PRAWARUN AGRICULTURAL JOURNAL

https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pajrmu/index

บทความวิจัย

การตอบสนองของอุปทานพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของไทย

พิมพิมล แก้วมณี[1*] และ นัทธมน ธีระกุล[2]

[1]สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*

[2]นักวิชาการอิสระ อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50300 ประเทศไทย

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 19 มีนาคม 2569

แก้ไข: 17 กรกฎาคม 2569

ตอบรับการตีพิมพ์: 20 กรกฎาคม 2569

ตีพิมพ์ออนไลน์: 20 สิงหาคม 2569

คำสำคัญ

การตอบสนองของพื้นที่

การตอบสนองของอุปทาน

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ประเทศไทย

แบบจำลองคอปูลา

บทคัดย่อ

ประเทศไทยประสบความขาดแคลนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ภายในประเทศ มาตลอดเกือบสองทศวรรษ ในขณะที่ความต้องการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพิ่มสูงขึ้นทุกปี แต่ผลผลิตภายในประเทศกลับลดลงอย่างต่อเนื่อง และมีการนำเข้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวสาลีเพื่อใช้ทดแทนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศเพิ่มมากขึ้น การลดลงของพื้นที่ปลูกคือสาเหตุสำคัญหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตในประเทศลดลง ซึ่งอาจเป็นเพราะมีการปรับเปลี่ยนพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ไปปลูกพืชทดแทนที่ให้ผลตอบแทนที่ดีกว่า การศึกษานี้จึงมุ่งค้นหาสาเหตุที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และเพื่อทำความเข้าใจด้านพฤติกรรมการตอบสนองของอุปทานเชิงพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกร การวิเคราะห์ Area Response Analysis ถูกนำมาใช้เพื่อวิเคราะห์การตอบสนองของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อปัจจัยด้านราคาทั้งข้าวโพดและพืชแข่งขันอื่น ๆ โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือน ในช่วงปี พ.ศ. 2541-2560 และประมาณค่าโดยใช้แบบจำลอง Multivariate copula-based VAR model ทั้งนี้แนวคิด Copula สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่มีการแจกแจงแตกต่างกันได้ โดยไม่จำเป็นต้องสมมติให้ความสัมพันธ์เป็นเชิงเส้น จึงเหมาะใช้กับข้อมูลจริงในภาคเกษตรซึ่งมีความไม่เป็นเชิงเส้นและมีโครงสร้างขึ้นอยู่ต่อกันที่ซับซ้อน ผลการศึกษาพบว่า การตัดสินใจใช้พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ขึ้นอยู่กับราคาข้าวโพดในช่วงเวลาก่อนหน้าและรูปแบบการใช้พื้นที่เดิมเป็นสำคัญ ขณะที่ราคาพืชแข่งขัน เช่น มันสำปะหลัง และอ้อย ไม่ได้มีผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูก นอกจากนี้นโยบายภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับพืชอื่นไม่ส่งผลต่อการตัดสินใจของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญ และยังชี้ให้เห็นว่า พฤติกรรมการใช้ที่ดินของเกษตรกรมีลักษณะพึ่งพารูปแบบการผลิตเดิมมากกว่าการตอบสนองต่อแรงจูงใจด้านราคาในระยะสั้น

บทนำ

ประเทศไทยประสบกับภาวะขาดแคลนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตในประเทศมาโดยตลอด ภาวะความขาดแคลนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อใช้ในประเทศเห็นได้ชัดเจนในช่วงปี 2555/56-2559/60 ซึ่งพบว่า ความต้องการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพิ่มสูงขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 6.49 ต่อปี เนื่องจากความต้องการใช้ข้าวโพดเพื่อผลิตอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น ในขณะที่ผลผลิตภายในประเทศกลับลดลงร้อยละ 4.44 ต่อปี และมีการนำเข้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวสาลีเพื่อใช้ทดแทนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศเพิ่มมากขึ้น ภาวะดังกล่าวส่งผลต่อความมั่นคงด้าน

*Corresponding author

E-mail address: pimkaewmanee@gmail.com (P. Kaewmanee)

Online print: 20 August 2026 Copyright © 2026 This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. https://doi.org/10.14456/paj.2026.6

วัตถุดิบอาหารสัตว์ของประเทศและการพึ่งพาการนำเข้าในระยะยาว เหตุที่ผลผลิตภายในประเทศลดลงนั้นเนื่องมาจากเนื้อที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลดลงจาก 7.53 ล้านไร่ ในปี 2555/56 เหลือ 6.44 ล้านไร่ ในปี 2559/60 (Figure 1) หรือลดลงร้อยละ 4.23 ต่อปี ซึ่งอาจเป็นเพราะเกษตรกรปรับเปลี่ยนพื้นที่ไปปลูกพืชทดแทนที่ให้ผลตอบแทนดีกว่า อาทิ มันสำปะหลังและอ้อยโรงงาน (Office of Agricultural Economics (OAE), 2017) ดังนั้นการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต้องเผชิญกับอุปสรรคจากการขยายตัวของพื้นที่ปลูกพืชแข่งขัน ดังจะเห็นได้จากเนื้อที่เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในปี 2560 มีประมาณ 8.91 ล้านไร่ เพิ่มขึ้นจากปี 2556 (8.657 ล้านไร่) ร้อยละ 1.31 ต่อปี ส่วนเนื้อที่เก็บเกี่ยวอ้อยโรงงานในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.73 ต่อปี โดยในปี 2555/56 มีเนื้อที่เก็บเกี่ยว 8.26 ล้านไร่ เพิ่มขึ้นเป็น 8.77 ล้านไร่ในปี 2559/60

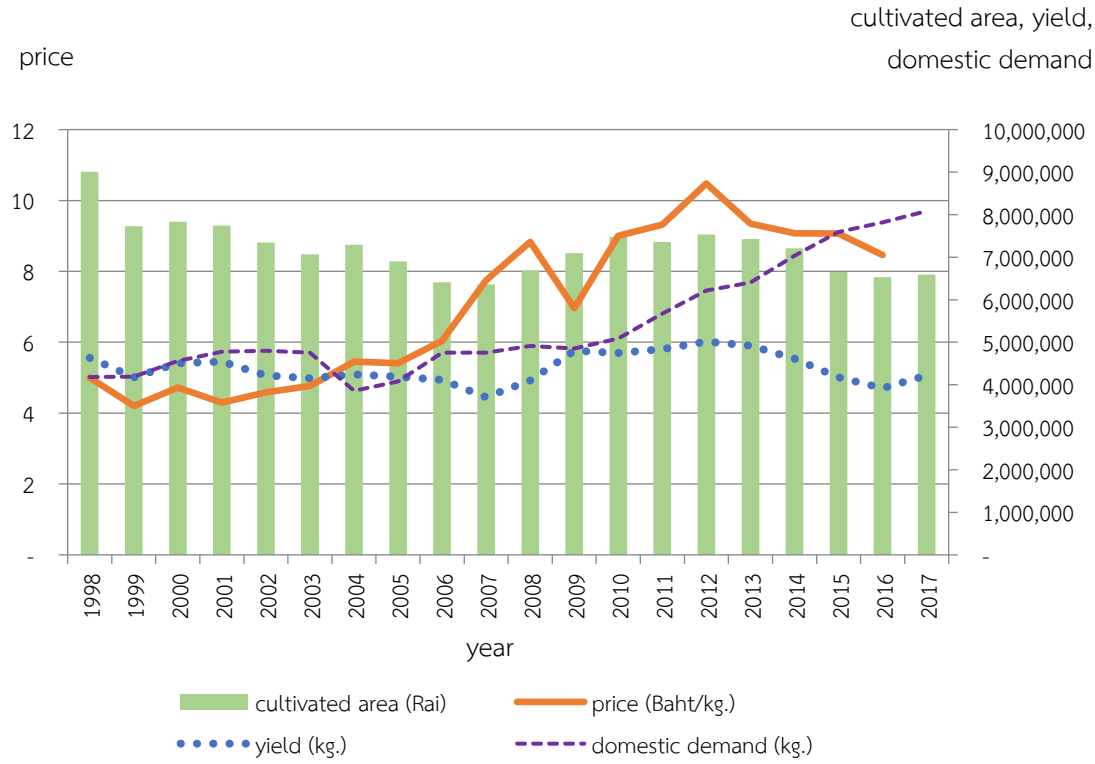


Figure 1 Cultivated area, yield, domestic demand and price of maize in Thailand during year 1998 to 2017
Source: Office of Agricultural Economics (2017); Thai Feed Manufacturers Association (2017)

สำหรับการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของไทยนั้น จากข้อมูลในช่วงปี พ.ศ. 2541-2560 พื้นที่เพาะปลูกลดลงในช่วงสิบปีแรก แต่มีการปรับเพิ่มขึ้นในช่วง 5 ปีต่อมา แล้วปรับลดลงอีกครั้งในช่วงปี พ.ศ. 2555-2560 แม้ว่าความต้องการใช้ภายในประเทศจะเพิ่มขึ้นโดยตลอด และเพิ่มขึ้นอย่างมากและรวดเร็วในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาก็ตาม แต่ผลผลิตกลับไม่ได้เพิ่มขึ้นสอดคล้องตามความต้องการใช้ และกลับลดลงในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา ด้วยความต้องการใช้ที่เพิ่มอย่างมาก ทำให้ราคาข้าวโพดเพิ่มขึ้นมาก แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าเหตุใดพื้นที่ปลูกจึงไม่สอดคล้องกับราคาผลผลิต (Figure 1) จึงเป็นที่มาของการวิเคราะห์อุปทานโดยอาศัยแบบจำลองการตอบสนองของพื้นที่ปลูก (Area response) เพื่อให้ทราบว่าพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีการตอบสนองต่อราคาของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ หรือราคาพืชอื่นที่สามารถเลือกปลูกทดแทนได้มากน้อยเพียงใด การวิเคราะห์โดยพิจารณาจากพื้นที่ปลูก แทนที่จะพิจารณาปริมาณผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ จะทำให้ตอบโจทย์ได้ตรงประเด็นมากกว่า เนื่องจากผลผลิตมักอยู่เหนือการควบคุมของเกษตรกรจากภาวะภูมิอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเลือกใช้พื้นที่ทดแทนกันระหว่างข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และพืชแข่งขันอื่น ๆ คือ มันสำปะหลัง และอ้อย ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ามีผลทำให้พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดลดลง (Wichitsrikamon et al., 2015)

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

แนวคิดการตอบสนองของอุปทาน (Supply response) โดยเฉพาะในรูปของพื้นที่เพาะปลูก (Acreage response) ถูกนำมาใช้เพื่ออธิบายพฤติกรรมการตัดสินใจของเกษตรกรที่อิงกับราคาสินค้าเกษตรและรูปแบบการใช้พื้นที่ โดยมีพื้นฐานเป็นแบบจำลอง Nerlovian ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการศึกษาพืชไร่รายปีในสหรัฐอเมริกา (Nerlove, 1956) ซึ่งได้รับการพัฒนาต่อเนื่องเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน

ในการศึกษาการตอบสนองของอุปทาน สามารถพิจารณาอุปทานได้ทั้งในรูปของผลผลิต (Output) และ พื้นที่เพาะปลูก

(Acreage) อย่างไรก็ตามงานวิจัยส่วนใหญ่ (Inthajak, 2001; Xu et al., 2012) มักเลือกใช้พื้นที่เพาะปลูกเป็นตัวแปรแทน เนื่องจากสามารถสะท้อนการตัดสินใจเชิงพฤติกรรมของเกษตรกรได้ชัดเจนกว่า ในขณะที่ผลผลิตมักได้รับอิทธิพลจากปัจจัยภายนอกที่ควบคุมไม่ได้ เช่น สภาพอากาศ (ฝนชุก ฝนทิ้งช่วง) แมลงและโรคระบาด

งานวิจัยที่ผ่านมาได้พัฒนาแบบจำลองการตอบสนองของอุปทานในหลายรูปแบบ โดยเฉพาะการประยุกต์ใช้แบบจำลองอนุกรมเวลา เช่น Vector Autoregression (VAR) และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระยะยาว (Cointegration analysis) เพื่ออธิบายพลวัตของตัวแปรเศรษฐกิจที่มีความสัมพันธ์

ในทางปฏิบัติ งานวิจัยส่วนมากใช้เทคนิค VAR และ Co-integration ในการวิเคราะห์การตอบสนองของพื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจต่าง ๆ เช่น ข้าวสาลี ฝ้าย อ้อย และข้าวในหลายประเทศ (Ozkan & Karaman, 2011; Mohammad et al., 2007; Mushtaq & Dawson, 2002) โดยที่แบบจำลอง Nerlovian supply response model ยังคงใช้เป็นกรอบการวิเคราะห์หลักที่ใช้ในการศึกษาการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของเกษตรกร โดยมักประยุกต์วิธีการร่วมกับเทคนิคทางเศรษฐมิติต่าง ๆ เช่น 2SLS Adjust lag model และ VAR (Shoko et al., 2016; Riaz et al., 2014; Vitale et al., 2009; Techereni & Tchereni, 2013)

จากงานวิจัยในต่างประเทศจะเห็นได้ว่า สินค้าที่พบว่ามีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการตอบสนองของอุปทาน เป็นสินค้าประเภทธัญพืชและพืชไร่เชิงเศรษฐกิจที่สำคัญและอาจมีการปลูกทดแทนกันได้ (พืชแข่งขัน) ในพื้นที่ศึกษา ส่วนปัจจัยที่พบว่ามีผลต่อการตอบสนองของอุปทานสินค้าในเชิงพื้นที่เพาะปลูกประกอบด้วยปัจจัยราคา และปัจจัยที่ไม่ใช่ราคา อาทิ พื้นที่เพาะปลูกข้าวสาลีในประเทศปากีสถาน ขึ้นอยู่กับราคาข้าวสาลี ราคาพืชทดแทน เช่น ฝ้ายและอ้อย ส่วนปัจจัยที่ไม่ใช่ราคาและมีผลเชิงบวกต่อพื้นที่ปลูกข้าวสาลี ได้แก่ ระบบชลประทาน และปริมาณน้ำฝน (Mohammad et al., 2007) ส่วน Mushtaq & Dawson (2002) พบว่าพื้นที่เพาะปลูกข้าวสาลีและข้าวบาสมาติในปากีสถาน ไม่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหันของราคาสินค้านั้น แต่ตอบสนองต่อราคาพืชแข่งขัน (ฝ้าย อ้อย และข้าวสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง) นอกจากนี้ ระบบชลประทานซึ่งเป็นปัจจัยที่ไม่ใช่ราคา เป็นตัวกำหนดพื้นที่ปลูกข้าวสาลีและข้าวบาสมาติที่สำคัญสำหรับเกษตรกรปากีสถานอีกด้วย งานของ Ozkan & Karaman (2011) พบว่านโยบายเสรีนิยม การมีแรงงานเก็บเกี่ยวไม่เพียงพอ และการมีความเสี่ยงด้านราคาทำให้พื้นที่ปลูกฝ้ายในประเทศตุรกีลดลง ระบบชลประทานและราคารับซื้อฝ้ายมีผลให้พื้นที่ปลูกฝ้ายเพิ่มขึ้น ส่วนราคาพืชแข่งขัน เช่น ข้าวโพดและมะเขือเทศ มีผลทางลบต่อพื้นที่ปลูกฝ้าย ในขณะที่ Vitale et al. (2009) พบว่าในประเทศมาลี อุปทานของฝ้ายตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของราคาของฝ้ายเองน้อย

สำหรับการศึกษาวิจัยการตอบสนองพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกร พบว่ายังมีไม่มากนัก จากการทบทวนพบว่า เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศมาลาวี ตอบสนองต่อราคาของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เอง ราคาพืชแข่งขัน (ยาสูบและถั่ว) และปัจจัยที่ไม่ใช่ราคา ได้แก่ ปริมาณการนำเข้าปุ๋ย และสภาพภูมิอากาศ (Tchereni & Tchereni, 2013) ส่วนในประเทศอัฟริกาใต้นั้น มีงานวิจัยพบว่าพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ไม่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แต่จะอ่อนไหวต่อปัจจัยที่ไม่ใช่ราคา ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนและเทคโนโลยี (Shoko et al., 2016) ทำนองเดียวกับงานของ Riaz et al. (2014) ในปากีสถาน ซึ่งพบว่าราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เช่นเดียวกับผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในปีที่ผ่านมา และราคาข้าวในปีที่ผ่านมา ไม่มีผลต่อพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เช่นกัน ในขณะที่พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในปีที่ผ่านมาและปริมาณน้ำฝนมีผลต่อพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สะท้อนให้เห็นว่าเกษตรกรตัดสินใจกำหนดขนาดพื้นที่ปลูก โดยพิจารณาจากรูปแบบการจัดสรรพื้นที่ปลูกในปีที่ผ่านมา มากกว่าที่จะพิจารณาจากปัจจัยราคา

สินค้าเกษตรไทยที่พบว่ามีการศึกษาการตอบสนองพื้นที่ปลูก ได้แก่ ข้าวเปลือกนาปี (Bunsong, 2014; Isvilanonda, 1996) ละหุ่ง (Kulwachai, 1992) และสับปะรด (Amnutkittikul, 2003) โดยส่วนใหญ่เป็นการวิเคราะห์โดยใช้วิธีการกำลังสองน้อยที่สุด OLS และมีเล็กน้อยที่ใช้ Seemingly unrelated regression ผลการวิเคราะห์พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการตอบสนองของอุปทานสินค้า ได้แก่ ราคาของสินค้าชนิดนั้น ๆ และราคาสินค้าที่ปลูกทดแทน เป็นสำคัญ

วิธีวิเคราะห์ที่ยกตัวอย่างมาข้างต้นนี้ มักอยู่ภายใต้ข้อสมมติว่ามีการแจกแจงแบบเดียวกันและมีความสัมพันธ์เชิงเส้น ซึ่งอาจไม่สอดคล้องกับลักษณะของข้อมูลจริงในภาคเกษตรซึ่งมีความไม่เป็นเชิงเส้นและมีโครงสร้างการขึ้นอยู่กับกันที่ซับซ้อน

การศึกษานี้เลือกใช้ Multivariate Cointegration ซึ่งเป็นวิธีการที่จะอธิบายโครงสร้างของระดับการขึ้นอยู่ต่อกันของตัวแปรที่มีลักษณะเป็นตัวแปรอนุกรมเวลา และมีลักษณะเดียวกับระบบสมการ คือ ต้องพิจารณาตัวแปรภายในหลายตัวพร้อมกัน ซึ่งตัวแปรภายในนั้น ๆ จะถูกกำหนดด้วยอดีตของตัวมันเองและถูกอธิบายด้วยตัวแปรล่าช้าของตัวแปรภายในอื่น ๆ ได้ดี โดยการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วย Maximum likelihood แต่การวิเคราะห์ในลักษณะที่กล่าวมานี้ ไม่ได้ให้ความสำคัญกับการพิจารณาลักษณะของ Joint distribution function และการวิเคราะห์ Multivariate regression ที่ใช้วิธี Standard นั้น มีข้อจำกัดอยู่มาก กล่าวคือ Marginal distributions จะต้องเหมือนกัน และ Correlation มีลักษณะเป็น Linear correlation

ดังนั้น การศึกษานี้จึงประยุกต์ใช้แนวคิด Copula ซึ่งยังไม่เคยปรากฏใช้ในงานวิจัยเกี่ยวกับ Acreage response

ในสินค้าเกษตรมาก่อน Copula เป็นเครื่องมือที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่มีการแจกแจงแตกต่างกันได้ โดยไม่จำเป็นต้องสมมติให้ความสัมพันธ์เป็นเชิงเส้น การใช้ Copula ช่วยให้สามารถสะท้อนโครงสร้างการพึ่งพาของตัวแปรในระบบได้ยืดหยุ่นมากขึ้น โดยเฉพาะในกรณีที่ข้อมูลมีลักษณะการกระจายที่แตกต่างกันในแต่ละตัวแปร ซึ่งจะเป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของฟังก์ชันการแจกแจงร่วมของตัวแปรสุ่มที่มี Marginal distribution function เหมือนหรือแตกต่างกันก็ได้ตามลักษณะของการแจกแจงสะสมและฟังก์ชันความหนาแน่น

แบบจำลองพื้นฐานของการตอบสนองของอุปทานในการศึกษานี้ ประยุกต์จากแบบจำลอง Nerlovian Adjustment Model ดังนี้

$$A_t^* = a+bP_{t-1}+u_t \quad (1)$$

$$A_t-A_{t-1} = \beta\left(A_t^*-A_{t-1}\right);\ 0<\beta<1 \quad (2)$$

เมื่อ A_t^* พื้นที่เพาะปลูกที่เกษตรกรปรารถนาจะปลูก (Unobservable)

A_t พื้นที่เพาะปลูกที่แท้จริงของช่วงเวลา t (Acreage actually planted in period t)

A_{t-1} พื้นที่เพาะปลูกในช่วงเวลาที่ผ่านมา (Acreage actually planted in period t-1)

ถ้าให้ $a_0 = a\beta$, $b_0 = b\beta$, $c_0 = 1-\beta$, $v_t = \beta u_t$

จะได้ $A_t = a_0+b_0P_{t-1}+c_0A_{t-1}+v_t \quad (3)$

นั่นคือ พื้นที่ปลูกในช่วงเวลา t ขึ้นอยู่กับราคาของสินค้าในช่วงเวลาก่อนหน้า และพื้นที่ปลูกในอดีต โดยที่ ค่าความยืดหยุ่นของอุปทานต่อราคาสินค้า จะเท่ากับ $b_0\cdot\overline{P_{t-1}}/\overline{A_t}$ หรือ $b\beta\cdot\overline{P_{t-1}}/\overline{A_t}$

ในการประมาณค่า การศึกษานี้ใช้ข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือนในช่วงปี พ.ศ. 2541-2560 เก็บรวบรวมจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรและสมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย ซึ่งประกอบด้วย พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ราคาข้าวโพด พื้นที่และราคาของพืชแข่งขัน ได้แก่ มันสำปะหลัง อ้อย และตัวแปรนโยบายที่เกี่ยวข้องกับยางพารา

การวิเคราะห์เริ่มจากการทดสอบคุณสมบัติของข้อมูลอนุกรมเวลา คือ 1) การทดสอบความนิ่งของตัวแปร (Stationarity) และ 2) ทดสอบหาความล่าช้าที่เหมาะสม (Optimal lag) จากนั้นจึงวิเคราะห์โครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้แบบจำลอง Vector Autoregression (VAR) ซึ่งสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแต่ละตัวผ่านค่าล่าช้าของตัวแปรในระบบเดียวกัน ซึ่งแสดงในรูปสมการได้ดังนี้

$$Z_t = A_iZ_{t-1}+\ldots+A_pZ_{t-p}+\varepsilon_t \quad (4)$$

โดยที่ Z_t คือ เวคเตอร์ของตัวแปร n ตัว ที่มีคุณสมบัติเป็น Non-stationary

A_i คือ เมตริกซ์ของพารามิเตอร์ขนาด (n x n)

ε_t คือ เวคเตอร์ตัวแปรสุ่ม ซึ่งมีการแจกแจงเหมือนกันเป็นอิสระจากการด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับเมตริกซ์ *A*

p คือ ความล่าช้าที่เหมาะสม (Optimal lag) และแบบจำลอง Vector Error Correction แสดงได้ดังดังนี้

$$\Delta Z_t = \Gamma_t\Delta Z_{t-1}+\ldots+\Gamma_{p-1}\Delta Z_{t-p+1}+\Pi Z_{t-p}+\varepsilon_t \quad (5)$$

โดยที่ $\Gamma_t = -(I-A_1-\ldots-A_i);$

เมื่อ $i = 1,\ldots,p-1$ และ I คือ Identity matrix

$$\Pi_t = -(I-A_1-\ldots-A_t) = -\left(I-A_1-\ldots-A_p\right)$$

ทั้งนี้ เมตริกซ์ Π_t แสดงค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากความสัมพันธ์ระยะยาวและ Rank ของ Π เป็นตัวกำหนดความสัมพันธ์ระยะยาวซึ่งอยู่ในเวคเตอร์ Z_t โดยการทดสอบ Rank ของเมตริกซ์ Π จาก Likelihood ratio (Verbeek, 2017)

สำหรับแนวคิดคอปูลา (Copula Approach) นั้น Copula คือความสัมพันธ์ของมาร์จินัล (Marginal) ที่มีการแจกแจงที่ต่างกันได้ (Sklar, 1959) Copula เป็นฟังก์ชั่นการแจกแจงร่วมของตัวแปรสุ่ม x_n ที่มีฟังก์ชั่น การแจกแจงมาร์จินัล (Marginal Distribution Functions: F_n) เหมือนหรือแตกต่างกัน

ดังนั้นฟังก์ชั่นการแจกแจงร่วมของหลายตัวแปรผ่านฟังก์ชั่น Copula นี้สามารถเขียนได้ดังนี้ (Wiboonpongse et al., 2015)

$$H(x_1,...,x_n) = C(F_1(x_1),...,F_n(x_n)), \quad (6)$$

โดยที่ C คือ ฟังก์ชั่น Copula ของฟังก์ชั่นการแจกแจงมาร์จินัลของตัวแปรสุ่ม n ตัวแปรและถ้าการแจกแจง ของมาร์จินัลมีลักษณะแบบต่อเนื่อง ดังนั้นฟังก์ชั่น Copula คือ

$$C(u_1,...,u_n) = C(F_1^{-1}(u_1),...,F_n^{-1}(u_n)), \quad (7)$$

โดยที่ u มีลักษณะการแจกแจงแบบสะสม (Cumulative Distribution Function: CDF) ที่มีค่าอยู่ระหว่าง [0,1] และฟังก์ชั่นความหนาแน่นของ Copula (Copula Density Function: c) สามารถเขียนได้ดังสมการที่ 8

$$h(x_1\ldots x_n) = c(F_1(x_1),\ \ldots,\ F_n(x_n)) \quad (8)$$

รูปแบบฟังก์ชั่นความหนาแน่นคอปูลา (Density of Copula families) โดยทั่วไปแล้วฟังก์ชั่น Copula จะถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ Elliptical Copulas และ Archimedean

Copulas ซึ่งในแต่ละกลุ่มจะมีรูปแบบฟังก์ชั่น (Family) ที่แตกต่างกันออกไป กล่าวคือ

(1) Elliptical Copulas คือ กลุ่มของฟังก์ชั่น Copula ที่จะหาโครงสร้างความสัมพันธ์ของการแจกแจงสะสมในลักษณะความสัมพันธ์แบบสมมาตร (Symmetric) ซึ่งรูปแบบฟังก์ชั่น Copula ในกลุ่มนี้จะประกอบไปด้วย Gaussian or Normal Copula และ Student-t Copula และ 2) Archimedean Copulas คือกลุ่มของฟังก์ชั่น Copula ที่จะหาความสัมพันธ์ของการแจกแจงสะสมในลักษณะความสัมพันธ์แบบไม่สมมาตร (Asymmetric) และสามารถหาความสัมพันธ์ร่วมที่ปลายหางของการแจกแจงสะสมได้ (Tail Dependence) ซึ่งรูปแบบของฟังก์ชั่นในกลุ่มนี้จะประกอบไปด้วย Frank, Clayton, Gumbel และ Joe Copula ในการศึกษานี้ใช้ High Dimension Gaussian Copula (Li et al., 2017; Liu et al., 2021; Masarotto & Varin, 2017) ซึ่งมีความยืดหยุ่นมากกว่า Multivariate normal distribution

เพื่อผ่อนคลายข้อจำกัดของวิธีการแบบดั้งเดิม การศึกษานี้จึงผสานแนวคิด Copula เข้ากับแบบจำลอง VAR ในลักษณะ Multivariate copula-based VAR model ซึ่งช่วยให้สามารถอธิบายโครงสร้างการพึ่งพาร่วม (Joint dependence structure) ของตัวแปรที่มีการแจกแจงแตกต่างกันได้ โดยใช้การประมาณค่าแบบ Maximum likelihood อย่างไรก็ตามไม่ได้นำผลทดสอบก่อนการประมาณค่าและการตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลองอย่างครบถ้วน วิธีการดังกล่าวนี้ ช่วยให้สามารถวิเคราะห์การตอบสนองของพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อทั้งปัจจัยด้านราคาและปัจจัยเชิงโครงสร้างได้อย่างครอบคลุมมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการแบบดั้งเดิม และยังมีการประยุกต์ใช้ค่อนข้างจำกัดในบริบทของการวิเคราะห์อุปทานสินค้าเกษตรในประเทศไทย แม้ว่าผลการวิเคราะห์จะให้ข้อค้นพบที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา แต่ความเหมาะสมของแบบจำลองยังควรได้รับการตรวจสอบเพิ่มเติมในการศึกษาครั้งต่อไป

แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาสามารถเขียนในรูปสมการได้ดังนี้

$$\ln AM_t = \beta_{20} + \sum_{i=1}^{P} \beta_{21i} \ln AM_{t-i} + \sum_{q=12}^{Q} \beta_{22q} \ln AM_{t-q} + \beta_{23} \ln PC_{t-12} + \beta_{24} \ln PM_{t-12} + \beta_{25} D_t + e_{2t} \quad (9)$$

$$\ln AC_t = \beta_{10} + \sum_{i=1}^{P} \beta_{11i} \ln AC_{t-i} + \sum_{q=12}^{Q} \beta_{11q} \ln AC_{t-q} + \beta_{13} \ln PC_{t-12} + \beta_{14} \ln PM_{t-12} + \beta_{15} D_t + e_{1t} \quad (10)$$

$$\ln PM_t = \beta_{30} + \beta_{31} \ln AM_{t-3} + \beta_{32} \ln AC_{t-3} + \beta_{33} \ln PM_{t-1} + \beta_{34} \ln PC_{t-1} + \beta_{35} D_t + e_{3t} \quad (11)$$

$$\ln PC_t = \beta_{40} + \beta_{41} \ln AM_{t-3} + \beta_{42} \ln AC_{t-3} + \beta_{43} \ln PM_{t-1} + \beta_{44} \ln PC_{t-1} + \beta_{45} D_t + e_{4t} \quad (12)$$

โดยที่ AM คือ พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
AC คือ พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง
PM คือ ราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
PC คือ ราคามันสำปะหลัง

D คือ 0 = ก่อนมีนโยบายส่งเสริมยางพารา (ปี 2541-2546)
1 = หลังนโยบายส่งเสริมการปลูกยางพารา (ตั้งแต่ปี 2547)

t คือ เดือนที่ $t = 1 \ldots T$
β คือ ค่าสัมประสิทธิ์
ε คือ ค่าคลาดเคลื่อน

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

ผลการทดสอบคุณสมบัติของข้อมูลอนุกรมเวลา พบว่าตัวแปรทั้งหมดมีลักษณะเป็น Stationary I(0) จึงไม่ต้องใช้แบบจำลอง Cointegration หรือ Vector error correction model ในการประมาณค่า และสามารถประมาณค่าแบบจำลองในรูปแบบ VAR model ได้โดยตรง

ผลการวิเคราะห์แบบจำลอง (สมการที่ 9-12) พบว่าราคาของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และพื้นที่ปลูกในอดีตมีอิทธิพลสำคัญต่อการตัดสินใจใช้พื้นที่เพาะปลูกในปีปัจจุบัน จาก Table 1 (Equation 10) พบว่าเมื่อราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 พื้นที่เพาะปลูกจะเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 0.95 สะท้อนให้เห็นว่าการตอบสนองต่อราคาของเกษตรกรค่อนข้างสูง ในขณะที่พื้นที่ปลูกในอดีต โดยเฉพาะช่วง 12 เดือนก่อนหน้า มีอิทธิพลโดยตรงต่อพื้นที่เพาะปลูกในปัจจุบันในระดับสูง (ค่าสัมประสิทธิ์ 0.8) สะท้อนให้เห็นรูปแบบการใช้พื้นที่แบบเดิมอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามในระยะสั้น พื้นที่ปลูกเดือนที่ผ่านมา (AM_{t-1}) ก็มีอิทธิพลเชิงบวกต่อการตัดสินใจใช้พื้นที่ในปัจจุบัน (ค่าสัมประสิทธิ์ 0.47) ขณะที่พื้นที่เพาะปลูกช่วง 13 เดือนก่อนหน้า (AM_{t-13}) มีอิทธิพลในทิศทางตรงกันข้าม ซึ่งสะท้อนถึงการปรับตัวของเกษตรกรในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน

ส่วนที่คาดว่าเมื่อราคามันสำปะหลังลดลงเกษตรกรจะหันไปปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แทนนั้น กลับพบว่าราคามันสำปะหลังไม่มีผลโดยตรง แต่มีอิทธิพลทางอ้อมด้วยการส่งผ่านราคาข้าวโพดช่วง 13 เดือนก่อนหน้า (Table 1, Equation 11, Price of maize (PM)) ซึ่งตัวแปรราคามันสำปะหลังในช่วงก่อนหน้า (PC-1) มีผลต่อราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในปัจจุบัน

Table 1 Results of area response analysis of maize in Thailand using multivariate copula-based regression

Factors	Equation 9 Maize cultivated area (AM)	Equation 10 Cassava cultivated area (AC)	Equation 11 Price of maize (PM)	Equation 12 Price of cassava (PC)
Maize cultivated area 1 month ago	0.466787***			
(AM-1)	(0.0000)			
Maize cultivated area 2 month ago	-0.12024			
(AM-2)	(0.1169)			
Maize cultivated area 3 month ago	-0.08309		-0.0102***	-0.00247**
(AM-3)	(0.2578)		(0.0000)	(0.0488)
Maize cultivated area 4 month ago	0.001246			
(AM-4)	(0.9744)			
Maize cultivated area 12 month ago	0.805467***			
(AM-12)	(0.0000)			
Maize cultivated area 13 month ago	-0.31449***			
(AM-13)	(0.0000)			
Maize cultivated area 14 month ago	0.086273			
(AM-14)	(0.2575)			
Maize cultivated area 15 month ago	0.071155			
(AM-15)	(0.3044)			
Cassava cultivated area 1 month ago		0.892731***		
(AC-1)		(0.0000)		
Cassava cultivated area 3 month ago			0.110597*	-0.03032
(AC-3)			(0.0793)	(0.307)
Cassava cultivated area 12 month ago		0.014443		
(AC-12)		(0.5256)		
			0.808086***	0.038742
Price of maize 1 month ago (PM-1)			(0.0000)	(0.0829)
	0.957896**	-0.01416		
Price of maize 12 month ago (PM-12)	(0.0458)	(0.2442)		
Price of cassava 1 month ago (PC-1)			0.123344***	0.963371***
			(0.0001)	(0)
	-0.27415	0.045237***		
Price of cassava 12 month ago PC(-12)	(0.4676)	(0.0000)		
Rubber policy	-0.18801		0.01667	0.017224*
(0= year 1998-2003, 1= year 2004-		-0.0043		
2017)	(0.3473)	(0.3435)	(0.3136)	(0.0649)
Constant	-0.10934	1.430283***	-1.40019	0.484759
	(0.8756)	(0.0001)	(0.1374)	(0.2837)
R	0.8631	0.9762	0.9469	0.9415

Note: 1/ figure in ( ) is prob.

2/ ***, ** and * are at significant level .01 .05 และ .10, respectively.

สำหรับการตอบสนองของพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังนั้น พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพล (Table 1, Equation 10 (AC)) มีลักษณะใกล้เคียงกับพื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ คือพื้นที่เพาะปลูกในอดีตเป็นตัวกำหนดสำคัญต่อการตัดสินใจในการใช้พื้นที่เพาะปลูกในปัจจุบัน สะท้อนให้เห็นการรูปแบบการใช้พื้นที่แบบเดิมของ

เกษตรกรในพืชเศรษฐกิจทั้งสองชนิด อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาในส่วนของสมการราคา (Table 1, Equation 12, (PC)) พบว่าราคามันสำปะหลังได้รับอิทธิพลจากราคาของตัวมันเองในช่วงที่ผ่านมา และยังได้รับอิทธิพลจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในช่วงก่อนหน้า (AM-3) ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างพืชทั้งสองชนิดในเรื่องกลไกราคามากกว่าการแข่งขันโดยตรงในด้านพื้นที่เพาะปลูก

โดยสรุป พืชอาหารสัตว์ทั้งสองชนิดนี้ มีความเกี่ยวข้องกันในทางอ้อมผ่านกลไกราคา ในขณะที่ราคาของตัวสินค้าเองในอดีต (หนึ่งปีก่อนหน้า) มีอิทธิพลสำคัญต่อการตัดสินใจเพาะปลูก โดยเฉพาะในกรณีของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีอิทธิพลค่อนข้างสูง แต่ขนาดของอิทธิพลในกรณีมันสำปะหลังอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งอาจอธิบายได้จากมันสำปะหลังมีช่วงการปลูกถึงเก็บเกี่ยวนานกว่าและการใช้พื้นที่ปลูกที่มีความต่อเนื่องสูงกว่าพื้นที่การปลูกต่อเนื่องของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

สำหรับนโยบายส่งเสริมการปลูกยางพารานั้น จากการวิเคราะห์พบว่าไม่มีผลต่อการใช้พื้นที่เพื่อปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่อย่างใด (Table 1, Equation 10) เช่นเดียวกันกับนโยบายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ (1) การรับจำนำราคาข้าวโพด ช่วงปีการผลิต 2548/49 2551/52 2555/56 และ 2556/57 (2) การประกันราคาข้าวโพด ปีการผลิต 2552/53 (3) การประกันรายได้เกษตรกร ปีการผลิต 2553/54 (4) นโยบายกำหนดโควตานำเข้าปี 2538-2546 และ (5) นโยบาย AFTA ปี 2547-2552 รวมถึงราคารับซื้ออ้อยโรงงานและพื้นที่ปลูกอ้อยโรงงาน ซึ่งไม่พบว่ามีความสัมพันธ์กับการใช้พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จึงมิได้นำมาแสดงในแบบจำลองที่เป็นผลการศึกษาของงานวิจัยนี้

สรุปผลการวิจัย

เพื่อสร้างความเข้าใจด้านอุปทานข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และแสวงหาความเป็นไปได้ที่จะเพิ่มการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อสนองความต้องการใช้ภายในประเทศ การศึกษานี้จึงมุ่งศึกษาการตอบสนองอุปทานพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ผลจากการวิเคราะห์ยืนยันได้ว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และมันสำปะหลังไม่ใช่พืชที่เกษตรกรเลือกใช้เพื่อปลูกทดแทนในพื้นที่เดียวกัน ดังที่มักเข้าใจกันโดยทั่วไป และการตัดสินใจเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรขึ้นอยู่กับราคาข้าวโพดในปีที่ผ่านมา และลักษณะการใช้พื้นที่เดิมที่เคยปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มาก่อน สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Riaz et al. (2014) สะท้อนถึงพฤติกรรมและรูปแบบการเพาะปลูกของเกษตรกรที่ขึ้นอยู่กับความเคยชินและการใช้พื้นที่ทำเกษตรแบบเดิม มากกว่าการปรับเปลี่ยนตามแรงจูงใจด้านราคาในระยะสั้น

ในส่วนของนโยบายพบว่า นโยบายส่งเสริมการปลูกยางพาราไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกร ซึ่งอาจเนื่องมาจากข้อจำกัดด้านความเหมาะสมของพื้นที่เพาะปลูก หรือการที่เกษตรกรมีพื้นที่มากกว่า 1 แปลง และสามารถจัดสรรการใช้ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกันได้ในแต่ละแปลง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Teerakul & Kaewmanee (2018) ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดน่าน เพชรบูรณ์ และเลย ซึ่งร้อยละ 23.95 ของเกษตรกรปลูกยางพาราในพื้นที่คนละแปลงกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ข้อเสนอแนะจากผลการศึกษาพบว่าการตัดสินใจใช้พื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกรมีลักษณะพึ่งพารูปแบบการใช้พื้นที่เดิมและไม่ได้ตอบสนองต่อราคาพืชแข่งขัน เช่น มันสำปะหลัง และอ้อยโดยตรง ดังนั้น การเพิ่มการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายในประเทศจึงไม่สามารถอาศัยการส่งเสริมให้เกษตรกรปรับเปลี่ยนจากพืชชนิดอื่นได้โดยง่าย แต่ควรมุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในพื้นที่เดิมเป็นสำคัญ ดังนี้

1. การผลักดันให้เกษตรกรได้รับราคาขายที่สูงขึ้นเพื่อกระตุ้นให้เกษตรกรจัดสรรพื้นที่เพื่อใช้เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพิ่มขึ้น (จากผลการศึกษาพบว่าราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ปีที่ผ่านมามีผลโดยตรงต่อการตอบสนองพื้นที่ปลูกข้าวโพดฯ ของเกษตรกร) จากผลการศึกษาพบว่านโยบายต่าง ๆ ของรัฐบาลที่เกี่ยวข้อง ไม่มีผลต่อการใช้พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกร ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการตามนโยบายรัฐ ดังข้อมูลจากงานวิจัยของ Teerakul & Kaewmanee (2018) ที่มีเพียงร้อยละ 12.84 ของตัวอย่างเกษตรกรเท่านั้น ที่ระบุว่าตนเคยเข้าร่วมโครงการประกันราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และราคาประกันที่รัฐกำหนดนั้นเป็นราคารับซื้อ ณ หน้าโรงงานอาหารสัตว์ ไม่ใช่ราคารับซื้อ ณ ฟาร์มที่เกษตรกรได้รับ ดังนั้นการที่จะให้เกษตรกรได้รับราคาที่สูงขึ้น อาจทำได้โดยการลดการพึ่งพาพ่อค้าคนกลาง ให้เกษตรกรมีโอกาสได้ขายโดยตรงให้กับโรงงาน โดยไม่ผ่านพ่อค้ารับซื้อ/ไซโล แต่ข้อจำกัดสำคัญของเกษตรกรซึ่งจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาอย่างมาก คือ ความสามารถในการปรับปรุงคุณภาพเมล็ดข้าวโพด และเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวของเกษตรกร

2. การเพิ่มการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นไปได้ยากที่จะทำได้โดยการปรับเปลี่ยนจากพื้นที่ปลูกพืชทดแทน (เช่น มันสำปะหลัง) เพราะไม่ใช่พืชทดแทนในพื้นที่เดียวกัน แต่การเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายในประเทศควรมุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในพื้นที่เดิมมากกว่าการขยายพื้นที่จากพืชชนิดอื่น เนื่องจากพืชเศรษฐกิจเหล่านี้ไม่ได้มีลักษณะเป็นพืชทดแทนกันในระดับพื้นที่เพาะปลูก นอกจากนี้ ควรมีการส่งเสริมองค์ความรู้ด้านการจัดการปัจจัยการผลิต

3. จากข้อจำกัดในการวิจัยด้านเครื่องมือวิเคราะห์ งานวิจัยในอนาคตที่มุ่งเน้นพัฒนาเครื่องมือวิเคราะห์ ควรดำเนินการตรวจสอบคุณสมบัติของข้อมูล และรายงานผลอย่างละเอียด ตลอดจนเปรียบเทียบ Copula หลายรูปแบบ เพื่อประเมินว่า Copula ใดมีความเหมาะสมกับข้อมูลมากที่สุด ซึ่งจะช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือของผลการประมาณค่าและสนับสนุนข้อสรุปเชิงนโยบายได้ดียิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยโครงการแนวทางการปรับโครงสร้างการผลิต การตลาด และนโยบายรัฐบาลสู่ความยั่งยืนของอุตสาหกรรมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ไทย สัญญาเลขที่ RDG5910054 ภายใต้ชุดโครงการการกำหนดนโยบายการผลิตระบบตลาดและการค้าข้ามแดนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และมันสำปะหลังในประเทศไทย ซึ่งศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.อารี วิบูลย์พงศ์ เป็นผู้ประสานงานชุดโครงการและได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (สกสว.) และขอขอบคุณคำแนะนำการวิเคราะห์แบบจำลองจาก ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.ทรงศักดิ์ ศรีบุญจิตต์

References

Amnutkittikul, P. (2003). *An analysis of the supply response of pineapple in Thailand* (Master's thesis). Bangkok, Thailand. Kasetsart University. (in Thai)

Bunsong, P. (2014). *An analysis of price variation and supply response of major rice in Thailand* (Master's thesis). Songkhla, Thailand. Prince of Songkla University. (in Thai)

Inthajak, J. (2001). *Supply response analysis of wheat in Thailand* (Master's thesis). Chiang Mai, Thailand. Maejo University. (in Thai)

Isvilanonda, S. (1996). An analysis of rice production supply. *Kasetsart University Journal of Economics, 3*(1), 33–44. (in Thai)

Kulwachai, N. (1992). *An analysis of the supply response of castor in Thailand* (Master's thesis). Bangkok, Thailand. Kasetsart University. (in Thai)

Li, J., Nott, D. J., Fan, Y., & Sisson, S. A. (2017). Extending approximate Bayesian computation methods to high dimensions via a Gaussian copula model. *Computational Statistics & Data Analysis*, 106, 77-89. doi: 10.1016/j.csda.2016.07.005

Liu, J., Sriboonchitta, S., Wiboonpongse, A., & Denœux, T. (2021). A trivariate Gaussian copula stochastic frontier model with sample selection. *International Journal of Approximate Reasoning*, 137, 181–198. doi: 10.1016/j.ijar.2021.06.016

Masarotto, G., & Varin, C. (2017). Gaussian copula regression in R. *Journal of Statistical Software*, *77*(8), 1–26. doi: 10.18637/jss.v077.i08

Mohammad, S., Javed, M. S., Ahmad, B., & Mushtaq, K. (2007). Price and non-price factors affecting acreage response of wheat in different agro-ecological zones in Punjab: a co-integration analysis. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, *44*(2), 370–377.

Mushtaq, K., & Dawson, P. J. (2002). Acreage response in Pakistan: a co-integration approach. *Agricultural Economics*, *27*(2), 111–121. doi: 10.1111/j.1574-0862.2002.tb00110.x

Nerlove, M. (1956). Estimates of the elasticities of supply of selected agricultural commodities. *Journal of Farm Economics*, *38*(2), 496–509. doi: 10.2307/1234389.

Office of Agricultural Economics (OAE). (2017). *Situation of major agricultural commodities and trends in 2017*. Retrieved from http://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/ebook/agri_situation2560.pdf (in Thai)

Ozkan, B., & Karaman, S. (2011). Acreage response for cotton regions in Turkey: an application of the bounds testing approach to cointegration. *New Medit*, *10*(2), 42–50.

Riaz, B., Ali, S., & Jan, D. (2014). Acreage response analysis of maize growers in Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *International Journal of Food and Agricultural Economics*, *2*(3), 33–44. doi: 10.22004/ag.econ.186265

Shoko, R. R., Chaminuka, P., & Belete, A. (2016). Estimating the supply response of maize in South Africa: a Nerlovian partial adjustment model approach. *Agrekon, 55*(3), 237–253. doi: 10.1080/03031853.2016.1203802

Sklar, A. (1959). Fonctions de répartition à n dimensions et leurs marges. *Publications de l'Institut de Statistique de l'Université de Paris*, 8, 229–231.

Tchereni, B. H., & Tchereni, T. H. (2013). Supply response of maize to price and non-price incentives in Malawi. *Journal of Economics and sustainable Development, 4*(5), 141-152.

Teerakul, N. & Kaewmanee, P**.** (2018)**.** *The Restructuring Approach of Production, Marketing and Government Policies to Sustainable Maize Industry in Thailand.* Bangkok: The Thailand Research Fund**.** (in Thai)

Thai Feed Mill Association. (2017). *Feed production and consumption 2017*. Accessed November 11, 2017. Retrieved from http://www.thaifeedmill.org

(in Thai)

Verbeek, M. (2017). *A guide to modern econometrics* (5th ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

Vitale, J. D., Djourra, H., & Sidibé, A. (2009). Estimating the supply response of cotton and cereal crops in smallholder production systems: recent evidence from Mali. *Agricultural Economics, 40*(5), 519–533. doi: 10.1111/j.1574-0862.2009.00395.x

Wiboonpongse, A., Liu, J., Sriboonchitta, S., & Denoeux, T. (2015). Modeling dependence between error components of the stochastic frontier model using copula: application to intercrop coffee production in Northern Thailand. *International Journal of Approximate Reasoning*, 65, 34-44. doi: 10.1016/j.ijar.2015.04.001

Wichitsrikamon, K., Angsurat, A., Chompuk, C., Pojanaprasert, N., & Patumnakul, A. (2015). *Five decades of maize cultivar development in Thailand.* Retrieved from https://www.slideshare.net/slideshow/ss-47319979/47319979. (in Thai)

Xu, C., Shengxiong, W., Zhijian, Z., & Wei, S. (2012). A model for analysis of supply reaction to price applied to grapes in China. In *2012 International Conference on Systems and Informatics (ICSAI 2012)* (pp. 2559–2562). Piscataway, NJ: IEEE. doi: 10.1109/ICSAI.2012.6223576

Research article

Acreage response of maize in Thailand

Pimpimon Kaewmanee[1*] and Nuttamon Teerakul[2]

[1]Program in Economics, Faculty of Economics, Maejo University, Sansai District, Chiang Mai Province, 50290 Thailand*
[2]Independence Scholar, Chiang Mai District, Chiang Mai Province, 50300 Thailand

ARTICLE INFO

Article history
Received: 19 March 2026
Revised: 17 July 2026
Accepted: 20 July 2026
Online published: 20 August 2026

Keyword
Area response
Supply response
Maize
Thailand
Copula-based VAR Model

ABSTRACT

Thailand has faced a shortage of maize for use in the domestic animal feed industry for almost two decades. While demand for maize has steadily increased, domestic maize yields have continuously declined, leading to increased imports of maize and wheat to substitute for domestically produced maize. One of the main causes of this decline is the reduction in maize planting areas, which may be attributed to farmers shifting from maize to alternative crops that provide higher returns. This study aimed to explore the factors influencing farmers' decisions regarding maize acreage allocation and to better understand their acreage response behavior. Area response analysis was applied to examine how maize farmers respond to price incentives for maize and competing crops. The study used monthly time-series data from 1998 to 2017 and employed a multivariate copula-based VAR model for estimation. The copula concept can describe relationships between variables with different distributions without assuming a linear relationship. Therefore, it is suitable for real-world agricultural data, which are nonlinear and structurally complex. The results revealed that maize acreage decisions mainly depend on past maize prices and previous land-use patterns. In contrast, the prices of competing crops, such as cassava and sugarcane, do not have a direct effect on maize acreage. In addition, government policies related to other crops were not found to significantly influence farmers' decisions. The findings also suggest that farmers' land-use behavior tends to follow existing production patterns rather than respond to short-term price incentives.

[*]Corresponding author
E–mail address: pimkaewmanee@gmail.com (P. Kaewmanee)
Online print: 20 August 2026 Copyright © 2026 This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. https://doi.org/10.14456/paj.2026.6