตร. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- พรณี นกุลคาม. 2534. การวิเคราะห์เศรษฐกิจการผลิตข้าวนาปีในเขตและนอกเขตชลประทานใน
จังหวัดพิษณุโลก ปีการผลิต 2530/31. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา
เศรษฐศาสตร์เกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ยุวธิดา บุญเกียรติ. 2545. การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจการผลิตข้าวของเกษตรกรในจังหวัดปทุมธานี
ปีการเพาะปลูก 2543/44. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วัลยา ศรีวรวิทย์. 2547. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ร่วมของการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและ
ปุ๋ยเคมีต่อผลิตภาพการผลิตข้าว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์
เกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิไล สุภาจรรยา. 2545. การวิเคราะห์เศรษฐกิจผลิตข้าวของเกษตรกรที่ใช้และไม่ใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวจาก
โครงการปรับปรุงประสิทธิภาพและคุณภาพผลผลิตการเกษตรของสถาบันเกษตรกรใน
จังหวัดลพบุรี ปีการผลิต 2543/44. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์
เกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2552. ภาพรวมสถานการณ์สินค้าเกษตรปี 2551 และแนวโน้มปี 2552
(Online). www.oae.go.th/download/document/rice51.pdf, 31 สิงหาคม 2552.
- โสภณ ศรีบาง. 2544. การเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนจากการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดย
วิธีการผลิตแบบข้าวอินทรีย์และแบบข้าวปลอดสารพิษในอำเภอกุดชุม จังหวัดยโสธร ปี
การเพาะปลูก 2542/2453. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อาทิตย์ ถมยา. 2544. การวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตข้าวโดยใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช
และไม่ใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชในตำบลเพนียด อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี ปีการ
เพาะปลูก 2542/43. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อาทิตย์ นุชนานนท์เทพ. 2542. การศึกษาเปรียบเทียบการผลิตข้าวของเกษตรกรที่เข้าร่วมและไม่
เข้าร่วมโครงการพัฒนาระบบการผลิตข้าวครบวงจรของบริษัทในเครือเจริญโภคภัณฑ์
จำกัด อำเภอลำปลายมาศ จังหวัดบุรีรัมย์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา
เศรษฐศาสตร์เกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Babcock, B. A., E. Lichtenberg, and D. Zilberman. 1992. "Impact of Damage Control and Quality
of Output Estimating Pest-control Effectiveness." *American Journal of Agricultural Economics*
74 (1): 163-172.

- Carpentier, A. and R. D. Weaver. 1997. "Damage Control Productivity: Why Econometrics Matters." *American Journal of Agricultural Economics* 79 (1): 47-61.
- Carroasco-Tauber, C. and L. J. Moffitt. 1992. "Damage Control Econometrics: Functional Specification and Pesticide Productivity." *American Journal of Agricultural Economics* 74 (1): 158-162.
- Chambers, R. G. and E. Lichtenberg. 1994. "Simple Econometrics of Pesticide Use." *American Journal of Agricultural Economics* 76 (3): 406-417.
- Coeli, T., D. S. P. Rao, and G. E. Battese. 2004. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. New York: Springer.
- Heady, E. O. and J. L. Dillon. 1969. *Agricultural production Function*. Ames: The Iowa State University Press.
- Lansink, O. A. and A. Capentier. 2001. "Damage Control Productivity: An Input Damage Abatement Approach." *Journal of Agricultural Economics* 52 (3): 11-22.
- Lichtenberg, E. and D. Zilberman. 1986. "The Econometrics of Damage Control: Why Specification Matter." *American Journal of Agricultural Economics* 68 (1): 262-273.
- Lin, B. H. *et al.* 1993. "Pesticide Productivity in Pacific Northwest Potato Production." *Agricultural Resources: Inputs*. Situation and Outlook Report No. AR-29. United States Department of Agriculture: Economic Research Service.
- Paneetvatakul, S., D. Kuwattanasiri, and H. Waibel. 2003. "The Productivity of Pesticide Use in Rice Production of Thailand." *Journal of Agricultural Economics* 22 (2): 73-87.
- Sriarunrungreuang, S. 1989. *The Impacts of Declining Price of Rice on Production, Allocating of Farm Resources and Farm Incomes: A Case Study of Small Rice Farms in Amphoe Don Chedi and Amphoe U-Thong, Changwat Suphan Buri*. Master of Science Thesis in Agricultural Economics, Kasetsart University.
- Zhengfei, G. *et al.* 2005. "Damage Control Inputs: A Comparison of Conventional and Organic Farming Systems." *European Review of Agricultural Economics* 32 (2): 167-189.